

# ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ АКВАКУЛЬТУРЫ В РЕГИОНЕ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

*под общей редакцией  
кандидата сельскохозяйственных наук, доцента Барулина Н.В.*

Минск  
«Экоперспектива»  
2016



Part-financed by the European Union (European Regional Development Fund and European Neighbourhood and Partnership Instrument)



УДК 639.32(261.24)

**Инновационные** методы и технологии устойчивого развития аквакультуры в регионе Балтийского моря / Н. Барулин [и др.] ; под общ. ред. Н. Барулина. — Минск : Экоперспектива, 2016. — 437 с. — ISBN 978-985-469-561-7.

Данная монография представляет собой коллективный результат работы исполнителей проекта международной технической помощи «Инновационные методы и технологии устойчивого развития аквакультуры в регионе Балтийского моря» (AQUABEST — Innovative practices and technologies for developing sustainable aquaculture in the Baltic Sea region), номер проекта 071 (номер регистрации в Минэкономике РБ 2/12/000563) в рамках программы региона Балтийского моря 2007—2013 (Baltic Sea Region Programme 2007—2013) при частичном финансировании Европейского союза.

Табл. 66. Ил. 352. Библиогр.: 340 назв.

По общей редакции *Николая Барулина*

Рецензенты:

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой зоогиены, экологии и микробиологии Белорусской государственной сельскохозяйственной академии *Н. А. Садо́мов*;

доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры технологии и технического обеспечения процессов переработки Белорусского государственного аграрного технического университета *Е. В. Тара́зевич*

**АВТОРСКИЙ КОЛЛЕКТИВ**

**Дэвид Абрахамссон (David Abrahamsson)** – Аландские острова, Финляндская Республика  
Сотрудник отдела экологии и рыболовства Правительства Аландских островов. Магистр наук.



**Николай Барулин (Nikolai Barulin)** – Республика Беларусь  
Заведующий кафедрой ихтиологии и рыбоводства УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент



**Йон Банарделли (John Bonardelli)** – Королевство Норвегия  
Сотрудник компании Shellfish Solutions AS



**Ева Бреннес (Eva Brännäs)** – Королевство Швеция  
Профессор кафедры живой природы, рыбоводства и экологии Шведского университета сельскохозяйственных наук. Доктор философии (PhD).



**Ханна Карлберг (Hanna Carlberg)** – Королевство Швеция  
Аспирант кафедры живой природы, рыбоводства и экологии Шведского университета сельскохозяйственных наук. Магистр наук.



**Ари Эркоос (Ari Ekroos)** – Финляндская Республика  
Профессор экономического права университета Аалто. Доктор права.





**Александр Эрикссон (Alexander Eriksson) – Королевство Швеция**  
 Главный управляющий компании Еcosom АВ.



**Унто Эскелинен (Unto Eskelinen) – Финляндская Республика**  
 Старший эксперт в области аквакультуры Финского научно-исследовательского института охоты и рыболовства.



**Мартин Футтер (Martyn Futter) – Королевство Швеция**  
 Научный сотрудник Шведского университета сельскохозяйственных наук.



**Петра Гранхольм (Petra Granholm) – Аландские острова, Финляндская Республика.**  
 Сотрудница отдела экологии и рыболовства Правительства Аландских островов. Магистр наук.



**Альфред Йокумсен (Alfred Jokumsen) – Королевство Дания**  
 Старший научный сотрудник Национального института водных ресурсов Датского технического университета.



**Маркус Канкайнен (Markus Kankainen) – Финляндская Республика**  
 Экономист Финского научно-исследовательского института охоты и рыболовства. Магистр наук.





**Андерс Кисслинг (Anders Kiessling) – Королевство Швеция**  
Профессор аквакультуры Шведского университета сельскохозяйственных наук. Доктор философии (PhD).



**Веса Лескинен (Vesa Leskinen) – Финляндская Республика**  
Докторант факультета права Хельсинского университета.



**Юха Лилья (Juha Lilja) – Финляндская Республика**  
Научный сотрудник Финского научно-исследовательского института охоты и рыболовства. Доктор философии (PhD).



**Тереза Линдхольм (Teresa Lindholm) – Королевство Швеция**  
Научный сотрудник Шведского университета сельскохозяйственных наук.



**Торбйёрн Лунд (Torbjörn Lundh) – Королевство Швеция**  
Доцент Шведского университета сельскохозяйственных наук. Доктор философии (PhD).



**Хампус Маркенстен (Hampus Markensten) – Королевство Швеция**  
Экологический аналитик Шведского университета сельскохозяйственных наук. Магистр наук. Доктор философии (PhD).





**Марти Наукарайнен (Martti Naukkarinen) – Финляндская Республика**  
Консультант по вопросам аквакультуры «Kallavesi Consultants Ltd».



**Педер Нильсен (Peder Nielsen) – Королевство Дания**  
Руководитель компании NC Consulting ApS. Преподаватель Университета Ольборга.



**Эрик Олофссон (Erik Olofsson) – Королевство Швеция**  
Научный сотрудник компании Torsta AB. Магистр наук.



**Инга-Лииса Паавола (Inga-Liisa Paavola) – Финляндская Республика**  
Докторант факультета права Хельсинского университета.



**Ларс-Флемминг Петерсен (Lars-Flemming Pedersen) – Королевство Дания**  
Старший научный сотрудник Национального института водных ресурсов Датского технического университета. Магистр наук, Доктор философии (PhD).



**Яна Пикова (Jana Piskova) – Королевство Швеция**  
Профессор кафедры кормления Шведского университета сельскохозяйственных наук. Доктор философии (PhD).



**Каарел Релве (Kaarel Relve) – Эстонская Республика**  
Преподаватель экологического права юридического факультета Тартурского университета. Магистр права.



**Ами Рингберг (Amie Ringberg) – Королевство Швеция**  
Геолог компании Ecosom AB.





**Арманс Розе (Armands Roze)** – Латвийская Республика  
Научный сотрудник Латвийского экологического института.



**Кайя Саарни (Kaija Saarni)** – Финляндская Республика  
Научный сотрудник Финского научно-исследовательского института охоты и рыболовства. Магистр наук.



**Константин Шумский (Kanstantsin Shumski)** – Республика Беларусь  
Рыбовод рыбоводного индустриального комплекса УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия». Магистр наук. Аспирант кафедры ихтиологии и рыбоводства.



**Карин Изабель Сур (Karin Isabel Suhr)** – Королевство Дания  
Научный сотрудник Национального института водных ресурсов Датского технического университета. Магистр наук, Доктор философии (PhD).



**Ханнес Виенла (Hannes Veinla)** – Эстонская Республика  
Доцент экологического права юридического факультета Тартуского университета. Доктор права.



**Йони Виелма (Jouni Vielma)** – Финляндская Республика  
Старший научный сотрудник Финского научно-исследовательского института охоты и рыболовства. Доктор философии (PhD).





**Тобиас Вреде (Tobias Vrede) – Королевство Швеция**

Научный сотрудник Шведского университета сельскохозяйственных наук.



**Виталий Плавский (Vitaly Plavskii) – Республика Беларусь**

Заместитель директора по науке Института физики имени Б.И. Степанова Национальной академии наук Беларуси, кандидат физико-математических наук



**Руне Микалсен (Rune Mikalsen) – Королевство Норвегия**

Сотрудник компании AKVA group



## **ВВЕДЕНИЕ**

Аквакультура является самым быстрорастущим сектором производства продуктов питания в течении последних двух десятилетий и во многом является следствием неспособности удовлетворить растущий спрос на рыбную продукцию естественных природных запасов. К сожалению, в отличии от мировой тенденции, рост развития аквакультуры в Регионе Балтийского моря замедлился. Кроме того, растущий уровень эвтрофикации в данном море вызывает беспокойство, в том числе и в Беларуси. Как известно, территория Республики Беларусь является водоразделом бассейнов Балтийского и Черного морей. Примерно 55 процентов речного стока приходится на реки бассейна Черного моря и 45 процентов – Балтийского (реки Западная Двина, Западный Буг и Неман). Поэтому решения проблемы эвтрофикации Балтийского моря, в том числе и за счет повышения технологического уровня аквакультуры, будут иметь положительные тенденции для экологии Беларуси.

Общепризнано, что аквакультура обладает большим потенциалом для удовлетворения потребностей в продовольствии растущего населения Земли, однако новое производство должно быть построено на устойчивых технологиях и инновациях.

Данная монография представляет собой коллективный результат работы исполнителей проекта международной технической помощи «Инновационные методы и технологии устойчивого развития аквакультуры в регионе Балтийского моря» (AQUABEST – Innovative practices and technologies for developing sustainable aquaculture in the Baltic Sea region), № проекта 071 (№ регистрации в Минэкономике РБ 2/12/000563) в рамках программы региона Балтийского моря 2007-2013 (Baltic Sea Region Programme 2007-2013) при частичном финансировании Европейского союза.

Главным координатором проекта являлся Финский научно-исследовательский институт охоты и рыболовства. Главный менеджер проекта – старший научный сотрудник Финского научно-исследовательского института охоты и рыболовства – Йони Виелма.

Исполнителем на территории Республики Беларусь являлось УО «Белорусская государственная орден Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия». Ответственный исполнитель проекта на территории Республики Беларусь – заведующий кафедрой ихтиологии и рыбоводства Николай Барулин.

Проект Аквобест реализовывали 14 научно-исследовательских институтов и высших учебных заведений из 8 стран: Финский научно-исследовательский институт охоты и рыболовства, Хельсинский университет, Исполнительный комитет Аландских островов, Исполнительный комитет Емтланда, Шведский университет сельскохозяйственных наук, Шведский комитет по сельскому хозяйству, Польская ассоциация форелеводов-селекционеров, Латвийский институт безопасности пищевых продуктов, ветеринарии и окружающей среды, Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Датский технический университет, Датская организация аквакультуры, Ассоциация морской аквакультуры, Институт им. Иоганна Генриха фон Тюнена, Тартуский университет.

Весь материал, представленный в монографии, можно разделить на 4 категории рекомендаций в следующих областях: природоохранное законодательство и совершенствование нормативно-правовой базы в аквакультуре, пространственное планирование в аквакультуре, кормление рыбы, технологии замкнутого водоснабжения.

Данная монография будет полезна специалистам Республики Беларусь (а также другим странам, входящим в Евразийский экономический союз) различных направлений, так или иначе сталкивающимся с вопросами аквакультуры:

- специалистам в области природоохранного законодательства для ознакомления с нормативно-правовыми вопросами в области аквакультуры Европейского союза с перспективой совершенствования местных вопросов данной категории;
- специалистам в области садковой аквакультуры для изучения опыта выбора подходящих участков для создания ферм на естественных водоисточниках;
- специалистам в области производства кормов для аквакультуры с целью снижения эвтрофикации естественных водоисточников;
- специалистов в области установок замкнутого водоснабжения.

Данная монография создана на основании отчетов проекта Аквобест. В нее собраны основные отчеты, которые по нашему мнению могут быть интересными для специалистов стран-членов Евразий-

ского экономического союза. С полным собранием оригинальных отчетов на английском языке читатель может ознакомиться на официальном веб-сайте проекта Аквабест <http://www.aquabestproject.eu/>  
Выражаю благодарность за помощь в реализации проекта Аквабест на территории Республики Беларусь следующим лицам:

- Курдеко Александру Павловичу, ректору Белорусской государственной сельскохозяйственной академии с 2008 по 2014; Саскевичу Павлу Александровичу, ректору Белорусской государственной сельскохозяйственной академии с 2014 по н.в.; Микулич Елене Леонидовне, декану зооинженерного факультета УО БГСХА с 2012 по 2014; Гавриченко Николаю Ивановичу, декану факультета биотехнологии и аквакультуры (зооинженерного факультета) УО БГСХА с 2014 по н.в.;
- начальнику отдела рыболовного хозяйства и индустриального рыбоводства ГО «Белводхоз» Сергееву Андрею Валерьевичу и главному специалисту Свенторжицкому Сергею Викторовичу;
- руководителям и главным специалистам рыбоводных предприятий: ОАО «Альба» – Трусевичу Михаилу Анатольевичу; ООО «Ремона» - Тимошину Владимиру Васильевичу; ЧПУП «Акватория» Фермерского хозяйства «Василек» – Вергейчику Василию Федоровичу, Лашкевичу Александру Ивановичу, Лашкевичу Анатолию Ивановичу; Рыбопитомник "Богушевский" УП Лиозненское ПМС" – Селезневу Василию Николаевичу и Вильчинскому Сергею Олеговичу; ОАО "Опытный рыбхоз "Селец" – Баженову Юрию Михайловичу; ОАО "ПМК-83 Водстрой" – Царикову Андрею Андреевичу и Школьникову Михаилу; Рыбоводный индустриальный комплекс УО БГСХА – Некрылову Александру Владимировичу и Суровец Наталье Андреевне.
- коллективу кафедры ихтиологии и рыбоводства УО БГСХА: Титовой Светлане Николаевне, Портной Талине Владимировне, Усову Михаилу Михайловичу, Салтанову Юрию Михайловичу, Цыганкову Роману Михайловичу, Усовой Оксане Владимировне, Муртазаеву Арслону Махмудовичу, Чернякову Павлу Петровичу.

Отдельная и особая благодарность команде Аквабест на территории Республики Беларусь: переводчику проекта – Ляхнович Татьяне Леонидовне, бухгалтеру проекта – Рощиной Ольге Владимировне и финансовому менеджеру проекта – Барулиной Александре Сергеевне.

*Заведующий кафедрой ихтиологии  
и рыбоводства Белорусской государственной  
сельскохозяйственной академии,  
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент  
Барулин Николай Валерьевич*

## **1. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТА**

### **1.1 Нормативно-правовая база реализации проектов международной технической помощи**

Беларусь участвовала в трех программах, финансируемых Европейским Союзом в рамках механизма трансграничного сотрудничества Европейского инструмента соседства и партнерства (ТГС ЕИСП): программы ТГС ЕИДП «Латвия-Литва-Беларусь» и «Польша-Беларусь-Украина», а также программа «Регион Балтийского моря».

Нормативно-правовая база регламентирующая деятельность международной технической помощи на территории Республики Беларусь следующая:

- 1) Указ Президента Республики Беларусь «О международной технической помощи, предоставляемой Республике Беларусь» от 22 октября 2003 г. №460 (с изменениями, внесенными Указом Президента Республики Беларусь от 17 августа 2005 г. №382 и Указом Президента Республики Беларусь от 5 марта 2010 г. №134);
- 2) Постановление Совета Министров Республики Беларусь «О некоторых мерах по реализации Указа Президента Республики Беларусь от 22 октября 2003 г. №460» от 21 ноября 2003 г. №1522 об утверждении «Положение о порядке подготовки, рассмотрения и одобрения проектов (программ) международной технической помощи, а также перечней товаров (имущества, в том числе денежных средств), работ и услуг, предоставляемых для реализации этих проектов (программ)» (с изменениями, внесенными Постановлениями Совета Министров от 16 апреля 2005 г. №402, от 15 сентября 2005 г. №1027, от 19 февраля 2007 г. №203, от 27 марта 2010 г. №456);
- 3) Постановление Министерства экономики Республики Беларусь «О подготовке получателями международной технической помощи проектных предложений и характеристик проектов (программ) указанной помощи» от 11 мая 2005 г. №86;
- 4) Постановление Министерства экономики Республики Беларусь «Об установлении формы заявления о регистрации проекта (программы) международной технической помощи, признании утратившими силу постановлений Министерства экономики Республики Беларусь» от 12 мая 2010 г. №86;
- 5) Приказ Министерства экономики Республики Беларусь от 6 июля 2010 г. №85 «Об утверждении Инструкции о порядке регистрации проектов (программ) международной технической помощи в Республике Беларусь»;
- 6) Постановление Министерства экономики «О форме перечня товаров (имущества, в том числе денежных средств), работ и услуг, предоставляемых для реализации проектов (программ) международной технической помощи» от 4 мая 2010 г. №82.

Проект международной технической помощи «Инновационные методы и технологии устойчивого развития аквакультуры в регионе Балтийского моря» (акроним проекта – Аквабест) реализовывался в рамках программы региона Балтийского моря на 2007 – 2013 гг. Аквабест соответствовал национальным интересам Республики Беларусь (заключение Министерства иностранных дел РБ № 05-76 / 17053 от 25.08.2011 г.), одобрен Постановлением Совета Министров Республики Беларусь (№ 671 от 24.07.2012) и зарегистрирован в Минэкономике №2/12/000563 от 30.08.2012.

### **1.2 Характеристика программы развития региона Балтийского моря на 2007 – 2013 гг**

Программа развития региона Балтийского моря (РБМ) на 2007-2013 гг. была разработана в рамках цели Европейского Союза по развитию территориального сотрудничества, интегрируя цели приграничного сотрудничества Европейского Инструмента Соседства и Партнерства (ЕИСП). Данная программа основывалась на опыте двух предшествовавших программ транснационального сотрудничества в регионе Балтийского моря в рамках инициатив: ИНТЕРРЕГ (1997-1999) и Программы Соседства ИНТЕРРЕГ (2000-2006).

Стратегическая цель программы РБМ была направлена на усиление развития для построения устойчивого, конкурентоспособного и территориально интегрированного РБМ путем соединения потенциалов через границы. Как часть Европы, РБМ должен стать для его жителей лучшим местом для инвестиций, работ и жизни. Программа РБМ, внесла свой вклад в Лиссабонскую и Гетеборгскую повестки дня и содействовала повышению социально-экономической конкурентоспособности РБМ на основе знаний и ноу-хау, а также его дальнейшей территориальной интеграции. Программа РБМ также отве-

чала стратегическим целям сотрудничества ЕС на внешних границах и относилась к программам многостороннего трансграничного сотрудничества. Программа была сфокусирована на подготовке инвестиций и проектов, нацеленных на улучшение использования территориального потенциала региона, минимизацию различий в уровне социально-экономического развития между восточными и западными частями региона, а также на решение проблем, общих для всех стран РБМ. Программа, при поддержке ряда *пан-балтийских сетей*, ставила своей целью гармонизацию политики в направлении интегрированного развития региона Балтийского моря и повышению его роли в Европе и во всем мире.

Территория реализации программы РБМ: - территории стран членов ЕС: Дании, Эстонии, Финляндии, Латвии, Литвы, Польши и Швеции, а также северные земли Германии. В приемлемый ареал реализации программы РБМ также входили Норвегия (целиком), Россия (северо-западные регионы) и Беларусь (целиком). Вклад Европейского фонда регионального развития (ЕФРР) в РБМ составлял 208 млн. евро. Норвегия вкладывала 6 млн. евро по линии национального финансирования. Европейский инструмент соседства и партнерства вкладывал 23 млн. евро для участия приемлемых регионов России и Беларуси.

Приемлемые бенефициары программы РБМ это национальные, региональные, местные органы власти, региональные и местные общественные организации (такие как исследовательские или образовательные институты, организации по поддержке бизнеса и другие некоммерческие организации). Частные (коммерческие) организации могли участвовать в качестве дополнительных партнеров со своим финансированием. Формировать партнерскую сеть проекта трансграничного сотрудничества должны были как минимум три организации, по крайней мере, из трех разных стран.

Программа определила четыре приоритетные тематические области: Первый приоритет сфокусирован на организации условий для создания и распространения инноваций в РБМ. Этот приоритет был нацелен на развитие ключевых инноваций в сферах естественных и технических наук, а также «не технических инноваций» бизнес услуги, дизайн и другие, ориентированные на рынок, знания и услуги. Мероприятия были направлены на развитие источников инноваций и предпринимательства; стимулирование транснационального трансферта знаний и технологий, а также подготовку социальных групп и граждан к восприятию и применению новых знаний и технологий. Приоритет, особенно в области сотрудничества с Россией и Беларусью, поддерживал проекты, нацеленные на более широкий контекст социально-экономического развития на региональном уровне.

Второй приоритет был направлен на повышение внутренней и внешней доступности РБМ. Приоритет содействовал продвижению совместных решений в сферах транспорта, информационно-коммуникационной технологий, направленных на преодоление административных барьеров на пути распространения информации и транспортных потоков. Также была усилена существующая интеграция зон стратегического развития, расположенных вдоль транснациональных транспортных коридоров РБМ и устанавливались новые транснациональные связи.

Третий приоритет концентрировался на экологических проблемах загрязнения Балтийского моря в более широком контексте устойчивого менеджмента морских ресурсов. Он поддерживал мероприятия, нацеленные на снижение опасных выбросов и уменьшение воздействия загрязнений на морскую среду. Особое внимание уделялось увеличению морской безопасности. Приоритет продвигал экономическое управление зонами открытого моря на основе использования лучших доступных технологий и практик. Уделялось внимание интегрированному управлению прибрежных и морских зон РБМ в контексте тенденций изменения климата.

Четвертый приоритет поддерживал проекты сотрудничества столичных регионов, городов и сельских поселений, направленных на повышение их привлекательности для жителей и инвесторов. Этот приоритет развивал планы действий и политику на уровне РБМ для того, чтобы сделать города и регионы РБМ более конкурентоспособным фактором экономического развития. В то же время получали поддержку идеи, способствующие развитию партнерств городских и сельских территорий и экономическому возрождению регионов РБМ с меньшей численностью и плотностью населения. Приоритет также был открыт для подготовки пан-балтийских стратегий, планов действий, политики и дальнейших инвестиций. Специфической чертой ЕИСП в рамках данного приоритета, только для проектов с участием российских и белорусских партнеров, стали совместные мероприятия, направленные на поддержку социальной сферы городского и регионального развития, а также укрепление

институционального потенциала органов власти. Проекты, поддержанные программой, соответствовали целому ряду качественных требований. Проект был направлен на решение общих проблем, демонстрировал добавочную стоимость в результате реализации совместных действий, содействовал росту профессионализма и управленческой компетенции организаций участников, а также имел долгосрочный эффект. При реализации проектов поощрялась разработка инвестиционных проектов транснационального масштаба. Результаты программы и ход реализации проектов отслеживались в ходе мониторинга через систему индикаторов ожидаемых результатов и долгосрочных эффектов. Уровень софинансирования из фондов ЕФРР составлял до 85 % для бенефициаров из Эстонии, Латвии, Литвы и Польши, и до 75% для бенефициаров из Дании, Финляндии, Германии и Швеции. Для Норвегии, уровень софинансирования национального Норвежского фонда составлял до 50%. Софинансирование ЕИСП – до 90%.

### 1.3 Характеристика проекта Аквабест

Устойчивое и сбалансированное развитие РБМ является важной задачей не только для самого региона, но и для всего ЕС. В целях обеспечения позитивного развития региона, ЕС подготовил и выпустил в 2009 году свою первую макрорегиональную стратегию для РБМ.

Аквакультура является самым быстрорастущим сектором производства продуктов питания в течении последних двух десятилетий и во многом является следствием неспособности удовлетворить растущий спрос на рыбную продукцию естественных природных запасов. К сожалению, в отличии от мировой тенденции, развитие аквакультуры в РБМ прекратилось. Общеизвестно, что аквакультура обладает большим потенциалом для удовлетворения потребностей в продовольствии растущего населения Земли, однако новое производство должно быть построено на устойчивых технологиях и инновациях.

Европейский Союз принял аквакультуру в качестве флагманского направления в стратегии ЕС по развитию РБМ. Программа РБМ 2007 – 2013 финансировала проекты, способствующие реализации стратегии ЕС в области развития этого региона.

Аквабест – первый региональный консорциум государств Балтийского региона, куда входили государственные организации, производственные организации, учебные заведения и потребители с тем, чтобы разработать общую стратегию производства устойчивой аквакультуры в регионе. Аквабест разрабатывал инновационные подходы в практике и технологии, а также опробировал и представил их стратегию развития.

Возможности и потребности аквакультуры в регионе Балтийского моря были определены в стратегии ЕС для РБМ, которая включала в себя флагманский проект BESTAQ, направленный на поощрение методов устойчивого развития аквакультуры. Финляндия была назначена в качестве ведущей страны проекта. Первоначальное финансирование работ было получено от фондов разных стран и Совета министров Северных стран. Благодаря многонациональной команде проекта, Министерство сельского и лесного хозяйства Финляндии было назначено ответственным за координацию проекта BESTAQ, а научно-исследовательский институт охоты и рыболовства Финляндии - за его реализацию. Региональный форум рыбохозяйственных органов BALTFISH в регионе Балтийского моря выступил в качестве руководящей группы проекта.

Ключевой задачей проекта BESTAQ стало выявление проблемных мест в развитии аквакультуры, а также определение политико-стратегического развития с целью определения Кодекса поведения.

Проводя обширное исследование, BESTAQ определил отношение к аквакультуре, ее проблемные места и возможности для развития. Результаты показали, что различные страны испытывали аналогичные проблемы. Во всех странах, большинство респондентов рассматривало общий кодекс поведения в качестве необходимости.

Результаты опроса оказались в пользу создания кодекса поведения и заложили прочную основу в определение его содержания.

Проект BESTAQ подготовил предложения по правилам, которые были обсуждены на семинаре с заинтересованными группами в конце 2011 года. На основании полученных отзывов, предложения были доработаны и представлены на рассмотрение форума BALTFISH в начале 2012 года. После этого работа была завершена, проект BESTAQ был окончен в конце 2011 года. 26 января 2012 года, форум

BALTFISH обсудил предложения к кодексу поведения и утвердил его, внося незначительные изменения.

Основываясь на собственных ресурсах и короткой продолжительности, проект BESTAQ послужил катализатором, определяющим контуры развития отрасли и предлагающим меры по реализации соответствующих изменений. С целью выполнения последующих работ, команда BESTAQ подготовила проект Аквабест, который финансировался Программой РБМ 2007-2013.

Аквабест представлял собой обширный проект, в котором принимало участие 8 стран и 14 партнеров. Целью проекта Аквабест являлось создание новых методов и технологий устойчивого развития аквакультуры в регионе Балтийского моря.

Задачи проекта Аквабест:

1. продемонстрировать, что регион Балтийского моря способен стать базой для ведения аквакультуры и производства продуктов питания в результате разработки теоретических и практических основ замены кормового белка, добываемого из океанических гидробионтов, на местные кормовые ресурсы, в т.ч. с использованием биотехнологии;
2. используя опыт управления морским рыбоводством и рыболовством, создать новые, адаптированные к конкретным условиям, экологические, экономические и технологические модели ведения пресноводной аквакультуры;
3. разработка новых технологий рециркуляции и замкнутого водоснабжения для стран с молодой и развивающейся аквакультурой, на основе использования Европейских технологий.

Партнеры проекта:

Проект Аквабест реализовывали 14 научно-исследовательских институтов и высших учебных заведений из 8 стран (рисунок 1.1):

1. Финский научно-исследовательский институт охоты и рыболовства (Финляндия)
2. Хельсинкский университет (Финляндия)
3. Исполнительный комитет Аландских островов (Финляндия)
4. Исполнительный комитет Емтланда (Швеция)
5. Шведский университет сельскохозяйственных наук (Швеция)
6. Шведский комитет по сельскому хозяйству (Швеция)
7. Польская ассоциация форелеводов-селекционеров (Польша)
8. Латвийский институт безопасности пищевых продуктов, ветеринарии и окружающей среды (Латвия)
9. Белорусская государственная сельскохозяйственная академия (Беларусь)
10. Датский технический университет (Дания)
11. Датская организация аквакультуры (Дания)
12. Ассоциация морской аквакультуры (Германия)
13. Институт им. Иоганна Генриха фон Тюнена (Германия)
14. Тартуский университет (Эстония)

Главным координатором проекта являлся Финский научно-исследовательский институт охоты и рыболовства. Ответственный исполнитель – научный сотрудник Йони Виелма.

Исполнителем на территории Республики Беларусь являлось УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия». Ответственный исполнитель – заведующий кафедрой ихтиологии и рыболовства Николай Валерьевич Барулин.

В рамках проекта Аквабест работали следующие основные рабочие группы:

1. «Коммуникация и информация» – данная рабочая группа используя различные способы (созданием веб-сайтов, рекламные буклеты, газетные и журнальные статьи и др.) занималась подготовкой и распространением информации по аквакультуре и доведением данной информации до общественности РБМ.
2. «Нормативно-правовая база по экологии и аквакультуре в РБМ» – данная рабочая группа занималась оценкой регионального экологического законодательства и лицензионной системы по аквакультуре, а также разрабатывала предложение по их совершенствованию.

3. «Территориальное планирование» - данная рабочая группа занималась разработкой рекомендаций по территориальному планированию в области морской аквакультуры.
4. «Корма и технологии кормления рыбы в РБМ» – данная рабочая группа занималась разработкой рекомендаций по кормам и технологии кормления рыбы в РБМ.
5. «Инновационные концепции рыбных ферм» – данная рабочая группа занималась разработкой рекомендаций по внедрению датских технологий замкнутого водоснабжения в странах с развивающимся сельским хозяйством.

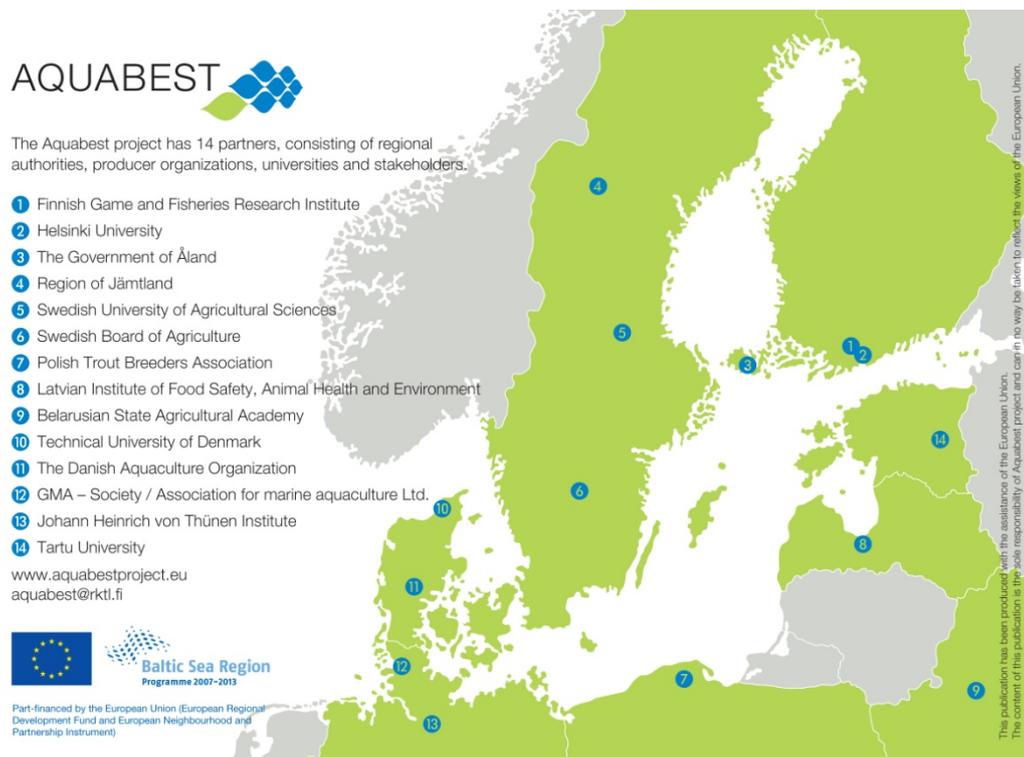


Рисунок 1.1 – Размещение партнеров проекта Аквабест на карте Региона Балтийского моря

## 2. ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ ПО АКВАКУЛЬТУРЕ БЕЛАРУСИ

Потребление рыбы и продуктов ее переработки - важный показатель уровня и качества жизни населения. Потребность в этих продуктах удовлетворяется рыбохозяйственным комплексом, представляющим собой сложный многоотраслевой производственный механизм. В условиях, когда уловы океанической рыбы и других морепродуктов сокращаются, а рыбные запасы внутренних водоемов находятся в критическом состоянии и поддерживаются в основном за счет искусственного воспроизводства, единственным надежным источником увеличения объемов пищевой рыбопродукции является аквакультура - культивирование рыб, других водных животных и растений в контролируемых и управляемых человеком условиях. По данным FAO, производство рыбы и морепродуктов в условиях аквакультуры к 2030 г. достигнет до 83 млн. тонн в год.

Аквакультуру Беларуси можно разделить на прудовую аквакультуру, садковую аквакультуру, как в водоемах-охладителях электростанций, так и в естественных условиях, установки замкнутого водоснабжения (УЗВ) и пастбищное рыбоводство в естественных водоемах.

Доминирующим типом аквакультуры является прудовая поликультура на основе карпа с различной степенью интенсификации. Традиционно в прудах выращивают такие виды как карп (*Cyprinus carpio*), белый толстолобик (*Hypophthalmichthys molitrix*), пестрый толстолобик (*Hypophthalmichthys nobilis*), белый амур (*Stenopharyngodon idella*), серебряный карась (*Carassius gibelio*), судак (*Sander lucioperca*), щука (*Esox lucius*) и окунь (*Perca fluviatilis*). Карп и дальневосточные растительноядные рыбы дают более 80 процентов от общей продукции. Добавочным видом в прудовой поликультуре является обыкновенный сом, которого разводят искусственно и выращивают вместе с карпом и растительноядными рыбами. Сом играет существенную роль в увеличении ассортимента продуктов из местных рыб, хотя его доля в общем объеме производства до сих пор мала. Кроме того, в прудах выращиваются осетровые (*Acipenser* sp.), радужная форель (*Oncorhynchus mykiss*), веслонос (*Polyodon spathula*) и линь (*Tinca tinca*), хотя их уловы также незначительны. Европейский окунь и серебряный карась являются дополнительными видами в прудах, и хотя они целенаправленно не зарыбляются и не выращиваются, они обычно присутствуют в поликультуре основных объектов рыбоводства, неконтролируемо размножаясь в естественных условиях.

Для промышленного выращивания в УЗВ был интродуцирован африканский сом (*Clarias gariepinus*). Также к распространенным объектам интенсивного выращивания в УЗВ относятся осетровые виды и гибриды, а именно сибирский осетр (*Acipenser baerii*), русский осетр (*Acipenser gueldenstaedtii*), белуга (*Huso huso*), стерлядь (*Acipenser ruthenus*) и бестер (*Huso huso* x *Acipenser ruthenus*), которые выращиваются как на мясо, так и для производства пищевой икры, а также радужная форель (*Oncorhynchus mykiss*).

Государственной программой развития рыбохозяйственной деятельности на 2011 – 2015 годы было предусмотрено значительное увеличение объемов выращивания товарной рыбной продукции. Вместе с тем, дальнейшее развитие аквакультуры Беларуси невозможно без освоения и внедрения инновационных технологических направлений, одними из которых являются рыбоводные индустриальные комплексы, работающие на принципах УЗВ.

УЗВ позволяют осуществлять круглогодичное выращивание любых видов аквакультуры вне зависимости от климатических условий при одновременном достижении максимальных показателей роста и продуктивности на фоне сбережения ресурсов и обеспечения экологической чистоты производственного процесса.

В последние годы в Беларуси активно развивается аквакультура в УЗВ. Имеет потенциал для развития и садковое выращивание рыбы, как метод более полного использования биологического потенциала водоемов комплексного назначения. Экспериментальное выращивание товарной рыбы в садках в водоемах-охладителях электростанций и водохранилищах проводится в регионе с 1968 г. когда в садках на сбросном канале Белозерской ГРЭС была получена рыбопродуктивность по карпу 45,4-65,4 кг/м<sup>2</sup>. Максимальные объемы производства здесь получены в 80-х гг. – до 115,4 кг/м<sup>2</sup>. В Беларуси садковое выращивание карпа прекращено по причине низкой экономической эффективности.

Пастбищное рыбоводство в естественных водоемах в настоящий момент развито недостаточно, однако оно имеет значительный потенциал, особенно в водохранилищах, озерах и устьях рек. Основ-

ными целями пастбищного рыбоводства являются: увеличение продуктивности промысловых водоемов (путем использования видов рыб, подходящих для выращивания в естественных условиях, например, карповых, в частности, растительноядных рыб); улучшение видового состава любительских и промышленных уловов (путем использования крупных хищных рыб, таких как щука, судак или сом, или мирных рыб, например, карпа или карася); восстановление истощенных стад, чье естественное размножение затруднено (угорь, сиги, судак).

Продуктовое разнообразие рыбы и рыбных продуктов на рынке представлено как продуктами премиум-класса из дорогих и ценных рыб, так и бюджетными продуктами для потребителей со средним уровнем доходов. Пищевые предпочтения населения определяются общим уровнем культуры потребления, традициями и розничными ценами. При покупке рыбы ее низкая стоимость по-прежнему считается определяющим фактором для значительной части населения, особенно в сельских областях. Ценовой критерий имеет значение и для городского населения, однако там уже появилась категория покупателей, которые ставят на первое место качество, престижность и экзотичность продуктов. В частности, перед праздниками (Рождество, Новый год) повышаются продажи довольно дорогих продуктов из осетрины (живая рыба и тушки). Среди общего потребления доминируют импортированная рыба, преимущественно морская, и морепродукты.

Основными движущими силами развития аквакультуры Беларуси являются:

- Изменения численности населения. Общая численность населения в регионе падает, что может привести к меньшему потреблению рыбы.
- Урбанизация. Урбанизация отражается на потребительских привычках (от более дешевых и традиционных видов к новым, экзотическим и более дорогим; от живой рыбы к переработанным продуктам).
- Управление производством продуктов питания. Может содействовать увеличению продукции водных генетических ресурсов, несмотря на то, что способность частного, гражданского и общественного сектора региона действовать вместе и слаженно в настоящее время находится на среднем уровне. Низкий уровень взаимодействий в управлении водными генетическими ресурсами ведет к их нерациональному и неустойчивому использованию.
- Изменение климата и другие экологические факторы. Изменение климата в настоящий момент не оказывает значительного влияния на рыболовство или аквакультуру региона. Значительно большее отрицательное воздействие на водную среду и водные генетические ресурсы оказывает антропогенный фактор, а именно загрязнение воды, эвтрофикация, самопроизвольное проникновение в водные экосистемы экзотических объектов выращивания, браконьерство или потеря местообитаний вследствие гидротехнического строительства и изъятия воды.
- Конкуренция за ресурсы и повышенный спрос на энергию и пресную воду. В регионе имеется некоторая конкуренция за ресурсы, например, между аквакультурой и рыболовством или с гидроэнергетикой и ирригацией, но эта конкуренция незначительна.
- Внедрение новых биотехнологий. Новые биотехнологии с выращиваемыми видами практически не используются в промышленности. Дополнительной движущей силой развития водных генетических ресурсов является разработка новых методов селекции для снижения продолжительности разработки новых пород. Научные результаты, такие как регуляция пола при помощи гормональных препаратов, криоконсервация спермы, гиногенез, полиплоидия, ДНК-контроль за происхождением по-прежнему остаются на лабораторном уровне, хотя имеют потенциал для будущего развития. Однако следует отметить рост числа использования в производственных условиях методики раннего определения пола осетровых с помощью УЗИ с последующей выбраковкой самцов.

### 3. КОДЕКС ПОВЕДЕНИЯ В АКВАКУЛЬТУРЕ РЕГИОНА БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

Йони Виелма, Унто Эскелин

Оригинал – Developing responsible aquaculture in the Baltic Sea Region. Code of conduct. Jouni Vielma. Unto Eskelinen.

[http://www.aquabestproject.eu/media/6960/aquab\\_codeofconduct090512.pdf](http://www.aquabestproject.eu/media/6960/aquab_codeofconduct090512.pdf)

Вопреки глобальным тенденциям, производство продукции аквакультуры на территории Балтийского моря находится в застое или даже несколько сократилось в течение последнего десятилетия, годовой выход продукции, при этом, составил 100 000 тонн.

Постоянно растущий дефицит глобальных поставок морепродуктов создал большой спрос для аквакультуры. Данный спрос призван заполнить пробел между сокращением производства рыбных запасов и растущим спросом на морепродукты. Однако, данная возможность не была реализована в РБМ. Медленное развитие аквакультуры РБМ не связано с неблагоприятной ситуацией на рынке или неблагоприятными условиями. Главной причиной такого результата стала трудность согласования экологической политики с жизнеспособной экономикой аквакультуры. В результате, данная отрасль экономической деятельности ослабла. Кроме того, из-за эвтрофикации Балтийского моря, любая деятельность по аквакультуре стала требовать дополнений к законам, а также применения экономически и экологически эффективных технологий для обеспечения их жизнеспособности.

Существует явная необходимость в более качественном и более согласованном управлении и менеджменте для обеспечения содействия в устойчивом развитии аквакультуры в РБМ.

Для аквакультуры в целом, а также для конкретных групп и районов были сформированы глобальные и многонациональные Кодексы поведения, а также Руководящие указания и принципы. Весьма обнадеживающие эксперименты, касающиеся внедрения Кодекса послужили основой для создания национальной политики и эко-сертификации, а также прочих схем самостоятельного управления.

Существуют определенные экологические и политические проблемы, связанные с развитием аквакультуры РБМ, возникающие из-за участия большого количества стран и эвтрофикации морской среды. Выявление экологических проблем и рисков необходимо для усиления экологической ответственности.

Кодекс поведения должен способствовать сбалансированному учету экологических, экономических и социальных аспектов устойчивого развития, необходимых для достижения цели ЕС по устойчивому росту отрасли аквакультуры в РБМ.

Целью настоящего Кодекса поведения (далее, Кодекса) является обеспечение принципов и руководящих указаний по управлению, развитию и координации аквакультуры на всех уровнях для заинтересованных сторон в РБМ.

Кодекс рассматривает экологические, технические, экономические и социальные вопросы, связанные с аквакультурой в регионе. Данный шаг обеспечивает основу для правительств и отраслевых предприятий по повышению общей устойчивости аквакультуры как на национальном, так и на региональном уровнях.

В части касающейся правительственного уровня, Кодекс содержит рекомендации по разработке политики, созданию правовой основы и обеспечения административного регулирования. Политические приоритеты регулирования аквакультуры являются ключевым фактором по обеспечению новых подходов к разработке руководящих принципов отрасли.

Для отраслевых предприятий и их поставщиков, Кодекс предоставляет основу по развитию более устойчивых сельскохозяйственных концепций и технологий, а также практики управления.

Для неправительственных природоохранных организаций (НПО), Кодекс содержит сведения об экологических целях аквакультуры РБМ.

Все заинтересованные стороны получают выгоду от реализации Кодекса, так как он требует прозрачности средств и целей, а также гармонизации прикладной политики аквакультуры в РБМ.

Для потребителей, Кодекс также обеспечивает ряд преимуществ. Он облегчит получение безопасных, питательных и доступных морепродуктов, произведенных в РБМ, тем самым, уменьшая воздействие на окружающую среду, связанное с импортом морепродуктов. Производство должно быть прозрачным.

ным и понятным, с целью обеспечения устойчивости. Местное производство также обеспечит достаточный запас сырья, позволяющий промышленности получать выгоду от регионально произведенных морепродуктов.

Подготовка Кодекса была основана на Стратегии ЕС для РБМ, принятой в 2009 году. В стратегии говорится о необходимости макро- и общерегионального сотрудничества: «Регион Балтийского моря является очень неоднородным в области экономических, экологических и культурных условий, но заинтересованные страны имеют большое количество общих ресурсов и демонстрируют значительную взаимозависимость. В этих условиях, область могла бы стать моделью регионального сотрудничества, в которой могли бы проверяться новые идеи и подходы, а развитие в течение продолжительного времени свидетельствовало бы о лучшем примере практики».

Вышеупомянутые проблемы и потребности развития в области развития отлично сочетаются с аквакультурой РБМ. По этой причине, аквакультура была предложена в качестве одного из секторов развития посредством флагманского проекта BESTAQ, запущенного осенью 2010 года, когда большинство стран РБМ были назначены в качестве представителей проекта.

Руководящая функция BESTAQ была посвящена BALTFISH, форуму рыбного хозяйства стран РБМ. Основной целью BALTFISH стало усовершенствование и укрепление координации и сотрудничества не только среди руководств рыбных хозяйств стран РБМ, но и среди других ключевых заинтересованных сторон, имеющих отношение к рыболовному сектору Балтийского моря. BALTFISH – это площадка по обмену идеями, мнениями и информацией, а также по оказанию содействия при сотрудничестве в различных проектах, направленных на достижение устойчивого рыболовства в Балтийском море.

Географически, целевую зону охвата Кодекса составляет Балтийское море и его зоны водосбора во всех странах ЕС, входящих в состав водосборного бассейна Балтийского моря. Такими странами являются Дания, Эстония, Финляндия, Германия, Латвия, Литва, Польша и Швеция. Данные территории включают в себя примерно:

- 95% от побережья Балтийского моря
- 70% водосборного бассейна Балтийского моря
- 90% продукции аквакультуры РБМ

Тематически, Кодекс охватывает экологические, экономические и социальные аспекты устойчивого развития. Основной упор делается на выращивание рыбы для потребления человеком, составляющую большую часть объема производства и биогенной нагрузки на аквакультуру. Аквакультура также рассматривается как средство повышения конкретных рыбных запасов.

### **Реформа общей политики в области рыболовства ЕС**

Европейский союз использует непрерывный процесс, направленный на реформирование Общей политики в области рыболовства ЕС (CFP). Реформаторские предложения Европейской комиссии подчеркивают растущую важность развития устойчивой и первоклассной европейской аквакультурной промышленности и призывает государства-члены преодолевать барьеры по развитию данного сектора. К государствам-членам был направлен призыв разработать национальные стратегические планы по развитию деятельности аквакультуры к 2014 году. Одним из показателей, указанных в CFP является создание Консультативного совета по рыболовству и аквакультуре.

### **Определения политики аквакультуры региона Балтийского моря**

Совет министров Северных стран проводит ежегодные конференции по развитию рыбной отрасли в северных странах, а также странах Балтийского региона. Аквакультурный форум, прошедший в Хельсинки в октябре 2011 года был посвящен изучению путей развития конкурентоспособной и устойчивой аквакультуры в Северной Европе. По результатам проведенной конференции были сделаны следующие выводы:

1. Аквакультура в РБМ имеет ключевую роль в поставке качественных и полезных морепродуктов потребителю.
2. Значительный рост устойчивой аквакультуры в водах Балтийского моря, как на море, так и на суше, необходим для удовлетворения потребительского спроса.

Многие стороны, заинтересованные в аквакультуре РБМ, уделяют внимание экологическим аспектам производства аквакультуры. При этом, наиболее важными группами являются: производители и их организации, соответствующие государственные административные органы, научно-исследовательские и образовательные центры, а также неправительственные организации, ведущие деятельность по защите Балтийского моря.

Для проведения процесса разработки Кодекса и исследования его актуальных тем, в 2011 году среди вышеупомянутых заинтересованных сторон был осуществлен опрос.

Опрос касался аквакультуры в области мирового производства продовольствия, потребностей и ограничения развития аквакультуры РБМ, а также традиционных и новых методов управления и воздействия на окружающую среду аквакультуры РБМ. В результате, согласно мнению 142 экспертов, было одобрено развитие аквакультуры РБМ и сделаны следующие основные выводы:

- Строгий консенсус, преобладающий на необходимости роста аквакультуры с целью обеспечения защиты глобальной поставки морепродуктов. Наиболее активно было поддержано региональное производство, приближенное к точкам потребления, рассматривающееся как наиболее экологически разумный вариант.
- Экологические заинтересованные стороны оказались более сомневающимися по отношению с другими группами в отношении возможности развития аквакультуры в регионе Балтийского моря. По их мнению основными препятствиями являются локализованные воздействия и нехватка нечувствительных зон.
- Подавляющее большинство всех заинтересованных сторон согласились, что с новыми инструментами и технологиями планирования, Балтийское море и его водосборные площади могут увеличить производство аквакультуры, при условии, что инструменты и технологии будут соответствовать требованиям экологической устойчивости.

Ниже приведены основные кодексы, входящие в общий Кодекс поведения в аквакультуре РБМ.

### **Кодекс общей устойчивости**

#### **Видение проблемы**

Аквакультура РБМ может увеличить производство регионально выращенных морепродуктов, используя экологически эффективные технологии в производстве рыбных кормов, которые должны быть получены на устойчивой основе. Отрасль необходима для удовлетворения человеческих потребностей в водных белках.

#### **Меры реализации**

- Создание стратегии роста экологически чистой («зеленой») аквакультуры в соответствии с задачами реформирования Общей политики в области рыболовства ЕС.
- Активное содействие в поиске альтернативных источников белка и жиров для кормов с целью сокращения использования диких рыб в качестве сырья для корма.

### **Кодекс защиты окружающей среды**

#### **Видение проблемы**

Аквакультура РБМ может использовать местное сырье в качестве кормов, чтобы перейти от питательной нагрузки к нейтральному входному уровню в регионе Балтийского моря. Промышленность, при этом, производит пищу при низком уровне выброса CO<sub>2</sub>. Аквакультура считается признанным участником в региональной задаче переработке редких питательных веществ. Отрицательные последствия промышленности на водной экосистеме, при этом, минимальны и обратимы.

#### **Меры реализации**

- Поощрение применения экосистемного подхода и чистое регулирование нагрузки в аквакультуре РБМ.
- Обеспечение содействия переработки питательных веществ в РБМ с применением конкретных мер, эффективным поощрением кормовой промышленности и развитием аквакультурных предприятий, производящих и использующих корма с высоким содержанием находящихся питательных веществ из РБМ.

- Использование соответствующих требований регулирования и управления фермерским хозяйством с целью обеспечения сокращения основного влияния аквакультуры на пресноводные и морские водные экосистемы.

### **Кодекс территориального планирования**

#### **Видение проблемы**

Аквакультура РБМ в равной степени взвешена наравне с прочими видами деятельности, базирующимися в прибрежных зонах или на территории внутренних ресурсов. Индустрия входит в пресноводные и морские программы территориального планирования и управления земельными ресурсами во всех областях, где аквакультура может потенциально использовать земельные или водные ресурсы.

#### **Меры реализации**

- Подготовка национальных территориальных планов по развитию аквакультуры с целью установления благоприятных районов ведения хозяйства, а также, обеспечение более предсказуемых процедур лицензирования.
- Использование территориального планирования и прочих проверенных методов с целью выделения земельных и водных ресурсов для функционирования деятельности аквакультуры.
- Оказание содействия по перемещению хозяйств в более благоприятные районы, обеспечивая, тем самым, эффективное использование земельных и водных ресурсов таким образом, чтобы сохранить чувствительные места обитания диких животных и обеспечения должного уровня уважения по отношению к прочим пользователям и деятельности.
- Оказание содействия интеграции аквакультуры в другие отрасли промышленности с целью обеспечения эффективного использования пространства, инфраструктуры и прочих ресурсов.

### **Кодекс промышленного развития**

#### **Видение проблемы**

Аквакультура РБМ может поддерживаться в качестве современной дисциплины как технически, так и с точки зрения экологической эффективности. Исследования и разработки в отрасли ведутся по пути глобального масштаба в отдельных областях. Модернизированная аквакультура представляет собой основу для процветающей водной пищевой промышленности, а также отраслей непищевой продукции. Она также дает импульс для процветания конкретных кормовых и аквакультурных отраслей.

#### **Меры реализации**

- Оказание содействия по переходу к более надежным технологиям, а также более выгодному выращиванию с низким воздействием на окружающую среду.
- Оказание содействия в разработке и внедрении новых систем экономии водных и питательных веществ, а также технологий очистки воды для наземной аквакультуры.
- Обеспечение наличия компетентной поддержки при проведении исследований и разработок, технических навыков, опыта и методов ноу-хау, а также инфраструктуры для энергетических, коммуникационных и логистических требований.
- Создание платформы для развития аквакультуры РБМ в целях обеспечения надлежащей деятельности в области проведения исследований и разработок и содействие распространению инноваций и ноу-хау методов.

### **Кодекс развития сельских районов**

#### **Видение проблемы**

Аквакультура предоставляет возможность повышения жизнеспособности сельских районов. Данное благоприятное воздействие на экономику регионов учитывается при оценке потенциала аквакультуры. Прочая местная промышленность также имеет позитивное воздействие на устойчивое развитие аквакультуры.

#### **Меры реализации**

- Принятие необходимых действий, с целью использования аквакультуры в качестве инструмента по снижению территориальных диспорций и повышению эффективности использования активов и потенциала региона.

- Признание, что аквакультура по своей природе сравнивается с сельским хозяйством, так как это, например, касается разведения животных в неволе. Осуществление действий, чтобы сопоставить аквакультуру наравне с сельским хозяйством с точки зрения расходов на мониторинг и контроля воздействия на окружающую среду.

### Кодекс регулирования

#### Видение проблемы

Аквакультура РБМ признана в качестве отрасли, нуждающейся в защите прав собственности и экономической обстановке, благоприятной по отношению к долгосрочным инвестициям. Существующие стимулы и методы обеспечения контроля действуют с целью минимизации или избегания негативных экологических и социальных последствий. Рециркуляция питательных веществ и другие меры по сохранению экосистемы достигаются за счет схем регулирования и самоконтроля. Система регулирования, при этом, является гибкой и экономически эффективной.

#### Меры реализации

- Обеспечить гибкость и стимулы в системе лицензирования в целях обеспечения содействия новой инновационной деятельности и передового опыта в сфере аквакультуры. Это создает благоприятные условия для устойчивого и жизнеспособного увеличения объемов производства.
- Оказание содействия при разработке и внедрении добровольных программ, направленных на обеспечение устойчивости, повышения ценности продукта и удовлетворения или замены правил.
- Сокращение причин административного обременения, а также сроков и издержек, связанных с упрощением процедур лицензирования и, при необходимости, увеличения периода действия разрешений.

### Кодекс защиты животных

#### Видение проблемы

Государства РБМ обладают адекватными правовыми мерами по защите здоровья и благосостояния рыбы и других культивируемых организмов, и морепродуктов, предназначенных для потребления человеком. Условия лицензирования окружающей среды обеспечивают нормальные условия для аквакультуры. Отрасль активно сотрудничает в области непрерывного улучшения состояния здоровья, благополучия и этики ведения животноводства в практике аквакультуры.

#### Меры реализации

- Способствование соблюдению этических норм и соответствующих методов зарыбления, кормления, лечения, обработки оглушения и прочих методов аквакультуры.
- Устранение нормативно-правовых и иных препятствий, затрудняющих переход на органическое производство или другие схемы сертификации.
- Необходимо убедиться, что генетическое управление производителями обеспечивается за счет здоровой рыбы и/или животных.
- Разработка согласованных систем управления заболеваниями.

### Кодекс партнерства

#### Видение проблемы

Заинтересованные стороны аквакультуры РБМ признают необходимость тесного сотрудничества и партнерства в качестве условия развития отрасли. При этом, эффективными признаются институциональные механизмы и сети, а власти сотрудничают в области создания политики и правил. Они способствуют равному распределению затрат и доходов, а также разрешению конфликтов.

#### Меры реализации

- Укрепление межправительственного сотрудничества, а также трансграничного административно-сотрудничества в целях обеспечения благополучия отрасли аквакультуры.
- Одобрение плотного институционального сотрудничества

В таблице 3.1 приведен список необходимых норм, руководящих принципов и стратегических документов, использовавшихся при разработке Кодекса поведения.

Таблица 3.1 – Список необходимых норм, руководящих принципов и стратегических документов, использовавшихся при разработке Кодекса поведения в аквакультуре региона Балтийского моря

<b>Автор</b>	<b>Год</b>	<b>Название документа</b>
Food and Agriculture Organization of the UN	1995	Code for Responsible Fisheries (Article 9: Aquaculture)
Food and Agriculture Organization of the UN	2006	International Principles for Responsible Shrimp Farming
Food and Agriculture Organization of the UN	2008	Building an ecosystem approach to aquaculture
Food and Agriculture Organization of the UN	2010	Aquaculture planning; Policy formulation and implementation for sustainable development
Food and Agriculture Organization of the UN	2010	Aquaculture Development, Ecosystem approach to aquaculture
Federation of European Aquaculture Producers	2000	A Code of Conduct for European Aquaculture
Baltic Marine Environment Protection Commission	2007	The Baltic Sea Action Plan, a new environmental strategy for the Baltic Sea region
International Fishmeal and Fish Oil Organization	2009	Global Standard for Responsible Supply (of fishery raw materials)
International Union for Conservation of Nature	2007	Interactions between Aquaculture and Environment; Guide for the Sustainable Development of Mediterranean Aquaculture
National Oceanic and Atmospheric Administration	2007	A 10-year Plan for Marine Aquaculture (for the USA)
Organization for Economic Cooperation and Development	2010	Advancing the Aquaculture Agenda
Southeast Asian Fisheries Development Center	2005	Regional Guidelines for Responsible Fisheries in Southeast Asia: Responsible Aquaculture
Aquaculture Stewardship Council	2011	Fresh water trout aquaculture standards (draft to be finalized)



**РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОЕКТА АКВАБЕСТ В ОБЛАСТИ  
ПРИРОДООХРАННОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ  
НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЙ БАЗЫ В АКВАКУЛЬТУРЕ**

## **4. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ АКВАКУЛЬТУРЫ В РЕГИОНАХ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ. ОБЩИЙ ОБЗОР ЗАКОНОДАТЕЛЬНОЙ БАЗЫ**

**Инга-Лииса Пааволо, Ари Эркоос, Ханнес Виенла, Каарел Релве**

Оригинал – Environmental regulation of aquaculture in the Baltic Sea region. A broad overview of the legal framework. Inga-Liisa Paavola, Ari Ekroos, Hannes Veinla and Kaarel Relve. Reports of Aquabest project 3/2012

[http://www.aquabestproject.eu/media/8660/aquabest\\_3\\_2012\\_environmental\\_regulation\\_of\\_aquaculture.pdf](http://www.aquabestproject.eu/media/8660/aquabest_3_2012_environmental_regulation_of_aquaculture.pdf)

### **4.1 Введение**

#### **4.1.1 Общие сведения**

Глобальный спрос на продукты питания постоянно увеличивается. В производстве животного белка рыбоводство является единственным основным методом, обладающим существенным потенциалом развития. На протяжении десятилетий ежегодный прирост мирового производства в аквакультуре составлял 7 - 9%. В отличие от мирового развития аквакультуры, в настоящее время развитие аквакультуры в ЕС сокращается. Еще хуже обстоит дело в регионах Балтийского моря (РБМ), где производство с начала 2000 года постепенно сокращается.

Замедление развития рыбоводческой промышленности в регионах Балтийского моря нельзя списать на плохую ситуацию на рынке, причина кроется вовсе не в ухудшении природных условий. Одной из основных причин снижения производства является сложность, фрагментация, негибкость и узкая направленность законодательной базы и политики лицензирования.

#### **4.1.2 Подход, используемый проектом Аквобест**

В сложившейся экономической ситуации аквакультура РБМ движется к кризису. Такое положение дел было признано ЕС, поэтому укрепление устойчивой аквакультуры стало одним из пунктов, включенных в Стратегию ЕС для региона Балтийского моря, принятую в 2009 году.

Проект Аквобест определил четыре целевые области, которые необходимо развивать. Для того, чтобы лучше идентифицировать проблемы, было проведено масштабное анкетирование в РБМ. Правовое регулирование аквакультуры выбрано в качестве одного из четырех целевых областей.

Понимание экологической законодательной базы в отношении методов аквакультуры в РБМ является неотъемлемой составляющей в процессе достижения высокого уровня устойчивости в продукции аквакультуры. Регулирование, затрагивающее методы аквакультуры в различных странах региона Балтийского моря, основано на национальном законодательстве с точки зрения определенной страны. Тем не менее, совокупный эффект конкретных мероприятий имеет более широкое воздействие на окружающую среду в регионе.

Наиболее важным регулятивным инструментом является лицензионная природоохранная система, основанная на командно-контрольном управлении, которая широко применяется в исследованных странах. Тем не менее, есть и большие отличия между различными национальными системами и практикой лицензирования, что демонстрируется на примере знакомства с системами лицензирования в странах РБМ. Основная задача заключается в том, чтобы собрать сопоставимые данные о различных системах выдачи лицензий, воздействующих на контроль отходов в аквакультурной промышленности в РБМ.

#### **4.1.3 Характер данного отчета**

Регион Балтийского моря состоит из девяти прибрежных стран, в которых высок уровень изменчивости политических и правовых систем. Аквакультура является особой формой производства продуктов питания и часто нуждается в специальных средствах управления.

Всесторонние и актуальные многонациональные данные о регулировании не доступны. Первым шагом работы Аквобест стало проведение обзора национальных законодательств, применяемых для планирования, лицензирования и запуска рыбоводных комплексов. В данном рабочем отчете представлены основные полученные сведения данного неспецифического исследования.

Автономные Аландские острова принадлежат Республике Финляндия. Поскольку Аландские острова обладают законодательной автономностью в области вопросов аквакультуры, связанных с окружающей средой и водными ресурсами, их законодательство будет сравниваться с законодательствами независимых государств, изучаемых в настоящем исследовании.

#### 4.1.4 Информационные источники

Информация, связанная с вопросами регулирования аквакультуры в странах-участницах проекта, была собрана в основном при помощи следующих национальных партнерских институтов в январе 2012:

- Эстония: Тартуский университет
- Латвия: Институт безопасности пищевых продуктов, здоровья животных и окружающей среды
- Польша: Польская ассоциация форелеводов
- Германия: Ассоциация морской аквакультуры
- Дании: Датская организация аквакультуры
- Швеция: Шведский совет по сельскому хозяйству
- Аландские острова: правительство Аландских островов: Отдел рыболовства и Отдел охраны окружающей среды
- Финляндия: Хельсинкский университет, юридический факультет

В дополнение к упомянутым выше учреждениям ценная информация была получена из многих других источников. Авторы хотели бы выразить сердечную благодарность всем, кто оказывал содействие в сборе данных.

## 4.2 Опыт нормативно-правового регулирования участников проекта

### 4.2.1 Исследование

До определения целевых задач проекта изучение было направлено на освоение глобальной картины и на исследование различных мелких деталей. Первый вопрос включал набор глобальных утверждений за или против развития аквакультуры. Второй вопрос акцентировал внимание на уровень развития региона Балтийского моря, с акцентом на экологические, политические и промышленные преимущества и недостатки развития аквакультуры.

В этом докладе мы кратко описываем отношение к препятствиям и возможностям развития аквакультуры в РБМ. Результаты основаны на мнении 158 экспертов из восьми стран.

### 4.2.2 Позиция регионов и участников проекта

Позиции участников проекта представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1. - Отношение к перспективам развития аквакультуры в регионе Балтийского моря по регионам и по группам участников проекта. Восток = Эстония, Латвия, Литва и Польша, Запад = Германия, Дания и Швеция, Север = Финляндия и Аландские острова. Результаты отсортированы по убыванию (%)

Формулировка	ВСЕ	Макро регионы			Заинтересованные группы			
		Восток	Запад	Север	Промышленность	Управление рыбным хозяйством	Наука и образование	Природоохранные организации
Балтийское море обеспечивает хорошие прибрежные зоны для развития производства аквакультуры	83	87	88	79	89	100	82	50

Инвестиции в сельское хозяйство является более выгодным, чем инвестиции в аквакультуру	74	77	64	77	89	75	69	50
Морское пространственное планирование неразвито и не приняты во внимание потребности аквакультуры	73	69	75	74	82	75	67	70
Для обеспечения прибыльности и конкурентоспособности сектора необходимы лицензии на большее производство	72	64	58	82	87	71	65	50
Роль аквакультуры в эвтрофикации Балтийского моря незначительна	72	72	69	73	85	79	73	26
Выдача лицензий на короткий период и неопределенность того, будут ли они в дальнейшем обновлены сдерживают развитие аквакультуры	71	56	61	81	82	75	71	40
Процедура подачи заявления на получения экологической лицензии трудоемка и занимает слишком много времени	71	62	73	74	87	83	65	30
В моей стране отсутствует поддержка сферы аквакультуры со стороны политических кругов	58	64	45	60	84	33	58	20
Увеличение количества хищников (бакланы, тюлени и др.) значительно ослабляет предпосылки для развития аквакультуры	56	74	42	52	73	58	56	10
Стоимость процедуры получения лицензии и контроль необоснованно высоки по сравнению с возможной прибылью	51	28	64	57	76	46	45	10
Из-за излишней концентрации валовой торговли доступ местных производителей к рынку затруднен	49	54	42	49	44	75	45	45
Недостаточное количество квалифицированных трудовых ресурсов для рыбных хозяйств	48	64	63	36	53	67	46	20
Очень сложно и дорого получить хорошее место для фермы	45	47	25	52	59	38	38	42
Достаточный уровень государственной поддержки и субсидирования сектора аквакультуры	32	21	30	37	33	25	28	45
Продукт, произведенный регионами Балтийского моря, не может конкурировать с дешевой импортируемой рыбой	28	56	18	19	27	21	31	30
Доступ и период действия экологических лицензий не исключают возможность получения дохода от производства	28	49	30	17	18	17	31	55

Существующая система лицензирования гарантирует равное отношение ко всем лицам, использующим воду	21	36	12	18	16	17	17	50
Из-за вредного воздействия на окружающую среду производство рыбы следует сократить в регионах Балтийского моря	12	10	12	12	4	0	11	45

Наиболее значительным наблюдением по результатам является то, что препятствия политического, правового или административного характера, как правило, рассматриваются как более важные сдерживающие факторы, чем экономические или экологические факторы. Сама промышленность, естественно, наиболее чувствительна к правительственным преградам и препятствиям, но и другие группы замечают проблемы такого же характера. Участники, заинтересованные в сохранении окружающей среды, больше, чем другие обеспокоены рисками и побочными эффектами и меньше, чем другие беспокоятся об административных вопросах.

Довольно схожие результаты по регионам дают основания полагать, что основные проблемы схожи. Это закладывает хороший фундамент для международной деятельности в области развития.

### 4.3 Правовые рамки

С регулятивной и юридической точки зрения, термин "аквакультура", как правило, охватывает все виды аквакультурной (коммерческой) деятельности во всех странах, например, любой тип разведения рыбы, других водных животных и растений в морской или пресной воде. Лишь немногие страны имеют подробное определение понятия аквакультуры в законодательстве; понятие определяется во многих различных видах нормативных актов.

Законодательство, касающееся аквакультуры в регионе Балтийского моря, в основном носит национальный характер. Тем не менее, экологическое законодательство ЕС оказывает определенное влияние на развитие аквакультуры. Например директива 2000/60/ЕС, устанавливающая рамки деятельности сообществ в области водной политики, является отправной точкой охраны водных объектов в ЕС, на чем основан план национальной политики в сфере охраны водных ресурсов в странах-членах ЕС. Директива 2008/56/ЕС, устанавливающая рамки действий в области морской экологической политики, реализуется в настоящее время в странах-членах ЕС, и это также влияет на использование морских природных ресурсов в регионе Балтийского моря.

Дополнительные процедуры оценки состояния экологической среды, регулируемые законодательством согласно, например, Директиве 97/11/ЕС по оценке воздействия некоторых государственных и частных проектов на окружающую среду, могут влиять на планирование проектов аквакультуры как же, как, например, Natura 2000 (директива 92/43/ЕЕС и директивы 2009/147/ЕС).

Природоохранное законодательство по аквакультуре существует на двух уровнях. Во-первых, существуют общие правовые акты, которые охватывают в основном все виды экономической деятельности и то, что необходимо соблюдать. Во-вторых, есть определенные правовые акты для различных форм аквакультуры т.е. отдельные нормы для пресноводных сельских хозяйств, морских хозяйств или сельских хозяйств, выращивающих мидии. Опять же существует двухуровневое разделение законодательства, когда речь идет о требованиях ЕС и требованиях на национальном уровне.

### 4.4 Требования процедурного характера

#### 4.4.1 Типы лицензии, требуемые для особых видов аквакультуры

Экологические лицензии играли в большинстве стран решающую роль в регулировании допустимости и объема производства единиц аквакультуры. Существует множество различных положений, связанных с аквакультурой и лицензированием. Довольно распространенной практикой является требование одновременного наличия нескольких лицензий, например, разрешение на выброс отходов в

окружающую среду, разрешение на использование воды, разрешения на разведение животных/рыб и разрешение на строительство. Административные процессы получения лицензии в наблюдаемых странах, как правило, отделены друг от друга, что в свою очередь значительно затягивают процесс.

Тем не менее, следует отметить, что регулирующий контроль за аквакультурной деятельностью не обязательно должен быть основан на лицензировании – получении разрешения. Например, все требования, предъявляемые к деятельности аквакультуры могут быть изложены в обязательных для всех правовых актах, таких как законы. Тем не менее, все опрошенные страны выдают лицензии на определенный вид аквакультуры.

В узком смысле лицензией на рыбоводческое хозяйство является разрешение, которое позволяет проводить определенные виды деятельности аквакультуры. Как правило, в разрешении подробно излагаются требования к деятельности. В широком смысле любая лицензия, необходимая для запуска или продолжения рыбоводческой деятельности, может считаться "лицензией на занятие аквакультурой". Например, может потребоваться для организации рыбоводческой деятельности утверждение территориального планирования, разрешение на строительство, ветеринарная регистрация, разрешение на водопользование, разрешение на выброс отходов, согласие природоохранных органов.

Разрешения обычно не видоспецифичны, поскольку производство касается видов, уже существующих в стране или регионе. Использование зарубежных видов является предметом конкретного ЕС-регулирующего (Council Regulation (EC) No 708/2007) в отношении использования зарубежных видов (завезенных из другой местности в аквакультуре), которое устанавливает критерии разведения новых видов.

Только одна страна – Аландские острова – имеет особую лицензию на рыбоводческую деятельность. Многие страны используют разрешение общего типа - например, разрешения на водопользование – для контроля деятельности аквакультуры. Требуемый тип лицензии может также зависеть от активности в вопросе. Например, в Германии закрытые внутренние системы будут придерживаться в основном соответствующего законодательства о строительстве. Внешние работы в основном будут оцениваться согласно водному законодательству

#### **4.4.2 Лимитные значения лицензирования**

Контролю путем лицензирования, подлежат только такие виды аквакультуры, которые могут оказывать значительное влияние. Лимитные критерии определяют, соответствует ли деятельность аквакультуры требованиям лицензии. Используются различные типы лимитных критериев, например размер водоема, количество корма, ежегодное производство. Лимиты существенно варьируются. Например, ежегодный минимальный лимит производства в Финляндии - 2 т., в Польше отсутствует пороговое значение объема производства, на Аландских островах есть два лимита: 1 тонна (мелкие хозяйства) и 20 тонн (крупные хозяйства).

#### **4.4.3 Длительность процедуры**

Продолжительность процедуры может значительно варьироваться в зависимости от того, понимается ли время выдачи разрешения на аквакультуру в узком смысле или в широком смысле. Кроме того, процедура оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) может существенно удлинить срок выдачи разрешений. Исследование показало значительную разницу в продолжительности выдачи разрешения. Например, средняя продолжительность такой процедуры в Эстонии составляет 3 месяца, в то время как в Польше она может быть более 12 месяцев. Статистическая информация о точной продолжительности процесса не была собрана на первой фазе исследования

#### **4.4.4 Участие общественности**

Во всех наблюдаемых странах необходимость лицензирования должна быть подвергнута широкой общественной огласке. Тем не менее, участие общественности может основываться на различных критериях: таких, как участие на основе процентной ставки, участие на основе правовых норм и участие населения. Кроме того, экологические организации могут обладать особым статусом участия. Участие общественности может также привести к апелляциям, которые повлекут дальнейшие задержки. Например, случаи апелляции могут занять от 1 до 10 лет в Финляндии. Во многих странах апелляции регистрируются в т.н. Апелляционной комиссии по природоохране, являющейся незави-

симой административной апелляционной комиссией по делам управления планированием, природой и окружающей среды. Вовлечение общественности и процедуры апелляции требуют дополнительного изучения, поскольку они потенциально могут сдерживать развитие рыбоводческой деятельности.

#### **4.4.5 Оценка воздействия на окружающую среду**

Своего рода исключением для разделения процессов внутри административных процессов лицензирования рыбоводческой деятельности является оценка влияния проекта на ОВОС, которая в некоторых странах включена в процедуру получения разрешения, однако практика, связанная с применением ОВОС в процессе получения разрешения варьируется. Процедура ОВОС основывается на Директиве ОВОС и положении ЕС. Тем не менее, национальная точка зрения по отношению к реализации различается и аквакультура не подпадает под правила, установленные ОВОС в каждой стране, или существуют ограничения. Более того, существуют дополнительные национальные процедуры оценки.

### **4.5 Условия получения лицензии**

#### **4.5.1 Требования к заявлению на получение разрешения (лицензии)**

В большинстве стран в заявление на получения лицензии (разрешение) на рыбоводство должна быть включена следующая информация или ее часть: имя и адрес заявителя, место расположение сельского хозяйства, акватории, прибрежные воды, озера или проточные воды, тип технологии и источник подачи воды, сведения по производству и рассчитанное количество корма, эскиз плана фермы и технологии обработки отработанной воды, контроль здоровья, близлежащие фермерские хозяйства, использование земли и воды близлежащими учреждениями, условия охраны окружающей среды, концентрация фосфора и азота, концентрации этих же соединений в системе водоснабжения, рассчитанное воздействие хозяйства на окружающую среду. Все это, как правило, требует проведения консультаций и предоставления информации в различные инстанции и общественности.

#### **4.5.2 Ограничения мощностей, производственных ресурсов и объемов производства**

Список условий для получения разрешения значительно различаются, в зависимости от того, является ли оно "общим экологическим" разрешением или особым "разрешением на аквакультуру". Самые широко распространенные условия включают следующие пункты:

- требования к использованию водных ресурсов, мощности садков и бассейнов
- требования к контролю общего загрязнения
- количество и характеристики кормов
- количество и характеристики выбросов нутриентов
- разрешенные виды рыб
- приемы и методы ведения сельского хозяйства
- ветеринарные требования

#### **4.5.3 Период действия**

Одним из факторов, который может оказать существенное влияние на деятельность аквакультуры, является период действия лицензии (разрешения). Первоначальное исследование показало, что только в нескольких случаях лицензия выдается на постоянный срок (например, Германия, Латвия) Есть причины, по которым могут отозвать лицензии или регулярно делать проверки. В большинстве случаев лицензии временные (в среднем на 5 -10 лет)

#### **4.5.4 Свобода действий**

Свобода действий означает полномочия или право решать или действовать в соответствии с собственными суждениями - свободы суждений или выбора. Во многих случаях условия выдачи лицензии точно не предусмотрены в законодательных положениях, но компетентные органы оставляют за собой полномочия свободы действия. Благоразумие предполагает не только интерпретацию законодательного положения, но и рассмотрение общих законодательных принципов (например, принцип предосторожности). Значительные возможности для свободы действий в случае выдачи лицензии на

аквакультуру особенно очевидны в Германии, Швеции, Финляндии и Эстонии, но, скорее всего, они присутствуют и в других странах.

## 4.6 Инструменты экономики

### 4.6.1 Концепция экономического инструмента

Не совсем ясно, как определить "экономические инструменты" с юридической точки зрения. Вероятно, это одна из причин, почему ответы в анкете значительно различаются. В некоторых странах (например, Латвия, Германия) опрашиваемые считают, что экономические инструменты не используются вообще.

Экономические стимулы могут более широко применяться для стимулирования роста производства аквакультуры, особенно в период «младенческой» (начальной) стадии развития, где риски зачастую высоки и экономия от масштаба пока не может быть реализована. В последние годы все большее внимание уделяется стимулам, которые поощряют устойчивое использование окружающей среды и природных ресурсов. Растущий интерес к экономическим стимулам для достижения целей устойчивого развития возникает не в последнюю очередь из-за часто огорчающих нас результатов командных и контрольных измерений (установка контролирующих норм и стандартов, которые запрещают или разрешают определенные действия или результаты), особенно в условиях, когда одновременно существуют стимулы роста. Командно-административные меры, как правило, сосредоточены на препятствии для стимулов, созданных с помощью различных типов рыночных неудач для частных операторов по чрезмерному использованию природных ресурсов или загрязнению. С другой стороны, экономические стимулы предпринимает попытку выровнять структуру стимулов для последующего дальнейшего устойчивого развития.

В идеале, стимулы должны создавать "беспроеигрышные" условия, достигая цели и социального и экономического развития, а также охраны окружающей среды. В действительности, однако, стимулы, ориентированные на развитие, как известно, способствуют функционированию неустойчивых производственных систем. Точно так же, стимулы устойчивости могут, по крайней мере, в краткосрочной и среднесрочной перспективе, препятствовать достижению целей роста. Кроме того, надлежащая социальная оценка стоимости производственных ресурсов может поместить отечественных производителей в невыгодное конкурентное положение по сравнению с иностранными производителями, которые не требуют интернализации экологических издержек.

### 4.6.2 Система экономических инструментов

Различные виды стимулов могут быть разработаны по отдельности или в сочетании, в том числе рыночные права на использование субсидий, кодексы поведения, экологическая маркировка и другие. Хотя практический опыт все еще очень ограничен в аквакультуре, эти меры доказали свою эффективность в других секторах для стимулирования производителей применять более совершенные и экологически чистые методы производства.

Платежи за загрязнение (налоги) довольно частое явление, например, в Польше, Литве, Эстонии. Это, как правило, означает, что некоторые соединения питательных веществ и выбросов в окружающую среду учитываются при расчете платежей за загрязнение. Другой часто встречающейся системой экономических инструментов является связь с инвестиционным субсидированием (например, из Европейского фонда рыбного хозяйства) - во многом зависимом от экологической производительности. Эта система существует в разнообразных формах почти во всех странах

### 4.6.3 Особые системы

В некоторых случаях используются вполне конкретные формы экономического стимулирования. Например:

- "Кормовые квоты" - в Дании - в некоторых случаях возможна передача "кормовых квот" от одной фермы к другой.
- Аландская система "улучшения сальдо" - рыбным фермам разрешается использовать 2/3 от "существенно улучшенной воды сверх того, что требуется в соответствии с Законом о воде" для "расширенных операций"

- Эстония – согласно Закону об оплате за загрязнение - обязательство по выплатам может быть в соответствии с договором, заменяющим обязательства для финансирования природоохранных мероприятий.

## **4.7 Общие выводы**

### **4.7.1 Ограничение информации**

Исследование было запланировано на допущении наличия сильно изменяющихся правовых систем и процедур лицензирования в странах исследования. Для получения общей картины, к делу следует подходить, начиная с общего уровня. Таким образом, эти ранние результаты более или менее приблизительны и описывают больше состояние регулирования, чем точные различия по конкретным пунктам.

Различия в механизмах контроля приводят к трудностям их сопоставлению. В некоторых случаях не ясно, что респонденты имеют одинаковое понимание соответствующих ключевых терминов, например, что такое экономический инструмент. Некоторые из ответов являются слишком общими, чтобы проводить детальные сравнения, например каков уровень участия общественности.

### **4.7.2 Основные обнаруженные данные**

Различия в законе лишь частично объясняют изменение регулирования, связанные с бизнес-климатом в странах исследования. Правовые рамки оставляют место для политических определений и свободы действий властей. Влияние этих свобод на предпосылки развития условий будут обсуждаться в дальнейшем.

Все страны используют лицензии, чтобы контролировать деятельность аквакультуры, но только одна страна (Аландские острова) имеет лицензии, специально предназначенные для контроля деятельности аквакультуры. Существуют значительные различия в нормативных мерах по контролю деятельности аквакультуры, пороговых критериев для выдачи разрешений и периода действия. Набор условий лицензирования варьируется, но его самыми распространенными элементами являются общие требования по защите окружающей среды (например, состояние водопользования или объем садка), количеству и характеристикам кормов и выбросов питательных веществ, разрешенным видам рыб, технике и методам ведения сельского хозяйства, а также санитарным и ветеринарным требованиям. В большинстве случаев лицензии временные (в среднем на 5 -10 лет), и лишь в исключительных случаях (например, в Латвии и Германии) предоставляются лицензии без срока действия. Обычно есть место для свободы действий в определении условий конкретного разрешения. Используются различные, иногда весьма специфические, экономические инструменты, но наиболее распространенные системы связаны с платежами за загрязнение среды и инвестиционными субсидиями.

### **4.7.3 Планы дальнейших исследований**

В настоящий момент запущен более точный анализ процесса лицензирования и его последствий для промышленности. На этом этапе мы сосредоточены на документах, необходимых для получения лицензии, и интервью лиц, вовлеченных в аквакультуру. Подробная информация о существующих лицензиях дает более глубокое понимание правовых и процессуальных предельных параметров.

Необходимы дальнейшие исследования, чтобы гарантировать, что данные можно сравнивать, например, включает ли заявленная длительность процедуры процедуру ОВОС. Возможности для общественности воздействовать на процедуры выдачи лицензии путем участия и апеллирования требуют дальнейшего изучения. В частности - сколько возможностей для маневрирования заложила власть при определении условий для выдачи лицензии? Привязана ли власть к подробным критериям, предусмотренным законом, или она может предъявлять особые требования к каждому конкретному случаю? Особенности условий получения лицензии также должны в дальнейшем исследоваться. Каковы наиболее общие требования (условия), предъявляемые разрешениями?

На основе результатов проекта будут внесены предложения по улучшению регулирования. Конечной целью является подготовка почвы для более рациональных, гибких, экономических стимулов и эко-эффективного регулирования, которое станет элементарной предпосылкой для процветающей и устойчивой аквакультуры в регионе Балтийского моря.

Исследование обстоятельств регулирования аквакультуры будет опираться на исследовательскую методологию правовых догм и исследовательскую традицию экологических инструментов. Проблемная точка зрения будет определена в том смысле, что исследование стремится найти теоретический подход для анализа воздействия законодательства аквакультуры на инновации в системах регулирования аквакультуры.

## 5. ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ АКВАКУЛЬТУРЫ В РЕГИОНЕ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ. РАМКИ, ПРАКТИКА И ФЕРМЕРСКИЕ ВЗАИМО-ОТНОШЕНИЯ

**Инга-Лииса Пааволо, Унто Эскелин, Каарел Релве, Ари Эркоос**

Оригинал – Legal regulation of aquaculture in the Baltic Sea region. Frameworks, practices and farmers' attitudes. Inga-Liisa Paavola, Unto Eskelinen, Hannes Veinla, Kaarel Relve and Ari Ekroos. Reports of Aquabest project 1/2013.

[http://www.aquabestproject.eu/media/10494/aquabest\\_1\\_2013\\_report\\_version\\_2.pdf](http://www.aquabestproject.eu/media/10494/aquabest_1_2013_report_version_2.pdf)

### 5.1 Введение

Сложность и строгость правового регулирования были определены как очень существенные препятствия для деятельности аквакультуры в Европе. Согласно данным комиссии ЕС (2009), строгие правила ЕС, в частности, по охране окружающей среды, создают ограничения для конкурентоспособности по отношению к конкурентам в Азии и Латинской Америке. Проблемы нормативного осложнения также были признаны в руководстве одного из государств-членов региона Балтийского моря (напр., Государственного совета Финляндии в 2008 году, Министерства сельского хозяйства Швеции в 2012 году).

Тяжесть административных проблем также осложняет множество стран, например страны Северной Америки. Разнообразие правил было описано и проанализировано Wirth и Luzar (2000, 2001). Персоналы, опрошенные Stewart (2012) считают процесс выдачи разрешений является главным препятствием для аквакультуры США. Согласно информации FAO, комплекс нормативных механизмов препятствует потенциальному росту промышленности, проводимому согласно Федеральной стратегии развития аквакультуры Канады (FAO 2011).

В ЕС и Северной Америке спрос рыбной продукции увеличился одновременно со снижением производства аквакультуры. Двойное воздействие привело к очень быстрому росту импорта рыбы как в Европу, так и в США. Доля импортируемой рыбы в Европе составляет более 60%, а в США – более 80%. Основная часть импортируемой рыбы культивирована.

Дисбаланс между потенциалом аквакультуры и фактическим рыбным рынком пробудил в Европейском Союзе сильные политические инициативы для усиления аквакультуры. Одной из основных целей стратегии ЕС по аквакультуре стало снижение административного барьера на развивающуюся политику ЕС по упрощению законодательной среды, также государствам-членам было предложено принять меры, способствующие развитию бизнеса и снижению административного барьера, вытекающего из национальных положений, путем упрощения процедуры лицензирования аквакультуры (Комиссия ЕС 2009).

Одним из способов региональной реализации целей в области развития на уровне ЕС является создание макро-региональных стратегий. В качестве первой, была принята Стратегия ЕС для РБМ (EUSBSR) в 2009 году. Одним из флагманских проектов данной стратегии стал Аквабест, направленный на укрепление устойчивого роста аквакультуры в РБМ.

Аквабест определил четыре стратегических «узких места», препятствующих жизнеспособности и росту аквакультуры. Одним из четырех сложных мест стало правовое регулирование. В качестве первых шагов, Аквабест опросил заинтересованные стороны региона, относящихся к аквакультуре касательно существующих актов и степеней, влияющих на допустимость отрасли. Результаты данных работ были изложены в Eskelinen & al. (2012a, 2012b) и Paavola & al. (2012).

Данный отчет содержит информацию о более углубленном анализе положений, процедур, решений и взносов с заинтересованных сторон, связанных с экологическим лицензированием аквакультуры. Проблемы нормативных улучшений кратко обсуждены в конце доклада.

## **5.2 Правовая база аквакультуры и порядок получения разрешений в Северных странах**

### **5.2.1 Комплекс нормативно-правовой базы аквакультуры в Северных странах**

В этом разделе отчета обсуждается законодательство, связанное с аквакультурой в Северных странах РБМ. Под Северными странами, понимаются Финляндия, Аландские острова (несмотря на то, что это часть Финляндии, из-за наличия частично собственного законодательства острова рассматриваются как отдельная страна), Швеция и Дания.

С нормативно-правовой точки зрения, в Северных странах термин «аквакультура» обычно охватывает все виды деятельности (коммерческой), связанной с аквакультурой во всех странах, например, любой тип разведения рыб, других водных животных и растений в морской или пресной воде. Лишь несколько стран имеют подробное определение понятия аквакультуры в концепции законодательства, т.е. понятие определено в различных нормативных актах.

Законодательство, касающееся аквакультуры в Северных странах, основным образом, находится на национальном уровне. Тем не менее, экологическое законодательство ЕС имеет определенное влияние на развитие аквакультуры. Например, директива 2000/60/ЕС, устанавливающая основы для деятельности Сообщества в области водной политики, служит отправной точкой для охраны водных курсов в ЕС, на основе которой устанавливается национальная водная политика в странах-членах ЕС. Директива 2008/56/ЕС, устанавливающая основы для деятельности сообщества в области морской экологической политики, реализуется в настоящее время в странах-членах ЕС и также влияет на использование морских природных ресурсов в регионе Балтийского моря. Кроме того, законодательством реализуются процедуры экологической оценки, например, Директива 97/11/ЕС по оценке воздействия некоторых государственных и частных проектов на окружающую среду может повлиять на планирование проектов аквакультуры (директива 92/43/ЕЕС и директива 2009/147/ЕС).

Природоохранное законодательство по аквакультуре существует на двух уровнях. Во-первых, существуют общие правовые акты, которые охватывают, в основном, все виды экономической деятельности, которые необходимо соблюдать. Во-вторых, конкретные правовые акты для различных видов аквакультуры, т.е. пресноводных хозяйств, морских фермерств или мидийных хозяйств. Также существует два уровня законодательства, когда речь заходит о требованиях ЕС на национальном уровне. Существуют и более общие уровни регулирования степеней ЕС, которые охватывают аквакультуру, например, правила EIA (Environmental impact assessment, оценка воздействия на окружающую среду) и более подробные положения, существующие на национальном уровне, например, в отношении разрешительных процедур и порогов разрешения.

В Северных странах аквакультура регулируется, в основном, природоохранным законодательством, которое обычно покрывается национальным Законом по охране окружающей среды, Законом о строительстве и Законом о воде.

Основные сходства регулирования аквакультуры в Северных странах связана с тяжестью административных барьеров, особенно в процессе получения разрешений, негибкости условий и ограничениях, а также с неопределенностью получения разрешения.

### **5.2.2 Процедуры получения разрешений в Северных странах**

#### **5.2.2.1 Общий обзор правовых рамок системы разрешений в Северных странах, а также основные сходства**

В Северных странах, в основном, вся коммерческая деятельность по аквакультуре осуществляется при наличии хотя бы одного экологического разрешения. Поэтому можно сказать, что на национальном уровне процедуры выдачи экологических разрешений являются важной составной частью нормативной базы, частью которой является аквакультура.

Порядок выдачи разрешений во всех Северных странах представляют собой многоэтапный процесс, который регулируется на национальном уровне Законами о защите окружающей среды или Законами о воде. Во всех Северных странах процедура выдачи разрешений происходит следующим образом:

1. **Обращение:** процедура начинается с подачи заявления в органы власти. Заявление должно включать информацию о деятельности, ее влиянии, заинтересованных сторонах, а также других соответствующих вопросах, которые необходимы для рассмотрения разрешения.
2. **Мнения:** после подачи заявления, орган, ответственный за процедуру должен запросить мнения различных заинтересованных сторон, которые были указаны в Актах.
3. **Жалобы:** до принятия решения о выдаче разрешения, соответствующий орган должен обратиться к тем заинтересованным сторонам, чьи права или интересы могут быть затронуты с предоставлением возможности подачи жалобы по этому поводу. Прочим лицам должна быть предоставлена возможность высказать свое мнение.
4. **Публикация заявки на получение разрешения:** уполномоченный орган должен произвести публикацию заявки на получение разрешения. Кроме того, соответствующие органы и заинтересованные стороны должны быть уведомлены отдельно.
5. **Принятие решения:** экологическое разрешение выдается либо до дальнейшего уведомления, либо на фиксированный период. В решении по разрешению должно быть указано основание и обоснование принятого решения. При принятии решения должны учитываться отдельные требования, предъявляемые по мнениям и жалобам.
6. **Обращение:** утверждение разрешения может быть обжаловано в судебном порядке, в соответствии с Актами. Право на обращение имеют лица, чьи права или интересы могли быть затронуты по данному вопросу, а также некоторые органы, указанные в Разделе 97 Закона о защите окружающей среды. Основные сходства процесса выдачи разрешений относятся к продолжительности процесса, который протекает во всех Северных странах достаточно долго (таблица 5.1).

Таблица 5.1 – График продолжительности выдачи разрешений в Северных странах

Страна	Прибл. продолж. процедуры получения разрешения на	ЕИА и др. продления
Финляндия	10-12 месяцев	1-6 месяцев
Аландские острова	15 месяцев	1-6 месяцев
Дания	6 месяцев – несколько лет	1-6 месяцев
Швеция	6-12 месяцев	1-6 месяцев

### 5.2.2.2 Основные различия и проблемы в системе получения разрешений

Основные различия в системе получения разрешения связаны с пороговыми значениями, возможностями облегчения процедуры и возможностью ужесточения порога (таблица 5.2).

Таблица 5.2 – График получения разрешений в соответствии с пороговыми значениями

Страна	Порог	Облегченный процесс, ниже порога	Возможное ужесточение порога
Финляндия	2 тонны продукции	Отсутствует	Отсутствует
Аландские острова	20 тонн продукции	Имеется, если менее 1 тонны	Имеется, если более 25 тонн
Дания	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует
Швеция	40 тонн продукции	Имеется	Отсутствует

Когда речь заходит о процессе получения разрешения в Северных странах, то принято считать, что одной из основных причин низких показателей является затруднение, связанное с административными барьерами, отсутствие гибкости в условиях и ограничения, а также неопределенность при получении разрешения. Объем работ и затрат в процессе получения разрешения со стороны производителя слишком велик. Существует огромная неопределенность с тем, будет ли получено разрешение или нет. В законодательстве или Кодексе поведения может быть установлен предел продолжительности разрешительных процедур, но, тем не менее, он не соблюдается.

### **5.2.2.3 Доступные решения**

Исходя из ситуации с процессом получения разрешения в Северных странах, возникают некоторые возможные идеи развития, призванные облегчить данную процедуру. Во-первых, увеличение сроков действия разрешений облегчит процесс, а также сократит частую зависимость от административных процессов. Во-вторых, переход к электронному формату предоставления услуг в процессе получения разрешения позволит упорядочить процесс. Более того, эффективное регулирование облегчит административные барьеры. Это не обязательно обозначает отказ от разрешительной системы, но сделает существующую разрешительную систему более гибкой. Это можно будет сделать, например, ограничивая необходимость пересмотра разрешений и, возможно, введя в систему реестры. Система регистрации будет основываться на внутренней отчетности и самоуправлении компанией, а власть будет вмешиваться только в исключительных случаях. Еще один путь – это использование единых правил и стандартов вместо разрешений.

## **5.2.3 Условия получения разрешений и дискреционные полномочия органов в Северных странах**

### **5.2.3.1 Основные сходства в условиях получения разрешений**

В общем и целом, особенности получения разрешений в Северных странах очень похожи. Схожие условия разрешений чаще всего связаны с нормами на допустимые выбросы (полную нагрузку), фосфором и азотом, допустимыми объемами водопотребления, местами входов и выходов, разрешенными количествами и типами кормов, мониторингом воды, требованиями к отчетности, требованиями к сточным водам, обработкой отходов, требованиями к заводским конструкциям, объемам и площадям бассейнов/садов и отчетностью в исключительных случаях (например, случаями заболевания или смерти рыбы).

### **5.2.3.2 Различия и проблемы в условиях получения разрешений**

В условиях получения разрешения были замечены лишь некоторые различия между Северными странами. Существуют некоторые различия к требованиям по мониторингу выбросов. Кроме того, судя по всему, в Дании существует более гибкая система в отношении предельных значений выбросов.

Проблемы при получении разрешений связаны со сложностью разрешительных процедур, косвенными разрешительными процедурами и большой продолжительностью рассмотрения и толкования со стороны властей.

### **5.2.3.3 Доступные решения**

Во-первых, одно из предложений по связанным с разрешительными процедурами проблемам – это развитие фермерского потенциала при подготовке заявок. Например, в Швеции деятельность фермеров в рамках процедуры получения разрешения и составления условий разрешения стала функционирующей системой. Во-вторых, уменьшение сложности правил получения разрешения может стать еще одним решением. Под этим подразумевается, по возможности, устранение косвенных правил получения разрешения ориентируясь на правила выдачи разрешений, основанных на наиболее актуальных факторах для конкретного типа и размера фермерского хозяйства (например, биоразнообразные риски для небольших ферм, нагрузка питательных веществ для крупных хозяйств). В-третьих, обязательные правила в некоторых местах можно заменить условиями, так как, используя обязательные правила, условия рассмотрения разрешения избегаются.

## **5.2.4 Планы землепользования аквакультуры и положения географического расположения в Северных странах**

### **5.2.4.1 Основные сходства, различия и проблемы**

Между Северными странами есть одна общая черта, если речь идет о планах землепользования и положениях географического расположения аквакультуры - это анализ расположения деятельности. Это приводит к большей неопределенности в начале деятельности. Зачастую существует необходи-

мость и условия по принятию нового плана землепользования или изменения (таблица 5.3) одного из обязательных условий для начала деятельности с аквакультурой.

Таблица 5.3 – Требования по землепользованию в области аквакультуры в РБМ

Страна	Принятие нового подробного плана землепользования	Прочие требования по землепользованию
Финляндия	Нет	Деятельность может потребовать разрешения для ландшафтного использования Где запрет на строительство остается в силе для целей составления местного подробного плана, или там, где было так распрямлено, с целью составления или изменения локального генерального плана.
Аландские острова	Нет Да, если муниципалитеты приняли «план землепользования», покрывающей акватории.	Закон о Воде не содержит требований на месте: Работа загрязняет воду Специальный Рыбоводный Указ: рыбоводное хозяйство должно быть размещено в зоне, которая, согласно официальной морской карте имеет определенную глубину «Stop раздел» нормы качества воды нормы
Дания	Да В случае, если деятельность выполняется в районе, специально предназначенном для аквакультуры, Существенные изменения к существующей деятельности по аквакультуре также требует получения разрешения на планировочные работы.	Разрешение на планирование определяется точным местоположением, исходя из логистических, ландшафтных и природных соображений.
Швеция	Нет	Экологическое разрешение регулирует требования к местоположению

#### 5.2.4.2 Доступные решения

В качестве решения неопределенных правил землепользования, касающихся мероприятий по аквакультуре, необходимо развивать пространственное планирование в морских районах с последующим облегчением случаев возникновения административных барьеров. Также можно разработать планирование землепользования в том направлении, которое будет использоваться в процессе получения разрешения по аквакультуре.

### 5.3 Правовая база аквакультуры и порядок получения разрешений в Эстонии и Латвии

#### 5.3.1 Комплекс нормативно-правовой базы аквакультуры

##### 5.3.1.1 Общий обзор правовых рамок

В Эстонии планирование землепользования выполняет две цели: установление требований по зонированию – разделение землепользования на различные территории (жилые, производственные и сельскохозяйственные), а также более точное землепользование для нужд строительства.

В Эстонии, в принципе, все виды деятельности должны выполняться в соответствии с планом землепользования. Если это не выполняется, то план должен быть изменен. В целом, используется два типа планов. Первый – комплексный план, второй – более детальный план. Комплексный план носит более общий характер и обеспечивает общие требования по землепользованию, связанные, в первую очередь, с зонированием. На некоторых территориях (с разными целями) аквакультурные хозяйства могут быть несовместимы с существующим комплексным планом, вследствие чего, план должен быть изменен. Детальный план может оказывать более существенное влияние на аквакультуру, особенно если речь идет о проведении строительных работ. В последнем случае, если на существующем плане не предусмотрено наличие хозяйства, то план должен быть изменен. В тех случаях, при необходимости изменения подробного плана, проектная документация здания должна быть подготовлена строго на основе принятых детальных планов. В обоих случаях комплексный и детальный план принимается решением органа местного самоуправления. Положения Закона о планировании в Эстонии носят достаточно общий характер и оставляют значительные возможности для свободы действий при приня-

тии решений органами местного самоуправления. Однако, на практике большинство требований, касаются мест осуществления деятельности и получения прав на строительство, которые, в свою очередь, могут повлиять на масштабы и технологию деятельности.

Согласно Статье 22 Закона о строительстве (Building Act), для проведения строительных работ требуется разрешение на строительство. Строительные работы делятся на строительство зданий и гражданское строительство. Деятельность аквакультуры может включать оба типа. Разрешение на строительство выдается на основании проектной документации на строительство, которая, в свою очередь, подготавливается на основании детального или комплексного плана. Разрешение на строительство, как правило, выдается местными органами самоуправления. В Статье 3 Закона о строительстве установлены общие требования для строительных работ. Строительные работы могут проектироваться и выполняться в соответствии с рекомендуемой практикой строительства, а также в соответствии с законодательством о проведении строительных работ и составлении проектной строительной документации. Они не должны представлять угрозу для жизни, здоровья и имущества людей, а также окружающей среды.

Разрешение на строительство может предусматривать детальные требования для выполнения строительных работ, например, требований, связанных с защитой окружающей среды, которые, как правило, устанавливаются в разрешении на деятельность с аквакультурой (на водопользование).

В Латвии, если деятельность аквакультуры не предусмотрена в существующем плане землепользования, то создается новый план для данной территории или пересматривается действующий. В Латвии главной целью плана землепользования является зонирование, а также разделение территории в соответствии с основной целью ее использования. Более точные требования к землепользованию и, особенно, право на строительство, предусмотрены в центральном и региональном законодательстве. Полномочия по принятию решений возложены на региональное управление соответствующей территории. План строительства и разрешение на строительство не требуются в случае возведения пруда без сооружений для регулирования уровня воды, если данная территория не превышает 0,1 га, однако данное намерение все же должно быть согласовано с администрацией по строительству. Для возведения большого пруда или зданий (здания) разрешение необходимо. Оно выдается строительным управлением регионального правительства соответствующей территории. Разрешение на строительство не устанавливает специальных требований к деятельности аквакультуры. Если расположение планируемого пруда или здания должно находиться в охраняемой зоне государственного культурного памятника, должно быть получено разрешение от Государственной инспекции по охране памятников.

#### Закон об охране природы (Natura 2000)

В Эстонии в отношении аквакультуры распространяются специальные требования в природоохранной зоне. Данные зоны, в свою очередь, разделены на различные участки, где имеются ограничения, различной строгости, на экономическую деятельность: в заповедниках и охраняемых природных зонах, например, возведение новых зданий и проведение строительных работ, как правило, запрещено. Мероприятия, которые могут повлиять на область Natura, как правило, подпадают под действие EIA (как описано ниже).

В Латвии, природоохранные зоны, включая все объекты Natura 2000, разделены на несколько зон, которые имеют требования различной строгости. Есть зоны, где деятельность аквакультуры может быть запрещена в принципе. Но есть также и зоны, в которых данная деятельность допускается, если выполняются определенные требования. Если деятельность аквакультуры находится в зоне Natura 2000, EIA и письменное разрешение агентства охраны природы требуется в обязательном порядке.

#### Ветеринарные требования

В Эстонии деятельность аквакультуры осуществляется с соблюдением требований, установленных для профилактики и контроля болезней животных, продукции животного происхождения, гигиены и обеспечения благополучия животных с целью защиты жизни и здоровья человека, животных и здравоохранения. В большинстве случаев, деятельность аквакультуры может быть зарегистрирована в ветеринарной или продовольственной комиссии, являющейся компетентным органом.

В Латвии вся деятельность аквакультуры обязана выполнять требования по контролю болезней животных и производственной гигиены. Для начала, деятельность аквакультуры требует получения специального разрешения от продовольственной и ветеринарной службы.

### 5.3.1.2 Основные сходства и различия

В целом, правовая база аквакультуры Эстонии и Латвии аналогичны.

В обеих странах существует связь с планированием землепользования. Деятельность аквакультуры осуществляется с соблюдением плана землепользования. Если нет, то план должен быть изменен, либо подготавливается новый план. Основное различие между двумя системами заключается в том, что латвийская система планирования землепользования сосредоточена на зонировании и основные требования землепользования вытекают из законодательства. В Эстонии планирование землепользования выполняет две функции: устанавливает требования по зонированию – определяя использование различных территорий (жилые, промышленные и сельскохозяйственные), а также устанавливает точное землепользование и требования к строительству.

В обеих странах крупная деятельность с аквакультурой требует разрешения на строительство, которое выдается местными органами власти, которые устанавливают требования к проведению строительных работ. Тем не менее, в Латвии строительные правила основываются не на самом разрешении на строительство, а на архитектурно-планировочном порядке. Ни эстонские, ни латвийские разрешения не предусматривают технологических и экологических требований к аквакультуре. Существенных различий в строительных нормах и правилах между Латвией и Эстонией нет.

В обеих странах природоохранное законодательство устанавливает существенные ограничения в отношении деятельности аквакультуры, в некоторых природоохранных зонах деятельность аквакультуры может быть запрещена. Существенных различий между двумя системами нет, но в Латвии существует более точное регулирование оценки Natura.

Исходя, в основном, из законодательства ЕС, обе страны ввели ветеринарные и продовольственные требования к деятельности аквакультуры. В отличие от Эстонии, в Латвии необходимо специальное разрешение на деятельность аквакультуры от продовольственной и ветеринарной службы.

### 5.3.1.3 Основные проблемы и возможные решения

В связи с тем, что одним из условий ведения аквакультуры в обеих странах является выполнение плана земледелия, одна из распространенных проблем связана со сложностью и продолжительностью процедуры планирования землепользования. Тем не менее, основные проблемы в данной сфере связаны не только с правовой базой. Соответственно, основным решением является наилучшая практика реализации, улучшение координации между заинтересованными органами власти и различными уровнями планирования.

Ни в Эстонии, ни в Латвии не существует конкретного типа планирования, ориентированного на аквакультуру. Такой тип планирования землепользования может быть полезен в особенности в отношении морских районов.

## 5.3.2 Процедуры получения разрешений

### 5.3.2.1 Общий обзор правовых рамок системы разрешений

В Эстонии наиболее соответствующим разрешением на деятельность аквакультуры является разрешение на водопользование. Разрешение требуется, когда объемы выращиваемой рыбы превышают 1 тонну в год, либо если сток направляется к сбввенику от рыбного хозяйства, вне зависимости от количества загрязняющих веществ в сточных водах. Кроме того, национальное законодательство требует получения разрешения на водопользование при ежедневном потреблении 50 м<sup>3</sup> подземных вод, либо 30 м<sup>2</sup> поверхностных вод. Если разрешение требуется по нескольким пунктам, то выдается одно (объединяющее) разрешение. Кроме того, разрешение на строительство может потребоваться в зависимости от типа строящейся фермы. Разрешение на строительство не может быть получено ранее разрешения на водопользование. Закон исчерпывающе предусматривает информацию, которая необходима для получения разрешения на деятельность аквакультуры. На практике, продолжительность получения разрешения на водопользование составляет три месяца. Данная продолжительность также является максимальной продолжительностью разрешительных процедур согласно законодательству.

Процедура получения разрешения может быть прервана, если будет установлено значительное воздействие деятельности аквакультуры на окружающую среду (основной критерий) как самосто-

ательно, так и в сочетании с другими видами деятельности, которые потенциально могут отразиться на области Natura 2000 (специфический критерий). Обе оценки производятся в том же порядке (процедура EIA), хотя требования к порядку могут меняться в некоторой степени в соответствии с судебной практикой (РКНКо 3-3-1-56-12 06.12.2012). EIA может быть проведен автоматически, если деятельность подпадает под определенный список, перечисленный в Приложении I Директивы EIA. Тем не менее, данный список актуален только для некоторых видов деятельности аквакультуры. Как правило, инициация процесса EIA выполняется лишь от случая к случаю органом, выдающим разрешение. Закон требует учитывать необходимость EIA в случае строительства интенсивного аквакультурного хозяйства, которое использует не менее 200 тонн корма в год, однако это не означает, что EIA не может быть рассмотрено при меньших объемах корма. Согласно судебной практике, инициация EIA может быть выполнена в случае влияния деятельности на объект Natura 2000. Процедура получения разрешения приостанавливается на период разбирательства, по окончании которого, возобновляется. Теоретически, EIA может инициироваться при подаче заявки на водопользование или строительство. Однако, процедура может не проводиться, если выдающий разрешение орган обладает достаточной информацией и предварительно достаточным образом оценил ситуацию заранее. В среднем, процедура EIA может добавить к периоду рассмотрения получения разрешения дополнительные 6 месяцев. Решении по инициации EIA, в том числе по предварительной оценке, должно быть принято в срок выдачи разрешения (3 месяца), т.е., оно не должно создавать дополнительных задержек, если EIA не было возбуждено.

Каждый может принять участие в процедуре выдачи разрешения на водопользование или в процессе EIA. В процессе получения разрешения на строительство могут принимать участие только те лица, чьи права или обязательства могут пострадать. Апелляция может быть подана в орган, выдавший разрешение, либо в административный суд с целью защиты процессуальных или материальных прав. Исчерпание административного обжалования не считается обязательным условием для подачи жалобы в суд. В Эстонии административные апелляции подаются редко. Экологические неправительственные организации имеют расширенные права в вопросах охраны окружающей среды в административных судах. Кроме того, верховный суд Эстонии разработал положение «о существенных и непредвиденных обстоятельствах», которое расширяет права для физических лиц по вопросам, касающимся окружающей среды. Тем не менее, степень актуальности данной основы неясна, так как использовалась лишь в нескольких соответствующих случаях. Апелляция не приостанавливает автоматически действие разрешения, но такое решение может быть принято путем административного разбирательства. Продолжительность административного обжалования составляет 10 дней, которые могут быть продлены еще на 30 дней. Продолжительность судебных процедур зависит от дальнейших судебных решений. Эстонский административный суд имеет три уровня. Обращение ко второму уровню гарантируется, обращение к третьему уровню требует остановки судом. Длина процедуры рассмотрения занимает примерно один год при условии, что не была подана апелляция на решение первого уровня. Кроме того, Верховный суд не предоставляет возможности обжалования решений второго уровня.

У Латвии отсутствуют какие-либо специфические разрешения на аквакультуру. Необходимо получить разрешение на водопользование, если в день используется 10 куб.м. или более поверхностных или подземных вод. Разрешение выдается органом регионального экологического Совета. Кроме того, в случае необходимости в выполнении строительных работ, необходимо получить разрешение на строительство. Разрешение на строительство должно быть получено до получения разрешения на водопользование. Получение разрешения на водопользование занимает, в среднем, 2 месяца, на проведение строительных работ – 1 месяц, но сроки могут варьироваться, в зависимости от обстоятельств.

Не учитывая мероприятия, обозначенные в Приложении I к Директиве EIA, необходимо проведение первоначальной оценки для определения видов деятельности с целью определения ее видов, требующих оценки последствий. Соответствующие мероприятия относятся к возведению прудов для разведения рыбы, общая площадь которых превышает 10 га, а также к рыбноводным комплексам в естественных водоемах и водотоках. EIA проводится по инициативе лица, желающего осуществлять деятельность аквакультуры. Начало EIA должно быть выполнено как можно раньше, то есть на стадии планирования, чтобы закончить перед подачей заявки на получение разрешения. Чтобы получить разрешение, инициатор должен предоставить отчет по EIA и заключение компетентного органа о

заключительном заявлении в соответствующее государственное учреждение, орган местного самоуправления или другое учреждение. Этот орган должен учитывать всю соответствующую информацию и принять решение по принятию или не принятию предлагаемого вида деятельности.

Если предполагаемая деятельность может оказать существенное влияние на Natura 2000, воздействие данной деятельности должно быть оценено. Инициатор должен запросить у Государственного бюро по защите окружающей среды требования ЕІА на объекте Natura 2000. Бюро подготавливает критерии ЕІА, а также информацию об инстанциях и властях, с которыми необходимо проконсультироваться. Окончательный доклад должен содержать отдельный раздел, посвященный конкретной оценке. Выполнение ЕІА занимает 9 месяцев, если оценка включает изучение воздействия на Natura 2000.

Каждый может принять участие в разбирательствах ЕІА и получении разрешения на водопользование. Действие разрешения останавливается на время проведения административного рассмотрения. Действие разрешения не приостанавливается в суде при рассмотрении вопросов, касающихся окружающей среды, однако суд может воспользоваться остановкой. Окончание административного порядка является обязательным условием для подачи жалобы в суд. Данных о продолжительности апелляционного порядка нет. По данным исследований за 2007 год, по общим вопросам доступа к правосудию по вопросам окружающей среды продолжительность административного обжалования составляла 1 месяц, но оно может быть продлено до 1 года. Административный суд в первых двух инстанциях (из трех инстанций), в среднем, занимает около 2 лет.

### 5.3.2.2 Основные различия и проблемы в системе получения разрешений

В принципе, системы очень похожи: в обоих случаях имеет место необходимость в получении разрешения на водопользование и строительство, если деятельность подразумевает проведение строительных работ. Тем не менее, имеются и существенные различия. В Эстонии существует специальный подтип воды, предназначенный для выращивания рыбы. Порог составляет 1 тонну в год, однако даже если порог не превышает, требуется разрешение на отвод сточных вод потребителю, вне зависимости от количества загрязняющих веществ в сточных водах. Фактически, всегда требуется разрешение на водопользование. Кроме того, разрешение на водопользование может быть направлено для других целей, например, для ежедневного забора подземных вод в размере 5 м<sup>3</sup>. Для сравнения: в Латвии отсутствует необходимость в получении специального разрешения на выращивание рыбы. Требуется разрешение на водопользование необходимое для повседневного забора более 10 м<sup>3</sup> воды. Существуют также различия в последовательности подачи заявления на получение разрешения. В Эстонии сперва получается разрешение на водопользование, после чего, получается разрешение на строительство, в то время как в Латвии все наоборот. Продолжительность процедуры выдачи разрешения на водопользование примерно одинаковое: 3 месяца в Эстонии и 2 месяца в Латвии.

Системы ЕІА без сомнения схожи, так как находятся под влиянием законодательства ЕС. В соответствии с Директивой ЕІА, в определенных случаях обязательной считается оценка воздействия. Однако, как правило, аквакультура не подпадает под действие приложения I и ни одна страна не включила деятельность аквакультуры в данный список. Видимо, существуют различия с другими случаями применения ЕІА. В Эстонии существует необходимость в выполнении ЕІА при каждой подаче запроса. Несмотря на то, что пороговый критерий был определен – 200 тонн корма в год – он не считается обязательным для компетентного органа ответственного за инициирование ЕІА. Напротив, критерии, изложенные в латвийском законодательстве кажутся обязательными к использованию, так как если критерии не соблюдаются, то ЕІА не инициируется. Соответствующим критерием считается возведение пруда для разведения рыб, общая площадь которого составляет более 10 га, либо установка рыбоводных комплексов в естественных водоемах и водотоках. Закон также работает по разному по отношению к процедурам. В Эстонии решение о возбуждении ЕІА принимается эмитентом после получения заявления на выдачу разрешения на водопользование. Если ЕІА инициируется, то процедура выдачи разрешения приостанавливается: то есть, в процедуре существует отдельная процедура. В Латвии, напротив, просьба о инициации ЕІА выполняется до подачи запроса на получение разрешения и является, по сути, отдельной процедурой. Продолжительность общей процедуры ЕІА, в Эстонии больше: 6 месяцев против 4 месяцев в Латвии.

Тем не менее, в Эстонии решение об инициации EIA не должно затягивать продолжительность получения разрешения, в то время как в Латвии выполнение EIA добавляет 1 месяц к продолжительности процедуры оформления разрешения, даже если процедура EIA не начата.

Законодательство также отличается в отношении оценки воздействия на объекты Natura 2000 (так называемая, оценка Natura). В Эстонии, значительное потенциальное воздействие на объекты Natura 2000 инициирует полномасштабную процедуру EIA. По сути, требование для такой оценки является альтернативным критерием для инициирования процедуры EIA. Закон не позволяет четко разделить оценки EIA и Natura, однако различия подчеркиваются в судебной практике. В частности, пороговый критерий для оценки Natura значительно ниже. В Латвии, потенциальное воздействие на объекты Natura требует дополнительной оценки в свете критериев, предусмотренных Государственным бюро по защите окружающей среды. Отдельная процедура, кажется, существует в тех случаях, когда пороги процедуры EIA не достигаются, однако оказывается влияние на объекты Natura 2000. Продолжительность процедуры оценки воздействия в Латвии значительно больше: 9 месяцев вместо обычных 4. В Эстонии продолжительность оценки воздействия, судя по всему, одинакова, вне зависимости от возможных воздействий на объекты Natura.

Положения об участии общественности, как представляется, похожи в обеих странах: они основываются на всеобщем участии, т.е. участие может принять каждый. Доступ к процедуре рассмотрения существенно отличается. В Эстонии доступ к рассмотрению основан на нарушении субъективных прав, в Латвии на основе народной жалобы, то есть каждый может получить доступ к рассмотрению. Тем не менее, следует отметить, что экологические неправительственные организации имеют специальную обширную позицию по эстонскому законодательству, позволяющую подавать иски в Верховный суд на основе непредвиденных обстоятельств. В Латвии административное рассмотрение должно проводиться перед судебной проверкой, в то время как в Эстонии жалоба может быть подана напрямую в суд. Действие разрешения при административном рассмотрении в Латвии приостанавливается, в Эстонии – нет. Ни в одной из стран действие не приостанавливается в процессе судебного разбирательства, но суды могут прибегнуть к такой мере. По продолжительности процедуры рассмотрения в Латвии длится в два раза дольше, чем в Эстонии, однако не хватает конкретных дат, чтобы сделать окончательные выводы по поводу продолжительности рассмотрения дел.

### 5.3.2.3 Основные проблемы и возможные решения

В обеих странах аквакультура, похоже, получила недостаточное внимание со стороны законодательства, возможно, потому, что аквакультурный сектор здесь в настоящее время играет второстепенное значение. Следовательно, соответствующее законодательство, кажется, не охватывает все аспекты или противоречиво. Например, в Эстонии существующий Закон о воде регулирует только рыбоводство и требует творческого применения, к примеру, по отношению к разведению колючих акул. Кроме того, пороговый критерий – 1 тонна рыбы в год – оказывает меньшее значение из-за альтернативных критериев: направление сточных вод в окружающую среду от рыбного хозяйства. Аналогичным образом, система выдачи экологических разрешений в Латвии, кажется, полностью пренебрегает конкретными нуждами аквакультуры. В целях содействия деятельности аквакультуры нуждам сельскохозяйственного сектора, тщательным образом должно быть скорректировано законодательство. Возможно, самое главное – это установить четкие пороговые критерии для разрешения регулирующего воздействия аквакультуры на окружающую среду. Должны быть рассмотрены несколько слоев пороговых значений. Нижний порог приведет к более быстрому прохождению процедуры или даже обязательству производить регистрацию, в то время как самый высокий порог будет применяться для интенсивного производства и предусматривать более тщательную экспертизу с более длительными процедурами.

Критерии EIA существенно отличаются между Эстонией и Латвией. В Эстонии главной проблемой является неопределенность, которая приводит к долгосрочности и высокой стоимости процедуры EIA. Каждая деятельность аквакультуры потенциально подвержена EIA, а критерии инициирования не обозначены законодательством. В Латвии критерии EIA понятны, но они, видимо, актуальны только для определенных типов фермерских хозяйств. Следовательно, серьезные экологические последствия других категорий хозяйств, например, морские садковые хозяйства. В качестве решения, критерии EIA

должны быть комплексными – охватывать всю соответствующую аквакультуру и, тем более, не подвергать ЕИА аквакультурных предприятий с низкой производительностью.

Основная проблема оценки Natura в Эстонии – это низкий порог для оценки, однако превышение данного порога приводит к инициации ЕИА. В Латвии оценка Natura представляется чрезмерно длинной по сравнению с ЕИА. Потенциальным решением может стать введение конкретных процедур с целью сокращения требований к участию общественности, таких как возможность всеобщего обозрения, учитывая то, что Natura 2000 не касается людей.

Как таковых, проблем с участием общественности нет. Участие общественности достаточно обширное и на практике не вызывает проблем. С другой стороны, широкие возможности участия обеспечивают возможность отражения мнений всех заинтересованных сторон, что приводит к сокращению исковых обращений. Каких-либо серьезных проблем с доступом к процедуре рассмотрения нет. Тем не менее, широкий доступ, особенно в Латвии, может привести к задержкам, к тому же нет конкретной информации о существенных проблемах на практике.

### 5.3.3 Условия выдачи разрешений и рассмотрение

#### 5.3.3.1 Общий обзор правовых рамок

В Эстонии разрешения на аквакультуру выдаются сроком до пяти лет, в Латвии разрешения выдаются бессрочными, но с относительно простыми возможностями их отзыва или изменения условий.

Наиболее распространенными условиями разрешения эстонской аквакультуры являются:

- Информация о допустимом количестве и времени забора воды на водозаборах и водоносных горизонтах (из расчета на квартал и на год) и ведение учета забранной воды.
- Допустимые объемы загрязняющих веществ в стоках, направляемых в воду.
- Требования для мониторинга загрязняющих веществ и их получатели.
- Требования к предоставлению информации
- Дополнительные меры эффективного использования воды на водоносных горизонтах, в водоемах, а также получатели и сроки применения мер.
- Требования к кормовым продуктам, их виды и количества.

В Латвии разрешение, кажется, не является основным инструментом создания условий для деятельности, разрешение определяет, в основном, объемы и условия водопользования, контроль качества сточных вод и водных объектов. Большинство экологических требований к аквакультуре устанавливается законодательством, а не разрешением.

Дискреционные полномочия разрешительной власти в Эстонии, по крайней мере в теории, очень велики. Другое дело, используются ли эти полномочия на самом деле. В основном это касается условий выдачи разрешений, таких как мониторинг загрязняющих веществ и их получателей; дополнительные меры по эффективному использованию воды на водоносном горизонте, водных объектах, а также получатели и сроки применения мер и требований к кормовым продуктам, их видам и количествам.

В Латвии дискреционные полномочия выдающего разрешения органа очень ограничены в области первичных экологических требований к деятельности аквакультуры, установленных законодательством.

Закон Эстонии по данному вопросу аквакультуры молчит. На практике, периодически проходит обсуждение о том, что нагрузка загрязнения может привести к ухудшению качества воды. В случае появления чего-то нового проводятся посещения объекта. Обратите внимание на то, что разрешения выдаются сроком на 5 лет, поэтому существует огромное количество получаемых запросов на возобновление разрешения. Отметим также, что разрешение на водопользование выдается до разрешения на строительство, поэтому к этому моменту может и нечего еще посещать.

В Латвии посещение объектов является обязательным пунктом и связано именно с выдачей разрешения на строительство.

В Эстонии надзор выполняется в первую очередь в виде проверок надзорными органами – либо органом по выдаче разрешения, либо экологической инспекцией. Орган, выдающий разрешения, также проводит мониторинг на основании мониторинга данных, предоставляемого оператором. Иногда

контроль осуществляется властями. К тому же, ветеринарные и продовольственные органы имеют полномочия контроля. К сожалению, между данными органами отсутствует как таковая координация. В Латвии основными контролирующими органами являются продовольственная и ветеринарная служба.

### **5.3.3.2 Основные сходства и различия**

В части касающейся условий разрешений и их рассмотрений больше различий, чем сходств между эстонской и латвийской системой.

Если в Эстонии основную роль при создании условий для аквакультуры выполняет разрешение, то в Латвии большинство условий установлены в законодательстве. Соответственно, эстонские власти имеют более широкую свободу, а латвийские власти – более ограниченные.

В Эстонии переговоры и визиты на объект не регулируются законом, тем не менее, на практике иногда это выполняется. В Латвии посещение объектов считается обязательным, но связано только с выдачей разрешения на строительство.

В Латвии наблюдательная функция возложена на продовольственную и ветеринарную службу, а в Эстонии есть несколько компетентных органов – разрешительный орган, экологическая инспекция, ветеринарная и продовольственная служба.

### **5.3.3.3 Основные проблемы и возможные решения**

Что касается сроков разрешений, то есть два варианта. Во-первых, расширение срока разрешения с нынешних пяти лет на более продолжительный период при помощи более простого порядка продления срока действия разрешения в тех случаях, когда технологическое, пространственное и экологическое состояние деятельности остается прежним. Во-вторых, введение бессрочных разрешений, с относительно гибкой возможностью отзыва разрешений (в серьезных случаях), либо изменение условий разрешения.

Что касается фиксации условий деятельности, с правовой точки зрения будет полезным некоторое сочетание эстонской и латвийской системы – фиксация основных условий в законодательстве с предоставлением для власти более или менее фиксированных возможностей на усмотрение. В рамках усмотрения, наиболее предпочтительными будут более широкие возможности для переговоров и посещения объектов.

В части касающейся надзора, крайне важна координация между различными органами власти, выполняющими данную функцию.

## **5.4. Фермерские взаимоотношения и вклад в развитие экологического регулирования и пути разрешения**

### **5.4.1 Предпосылки и подход**

Существует не так много количественной информации о вкладе предпринимателей по процессам лицензирования аквакультуры как на национальном уровне, так и, тем более, на международном. Эта информация будет полезна, например, при оценке административной нагрузки и экономических последствий изменений в регулирующих актах.

Проект Аквобест провел мини-опрос, чтобы получить информацию о фермерском участии в процесс лицензирования. Мы в полной мере осознаем трудности при получении сопоставимых данных. Большинство фермеров не рассказало о разрешительных взносах в бухгалтерии, а если и делали это, то охват и технические характеристики варьировались. Таким образом было установлено, что установление уровня амбиций предполагает сложный порядок оценки фермерского участия.

По вышеуказанным причинам, приоритетным методом сбора данных было выбрано проведение интервью лицом к лицу, в котором приняли участие от 3 до 5 фермеров, представляющих основные производственные формы и имеющих большой опыт и стремление к нахождению общего мнения. Этот метод был использован в Финляндии и на Аландских островах. В Эстонии, Латвии, Дании и Швеции вопросы были направлены равному количеству опытных фермеров, а ответы были предоставлены в виде средних значений.

### 5.4.2 Проблемы предпринимателя в применении различных областей законодательства

Фермерам было предложено на основании собственного опыта определить, как общие, так и серьезные собственные проблемы с законодательством в различных областях (таблица 5.4). Мы попросили дать как абсолютную, так и относительную оценку. Масштабы абсолютно варьировались между 0 (нет проблем) и 10 (экстремальная проблема).

Таблица 5.4 – Оценка областей законодательства, а также критерии оценки

Проблемная область	Законодательная область				
Четкость и разборчивость устава	Налоги	Отчетность	Экологические аспекты	Работодатель	Ветеринарная и продовольственная.
Количественное регулирование по отношению к осязательным потребностям					
Наличие рекомендаций и навязывание предварительных решений властей					
Частота и предсказуемость принятия решений в области применения законов					
Согласование с прочими законодательными актами					
Возможные последствия неправильного применения					

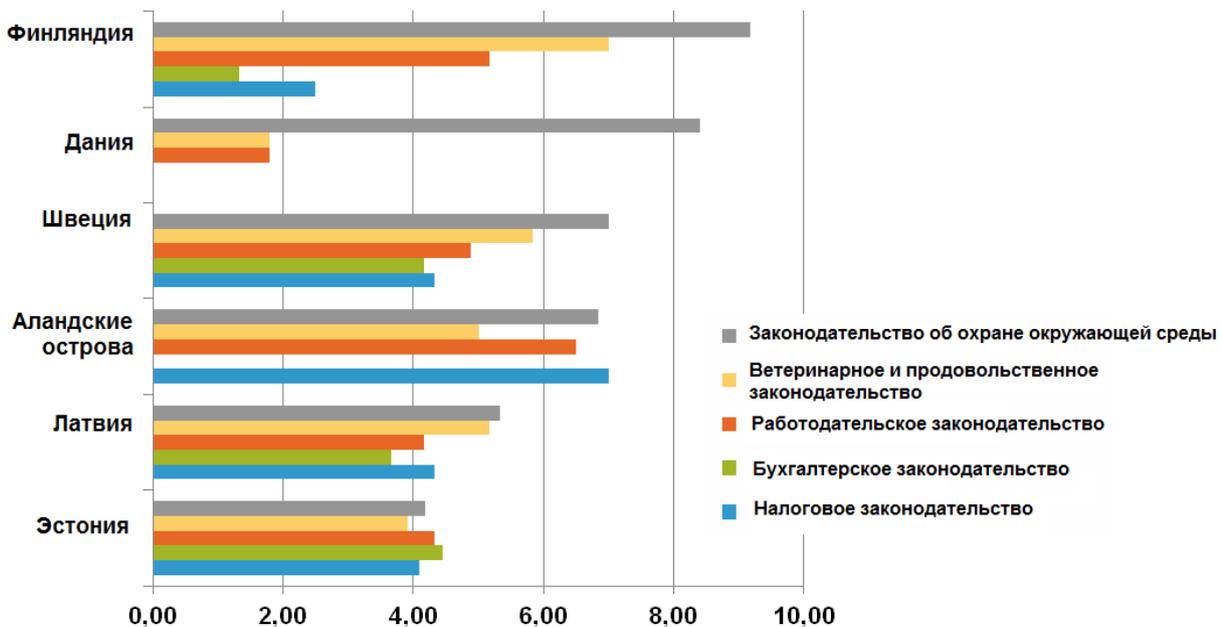


Рисунок 5.1 – Проблемы предпринимателей в правильном применении различных областей законодательства

В четырех из шести стран природоохранное законодательство считается самой сложной законодательной областью (рисунок 5.1). Частично это может объясняться характером экологических дел. Нормы должны быть достаточно гибкими для того, чтобы быть применимыми во всех случаях, которые часто признаются особенными. Это легко приводит к дискреционным полномочиям и непредсказуемости процесса принятия решений. В целом, экологическое законодательство, кажется, очень большой административной нагрузкой на предпринимателя в большинстве стран.

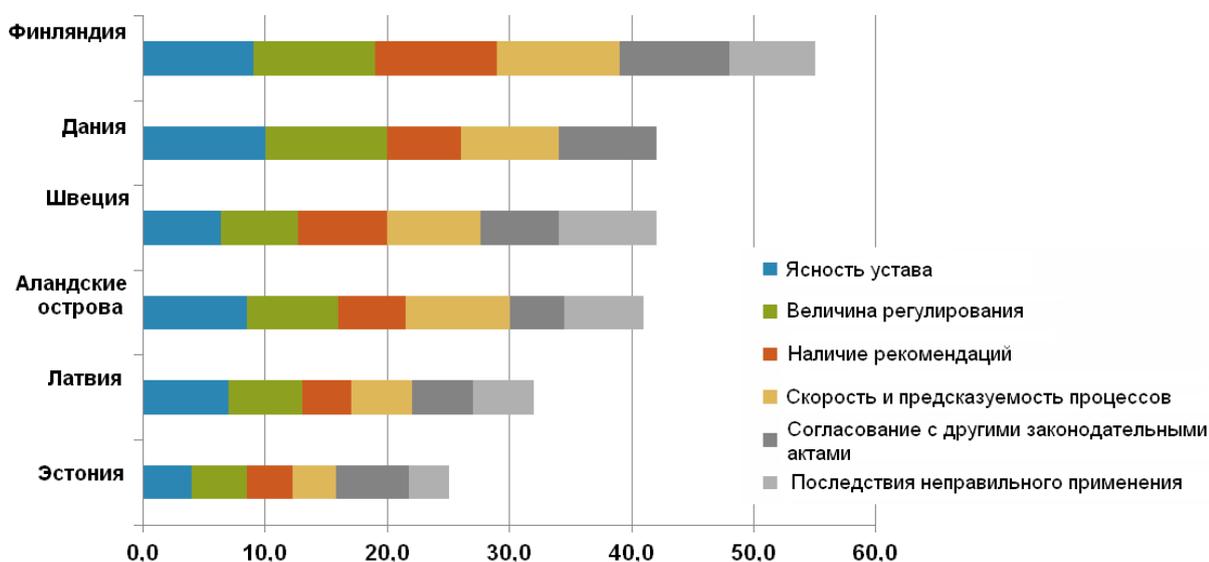


Рисунок 5.2 – Разбивка воспринимаемых проблемных зон экологического законодательства. На горизонтальной оси обозначена совокупность подмножеств проблем.

Предполагаемые причины трудностей варьируются между странами (рисунок 5.2). В большинстве стран основными проблемами являются чрезмерное регулирование и непонятность уставов, а также сложность процедур лицензирования.

#### 5.4.3 Вклад производителей в природоохранное получение разрешений

Фермеров попросили оценить имеющиеся трудности исходя из их фактического опыта по необходимости времени, прикладываемых усилий и финансов на различных стадиях процесса выдачи разрешений. В качестве стадий были выбраны: подготовка заявки, процедура рассмотрения выдачи разрешения и возможность подачи апелляционной жалобы. Ответы предоставлялись по трем типичным случаям – легкому, среднему и очень трудному. Вопросы были заданы следующие:

- Сколько занимает подготовка до подачи документов на заявление?
- Сколько эффективного рабочего времени предприятию требуется на различных этапах выдачи разрешения?
- Какие расходы возлагаются на внешние услуги на различных этапах процесса выдачи разрешения?

В таблице 5.5 показаны общие результаты. Необходимость в затрате ресурсов удваивается при переходе от легкого до среднего случая и, соответственно, от среднего к тяжелому. Это говорит о том, что за счет упрощения процессов может быть достигнута значительная экономия времени и средств.

Таблица 5.5 - Среднее количество ресурсов, затрачиваемое на получение экологических разрешений в части аквакультуры для шести стран в регионе Балтийского моря (Эстония, Латвия, Дания, Швеция, Финляндия и Аландские острова)

Затрачиваемые фермерские ресурсы	Ед. изм.	Легкий случай	Средний случай	Тяжелый случай
Временные рамки для подготовки заявления	месяцы	2,3	3,8	8,6
Использование собственной работы в процессе	дни	18	43	89
Стоимость внешних сервисов	евро	8 535	17 268	46 735

Северные страны представляют собой интересную группу для сравнения. Дания, Швеция и Финляндия между собой имеют много общего в части политической истории, правовых систем, стадии развития и структуры общества. Общие уровни затрат очень похожи. Во всех трех странах аква-

культура сосредоточена вокруг радужной форели. По мнению фермеров (см. рисунок 5.1), наиболее проблемным является экологическое законодательство. Распределение расходов при сложном/комплексном подходе к получению разрешения в Финляндии, Швеции и Дании представлено в таблице 5.6.

Таблица 5.6 - Фермерские расходы при сложном/комплексном подходе к получению экологического разрешения в Северных странах. Сборы за получение разрешения не включены.

<b>Затрачиваемые фермерские ресурсы</b>	<b>Финляндия</b>	<b>Швеция</b>	<b>Дания</b>
Собственная работа в стадии разработки *	9 000	9 000	4 500
Собственная работа в стадии рассмотрения разрешения *	6 000	7 500	6 000
Собственная работа при подаче апелляции *	24 000	7 500	2 250
Внешние сервисы в стадии разработки	50 000	18 300	30 000
Внешние сервисы в стадии рассмотрения разрешения	15 000	16 700	13 400
Внешние сервисы при подаче апелляции	20 000	22 200	1 340
<b>ИТОГО</b>	<b>104 000</b>	<b>59 000</b>	<b>56 150</b>

\* Итого заработная плата и расходы работодателя обходятся в 300 евро за рабочий день.

Результаты таблицы 5.6 считаются приблизительными. В отличие от Швеции и Дании, в Финляндии проводилось групповое интервью. Используя данный метод, проще определить общее мнение и, таким образом, результаты получаются выше средних. Небольшая целевая группа, конечно же, ограничивает обобщение результатов. В любом случае, результаты предоставляют значения для сложных/комплексных случаев.

#### 5.4.4 Меры по снижению барьеров в процедуре выдачи разрешений

Фермерам было предложено оценить, насколько эффективно следующие изменения могут отразиться на снижении сложности процесса выдачи разрешений в их стране. Им было предложено определить 4 наиболее важных моментов и 4 следующих по важности моментов:

1. Пересмотр нормативных актов по выдаче разрешений и пересмотр разрешений для действующих ферм с использованием существенно облегченного процесса.
2. Действия новых разрешений и период пересмотра разрешений должны быть увеличены по сравнению с действующей системой.
3. Повышение допустимых порогов по пределам продукции, которые требуют получения экологического разрешения.
4. Пространственное планирование и зонирование защищаемых областей аквакультуры с общей квотой, допускается без получения разрешения
5. Использование регистрации или процедур уведомления в рамках небольших мероприятий, определяющих правила и нормы основных требований к деятельности.
6. Облегчение процедуры выдачи разрешений в рамках тех случаев, когда подающий заявление хочет централизовать рассеянные в настоящий момент виды деятельности в одном месте.
7. Упрощение процедуры получения разрешения путем сокращения косвенных условий его получения, которые усложняют грамотную организацию деятельности.
8. Деятельность сама создает стандарты и нормы, которые должны соблюдаться и быть основой при определении условий разрешения.
9. Изменение пределов сброса биогенных веществ на многолетней основе, что даст возможность для буферизации ежегодной вариации условий и облегчит управление производством.
10. Включение сельского хозяйства в разрешительную систему эмиссии и запуск системы торговли квотами.
11. Предоставление возможности обращения для тех, в чьих интересах имеется обращение с жалобой в высшую судебную инстанцию.
13. Сокращение обязательств в отношении мониторинга деятельности, например, путем комбинирования проверок различных органов надзора.



Рисунок 5.3 – Семь наиболее поддерживаемых фермерами пожеланий (из 13) по улучшению аквакультуры среди шести стран-участниц исследования. Включение в четыре главные приоритета дает 2 балла (синяя полоска), в последующие четыре – 1 балл (зеленая полоска).

Фермерские сообщения по улучшению пространственного планирования или улучшению рассмотрения аквакультуры в планах достаточно сильны (рисунок 5.3). Пять из шести отмечались фермерскими группами, включенными в наивысший приоритет. Следующие три поддерживают цели в области развития улучшенных процедур лицензирования. Все три также были упомянуты в пяти из шести ответов.

### 5.5 Обсуждение

Правовое регулирование аквакультуры достаточно сложное, особенно в части касающейся экологического лицензирования. Производители видят применение природоохранного законодательства более проблематичным по сравнению с остальными областями законодательства. Необходимы действия по оптимизации более рационального и предсказуемого регулирования аквакультуры в РБМ.

Доминирование экологической политики над промышленной определено в анкете заинтересованных сторон (Eskelinen & al. 2012b). Это, кажется, касается всех стран. Wirth & Luzar (2001) описывает ситуацию в США в части государственного аграрного развития, в которой чиновники сформулировали привлекательное развитие. Между тем, государственными регулирующими органами было переработано и пересмотрено природоохранное законодательство и правила обеспечения защиты водных ресурсов и животного мира от возможных воздействий на окружающую среду.

Аквакультура считается новой отраслью, поэтому в соответствии с Hahn (1990), в большинстве случаев новые источники загрязнения подвергаются более жесткому контролю, нежели существующие. Когда перед регулирующим органом стоит выбор между низкой политической или низкой экономической ценой, то выбор останавливается на политической. Wirth & Luzar (1999) отмечено, что это особенно актуально для аквакультуры.

Что касается объема и жесткости регулирования общественной позиции, то существует две противоположные позиции: общегражданская обеспокоенность за их среду обитания и, соответственно, спрос на более строгие правила государственных положений, которые становятся более трудоемкими и дорогостоящими. Wirth (2012) проанализировал ситуацию с аквакультурой в США после 15 лет первого замера. Несмотря на снижение жесткости регулирования, был достигнут очень незначительный прогресс.

Собранная информация о стоимости выдачи разрешения очень незначительна. Во всяком случае, расходы могут быть высокими и иметь прямое влияние на конкурентоспособность хозяйства. Данный вопрос требует более глубокого изучения.

В РБМ иллюзия использования норвежского стиля «все в одних руках» может стать утопией. История аквакультуры в РБМ краткосрочна. Деятельность регулируется Уставом, который был разработан до появления современной аквакультуры. Очевидно, имеют место политические инновации, дополнительные стимулы, специализированное регулирование, без ущерба для окружающей среды. Успех в данной работе является ключевым моментом в обеспечении преемственности и конкурентоспособности аквакультуры региона.

## 5.6 Список использованных источников

- Eskelinen, U., Paavola, I-L., Ekroos, A., Veinla, H. and Relve, K. 2012a. Diversity and development needs of the legal regulation of aquaculture in the Baltic Sea region. AQUA12 Global aquaculture, securing our future – World Aquaculture Society WAS conference, Prague Sep 1-5. 2012 (poster).
- Eskelinen, U., Heinimaa, P. and Perkonjoja, M. 2012b. Stakeholder's attitudes to the development of aquaculture in the Baltic Sea region. Reports of Aquabest project 2/2012. Finnish Game and Fisheries Research Institute 2012.
- EU Commission 2009. Building a sustainable future for aquaculture - A new impetus for the Strategy for the Sustainable Development of European Aquaculture. Communication from the commission to the European parliament and the council, Brussels, 8.4.2009 COM(2009) 162 final
- FAO 2011. World aquaculture 2010. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 500/1. Rome, FAO. 2011. 105 pp.
- Finnish Council of State 2008: Kansallinen vesiviljelyohjelma 2015 - The National Aquaculture Program, Government's decision in principle (in Finnish).
- Hahn, R.W. 1990. The political economy of environmental regulation: Towards a unifying framework. *Public Choice* 65:21-47.
- Paavola, I-L., Ekroos, A., Veinla, H. and Relve, K. 2012. Environmental regulation of aquaculture in the Baltic Sea region - A broad overview of the legal framework. Reports of Aquabest project 3/2012. Finnish Game and Fisheries Research Institute 2012
- Read, P. and Fernandes, T. 2003. Management of environmental impacts of marine aquaculture in Europe. *Aquaculture* 226: 1-4, 139 – 163.
- Stewart, J. 2012. The straggling giant – how regulations have stifled U.S. aquaculture growth. *Fish Farming International*. Vol 29, No 2, 21 – 27
- Swedish Board of Agriculture 2012. Svenskt vattenbruk – en grön näring på blå åkrar, Strategi 2012–2020. (Swedish aquaculture – green culture on blue fields, in Swedish)
- Wirth, F.F. and Luzar, E.J. 1999. Environmental Management of the U.S. aquaculture industry: insights from a national survey. *Society & Natural Resources* Vol 12. 659-672
- Wirth, F.F. and Luzar, E.J. 2000. A scale measure of state regulatory climate toward finfish aquaculture *Journal of the World Aquaculture Society* Vol 31, No 4, 545-557.
- Wirth, F.F. and Luzar, E.J. 2001. Regulatory climate toward finfish aquaculture: the impacts of state institutional structure. *Aquaculture Economics and Management* 5 (1/2) 2001.
- Wirth, F.F. 2012. The aquaculture regulatory climate scale re-visited: Has there been progress in reducing regulatory stringency. AQUA12 Global aquaculture, securing our future – World Aquaculture Society WAS conference, Prague Sep 1-5. 2012 (poster).

## **6. ДОБРОВОЛЬНЫЕ СХЕМЫ ОТВЕТСТВЕННОСТИ В АКВАКУЛЬТУРЕ РЕГИОНА БАЛТИЙСКОГО МОРЯ**

**Веса Лескинен, Кайя Саарни, Унто Эскелин, Ари Эркоос**

Оригинал – Voluntary responsibility schemes in aquaculture in the Baltic Sea region. Vesa Leskinen, Kaija Saarni, Unto Eskelinen and Ari Ekroos. Reports of Aquabest project 2/2013. [http://www.aquabestproject.eu/media/10499/aquabest\\_2\\_2013\\_report.pdf](http://www.aquabestproject.eu/media/10499/aquabest_2_2013_report.pdf)

### **6.1 Вводная часть**

Устойчивое развитие становится все более актуальным вопросом европейской повестки дня относительно аквакультуры. Регион Балтийского моря (РБМ) не является исключением, и национальные механизмы управления уже отреагировали на этот шаг: в ряде стран, законодательство долго РБМ разрабатывалось для смягчения и контроля, в том числе, в области экологических последствий производства рыболовной продукции.

Кроме законодательных механизмов контроля, в других частях мира многие частные предприятия установили дополнительные эко-этикетки аквакультуры и схемы сертификации, чтобы обеспечить потребителям информацию об устойчивости производства. В отличие от этого, в аквакультуре региона Балтийского моря экологическая сертификация остается относительно неразвитой. В настоящее время, эко-этикетки, имеющие отношение к РБМ, которые поддерживаются правительством и ЕС, такие как цветок Евросоюза или Скандинавский лебедь, совсем не применяются на продуктах питания. Это может быть связано с изменениями, так как существуют текущие процессы по расширению области охвата этими этикетками пищевой промышленности (Oakdene Hollins 2011, Nordic Ecolabelling 2013). Тем не менее, на данный момент кажется, что продукты рыболовства и аквакультуры, вряд ли будут среди первых групп продуктов, которые правительство обеспечивает этикетками, чтобы распространить их, если, даже эко-этикетки Скандинавский лебедь для гостиниц и ресторанов уже включают критерии устойчивости для использования рыбных продуктов и новое предложение критериев расширяет данную область (Nordic Ecolabelling 2012).

Поскольку ни один экологический знак или свидетельство пока не получили широкого распространения на рынке аквакультуры РБМ, может показаться, что необходимо провести эмпирический анализ текущей ситуации относительно экологической маркировки в данной области, а также пересмотреть экономику и прошлые исследования по экологической маркировке в целях обеспечения предложения и рекомендаций, касающихся потенциального внедрения определенных этикеток в РБМ в будущем.

Основная цель проекта Аквабест - поддержка роста устойчивой аквакультуры РБМ. Актуальность саморегулирования и добровольных схем ответственности, как один из инструментов для достижения этой цели, был признан на этапе планирования проекта. Следовательно, анализ текущей ситуации относительно использования экологической маркировки в РБМ, а также анализ преимуществ и недостатков реализации этикетки и рекомендаций относительно возможного развития или внедрения этикеток в будущем представлен в настоящем докладе.

Прежде чем продолжить, терминологическая проблема, которую стоит обсудить заранее, является определение терминов эко-этикетка и экологическая сертификация. Даже если эти термины, возможно, относятся к очень различным типам схем в зависимости от контекста, они часто взаимозаменяемы. Для простоты в этой статье мы рассматриваем последний подход и используем определение термина схемы сертификации ОЭСР (Организация экономического сотрудничества и развития) в широком смысле для обозначения «множества возможных комбинаций требований, стандартов, правил, санитарных/фитосанитарных мер и связанных с ними процессов контроля и маркировки, которые используются в рыбной отрасли» (ОЭСР 2012). Кроме того, важно помнить, что сертификация и маркировка не единственные способы заверить клиентов, что их покупки носят устойчивый характер. Примерами других схем, которые служат той же цели, являются, например, органическое производство, меры, которые удостоверяют расположение продукции, а также схемы, посвященные конкретным темам таким, как торговля, благополучие животных, или социальные проблемы.

## 6.2 Краткий анализ текущего состояния схем устойчивого развития аквакультуры в регионе Балтийского моря

### 6.2.1 Предпосылки

Три схемы ответственность были выбраны для исследования. Наиболее близкие определения представлены ниже. Эти системы уже закрепились в регионе и, вероятно, имеют наиболее перспективные ожидания в обозримом будущем.

Местное производство	Национальная и региональная инициативы для обеспечения защиты продукции аквакультуры местного происхождения
Органическое производство	Органическое производство продукции рыбоводства в соответствии с правилами ЕС (ЕС 710/2009) или официально утвержденные национальные схемы
Экологически сертифицированное производство	Государственные и частные торговые марки или системы управления, включая цели и инструменты, чтобы уменьшить воздействие на окружающую среду. Глобальные, континентальные и национальные схемы, применяемые для аквакультуры

### 6.2.2 Проведение анализа

Анализ был проведен и представлен партнерами Аквабест в сентябре - ноябре 2012 года. Анализ был структурирован и включал концептуальные и важные части. Во-первых, анализ включал определение и соответствующие национальные законы, регулирующие схемы, а во-вторых, текущее состояние, тенденции и ограничения схем. Состояние и тенденции в отношении позиционирования продукции аквакультуры на продовольственном рынке было предложено на трех уровнях, уделяя особое внимание, начиная от продуктов питания в целом и всей рыбной продукции и, заканчивая, производством рыбной продукции.

### 6.2.3 Результаты

#### 6.2.3.1 Общие замечания

Несмотря на очевидные разногласия в различных территориальных единицах РБМ некоторые явления были общими для всех или большинства стран-респондентов:

- Местные продукты питания имеют политическую поддержку, а также региональные или национальные инициативы и кампании во всем РБМ
- В области продукции рыбных хозяйств маркировка по-прежнему имеет незначительное место и не приближается к ситуации, когда включение в некоторую схему ответственности является обязательным, чтобы остаться на рынке
- Использование добровольной сертификации продукции рыбных хозяйств, кажется, следует за большинством основных продуктов питания и на данный момент не существует организованной группы потребителей или рынков для таких схем
- В большинстве районов, есть экономические и нормативные препятствия для увеличения количества сертифицированной продукции даже в тех случаях, когда спрос превышает предложение

#### 6.2.3.2 Местные продукты питания

Концепция местных продуктов питания не определена, она не имеет никакого юридического или императивного определения. Понятие местный может быть определено как в национальном, так и в региональном отношении. В некоторых странах, местность считается растущей тенденцией, но в дру-

гих она всегда была соответствующей частью продовольственного рынка. Косвенно, социальные аспекты являются важными элементами в концепции местной еды.

Различные соответствующие местные схемы питания доступны, несмотря на отсутствие определения на уровне ЕС. Они могут значительно отличаться от национальных или региональных по отношению к местности. В Германии, недавно была запущена региональная схема маркировки на основе экспертных заключений (FIBL 2012). В Швеции и Финляндии, национальные схемы маркировки качества сертифицируют продукцию от общенационального уровня до продукции в более конкретных регионах. Пойманная в Швеции рыба имеет специальную схему маркировки, обеспечивающую ее происхождение и контрольные правила рыболовства.

На рынке продовольственных товаров в целом, местная еда является растущей тенденцией в большинстве стран. Среди осведомленных клиентов местная еда считается более устойчивой, свежей, здоровой и доставляющей удовольствие. В Эстонии, переход к рыночной экономике и экономической интеграции привели к регрессу внутреннего производства продовольствия и доступности местной еды. В Латвии местность не считается растущей тенденцией, но вкус и цена оцениваются как наиболее важные параметры, нежели местность.

Несмотря на то, что клиенты ценят местную еду, снабжение местной рыбой недостаточно во многих странах. На самом деле, противоположная тенденция ускоряется; импорт рыбы возрастает в большинстве стран. В Германии доля внутренних поставок составляет менее 20 процентов. В Швеции и Финляндии, внутреннее предложение сокращается. Дания является важной рыболовной страной и доля внутреннего рынка рыбы по-прежнему высока. Но и в Дании, импорт рыбы растет, особенно среди продукции рыбных хозяйств. В настоящее время в Эстонии внутреннее предложения растет умеренно. Нынешняя ситуация является сложной задачей, так как, несмотря на дефицит отечественного производства рыбы, локально пойманная и проданная рыба обычно не имеют никаких этикеток. Происхождение может быть указано, но не с помощью специальной этикетки. Даже в Швеции местная рыба в основном продается без этикеток.

Рынки местного производства рыбной продукции также недостаточно развиты в большинстве стран. Даже тогда, когда большая часть отечественного производства продается на внутреннем рынке, продукция местного производства не обязательно продается как местная, или помечается как внутренний или региональный продукт. В Германии рыба из пресной воды в основном представлена в региональных или местных рынках, в Дании, увеличенное количество рыбного производства, в основном, продается на внутреннем рынке. В Швеции, производство растет, и некоторые производства также продают продукцию в своей местности. В Финляндии производство снижается и в основном реализуется на внутреннем рынке. В Эстонии, доля местных продуктов рыбных хозяйств незначительна (рисунок 6.1).

Несомненно, что местность находится во внутренней части аквакультуры, так как предприятия малые или средние, они работают на региональном или национальном уровне и находятся в условиях жесткой конкуренцией со стороны растущего импорта и массового производства. До сих пор отечественная продукция аквакультуры не имела аналогичного локального значения как рыбная продукция дикого происхождения. В Швеции, идет обсуждение о том, как поддержать отечественную рыбную продукцию на шведском рынке. Тем не менее, очевидно, что ЕС не готов поддержать маркетинговые кампании, которые продвигают производство продовольствия на местном или национальном уровне.

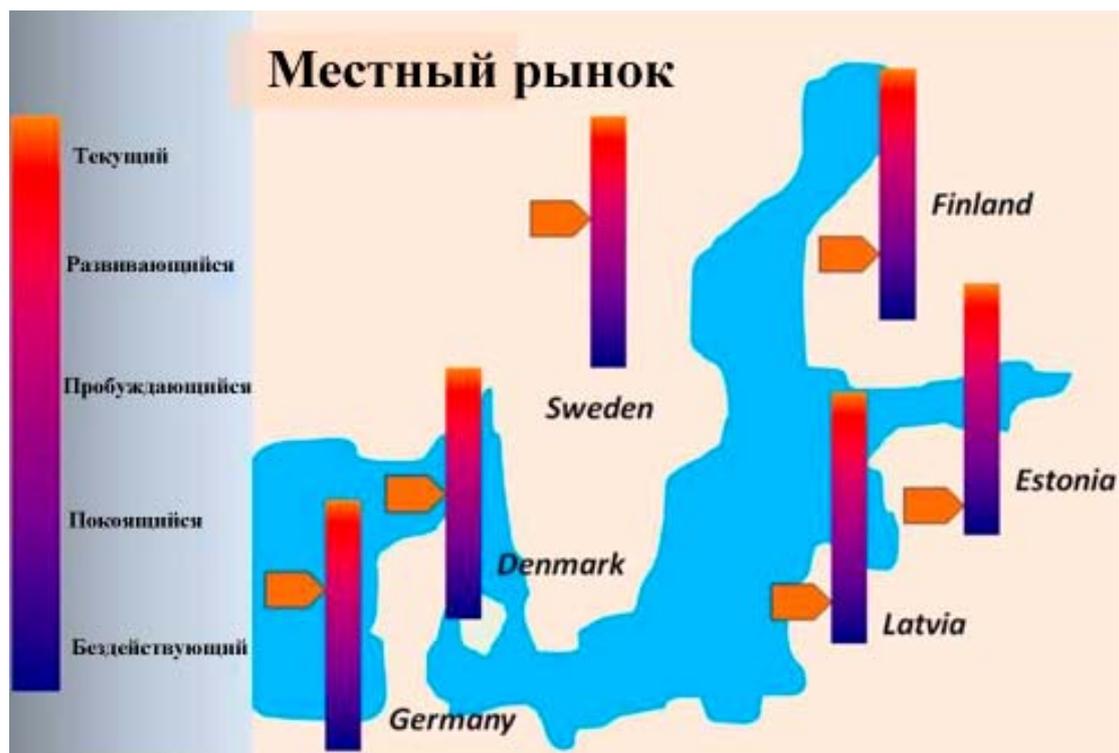


Рисунок 6.1 - График, иллюстрирующий текущий процентный показатель на рынке местной рыбной продукции

### 6.2.3.3 Органическое производство

Концепция органического производства происходит от сельского хозяйства и была применена в аквакультуре позже. Органические схемы производства для аквакультуры включают критерии для всего производственного цикла; относительно происхождения мальков, консистенции кормов и методов производства. Концепция экологически чистой рыбы до сих пор вводит в заблуждение клиентов, поскольку только продукты из аквакультуры можно считать экологически чистыми, тогда как пойманная рыба или раки никогда не могут быть экологически чистыми. На данный момент уровень органического производства является довольно низким и в основном производится для ниши на рынке.

Интерес в отношении органического производства варьируется между странами региона Балтийского моря. В течение многих лет, в Германии существовали различные органические схемы, которые применяются в аквакультуре; а также Дания и Швеция имели собственные национальные схемы аквакультуры. Другие страны в восточной части Балтийского моря не имели национальных схем. В 2009 году нормативная ситуация изменилась, и возможности для соблюдения утвержденных критериев улучшились, так как ЕС установил критерии для экологически чистой аквакультуры. Тем не менее, правовой статус регулирования ЕС противоречив, так как сертифицированное органическое производство должно выполняться согласно национальному законодательству, но с другой стороны, правила ЕС не считаются достаточными для национального законодательства во многих странах.

В Дании и Германии, правила ЕС были применены к аквакультуре и сертифицированная органическая продукция следует национальным и европейским правилам. Швеция имеет национальную схему (KRAV) с более жесткими критериями, чем ЕС, и производители аквакультуры не готовы применить правила ЕС (Nakansson 2012). В восточных странах, Финляндии, Эстонии и Латвии, практическая реализация правил ЕС так и не началась.

Рынок экологически чистых продуктов питания растет, но доля органических продуктов питания является относительно низкой в большинстве стран (рисунок 6.2). В Германии и Дании, рынок является наиболее развитым из исследуемых стран. Тем не менее, рыбные продукты являются исключе-

нием. Особенно в Германии, Швеции и Финляндии рыба считается менее интересной категорией органической еды, чем другие продукты питания. В Дании, рынок, кажется, развивается по-разному, с растущим интересом к экологически чистой рыбе. Кроме того, в Латвии клиенты заинтересованы в экологически чистой рыбе.

В РБМ, органическое производство является маргинальным и спрос, и предложение варьируются в зависимости от национальных тенденций. В Швеции и Финляндии, не всякая органическая рыба доступна. В Германии существует поставка рыбы отечественного производства, но большинство продуктов питания импортируется из Шотландии, Ирландии, Норвегии или Италии. Тем не менее, ситуация развивается по-разному в Дании, где предложение на рынке является более разнообразным потому что рынок местной и отечественной рыбы дополняется импортной продукцией.

Существуют четкие позитивные взгляды на рынках экологически чистой рыбы, но проблемы также очевидны. Органическое производство в значительной степени регулируется, в результате чего работы и затраты становятся больше. В Германии фермеры боролись с отсутствием поддержки, в Дании, фермеры сталкиваются с двойной работой, вызванной увеличением правил и контроля. В Финляндии, ситуация еще более сложная, поскольку национальные производства имеют противоречивые правила по сравнению с правилами ЕС.

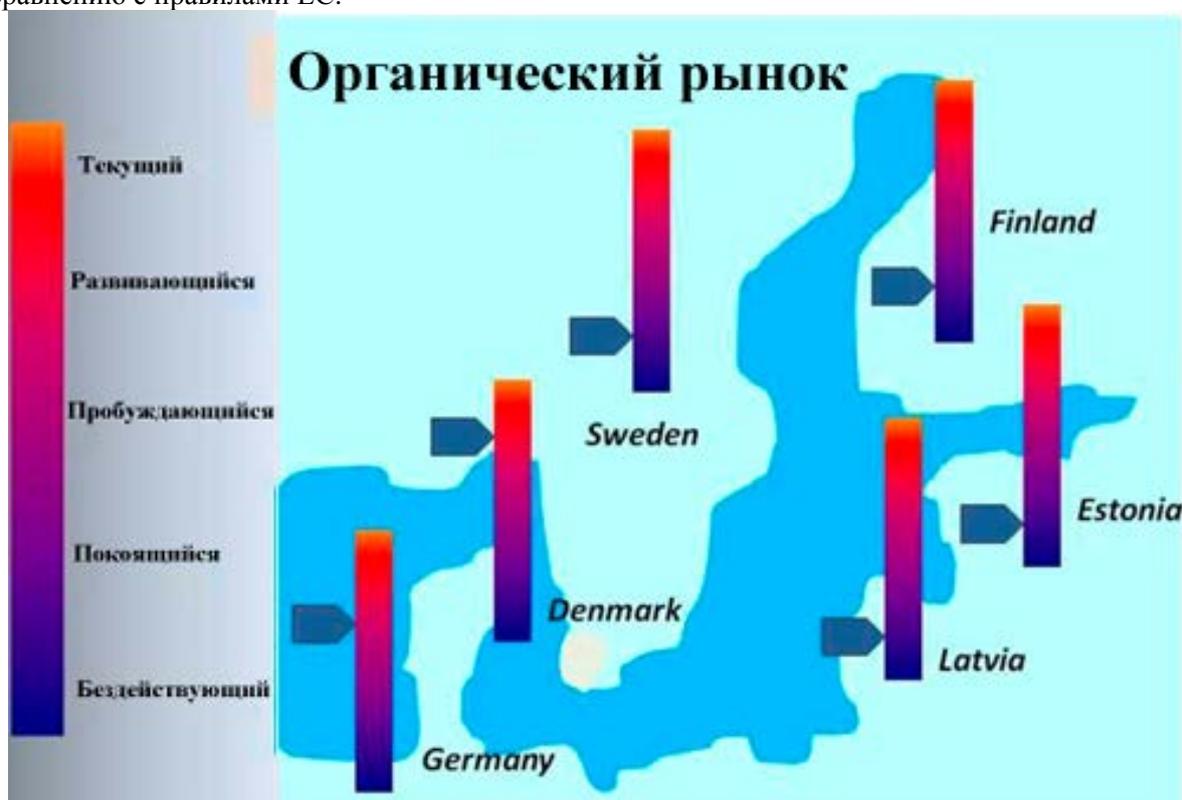


Рисунок 6.2 - График, иллюстрирующий текущий процентный показатель на рынке по органической рыбной продукции

#### 6.2.3.4 Эко-сертификация

Страны во всем РБМ имеют различные альтернативные подходы в отношении применения схем эко-маркировки для аквакультуры. Германия и Швеция имеют национальные системы маркировки для аквакультуры; другие страны, которые не имеют собственных схем, могут выбрать одну из международных систем. В этом случае наиболее релевантными частными схемами являются Совет по Морепродуктам Аквакультуры (СМА), Глобальный альянс аквакультуры (ГАА) или Глобальная Стандарт аквакультуры G.A.P.. Также экологическая система «Светофор» (traffic light) Всемирного фонда дикой природы (WWF) является подходящей альтернативой для сертификации аквакультуры.

Статус эко-маркировки пойманной рыбы отличается в разных странах и рынки развиваются по-разному (рисунок 6.3). В восточных странах, например, в Эстонии или Латвии рынки растут, но

остаются маргинальными, в Финляндии продукты привлекают больше внимания, и в Швеции, Дании или Германии состояние эко-сертификации рыбной продукции является стабильным. Движущей силой в изменении рынка является сектор розничной торговли, в котором отдается предпочтение экологически сертифицированной продукции, особенно Морского попечительского совета.

Критерии схемы маркировки производства попечительского совета аквакультуры (ASC) была только что представлена и в скором времени будет применяться в Германии и Дании. Организация датского рыбного фермерства принимает активное участие в разработке критериев ASC (Thomsen 2013). Из-за деятельности и давления неправительственных организаций (НПО) в этих странах, предприятия розничной торговли и супермаркеты становятся строже в поиске продуктов аквакультуры.

В Швеции спрос на экомаркированную продукцию аквакультуры растет и также растет количество доступных сертифицированных видов. Шведская национальная система экологической маркировки (KRAV) включает в себя сертифицированные импортные виды продукции, такие как, тилапия, пангасиус и лосось. Ситуация на рынке шведской продукции аквакультуры является сложной. Существует спрос на рыбу с эко-этикетками, но шведские фермеры не заинтересованы в производстве сертифицированной рыбы, потому что схема маркировки считается слишком дорогой и, в результате предложение превышает спрос. В Финляндии, количество эко-маркированных продуктов небольшое, но полагается, что подобные движущие силы в конечном итоге займут место в продукции аквакультуры, как это происходит с рыбной продукцией. В Финляндии нет экологической маркировки отечественного производства, и производители не имеют планов по сертификации.

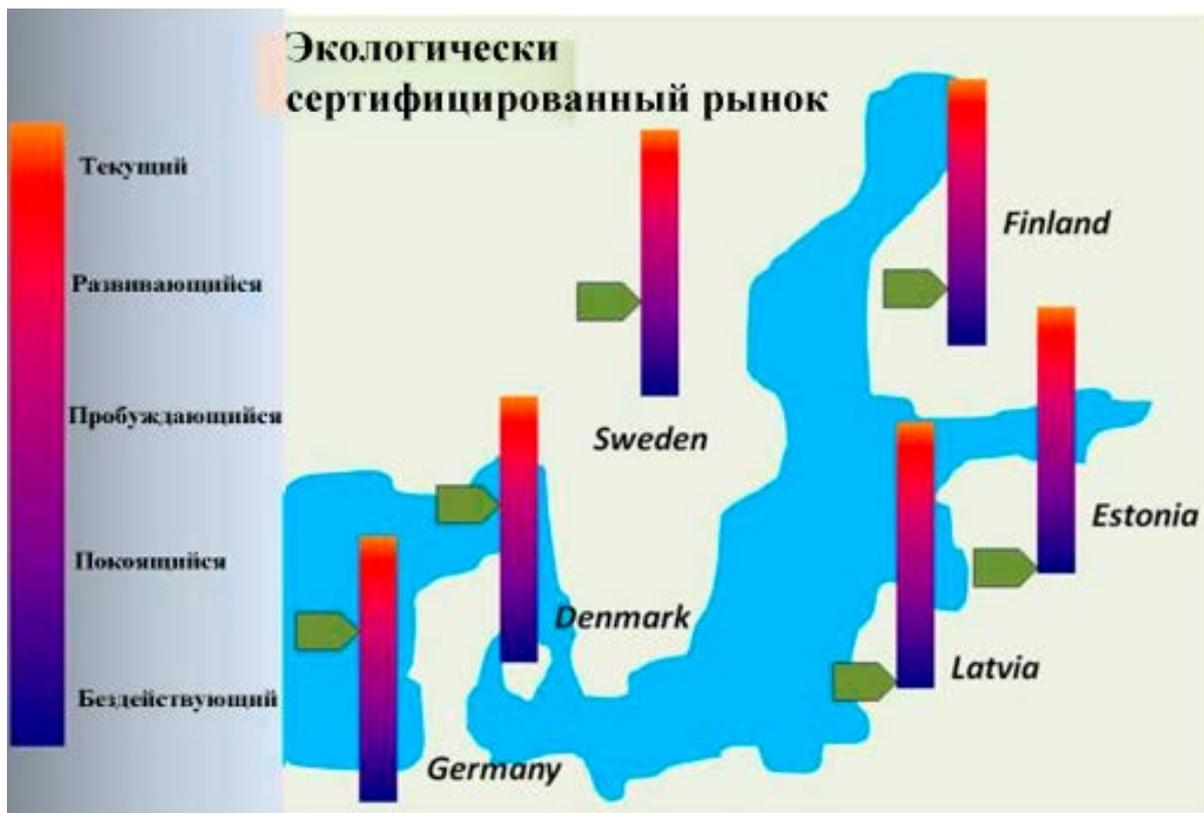


Рисунок 6.3 График, иллюстрирующий текущий процентный показатель по экологически сертифицированной рыбной продукции.

### 6.3 Поиск тройного выигрыша в сертификации аквакультуры РБМ

#### 6.3.1 Введение

В этой главе представлен обзор экономической мотивации сертификации и попытки изложить основные вопросы, касающиеся потенциальных сертификатов для аквакультуры РБМ. В частности, в пер-

вом разделе обсуждается экономика сертификации и обзоры двух недавно опубликованных научных статей по сертификации аквакультуры. Второй раздел переходит к обсуждению в РБМ и направлен на выявление тем и вопросов, относящихся к этой географической зоне по отношению к внедрению новых систем сертификации и маркировки. В заключительном разделе выявляются ключевые атрибуты беспроектной этикетки РБМ. Большая часть материала, представленного в этой главе, основана на выступлении одного из авторов на семинаре АКВАБЕСТ в Таллинне в феврале, а также на последующей групповой дискуссии.

### 6.3.2 Экономические предпосылки и обзор литературы

#### 6.3.2.1 Сертификация и асимметрия информации

Схемы сертификации аквакультуры еще не широко используются в регионе Балтийского моря. Однако в других частях мира, ситуация совсем другая. Например, в 2011 году, канадские исследователи протестировали более 20 различных эко-этикеток, используемых в секторе аквакультуры морских рыб (Volpe et al., 2011). Морское рыбное производство представляет только около 7% мирового объема производства аквакультуры, что иллюстрирует огромное количество эко-этикеток, которые уже существуют на рынке сертификации. Совет министров стран Скандинавии проверил семь схем ответственности, применимых для аквакультуры в странах Северной Европы (Nordic Council of Ministers 2008). Эта ситуация потенциально сложная как для аквакультуры, так и для потребителей. Избыточное количество часто используемых эко-маркировок и сертификатов имеет потенциал, чтобы привести к «маркировочному шуму», который может уменьшить общую эффективность схем (OECD 2011). Экономическая мотивация для сертификации аквакультуры исходит из концепции информационной асимметрии. Как показано в таблице 6.1, атрибуты продукции аквакультуры могут быть сгруппированы по трем различным типам: поиск, опыт и доверие. Атрибуты поиска очевидны перед покупкой и включают легко наблюдаемые характеристики, такие как цена и внешний вид. Атрибуты опыта являются очевидными только после покупки и потребления, и включают в себя такие характеристики, как вкус и свежесть.

Для сравнения, атрибут доверия, такой как устойчивость производства продукта аквакультуры никогда не может быть полностью установлен потребителями. С экономической точки зрения, информационная асимметрия между производителем и потребителем согласно этому последнему атрибуту особенно велика. Один из потенциальных способов облегчить эту информацию - ввести систему сертификации, которая оценивает устойчивость производства и дает информацию об устойчивости продукта.

Тем не менее, введение системы сертификации заменяет информационную проблему по определенному атрибуту доверия продукту с новой проблемой оценки и понимания особенностей и принципа работы самой схемы. С этой точки зрения легко понять, почему «маркировочный шум» является потенциально опасным, и поэтому имеет смысл инвестировать в исследования проблемы, которые являются актуальными с точки зрения РБМ, когда рассматривается вопрос о разработке новых схем сертификации для этого географического района.

Таблица 6.1 - Схемы сертификации, которые могут смягчить информационную асимметрию

Атрибуты поиска	Атрибуты опыта	Атрибуты доверия
Атрибуты очевидные перед покупкой	Атрибуты очевидные перед использованием	Атрибуты не очевидные даже после использования
Цена	Вкус	Экологическая устойчивость
Внешний вид	Свежесть	

#### 6.3.2.2 Экономические последствия с точки зрения различных заинтересованных сторон

При рассмотрении вопроса о введении и реализации новой добровольной сертификации, кажется очевидным, что только схемы, которые являются выгодными для всех соответствующих заинтересованных сторон, будут в состоянии добиться успеха на рынке. С точки зрения государственных схем по сертификации, ситуация разнится, так как правительство может использовать свою регулирую-

щую силу для установки схем сертификации, которые не обязательно могут иметь непосредственную выгоду для всех заинтересованных сторон.

Что касается добровольных схем, по меньшей мере, следующие заинтересованные стороны играют определенную роль в инициировании и поддержке схем сертификации: производители аквакультуры, перерабатывающие предприятия, розничные торговцы, потребители и индустрия сертификации/маркировки. Экономическое обоснование инвестирования и поддержки схем должно быть выгодно с точки зрения всех этих ключевых заинтересованных сторон.

Рисунок 6.4 представляет обзор интересов различных заинтересованных сторон в области аквакультуры и сертификации промышленности. Поскольку интересы различных заинтересованных групп существенно различаются, становится очевидным, что успешная добровольная сертификация должна выполняться при очень сложном наборе критериев для того, чтобы удовлетворить потребности всех соответствующих заинтересованных групп и широко адаптировать их на рынке.

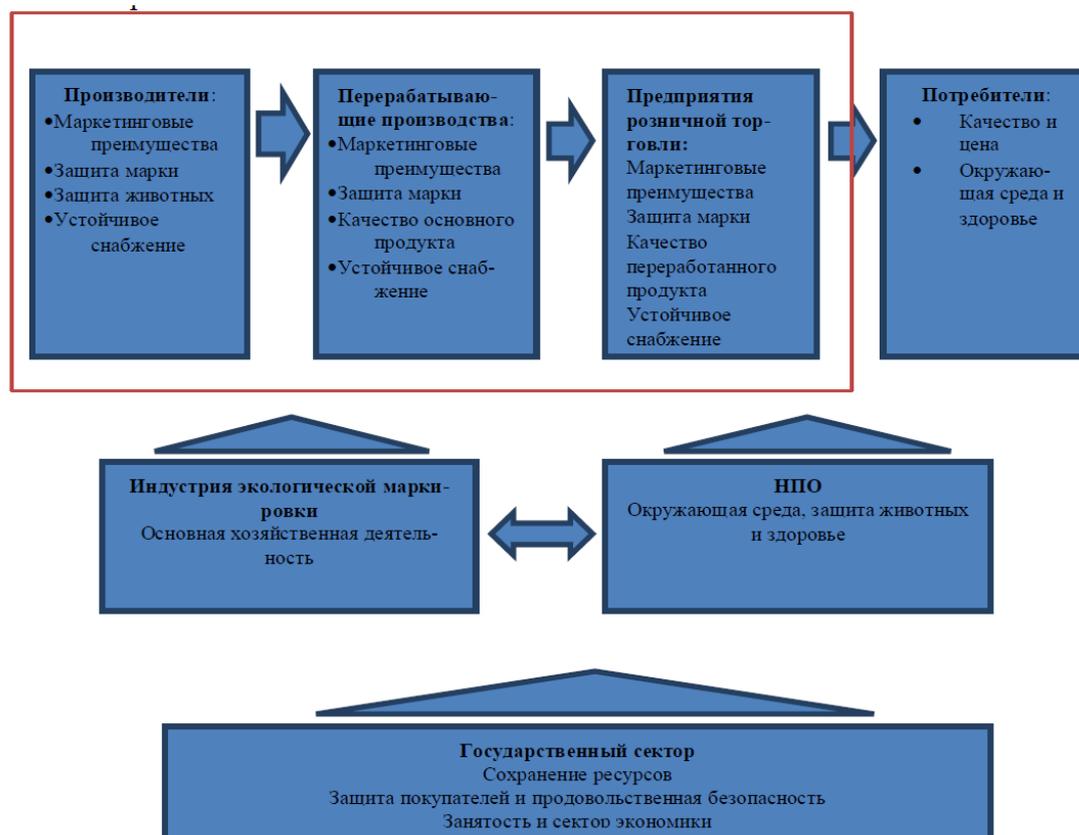


Рисунок 6.4 - Анализ заинтересованных кругов

### 6.3.2.3 Современная литература

Несмотря на то, что индустрия сертификации аквакультуры существовала в течение многих лет, до сих пор было относительно мало эмпирических или теоретических исследований о влиянии существующих схем сертификации. В этом разделе мы рассмотрим две недавние работы на эту тему. Первая написана Roheim et al. (2011). Она является основополагающей в том, что это первое исследование, которое эмпирически исследует и определяет ценовую премию, под воздействием эко-маркировки для определенного вида морской продукции. Второе исследование провел Plusty (2012). Оно содержит теоретическую модель экологических улучшений, к которым приводит экологическая маркировка морепродуктов. Эта модель является потенциально полезной для тех, кто приближает практическую задачу для определения конкретных критериев, которые будут использоваться в конкретной схеме сертификации аквакультуры РБМ.

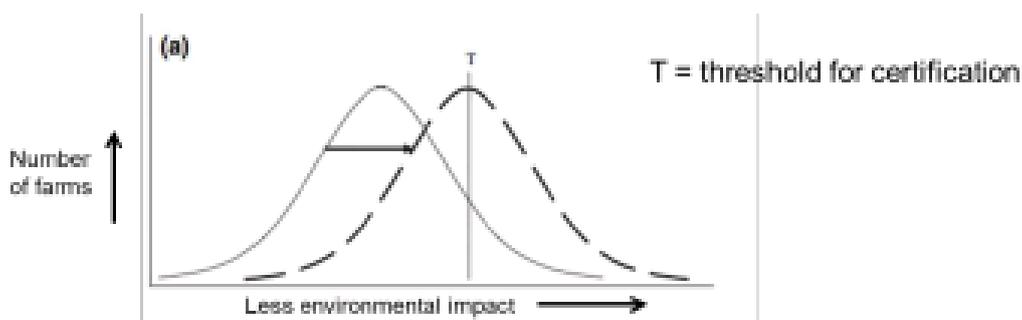
Roheim et al. (2011) эмпирически исследует, увеличивает ли цену экологическая маркировка морепродуктов по сравнению с немаркированными продуктами. Может показаться удивительным, что это исследование не было проведено раньше, но предыдущие исследования, сосредотачивались на рыночных исследованиях потребительских предпочтений и гипотетической готовности потребителей платить больше за маркированные морепродукты. Вопрос о том, действительно ли наблюдаемая прибавленная стоимость кажется оправданной, поскольку, например, Gulbrandsen (2006) утверждал, что эко-маркировки для лесного хозяйства и рыболовства были созданы в результате давления со стороны экологических групп потребительских корпораций, а не в ответ на реальный потребительский спрос.

В своем эмпирическом исследовании, Roheim et al. (2011) изучил ценовую прибавленную стоимость Морского попечительского совета (MSC), который сертифицировал замороженного минтая на основе набора данных анализа супермаркетов Лондона, собранных в 2007-2008 гг. Они сообщают, что сертифицированный минтай, имеет 14%-ную надбавку в цене по сравнению с несертифицированной продукцией после учета других соответствующих факторов.

Несмотря на то, что Roheim сообщил о значительной ценовой надбавке на сертифицированную продукцию, несколько вопросов без ответов остаются открытыми для дальнейших исследований. Во-первых, несмотря на то, что результаты указывают на то, что сертифицированные продукты имеют наблюдаемую ценовую надбавку, доказательства можно использовать только для этого эмпирического исследования. Во-вторых, неясно, переходит ли надбавка с розничного уровня к перерабатывающим предприятиям и в конечном счете к производителям и действительно ли надбавка является достаточно большой, чтобы компенсировать связанные инвестиции на устойчивость и расходы на сертификацию от всех сторон. Следует также отметить, что это исследование касается сертифицированных продуктов рыболовства: нет никаких эмпирических исследований относительно ценовой надбавки сертифицированной продукции аквакультуры.

Во второй работе, Plusty подходит к вопросу о влиянии эко-сертификации на окружающую среду. Он рассматривает прошлую литературу и приходит к выводу, что предыдущие исследования и доказательства по этому вопросу ограничены, возможно, потому, сертификация аквакультуры существует в широком масштабе только в течение десятилетия. В своей работе Plusty формулирует теоретическую модель влияния программ сертификации морепродуктов.

Ключевой вывод из его модели состоит в том, что значения производительности успешной схемы должны быть структурированы на основе (1) распределения производительности предварительной сертификации оцениваемых критериев/метрик и (2) вероятность улучшения состояния окружающей среды отдельных производителей в отношении этого критерия. Это иллюстрируется графиками на рисунке 6.5. На верхнем графике (а) показан традиционный подход к экологической сертификации, где введение порога сертификации предполагает распределение воздействия на окружающую среду поворачивая налево, то есть к снижению общесистемного уровня воздействия на окружающую среду. Тем не менее, Plusty утверждает, что график (б) является более точным описанием влияния введения пороговых значений  $T$ : только те отдельные производители, которые являются достаточно близкими к  $T$  будут иметь экономический стимул, чтобы изменить свое поведение, чтобы превосходить требования, установленные в ранее и, таким образом, получить право на сертификат. Plusty назвал это явление как «тянущим» эффектом порога.



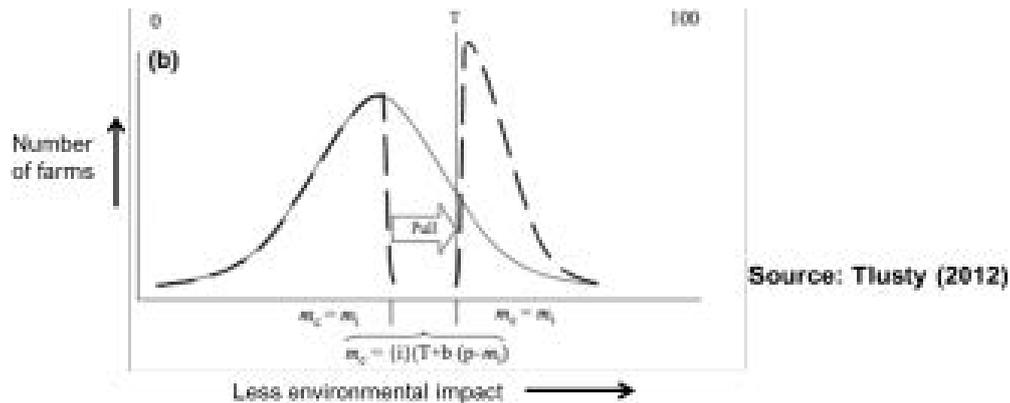


Рисунок 6.5 - Воздействие на окружающую среду эко-маркировки по Tlusty (2012)

Примечание к рисунку: *Threshold for certification-пороговый уровень сертификации, Number of farms-количество хозяйств, Less environmental impact-меньшее воздействия на окружающую среду*

Политическое значение работы Tlusty состоит в том, что она подчеркивает важность понимания распределения воздействия предварительной сертификации на окружающую среду в соответствии с сертификацией и экономическими динамиками, регулирующими возможность, чтобы превзойти предложенный порог. Только знание этих двух факторов позволит создателям сертификационной схемы установить предельные значения производительности на оптимальном уровне.

### 6.3.3 Устойчивое развитие и специфические вопросы аквакультуры РБМ

Для оценки способов, посредством которых конкретная схема сертификации аквакультуры РБМ может повысить ценность отрасли, одной из потенциальных отправных точек является структура основных направлений, используемых в руководящих принципах Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН для сертификации аквакультуры. Таблица 6.2 показывает четыре основных направления руководящих принципов ФАО и соответствующих механизмов маркировки, которые потенциально могут быть использованы для увеличения стоимости каждого из них.

При рассмотрении различных механизмов сертификации (органическое производство, эко-этикетки, и местные продовольственные сертификаты) важно понимать, что они способствуют очень разным целям и интересам и потенциально даже находятся в конфликте друг с другом. Например, вовсе не очевидно, что цели органического производства и цели эко-маркировки параллельны друг с другом.

Таблица 6.2 - Выявление потенциала для беспроблемной этикетки РБМ

Руководящие принципы ФАО, минимальные требования приоритетные в области	Потенциальные механизмы для надбавки сертификации на основе добровольной сертификации
1. Здоровье и благополучие животных	Органическое производство
2. Безопасность пищевых продуктов	Органическое производство Сертификаты по охране окружающей среды (эко-маркировка)
3. Экологическая целостность	Сертификаты по охране окружающей среды (эко-маркировка)
4. Социально-экономические аспекты	Местные продовольственные сертификаты

Следует также отметить, что из различных возможных механизмов сертификации, органическое производство регулируется законом ЕС и, следовательно, формируется жесткая точка зрения относительно конкретных потребностей региона Балтийского моря. Органическое производство в целом регулируется Постановлением Совета (ЕС) № 834/2007 об органическом производстве и маркировке органических продуктов. Конкретные правила производства аквакультуры изложены в Постановлении Совета (ЕС) № 888/2008. Первый из упомянутых был изменен Постановлением Совета (ЕС) № 710/2009, который устанавливает особые правила о происхождении животных аквакультуры (раздел

2), практик хозяйства (раздел 3), разведение (раздел 4), корма (раздел 5) и профилактика заболеваний и ветеринарное лечение (раздел 7).

#### **6.3.4 Предварительная оценка тройного выигрыша РБМ**

На основе обсуждений семинара, состоявшихся в ходе встречи WP3 в Таллине 6-7 февраля 2013 г, по крайней мере, следующие вопросы были определены как темы, которые следует учитывать при внедрении новых систем сертификации аквакультуры в области РБМ.

Во-первых, успешный сертификат должен пройти требования, которые превосходят требования законодательства. В среде РБМ, кажется, что в центре внимания должна быть как экологическая целостность, так и другие вопросы, касающиеся, например, защиты животных, безопасности пищевых продуктов и социально-экономические аспекты, которые уже относительно хорошо охвачены существующими национальными законами стран зоны РБМ. В других странах с производством аквакультуры совершенно другая ситуация, где правовые системы могут быть менее развиты в силу исторических и экономических причин. В этом смысле, было бы целесообразно рассматривать, что в некоторых случаях было бы достаточно просто сертифицировать продукцию из региона РБМ, то есть ввести этикетку происхождения РБМ/местного происхождения, которая включала бы любые существенные требования по сертификации.

Второй вопрос, который должен быть рассмотрен, это вопрос о максимизации эффекта «притягивания» параметров сертификатов. Эта идея основана на исследовании автора Plusty (2012), который показал, что эффективные пороги должны быть основаны на фактических знаниях о воздействии распределения предварительной сертификации на окружающую среду, а также на способностях производителей и стимулах для инвестиций, чтобы превысить порог после его установления. Кроме того, работа Plusty косвенно указывает, что несколько сертификатов (например, органические и местные, и эко-этикетки), не обязательно вызывают проблемы, пока потребитель находится в заблуждении и проблема «шума» этикетки может быть смягчена.

Третий вопрос, связанный с целостностью окружающей среды РБМ, это ликвидация пищевой цепочки. Если и когда вводятся механизмы компенсации нагрузки по биогенным веществам на основе, например, использования корма в Балтийском море, то становится актуальным включить эти свойства в схемы сертификации РБМ.

Четвертым и важным вопросом является положение мелких производителей по отношению к отрасли сертификации. Вполне возможно, что в среднесрочной и долгосрочной перспективе сертификация может стать входным барьером к некоторым рынкам, или даже стать необходимым условием для получения финансирования от инвесторов. В этом случае предметом тщательной проверки может стать стоимость сертификации (бизнес-модели) различных схем, и, например, целью для внедрения схем, где стоимость сертификации соизмерима с производственной мощностью в целях удовлетворения мелких производителей.

#### **6.4 Заключительные замечания**

Для потребителей, эко-сертификаты обеспечивают простой способ получить информацию об устойчивости и других атрибутах доверия продукта. В аквакультуре, эти типы схем сертификации еще не широко используются в регионе Балтийского моря, но общая тенденция такова, что их популярность, вероятно, увеличится в ближайшем будущем.

Сертификация рыбы происходит из необходимости сохранения устойчивого использования общего ресурса: промыслового запаса рыбы и рыбного промысла. Сертификация аквакультуры развилась позже и по разным причинам. Социальные и культурные аспекты являются важными элементами в концепции местной еды. Аквакультура является молодой отраслью в РБМ. Искусственно выращенная рыба не воспринимается в качестве пищи с длительными местными традициями и, таким образом, не была в числе первых продуктов питания. В отличие от большинства других схем, органическое производство регулируется законом ЕС. Поэтому неправильно формировать точку зрения о конкретных региональных потребностях. Критерии для органических источников семян и кормов вызывают сомнения в перспективах органической аквакультуры истораживают производителей.

Фактические экологические преимущества эко-этикеток в строго регулируемом западном мире являются несколько спорными. Заинтересованные стороны имеют разные мотивы для пропаганды эко-

маркировки. Розничная торговля, двигатель прогресса, видит большое разнообразие эко-маркированных товаров в рамках экологического представления сети магазинов. Соответствующие государственные эко-сертификаты, как цветок ЕС или Скандинавский Лебедь пока не используются. Тем не менее, последний начинает оказывать влияние косвенно, требуя наличие эко-маркированной рыбы в гостиницах и ресторанах, которые имеют сертификат с Лебедем. При правильном использовании системы добровольной ответственности можно также расширить и диверсифицировать область аквакультуры Балтийского моря и укрепить ее конкурентоспособность. Тем не менее, движущие силы маркировки являются чем-то другим, чем повышение экологической эффективности региональной аквакультуры, результат может быть серьезным для промышленности. Ответственная политика и маркетинговые стратегии требуются от всех заинтересованных сторон, чтобы избежать отрицательных результатов.

### 6.5. Список использованных источников

- FAO 2011. Private standards and certification in fisheries and aquaculture. FAO Fisheries and aquaculture technical paper No. 553. Rome.
- FiBL 2012. Entwicklung von Kriterien für ein bundesweites Regionalsiegel. FiBL Deutschland e.V. und MGH GUTES AUS HESSEN GmbH
- Gulbrandsen, L., 2006: Creating markets for eco-labelling: are consumers insignificant? *International Journal of Consumer Studies*, 30(5), 477–489
- Håkansson, N. 2012. Certifiering – Hållbar fiskodling. Institutionen för geovetenskap, Uppsala Uni-versitet (examensarbete, 22 pages)
- Nordic Council of Ministers 2008. Ecolabels in the Nordic Fisheries and Aquaculture Industry. *Te-maNord* 2008:577.
- Roheim C.A. (2008) The economics of eco-labelling. In Ward T. & B Ward (eds.), *Seafood Eco-labelling*, (pp. 38-57). Blackwell, Oxford.
- Roheim, C. et al., 2011: The Elusive Price Premium for Ecolabelled Products: Evidence from Sea-food in the UK Market. *Journal of Agricultural Economics*, 62(3), 655–668
- Nordic Ecolabelling 2012. Nordic Ecolabelled hotels, restaurants and conference facilities - Back-ground to ecolabelling 072/Draft of version 4.0 for consultation, 30 November 2012
- Nordic Ecolabelling 2013. Nordic Ecolabelled Bakeries and Bread, Background to ecolabelling Con-sultation document Product group 082, 2 January 2013
- Oakdene Hollins 2011. EU Ecolabel for food and feed products –feasibility study (ENV.C.1/ETU/2010/0025). A report for DG Environment, European Commission. File refer-ence number: EC—03 251 v2.docx
- OECD 2011. Fisheries and Aquaculture Certification, OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264119680-en>
- Thomsen, B. 2013. Implementation of ASC in Denmark. Presentation in Aquabest-seminar —To-wards Smart and Incentive Governance Policy in the Baltic Sea Region Aquaculturel February 6th – 7th, 2013, Tallinn, Estonia, <http://www.aquabestproject.eu/extranet/wp-3-working-papers/wp3-meeting-tallinn-6-722013.aspx>
- Thlusty, M., 2012: Environmental improvement of seafood through certification and ecolabelling: theory and analysis, *Fish and Fisheries*, 13, 1-13
- Volpe, J.P., J. Gee, M. Beck, V. Ethier, 2011. How Green Is Your Eco-label? Comparing the Envi-ronmental Benefits of Marine Aquaculture Stand-ards. University of Victoria, Victoria, British Co-lumbia, Canada.

## **7. УСТАНОВЛЕННЫЙ ПОРЯДОК ПОЛУЧЕНИЯ РАЗРЕШЕНИЯ НА СОЗДАНИЕ МОРСКИХ САДКОВЫХ ХОЗЯЙСТВ НА АЛАНДСКИХ ОСТРОВАХ И В ФИНЛЯНДИИ**

**Петра Гранхольм, Веса Лескинен**

Оригинал – Permitting practice for marine net cage farms on Eland and in Finland. Petra Granholm and Vesa Leskinen. Reports of Aquabest project 3/2013

[http://www.aquabestproject.eu/media/11580/aquabest\\_3\\_2013\\_report.pdf](http://www.aquabestproject.eu/media/11580/aquabest_3_2013_report.pdf)

### **7.1 История вопроса**

В качестве флагманского проекта в рамках Стратегии ЕС для региона Балтийского моря, проект Аквабест стремится выявить наилучший установленный порядок для аквакультуры в этом регионе. Устойчивая аквакультура рассматривается как потенциальный кандидат на преодоление разрыва между высоким уровнем потребления морепродуктов в ЕС и низким объемом уловов от рыболовства<sup>1</sup>. Именно поэтому данные причины застоя аквакультуры ЕС, начиная с 2000 годов, должны рассматриваться в предстоящий период финансирования ЕС на 2014-2020г.г. Через опрос заинтересованных сторон<sup>2</sup> и юридические анкетирования,<sup>3</sup> проект Аквабест уже в его предыдущих работах определил узкие места для расширения аквакультуры в РБМ. Основным препятствием является сложность правового регулирования и, в частности, процедура экологического разрешения. В следующем отчете будут представлены и проанализированы системы получения разрешений на материковой Финляндии и на Аландских островах. В качестве автономной части Финляндии, закон о сферах окружающей среды, водопользования и рыболовства принадлежат собственной правовой компетенции Аландских островов, и именно поэтому две системы в одной стране интересны с точки зрения сравнения. Так как и Финляндия и Аландские острова являются частью ЕС, законодательство по окружающей среде и рыболовству является в определенной степени согласованным. На момент написания статьи, государства-члены ЕС работают над новыми оперативными программами для Европейского Морского и Рыболовного фонда (EMFF). Аландские острова разрабатывают программу, которая будет включена в финскую оперативную программу. В качестве прогнозируемого состояния для Фонда, государства-члены этого фонда должны также разработать национальные стратегии по аквакультуре. В целях оказания помощи государствам-членам в этой работе, Комиссия выпустила «Стратегические принципы для устойчивого развития ЕС аквакультуры»<sup>4</sup> в апреле 2013 года. Стратегические принципы содействуют государствам-членам для упрощения административного бремени и сокращения времени лицензирования. Для того чтобы быть в состоянии сделать это, информация о порядке действий и приложения должны быть собраны к концу 2013 года. Одновременно с выходными данными Аквабест, эта работа способствует сбору информации о лицензировании и настраивается на поиски причин стагнации производства рыбной аквакультуры в Финляндии, которая освещается в следующем разделе.

В качестве ограничения, исследование обязуется рассмотреть только экологические разрешения морских хозяйств из сетчатых садков в Финляндии и на Аландских островах, так как они являются доминирующим типом производства для Финляндской и Аландской аквакультуры.

#### **7.1.1 Производство Финской аквакультуры**

Аквакультура существует в Финляндии и на Аландских островах, начиная с конца 70-х годов, и XX ст. преобладает выращиванием в открытых морских садках. Радужная форель является наиболее культивируемым видом, но в последние годы также Европейский сиг и морская форель культивировались в меньшей степени.

В 2012 году Финляндия характеризовалась 482 производственными предприятиями аквакультуры, из которых 178 специализируется на производстве товарной рыбы, 105 в производстве рыбопосадочного материала и 205 прудов основанных на выращивании рыбы за счет естественной кормовой базы.<sup>5</sup> Из всех производственных пищевых предприятий, около двух третей производственных подразделений расположены в море и только около одной трети в находятся в пресноводных водоемах.

Наиболее важным продуктом в 2012 году была радужная форель с общим объемом производства почти 11275 тонн, что составляет более 89 % от общего объема производства и 81% общей стоимости производства. Вторым по значению от радужной форели является европейский сиг, который составляет почти 10% от общего объема производства и 17% стоимости продукции.

В 2012 году общий объем производства финской аквакультуры составлял 12659 тонн на общую сумму 44,6 млн евро (рисунок 7.1). В этом году производство Аландских островов составляло 55% (5715 тонн) от общего объема производства Финляндии (10448 тонн) рыбы для потребления человеком из морепродуктов. Если также включается внутреннее производство, то на производство Аландских островов приходится около 45% от общего финского производства.<sup>6</sup>

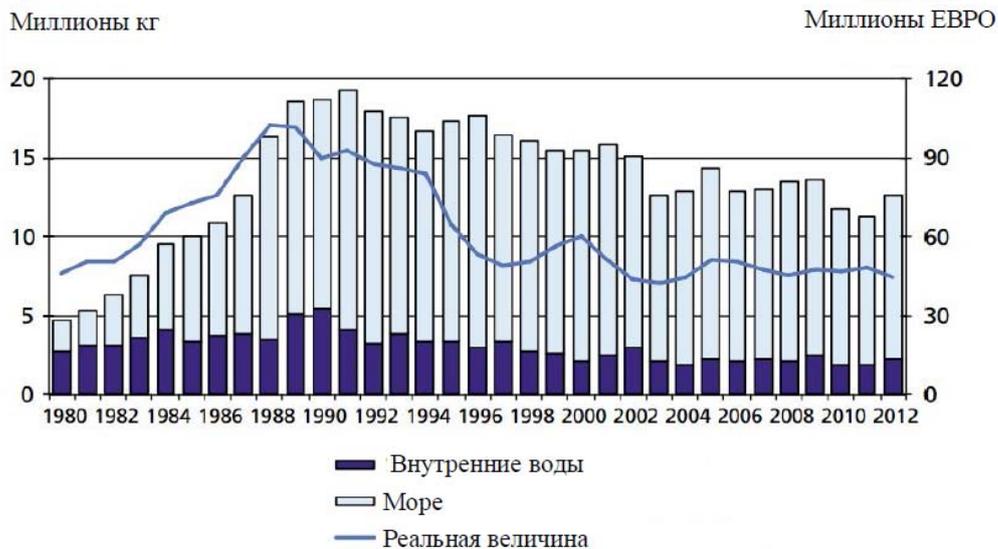


Рисунок 7.1. Производство продуктов питания из рыбы (неразделанной рыбы) и его значение в 1980-2012, при уровне цен 2012 года (скорректированной на индекс потребительских цен). Источник: Official Statistics of Finland 5/2013, Научно-исследовательский институт охоты и рыболовства Финляндии

### 7.1.2 Краткая история

В начале зарождения Финской и Аландской аквакультуры, пионеры аквакультуры в основном использовали нарезанную салаку в качестве корма для рыб, а это означает, что общая нагрузка на Балтийское море в целом была отрицательной. Поскольку хозяйства часто были в мелких и закрытых бухтах из-за технологических ограничений, местные воздействия на осадочные образования и сами окрестности были вредны. В течение 80-х годов, некоторые фермеры вложили средства в системы для подготовки влажных или полувлажных кормов. Эти корма характеризовались содержанием сельди 40-80% в зависимости от оборудования. Ближе к 1989-1990 г.г., интерес со стороны меховой промышленности в кормах на основе сельди вырос, поскольку сельдь была дешевой. В то же время, запрет на использование нарезанной сельди был введен в результате негативных местных экологических последствий. Кроме того, в 1993-1994 годах в рыбном корме с сельдью было обнаружено повышенное содержание диоксина, и сухие корма стали более конкурентоспособными. Еще одна причина для нового первенства сухого корма состояла в запрете на использование неприготовленной рыбы для кормов в прибрежной зоне, поскольку был риск распространения вируса рыб VHS.<sup>7</sup> В качестве основного состава питательных веществ в промышленном сухом корме считается рыбная мука и зерновые культуры, произрастающие за пределами района Балтийского моря. Аквакультура Балтийского моря в настоящее время выступает за чистый вклад в нагрузку по биогенным веществам. В ответ на это, экологическое регулирование становится более строгим как на Аландских островах, так и в Финляндии, и создание новых открытых морских садков становятся практически невозможными, если не предпринимаются никакие меры по компенсации или сокращению выбросов биогенных веществ.

При усовершенствованном законодательстве рыбные хозяйства на Аландских островах переехали в более пригодные места с большими глубинами и циркуляцией воды.

## 7.2 Разрешения, необходимые для аквакультуры

Для аквакультуры как в Финляндии, так и на Аландских островах, самым главным разрешением является экологическое разрешение. Другие возможные требования в целях установления или возобновления лицензии для рыбоводческого хозяйства может включать разрешения на строительство и требования по локализации или оценке воздействия на окружающую среду. Анализ в настоящем отчете ограничивается только экологическими разрешениями, вот почему другие требования только кратко описываются в этой главе.

### 7.2.1 Экологическое разрешение

В Финляндии аквакультура регулируется законодательством по защите окружающей среды. Закон о Охране окружающей среды требует экологического разрешения для всех видов деятельности, которая представляют угрозу загрязнения окружающей среды. Виды деятельности, подлежащие разрешению, подробно описаны в Декрете по охране окружающей среды.<sup>9</sup> В соответствии с пунктом 10 раздела 1 этого Декрета, экологическое разрешение требуется для рыбоводческих хозяйств или рыбозаводов при

1. ежегодном потреблении не менее 2000 кг сухого корма или эквивалентной суммы питательных веществ других кормов;
2. ежегодный прирост (пролиферация) рыбы, по крайней мере, 2000 килограммов;
3. природные кормовые водоемы или группы водоемов не менее 20 гектаров по площади.

Это требование означает, что на практике все соответствующие виды коммерческой деятельности по аквакультуре подлежат экологическому разрешению в Финляндии.

Финские экологические разрешения для аквакультуры обрабатываются и предоставляются государственными региональными административными органами (RSA). Имеется шесть RSA в общей сложности, но обработка природоохранных разрешений было централизовано до четырех органов: Региональное государственное административное представительство для Восточной Финляндии, Региональное государственное административное представительство для Западной и Внутренней Финляндии, Региональное государственное Административное представительство для Северной Финляндии, а также Региональное государственное административное представительство для южной Финляндии. На Аландских островах, правовой основой для экологического разрешения считается Закон о охране окружающей среды Аландских островов<sup>10</sup> в сочетании с Законом о водопользовании Аландских островов.<sup>11</sup> В соответствии с этими законами, виды деятельности, влекущие выброс эвтрофицирующих веществ непосредственно в поверхностные воды подлежат экологическому разрешению, в том числе рыбоводческие хозяйства, производящие более 20 тонн рыбы в год - этот порог выражается только в виде предела в производстве, а не в количестве корма. Для рыбоводческих хозяйств, производящих более 1 тонны, разрешение не требуется, а только проведение так называемой экологической инспекции.<sup>12</sup> Подобно континентальному законодательству, рыбоводческие хозяйства сегодня в значительной степени менее этих порогов и большинство хозяйств на Аландских островах сегодня подпадают под разрешительные обязательства. Также изменение или расширение деятельности, предварительно подлежащих разрешению должно пройти новую разрешительную процедуру - или, если изменение или расширение само по себе не подпадает под виды деятельности, требующие разрешения, для этого вызывается экологическая инспекция.<sup>13</sup>

С 2008 года Агентство по охране окружающей среды и охране здоровья на Аландских островах (АМНМ) обрабатывает заявки на экологические разрешения для аквакультуры на Аландских островах. Разрешения затем утверждаются Комиссией по утверждению из пяти членов.<sup>14</sup>

По всем материальным условиям разрешения в Финляндии имеются положения, содержащиеся в Законе о охране окружающей среды Финляндии. В соответствии с разделом 43 финского Закона, экологическое разрешение должно содержать необходимые правила на:

- 1) выбросы, предельные значения выбросов, предотвращение и ограничение выбросов, и локализацию места выбросов;
- 2) отходы и сокращение их количества и вредности;

- 3) определенные действия должны быть предприняты в случае нарушения или в других исключительных случаях;
- 4) меры, которые необходимо принять после прекращения операций, такие как рекультивация области и предотвращение выбросов;
- 5) иные меры по предотвращению, сокращению или оценке загрязнения, риск загрязнения и вредных последствий, причиняемых этим.

Кроме того, в случае непромышленной деятельности, такой как аквакультура, и если выше упомянутые положения не обеспечиваются, в связи с характером деятельности, предоставлении средств, для достаточного предотвращения или уменьшения вредных воздействий на окружающую среду, соответствующий орган может выдать необходимые правила, касающиеся объема производства, содержания корма или энергопотребления в разрешении.

Условия экологических разрешений для рыбоводства на Аландских островах предусмотрены на основании Закона по охране окружающей среды Аландских островов и Закона о водопользовании. Они очень похожи на такой же Закон по охране окружающей среды Финляндии,<sup>15</sup> которые являются естественными, так как положения вытекают из Директивы ЕС IPPC касательно комплексного предотвращения загрязнения и контроля.<sup>16</sup> Разделы в Аландских законах содержат инструкции и условия для того, чтобы предотвратить негативное воздействие на окружающую среду.

Подобно Финляндии, если возникнет такая необходимость ограничить производственные мощности, разрешительный орган Аландских островов имеет возможность сделать это, несмотря на перечисленные выше условия. Инструкции и условия не могут предписывать использование определенной технологии, но они могут быть более жесткими, чем положения о предельных пороговых значениях, нормы качества окружающей среды или указанные минимальные требования. Такие оговорки должны, если таковые имеются, быть более строгими, чем условия разрешения, принимаемые на рассмотрение, если они были выпущены после того, как было выдано разрешение.<sup>17</sup> Закон о водопользовании Аландских островов также призывает к «соответствующим мерам защиты».<sup>18</sup> Это определено как обязательство, чтобы использовать наилучшее технологическое решение, которое является экономически целесообразным. Такие соображения должны сбалансировать цену и преимущество, и в то же время принимать в расчет загрязненную воду и ее характеристики.

Другой, возможной, частью экологического разрешения на Аландских островах может быть положение о собственном управлении деятельностью владельца. Учет производственных выбросов, отходов и управление ликвидацией отходов, общее управление и воздействия на окружающую среду, в том числе состояние окружающей среды после проведенных операций, может быть частью такой программы управления. Программа управления отслеживает качество воды и морского дна вокруг рыбоводческих предприятий. Власти отслеживают соблюдение условий разрешения с помощью этой программы управления и посредством посещений / инспекций каждые два года.

Финский закон по охране окружающей среды (EPA) содержит аналогичные положения, касающиеся мониторинга и надзора за деятельностью, также как на Аландских островах. В соответствии с разделом 46 EPA, необходимые правила оперативного мониторинга деятельности, выбросов вследствие ее, управление воздействием и отходами должны быть выданы как составная часть разрешения. Для облегчения мониторинга, разрешение должно включать положения о методах измерения, частоту измерений, потенциальную другую информацию, которую владелец должен обеспечить, и точно также положение о том, как результаты мониторинга должны быть представлены на рассмотрение разрешительному органу. Кроме того, когда прописывается положение о мониторинге последствий деятельности на водах или морях, особое внимание должно быть уделено тому, что считается необходимым в соответствующем плане управления водными ресурсами. Разрешительный орган может также назначить нескольких владельцев разрешения, чтобы совместно контролировать последствия их деятельности (совместный надзор) или может утвердить участие в мониторинге, проводимого в регионе для того, чтобы осуществлять надзор деятельности.

### 7.2.2 Требования по локализации

В Финляндии оценка локализация для открытых морских садков основывается на общих положениях Закона по охране окружающей среды по подбору места одного из видов деятельности. Тем не менее, в национальной стратегии по аквакультуре 2015<sup>19</sup> Государственного совета Финляндии разработка

основных планов локализации (Фин. *si-jainninothjaussuunnitelmat*) для аквакультуры является одним из ключевых направлений работы. Разработка руководящих планов локализации координируется региональными центрами экономического развития, транспорта и окружающей среды, и как ожидается, будут завершены в течение 2013 года. Эти руководящие планы не являются обязательными по закону, но, как предполагается, будут служить в качестве полезного инструмента для обоих органов и индустрии аквакультуры для выявления экологически и социально подходящих мест для морских садковых хозяйств.

Общие положения о выборе местоположения деятельности изложены в разделе 6 финского Закона по охране окружающей среды (ЕРА). Эти положения являются утверждающими, что предприятия должны быть расположены таким образом, что они не будут вызывать или представлять опасность загрязнения, которые можно реально предотвратить. Более того, характер деятельности, вероятность происходящего загрязнения, риск несчастного случая, юридически обязательные планы землепользования, и точно также другие возможные места должны быть приняты во внимание при рассмотрении вопроса о локализации.

Для деятельности по аквакультуре на Аландских островах никаких конкретных планов землепользования не требуется в настоящее время. В общем, Закон о планировании и строительстве Аландских островов<sup>20</sup> не распространяется на акватории. Тем не менее, Закон о Водопользовании Аландских островов содержит требования по локализации. Хозяйство, загрязняющее воду (*Swe.vattenfarlig verksamhet*, например, рыбоводческое хозяйство) или установленные на воде предприятия (*Swe.vattenföretag*, таких как мидиевые фермы) не могут своевольно планировать, включая планы землепользования.<sup>21</sup> Кроме того, предприятие, опасное для воды (например, рыбоводческое хозяйство) может быть создано только в том месте, или в местах, где как можно меньше загрязнений вносится в водную среду и где имеются предпосылки или могут быть созданы без необоснованного увеличения стоимости.<sup>22</sup> В добавление к этому, владелец должен предпринять разумные защитные меры, чтобы избежать ухудшения водной среды.<sup>23</sup>

Уникальная, до сих пор для Аландских островов, часть законодательства, которая регулирует локализацию рыбоводческих хозяйств, представляет собой специальный Декрет о рыбоводческих хозяйствах Аландских островов,<sup>24</sup> изданный на основании Закона о водопользовании на Аландских островах.<sup>25</sup> Рыбоводческое хозяйство должно быть, в полном объеме, размещено в районе, который в соответствии с официальной морской картой, составляет не менее 10 м глубины, или, если годовое производство превышает 500 тонн, по крайней мере, 15 м глубины. Рыбоводческое хозяйство с ежегодным производством более 25 тонн может быть осуществлено только в месте, не менее 200 м вне «внутренних районов архипелага», указанных на карте, приложенной к Декрету. Эти районы имеют более низкий оборот воды. Кроме того, расположение должно иметь величину экспозиции (сумму диагоналей в проливах, ограничивающих акваторию, деленную на площадь поверхности, умноженную на 100) не менее 0,75, или величину экспозиции (количество девятиградусных секторов на расстоянии 2,5 км от рыбоводческого хозяйства, не достигающих земли) не менее 6. За исключением этих правил еще имеется зимнее время хранения рыбы между 15 октября и 15 мая<sup>26</sup>.

Декрет о рыбоводческих хозяйствах Аландских островов касается только видов радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*) и лосося (*Salmo Salar*). Кроме того, Закон о водопользовании Аландских островов содержит оговорку о отношении общественных и личных интересов. Операции опасные для водоемов и водных учреждений должны учитывать вопрос популяции рыбы и возможности для рыбной ловли, транспорта, возможностей для других видов деятельности в области, возможности для отдыха, природную красоту, культурные ценности и др.<sup>30</sup>

### 7.2.3 Разрешения на строительство и водопользование

В дополнение к экологическим разрешениям, аквакультурные хозяйства подлежат другим видам процессов выдачи разрешений в Финляндии. Двумя важными из них являются разрешение на строительство и разрешение на водопользование. Однако, поскольку в центре внимания настоящего отчета находятся экологические разрешения, эти другие два вида разрешений лишь кратко представлены здесь.

В Финляндии разрешение на строительство требуется для строительства здания. Разрешения на строительство регулируются в Законе о землепользовании и планировании и утверждаются надзорным

органом по строительству местного муниципалитета. Сетевые садки морских хозяйств не представляют собой здания, и, следовательно, садки сами по себе не требуют разрешения на строительство. Тем не менее, строительство сооружений, необходимых для поддержки хозяйства естественно потребует разрешений на строительство.

В Финляндии разрешение на водопользование необходимо для вида деятельности, которая изменяет или может изменить положение, глубину, уровень поверхности воды или расход воды или некоторые другие свойства водоема, также подлежат разрешению согласно требованиям Финского закона о водопользовании<sup>31</sup> (разрешения на водопользование). Поэтому физические садки морского садкового хозяйства, как правило, требуют разрешения на водопользование. Подобно экологическим разрешениям, разрешения на водопользование также обрабатываются и предоставляются государственными региональными административными представительствами. Заявление на разрешение, касающееся экологического разрешения и разрешения на водопользование должны обрабатываться вместе и включаться в одно решение до тех пор, пока это не будет представляться нецелесообразным по особой причине.

Что касается разрешений на строительство на Аландских островах, они не требуются для аквакультуры в целом, но представляет собой вопрос интерпретации. На Аландских островах в компетенции муниципалитетов выдавать разрешения на строительство для ряда сооружений, перечисленных в Законе о планировании и строительстве Аландских островов, гл. 13. Сооружение на воде, которое будет использоваться для мероприятий, включая бизнес операции в течение более двух месяцев, подлежит разрешению на строительство. Тем не менее, до сих пор, этот раздел был интерпретирован касательно только сооружений непосредственно связанных с землей, например, причал в гавани. Как указано выше, неясно, в какой степени закон о планировании и строительстве Аландских островов распространяется на акватории кроме гаваней.<sup>32</sup> В таких случаях закон о водопользовании Аландских островов должен рассматриваться совместно с законом о планировании и строительстве Аландских островов.

Законодательство Аландских островов не признает вид разрешения на водопользование, которое является необходимым в Финляндии.

#### 7.2.4 Оценка воздействия на окружающую среду

На Аландских островах был недавно пересмотрен Закон по оценке воздействия на окружающую среду<sup>33</sup> и Декрет по оценке воздействия на окружающую среду<sup>34</sup>, которые регулируют оценку воздействия на окружающую среду (ОВОС). Декрет ОВОС Аландских островов перечисляет решения, для которых ОВОС является необходимой в своем 2-м разделе. Этот процесс включает в себя примеры, указанные в Директиве Европейского Совета от 27 июня 1985 года по оценке воздействия определенных государственных и частных проектов на окружающую среду 85/337/ЕЕС. Здесь «разведение лосося» подлежит оценке государствами-членами. В общем, рыбоводческие хозяйства (или хозяйства по разведению мидий) на Аландских островах не подлежат ОВОС, а просто что-то оценивается и устанавливается для каждого рассматриваемого экологического разрешения. Тем не менее, Декрет по ОВОС предусматривает, что разрешительный орган рассматривает ОВОС как исходные данные для решения, если характер или степень воздействия на окружающую среду проекта сравнима с проектом, указанным для ОВОС. Это означает, что общее воздействие на окружающую среду от проекта, в том числе частей проекта уже просчитано полностью. Особую озабоченность вызывает характер проекта, его воздействие на окружающую среду и его локализация. Таким образом, порог для проекта аквакультуры на Аландских островах который подлежит ОВОС, является очень многообразным по усмотрению властей. Ни одно из экологических разрешений, выданных на рыбоводческие хозяйства на Аландских островах в период 2007-2013, не включает в себя ОВОС или запрос на таковой. Иногда, ОВОС или, по крайней мере, «экологическое описание» (Swe. miljöberättelse) были необходимы для рыбоводческих хозяйств в соответствии с прежним законодательством.

Наднациональная основа для законодательства по ОВОС точно такая же, как на материковой Финляндии. В Финляндии ОВОС контролируется определенной процедурой оценки из Закона о воздействии на окружающую среду (468/1994). В соответствии с разделом 4 Закона, ОВОС должна применяться для проектов, которые точно определены Декретом (декрет ОВОС 713/2006). Деятельность рыбоводческих хозяйств или по аквакультуре не определяется как таковая деятельность в декрете

ОВОС, так что поэтому основным правилом является то, что рыбоводческая деятельность не требует ОВОС. Однако второй подраздел раздела 4 Закона об ОВОС утверждает, что ОВОС является необходимым в особых обстоятельствах, где проект или изменение в проекте, также с учетом совокупного воздействия различных проектов, вероятно, будут оказывать значительное неблагоприятное экологическое воздействие, сопоставимое по типу и степени, с теми, которые указаны в Декрете по ОВОС. На практике применение этого исключения для рыбоводческих проектов, кажется, очень редким в Финляндии, и ни один из проектов или разрешений, анализируемых в данном отчете, не подлежали ОВОС.

### 7.3 Процесс получения экологического разрешения

В следующем эмпирическом разделе, образец 19 финских экологических разрешений анализируется для того, чтобы пролить свет на разрешительную практику для новых морских сетчатых садковых хозяйств в Финляндии. Проанализированные разрешения состоят из 4 заявок на получение разрешений для новых морских садковых хозяйств и 15 заявок на расширение производства на существующих морских садковых хозяйствах, представленных на рассмотрение в 2008-2012 годах. Заявки на расширение существующих хозяйств, как правило, (в 14 из 15 проанализированных приложений), представлены на рассмотрение совместно с обзором существующего разрешения.

Проанализированный образец из 19 разрешений выбран из набора данных, включая все приложения экологического разрешения для аквакультуры, поданных на рассмотрение в Финляндии в 2008-2012 годах. Этот полный набор данных содержит 180 разрешений и собранных вручную из оперативных архивов разрешительных органов исследователями на юридическом факультете Университета города Хельсинки. Полный набор данных, таким образом, должен, в соответствии с возможностью ошибок в процессе поиска, включать почти все заявки на получение разрешения, представленные в Финляндии в 2008-2012 годах.

Проанализированный образец из 19 финских хозяйств, выбран из полного набора данных на основе двух критериев: заявка на разрешение должна быть для совершенно нового морского сетчатого садкового хозяйства или на расширение производства на существующем морском сетчатом садковом хозяйстве. Основанием для этих двух критериев отбора образца является то, что позволяет нам сосредоточиться на разрешительной практике для нового морского садкового хозяйства определенной производительности, в то же время, сохраняя количество анализируемых разрешений на разумном уровне в интересах научно-исследовательских экономических аспектов.

Общее количество разрешений Аландских островов, включенных в данное исследование, также составило 19, которые включают в себя все экологические разрешения на аквакультуру в период с 2007 по 2013 год. Это включает в себя также хозяйства по получению посадочного материала лосося, переселения и слияния хозяйств, которые имели место после вступления в силу Декрета по рыбоводческим хозяйствам. Промежуток времени отличается от финского анализа, чтобы получить более крупную выборку. В анализе отклоненных заявлений, данные с 2002 по 2003 год были использованы для того, чтобы расширить выборку. Разрешения и заявки были получены авторами с сайта АМНМ и архивов Правительства Аландских островов и АМНМ, где они доступны для общественности. Большинство разрешений в период 2007-2013 годов с юридической точки зрения можно рассматривать как «новые» разрешения, но на самом деле это продление существующих разрешений. На момент написания, шесть заявок на получение разрешений были на рассмотрении АМНМ, из которых четыре являются заявками для расширенных производств. Все они, за исключением одной являются заявками для возобновления разрешений. Одна менее значащая заявка на экологическую инспекцию (хозяйство, производительностью менее 20 тонн в год) также находится в процессе рассмотрения. Все заявки на разрешения касаются хозяйств по разведению радужной форели, за исключением одной, которая касается сиговых.<sup>35</sup>

#### 7.3.1 Общая продолжительность процесса выдачи разрешений

Суммарные длительности процесса выдачи разрешений для анализируемых четырех финских заявок на новые морские сетчатые садковые хозяйства составили 13, 15, 22 и 29 месяцев, что предполагает среднюю продолжительность порядка 20 месяцев. Средняя общая продолжительность 15 заявок на расширение существующих хозяйств составила 16 месяцев (минимальная продолжительность со-

ставляет 10 и максимальная продолжительность около 33 месяцев), которая немного короче, чем для заявок для совершенно новых хозяйств.

На основании 19 новых разрешений, выданных на Аландских островах в период времени между 2007 и 2013 годами, среднее время обработки составило 21 месяц. Размах варьировался от 2 месяцев как самое быстрое время до 66 месяцев как самый длительный случай. Последний рассматриваемый случай когда заявка была отправлена из административного суда Аландских островов в 2002 году, и была окончательно обработана в 2007 году. В некоторых случаях, дата последней заявки на разрешение была выбрана в качестве даты начала времени обработки, поскольку заявка может существенно изменяться в любом случае. Это касается случаев, таких как изменение видов, изменения от производства уояя рыбы к производству молоди рыбы или изменения места предприятия.

### 7.3.2 Продолжительность с прошлого разъяснения к решению по разрешению

Общая продолжительность процесса выдачи разрешений, с последнего разъяснения до решения по разрешению, применима для трех из анализируемых четырех финских заявок по новым морским садковым хозяйствам. Для этих трех разрешений, длительность процесса после последнего разъяснения отнимает 4 месяца в среднем. В случае анализируемых 15 заявок на расширение существующих видов деятельности, процессы отнимали в среднем 8 месяцев после последнего разъяснения.

На Аландских островах это применимо в семи случаях. Однако, как было сказано выше, иногда последнее разъяснение изменяет случай таким образом, что он рассматривается как совершенно новый случай, и, следовательно, дата последнего разъяснения засчитывается в качестве исходного момента процесса в выше указанных расчетах среднего времени обработки. Среднее время от последнего уточнения к концу процесса было для семи случаев около семи месяцев. Принимая два случая со значительными изменениями, среднее время обработки от последнего уточнения было 3,6 месяца. На такой небольшой выборке трудно делать выводы - невозможно сделать вывод, что потребность в разъяснениях является причиной медленного процесса обработки на Аландских островах, поскольку максимальное время обработки составляло почти пять лет продолжительности и не включают разъяснения.

### 7.3.3 Срок действия разрешения

В Финляндии Закон об охране окружающей среды не занимает четкую позицию о том, следует ли разрешениям быть неопределенными или на определенный срок. Закон гласит, только то, что в зависимости от обсуждаемого вопроса, экологические разрешения выдаются либо до дальнейшего уведомления или на определенный срок.<sup>36</sup> В анализируемой выборке, все разрешения были выданы на определенный срок. Средний срок действия разрешений составляет 8 лет, при самом коротком разрешении действительном только в течение 3 лет, а самые длительные разрешения будут действительны в течение 10 лет.

Закон об охране окружающей среды Аландских островов предусматривает, что экологическое разрешение должно быть выдано на неограниченный период времени, если конкретные причины не призываюот к ограничению.<sup>37</sup>

Все без исключения, рыбоводческие хозяйства были видны, как исключительный источник загрязнения непосредственно в поверхностные воды, поэтому все разрешения в период 2007-2013<sup>38</sup> годов были ограничены по времени. Согласно Закону по охране окружающей среды Аландских островов, разрешение на ограниченный по времени срок следует указать, когда заявка на получение нового разрешения должна быть передана в обращение. Однако, также это разрешение, которое не ограничивается по времени, требует спецификацию, когда заявление для инспекции и пересмотра условий разрешения должны быть переданы в обращение. Кроме того, также разрешение на ограниченный по времени срок может, в отдельных случаях, включать оговорки о пересмотре условий.

Что касается обоснованности разрешений в исследовании Аландских островов, два последних разрешения, выданные в течение десяти лет (126 и 127 месяцев соответственно) продвинули среднее время действия до 73 месяцев. Среднее значение, однако, не состоятельно при этих обстоятельствах, поскольку все предыдущие разрешения до 2013 года было выдано в течение пяти лет более или менее изменяющиеся в зависимости от того, что закрытием разрешения всегда является последний день года.

#### 7.4 Отклонение заявок на получение разрешений

С точки зрения развития по объему морской садковой аквакультуры в Финляндии, имеет смысл изучить прошлые разрешительные практики относительно заявок на расширение существующих морских садковых хозяйств. Целью этого анализа является выявление болевых точек разрешений по морским сетчатым садковым хозяйствам, то есть определить, какие административные или экологические факторы приводят к отклонению заявок для новых хозяйств или на расширение уже существующих.

Из рассмотренных четырех заявок на новые хозяйства в Финляндии, три были приняты, и одна была отклонена. Из 15 заявок на расширение производства, только одна была принята, две были частично приняты, и 12 заявок были отклонены. Отклоненные заявки, касающиеся расширения производства будут подробно проанализированы в следующем разделе.

Единственная отклоненная заявка<sup>39</sup> в выборке относительно нового хозяйства была частью случая, когда разрешения определенного района бухты были рассмотрены одновременно. Поскольку производственные квоты (т.е. квоты на корма) для разрешения существующих объектов в заливе были уменьшены в этом обзоре в связи с ухудшением качества воды, власти решили, что это не имело бы смысла, чтобы выдать разрешение на новое хозяйство в этом же самом заливе, и заявление было отклонено.

В период 2007-2013 г.г., ни одна заявка на разрешение по разведению рыбы как таковая не была отклонена на Аландских островах, поскольку заявки, как правило, можно переформулировать, когда отказ является более главным. В одном случае, однако, заявка для выращивания молоди была отклонена по решению из-за крайне негативного общественного мнения. Заявитель изменил расположение хозяйства и разрешение было выдано. Для сравнения, три отклонения по заявкам с начала 2000-х годов были проанализированы. Эти разрешения не совсем сопоставимы, так как отличаются тем действующим законодательством, чем сегодня. Например, во всех трех случаях была проведена ОВОС как следствие бывшего Закона об ОВОС.<sup>40</sup> Кроме того, Декрет по рыбоводческим хозяйствам с требованиями к локализации еще не вступил в силу.

Все случаи по Аландским островам содержали несколько мнений от заинтересованных сторон и отчетности от слушания примеров. В целом, мнения и заявления показывают в подавляющем большинстве негативное отношение от государственных и экспертных случаев, предшествующих отклонениям, из некоторых положительных. Только одна из заявок была для совершенно нового разрешения,<sup>41</sup> две другие заявки<sup>42</sup> были для новых разрешений на существующих местах ведения хозяйства. Две последние уже получили так называемые «закрываются разрешения» для хозяйств.

По отклонениям, начиная с 2002 г, рассуждения для отклонения было основано на том, что общая нагрузка по выбросам в области уже была высокой, в том числе нагрузка от других предприятий рыбоводческой деятельности. Разрешение нового хозяйства будет противоречить устойчивому развитию. Общая аргументация была построена на том, что рыбоводческая деятельность, вместе с другими видами деятельности, опасными для водопользования, как внутри, так и за пределами Аландских островов составляет значительный риск, который не может быть покрыт преимуществами предприятия. Эта общая аргументация находит свое отражение в двух других случаях. Что касается правового обоснования, то аргументы были основаны на разделе портала Закона о водопользовании Аландских островов, устанавливающего, что акватории на Аландских островах должны использоваться таким образом, чтобы лучше содействовать устойчивому развитию.<sup>43</sup> Кроме того, цель деятельности по водопользованию должна быть достигнута с минимальным уроном для окружающей среды.<sup>44</sup> Это можно рассматривать как очень общие положения. Если сказать более конкретно, то это так называемый «задерживающий раздел»,<sup>45</sup> Раздел 5.9 Закона о водопользовании Аландских островов оговаривает, что никаких новых или измененных видов деятельности не может иметь место в акватории, где определенные нормы качества воды не выполняются или не в норме. Поскольку никаких такие нормы не были установлены к моменту отклонения или сейчас, этот раздел был распространен на все три случая. За исключением этого запрета на деятельность, однако, использование так называемого усовершенствования профицита, но, без компаний, подавших заявку на такое, этот путь был невозможен. ОВОС, выполненная в первом случае, не показала, что деятельность не приведет к увеличению эвтрофикации в этом районе. Аргументация для раздела остановки опиралась на подготовительные

работы по Закону о водопользовании Аландских островов,<sup>46</sup> установили эвтрофикацию в качестве самой насущной проблемы в Балтийском море. Поэтому, никакая повышенная нагрузка питательных веществ не может оказаться под вопросом. Общая аргументация и правовое обоснование в двух следующих отклонениях были очень похожи.

#### 7.4.1 Отклонение заявок на расширение производства

Как уже упоминалось в предыдущем разделе, заявки на расширение существующих хозяйств были отклонены с удивительно высокой скоростью в Финляндии (12 из 15, т.е. 80% , из заявок для расширения в выборке были отклонены). Раздел 4.2 приводит анализ по каждому конкретному случаю из девяти отклоненных заявлений, которые были написаны на финском языке. (три из отклоненных заявок были написаны на шведском и исключены из этого анализа)

Из девяти анализируемых отклоненных заявок, четыре разрешения<sup>47</sup> связаны со случаем, когда четыре производителя в той же самой области одновременно провели реорганизацию своих операций. Поэтому эти четыре заявки на разрешения были совместно обработаны, и, следовательно, решением и обоснования властей были идентичными для каждого случая. При анализе этого отчета эти четыре случая, таким образом, рассматривается как единое целое. Это означает, что объем этого анализа охватывает в общей сложности 6 различных случаев, когда заявка на расширение производства морского сетчатого садкового хозяйства была отклонена в течение 2008-2012 гг.

Совсем недавно, заявки на получение разрешений на Аландских островах, которые не были отклонены как таковые, а использовали разрешение властей, как свои возможности по адаптации к выходам питательных веществ, что сказывается на производственной мощности. Обычно это означает, что допуск по выходу питательных веществ несколько ниже, чем применяется для этого.

#### 7.4.2 Причины отклонений

В этом разделе содержится анализ причин отказа от шести заявок на получение разрешений на расширение существующего морского сетчатого садкового производства в Финляндии, которые были обработаны в 2008-2012 гг. Для Аландских отклонений на расширение производства в период между 2007-2013 г.г. будут выделяться посредством двух примеров.

Как упоминалось ранее, предпосылки для предоставления экологического разрешения в Финляндии изложены в разделе 42 Закона по охране окружающей среды (ЕРА). Раздел содержит длинный список предварительных условий, но те, что представляют интерес с точки зрения морской рыбоводства в сетчатых садках как можно утверждать, принадлежат к предпосылкам, которые относятся к выбросам биогенных веществ. Согласно ЕРА, раздел 42, предоставление разрешения требует, чтобы деятельность не приводила к, в частности, значительному загрязнению окружающей среды или риску этого или ухудшению особых природных условий или риску для водоснабжения в области, подвергаемой воздействию данного вида деятельности.

В дополнение к вышеупомянутым общим условиям, в документах Финляндии, которые называются планами управления водными ресурсами (WRMP) также имеющими важную роль при оценке значительности загрязнения окружающей среды, как указано в разделе 42. Это изложено в разделе 50 закона ЕРА. Как объясняется выше в настоящем отчете, WRMP основаны на реализации рамочной директивы ЕС по водопользованию. Планы WRMP содержат информацию о состоянии окружающей среды в районах управления водопользованием, а также конкретные мероприятия, необходимые для достижения «хорошего состояния» для всех водоемов к 2015 году. Планы WRMP не являются юридически обязательными документами, но предназначены в качестве руководства для различных заинтересованных сторон в управлении водными ресурсами. Нынешние документы WRMP в Финляндии были выпущены в 2009 году и действительны в течение 2010-2015 г.г. Новые планы WRMP для следующего периода программы на 2016-2021г.г. в настоящее время только подготавливаются.

После анализа мотивирования финских властей для отклонения шести заявок на получение разрешений для расширения морских хозяйств сетчатых садков, можно сделать несколько выводов. Во-первых, во всех шести случаях<sup>49</sup> рассуждения властей за отклонение разрешений относятся к цели ограничения выбросов биогенных веществ и улучшению качества воды. Во всех четырех из шести случаев, которые были обработаны после введения планов WRMP в 2009 году, разрешительный орган специально ссылался на цели относительно текущего состояния качества воды и меры, изложен-

ные в соответствующем плане WRMP, в их аргументации для отклонения заявления о выдаче разрешения. В обоих случаях с момента до принятия плана WRMP аргументация властей по отклонению по-прежнему основывалась на цели улучшения качества воды в районе, где находится хозяйство, и в одном из двух случаев также на возможном ущербе для рекреационного использования этих водоемов.

Поскольку финским разрешительным органам не нужно специально ссылаться на Закон по охране окружающей среды (EPA) в их аргументации, то временами трудно дать определение точного правового обоснования по отклонению. Тем не менее, во всех отклоненных случаях просматривается, что аргументация, в конечном счете, основывается на применении положений раздела 42 EPA по обеспечению того, чтобы ведение хозяйств не приводило к значительному загрязнению окружающей среды или такому риску. Также применяются положения раздела 50 EPA по использованию соответствующего плана WRMP для оценки экологической значимости выбросов биогенных веществ. В некоторых случаях, также используются другие материальные и процессуальные аргументы. Они включают в себя ссылки на возобновляемое использование одних и тех же водоемов (общественный интерес), а также процедурное замечание о том, что сохранение квот на выбросы для использования в будущем не представляется возможным в рамках действующего EPA.

Поскольку планы WRMP играют столь значительную роль в отклонении заявлений, были рассмотрены положения по аквакультуре планов WRMP для Южной и Западной Финляндии. Эти две области были выбраны поскольку географически они являются соответствующими областями управления водными ресурсами с точки зрения морского хозяйства сетчатых садков. Интересно, что план WRMP для Западной Финляндии<sup>50</sup> содержит определенное постановление в отношении мер по управлению водными ресурсами с аквакультурой. Это постановление утверждает, что выбросы от аквакультуры должны быть ограничены в районах, где экологическое состояние водоема является «хорошим» или где состояние водоема может ухудшаться из-за выбросов от аквакультуры. Это достаточно строгая формулировка, которая непосредственно упоминается в одном из анализируемых отклонений. WRMP для Южной Финляндии не включает аналогичное заявление.

На Аландских островах, орган, выдающий разрешения заявил, что основной способ снижения биогенных выбросов от рыбоводческих хозяйств с учетом современных технологий состоит в уменьшении количества биогенных веществ, которые добавляются в воду через корма. В то же время, выращивание и жизнеспособность рыбы, кормовые технологии и доступный корм на рынке установили ограничения на то, как много содержание питательных веществ может быть снижено в корме. Следовательно, в некоторых случаях, касающихся продления разрешений, орган, выдающий разрешения сам вынужден снижать допустимый размер разрешения, который вплоть до 2013 основывался на максимальном содержании азота и фосфора в кормах при ежегодном использовании. Мотивацией для этой регулировки были предпосылки для разрешений, включенных в «задерживающий раздел», то есть, что дальнейшая эвтрофикация не произойдет от данного вида деятельности.

Аргумент в пользу права на существование для рыбоводческих хозяйств на Аландских островах создан на рассуждении со стороны органа, выдающего разрешение: Хотя рыбоводство приводит к чистому увеличению нагрузки по биогенным веществам на море, условия в разрешении, вытекающие из Закона по охране окружающей среды Аландских островов и Закона о водопользовании Аландских островов достаточно жесткие, чтобы предотвратить и ограничить ущерб, который такая деятельность может нанести окружающей среде.

Пара примеров из разрешений на Аландских островах в течение исследуемого периода времени 2007-2013 будет подчеркивать важность качества воды в отношении отклонений по расширению производства. В одном случае последовательное расширение производства, с увеличением количества питательных веществ, содержащихся в сырье, было предъявлено на рассмотрение. Компания прошла путь от ежегодной квоты по кормам порядка 500 кг фосфора и 3500 кг азота (производство около 40 тонн), которая позднее увеличилась по постановлению Водного суда до 750 кг фосфора и 5300 кг азота (производство около 60 тонн).<sup>51</sup> Компания утверждает, что экономически выгодное производство было возможно только при производстве не менее, чем 100 тонн, которое требует 1035 кг фосфора и 7280 кг по азоту ежегодно в кормах. В 1992 году Утверждающая Комиссия (Approval Commission) предоставила компании разрешение на 530 кг фосфора и 4500 кг азота ежегодно в кормах. Это решение было обжаловано в Аландском административном суде, который направил это дело

на рассмотрение Утверждающей Комиссии в 2002 году.<sup>52</sup> Решение по разрешению пришло только в 2007 году, со снижением квоты, выданное Водным судом до 690 кг Р и 5300 кг N. Несмотря на то, что это решение было принято до того, как Декрет о рыбоводческих хозяйствах вступил в силу, анализ Комиссия развивался вокруг местоположения и глубины. Было отмечено, что рассматриваемое местоположение имело глубину всего 6-7 м, когда минимальная глубина должна быть 10 м. Другой мотивацией, общей для многих других случаев, является ссылка на подготовительные работы по Закону о водопользовании Аландских островов, идентифицирующего эвтрофикацию в качестве одного из наиболее значимых проблем в соленом море. Комиссия отметила, что рыбоводство представляет собой чистый источник нутриентов в воде, и даже если этот вклад мал по шкале Балтийского моря, это самый крупный индивидуальный вклад с точки зрения Аландских островов. Именно поэтому Комиссия сочла уместным ограничить квоту на выбросы вышеуказанным образом. В отношении максимального количества Р и N в кормах, Закон о водопользовании Аландских островов, 5.9 упоминает: «предпосылки для разрешения в соответствии с Законом о водопользовании гл.5, раздел 9 должны преобладать».<sup>53</sup>

В другом случае на Аландских островах,<sup>54</sup> две компании подали совместную заявку на экологическое разрешение и разрешение на погружение сливной трубы для подключения разделочного цеха к муниципальным очистным сооружениям. Подключение к муниципальным очистным сооружениям было необходимо и накладывало обязательство создания водоочистных установок в будущем. В это же время, однако, разрешения заявителя(ей) должны закончиться через два года, в 2010 году. Заявитель утверждал, что они нуждались в экологическом разрешении до 2015, чтобы быть в состоянии сделать необходимые инвестиции, что дренажная труба была установлена. Разрешительный орган ограничил максимально допустимое содержание Р и N в кормах на существующем производственном месте, но предложил способ для более крупной квоты, если заявитель будет перемещать свое предприятие на новое предлагаемое местоположение с большей глубиной воды. Разрешительный орган отклонил заявление, постольку оно касается перемещения хозяйства по выращиванию молоди от внешней установки на установку в более закрытой зоне. Это отклонение было сделано на основании того, что увеличение нагрузки по выбросам, вероятнее всего, должно вызвать повышенный уровень эвтрофикации вопреки гл.5 раздела 9, Закона о водопользовании.<sup>55</sup>

### 7.4.3 Качество воды по законодательству и на практике

Во всех шести анализируемых случаях материковой Финляндии главные обоснования для отклонения расширения морских садковых хозяйств были основаны на цели по ограничению количества биогенных выбросов и улучшению качества воды. Оказывается, что планы WRMP играют значительную роль в аргументации властей, поскольку во всех четырех случаях, которые были обработаны после введения планов WRMP в 2009 году, власти непосредственно ссылаются на планы управления как один из элементов их обоснования отклонения. С точки зрения развития морской аквакультуры сетчатых садков в Финляндии может быть необходимым пересмотреть строгие отраслевые формулировки о необходимости сокращения выбросов одного типа деятельности в новом плане WRMP. Этот план будет составляться на следующий период программы 2016-2021 г.г.

На Аландских островах запросы на более низкие уровни выбросов биогенных веществ от рыбоводства были сильны. При оценивании насколько значительное влияние деятельности может оказать на водопользование, то, что изложено в Аландских планах WRMP также должны быть принято во внимание.<sup>56</sup> Однако связь является скорее мониторингом разрешений, а не в качестве предварительного условия разрешений, как в Финском законе. Вместо этого, Закон о Водопользовании Аландских островов включает в себя понятие специальных норм качества для эвтрофикации. Норма качества (или «стандарт») является пределом для качества воды, или наличия или характеристик одного или более видов в области. В соответствии с Законом о водопользовании, правительство Аландских островов устанавливает эти нормы. Тем не менее, на сегодняшний день никаких подобных норм не было установлено. Это отсутствие норм в сочетании с гл. 5 Раздел 6 (правовые последствия) и 9 (специальные нормы качества в отношении эвтрофикации) Закона о водных ресурсах предусматривают, что если норма качества не выполняется, никаких новых или модифицированных операций не допускаются в этой области. Поскольку никаких норм не установлено до настоящего времени, на практике это было названо «ограничивающим разделом». Он действительно эффективно ограничивает потенциально

загрязняющие воду виды деятельности до тех пор, пока они через специальный механизм, называемый «профицит улучшения» или любым другим способом не смогут показать, что деятельность не приводит к увеличению эвтрофикации в рассматриваемой акватории. Тем не менее, на сегодняшний день такие исключения не были приняты. В системе выдачи разрешений, Закон о водных ресурсах 5:09 часто ссылается на это положение.

В меморандуме с начала 2013 года, Ассоциация Аландских рыболовецких хозяйств выразила свое мнение об осуществлении Аландского закона о водопользовании.<sup>57</sup> Согласно их мнению «ограничивающий раздел» применяется дискриминационным образом, влияя только на одну ветвь бизнеса, то есть рыболовецкое хозяйство. Они призывают к установлению норм качества воды, как прописано в гл.5 раздела 4 Закона о Водопользовании: «Правительство Аландских островов должно выдать такие нормы качества, которые необходимы или подходят для удовлетворения общих предпосылок для предприятий водопользования и видов деятельности, опасных для водных ресурсов». Ассоциация Аландских рыболовецких хозяйств, в лице их законных адвокатов, утверждает, что нынешняя трактовка закона о водопользовании 5:09 находится в противоречии с положениями Конституции Финляндии о том, что все равны перед законом.<sup>58</sup> Данная трактовка противоречит праву на труд, и свободе заниматься коммерческой деятельностью.<sup>59</sup> Законодательство относительно норм качества представляется сложным и затруднено тем, что Закон о водопользовании Аландских островов, который вступил в силу в 1996 году, действительно содержал систему норм качества до Рамочной Директивы ЕС по водопользованию, принятой в 2000 году. В Рамочной Директиве ЕС по водопользованию, нормы качества, называются «стандартами качества окружающей среды». По сравнению с экологическим разрешением для животноводства от 2012 года,<sup>60</sup> Закон о водопользовании 5:09 действительно упоминается в связи с хранением навоз. Следует отметить, что меры, предпринятые заявителем, будут достаточными для того, чтобы предотвратить последующую эвтрофикацию в этом районе. В другом случае, касающемся животноводства с 2011 рассуждения аналогичны - разрешительный орган упоминает Закон о водопользовании 5:09, но отмечает, что принимаемые меры достаточны.<sup>61</sup> Для того чтобы сделать любую точную формулировку в разности применения Закона о водопользовании 5:9 для рыболовства по сравнению с другими отраслями потенциально интенсивных биогенных веществ, необходимо более тщательное исследование. Можно сделать общий вывод: Закон о водопользовании 5:09 не исключает существование садковой аквакультуры, ни животноводства. Это, однако, предотвращает расширение аквакультуры, поскольку это считается дополнительным источником эвтрофикации и невозможным в настоящее время, чтобы смягчить по любым меркам, в то время как для животноводства существует ряд мер, которые необходимо предпринять для того, чтобы избежать дальнейшей эвтрофикации, почему расширения современных животноводческих ферм возможно на взгляд разрешительного органа.

Рекомендация 25/4 HELCOM по аквакультуре также сыграла свою роль, касающуюся задаваемой нагрузки в разрешениях Аландских островов. «Удельная нагрузка» определяется в Декрете о рыболовецких хозяйствах Аландских островов, как общая нагрузка хозяйства, делимая на ежегодный прирост рыбы, то есть нагрузки по выбросам на килограмм выращенной рыбы. Цель в рекомендации от 2004 была 7 г Р и 50 г N на килограмм выращенной рыбы. Об этом упоминается в паре случаев, и считается как наилучшая доступная технология (BAT). Тем не менее, с помощью Декрета о рыболовецких хозяйствах Аландских островов, удельная нагрузка для Р был понижена до 6 г, в то время как нагрузка для N осталась той же, как в Рекомендации HELCOM. После вступления в силу Декрета в 2007 году, разрешения начали ссылаться на Р нагрузку 6 г вместо 7 г.

### 7.5 Подведение итогов обсуждения

Аландские острова имеют свое собственное законодательство по охране окружающей среды. Во многом это похоже на такое же в Финляндии, но в отдельных случаях отличаются эти две отрасли права. В этом отчете, в центре внимания в основном были экологические разрешения и процесс их прохождения: рассуждения на практике похожи, но правовая основа не всегда та же самая.

Начнем с того что в Финляндии существует требование в соответствии с Законом Финляндии о водопользовании для так называемого разрешения на водопользование, выдаваемого по причинам изменения положения, глубины, уровня воды или расхода воды или некоторым другим свойствам водое-

ма. Это разрешение на водопользование выдается совместно с экологическим разрешением. Такое разрешение не требуется на Аландских островах.

Во-вторых, продолжительность времени обработки для экологических разрешений для аквакультуры была тщательно изучена. В Финляндии было установлено среднее время 20 месяцев для обработки заявлений по новым морским садковым хозяйствам и 16 месяцев для заявлений на расширение существующих хозяйств. То же самое различие между заявлениями на разрешение «новых» и «расширенных» хозяйств не может прописываться на Аландских островах, поскольку большинство изучаемых заявлений были «новыми» разрешениями для существующих хозяйств и большинство рыбоводов подавали заявления для регулировки квоты (т.е. максимального количества Р и N в кормах) с большей частотой. Поэтому, можно только сказать, что среднее время для обработки Аландских заявлений составило 21 месяц. Ни в Финляндии, ни в случае Аландских островов, невозможно сделать вывод, что дополнительные разъяснения в процессе разрешения приводят к более долгому времени обработки, главным образом потому, что выборка была слишком мала и время обработки в большой степени зависит от характера конкретного случая.

В-третьих, срок действия разрешения варьируется в законодательстве и на практике между Финляндией и Аландскими островами. Финский Закон по охране окружающей среды (ЕРА) не содержит основную оговорку о том, что разрешения должны быть выдаваться независимо или на определенный срок времени, но оставляет их до решения разрешительного органа, на основе характера случая. ЕРА Аландских островов устанавливает главное правило, что разрешения должны быть выданы на неограниченный срок действия, если конкретные причины не требуют ограничения. Во всех случаях экологические разрешения для аквакультуры в Финляндии и на Аландских островах, были ограничены по сроку действия - в Финляндии от 3 до 10 лет, и в среднем на 8 лет для проанализированных разрешений. На Аландских островах, разрешения до недавнего времени были ограничены до пяти лет, но наиболее свежие разрешения после 2013 года были расширены до десяти лет, однако, с пересмотром условий разрешений по истечении пяти лет. Это оставляет анализируемые разрешения Аландских островов со средним временем действия 73 месяцев.

В-четвертых, для того, чтобы выяснить, находятся ли причины стагнации производства в рамках процесса выдачи экологических разрешений, были проанализированы также причины отказов в разрешениях. В первом туре были рассмотрены отклонения в новых учреждениях. В финском случае отклонения заявления для нового хозяйства, рассуждения развивались вокруг переносимой садковой линии изучаемого залива – исходящий анализ разрешения снижения квоты (т.е. квот по кормам) в общем, почему новое хозяйство не будет разумным в данной области. Следует добавить, однако, что три заявки на создание совершенно новых хозяйств были фактически приняты.

В течение анализируемого периода времени не было отказов в новых учреждениях, выданных на Аландских островах в связи с тем фактом, что такие заявления не обрабатывались. Вместо этого, три случая с начала 2000-х годов служили в качестве сравнения с другими случаями. Все эти примеры характеризуется отрицательным общественным мнением и вопросами качества воды в данных районах. Таким образом, орган, выдающий разрешения полагался на соответствующие разделы Закона о водопользовании Аландских островов относительно качества воды при отклонении заявок. При этом учитывался так называемый «ограничивающий раздел», предусматривающий, что новые или измененные виды деятельности не должны осуществляться в данной области, если определенные нормы качества, касающиеся эвтрофикации, не были выполнены или нарушены.

Обоснование для отклонений попыток расширения производства в Финляндии показывает аналогичные рассуждения, связанные с вопросами качества воды. Частота отказов для расширения производства составила 80% (12 из 15 случаев). Правовое обоснование для этих отказов было основано на предварительном условии для разрешения, что деятельность не приводит к увеличению выбросов биогенных веществ, вызывающих загрязнение в районах, о которых идет речь. Согласно ЕРА, планы управления водными ресурсами, составленные в соответствии с рамочной директивой ЕС о водопользовании должны быть приняты во внимание при выдаче экологических разрешений, и в этих случаях планы WRMP сыграли свою значимую роль в том смысле, что мероприятия, изложенные в планах, были использованы в качестве обоснований для отказов.

Хотя орган, выдающий разрешения на Аландских островах также обязан принимать во внимание Аландские планы WRMP в процессе выдачи разрешений, эта связь между управлением водными ре-

сурсами и выдачей природоохранных разрешений не была установлена отчетливо. Вместо этого, отказы в расширении производства значительной степени зависят от вышеупомянутого «ограничивающего раздела», почему некоторые из рыбоводческой отрасли на Аландских островах не были в частности удовлетворены этим. Еще более важным фактором является расположение хозяйства, не только в связи с требованиями Декрета о рыбоводческих хозяйствах Аландских островов, но и для того, чтобы выяснить, какой эффект будет иметь расширенная деятельность на данной акватории. По цифрам для удельной нагрузки разрешительный орган ссылается на HELCOM рекомендации, как наилучшую имеющуюся практику.

## 7.6 Вывод

В целом, вопросы качества воды занимают важное место в повестке дня для разрешительных органов, как в Финляндии, так и на Аландских островах. Рамочная Директива ЕС о водопользовании принимается серьезно. Для Финляндии это отражается в том, что меры, изложенные в планах WRMP, переносятся в разрешения, в то время как на Аландских островах принцип недопустимости ухудшения состояния качества воды отражается в Законе о водопользовании Аландских островов, который на самом деле вступил в силу еще до Рамочной Директивы ЕС о водопользовании.

Аландские острова также опираются на работу международных организаций, таких как HELCOM для нормотворческой деятельности. Месторасположение для лучшего качества воды является ключевым и по мере того, как рыбоводческие хозяйства передвигаются в места, дальше в море, они становятся все меньше и меньше загрязняющими на местном уровне и вносят больше нагрузки на Балтийское море в целом. В водах, удаленных от берега, морская рамочная директива ЕС может начать играть большую роль для рыбоводческих хозяйств, учитывая работы HELCOM. По мере увеличения производства аквакультура занимает важное место в списке желаний ЕС, в то же время, поскольку улучшение качества воды является требованием закона, рыбоводческая отрасль совместно с властями вынуждены быть творческими в подходе по уменьшению биогенных веществ и компенсационным мероприятиям. Проект Аквабест работает в рамках этой области, например, поощряя использование питательных веществ из Балтийского моря в производстве кормов для рыб, тем самым закрывая пищевую цепочку в пределах данного региона. Очень важно, чтобы природоохранное законодательство и органы выдачи экологических разрешений нашли способы признания таких компенсационных мероприятий в разрешениях для аквакультуры.

## 7.7 Список использованных источников

<sup>1</sup> Strategic guidelines for a sustainable development of EU aquaculture COM (2013) 229 final, p.2.

<sup>2</sup> Об этом сообщается в Eskelinen et al.: Stakeholder's Attitudes to the Development of Aquaculture in the Baltic Sea Region, Reports of Aquabest project 2 / 2012.

<sup>3</sup> Об этом сообщается в Paavola et al, Environmental regulation of aquaculture in the Baltic Sea region, Reports of Aquabest project 3 / 2012 and Paavola et al., Legal regulation of aquaculture in the Baltic Sea region - Frameworks, practices and farmers' attitudes, Reports of Aquabest project 1 / 2013.

<sup>4</sup> Смотри примечание выше, № 1.

<sup>5</sup> Finnish Game and Fisheries Research Institute, Aquaculture 2012, Official statistics of Finland: Agriculture, Forestry and Fishery, 5/2013.

<sup>6</sup> Там же.

<sup>7</sup> Исторические данные от Jouni Vielma, старшего научного сотрудника, Научно-исследовательский институт охоты и рыболовства Финляндии.

<sup>8</sup> Section 28 of the Finnish Environmental Protection Act (EPA), 86/2000 (Fin. *ympäristönsuojelulaki*).

<sup>9</sup> Section 1 of the Finnish Environmental Protection Decree, 169/2000 (Fin. *ympäristönsuojeluasetus*).

<sup>10</sup> Landskapslag om miljöskydd, 2008:124, Section 10), далее по тексту Закон по охране окружающей среды Аландских островов.

<sup>11</sup> Vattenlag för landskapet Åland 1996:61, hereinafter the Åland Water Act, ch. 6 Section 16 § a).

<sup>12</sup> Swe. *miljögranskning*. See Landskapsförordning om miljöskydd 2008:130, hereinafter the Åland Environmental Protection Decree, Section 1 and attachment 1, Para 2.4.

<sup>13</sup> Åland Environmental Protection Act, Section 11.

<sup>14</sup> Swe. *prövningsnämnden*.

<sup>15</sup> Åland Environmental Protection Act, Sections 24 and 26 and the Water Act, Ch.4 Section 7.

<sup>16</sup> Directive 2008/1/EC Of the European Parliament And Of The Council of 15 January 2008 concerning integrated pollution prevention and control.

<sup>17</sup> Åland Environmental Protection Act, Section 24.

<sup>18</sup> Åland Water Act, Ch.4 Section 7.

<sup>19</sup> Valtioneuvoston periaatepäätös – Kansallinen vesiviljelyohjelma 2015.

<sup>20</sup> Plan- och bygglag 2008:102, hereinafter the Åland Planning and Building Act.

<sup>21</sup> Åland Water Act, Ch.4, Section 5.

<sup>22</sup> Åland Water Act, Ch.4, Section 6.

<sup>23</sup> Åland Water Act, Ch.4, Section 7.

<sup>24</sup> Landskapsförordning om odling av lax och regnbågslox i havet 2007:57, hereinafter the Åland Decree on Fish Farming.

- <sup>25</sup> Åland Water Act, Ch.4, Section 6.
- <sup>26</sup> The Åland Decree on Fish Farming, Section 3.
- <sup>27</sup> Decision ÅMH-Pn 33/09, 16.12.2009.
- <sup>28</sup> Decision of the Supreme Administrative Court, 25.6.2013, 1493/1/11.
- <sup>29</sup> Åland Water Act, Ch.4, Section 6.
- <sup>30</sup> Åland Water Act, Ch.4, Section 4.
- <sup>31</sup> Finnish Water Act, 587/2011 (Fin. *vesilaki*), Ch.3, Section 2.
- <sup>32</sup> Один Аландский фермер заявил, что ему нужно разрешение на строительство для его хозяйства. Обстоятельства этого несколько непонятны, но, кажется, были связаны с финансированием ЕС и осуществляемым в каждом отдельном случае. Однако, это не является общим правилом. На сегодняшний день, Аландские острова не имеют хозяйства замкнутого цикла, но предварительное исследование было принято для УЗВ мощностью 3000 тонн радужной форели на земле. Предварительно исследование показывает, что это подпадает под законодательство, охватывающее наземные отрасли, и очень вероятно потребует разрешение на строительство на основе Закона о планировании и строительстве гл. 13 для всех зданий. Соответственно, на инкубационный цех, который также расположен в здании на земле, нужно разрешение на строительство согласно указу Аландского правительства.
- <sup>33</sup> Landskapslag om miljökonskvensbedömning, 2006:82, hereinafter the Åland EIA Act.
- <sup>34</sup> Landskapsförordning om miljökonskvensbedömningar, 2012:50, hereinafter the Åland EIA Decree..
- <sup>35</sup> Decision 04.03.2003, MPN-01-67.
- <sup>36</sup> Environmental Protection Act, section 52.
- <sup>37</sup> The Environmental Protection Act, section 18.
- <sup>38</sup> То же самое касается разрешений, еще до 2002 года, и, возможно, далее.
- <sup>39</sup> ISY-2007-Y-248.
- <sup>40</sup> См. Landskapsförordning miljöberättelser om och miljökonskvensbedömningar, AFS 10/2000.
- <sup>41</sup> Decision 01.10.2002, MPN-00-100.
- <sup>42</sup> Decision 04.03.2003, MPN-01-67 and decision 04.02.2003, MPN-00-84.
- <sup>43</sup> Åland Water Act, Ch.1, Section 1.
- <sup>44</sup> Åland Water Act, Ch.4 Section 3.1.
- <sup>45</sup> Åland Water Act, Ch.5, Section 9.
- <sup>46</sup> Ålands landskapsstyrelses framställning nr 19/1992/93, p.8 and p.23.
- <sup>47</sup> PSAVI/220/04.08/2010, PSAVI/221/04.08/2010, PSAVI/222/04.08/2010, PSAVI/224/04.08/2010.
- <sup>48</sup> Åland Fish Farming Decree Section 2, Para 5.
- <sup>49</sup> The analyzed permit applications were ESAVI/263/04.08/2011, ESAVI/27/04.08/2010, LSSA-VI/397/04.08/2010, ISY-2006-Y-247, ISY-2007-Y-73, PSAVI/224/04.08/2010, PSAVI/222/04.08/2010, PSA-VI/221/04.08/2010, PSAVI/220/04.08/2010. As described in Section 3.2., the four latter permits were jointly processed and were thus treated as one case in the analysis.
- <sup>50</sup> Chapter 11, Page 15 of the WRMP: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=111718&lan=fi>.
- <sup>51</sup> Смотрите, АНМ-31 98-113.
- <sup>52</sup> Åland Administrative Court 69/2002.
- <sup>53</sup> MPN-02-31, стр.7.
- <sup>54</sup> Две компании рассматривались как два заявления, АНМ-Пн 55/08
- <sup>55</sup> АНМ-Пн 54/08 and АНМ-Пн 55/08, 17.12.2008, p.7.
- <sup>56</sup> The Åland Environmental Protection Act, Section 31b.
- <sup>57</sup> Ålands Fiskodlarförening/DKCO Advokatbyrå, Memorandum: Brister i nuvarande vattenlagstiftning, 8.1.2013.
- <sup>58</sup> The Constitution of Finland, 11 June 1999, 731/1999, Section 6.
- <sup>59</sup> The Constitution of Finland, 11 June 1999, 731/1999, Section 18.
- <sup>60</sup> АНМ-Пн 34/12.
- <sup>61</sup> АНМ-Пн 22/11.

## 8. ПОТЕНЦИАЛ РАЗВИТИЯ ДЛЯ МОТИВАЦИОННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ АКВАКУЛЬТУРЫ: ПРИМЕР АЛАНДСКИХ ОСТРОВОВ

**Петра Гранхольм**

Оригинал – Development potential for incentive-based aquaculture regulation: Case study Eland. Petra Granholm. Reports of Aquabest project 1/2014  
[http://www.aquabestproject.eu/media/13027/aquabest\\_1\\_2014\\_report.pdf](http://www.aquabestproject.eu/media/13027/aquabest_1_2014_report.pdf)

### 8.1 Пример Аландских островов: исходные пункты

Проект Аквобест (2012-2014) работает над поиском лучших методов для аквакультуры в регионе Балтийского моря (РБМ). Европейский Союз (ЕС) хочет преодолеть разницу между производством и потреблением морепродуктов, которая сейчас составляет около восьми миллионов тонн, аквакультуре была выделена большая роль в преодолении разницы между производством и потреблением.<sup>1</sup> Одновременно, Балтийское море находится в состоянии эвтрофикации, что означает нужны жесткие требования к улучшению качества воды. Эти требования изложены в рамочной директиве ЕС по водной среде<sup>2</sup> и рамочной директиве морской стратегии<sup>3</sup>, а также в международных соглашениях, таких, как план действия «HELCOM» по Балтийскому морю.<sup>4</sup> Препятствием в достижении устойчивого развития аквакультуры в регионе Балтийского моря является неясная и жесткая экологическая политика и регулирование. Одним из столпов проекта Аквобест было изучение этих препятствий и нахождение устойчивых решений в долгосрочной перспективе. Различные нормативные рамки для аквакультуры в Балтийском море были изучены в Raavola и др., 2013<sup>5</sup> и более детальное сравнение разрешительных практик Аландских островов и Финляндии для морских ферм было проведено в Granholm и Leskinen (2013).<sup>6</sup>

В рамках проекта Аквобест, Аландские острова были местом для экспериментального изучения альтернативного экосистемного подхода, основанного на политических инструментах. Внимание было уделено мотивационному регулированию и разрешительной системе. Аландские острова, являясь автономией в составе Финляндии, имеют законодательные и административные акты по принятию решений по вопросам окружающей среды, воды и рыбоохраны. Поэтому вопросы аквакультуры на провинциальном уровне могут быть регулированы по-другому, нежели в Финляндии. Во всем регионе Балтийского моря сильно выражается нужда в новой и более гибкой политике лицензирования, которая может быть применена к подходу экосистемы и рассчитывать на воздействие на аквакультуру Балтийского моря. Так как Аландские острова имеют небольшую администрацию с короткими путями на уровне принятия решений, они были выбраны районом экспериментального изучения этого подхода. Этот отчет представляет собой доклад концепций, обсужденных в ходе проекта. Поскольку законодательный процесс является долгим и извилистым, новые регламенты приняты не были, но диалог между промышленностью и властью идет полным ходом. Как указано в «Плане Аландских островов по реализации аквакультуры», после закрытия проекта, результаты проекта Аквобест будут оценены и реализованы, если они будут реалистичными и выполнимыми.

Область текущего отчета ограничивается морской аквакультурой. Проект Аквобест также имеет дело с рыбоводными установками замкнутого водоснабжения (УЗВ-ферма), в которой была разработана Датская модель плотины для прибрежных районов.

В настоящее время, на Аландских островах нет крупномасштабных УЗВ-ферм и это несмотря на то, что предварительные исследования и инициирование УЗВ-ферм было проведено, они подпадают под акты законодательства и поэтому здесь не обсуждаются. В будущем УЗВ-фермы могут стать хорошим дополнением к аквакультуре Аландских островов.

#### 8.1.1 Предпосылки

С более чем 6500 островами и островками, архипелаг Аландских островов предлагает хорошие возможности для аквакультуры, что касается доступа к акватории, но в то же время хороший водный

поток. Первая ферма по выращиванию радужной форели была создана на Аландских островах в 1975 году, и эта рыба по-прежнему является доминирующим видом. В последние годы, пытались выращивать не большое количество сига и морской форели, а также были опробованы некоторые виды мидий. На данный момент, морская рыбная ферма (морское садковое хозяйство) является единственным типом рыбоводства в Аландских островах, за исключением наземной фермы правительства Аландских островов для выращивания местных видов рыб для выпуска в дикую природу.

Аквакультура Аландских островов была предметом широкого обсуждения в 1990-х и в начале 2000-х. Причиной тому, главным образом, является то, что в начале, расположение рыбных ферм в защищенных бухтах и на мелководье было очень плохим, где эффект отложенных осадков и эвтрофикации были пагубными. По мере развития технологий и улучшения законодательства, локализация рыбного хозяйства также улучшилась, что приводит к улучшению качества воды вокруг ферм. Однако, рыбные фермы по-прежнему занимают наибольшую долю выбросов фосфора на Аландских островах. В 2012 году, когда производство было высоким, выбросы веществ из аквакультуры составил 30,5 тонн фосфора и 253 тонн азота.<sup>7</sup> Правительство Аландских островов ставит амбициозные цели по сокращению выбросов, в то же время, компании, работающие в сфере аквакультуры, отмечают, что им нужно расширяться, чтобы выжить в условиях глобальной конкуренции. Основой этой проблемы является экологическое разрешение для аквакультуры, которое дается на основании водного законодательства Аландских островов.

### **8.1.2 Цели и планы правительства Аландских островов в уменьшении выбросов нутриентов: изменение за последний 10 лет**

Аландские острова - это архипелаг с 28000 жителей, не имеющий тяжелой промышленности. Кроме аквакультуры, антропогенные выбросы биогенных веществ имеют место в сельском хозяйстве, животноводческих фермах, поселениях, станциях очистки сточных вод, малонаселенных районах без очистных сооружений, промышленности, туризме, лесном хозяйстве и атмосферных осадках. Аландские острова являются центром судоходства в основном между Финляндией и Швецией, что приводит к дополнительным выбросам азота в атмосферные осадки. Государства Балтийского моря призывают представителей всех секторов принять соответствующие меры. Правительство Аландских островов имеет свою программу по снижению выбросов фосфора и азота в Балтийское Море.<sup>8</sup> Это будет сделано посредством конкретных мер на Аландских островах и путем международного сотрудничества. В будущем реализация результатов Аквабест станет одним из способов достижения этих целей. Исторически рыбоводство рассматривалась как сектор, где можно было бы сократить выбросы нутриентов, особенно фосфора. В программе экологических мероприятий Аландских островов на 2005-2008 годы было предусмотрено сокращение выбросов в больших объемах для данного сектора.<sup>9</sup> Большая часть из обязательств по сокращению была выделена для сектора аквакультуры, что вызвало протесты среди рыбоводов. НИИ охоты и рыболовства Финляндии была поставлена задача: изучить способы достижения поставленной цели по сокращению выбросов без закрытия отрасли или уменьшения производства.<sup>10</sup> Институт изучил четыре сценария - сокращение производства, снижение выбросов за счет развития сырьевого и технологического производства, частичный перевод рыбоводных хозяйств на сушу в УЗВ-фермы и перевод всего производства в УЗВ-фермы на сушу. По результатам изучения выяснилось, что ни один из изученных сценариев не был экономически и социально стабильными. В то же время, для реализаций этих сценариев требовались огромные инвестиции, либо сокращение рабочих мест. Вместо этого, была предложена локализация аквакультуры и использование регионального сырья для рыбных кормов.

В этом же году, в октябре 2007 года, вступил в силу Декрет рыбоводства,<sup>11</sup> регулирующий деятельность рыбных ферм с выращиванием рыбы в особо крупных объемах в местах с лучшей циркуляцией воды. Это означает, что был дан юридический толчок для ре-локализации, переезд существующих рыбных хозяйств из внутреннего и среднего архипелага в места на внешнем архипелаге, где глубже и лучше, что привело бы хорошему развитию в плане экологических последствий и здоровья рыбы (из-за более стабильной температуры).

План по воде от 2009 года<sup>12</sup> был составлен в соответствии с Рамочной директивой ЕС по воде (WFD), и включал в себя более умеренные цели по выбросам, а также меры по развитию для их достижения. Как было отмечено, долгосрочным видением является развитие сектора аквакультуры без выбросов нутриентов. Ориентировочная цель - снижение чистой нагрузки до 2021. Было подчеркнуто, что подробные цели и сроки должны быть реалистичными, а сектор должен быть вовлечен в эту работу.

Для обеспечения сотрудничества была образована консультативная группа из представителей властей и сектора рыбоводства, в результате работы этой группы был подготовлен отчет о консультациях по рыбоводству с единой точки зрения на Аландских островах.<sup>13</sup> В отчете рассмотрены конкретные меры по УЗВ-фермам, улучшению рыбных кормов, способы кормления, вопросы ре-локализации, закрытые садки, компенсационные меры (водно-болотных угодья, рыбная ловля и разведение мидий). Группа пришла к следующим выводам:

Фосфорные выбросы Аландских рыболовецких ферм большие с точки зрения Аландских островов, но очень маленькие с точки зрения Балтийского моря, поэтому локализация рыбных ферм в районах, где эффекты эвтрофикации менее заметны, является шагом вперед. Эти районы часто расположены в глубине общественных вод, однако, существуют некоторые правовые вопросы, касающиеся выращивания рыб в общественных водах.

Рыбоводство играет большую роль для выживания архипелага и малонаселенных районов, а закрытие отрасли будут иметь значительные социальные и экономические последствия.

Продолжение диалога и сотрудничества между властью и представителями отрасли позволяет создать условия для развития.

Группа также пришла к выводу, что для Аландских островов необходимы долгосрочные решения по аквакультуре по примеру Швеции и Финляндии.

Постановлением правительства позже, в тот же год, был принят “План реализации аквакультуры на Аландских островах”.<sup>14</sup> Здесь, в соответствии с Планом управления водными ресурсами от 2009 года, были заложены более детальные ориентировочные цели и сроки:

2012 г: принято долгосрочное решение для того, чтобы позволить аквакультуре Аландских островов расти в рамках экологических лимитов

2011-2015: снизить нагрузки фосфора на 20% за счет использования фитазного корма, если это практически возможно

2015-2021: адаптироваться к рециркуляции питательных веществ и снизить нагрузки на более чем на 20% за счет внедрения результатов флагман-проекта (Аквабест)

Было также заявлено, что детальные цели до 2021 года должны быть пересмотрены, когда будет ясно, что они реальны и осуществимы.

Тем не менее, понятно, что все вышеперечисленные документы выражают обеспокоенность: на момент написания статьи, база знаний для принятия конкретных мер по улучшению не была полной. Таким образом, одним из шагов вперед стало участие правительства Аландских островов в проекте Аквабест. Практические и правовые препятствия и барьеры на пути должны быть решены и новые политические инструменты должны быть разработаны. Этот вопрос будет обсуждаться во второй части этого отчета.

### **8.1.3 Перспективы ЕС и стратегия аквакультуры Аландских островов**

Стратегические директивы по устойчивому развитию аквакультуры ЕС обеспокоены по некоторым морепродуктам на рынке ЕС: 25% рынка приходится на рыбный промысел ЕС, 65% - на импорт и 10% на аквакультуру ЕС. В новой Общей рыболовной политике (CFP), устойчивая аквакультура занимает видное место. Таким образом, стратегические директивы поощряют члены-государства разрабатывать национальные, многолетние стратегические планы, под предполагаемое финансирование нового Европейского Фонда судоходства и рыболовства (EMFF). Аландские острова разрабатывают свою оперативную программу для фонда, которая будет интегрирована с финской программой. Несмотря на то, что вопросы аквакультуры попадают под законодательную и административную юрисдикцию Аландских островов, в начале 2014 года правительство Аландских островов разработало и

приняло собственную стратегию аквакультуры. Эта стратегия основывается на работе, проделанной до сих пор и, в частности, на работе, проделанной в рамках проекта Аквабест, а также четырех приоритетных областях, определенных Комиссией: административные процедуры, скоординированное пространственное планирование, конкурентоспособность и равные условия.

#### 8.1.4 Перспективы производителей Аландских островов

Международная конкуренция и снижение прибыли являются основными факторами для того, что сектор рыбного хозяйства Аландских островов сконцентрирован в руках пяти компаний. Эти компании являются микро- или малыми предприятиями, на которых занято 67 человек в общей сложности на полном рабочем дне.<sup>15</sup> Несмотря на то, что это небольшое количество на бумаге, в общине архипелага, где все труднее и труднее найти другие источники доходов, рыбное хозяйство играет важную роль.

В отчет о консультациях, рыбоводы выразили свои мнения о политике по рыбным хозяйствам Аландских островов. Рыба является крупнейшим экспортным товаром Аландских островов, и выброс нутриентов был измерен на душу населения для населения 28000, поэтому выбросы на Аландских островах очень высокие, несмотря на то, что по шкале Балтийского моря, выбросы Аландских островов составляют менее 1%. Рыбоводческие фермы отметили, что каждый год более 300 тыс. людей потребляют рыбу Аландских островов, и что за статистикой стоят реальные люди и общества, которые должны отвечать за последствия суровых и отрицательных дебатов. Фермеры и их семьи были указаны в качестве виновных за состояние моря, что привело к отсутствию нового поколения, которое захотело бы работать в отрасли после того, как это поколение фермеров уйдет на пенсию. Маленькие компании приняли на себя тяжелый удар - 5/6 компаний, которые существовали в 1990-х, теперь закрываются или выкуплены.

Рыболовецкие фермы также заявили, что близость к морю и благоприятный климат делает рыбоводство одним из немногих секторов с хорошими, природными предпосылками для управления без дотаций, и что рыбоводство положительно влияет на другие секторы - например, на логистику, продовольственные магазины, школы и детский сады в этих общинах. Фермеры подчеркнули свое желание использовать экологически безвредные технологии и методы, если это будет экономически целесообразно. Если затраты на корм будут высокие, с финансовой стороны фермеры будут заинтересованы в снижении данных цен. В обмен на внедрение более экологически безопасных методов, рыболовецкие фермы попросили обеспечить экономическую стабильность для того, чтобы быть в состоянии финансировать новые методы, а также равный статус с другими секторами с точки зрения сокращения выбросов.<sup>16</sup>

Эта точка зрения была подтверждена со стороны рыболовецких ферм на протяжении работы проекта Аквабест. Один фермер выразил это в интервью следующим образом:

//...я теряю, то, что было скрыто от общественности все время: сбалансированное исследование отрицательных и положительных эффектов... Есть много положительных аспектов, и, по крайней мере, мы должны помнить то, что мы производим такую рыночную продукцию, как еда, здоровая, без дотаций, в районах, которые особо нуждаются в этих рабочих местах. И эти чрезвычайно позитивные эффекты для Аландских островов просто оттеснили – единственные разговоры о фосфоре и азоте. О проблемах. Таким образом, создается картина, в которой мы считаемся проблемой. Это можно сравнить с другими секторами, такими как судоходство, с налоговыми льготами, и так далее, где сделан положительный выбор. Другими словами, мы не смотрим на это их глазами. И я считаю, что мы нуждаемся в более сбалансированном исследовании...//<sup>17</sup>

Основной смысл слов фермеров в ходе консультаций для разработки новой стратегии аквакультуры были схожи: сектор рыбоводство снизил выброс нутриентов на килограмм произведенной рыбы в течение последних нескольких лет, но это было выгодно только для властей: несмотря на ранние улучшения, каждое экологическое разрешение имело более низкую квоту выбросов, квота сокращалась, примерно на 20% по сравнению с предыдущим показателем. Как выразился один производитель корма для рыб: производители кормов больше не хотят развивать новые корма с низким содержанием нутриентов, так как это применяться в качестве спроса для фермеров, что приводит их в раздра-

жение и не дает производителям кормов экономического стимула для разработки более лучшего корма.<sup>18</sup>

Сообщение от рыболовецких ферм ясно: экологическая адаптация может быть осуществлена, если будет стимул. Без достаточно больших разрешений и надежды на дальнейшее существование, сектор не может развивать методы по сокращению выбросов нутриентов и продолжать производить здоровую пищу.

### **8.1.5 Законодательные перспективы**

Многие политические заявления, касающиеся аквакультуры были сделаны на Аландских островах, но никаких реальных изменений не будет, прежде чем законодательство и экологические разрешения будут изменены в соответствии с политическими заявлениями. Нижеследующее подчеркивает, почему внесение изменений в закон является сложным, но не невозможной задачей.

#### **8.1.5.1 Закон о воде**

Закон о воде дает основание для административных регламентов по всем экологическим разрешениям для аквакультуры на Аландских островах. Написанный в 1996 году, он предшествовал Директиве ЕС по воде. При реализации Директивы по воде, на Аландских островах были в силе две системы управления водными ресурсами. Эти системы совместимы, но привели к некоторой путанице при интерпретации Закона о воде. Авторы Закона о воде намеревались, чтобы условия легко попадали под законодательство ЕС.<sup>19</sup> В частности, система со специальным нормам качества воды была подвергнута резкой критике со стороны рыбной отрасли,<sup>20</sup> эти нормы используются в качестве причин, не позволяющих расширить производство.

#### **8.1.5.2 «Раздел ограничения» и нормы качества**

Концепции Закона о воде от 1996 года берут начало в обширной подготовительной работе в течение первой половины 1990-х. В то время, в качестве модели была принята подобная система в США, Закон об американском качестве воздуха.<sup>21</sup> Согласно Закону о воде, пункт 5 раздел 4, правительство Аландских островов устанавливает так называемые нормы качества, необходимые или подходящие для достижения определенного стандарта качества воды. Нормы качества воды в данном случае ограничивают показатели качества воды или значения для возникновения или характеристики одного или нескольких организмов в водных зонах.<sup>22</sup> Эти нормы имеют правовые последствия для частного лица/агента по настоящее время, если они не установлены или не выполнены в водных зонах, или запрещены новые или изменены виды деятельности.<sup>23</sup> Кроме того, Закон о воде пункт 5 раздел 9, устанавливает понятие «нормы специального качества», которые на самом деле выглядят ограничением для новой или измененной деятельности в области водных ресурсов, направленных на ограничение эвтрофикации. Нормы качества воды не были установлены, и это ограничение было использовано к рыболовецким фермам, чтобы они не могли открывать новые фермы или не имели возможности расширять производство.

В водных зонах соленого моря<sup>24</sup>, где применяется это правило, ограничения должны быть определены в прикрепленной карте к Регламенту о воде<sup>25</sup>, см. рисунок 1. Таким образом, территориальные воды Аландских островов делятся на четыре водные зоны. Это дает возможность перемещения или объединения рыбоводных ферм в каждой области воды, но никакого движения ферм через границы водных зон не может быть реализовано. Эти районы были определены и вступили в силу в 2010 году и имели положительный эффект с точки зрения рыбоводных ферм, так как они могли объединят маленькие рыбоводческие фермы в более крупные единицы. В документе нет внешних ограничений для соленого моря, кроме ограничения территориальных вод Аландских островов.

Нормы качества Закона о воде не следует путать с нормативами качествами окружающей среды (на шведском miljökvalitetsnormer, т.е. почти такой же термин, использованный в Законе о воде) в Рамочной директиве ЕС о воде, которая касается ограничений на загрязнение окружающей среды, идея похожа. Эти стандарты качества окружающей среды были реализованы на Аландских островах в

Регламенте о воде и в его приложениях. В разделе 8 регламента явно установлено, что эти нормы не являются похожими по значению, как и нормы в Законе о воде. Это пример сочетания двух законодательных систем по управлению водой, одна развивалась перед Директивой о воде, а другая реализовывалась после того, как Директива вступила в силу. Проблема существует в реализации на уровне ЕС и на уровне государства - нет соответствующей использования или определения того, что на шведском называется *kvalitetsnormer*, поэтому они до сих пор получали различные результаты в разных правовых актах ЕС и государства. Наиболее значительная линия разделения, кажется, лежит в степени прямоты юридического воздействия на человека и будут ли они установлены как ограничения ценностей или больше, как экологические цели, как некий стандарт по окружающей среде, который должна быть достигнут. В Шведском законодательстве, например, нормы выражаются в ограничении ценностей оказывающих непосредственное влияние на индивида, в то время как нормы выражаются в виде цели, как классификации состояния для Рамочной директивы по воде, является обязательной только для властей и должна учитываться при выдаче экологических разрешений. Нормы, относящиеся к разделу ограничений, кажется, находятся где-то посередине по определению, как в правовом отношении, так и в практике, они действуют больше как предельные значения.

### 8.1.5.3 Профицит улучшения

Установление или отсутствие норм качества никогда не было направлено на остановку экономического развития Аландских островов,<sup>26</sup> поэтому в рамках законодательства есть возможность использования, так называемого, «профицита улучшения», который предусматривает меры по улучшению качества воды. «Профицит улучшения» также был описан в Законе о воде от 1996 года.

Концепция описана в Законе о воде и его положении. Профицит улучшения это дополнительное улучшение качества воды, вытекающее из мер по улучшению качества воды, что создает лучшее качество воды, чем то, которое требуется в соответствии с Законом о воде.<sup>27</sup> В настоящее время, нет определения "мера улучшения качества воды". Создатель профицита улучшения разрешил переводить излишки в расширение операций, или передать их кому-то еще, кто будет использовать их в своей деятельности. Условие для этого расширения на основе профицита улучшения, в соответствии с настоящим законом, это "прямая связь" между мерой и профицитом, который является первой характеристикой профицита улучшения; профицит не используется к более чем двум третьим продукции.<sup>28</sup> В законе нет никаких указаний о том, как вычислять улучшение качества воды после использованных мер, или сколько разрешено использовать в расширении операций, что может быть одной из причин, из-за чего правительство Аландских островов не принимает заявления для профицита улучшения. Тем не менее, заявления никогда не были в состоянии показать "реальное улучшение" качества воды, а развивались вокруг использования неиспользуемых квот разрешений, которые не были использованы в других местах.<sup>29</sup>

Во время включения данной концепции в закон, профицит улучшения был связан с другими концепциями, связанными с законодательством по экологическим показателям.

Первое - это специальная норма качества, описанная выше. Второе - профицит улучшения также связан с концепцией так называемого "плана улучшения воды" (Swe. *vattenförbättringsplan*), который должен быть планом для определенной загрязненной территории. План должен регулировать меры по улучшению качества воды, когда какие меры должны быть приняты, и какие условия должны быть соблюдены.<sup>30</sup> План также регулирует использование пространства в рамках нормы качества. На сегодняшний день такие планы не были созданы, хотя идея плана по-прежнему реализуется через цикл шестилетнего плана по управлению водными ресурсами по требованию Рамочной директивы ЕС по воде. Разница в юридической силе: План по улучшению воды будет иметь более сильную обязательную силу. План по управления Водными ресурсами является обязательным для властей (здесь: правительство Аландских островов), в то время как план по улучшению воды, по сравнению с планом по пространству, не может быть принят в отличии от Плана по улучшению воды.<sup>31</sup> Исключением является, если будет доказано, что деятельность не будет ставить под угрозу выполнение плана<sup>32</sup> или если используется профицит улучшения.<sup>33</sup>

Регламент по воде, которое было принят вслед за Законом о воде, но пересмотренный в 2010 году, включает в себя разделы, посвященные профициту улучшения в главе 7. Основа для этого найдена в Законе о воде пункта 5 раздела 12, в котором говорится, что "дополнительные условия для профицита улучшения регулируется указом".

Данный документ регламентирует вопросы о том, кто имеет право использовать «профицит улучшения». В документе говорится, что «субъект, занимающийся деятельностью, представляющей угрозу для водной среды» может обратиться к правительству Аландских островов для использования профицита.

Здесь мы нашли второе требование для «профицита улучшения», то есть должно иметься значительное улучшение качества воды, которое должно превышать требования Закона о воде или решения на базе данного закона, при этом, улучшения должны быть достигнуты за счет мер, принятых кандидатом.

Этот же раздел устанавливает лимит на использование «профицита улучшения» сроком на три года с даты установления профицита со стороны правительства Аландских островов.

Раздел 28 Регламента о воде перечисляет, что нужно включить в заявление «профицита улучшения», которое нужно сдать в письменной форме. В заявление нужно включить:

имя заявителя,

территорию работы и объем эмиссии,

заявление о мерах, которое дает право на профицит улучшения,

заявление о выбросах и нормах качества, план по улучшению состояние воды или, если нет плана, то заявление о деятельности, вызывающей выбросы и другие нарушения,

Предложение по расчету профицита (эмиссия минус меры по улучшению), если модель расчетов не существует, и

Предложение по управлению реализацией мер по улучшению состояния воды и их эффект.

Можно добавить и другие необходимые документы. Как видно из вышеперечисленного, здесь не существует автоматизации в процессе и факт профицита устанавливается специально.

Раздел 29 предусматривает что нужно предоставить в качестве уведомления правительству Аландских островов до использования «профицита улучшения».

Несмотря на то, что существует значительное количество подготовительных работ и основ в законодательстве, система по улучшению качества воды и «профицит улучшения» не были введены в общее пользование. Как отмечено выше, заявки, отправленные правительству Аландских островов, до сих пор относятся к «профициту улучшения» на основе неиспользования имеющихся разрешений на аквакультуру. Эти заявления отклонены по процессуальным основаниям (отказ заявить фактические меры, составляющие основу для профицита улучшения), но заявления поднимают интересный вопрос: должны ли быть меры активными или пассивными, и как, в этом случаи, определить разницу между активными и пассивными мерами?

Отсутствие заявления в этой области объясняет расплывчатые концепции и маленькие ожидаемые выгоды, но не означает, что не было проведено никакого обсуждения политики о «профиците улучшения». Многие предложения были включены в первый план по управлению прибрежных, наземных и подземных вод Аландских островов в 2009 году, который предусматривал долгосрочное видение и цели для сектора аквакультуры Аландских островов без выбросов эмиссии, приспособленной в питательную цепочку.

Консультативный отчет рассматривает концепт «профицита улучшения» как возможность для рыбоводов. Ограничение, которое было отмечено консультативной группой: Закон о воде может быть использован только в Аландских островах, где не существует источников эмиссии и мер по улучшению качества воды трудно добиться экономически эффективным способом.

С развитием технологий и новыми законодательными требованиями по рыбоводству в открытом море, сектор аквакультуры Аландских островов становится больше источником региональной эмиссии, что, по мнению группы, говорит о необходимости региональной заявки для «профицита улучшения».

После выхода консультативного отчета по Аландским островам, план по аквакультуре Аландских островов четко отмечает, что пока идут работы, правительство Аландских островов считает, что определяющим фактором является параллельное рассмотрение предпринимательства и окружающей

среды, и что предпосылки для бизнеса формируются способом, который позволяет смотреть в будущее с возможностью для развития, а также расширением сектора аквакультуры с оптимизмом. Для достижения этой цели, правительство Аландских островов намерено использовать, среди прочего, профицит улучшения в качестве инструмента. Это четкое изложение политики и ее следует рассматривать в качестве руководящего сигнала от правительства.

Масштабы реализации профицита улучшения на Аландских островах колеблются от узкой интерпретации, что значит, что меры по улучшению должны осуществляться в пределах той же акватории, где используется профицит, до более широкой интерпретации, что значит, что система будет во многом напоминать торговлю квотами на региональном уровне Балтийского моря. Последний вариант, однако, потребует изменений в законодательстве. Другие страны Балтийского моря также должны последовать данному примеру. Предварительная работа по схеме торговли нутриентами была проведена в «Swedish Environment Protection Agency» (Шведское агентство по защите окружающей среды) (Naturvårdsverket)<sup>35</sup> и в «Nordic Environment Finance Corporation» (NEFCO, Скандинавская корпорация по финансированию окружающей среды) для «HELCOM».<sup>36</sup>

### 8.1.6 Перспективы применения

Экологические разрешения выдаются в соответствии с законодательством, включая закон о защите природы и закон о воде. Политические решения имеют мало влияния или вообще не имеют влияния на разрешение. В некоторых случаях, органы по выдаче разрешений имеют свободу усмотрения, в том числе в вопросах по формулировке допустимых объемов выбросов и периода действия разрешений, но, в целом, закон должен быть предсказуемым, как и результат. Пока существует раздел об ограничениях, будет мало возможностей для маневра.

#### 8.1.6.1 Экологическое разрешение для аквакультуры

Экологические разрешения регулируют секторы аквакультуры на Аландских островах. «Åland Health and Environment Protection Agency» (ÅМНМ, Агентство здравоохранения и природы Аландских островов) выдает экологические разрешения с 2008 года и разрешение одобряется Комиссией одобрения, которое включает пять членов, на основе Закона о защите природы<sup>38</sup> и его регламента<sup>39</sup> с использованием Закона о воде<sup>40</sup>. В соответствии с этими законами, деятельность по эвтрофикации воды должна получить экологические разрешения, включая фермы, которые в год производят 20 тонн рыбы. Этот порог выражается только в качестве предела на производство, а не в количестве корма или питательных веществ. Фермы по выращиванию рыб в объеме более 1 тыс. тонн в год могут не получать разрешения, но проходят так называемую экологическую проверку. Рыбоводные фермы обычно не меньше этих установленных норм и большинство ферм работают с экологическими разрешениями. Фермы, которые расширяют или уменьшают свою деятельность, повторно должны пройти процедуру по получению разрешений. Если расширение или уменьшение не попадают под деятельность, требующую разрешений, проводится экологическая проверка<sup>42</sup>.

Процедура по выдаче экологических разрешений для морских садковых хозяйств на Аландских островах тщательно изучена, проведен сравнительный анализ с разрешительными процедурами в Финляндии в работе Granholm и Leskinen, 2013, и по этому здесь не будет приводиться анализ этих процедур. Однако, нужно отметить, что использование «раздела ограничений» в процедуре выдаче экологических разрешений на островах вызывает вопросы и мешает расширению аквакультуры. Рыбоводческие фермы отмечают, что это несправедливо.

#### 8.1.6.2 Аргументы против пункта 5 раздела 9 Закона о воде

Один из главных аргументов в дискуссии со стороны рыбоводных ферм - это применение «раздела ограничения» на аквакультуру, что делает любое расширение аквакультуры невозможным, в то время как расширение или создание новых учреждений стало возможным для других видов деятельности. Этот вопрос был поднят Ассоциацией рыбоводных ферм Аландских островов на меморандуме правительства Аландских островов в начале 2013 года<sup>43</sup>. На базе подобных аргументов, осенью 2013 года четыре обращения были поданы в Аландский административный суд против отказов на заявки на крупные экологические разрешения на период действия разрешений<sup>44</sup>. По их мнению, «раздел ограничений» используется с дискриминацией и только на одно направления бизнеса, то есть в сто-

рону рыбоводных ферм. Ассоциация рыбоводных ферм, представленная юристами, заявляет, что существующая интерпретация пункта 5 раздела 9 Закона о воде противоречит Конституции Финляндии, в котором отмечается, что все равны перед законом<sup>45</sup> и право на работу и свободу заниматься коммерческой деятельностью<sup>46</sup>. В связи с чем, данный раздел не должен временно использоваться при выдаче экологических разрешений с учетом превосходства Конституции<sup>47</sup>.

В пункте 5 раздела 4 используется слово «должен» (*Swe. ska*) при обращении к установлению норм качества со стороны правительства Аландских островов, и они призывают внести специальные нормы. Хотя это правильно, что правительство Аландских островов взяло на себя юридические обязательства по внедрению норм качества в соответствии с разделом 5 Закона о воде, можно утверждать, что неправильно говорить о том, что Аландские острова не выполнили свои обязательства по Рамочной директиве ЕС по воде в этом вопросе. Это является другим аргументом в меморандуме и судебных исках. Это связано с разницей в концепциях директивы ЕС и национального законодательства, что нужно учитывать при реализации законодательства ЕС по воде. Как было отмечено выше, в законодательстве ЕС не существует последовательности в использовании термина «стандарты качества окружающей среды» (*Swe. kvalitetsnorm*). Правительство Аландских островов имплементировало нормы по наземным водам через Регламент по воде и его приложение, и приняло План по управлению водой в 2009-2015 годах, в котором органы Аландских островов по вопросам воды были классифицированы по экологическому статусу. План и экологическая классификация сейчас пересматривается на следующее шесть лет, что является основным требованием рамочной директивы по воде ЕС. Классификация экологического статуса должна рассматриваться в качестве «целевой нормой», как к этому относятся в шведской системе, но нужно ли рассматривать классификацию как норму качества в контексте раздела 5 Закона о воде, что требуется отдельной дискуссии и отчасти вне этого отчета.

Для сравнения, в меморандуме рыбоводных ферм отмечается, что сельское хозяйство является еще одним сектором по выбросу нутриентов, который не был подвержен «разделу ограничений». Разрешение выдается только в сфере животноводства<sup>49</sup>. Производство посевных регулируется директивой по нитратам<sup>50</sup>, которая имеет жесткие правила по использованию нитратов из сельскохозяйственных источников и реализуется в соответствии с решением Правительства Аландских островов<sup>51</sup>.

По сравнению с экологическими разрешениями для животноводства от 2012<sup>52</sup>, Закон о воде раздел 5:9 действительно упоминает вопросы по управлению навозом, например, его хранение и распределение. Было отмечено, что меры, принятые со стороны заявителя, будут достаточным для предотвращения эвтрофикации территории. В другом случае в сфере животноводства от 2011 имеется идентичное обоснование – разрешительные органы упоминали Закон о воде 5:9, но отмечали, что принятия нужных мер будет достаточным<sup>53</sup>. В меморандуме и судебных заявлениях также предоставляется список заводов по переработке сточных вод, которым разрешены выбросы в общественных интересах. Это показывает, что «раздел ограничений» используется по-разному для разных сфер. Чтобы показать нарушения принципа равенства, был приведен список деятельности, которые получили экологические разрешения несмотря на то, что их деятельность приводит к выбросу нутриентов в воду и противоречит Закону о воде 5:9. Среди таких деятельности содержатся дноуглубительные работы, муниципальные сточные воды и иловые площадки. Главный аргумент здесь заключается в том, что нет никаких юридических основ для отделения рыбоводных ферм от других сфер, которые также влияют на воду. Несмотря на различия в воздействии загрязнения, в соответствии с действующим водным законодательством, эти деятельности должны рассматриваться по общим основаниям. Нужно посмотреть, как Аландский административный суд интерпретирует использование «раздела ограничений» в рамках рассмотрения исков.

Можно сделать общий вывод: Закон о воде 5:9 не исключает использования рыбоводных садков в рыбоводных фермах или в животноводстве. Но закон не позволяет расширяться аквакультуре, так как она рассматривается как дополнительный источник эвтрофикации, что невозможно смягчить существующими мерами, а в животноводстве существуют несколько мер, которые позволяют уменьшить эвтрофикацию. Поэтому, разрешительные органы думают, что сейчас можно расширять животноводство.

## 8.2 Шаги вперед

В ходе проекта Аквабест, значительное время было уделено на разработку предложений по внесению поправок в законодательство, затрагивающих, в частности, природоохранных разрешений для сектора аквакультуры Аландских островов. Здесь, эти предложения были обобщены и авторы надеются, что обсуждение в рамках проекта Аквабест станет толчком для принятия смелых решений для будущего устойчивого развития аквакультуры Аландских островов.

### 8.2.1 Методы работы до сегодняшнего дня - диалог

Хотя многие шаги на пути к устойчивой аквакультуре на Аландских островах учтены в законодательстве, но на практике еще необходимо принять некоторые меры. Нужно подчеркнуть, что методом работы до сегодняшнего дня является диалог между промышленностью и властью. В 2005 году дебаты по Программе природоохранных мероприятий привели к жарким дискуссиям, так как данный документ мог бы закрыть или, по крайней мере, сократить фермерство с использованием рыбоводных садков. С тех пор дебаты перешли на поиск бесприоритетных решений для индустрии и правительства. Подходом Аквабест было найти партнеров для совершенствования, а не экологических недругов для создания фронта. Конкретным юридическим результатом этого диалога стало разделение солевых морских зон в приложение 9 регламента о воде относительно разделу ограничения, что позволило обеспечить слияние рыбоводческих единиц, но, в то же время, ограничивает потенциальную область для мер по совершенствованию в отношении профицита улучшения. Другим конкретным юридическим результатом стал Регламент рыбоводческих ферм, перемещение ферм с крупными рыбами на внешние области архипелага, где экологические влияния минимальны. Политическими результатами стали аспекты по аквакультуре в Плане по управлению водой, консультативный отчет, План по аквакультуре Аландских островов, и участие в проекте Аквабест. Шаги были учтены в новой Стратегии по аквакультуре на 2014-2020 годы, который был принят в январе 2014 года<sup>54</sup>.

### 8.2.2 Предложения для включения мотивационного регулирования аквакультуры

Закон о воде, часть которого написана известным шведским юристом Стеффаном Вестерлундом, был амбициозным и современным, на момент вступления в силу – 1 января 1997 года. Закон стал результатом многолетней работы и диалога, на несколько лет вперед опережая время. В конце 2000 года, когда была принята Рамочная директива по воде, реализация некоторых инструментов закона была приостановлена. Это не входило в планы Закона о воде и это можно видеть по подготовительной работе. Рамочную директиву по воде можно было внедрить в Закон о воде, чтобы обеспечить совместимость этих инструментов, но вместо этого был принят похожий путь по отношению концепции Директивы. Этот путь мог быть выбран в качестве «мягкого пути» к строгой юридической силе норм качества и планов по улучшению воды, которые стали частью Закона от 1996 года. При правильной имплементации и стимулировании, возможно, старая концепция Закона о воде могла бы помочь устойчивому развитию аквакультуры. Ниже будут предложены несколько предложений с учетом сектора аквакультуры.

#### 8.2.2.1 Принципы рамочной директивы ЕС по воде

Аландские острова должны разрабатывать план по управлению водой каждые шесть лет в соответствии с директивой ЕС. Цель плана – улучшение экологического и химического статуса водоемов, в случае Аландских островов улучшить свой статус с умеренного на хороший. Береговая вода на Аландских островах разделена на 61 водоем. Первая классификация была проведена для плана в 2009 году, только по параметру хлорофилла, поэтому классификация регулярно обновлялась новыми данными и параметрами (такими как, уровень фосфора, азота, уровень прозрачности воды, и т.д.). Методы классификации водоемов Аландских островов проводятся в соответствии с правилами, указанными в рамочной директиве ЕС по воде. В рамках этого сейчас ведутся работы по гармонизации методов классификации с методами Финляндии и Швеции, насколько это возможно. Для упрощения мониторинга, эти водоемы были объединены в 14 зоны<sup>55</sup>.

В рамочной директиве ЕС по воде также есть сильные принципы в виде предотвращения ухудшения статуса водоемов до худшего. Так как большинство водоемов Аландских островов классифицирова-

ны как «умеренные», или имеют желтый статус в соответствии с рамочной директивой ЕС по воде, острова должны работать над достижениям «хорошего статуса» или зеленого кода и не должны допустить ухудшения статуса до «плохого» (оранжевого) или еще ниже<sup>57</sup>. Есть несколько исключений из принципов недопущения ухудшения, связанные с водоемами, сильно пострадавшими от человеческой деятельности, несоизмеримыми расходами и форс-мажорами. Все исключения изложены в определенных условиях.<sup>58</sup>

В законодательстве по воде Аландских островов принцип отсутствия ухудшения включен пункт 5 раздела 21 Закона о воде. В документе установлены качественные цели для надземных вод в озерах, прибрежных вод и сильно измененных водных объектов, а также подземных вод и морских вод.

Правительство Аландских островов является ответственным за всю воду на острове и за защиту целенаправленным образом, что бы количество воды не ухудшалась, а если нужно и улучшалось<sup>59</sup>. Кроме того, пункт 4 раздела 2 Закона о воде можно рассматривать как реализацию принципа отсутствия ухудшения, так как он запрещает деятельность в области, если это мешает реализации норм качества и другим требованиям по качеству воды, как это отмечено в пункте 5 (о качестве воды). Исключением из этого запрета, опять же, является планирование или компенсация - если деятельность является частью плана улучшения воды или ответом на профицит улучшения. Таким образом, принцип отсутствия ухудшения, как описано в Законе о воде, связан с системой, которая была в силе до рамочной директивы ЕС по воде. Для аквакультуры это означает возможности, если бы система в полном объеме была реализована. Нынешний статус - желтый цвет - является «мягкой крышкой» для расширения рыбоводства в пределах юрисдикции рамочной директивы ЕС по воде, в то время как «раздел ограничений» является «жесткой крышкой».

#### 8.2.2.2 Как решать норму качества

Статус классификации водоемах является прямым требованием рамочной директивой ЕС по воде. До сих пор было трудно классифицировать водоемы с уверенностью, так как не хватает данных, а иногда они не сопоставимы, в том числе нет данных для всех параметров, необходимых, чтобы сделать точную научную классификацию. Это будет обновляться со временем и поэтому общая цель качества воды для Аландских островов заключается в хорошем состоянии прибрежных вод к 2015 году - сроком, установленным Рамочной директивой ЕС по воде. Можно утверждать, что это уже норма качества, как указано в Законе о воде (пункт 5).

Но первой юридической преградой является деление:

цели статуса установлены для 61 водоема (рисунок 8.1) и пункт 5 раздела ограничения для водных зон, определены как четыре соленых моря.

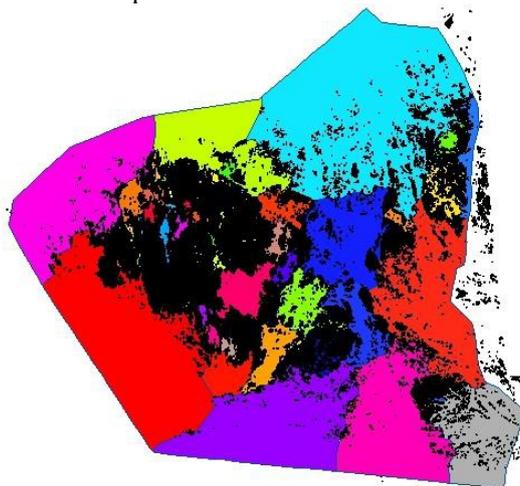


Рисунок 8.1 – Аландские острова разделены на 61 водоем, которые получили первичные статусы классификации качества воды

После зон соленых морей почти всегда следуют деление на водоемы, исключением является административная/политическая граница между северной и восточной солеными морскими зонами.

Вторым юридическим препятствием являются правовые последствия: статусные цели являются обязательными для властей, в то время как нормы пункта 5 непосредственно обязательным для индивидуальной деятельности и актеров.

В целях упорядочения этого, правительству Аландских островов необходимо будет принять решение о надлежащем разделении (водоем/зона мониторинга/соленые морские зоны/ другие, например, разделения внутренней/средней и внешней части архипелага и т.д.) для контроля норм, установленных для эвтрофикации.

Тем не менее, для классификации состояния на экологической основе, где различные параметры вступают в игру, это может быть более целенаправленным, чтобы нормы являются обязательными для властей - так что бы, в природоохранных разрешениях, например, эти нормы должны быть приняты во внимание, как один из затрагиваемых интересов, но это не должно приводить к прямой остановке всех мероприятий. Необходимо соответствие со шведскими и финскими системами. Предложение о внесении поправок направлено на более четкую связь между пунктом 4 рамочной директивы ЕС о воде и первой половины пункта 5 Закона о воде.

### **8.2.2.3 Как использовать и развивать профицит улучшений**

Профицит улучшение является, проще говоря, мерой, которая создает более высокое качество воды минус одну треть улучшения. Это означает, что от меры, которая в некотором роде занимают  $x$  кг Р и  $y$  кг N, создателю разрешается эксплуатировать максимум  $(2/3 * x \text{ кг Р}) + (2/3 * y \text{ кг N})$ . До сих пор система не была реализована и нуждается в более четких правилах. Следующие разделы являются попыткой определить, что было заблуждением и что можно сделать.

#### *Где можно создать профицит улучшения?*

С одной стороны, некоторые водоемы напрямую находятся под влиянием деятельности Аландских островов на земле и море. С другой стороны, далее на территориальных водах, существует меньшая возможность непосредственного влияния на качество воды, так как это сильно зависит от потоков Балтийского моря и большого объема воды. То, что происходит в одной части Балтийского моря будет иметь последствия на события в низовьях.<sup>60</sup>

Интерес правительства Аландских островов полностью выполнить свои обязательства по воде на местном уровне и на региональном уровне не быть в опасности, если система дифференциации будет применена. Это может привести к одной системе, применяемой в пределах юрисдикции рамочной директивы ЕС по воде, которая тянется на расстоянии одной морской миле от базовой линии (внутренняя граница территориального моря, см. рисунок 8.2).

Вне этой юрисдикции, обязательства рамочной директивы по морской стратегии (MSFD), и после того как правительство Аландских островов определится, обязательства по «HELCOM Baltic Sea Action Plan» войдут в игру. Оставив будущие схемы по торговле нутриентами между страным Балтийского моря.

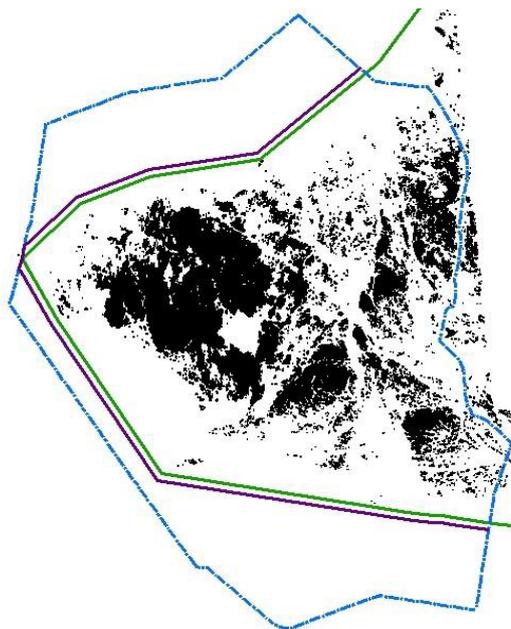


Рисунок 8.2 – Зеленая линия представляет собой базовую границу (внутренняя граница территориального моря), фиолетовая линия 1 дополнительная морская миля, которая представляет область применения WFD и синяя линия является внешней граница для территориального моря Ålandских островов в стороне (поскольку это выходит за рамки настоящего отчета) границы директивы будут границами для разделения системы, где система мер улучшения будут применяться в юрисдикции рамочной директивы ЕС по воде (WFD).

#### *Что представляет собой мера улучшения качества воды?*

Главная мысль профицита улучшения – это дополнительная и добровольная система для производственных операций, которая создает профицит улучшения. Однако, есть большое количество мер, которые могут представлять собой меры по улучшению качества воды, как на суше так и на море. Такие меры могут быть использованы, в таких сферах как сельское хозяйство, лесное хозяйство и аквакультура, а также может быть использованы всеми заинтересованными сторонами. Это может быть установка водно-болотных угодий, ферм мидий, рыболовство некоммерческих видов, удаления тростников, улучшение системы канализации и других мер до тех пор, как они производят профицит. В настоящем законе о воде профицит должен превышать то, что требуется этим законом. Нужно решить один вопрос, и определить, что фактически требуется Законом о воде и, что представляет собой добровольные меры. Шведское агентство по охране окружающей среды в своем предложении для схемы торговли нутриентами<sup>61</sup>, имеет следующие предложения по разграничению критериев приемлемых мер:

Результат меры должен быть определяемым

- Реализация меры должна быть проверенной
- Это не может быть мерой, которая должна соответствовать существующему законодательству или регламенту

Как правило, то, что требуется по закону в этом отношении является, насколько аквакультура идет, что указано в экологических разрешений и потенциально, что требуется для «Best Available Technology» (BAT) (Лучшая имеющейся технология), т.е. меры должны достичь большего результата чем это. Так как различные меры и различные отрасли промышленности не в одинаковой степени выбрасывают фосфор и азот, меры по «переводу» в профицит улучшения является непростой задачей.

#### *Процесс: Как посчитать профицит улучшения?*

Регламент о воде указывает, что заявитель (который, если создатель и пользователь профицита улучшения разные, следует интерпретировать как пользователь профицитов, хотя это не всегда может быть опционально, так как создатель может обладать больше знаний об обстоятельствах, в кото-

рых был создан профицит), должен предложить метод расчета профицита, если такой метод не существует. В целях прозрачности и сравнения, предпочтительным вариантом были бы, методы которые уже существуют.<sup>62</sup>

Как уже отмечалось, трудно посчитать насколько эффективна та или иная мера, и что представляет 2/3 от нее, что позволяет дифференциацию, например с точки зрения, мер в различных акваториях, позволяющих при различных соотношениях излишков.

Вероятным сценарием для Аландских островов является возможность использовать внутренней архипелаг в меньшей степени по сравнению с внешним архипелагом, независимо от того, где созданы (в том же районе или в другом месте), или на второй стадии, также дифференцированы по месту создания (рисунок 8.3). Пример: После того, как профицит установлен, создателю разрешено использовать это для его или ее собственного производства, или продать 66,67% от этого излишка другим агентам, но не больше. Если профицит используется в пределах увеличения операций будет ограничено до 1/4 или 25% профицита в 2/3 или 66,67, то есть 16,7% от общего баланса

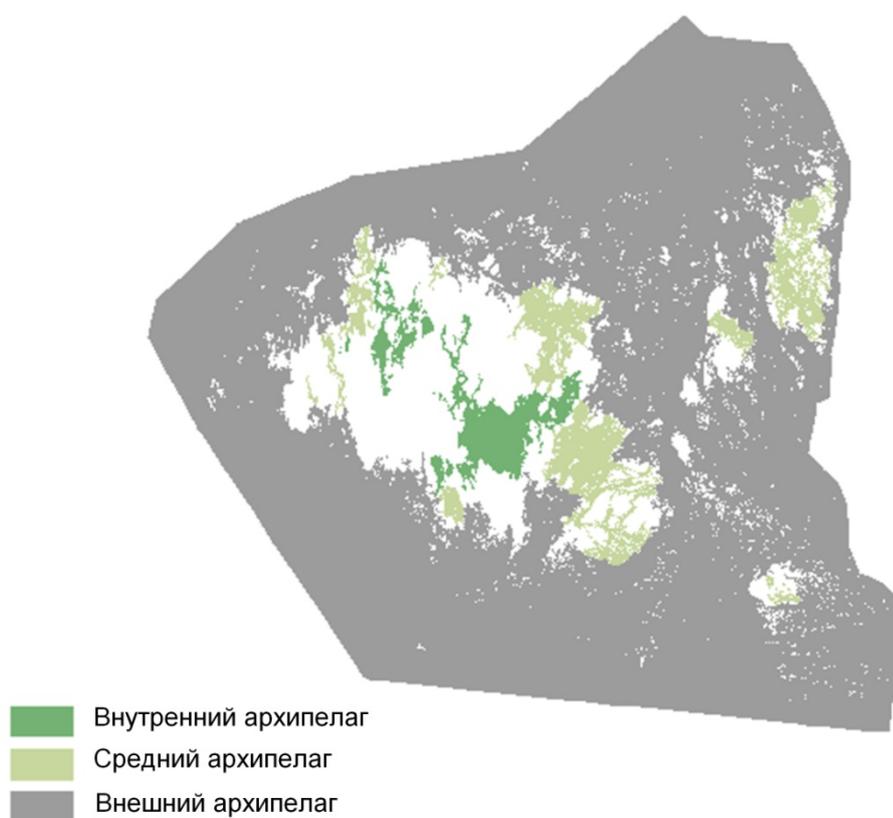


Рисунок 8.3 – Разделение Аландского архипелага

Если профицит используется в пределах зоны среднего архипелага, то будет использоваться 50% профицита, и для внешнего архипелага использование будет «полным», то есть 2/3.

Здесь нужно упомянуть очевидное: Существует другое законодательство, касающееся разрешений, которые определяет локализацию деятельности опасных для воды, который также ограничивает выбор, где расположить накопленный расширение в операциях, таких, как, например, Аландский указ о рыбоводческих ферм. На практике это означает, что с или без профицита улучшения, рыбное хозяйство никогда не будет расположен во внутреннем архипелаге.

Профицит улучшения определяется как улучшение качества воды и качество воды определяется в Законе о воде как химическое, физическое и экологическое состояния воды<sup>63</sup>. Из этого было сделано предположение, что качество воды относится к степени эвтрофикации, которая определяется количеством нутриентов, то есть фосфора (P) и азота (N) в воде. Для упрощения этого вопроса, NEFCO в своем проекте для схемы по торговле нутриентами для стран Балтийского моря предлагает использо-

вать «эквивалент азота» на основе так называемого коэффициента Редфилда. Отношение Редфилда дает соотношение углерода:азота:фосфора, как 106:16:1, и так как Р тяжелее N, один эквивалент азота оказывается равен 1 кг азота или 0,14 кг Р.<sup>64</sup> В обоих примерах с внутренней, средней и внешней дифференцией архипелага и похожая система может оказаться очень сложной, особенно если дифференциация будет сделана на местном и региональном уровне в Аландских островах. Более простым способом было бы начать с конкретных мер в сфере аквакультуры и предложить расчеты для каждого из них, как указано в подзаголовке 2.2.5.

#### *Кто создатель и кто пользователь?*

В законе нет ограничений о том, кто имеет право использовать профицит улучшения. Практикующие операции, которые могут быть сочтены опасными для водной среды, является более или менее самоидентифицирующей группой, упомянутая в законе, так как если вы создаете и используете, или получаете для себя и используете профицит улучшения, вы собираетесь использовать это для расширения операций, которые имеет какую-то ограничение по объему выбросов в воду. Единственное теоретическое исключение будет найдено среди экологов, которые будут покупать профицит для того, чтобы не использовать, как известно из области торговли квотами выбросов в атмосферу.

#### *Кто должен быть ответственным органом?*

Сейчас Указ по воде определяет Правительство Аландских островов как агентство, принимающее заявления по вопросам профицита улучшения. Сейчас заявления находятся в Отделе по природе Департамента по социальным вопросам, здравоохранения и природы, так как данный департамент является ответственным за законодательство по воде. Агентство по защите природы и здравоохранения Аландских островов является ответственным за разрешение и мониторинг деятельности в сфере здравоохранения и природы. Он подчинен правительству Аландских островов. Так как агентство работает с экологическими разрешениями, было бы правильно, если агентство также работала по вопросу профицита улучшения. Эта спецификация может быть добавлена к Положению по водным ресурсам. Важно, что процесс признания профицита не должен стать долгим и утомительным.

#### *Как долго действует профицит улучшения для расширенных операций?*

Здесь рассмотрены вопросы времени действия профицита улучшения. Как агент операций, опасных для воды, нет ли ограничений по времени использования профицита улучшения или нужно ли возобновить профицит улучшения со временем, или покупать новые профициты улучшения? Положение о воде Аландских островов предусматривает только то, что профицит должен быть использован в течение трех лет с момента признания профицита. Один из вариантов естественно является связать расширение ферм с экологическими разрешениями. Если вы являетесь фермером по выращиванию рыбы, вы можете воспользоваться одним профицитом для расширения фермы на 2/3 до тех пор, пока ваше разрешение является действительным. Если ваше разрешение действует бессрочно, однако, установлен срок в шесть лет для системы учета выбросов в соответствии рамочной директивой ЕС по воде и циклов MSFD. Так как общая квота выдается каждый год, другим вариантом является выдавать профицит каждый год.

#### **8.2.2.4 В открытом море: урегулированная система**

Различные условия и немного разные экологические цели относятся к открытому морю. Целью MSFD является достижение хорошего экологического состояния морских вод ЕС к 2020 году, и защитить ресурсную базу для экономической и социальной деятельности на базе моря. MSFD охватывает морские воды и перекрывает WFD в том, что морские воды, также определяются от базовой линии (как указано выше WFD охватывает и область 1 NM за пределами базовой линии, см. рисунок 3) и от прибрежных вод. Так в основном, две директивы покрывают, ту же площадь, если рассматривать рыбоводческие ферма Аландских островов на море. В Законе о воде есть небольшое различие в определениях: «морские воды» определяются как воды, морское дно и недры на морской стороне исходной линии, от которой измеряется степень территориальных вод<sup>65</sup>, но это определение не перекрывает прибрежные воды так же, как MSFD. Вместо этого, «прибрежные воды» определяются как поверхностные воды, морское дно и недра до линии одной морской мили за пределами исходной линии,

от которых отмеряется ширина территориальных вод<sup>66</sup>. Другими словами: MSFD не применяется на Аландских прибрежных водах до одной морской мили, которая покрывается между WFD и MSFD. Вопрос о соответствии или не соответствии с MSFD, не входит в рамки настоящего доклада.

### *Морские экологические цели*

Определение «экологический статус» в MSFD охватывает многие аспекты, включая минимизацию антропогенной эвтрофикации<sup>67</sup>. Для каждого морского региона, определяется набор критериев для хорошей экологической ситуации, в процессе, где включается Конвенция о региональных морях<sup>68</sup>. Для Балтийского моря, это было бы Конвенция о защите морской среды Балтийского моря от 1992 года. Хельсинкская комиссия (HELCOM) приняла План действий по Балтийскому морю (BSAP) в рамках Конвенции в 2007 году. Цели по сокращению нутриентов в рамках BSAP были недавно пересмотрены в Декларации министров в Копенгагене (Октябрь 2013 года). Для всех семи суб-бассейнов Балтийского моря были установлены цели по уменьшению нутриентов. Аландские острова являются частью Ботнического залива, для которого не было установлено не каких целей по сокращению. Но, так как деятельность в одном суб-бассейне может повлиять на другой, в Декларации отмечается:

Мы стремимся к реализации мер по сокращению нутриентов для улучшения экологического статуса эвтрофицированных суб-бассейнов Балтийского моря, включая прибрежные районы, даже если подход моделирование не устанавливает требования по снижению для этих областей.

Финляндия разработала свое видение, поэтому вопросы в сноске: согласно оценке «HELCOM», открытые части Ботнического залива, Аландского моря и Архипелагского моря не эвтрофицированы и нужно снижать уровень нутриентов, хотя модель BALTSEM не установила потребность в сокращении нутриентов в водосборных бассейнах этих морских районов. Финляндия планирует включить меры по защите воды в водосборных бассейнах этих областях в свои национальные планы.

Швеция не сделала похожую декларацию в отношении Ботнического залива. Это означает, что Аландские острова должны принять меры по сокращению нутриентов в рамках Министерской декларации, но это полностью зависит от политического выбора и административных мер. Решение об объемах сокращений пока не было сделано, но важно включить вопросы развития аквакультуры в эти политические цели.

### *Выращивания рыбы и оффшорное фермерство на Балтийском море*

Однако, ясно, что область за пределами применения WFD реагирует больше на выбросы нутриентов, чем более чувствительные внутренние районы, и именно поэтому в будущем возможно развития аквакультуры в оффшорах. Во всех консультациях, Аландские рыболовы высказали позитивное отношение к такому развитию событий, пока они получают достаточно большие квоты выбросов для финансирования разных технологий и логистики, те которые потребуются от ферм. Вопросы морского пространственного планирования для аквакультуры и требования к аквакультуре в оффшорах

Аландских островов обсуждены в Абрахамссоне, 2014,<sup>69</sup>. В дополнение к этому, оно должно быть возможно юридически, в плане доступа к ферме на общественных водах и в целевых показателях по сокращению выбросов. Одним из главных направлений проекта Аквабест было закрытия пищевой петли Балтийского моря, то есть отказаться от импорта нутриентов в Балтийское море и вместо этого получать нутриенты из той же морской области, где они используются. Идея в этих внешних областях будет сочетание оффшорного фермерства и использования на основе Балтийского моря корма для рыб в качестве компенсации. Потенциал и осуществимость производства корма для рыб на базе Балтийского море обсуждалось в ходе трех круглых столом при участии производителей кормов, рыболовов, органов власти и научных кругов в рамках проекта Аквабест. Результаты круглого стола

приведены Kiessling et al 2013.<sup>70</sup> Одним из основных сигналов от представителей индустрии кормов и выращивания рыб является то, что реализации стимулов для повышения использования местных морских нутриентов имеет решающее значение для закрытия пищевой цепочки и поэтому пример Аландских островов имеет определенное значение в этой области. С некоторыми изменения в законодательстве, в частности, где можно создавать профицит улучшения, можно будет использовать рыбий корм из Балтийского моря в системе профицита улучшения, включая в зонах применения WFD. Основным ингредиентом корма для рыб Балтийского моря станет салака и килька, в основном

из Балтийского моря. Другие ингредиенты, получаемые в регионе Балтийского моря в целом, такие как корм из мидии, недостаточность рыб и микробов, может также вызвать вопросы на втором этапе. Проблема с профицитом улучшения в его нынешнем виде является то, что создателю профицита придется реализовывать меры в некоторых соленых морских областях, где и реализуется профицит. Некоторые критики видят в этом просто перераспределение питательных веществ в Балтийском море, и отмечают, что на самом деле вода не улучшается на локальном уровне. В открытом море, то есть в оффшорах, от рыбоводства будет больше нутриентной нагрузки на всем побережье Балтийского моря и из-за потоков фермы не повлияют на местную воду, почему имеет смысл утверждать, что оффшорные фермы могут использовать рыбный корм из Балтийского моря для улучшения состояния Балтики в целом. Практические аспекты системы описаны ниже, и бюджет нутриентов рассчитан Futter et al 2014 (готовится к печати). Пример того, как рассчитать инициативы для использования рыбного корма из Балтийского моря на Аландских островах приводится в Abrahamsson et al 2014<sup>71</sup>. Для реализации этой системы, правовым документом могло бы стать Положение о рыбоводстве (Fish Farming Regulation). Самое главное, что питательные вещества, которые компенсируют эквивалентное поглощение фосфора и азота в салаке и кильке не должны быть включены в общую нагрузку, а рассматриваться как «нейтральные».

#### *Другие опции Закона о воде*

Закон о воде от 1996 года содержит еще неиспользованный инструмент под названием «фонда улучшения воды» (Swe. vattenförbättringsfonder) . Согласно пункту 4 раздела 7, субъект, участвующий в деятельности загрязняющей воду, обязан принять разумные меры для защиты воды. Или, если эти меры считаются слишком дорогостоящими пропорционально в пользу этой меры, то субъект должен оплатить стоимость разницы между более дорогостоящим и менее дорогостоящей мерой защиты в фонд улучшения воды вместо этого. Пункт 7 Положения по воде включает вопросы по использованию этих фондов, в котором отмечается, что средства могут использоваться для определенной географической области или всего Аландских островов и средства фонда должны быть использованы для экономически эффективных мер.<sup>72</sup> В соответствии с идеей, необходимо принимать меры, где они показывают наибольший эффект. Документ не уточнил, что ресурсы фондов нужно использовать только в приделах Аландских островов. Правительство Аландских островов часто подчеркивают, что необходимо международное сотрудничество для улучшения качества воды в Балтийском море, и поэтому рыбоводческие фермы в оффшорах также должны платить в фонд, средства которой могли бы поддержать экономически эффективные меры. Примером этого может быть крупные утечки фосфора из фосфогипсовых стеков в Гданьске и Полиции (Польша), обнаруженные летом 2013 года. Таким образом, Аландские острова могут реально помочь снизить нагрузку в Балтике экономически эффективным способом.

#### **8.2.2.5 Меры компенсации**

Есть трудности в создании компенсационной системы для устойчивого развития аквакультуры в Балтийском море, к сожалению, нет такого решения, который устроило бы всех. До сих пор, не так уж много жизнеспособных мер по улучшению, и все они различаются с точки зрения того, насколько Р и N уменьшаются, что делает законодательство вокруг них трудным. Тем не менее, не поощряя меры компенсации для выбросов аквакультуры, не будет развития и усовершенствования новых мер.

Ниже следует отчет о мерах с прямой связью к рыболовецким фермам которые обсуждались на Аландских островах в ходе проекта.

#### *Корм для рыб в Балтийском море*

Как уже упоминалось выше, нейтрализованный рыбный корм и масло Балтийского моря, выращиваемые моллюски, корм из микроорганизмов и корм из зерновых являются потенциальными региональными кормовыми ингредиентами проекта Аквобест, которые проверили на экспериментальной основе. Три исследования по кормлению проведенных в Киле (Германия) с тюрбо, в Каларне (Швеция) с арктическим гольцом и в Римито (Финляндия) с радужной форелью показали, что рост рыб был одинаковым при использовании этого кормления по сравнению с коммерческим кормом. Тесты предпочтения в SLU (Шведский университет Сельскохозяйственных наук) в Каларне также показали,

что арктические гольцы предпочитают тип корма называемый «Балтийская смесь» чем корм коммерческого вида. Отчеты этих испытаний кормов будут предоставлены в рамках рабочего пакета 5 в проекте Аквабест.

Несмотря на это корм должен быть реальным и быть коммерчески доступным в достаточно больших объемах и по конкурентоспособной цене. Производители корма, работающие на рынке, который колеблется в день ото дня, объединяют ингредиенты в соответствии с ценой и качеством. Они не будут производить определенный корм, который, безусловно, будет дороже, если нет конкретного спроса на него. На такой корм спрос не будет, если фермеры не получают что-то обратно за его использование. Введение законодательного требования для определенных кормов в конкретном регионе затруднено из-за законов о конкуренции ЕС, и более высокие цены на корма без прироста производства угрожает рыболовческим фермам остаться вне бизнеса. Таким образом, лучшим способом будет добиться этого развития через стимулирование к увеличению производства.

Некоторые препятствия все же остаются. Все заинтересованные стороны в круглом столе согласились, что включение должно быть основано на определении баланса массы для рыбного корма Балтийского моря, которое должно быть основано на промежутке трех лет. Кормовая промышленность подтвердила, что увеличение содержания питательных веществ в кормах на основе морских ингредиентов из Балтийского моря, возможно, но цена возрастет.

### *Компенсационное рыболовство*

Ловля некоммерческих и малоиспользуемых видов рыб («сорная рыба») является эффективным поглощением нутриентов и обсуждалась как метод компенсации для рыболовецких ферм на Аландских островах. На материковой части Финляндии, где популяции этих типов рыб высоки, в основном из семейства карповых, в некоторых бухтах, рыбаки уже платят за проведение так называемых «сокращения рыболовства». Было предложено увеличить производство, объединяя рыболовного сокращения с рыболовческими фермами, но предложение еще не реализовано.<sup>73</sup> На Аландских островах возможно, рыболовческие фермы будут рыбачить за компенсацию выбросов, или рыбаки-контрактники сделают это в рамках системы профицита улучшения. Различные виды содержат разное количество Р и N,<sup>74</sup> но для того, чтобы не усложнять систему до бесконечности, должна применяться «фиксированная ставка», например как предложили в

НИИ охоты и рыболовства Финляндии: Р 0,86 и N 1,73.<sup>75</sup> Виды карповых, например, лещ (*Abramis brama*), густера (*Blicca bjoerkna*), плотва (*Rutilus rutilus*), карп (*Cyprinus carpio*), язь (*Leuciscus idus*) и красноперка (*Scardinius erythrophthalmus*), но также *Osmeridae*, например, корюшки и другие виды вне квоты, как колюшка (*Gasterosteus aculeatus*) будут под вопросом. Это происходит потому, что заявитель профицита улучшения как-то должен доказать что промысел новый, а не уже существующий. Однако он должен быть новым в определенной области, потому что траловый лов салаки (*Clupea harengus membras*) и кильки (*Sprattus sprattus*) внутри соленой морской области также должны считаться правомочным, так как сегодня салака и килька не ловятся внутри территориальных вод Аландских островов.

Мы надеемся, что исследование популяций карповых (*Cyprinidae*) в непосредственной близости от рыбных хозяйств на Аландских островах, которое будет проведено летом 2014 года, станет началом развития компенсационной рыбалки в качестве метода борьбы с выбросами нутриентов для устойчивого развития аквакультуры. Это также важно для отслеживания возможного прилова для компенсационного рыболовства, что бы ошибочно не беспокоить популяцию других рыб.

### *Выращивание Мидий*

Несколько ферм по выращиванию мидии различных типов в порядке эксперимента были запущены на Аландских островах от мало ярусного хозяйства до более крупного и садкового хозяйства. Крупнейший опытный проект осуществлялся на так называемых смарт-фермерах, между летом 2010 года и поздней осенью 2012 года.<sup>76</sup> Собранные мидии были доставлены в качестве сырья для опытных проектов по производству корма из мидий на западном побережье Швеции в рамках проекта Аквабест. Понятно, что возможны фермы по выращиванию мидий в водах Ålandic, но также ясно, что

большое количество мидий должно быть выращены для того, чтобы на самом деле изменить ситуацию, для расширения производства в качестве излишка улучшения и для окружающей среды. Однако, если мука из мидий может в один прекрасный день способствовать более устойчивому корму для рыб это может быть экономически целесообразным для ферм выращивающих мидий. Это верно, в частности, так как цены на рыбную муку увеличился и метод производства муки из мидий улучшает ситуацию.



Рисунок 8.4 – Мука из Аландских мидий, произведенных в Орусте. Фото: Petra Granholm.



Рисунок 8.5 – Интегрированная мульти-трофическая аквакультура (ИМТА) с рыбными фермами и фермами по выращиванию мидий в Дании. Фото: Anders Lejbach, Musholm AS

Создание муки из мидий Балтийского моря было вновь отмечено в Lindahl et al 2013.<sup>77</sup> Все еще существуют много препятствий, как с точки зрения выращивания и изготовления муки из мидий, но это оказалось практически возможным. И именно поэтому выращивание мидии не должно быть исключено как мера улучшения, имеющая право на профицит улучшения, тем более, что вы можете держать ферму с мидиями в непосредственной близости от рыбной фермы. Интеграция видов из разных трофических уровней, таких как рыба и мидии в так называемых ИМТА (Интегрированный мульти-трофическая аквакультура) системах, безусловно, шаг в более устойчивом направлении. Если это возможно, Аландские острова будут играть определенную роль во взаимодействии потенциально новых ферм по выращиванию мидии вокруг региона Балтийского моря, где преимущества для роста мидий и поглощения нутриентов из рыбных ферм будет дополнительно изучено для этого региона.

### Фитазный корм

В целях снижения содержания фосфора в корме для рыб и выбросах, производители могут добавить фермент фитаза в корм, чтобы сделать овощной Р легко усваиваемой для рыбы. По крайней мере это стандарт для одного производителя корма для крупных рыб, и имеет потенциал, если использует, чтобы понизить выбросы Р от аквакультуры Аландских островов до 20%. Тем не менее, во время консультации было отмечено, что этот фермент может не работать достаточно хорошо при температуре ниже 10 градусов по Цельсию, поэтому требование к таким фитазным кормам как ВАТ (Наилучшая Доступная Технология) может привести к обратному результату. Один из способов будет включить его в систему профицита улучшения, но более прямой способ, возможно, снизить Р квоту в экологических разрешениях (или позволить включить Р в корма) в соответствии с квотами на выбросы правительства Аландских островов, в то время как N квота останется на том же уровне. Тем не менее, важно объединить это с выше упомянутой идеей по получению чего-нибудь (больше квот выбросов) для расширения производства и не только сокращение выбросов без расширения.

### 8.3 Выводы

Причиной участие Правительство Аландских островов в проект Аквабест является очевидный парадокс амбициозных целей по сокращению выбросов в сочетании с желанием расширить аквакультуру. Рыбоводство является крупнейшим источником фосфора на Аландских островах и возрастающие требования от экологического законодательства ЕС и международных организаций данный сектор оказывается в центре внимания с точки зрения Аландских островов. В то же время, нынешний сектор аквакультуры играет определяющую роль в судьбе маленького архипелага и малонаселенных общин, где занятость и налог на прибыль источники недостаточные. Весь сектор аквакультуры в регионе Балтийского моря нуждается в расширении, чтобы выжить в международной конкуренции, и ЕС ожидает данный сектор поможет преодолеть разрыв между странскими потребителями рыбы и производителями рыбы в союзе. Если убрать политику в сторону, экологические разрешения на аквакультуру являются правовой основой по этому вопросу на Аландских островах, которые выдаются на основании Закона о воде Аландских островов.

Призыв рыбоводов до и во время проекта ясна: экологическую адаптацию можно реализовать, если будут стимулы. Без достаточно больших разрешений и надеждой на дальнейшее существование, сектор не может развиваться, сокращая выбросы нутриентов и продолжать производить здоровую пищу. Водное законодательство Аландских островов является сложным вопросом, пестрая смесь инновационных инструментов от Закона о воде от 1996 года и имплементации рамочной директиве по водной и морской стратегии. Для ферм по разведению рыб, наиболее определяющим фактором был так называемый «раздел ограничений», который не позволяет расширению их деятельности, если конкретные нормы по качеству воды, относящиеся к эвтрофикации, не будут внедрены или выполнены. Поскольку эти нормы не были установлены с момента вступления в силу Закона, они служат в качестве эффективной «крышки» над сектором аквакультуры. Однако в этом законе есть пути с помощью которых можно обойти это. Юридические инструменты могли бы помочь реализовать идеи проекта Аквабест и стать беспроигрышным решением как для сектора аквакультуры так и качеству воды. Наиболее известный из этих инструментов является так называемый «профицит улучшения», в результате чего актер может реализовать меры по улучшению качества воды в области для расширения производство на 2/3 от проделанной работы по улучшению. Меры по улучшению аквакультуры не должны ограничиваться законом, но рамки и применение должны быть ясными: они должны быть возможны для компенсации питательных выбросов от устойчивого производства, и в то же время иметь возможность получать больше квоты для выбросов. В ходе проекта были обсуждены вопросы по превращению мер по улучшению в системе. Меры включают, но не ограничиваются, компенсационным рыболовством, выращиванием мидий, уменьшением фосфора в рыбные корма и использование рыбных кормов из Балтийского моря в сочетании с выращиванием рыб в оффшорных зонах. Ни одна из мер не без препятствий или проблем, но в целом они станут шагами в правильном направлении.

Проект Аквабест в целом упорно трудился, чтобы найти решения проблем этих мер, например, найти сильную концепцию, которую приняли бы и промышленность и органы власти для замены питательных веществ извне Балтики с питательными веществами из Балтии, что бы закрыть пищевую

цепочку. События в Дании приблизили к более экономически эффективному решению для наземных фермах в прибрежных районах. Были глубоко изучены фермы по выращиванию мидии и технологии кормов, чтобы взять питательные вещества из Балтийского моря и использовать их, таким образом, чтобы они не были чрезмерно дорогими. Было проведено планирование морского пространства, что бы найти аквакультуру в местах, где влияние на качество воды было бы менее отрицательным или даже положительным, например, на оффшорах или в олиготрофных дамбовых озерах. Ответы есть, но они не могут быть реализованы отдельно, так как не существует универсального решения к парадоксу – хорошее качество воды и жизнеспособность рыбной индустрии - они должны быть приняты в пакете и дополняет друг друга. Застой является фактом для современного BSR аквакультуры, и выход из стагнации находится за дверью, которую должны открыть храбрые лица, принимающие решения. Законодательство по воде Аландских островов уже имеет все, что бы сыграть ключевую роль, поэтому она должна быть полностью выполнена таким образом, что устойчивая аквакультура могла бы стать реальностью. Это требует, чтобы все аспекты устойчивости должны быть приняты во внимание, и все аспекты экологических выгод и недостатков - выбросы питательных веществ являются лишь частью общей картины.

#### 8.4 Список использованных источников

- <sup>1</sup> European Commission, "Strategic guidelines for the sustainable development of EU aquaculture", Brussels, 29.4.2013 COM(2013) 229 final.
- <sup>2</sup> Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy.
- <sup>3</sup> Directive 2008/56/EC of the European Parliament and of the Council of 17 June 2008 establishing a framework for community action in the field of marine environmental policy (Marine Strategy Framework Directive).
- <sup>4</sup> Helcom Baltic Sea Action Plan, adopted on 15 November 2007 in Krakow, Poland by the HELCOM Extraordinary Ministerial Meeting, including the revision in the HELCOM Copenhagen Ministerial Declaration of the 3rd of October 2013.
- <sup>5</sup> Paavola et al., "Legal regulation of aquaculture in the Baltic Sea region - Frameworks, practices and farmers' attitudes", Reports of Aquabest project 1 / 2013.
- <sup>6</sup> Granholm, Petra and Leskinen, Vesa: "Permitting practice for marine net cage farms on Åland and in Finland", Reports of the Aquabest project 3/2013.
- <sup>7</sup> The Government of Åland, Environmental Office, water load statistics 2012.
- <sup>8</sup> Åland Government programme, "Regeringsprogram för samarbete, resultat och framtidstro", 22.11.2011, p. 15.
- <sup>9</sup> Arguments raised for these cuts were the direct emission without treatment into the surrounding water areas, Åland's highest rank in phosphorous emissions if calculated per capita Baltic Sea-wide, and fishfarming's high-est emissions of phosphorous if calculated per employee. See "Miljöhandlingsprogram för Åland 2005-2008". 23.8.2005.
- <sup>10</sup> Setälä, Jari et al., "Utvecklingsalternativ för hållbar fiskodling på Åland", Kala- ja riistaraportteja nro 412B, Helsingfors 2007.
- <sup>11</sup> Landskapsförordning (2007:57) om odling av regnbågslox och lax i havet, hereinafter the Fishfarming Decree.
- <sup>12</sup> Ålands landskapsregering, "Åtgärdsprogram för Ålands kust-, yt-, och grundvatten 2009-2015", 10.12.2009.
- <sup>13</sup> Ålands landskapsregering, "Fiskodling på Åland ur ett helhetsperspektiv", 31.3.2011, hereinafter the consultation report.
- <sup>14</sup> Ålands landskapsregering, "Genomförandeplan för det åländska vattenbruket", 20.10.2011, S40/10/1/5.
- <sup>15</sup> Åland Government fisheries section annual report, numbers from 2012..
- <sup>16</sup> The consultation report, pp.48-49.
- <sup>17</sup> Quote by an Ålandic fish farmer in an Aquabest WP3 interview 14.12.2012. Freely translated from Swedish by the author.
- <sup>18</sup> These opinions were expressed during the Proposal for an Åland aquaculture strategy consultation round, with meetings in the municipalities of Eckerö 6.11.2013, Föglö 7.11.2013 and Brändö 12.11.2013.
- <sup>19</sup> Water Act, preparatory works (Landskapsstyrelsens framställning, Ny vattenlagstiftning 1992-93, nr.19), p. 9.
- <sup>20</sup> In a Memorandum of January 2013 and in four appeals to the Åland administrative court in autumn 2013, see ch.1.6.2 Arguments against the Water act ch.5 section 9.
- <sup>21</sup> Water Act, preparatory works, (Landskapsstyrelsens framställning, Ny vattenlagstiftning 1992-93, nr.19) p.9.
- <sup>22</sup> Water Act, ch.1, section 3 k).
- <sup>23</sup> Water Act, ch.5 section 6 in conjunction with ch.5 section 9 para 2.
- <sup>24</sup> "Salt sea" (Swe. *saltsjön*) is a concept not defined elsewhere in the Water Act.
- <sup>25</sup> Vattenförordning för landskapet Åland 2010:93, hereinafter the Water Regulation.
- <sup>26</sup> Water Act preparatory works, *supra note* 19, p. 8.
- <sup>27</sup> As defined in the Water Act, ch.1 section 3 n).
- <sup>28</sup> Water Act, ch.5 section 12.
- <sup>29</sup> See, for instance, decisions nr 40 (ÅLR 2011/6672 36 S40) and 41( ÅLR 2011/6671 37 S40) of 5.6.2012 and decision no 12 (S40/06/5/43 313 S40) of 2.5.2006.
- <sup>30</sup> Water Act, ch.1, section 3 o).
- <sup>31</sup> Water Act, ch.4 section 5 and ch.5, section 15.
- <sup>32</sup> Water Act, ch.5, section 15.
- <sup>33</sup> Water Act, ch.5 section 16.
- <sup>34</sup> Swe. *utövare av vattenfarlig verksamhet*.
- <sup>35</sup> Агентство по охране окружающей среды Швеции, "Vidareutveckling av förslag till avgiftssystem för kväve och fosfor"( Дальнейшее развитие предложения к системе платы за азот и фосфор), отчет №. 6345, Март 2010г., и его справочный доклад №. 6346, Март 2010г. См. еще агентство по охране окружающей среды Швеции, "Styrmedel för ökad rening vid kommunala reningverk"(Политические инструменты для увеличения очистки на городских очистных сооружений), отчет №. 6521, 2012г.

- <sup>36</sup> Nefco, "Framework for a Nutrient Quota and Credits' Trading System for the ContrASTing Parties of HELCOM in order to Reduce Eutrophication of the Baltic Sea", HELCOM 29/2008, Февраль 29, 2008г.
- <sup>37</sup> Swe. *prövningsnämnden*.
- <sup>38</sup> Landskapslag om miljöskydd, 2008:124, раздел 10) далее Закон об охране окружающей среды Аландских островов.
- <sup>39</sup> Landskapsförordning om miljöskydd 2008:130, далее Закон об охране окружающей среды Аландских островов.
- <sup>40</sup> Закон о воде, пункт. 6 раздел 16 а).
- <sup>41</sup> Swe. *miljögranskning*. See the Environmental Protection Regulation, section 1 and attachment 1, para 2.4.
- <sup>42</sup> Åland Environmental Protection Act, section 11.
- <sup>43</sup> Ålands Fiskodlarförening/DKCO Advokatbyrå, Memorandum: Brister i nuvarande vattenlagstiftning, (Short-comings in the current water legislation) 8.1.2013.
- <sup>44</sup> Åland Administrative Court 2013/85: Storfjärdens Fisk Ab, appeal against decision ÅMH-Pn 14/13 (rejection of expansion from 300 tons to 500 tons production and revision of permit conditions after five years), Åland administrative Court 2013/96: Vibbo Lax Ab, appeal against decision ÅMH-Pn 19/13 (revision of permit conditions after five years), Åland Administrative Court 2013/113: Brändö Lax Ab, appeal against decision ÅMH-Pn 28/13 (rejection of application for a new fish farm) and Åland Administrative Court 2013/103: Brändö Lax Ab, appeal against decision ÅMH-Pn 24/13.
- <sup>45</sup> The Constitution of Finland, 11 June 1999, 731/1999, section 6.
- <sup>46</sup> The Constitution of Finland, 11 June 1999, 731/1999, section 18.
- <sup>47</sup> The Constitution of Finland, 11 June 1999, 731/1999, sections 106 and 107.
- <sup>48</sup> Memorandum, 2013, p. 3.
- <sup>49</sup> See the Environmental Protection Act, section 10 (to be read with the Water Act) and its Regulation, attachment 1.
- <sup>50</sup> Council Directive 91/676/EEC of 12 December 1991 concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources.
- <sup>51</sup> Ålands landskapsregerings beslut (2000:79) om begränsning av utsläpp i vatten av nitrater från jordbruk (2007/135). (Åland Government decision on limitations for emissions into water of nitrates from agriculture).
- <sup>52</sup> ÅMH-Pn 34/12.
- <sup>53</sup> ÅMH-Pn 22/11.
- <sup>54</sup> Åland Government, "För hållbar tillväxt och hälsosam mat från ett levande hav: Vattenbruksstrategi för Åland 2014-2020" (For sustainable growth and healthy food from a living sea: Aquaculture strategy for Åland 2014-2020), 30.1.2014.
- <sup>55</sup> See further Cederberg, Tony, "Klassificering av Ålands kustvatten" (Classification of Åland coastal waters), 2013, for the Åland Government.
- <sup>56</sup> Article 4.1. for surface waters.
- <sup>57</sup> The worst status a water body can receive is "bad", colour-coded as red. Some of Åland's innermost bays have received the "bad status" in the preliminary classification. Depending on which parameters are used, the status "good" exists on Åland but is more the exception than the rule. No water body of the Åland coastal waters has received the best status "high", colour-coded as blue.
- <sup>58</sup> See WFD, article 4.5-9.
- <sup>59</sup> Water Act, ch.5 section 21: "allt vatten i landskapet skyddas på ett ändamålsenligt sätt så att vattenkvaliteten inte försämras och att den vid behov förbättras"
- <sup>60</sup> The Baltic Sea does not have any permanent currents, but "downstream" is here determined by the average current direction, which in the Baltic Sea is a weak counter-clockwise movement. For instance, the result of this would be water from the Gulf of Finland passing east of Åland through the Archipelago Sea and water from the Bothnian Bay passing west of Åland through the Åland Sea.
- <sup>61</sup> The Swedish EPA, 2010, *supra note* 35, p.64.
- <sup>62</sup> However, it must also be taken into consideration that legislation concerning measuring units, -equipment, - methods and standardisation does not belong to the Åland legislative competence.
- <sup>63</sup> Water Act, ch.1 section 3, j).
- <sup>64</sup> See further Nefco, 2008, *supra note* 36, pp.62-63.
- <sup>65</sup> Water Act, ch.1 section 3 t).
- <sup>66</sup> Water Act, ch.1 section 3 u).
- <sup>67</sup> See art 3.5 of the MSFD (definition of good environmental status) and Annex I: Qualitative descriptors for determining good environmental status.
- <sup>68</sup> See art. 9 (1) and (3).
- <sup>69</sup> Abrahamsson, David, "Planning offshore farming in the Åland islands", forthcoming within the Aquabest working paper series.
- <sup>70</sup> Kiessling, Anders, Lindholm, Teresa, Vielma, Jouni, Broström, Rosita, Granholm, Petra and Abrahamsson, David, "Closing the aquaculture nutrient loop: Roundtable discussion summary", Reports of the Aquabest project 7/2013.
- <sup>71</sup> Abrahamsson, David, Lindholm, Teresa, Vielma, Jouni and Futter, Martyn: "Circulating nutrients in the Åland islands aquaculture", Report of Aquabest projects 8/2014.
- <sup>72</sup> Water Regulation, sections 24 and 26
- <sup>73</sup> Ministry of Agriculture and Forestry, Department for Game and Fisheries, "Det nationella vattenbruksprogrammet 2015" (The National Aquaculture Programme 2015), Principal decision by the Government, p. 10.
- <sup>74</sup> A thorough study of this can be found in Mäkinen, Timo (ed.), "Voideaanko kalastuksella vähentää kalankasvatuksen ravinnekuormaa? Kalankasvatuksen nettokuormitusjärjestelmän esiselvitys" (Fishery as a preventive action against the nutrient loading from fish farming: fish farming net loading system, a preliminary study), Finnish Game and Fisheries Research Institute 2/2008, p.11.
- <sup>75</sup> Ibid.
- <sup>76</sup> See the final report: Engman, Torbjörn, "Möjligheter och förutsättningar för storskalig musselodling på Åland Del 2 inom FAS III: Odling och skörd"(Possibilities and prerequisites for large-scale mussel farming on Åland, Part 2 in Phase III: Farming and harvest), Åland Government, 2013.
- <sup>77</sup> Lindahl, Odd, "Mussel meal production based on mussels from the Baltic Sea", Reports of the Aquabest project 6/2013.



**РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОЕКТА АКВАБЕСТ В ОБЛАСТИ  
ПРОСТРАНСТВЕННОГО ПЛАНИРОВАНИЯ В АКВАКУЛЬТУРЕ**

## 9. ТЕХНИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ ДЛЯ БАЛТИЙСКОЙ КУЛЬТУРЫ МИДИЙ

Йон Банарделли

Оригинал – Technical and practical requirements for Baltic mussel culture. John Bonardelli. Reports of Aquabest project 4/2013  
[http://www.aquabestproject.eu/media/11761/aquabest\\_4\\_2013\\_report.pdf](http://www.aquabestproject.eu/media/11761/aquabest_4_2013_report.pdf)

### 9.1 Область назначения данного технического руководства

Культура мидий приняла новый масштаб в 80-х гг. Содержание данного руководства отражает 3 десятилетия практических навыков работы с мидиями, в открытых условиях дрейфа льда в защищенных фиордах, от создания тысяч ярусов до сбора урожая и обработки видов для местного и международного рынков. Автор издания описывает практический опыт в отборе образцов и выращивании на фермах на четырех континентах: вдоль небольших бухт Чили с сотнями ярусов, в испанской культуре, а также вдоль берегов Черного моря Болгарии. В узких скандинавских бухтах и шведских островах обнаружена различная топография с синими мидиями, а вдоль южного полушария Новой Зеландии – зеленогубые мидии, что оказывает влияние на выбор способов и швартовки. Если способ оказался верным, то это не означает, что он является универсальным и наилучшим для остальных регионов, где чрезвычайно важно проводить пробные работы.

Необходимо оценить биологические и физические параметры, окружающие каждую рабочую площадку, после чего согласовать с известными технологиями, оборудованием и материалами, что необходимо для создания лучшей системы для сбора, выращивания и уборки мидий. В руководстве представлен комплекс рекомендаций, которых необходимо придерживаться, и который базируется на фактах, логике и опыте, что помогает производителю принять верное решение, что позволит снизить производственные риски и повысить эффективность выращивания мидий. После выполнения всех этих условий, производитель должен провести соответствие размеров его мидий с представленными и пригодными для отправки на рынок, что позволит оплатить один или несколько производственных компонентов, сумма от которых должна принести прибыль.

### 9.2 Описание биофизических и технических требований, необходимых для выбора соответствующего оборудования

#### 9.2.1 Список текущих дел для планирования рабочей площадки для мидий

Одной из главных составляющих успешного бизнесмена является дальновидность относительно того, каким образом обновить контрольный список во время планирования, запуска и работы фермы по производству мидий. Этап подготовки требует полного осознания биофизических параметров, которые способны оказывать воздействие на каждодневные операции. Приведенные параметры (наиболее важные пункту списка) приведены в первых строках для принятия во внимание. В круглых скобках приведено краткое примечание для пояснения.

#### ✓ Характеристики рабочей площадки/аренды для каждого расположения.

- Область аренды, запрошенная и необходимая (знание о том, в чем и почему Вы нуждаетесь в таком участке).
- Локальная топография, глубинные контуры для производственной площадки вблизи (оказывает влияние на планирование по расположению якорных канатов, расстояние между ярусами, волновое действие).
- Расстояние от рабочей площадки до каждого берегового знака; название области (время и топливо для судна).
- Навигационные маршруты, график движения судов, ближайшие порты (гавани), действия по рыбной ловле и сезоны (в зависимости от пересечений с другими участниками, потенциальным ущербом и возможными безопасными часами).
- Близость расположения других производителей и их характеристики судна (взаимоотношения и соглашения).

✓ **Параметры к транспортировке**

- Расстояние от причала до каждой производственной площадки и время перемещения, скорость судна (при расчете ежедневной работы, время перемещения должно быть принято во внимание).
- Расстояние от оборудования и склада хранения материала аквакультуры до ближайшего причала (при расширении фермы, персонал или владелец должен принять во внимание время перемещения для сбора механизма).
- Способ, используемый для транспортировки оборудования: трейлеры, транспортные средства, арендуемые судна, права собственности (если необходимы), производственные мощности (каждое оборудование обладает ограниченной грузоподъемностью для перемещения определенного количества материала, что отражается на количестве рейсов и используемом времени).
- Время, необходимое судну и бригаде, чтобы прибыть на определенную рабочую площадку из общей базы (уборка/техническое обслуживание).

✓ **Текущие образцы, течения; ветер и волны.**

- Ориентация ярусов в производственных площадках с текущими потоками (почти параллельно течению).
- Высота приливов и доминирующие течения, порывы ветра, частота и сезонность.
- Локальные потоки вокруг рабочих площадок воздействуют на ежедневное смещение ярусов, а также поведение судна. При совместном воздействии с ветром, такие физические океанические характеристики создают различия в планировании рабочей площадки и безопасной работе.

✓ **Данные об условиях окружающей среды**

- Температура на протяжении последних лет, данные по солености, фитопланктону: на различных глубинах.
- Графики температуры на различных глубинах, наблюдения; движение льдов и их толщина, штормы.

✓ **Ярусы**

- Схема яруса (геометрия), длина, места крепления, постанковка на якорь.
- Распределение плавучести, для пустых и груженых либо вышедших ярусов (тип, способ образмеривания).
- Ожидаемый объем за год, объем, реализованный к конкретной дате.
- Длина яруса и ожидаемый урожай.

✓ **Описание ярусов и инфраструктуры**

- Эскиз ярусов на бумаге для каждой рабочей площадки (обратитесь к данным выше).
- Система идентификации для яруса, рабочей площадки, данных по способу и документации.
- Количество ярусов, составляющих модуль (решетчатая структура), эскиз ярусов для каждой рабочей площадки.
- Расстояние между ярусами (м), размер канатов, расчет растяжения, требования по напряженному состоянию.
- Документация по датам установки, фотографии.
- Дата реализации/заложения/установки ярусов и регистрация ожидаемого срока службы.
- Длина коллекторов, тип материала (шведская лента, =steintau', notlin, Xmas tree...).
- Способ, прилагаемый к ярусу и расстояние (30, 50, 80см).
- Документация предыдущих результатов постанковки на канаты для каждой исследованной области.
- Тип субстрата: схема якорей и обнаруженные проблемы с устойчивостью (обратитесь к описанию ниже).

✓ **Производственные данные (при наличии)**

- Периоды метания икры; каким образом Вы выбираете даты для установки коллекторов на всех площадках.
- Коллекторы (в местах, где расположены, когда и как установлены, какие материалы использовались/испытывались).

- Наблюдения весной, летом или в периоды пикового выпадения (любые предыдущие или научные данные).
- Процедуры по соударениям (где, когда, каким образом, с чем): предоставление данных и фотографий.
- Отображение документации и способов учета для определенной даты (если это имеет место).
- Периоды разложения для различных видов в ярусах, а также наблюдения на различных глубинах.
- ✓ **Данные по росту, собранные для конкретной даты**
- Данные, собранные по мидиям (глубина для каждого образца, размеры, измерения, ярусы и т.д.).
- Предыдущие данные и даты собранных образцов для стандартизации всех образцов на метр глубины.
- Отображение графиков, гистограмм (очень удобно, если данные введены в виде крупномасштабных таблиц Excel).
- Необработанные данные по мидиям от ярусов коллекторов, вышедших ярусов, канатов (ввод/вывод данных).
- Данные по толщине оболочки, урожаю мяса, времени выращивания, периодов быстрого/медленного роста/рабочей площадки.
- Предыдущие записи по уборке урожая и объемам продаж для конкретной рабочей площадки (длина/кг/затраченное время).
- Эти данные помогут определить Ваши протоколы по сбору образцов.
- ✓ **Поведение мидий**
- Наблюдения, относящиеся к мидиям, связанные с температурой, соленостью на различных глубинах.
- Периоды, когда биссальные отложения довольно прочные, слабые; до/после нереста, процедуры по соударениям.
- Плотность, относящаяся к поведению мидий, время года; размер, влияющий на поведение.
- Эффект плавучести на отложениях мидий для канатов и лестничной системы.
- ✓ **Качество и размер мидий**
- Наблюдения, относящиеся к данным по размерам (длина, ширина, высота), рост на различных глубинах.
- Кривая роста: данные по урожаю мяса (как подсчитать, частота отбора образцов); толщина оболочки .
- ✓ **Наличие хищников и токсичных водорослей.**
- Предыдущие наблюдения на различных глубинах, примечания, тип видов, размер и плотность.
- Наличие различных секций ярусов, периоды поселения хищных видов.
- Особенное примечание для морских звезд, крабов, гидроидных, морских водорослей, тины, асцидии.
- Используемый способ для регистрации даты очистки, не допущения, устранения или управления паразитами (включает второй комплект).
- PSP, DSP, другие токсичные водоросли; наличие, сезонность, концентрация, распределение.
- Способ отбора образцов, доступные результаты, кто выполнял, когда, каким образом; потенциальное воздействие.
- Обязательства при отборе образцов и составлении отчетов, отчеты с предыдущими данными, прогнозирование идентификации.
- ✓ **Производственный план**
- Описание производственного плана, презентация и исполнение.
- Прогнозирование цикла роста и сценария по совершенствованию (ожидаемые результаты).
- Объекты, сценарий по расширению спустя длительное время (на каждую рабочую площадку).
- Сценарий инвестиций и потенциала (структура расходов и дополнительные расходы (разрешенные или запланированные?)).
- В чем заключается описание плана.
- Ожидания для времени выдвигания на рынок (цикл роста, каким образом определяется).

✓ **Управление производством и рисками**

- Какой тип управления Вы использовали (биологический, запасы, исполнение).
- Плотность собранной икры, синхронизация и используемые субстраты.
- Каким образом выбраны сортировочные размеры, как выбрать сортировочные бочки для всего оборудования.
- Управление качеством оборудования, позиция, расположение, используемые сроки и способы.
- Управление плавучестью ярусов; где, когда, периодичность, расчет потребностей.
- План по управлению рисками (что, когда, как действовать).

✓ **Производственные действия**

- Описание производственных процессов для каждого действия.
- Изготовление яруса, установки, сбор, классификация и соударения, содержание, сбор урожая.
- Технологии механизации и показатели производственного процесса для каждого действия.
- Протоколы по отбору образцов, и каким образом провести интеграцию в производственную деятельность.

✓ **Организационное планирование рабочей силы**

- Описание производственного плана должно учитывать нормы для рабочей силы.
- Разрушение действия и описание работ: предоставленное и усовершенствованное обучение.
- Каким образом они оплачиваются, тарифицируются, график исполнения работ, правила, время, необходимо для прибытия на площадки, питание и т.д.

✓ **Меры обеспечения безопасности и управление рисками**

- В чем они заключаются? Какие процедуры предпринимаются для внедрения и сопровождения.
- Относительно грузовых транспортных средств, судов, встроенного оборудования.
- Относительно производственных действий и управления ярусами.
- Потребление региональных мидий, диагностические испытания, полномочия.
- План ущерба (лед, шторм, несчастные случаи с суднами, дрейфующие курсы).

Представлено множество аспектов для оценки всего процесса планирования, исполнения и внедрения вашего плана в конкретную производственную операцию.

Одой из основных ошибок, полученных в культуре ракообразных, является повторное изобретение колеса или приспособление технологий без осознания, откуда они появляются и для чего изначально были разработаны.

### 9.2.2 Обзор мировых технологий для культуры мидий выше уровня дна

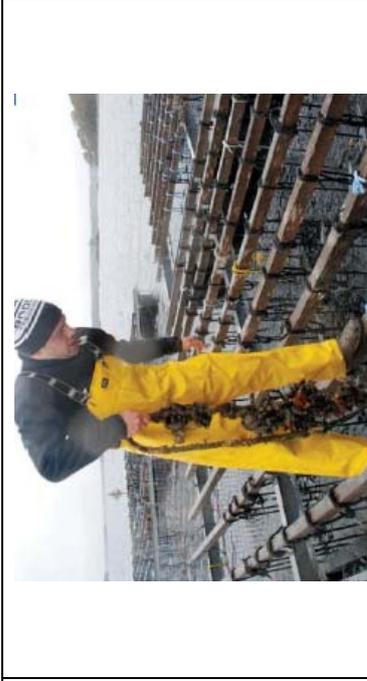
Каждый способен выращивать моллюсков, но такая задача управляет сложным комплексом между биофизическими характеристиками площадки, биозагрязнением, поведением мидий в различные сезоны и технологическими требованиями для всеобщего согласования для получения прибыли. Все эти факторы очень важны в разработке и запуске производства моллюсков с целью получения прибыли.

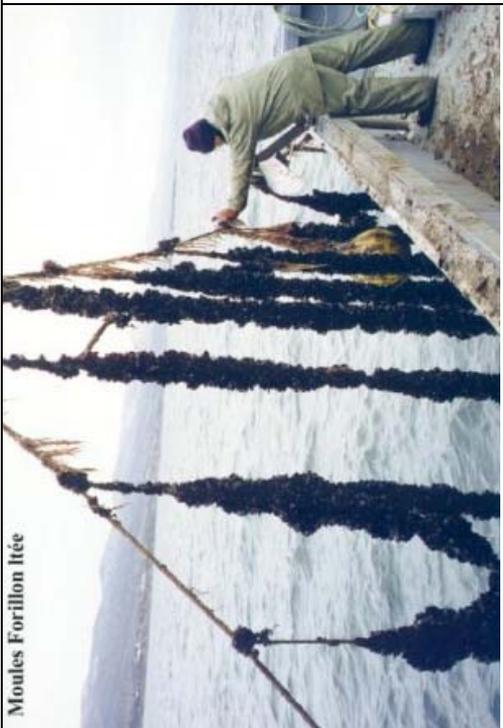
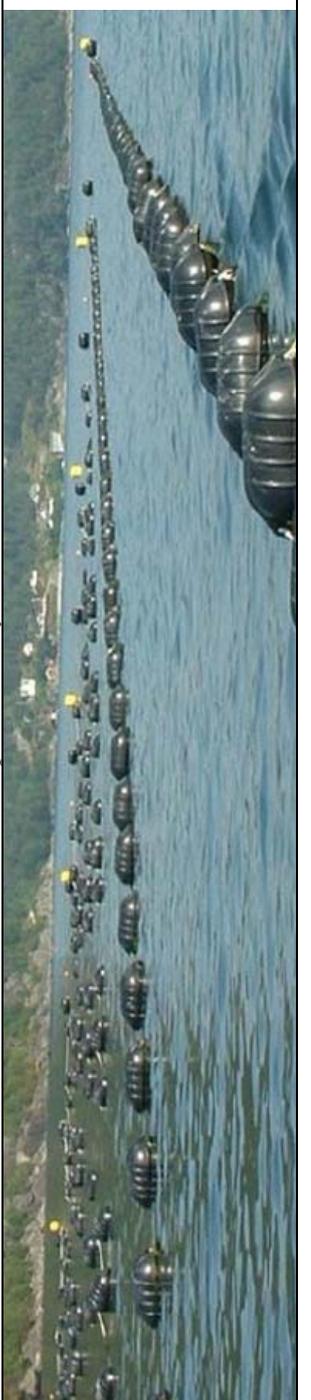
Большинство оригинальных технологий (таблица 9.1) были разработаны в ответ для определенной культуры, окружающим и биологическим особенностям, определенных производителями культуры мидий для их регион

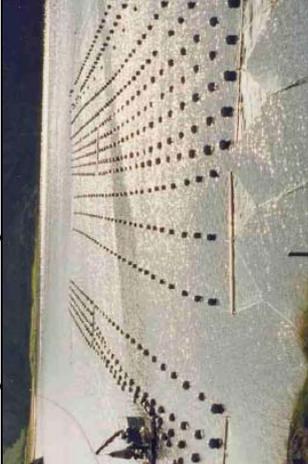
Таблица 9.1 - Технологии культивирования мидий

Над дном	Расположение	Мидии	Эффективность	Адаптируемость	Глубина	Комментарии
Выращивание по методу «Vouchot»	Франция	Синие мидии	Варьируется	Ограничена	Свободные от льда приливы и отливы (7-10 м)	Большие размеры, более механизированные. Использование горизонтальных коллекторов.
Колья коллекторов при малых приливах		Только осевшие на кольях «Vouchot» мидии с икрой на коллекторах		Механическая уборка кольев «Vouchot»		Ручная уборка урожая кольев «Vouchot» 
Столбы и канаты	Франция, Италия, Гунис, Испания	Средне-морские мидии + другие виды	Трудоемкий	Ограничена	Мелководные, свободные от льда, защищенные	Малые объемы, области приливов/отливов

						
<b>Испанские плоты, 40х60м</b>	Испания, Португалия	Средне-морские мидии + другие виды	Трудоемкий	Ограничена	На большой глубине, защищенные	Уникальные испанские процедуры
Поднятие коллектора из трюсов и кольев зачастую производится вручную	Испанский плот полон мидий в Риасе, Испании, где производство на высоком уровне.					
<b>Плоты 40х40м</b>	США, Канада, Западное побережье	Средне-морские мидии + другие виды	Средняя + механизированная	Ограничена	На большой глубине, защищенные	Сети, используемые от хищной птицы и рыбы
Плоты в Пенн Коув (США) на западном побережье		Небольшие в восточном берегу плоты с последовательным креплением				

						
<p><b>Одиночные ярусы</b></p>	<p>Береговые линии, на поверхности и погруженные</p>	<p>Применяется ко всем видам: синим, черным, средиземноморским и т.д.</p>	<p>Высокая + механизованная – в большинстве случаев эффективная</p>	<p>Повсюду</p>	<p>От 3-400 + м глубиной, защищенные без льда</p>	<p>Небольшие судна с краном + 8м до больших судов</p>
<p>Один погруженный ярус, показанный ниже, поднимается на поверхность краном в сезон без льда</p>		<p>Ярусы коллекторного типа на мелководье, защищенные РЕИ, не требуют значительных расстояний между ярусами</p>				

<p>Moules Forillon Itée</p> 						
<p><b>Двойные ярусы</b></p>	<p>Большинство прибрежных ярусов</p>	<p>В основном в Новой Зеландии, Соединенном Королевстве, Ирландии, Черном море, Чили, области без льда</p>	<p>Высокая потребность в механизации</p>	<p>Где-нибудь со средней подверженностью</p>	<p>20 – 400 м, защищенные, без льда</p>	<p>Необходимость в большом судне + 15м и кран</p>
<p>Двойные ярусы в большей степени используются на поверхности и требуют высокой плавучести с прочными местами крепления для удержания при волновом движении и массе мидий снизу. Более подверженные области нуждаются в специальных поплавах. Это довольно эффективный и производительный способ, но требует больших судов для поднятия ярусов с большим количеством мидий. Первые способ был разработан в Новой Зеландии, где работают судна 30-50м.</p>						
						

<p><b>Установки с 3-7 ярусами</b></p>	<p>Большая часть Скандинавии</p>	<p>Широкое, но ограниченное использование</p>	<p>Высокая потребность в механизации</p>	<p>Хорошо защищенные</p>	<p>От 20 до 200 м, защищенные, без льда</p>	<p>Необходимость судна с краном + 10 м</p>
<p>Единственное изображение, оставшееся для площадки в средней Норвегии для установки 10м шириной с ярусами в количестве 3, 5 и 7. Довольно трудоемки в обращении при близком расположении</p>						
						
<p><b>Установки с 10 ярусами</b></p>	<p>Швеция, Норвегия</p>	<p>Большинство видов, но ограничены промышленными странами</p>	<p>Высокая механизация</p>	<p>Хорошо защищенные</p>	<p>От 10 до 100 м, защищенные, без льда</p>	<p>Необходимость судна + 15 м и кран</p>
<p>Anders Granhed, Сканфьорд, Швеция – основатель использования 10-ярусных систем шириной 10м, появившихся в Норвегии в конце 90-х. Подходит для производственных вод.</p>						
<p>Пример 10-ярусной установки, установленной в средней Норвегии. Низкий поток уменьшает поток в центре и снижает рост.</p>						

			<p><b>Над дном</b></p> <p><b>Трубная и сетчатая система, 2 поста-ставки</b></p>	<p><b>Расположение</b></p> <p>Повсюду</p>	<p><b>Мидии</b></p> <p>Большинство видов, отбор образцов не возможен без крана</p>	<p><b>Эффективность</b></p> <p>Потребность в высокой механизации</p>	<p><b>Адаптивность</b></p> <p>Устойчивость к волновому движению</p>	<p><b>Глубина</b></p> <p>На 3-4 метра, коллекторы для икры</p>	<p><b>Комментарии</b></p> <p>Необходимость в специальном оборудовании для получения высокой эффективности</p>
<p>Система умной фермы – норвежская инновационная система для сбора больших объемов мидий с помощью автоматизированной уборочной щетки и водяных насосов для загрузки на судно. Эти системы выдерживают воздействие волн и льда при правильном расположении якоря.</p>									
				<p><b>Лестничная система</b></p> <p>Повсюду</p>	<p>Большинство видов, однако ограничена в Шотландии и Норвегии</p>	<p>Потребность в высокой механизации для крупного производства</p>	<p>Использование двух ярусов, хорошо защищенные</p>	<p>От 20 до 200 м, защитные, без льда</p>	<p>Необходимость в специальном уборочном оборудовании. Разработана в Шотландии Dutch Franken BV в 90-е гг.</p>



Инновационная технология для крупных производителей мидий в 90-е гг., объединяющая высокую эффективность убора урожая и высокий производственный потенциал, что позволяет оптимизировать водный поток для мидий на канате. Затраты не изменялись.



### 9.2.3 Подведение итогов технологиям для культуры мидий выше уровня дна – за и против

Отличие в развитии и использовании данных технологий зачастую зависит от определенной страны. В то время, как данная технология разработана для обеспечения большего потока воды, лучших температур роста и наилучшего питания для мидий, она также используется для ограничения накопления частичек песка на мантии, что отразится на качестве, которое общепринято для выращенных мидий выше уровня дна.

Экономическое преимущество культуры выше дна заключается в благоприятных условиях окружающей среды, которые способствуют сокращению производственного цикла, облегчения обслуживания и повышения эффективности снятия урожая, а также оптимизации использования двумерного арендуемого пространства при оптимизации трехмерного производства.

Однако, производство вблизи поверхности повышает необходимость в управлении рисками, чтобы избежать повреждения инфраструктуры за счет волнового воздействия, дрейфа льда и различных погодных условий, которые могут негативно сказаться на безопасности проведения операций в море при обслуживании и уборке урожая. Наконец, данная культура мидий повышает риск того, что загрязняющие организмы занимают пространство, поедают пищу, а также снижают качество на этапе упаковки.

### 9.2.4 Технические требования для выбора производственных способов культивирования мидий вне дна

Таблица 9.2 с техническими требованиями, представленная ниже, отображает синтез взаимодействия между биологическими, физическими параметрами и параметрами окружающей среды, которые оказывают воздействие на процесс принятия решения на различных уровнях, что немаловажно для производителей мидий (направление стрелки указывает на увеличение в процессе).

Выбор наилучшей производственной технологии, инфраструктуры развития и производственных способов, необходимых для выполнения безопасных процедур относительно культуры мидий для любого расположения отличается для конкретной площадки. Содержание таблицы охватывает наиболее значимые параметры, и может быть использована для локальных условий в пределах Балтийского региона.

Последующий раздел «Технических требований» подчеркивают различные типы якорей и швартовки, используемых в общем случае для моллюсков. Пересмотр предназначен для представления визуальной картины или фото компонента, а краткое описание служит для описания использования и преимуществ.

Разнообразие швартовки: выбор типа швартовки зависит от типа субстрата, климатических воздействий на ярусы, общей биомассы, волнового сопротивления на поплавки и воздействия от течений на погруженные установки и подвешенных мидий. Глубина и длина якорей также может воздействовать на выбранный тип швартовки.

#### 9.2.4.1 Определения якорей и швартовки

Как правило, якорями мы называем тяжелые предметы, зачастую изготовленные из бетона или металла, похожие на те, которые используются для удержания кораблей на месте. Якоря можно классифицировать на две группы:

1. а) Постоянные якоря и б) Швартовочные.

2. Временные якоря.

1а) Постоянный якорь зачастую называются швартовочным креплением, и в редких случаях перемещается.

1б) Швартовочное крепление функционирует за счет сопротивления движущей силе яруса, к которому он закреплен. Для этого существуют два способа – с помощью «сырой массы», или «зацепив» за морское дно.

Как правило, мы предполагаем, что течения обладают самым большим усилием, которому якоря должны противостоять, а вертикальное перемещение волн может привести к воздействию самых значительных нагрузок на ярусы, в особенности:

А. Когда судно для уборки мидий привязано к ярусам.

Б. При чрезмерной плавучести на поверхности или на погруженном ярусе.

2) Временный якорь – обычно переносится судном, и поднимается на борт всякий раз, когда судно находится в пути. Существует множество типов креплений, некоторые из которых: Danforth, Stingray, Manta-ray, DogMor, Bruce, штыковые и иные разновидности. Однако, производители моллюсков, кто

находится в поисках стабильности, устанавливают ярусы с постоянными якорями и швартовочными креплениями.

Для культуры мидий представлено широкое разнообразие якорей/швартовочных креплений. Выбор постоянного пришвартовывания зависит от окружающей топографии, где представлен удобный доступ к ближайшим гаваням, а также типа морского дна, чтобы обеспечить стабильность закрепления не зависимо от погодных условий, штормов и дрейфа льдов на рабочей площадке.

Таблица 9.2 Технические требования при культивировании мидий

↑ Локальные (биофизические) условия окружающей среды (волны, течения, воздействия), размер судна и хищничество, определяющие технологию развития и материалы для выбора, чтобы получить высокую производительность ↑	Качество уборки	Градации размеров	Объем	Мясо	Раковина	Бренд	Упаковка	Загрязнение	Урожай	Сезоны	↓ Необходимый уровень управления рисками из-за штормов, загрязняющих видов, льда, воздействия, которые определяют способы ведения хозяйства для различных масштабов ↓	
	Отбор образцов	Способы, цель, примеры										
	Стратегии соударения	Расчет времени	Плотность	Субстрат	Глубина	Урожай	Рост	Эффективность	Сезонность	Расположение		
	Обслуживание и загрязнение	Определенная площадка, сезонность, стратегии для различных видов и технологий										
	Сбор икры	Расчет времени	Плотность	Субстрат	Глубина	Урожай	Рост	Эффективность	Сезонность	Расположение		
	Оборудование	Подлежит расположению в другом месте										
	Производственный цикл	Календарь действий и циклов роста мидий на каждой стадии										
	Производственная емкость	Ежедневная емкость для каждого оборудования и человека, работающего и управляющего продукцией										
	Производственные способы	Различные способы, в зависимости от страны, рабочей площадки, используемой технологии (механизированной, ручной, автоматизированной и т.д.)										
	Расстояние до площадки	15 мин	30-45 мин	1 час и более			Трудоемкость и фактическая работа на перегруженной рабочей площадке					
	Тип судна	10-20 м	Рабочая зона	Кран	Гидравлика	Мощность	Рабочее пространство	Конструкция	Скорость	Безопасность		
	Стыковочные приспособления	Кран	Док	Область хранения для продукции и материалов				Доступ к транспорту во все сезоны				
	Типы плавучести	Канатные исполнения, выбора, материалы, объем										
	Технологии для ярусов и развития	Поверхность	На глубине	Динамика	Умная/Простая ферма		Плот	Привязки	Дно			
	Ярусы и инфраструктура	Канат	Хороший, плохой, некачественный									
	Постановка на якорь	Ветро-двигатель	Привязки	Болт	Быстрая фиксация		Винт, захват, цепь		Большой винт/быстрая фиксация			
	Климатические условия	Шторм, ветер, порывы ветра, дрейф льдов, быстрые льды, мусор										
	Воздействия волн	Высота волн, периодичность событий, сезонность и предсказуемость										
	Глубина воды	Крутизна, топография										
	Твердость субстрата	Внешние установки		Материальная порода		Галька		Гравий	Песчаные камни	Ил		Глинистый раствор
→ Тип субстрата, воздействие, климат и глубина воды определяют швартовку →												

#### 9.2.4.2 Типы постоянной швартовки, используемые при постановке на якорь

Полновесные типы швартовочного крепления, например, колеса локомотивов, бетонные блоки, железнодорожные узлы и плавучие якоря, как например, тяжелые цепи (Таблица 9.3):

А) Легковесные швартовочные крепления, например, спиральные или винтовые якоря, удлиняющиеся якоря с гидравлическим управлением.

Б) Анкерные сваи, например, стальные болты.

В) Привязочные швартовочные крепления, или такие внешние установки, как ветродвигатели, установки, работающие на неиспользуемом масле и морские свайные сооружения (столбы) становятся наиболее пригодными для культуры моллюсков, т.к. расстояние сокращается.

**Комментарий:** чем больше масса или длиннее рельсовые пути, тем опаснее и сложнее с ними обращаться в море, а также проводить перестановки после смещения. В то время как стальные предметы могут быть компактнее по размерам в сравнении с бетонными, они легко и удобно прокатываются и не предназначены для удержания структур ярусов на протяжении длительного промежутка времени, даже если погружены в довольно мягкие основания. Короткий срок сохраняет значительные расходы в связи с обслуживанием.

Все системы пришвартовывания должны пройти необходимую оценку и сравнительный анализ между краткосрочной первоначальной стоимостью и долгосрочным обслуживанием, доступностью и затратами на безопасность, которые вытекают за первые пять (5) и десять (10) лет развития проекта.

Таблица 9.3 Массивные постоянные якоря/швартовочные крепления

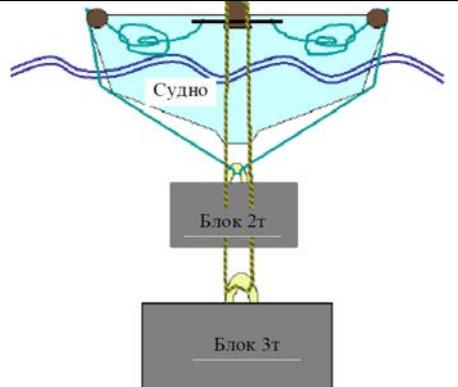
Компоненты и материалы	Тип/название якоря	Изображение/Фото
Массивные постоянные швартовочные крепления	Бетонные блоки	
	Колеса локомотивов/старые рельсы	
Плавающие якоря	Плавающие якоря Danforth	
	Тип корпуса Salmon, измененный	
	Плавающий якорь Stingray	

#### 9.2.4.3 Логистика установки, относящаяся к массивному якорному креплению для пришвартовывания

Работа с крупногабаритными и тяжелыми бетонными якорями может быть весьма опасной, что особенно заметно при быстрой подготовке. Судно может быть взято на прокат, но может возникнуть необходимость в логистической подготовке наземной транспортировки блоков в малые доки. Также можно загрузить небольшие суда для транспортировки тяжелых бетонных креплений на места добычи мидий, если они расположены не слишком далеко, или в спокойные (безветренные) дни (Таблица 9.4).

Нанесите маркировку на бетонных блоках, необходимых в качестве морских якорей: при разработке и сооружении бетонных форм, запланируйте использование армирующих стержней для повышения прочности и прикрепите тросовые рукоятки 32мм к арматурным стержням, что будет служить в качестве петель для закрепления тросов к поверхности.

Таблица 9.4 Транспортировка массивных якорных креплений

Логистика для больших установок	Тип/название якоря	Изображение/Фото
Необходимость в большом судне и кране с обученной бригадой.	Бетонные блоки, транспортируемые с помощью большого судна, например, буйковое судно береговой охраны.	
Необходимость в большом судне и кране с обученной бригадой.	Колеса локомотивов и тяжелые цепи, установленные с помощью больших палубных и гидравлических кранов.	
Загрузка небольших суден для транспортировки тяжелых бетонных швартовочных креплений.	Транспортировка тяжелых бетонных блоков с помощью небольшого рейдового судна.	

Трос не ржавеет и обладает значительной прочностью, срок годности которого превышает тросы оттяжки.

Предоставьте возможность цементной компании внести добавки согласно морским условиям, чтобы повысить прочность бетона, и пройти термоотверждение в течение недели формовкой. Последующее отвердевание произойдет в море.

#### 9.2.4.4 Логистика и альтернативные способы для обращения с тяжелыми бетонными блоками

Транспортировка для одиночного мелкого судна (рисунок 9.1).

Данные прочные способы постановки на якорь на первый взгляд могут показаться сложными, однако опытные капитаны понимают все необходимость мер безопасности, и каким образом организовать логистическую систему. Данный способ был задействован в открытых водах Квебека, в которых условия ветра и течений были следующими:

Этап 1: при готовности к транспортировке, закрепите якоря на каждой стороне судна, опуская их в доке при отливе с помощью крана или вильчатого подъемника, после чего прикрепите их к судну. Во время приливов, медленно выбросьте и перетащите якоря в положение на площадке для уборки мидий. Местные течения оказывают воздействие на скорость судна.

Способ обращения с бетонным якорем с помощью одного небольшого судна.

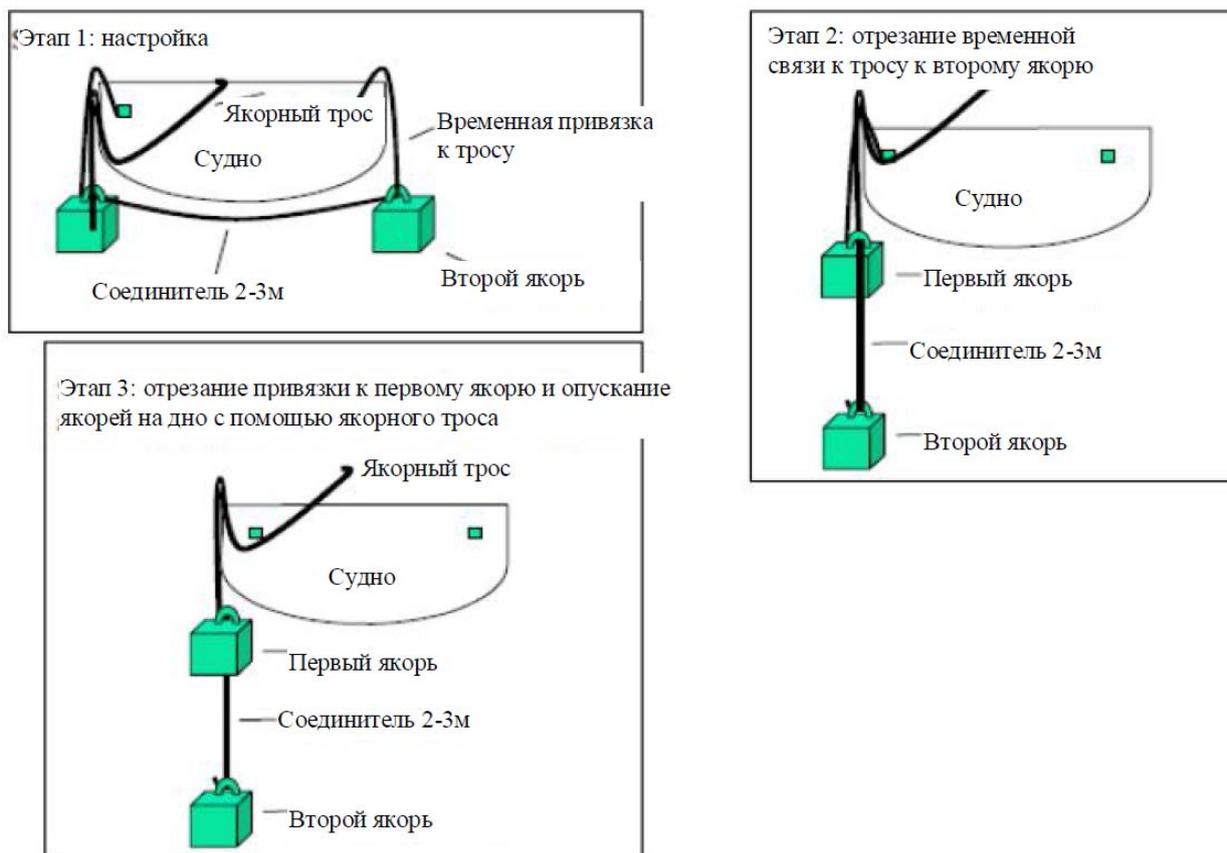


Рисунок 9.1 Способ установки бетонных швартовочных креплений с небольших судов (10м + длина). Следующие способы по установке небольших бетонных блоков или якорей взяты из руководства: «A practical guideline for mussel culture in Newfoundland», Морской институт университета мемориальной памяти Ньюфаундленд, 2000.

Обратите внимание на массу бетона в воде:

Одним из интересных физических фактов является то, что в воде бетон теряет до 40% от своей массы (в зависимости от солености), что облегчает обращение с ним на судне. Однако, необходимо принять во внимание, что такое уменьшение в весе удваивает необходимую массу, чтобы обеспечить устойчивость якоря относительно инфраструктуры, к которой вы пришвартовываетесь.

Якорь может выглядеть массивным, но при этом не обладать достаточной массой, препятствующей волочению течением, воздействию ветров.

Форма бетонного швартовного блока также имеет значение, и зависит от материала субстрата, каким образом он будет погружен в субстрат, и обладает он или нет достаточным трением. Трение может быть увеличено за счет увеличения площади поверхности дна за счет создания вогнутой формы для достаточного трения.

Транспортировка якоря с помощью двух небольших судов

Данный способ требует большей координации, но при этом похож на транспортировку одним судном. Он может быть полезным на мелководье в защищенных участках.

Этап 1: закрепите якорь к бревну, соединяющему два судна на мелководье (0,5м) с помощью временного троса. Осуществляйте транспортировку якоря при его погруженном состоянии (рисунок 9.2).

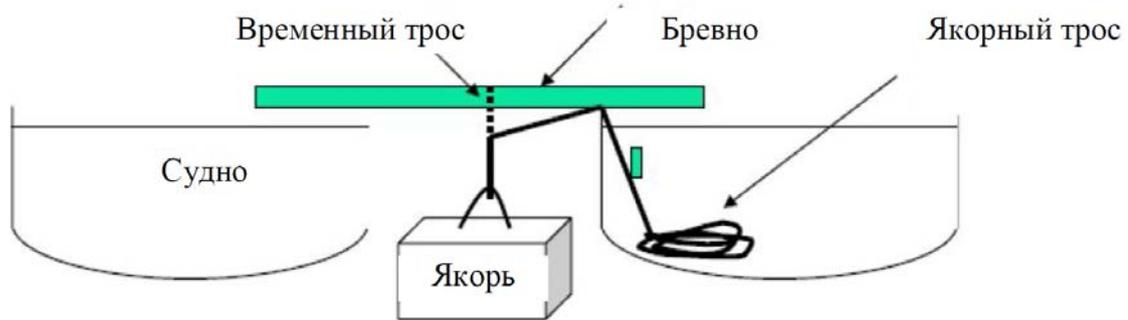


Рисунок 9.2 Способ обращения для установки бетонных швартовочных креплений с помощью двух небольших суден (7м + длина). Этап 1

Этап 2: отрежьте временный трос, чтобы опустить якорь. Управляйте опусканием якоря с помощью якорного троса (Рисунок 9.3).

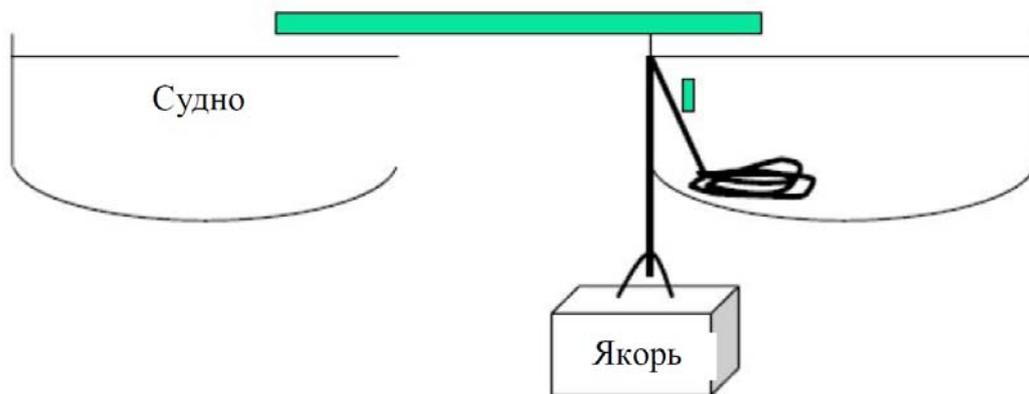


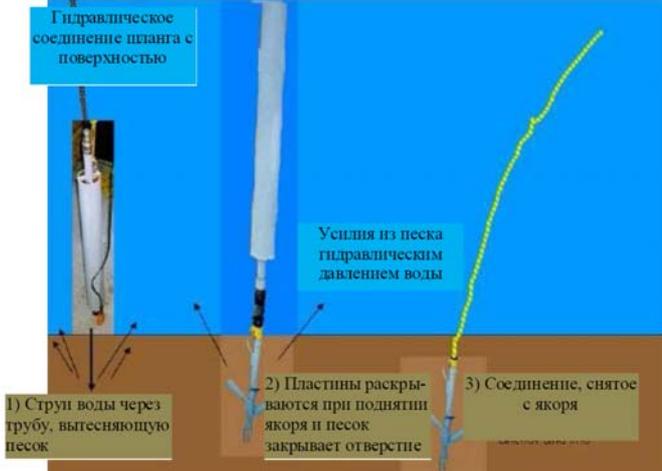
Рисунок 9.3 - Способ обращения для установки бетонных швартовочных креплений с помощью двух небольших суден (7м + длина). Этап 2.

Легкие якоря и швартовочные крепления, требующие тщательной логистической подготовки

Легкие погруженные швартовочные крепления, например, сплошные винты или спиральные якоря, а также удлиняющиеся якоря с гидравлическим управлением могут требовать более тщательного планирования, однако при этом они довольно надежные и занимают меньше места на морском дне (таблица 9.5). Рекомендуется использовать платформу, которая обладает устойчивостью при бурении, а также сохраняет положение при воздействии ветров, что позволяет погружать якорь вертикально вниз.

Таблица 9.5 Легкие якоря и швартовочные крепления

<p>Легкие постоянные якоря поставляются в двух исполнениях. Они требуют различных логистических настроек, чтобы соответствовать соответствующим швартовым системам:          А) Сплошные винтовые якоря или спиральные винтовые якоря.          Б) Удлиняющиеся якоря с гидравлическим управлением</p>		
<p>Сплошные винтовые якоря, также именуемые «Якоря с круглым валом».</p>	<p>Толщина и масса планки зависит от необходимой удерживающей способности и диаметра планки, которая будет приварена к стальному валу.</p>	

<p>Легкие спиральные винтовые якоря</p>	<p>Спиральные швартовочные системы похожи на сплошные винтовые якоря, но обычно состоят из двух, трех или более вводов, что зависит от типа субстрата.</p>	
<p>Удлиняющиеся якоря с гидравлическим управлением</p>	<p>Удлиняющиеся якоря с гидравлическим управлением состоят из лап на петля, закрепленных на полой вале, который погружается в морское дно мощной струей воды, в результате чего проникает через плотный субстрат, направленный наружу от носовой части.</p>	 <p>Гидравлическое соединение шланга с поверхностью</p> <p>Усилия из песка гидравлическим давлением воды</p> <p>1) Струи воды через трубу, вытесняющую песок</p> <p>2) Пластины раскрываются при поднятии якоря и песок закрывает отверстие</p> <p>3) Соединение, снятое с якоря</p>
<p>Автоматизированные бурильная установка со сплошным якорем Hafbor. Обратитесь к видеоматериалам по эксплуатации и установке <a href="http://www.youtube.com/watch?v=rIAZ4mLa-qg&amp;feature=plcp">http://www.youtube.com/watch?v=rIAZ4mLa-qg&amp;feature=plcp</a></p>	<p>Установка постоянных швартовочных креплений без помощи дайверов на глубине до 100м. Видеоматериал демонстрирует простоту установки.</p>	 <p>Схематическое представление трехногий бурильной системы Hafbor. Все изображения представлены из общедоступного каталога.</p>

**Анкерные швартовочные крепления**

Различная топография требует определенных решений. Идеальной ситуацией является тот случай, когда стальной болтовой якорь может быть установлен ниже малых вод уровней приливов, чтобы избежать визуального контакта, оптимизировать доступность (таблица 9.6). Такой способ позволяет пришвартоваться к берегу и перемещаться между ярусами. Т.к. они погружены ниже уровня воды, цепные тросы могут избежать повреждений зимой и в результате воздействия ультрафиолетового излучения.

Таблица 9.6. Анкерные швартовочные крепления

<p>Анкерные швартовочные крепления</p>  <p>Фото: Carl G Hamilton</p>	<p>Стальной болт установлен на гранитной береговой линии с помощью хомута. Это представляет собой прекрасный вариант во всем: дешевый, очень прочный, не занимает большой площади и не оставляет загрязнений.</p>	
<p>Альтернатива для легких швартовочных креплений и привязок к сваям на суше обладают также высокой эффективностью.</p>	<p>Деревянные сваи в дамбе позволяет осуществлять швартовку для сотен ярусов.</p>	

**9.2.4.5 Тросы, используемы для основных ярусов (тросы коллектора) и якорей**

Отплытие от берега требуют выбора правильных механизмов. Выбор необходимой прочности троса зависит от комбинации потенциальных усилий. Это особенно справедливо для устройства (трос коллектора), используемого для поверхностных или погруженных ярусов, или для плотов и другой инфраструктуры, т.к. все производство зависит от целостности и прочности троса, а объем производства будет поддерживаться.

Кроме того, трос и якорные тросы должны быть способны выдерживать рывки рабочего судна, а также принять во внимание размер судна, а также условия волн и течений на арендуемой площадке.

Производители моллюсков из различных стран используют ярусные швартовочные крепления и тросы, которые незначительно отличаются по качеству и конструкции, и эти отличия зачастую отражают стоимость фермеров, желающих заплатить местным поставщикам, кто не всегда понимает, что эти тросы не должны изменять своих свойств. Выбор тросов не всегда отражает то, что должно использоваться. Для близкорасположенных к берегу вод, использование низкого качества тросов простиительно, на больших глубинах, зачастую выбор имеет большее значение, при котором цена отражает качество как технологии, так и используемых материалов.

Внешний вид тросов и диаметр не всегда служат лучшими показателями прочности и надежности в культуре моллюсков. Многокомпонентные волокна, такие как aqualine и тросы из Новой Зеландии обладают лучшим качеством, чем плетеные, т.к. они не растягиваются и изгибаются при уменьшении напряженного состояния во время резких толчков волн, при этом они не позволяют икре мидий и усногим ракам оставаться и расти, что устраняет абразию и износ. Как и нейлоновые тросы и тросы из полипропилена не обладают достаточным качеством ввиду их низкого показателя износостойкости.

Качественные тросы также обладают устойчивостью к воздействию УФ-излучения, которые на разрушаются под воздействием солнечных лучей вблизи поверхности.

Стальные кабели в оплетке Polysteel, похожие на используемые в траловой рыбной ловле, наносят ущерб норвежской культуре моллюсков, на кабелях проявляется ржавчина через 5-6 лет. Кроме того, с ними довольно сложно обращаться в море и регулировать натяжение при провисаниях ярусов. Наконец, кабели Polysteel слишком скользкие для безопасного соединения плавучих тросов, т.к. их сложно резать. При ослаблении этих меньших по размеру тросов, поплавки плавают вдоль главного троса, и поэтому уменьшают распределение плавучести вдоль яруса.

Общий комментарий: с ярусами очень удобно работать, т.к. они просты в управлении даже на малой лодке и кране. Однако, при выборе троса для главного троса необходимо учесть износ от звездообразных колес, трения от поплавков и вышедших ярусов, а также регулярной очистки с помощью скрапперов.

По этим причинам толщина троса принимает еще более важное значение при длительном использовании. Выбор качества для главного троса и размер проводите в соответствии с биомассой в ярусах, длиной ярусов между швартовочными креплениями, волочением судна при ветреной погоде и растяжении с течением времени: стоимость – это функция зависимости от потребностей (таблица 9.7).

Таблица 9.7 - Выбор тросов

Выбор тросов для главного яруса в местах с культурой моллюсков		
<p>Трехжильные тросы в Скандинавии, Канаде, Ирландии, Чили</p> <p>Очень хорошее качество</p>	<p>32 мм, обработанные не изменяют свойств под воздействием УФ-излучения на протяжении многих лет.</p>	
<p>Двужильные тросы, скрученные по три, в Ирландии</p>	<p>45 мм скрученный двужильный трос небольшим наростом икры</p>	
Небольшие тросы для поплавков и компенсационных якорей		
	<p>Выбор тросов и шпагата может отличаться от места к месту в зависимости от износа, точек износа и осадков в воде. Песчинки изнашивают трос за несколько месяцев, если главным фактором является волновое движение.</p>	

<p>Производителям необходимо оценить материалы, которые им необходимы, для каждого компонента, а также цену в соответствии со сроком службы и использованием. Трос, по существу, не является тросом: он обладает различными физическими и структурными свойствами, химическими веществами, устойчивыми к воздействию УФ-излучения, способностью воздействовать трению, а также растягиваться от 3 до 15% в некоторых случаях, что воздействует на напряженное состояние ярусов. Трение является довольно важным параметром для привязывания поплавков к ярусам, в сравнении с коэффициентом растяжения. Защита от ультрафиолетового излучения (УФ) вблизи поверхности не должна исключаться. К наиболее существенным параметрам относится доступ к рабочей площадке.</p>		
<p>Polygore 18 мм в мелких защищенных бухтах</p> <p>Хорошее качество, если защищены.</p>	<p>Тросы из полипропилена могут быть довольно эффективными при спокойных зимах.</p>	
<p>Polysteel 18мм гораздо прочнее и устойчивее к износу</p> <p>Хорошее качество при временном решении</p>	<p>Polysteel 18 мм прочнее и устойчивее к износу, но для использования на значительных глубинах должны быть толще. Срок годности примерно 5-6 лет.</p>	
<p>Тросы Q&amp;E из Новой Зеландии из смешанной резины полипропилена и полиэтилена.</p> <p>Тросы должны быть черного цвета, устойчивыми к УФ.</p> <p>Лучший мировой продукт.</p>	<p>Плотно сплетенные тросы, где это возможно Стандартными сечениями служат: 24 мм, 28 мм и 32 мм.</p>	
<p>Тросы из стальных кабелей для больших расстояний от берегов Норвегии</p> <p>Плохое качество</p>	<p>Стальные кабели в оплетке polygore, характеризуются сложностью при распутывании и ржавлении после 5-6 лет</p>	
<p>Жгутовый восьмижильный мягкий трос, используемый в Черном море.</p>	<p>Фреттинг и износ троса сечением 45 мм</p>	

### 9.2.4.6 Причалные тросы и способы поддержания ярусов под натяжением

Всегда вызывает затруднения для неопытных фермеров по уборке мидий, какой способ выбрать, и каким образом закрепить причальный трос к поплавкам с угловой поверхностью для максимального поддержания натяжения и положительной плавучести главного троса при ее увеличении (рисунок 9.4).

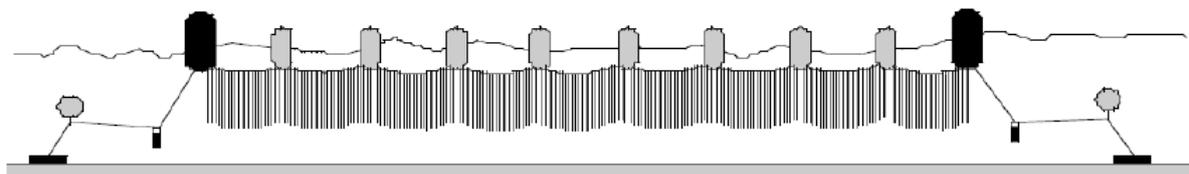


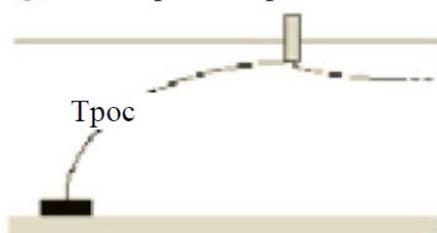
Рисунок 9.4 Способ крепления причального троса к поплавкам

В 2000 году французскими исследователями был издан информационный документ в Ifremer, которые описали 4 принципиальных способа, используемых для натяжения поверхности и погруженных ярусов. Автор раскрывает наиболее важные элементы и приводит комментарии главных моментов, которые характерны для Балтийского региона (обратитесь к справочным данным ниже).

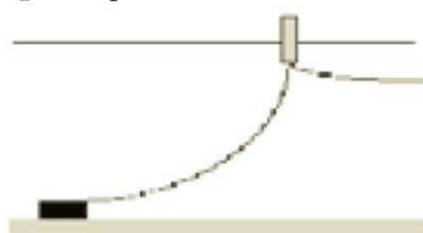
Vompais X., Danioux C., Loste C., Paquette P. Offshore mollusc production in the Mediterranean basin . In: Muir J. (ed.), Basurco B. (ed.). Mediterranean offshore mariculture Zaragoza: CIHEAM, 2000. p. 115-140 (Options Méditerranéennes: Série B. Études et recherches; n.30).

Четыре типа швартовки, используемых в настоящее время для натяжения поверхности и погруженных ярусов представлены на рисунке 9.5.

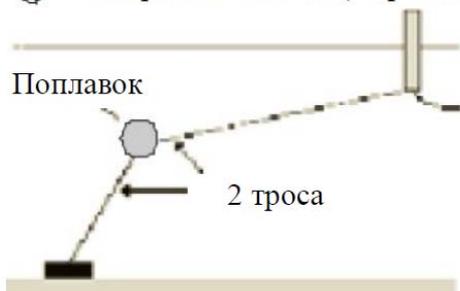
① Швартовка тросом



② Швартовка цепью



③ Швартовка связью (2 тросами)



④ Буферная швартовка (3 тросами)

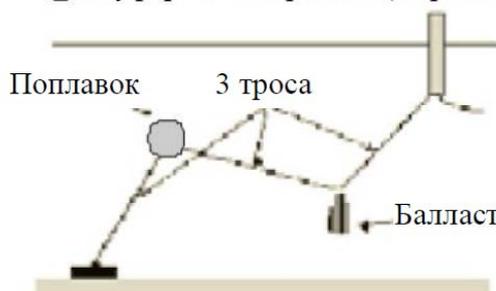


Рисунок 9.5. Четыре типа швартовки, используемых в настоящее время для натяжения поверхности и погруженных ярусов

#### Швартовка тросом

Трос соединяет собственную массу с опорным ярусом. Это служит самым простым и самым дешевым способом из всех систем пришвартовывания. Однако сложность проявляется при поддержании напряженного состояния, если статическая геометрия яруса просчитана неверно (следующий раздел). В условиях колебаний, система характеризуется достаточной эффективностью. Система является очень дешевой и простой в эксплуатации, когда обслуживаются динамическая поверхность и погруженные ярусы.

#### Швартовка цепью

Простота в разработке, что зачастую используется суднами. Преимущество этой системы заключается в поглощении волнений. При этом система характеризуется громоздкостью и нуждается в большом поплавке в углу, что выдержать массу цепи (около 1000 и 1500л).

#### **Швартовка связью**

Данный тип швартовки довольно прост, и представляет собой что-то среднее между швартовкой тросом и буферной швартовкой. Он состоит из двух якорных тросов, закрепленных на одной поверхности поплавка, что поддерживает натяжение. Такой способ используется в Средиземноморских, Скандинавских фермах и фермах Соединенного Королевства, которые характеризуются сильными течениями.

#### **Буферная швартовка**

Данный тип швартовки состоит из трех тросов, соединенных узлом, с погруженным поплавком на одной стороне вблизи собственной массы и балласта в конце троса, вблизи углового поплавка. Такой способ постоянно деформируется и отвечает на волнения воды; по этой причине, такой способ идеально подходит для приливных морей и суровых условий. Независимо от высоты волн, трос всегда остается натянутым. Однако, находящиеся под поверхностью материалы (кольца, хомуты, стыки и швартовочные петли), необходимые для данного типа системы швартовки, довольно громоздкие и, соответственно, дорогостоящие.

#### **9.2.4.7 Влияние размера судна на обслуживание инфраструктуры швартовки**

Независимо от условий, при которых судна работают в Балтийском море, их размер должен быть согласован со швартовочной способностью якорных тросов, массой, а также разрушающим усилием и прочностью троса для яруса или главного троса. Ветер может воздействовать рывками, в связи с чем фермерам необходимо планировать инфраструктуру и удерживающую способность, которые должны выдерживать порывы ветра, отражающиеся на раскачивании судна, а также воздействие течения на погруженные элементы и мидии.

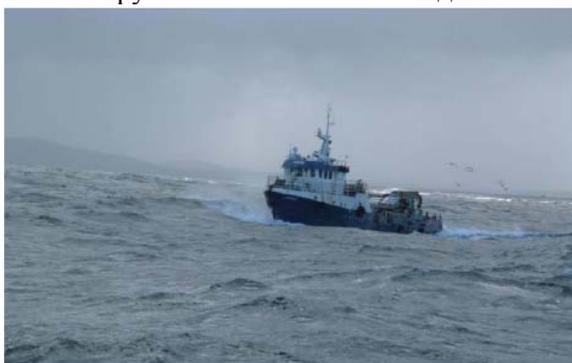


Рисунок 9.6 Небольшие судна и дрейфующий лед причины повреждения тросов

Тросы, погруженные на глубину более 1 метра в защищенных областях, имеет меньшую вероятность повреждения винтами небольших судов и в результате дрейфа льдов

Преимущество погруженных тросов для оседания мидий: на производственную биомассу мидий может оказывать воздействие волн, что означает, что этот факт необходимо принимать во внимание. Мидии различных размеров воздействуют в различной степени от температуры и солености, производя больше или меньше бисусных нитей. По этой причине, волновое движение во время штормов и вертикальное вытеснение водой заставляет поплавки оттягиваться к основному ярусу и воздействовать на тросы для мидий. Периоды с высокой температурой, а также метание икры и слабый бисус будут подвержены воздействию волн, если тросы располагаются на поверхности. Мидии на погруженных в воду тросах подвержены такому воздействию в меньшей степени.

### **9.3 Технология выращивания**

Различные физические и окружающие условия (волны, течения, порывы ветра), относящиеся к индивидуальной биологии искусственно выращенных видов отражаются на определенных технологиях по выращиванию моллюсков. Хищничество со стороны птиц или рыбы требует определенного способа для его исключения. Размер судна и рабочее пространство непосредственным образом влияют на выбор технологии. Ниже представлены некоторые примеры.

Икра мидий собирается на поверхностном слое, поэтому тросы коллектора, в большинстве случаев, для мидий должны располагаться вблизи поверхности, но при этом также могут располагаться и на

глубине, если вода хорошо перемешивается, или если поверхностный слой в основном состоит из свежей воды, перекрывающий более соленую или океаническую воду. Однако, развитие и рост могут иметь место на поверхности или в ее близи, если поверхность защищена, а тросы могут быть погружены в более суровых условиях, при этом развитие мидий будет прослеживаться до тех пор, пока будет обеспечиваться необходимое питание.

Культура устриц на ярусах также может быть представлена как вблизи поверхности, так и на глубине, в зависимости от условий, но икра должна поставляться с помощью садков либо собираться в соленой воде вблизи берегов.

### 9.3.1 Типы ярусов

Существуют различные конструкции ярусов, каждый из которых использует плавучесть в различной степени для поддержания натяжения. Ключевым параметром для высокой производительности культуры моллюсков является поддержание натяжения яруса во всех окружающих и рабочих условиях таким образом, чтобы моллюски не перемещались вертикально по волнам или раскачивались горизонтально на ярусах под действием течений или во время проведения обслуживания.

По срокам развития и роста различают три основных типа ярусов: а) поверхностные ярусы; б) полупогруженные ярусы; в) полностью погруженные яруса. Каждый тип определяется различными структурными характеристиками и ограничениями.

Поверхностные модели ярусов могут быть одиночными, двойными или в виде установки с множеством закрепленных ярусов.

Структурные характеристики:

а) Поверхностные ярусы (неподвижные конструкции) (рисунок 9.7)

Такие конструкции характеризуются поддержанием натяжения и устойчивости за счет использования поверхностной плавучести поплавков в постоянном натяжении с якорями. Геометрическая схема не всегда критична к устойчивости и техническому обслуживанию. В зависимости от длины яруса и местных течений, некоторые производители добавляют промежуточные якоря и поплавки для снижения бокового движения.

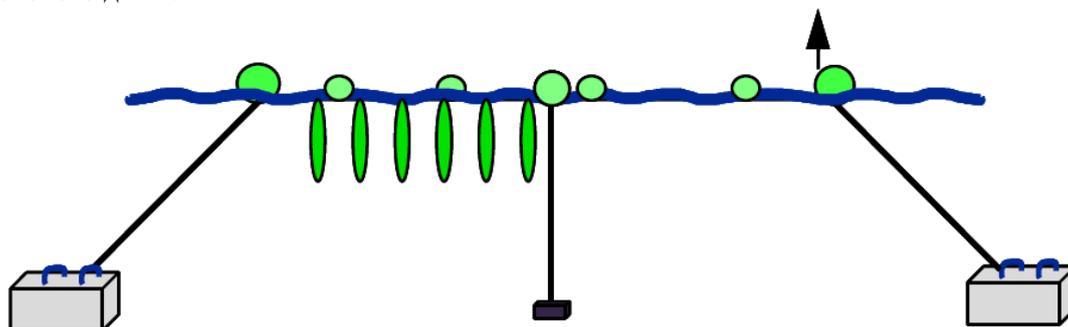


Рисунок 9.7 Неподвижный ярус (поверхностная конструкция)

Данные ярусы неподвижны и не требуют особой конструкции; однако обязательным условием являются более устойчивый якорь, т.к. наблюдаются воздействия ветра и поверхностных течений.

б) Полупогруженные ярусы (рисунок 9.8)

Полупогруженные ярусы характеризуются поддержанием натяжения либо за счет регулировки усилий плавучести от поверхности, что позволяет поплавкам поддерживать плавучесть главного троса на определенной глубине от поверхности, либо за счет использования погруженных поплавков, которые натягиваются противовесами на дне. Когда трос тяжелеет, противовесы опускаются на дно, что добавляет дополнительную плавучесть конструкции ниже уровня поверхности. Поверхностные поплавки помогают найти трос и обеспечивают дополнительную безопасность, в результате чего трос не потонет.

Устойчивость больше при соответствующем обращении и обслуживании, но натяжение троса может в значительной степени отличаться, если не соблюдать определенные правила. Такой тип системы не пригоден для незащищенных мест. Полупогруженные тросы зачастую устанавливаются в местах, где производители могут снять поверхностные поплавки и погрузить тросы, чтобы не допустить условий дрейфа льдов. Наступает момент, когда затраты на обслуживание и объем необходимых работ требуют от производителей пересмотра или изменения инфраструктуры, чтобы уменьшить расходы.

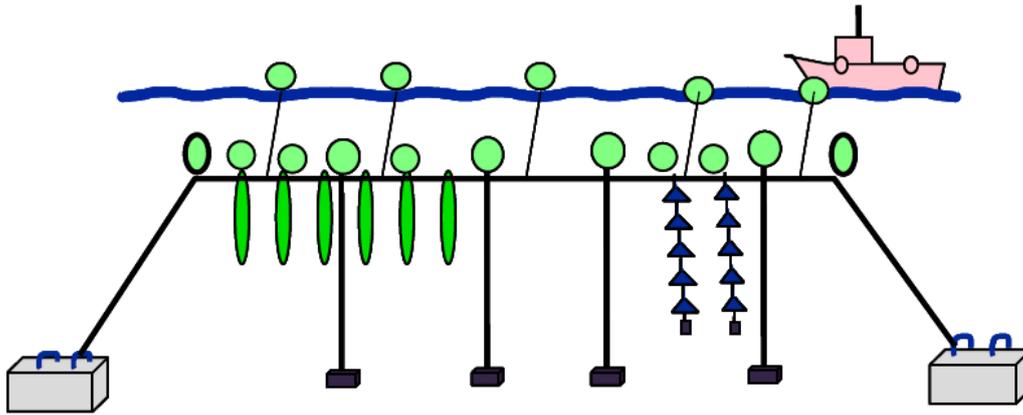


Рисунок 9.8 Полупогруженный ярус (поверхностная конструкция)

в) Погруженные ярусы (рисунок 9.9)

Погруженные ярусы обладают определенной геометрической формой, что позволяет оставаться подвижным для проведения обслуживания с помощью судна, но при этом поддерживая оптимальной натяжение независимо от плавучести поверхности. Ключевым фактором является натяжение, которое обеспечивается большими угловыми буйками, надежной постановкой на якорь и регулярное обслуживание. Как правило, для компенсации воздействий на поплавки в незащищенных зонах добавляются противовесы, что обеспечивает стабилизацию глубины троса на протяжении всего производственного цикла. Значение глубины можно легко проверить с помощью эхолота.

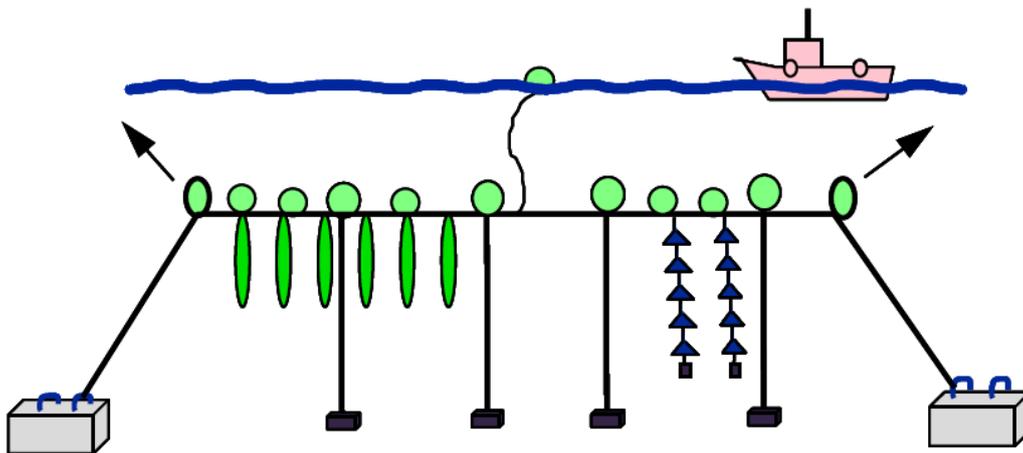


Рисунок 9.9 Подвижный ярус (погруженная конструкция)

На каждом конце основного троса присутствует неиспользуемый сегмент, который зависит от глубины погружения от поверхности. Для построения и установки такой системы рекомендуется воспользоваться проектированием.

**Удобство и обращение с погруженными ярусами:**

Наиболее важным условием для высокой производительности культуры мидий является способность к сбору образцов с тросов при их развитии, способность поддержания тросов в наиболее благоприятных погодных условиях, возможность добавлять поплавки, проводить ремонтные работы и обращаться с мидиями. Ярусы могут быть установлены на любой глубине, как отдельно, так и группами, но при этом важно обладать возможностью быстрого доступа к ним (рисунок 9.10).

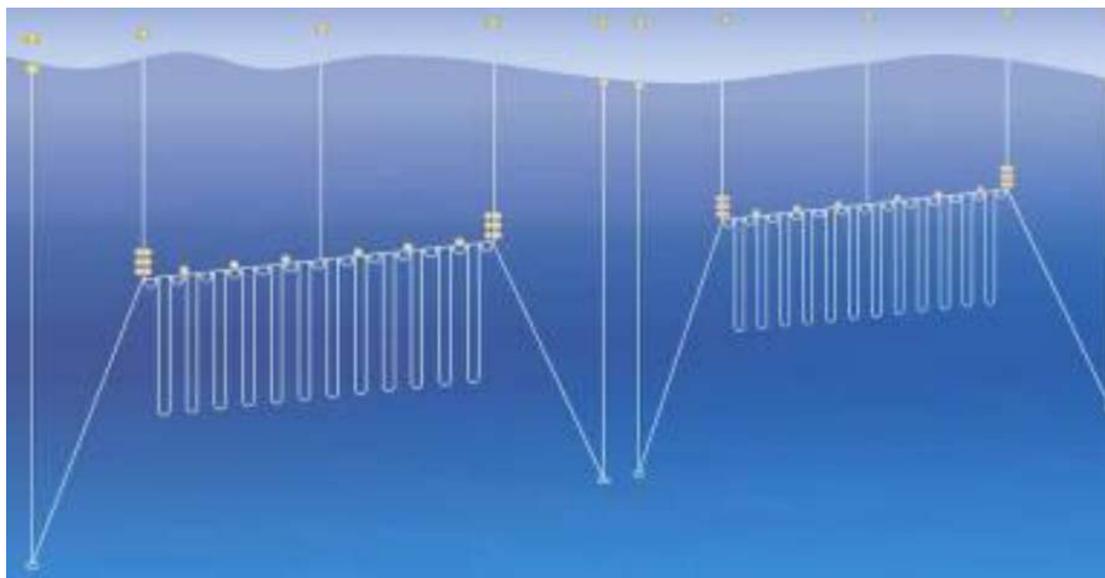


Рисунок 9.10 Погруженные ярус

Если погруженные ярус не заметны с поверхности, то это означает, что поверхностные поправки были сняты зимой, чтобы не допустить воздействия суровых штормов или дрейфа льдов. По этой причине тросы можно обнаружить с помощью эхолота или боковым локатором (рисунок 9.11 и 9.12).



Рисунок 9.11 Изображение, полученное эхолотом, для бетонного блока площадью 1м<sup>2</sup>, угловые поправки и геометрические формы яруса на глубине 24,4м и 10м ниже поверхности

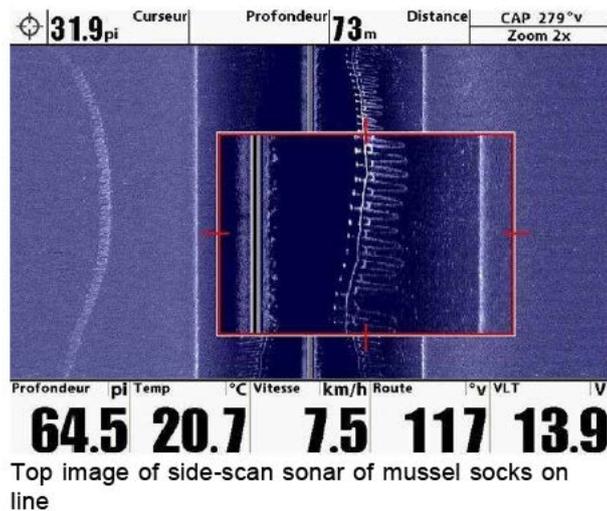


Рисунок 9.12 Вид сверху боковым локатором для определения мидий на тресе

После обнаружения яруса, за его трос зацепляется абордажный крюк и поднимается лебедкой на звездообразные колеса, чтобы закрепить трос к судну и удержать устойчивость для выполнения безопасных работ (рисунок 9.13).



Рисунок 9.13 Подъем яруса с помощью лебедки

Тяжелый ярус, поднятый с глубины 10 м от уровня поверхности. Натяжение достаточное, чтобы трос не провис и мидии остались на месте. Это позволяет добавлять поплавки и, при необходимости, брать образцы (рисунок 9.14).



Рисунок 9.14 Подъем яруса для добавления поплавков и взятия образцов

Кран на судне используется для позиционирования тяжелым ярусом на звездообразные колеса перед началом работы.

Расстояние между тросами с мидиями зависит от таких показателей, как рост, плотность, доступность питания и диаметр звездообразного колеса.

Чем короче производственный цикл, тем меньше риск потери мидий с течением времени. Чем больше пространство палубы судна, тем больше места для хранения, и больше оборудования может быть помещено при рейсах на большие расстояния до рабочих площадок.

Правильно спроектированные ярусы базируются на настройке на конкретную площадку, геометрии и учете глубины. Однако, чтобы выдержать натяжение и рывки от воздействия течений, необходимы устойчивые якоря, подобранные специально под каждый тип дна. Для погруженных тросов всегда присутствует неиспользуемый сегмент, который необходимо исключать, и это зависит от глубины расположения основного троса от уровня поверхности (рисунок 9.15).

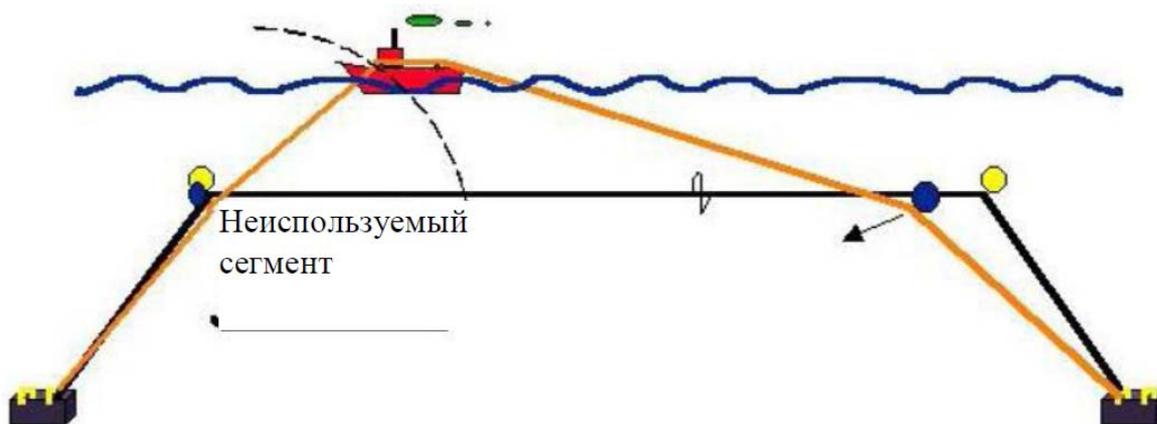


Рисунок 9.15 Расположение основного троса яруса и неиспользуемый сегмент

### 9.3.2 Поверхностные модели ярусов

Существует множество вариантов поверхностных и подповерхностных ярусов, и такие варианты кратко представлены ниже, описывающие существующие на данный момент возможности для производителей. Выбор одной из моделей зависит от инвестиционной готовности производителя, от типа судна и запланированного для использования оборудования, незащищенности рабочей площадки, сезонных погодных условий, таких как штормы и льды.

В каждом случае глубина, доступность корма, размер судна и течения воздействуют непосредственным образом на выбор расстояния между тросами, независимо от того, они одиночные, двойные или представлены в виде установок с несколькими тросами. Некоторые из примеров приведены ниже (рисунки 9.16 – 9.18).



Рисунок 9.16 Одиночные тросы в Норвегии, Фьорд.



Рисунок 9.17 Двойные ярусы



Рисунок 9.18 Установка из трубного каркаса, выполненного из нержавеющей стали, с четырьмя трубами длиной 120м.

### 9.3.3 Трубный и сетчатый сбор икры, механизированная уборочная система

В настоящий момент существуют две компании, которые производят и распространяют трубные плавучие системы, удерживающие сети 3-4 м, необходимы для сбора икры мидий и их роста вблизи поверхности. Среди них первопроходец норвежская компания Smart Farm AS и нидерландская компания company Murte Techniek BV, которая образовала систему на мелководье Easy Farm System. Автор описывает биологические и технические преимущества, а также ограничения для сеточной системы. В то время как изображения приведены для каждой компании отдельно, комментарии справедливы на обеих системах.

- Система для сбора икры SmartFarm <http://www.smartfarm.no/> (рисунок 9.19)

Автоматизированная система принципиально изменила способ по уборке мидий производителями, и позволяет выполнять эти процедуры в больших объемах, и уже была настроена на работу в существующих и недостаточно механизированных системах, которые были разработаны в Австралии и Новой Зеландии в начале 80-х гг.



Рисунок 9.19 Фото брошюры Smart Farm



Рисунок 9.20 Сеть с поселившимися на ней мидиями

Труба довольно устойчива к жесткой воде, и способна выдержать небольшие глыбы льда. Самым главным преимуществом, прежде всего, является редкое техническое обслуживание, а также идеальная глубина расселения личинок мидий.

Сети служат довольно эффективными коллекторами для сбора личинок мидий во многих областях и окружениях (рисунок 9.20). Размер клетки сети выбран таким образом, чтобы обеспечить быстрый рост мидий в первые месяцы, но при этом ограничить рост до 40 мм. После этого мидий необходимо собирать.

Обслуживание на больших судах, снаряженных краном, не представляет затруднений, но большинство компаний вкладывают инвестиции только в реализацию данного проекта без последующей уборки с помощью щеточно-насосной системы, в результате чего задача становится невыполнимой (рисунок 9.21 – 9.22). Отбор мидий невозможен ввиду чрезмерного количества биомассы на сетях.



Рисунок 9.21 Судно опускает уборочную систему. Фото приведено из брошюры Smart Farm



Рисунок 9.22 Механизированная уборочная машина для прореживания колонии мидий. Фото приведено из брошюры Smart Farm

- Система для сбора икры EasyFarm <http://www.murre.nl>

Прореживающая посадку мидий и уборочная система, представленная Murre Techniek, представляет собой инновационную уборочную установку, объединяющую процессы культивации и уборки мидий. Установка для уборки мидий EasyFarm спроектирована в качестве альтернативного варианта традиционной уборочной системы с морского дна. Когда мидии вырастают до определенных размеров, для отделения малых по размерам мидий используется специально разработанная уборочная машина для EasyFarm (рисунок 9.23).



Рисунок 9.23 Уборочная машина. Фото приведено из брошюры EasyFarm

Одна из лучших функций в данной системе заключается в том, что для поддержания системы необходимы крупногабаритные суда, для которых данная система была разработана. Промышленность Нидерландов требует большого количества посевного материала мидий для выращивания над уровнем дна вокруг половины страны.

Ниже представлены изображения двух мобильных систем по уборке мидий (рис. 25). На рисунке слева представлена система с гидравлическим управлением, которая подключается к судну. На рисунке справа представлена установка, функционирующая независимо от судна, и которая позволяет собирать мидии и перекачивать их непосредственно в необходимую емкость.

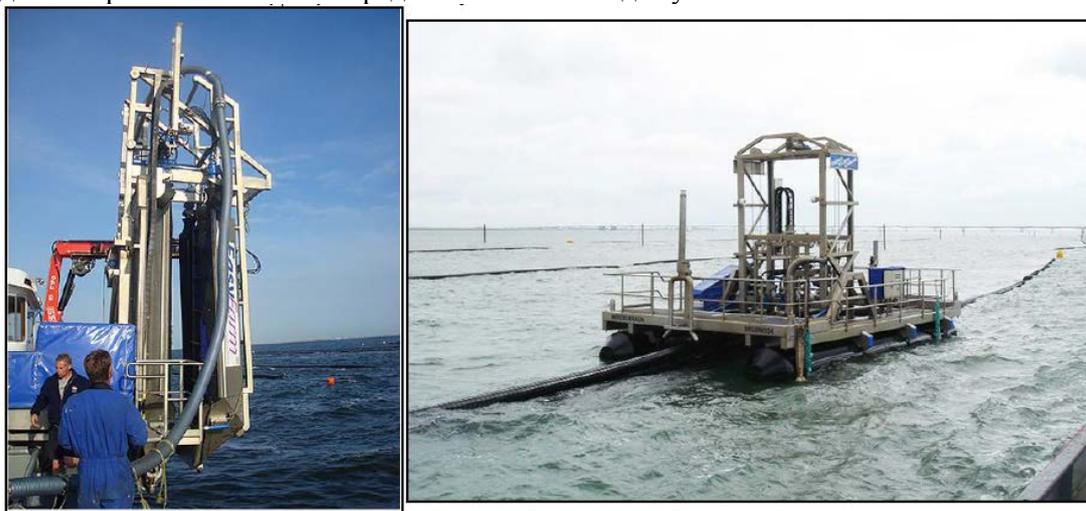


Рисунок 9.24 Мобильные системы по уборке мидий. Фото приведено из брошюры EasyFarm

Комментарии: в Балтийском регионе испытана система SmartFarm, продемонстрировавшая превосходные результаты, и реализовавшая существенное преимущество в сборе мидий, в работоспособности в зимних погодных условиях с льдами, а также защите систем плавания и пришвартовывания. Принцип ограничивается доступностью и техническим обслуживанием более мелкими производителями, которые финансово не укомплектованы для поддержания затрат и ухода за уборочной системой. Отбор образцов довольно критичен и сложен. Каким образом эта система может быть реализована за доступную для более мелких производителей цену в настоящий момент не разъясняется.

### 9.3.4 Принципы плавучести и плавучесть тросов

Затраты: как правило, половину от общей стоимости яруса составляют поплавки. По этой причине очень важно сравнивать расходы, а для того, чтобы это сделать, необходимо рассчитать цену одного литра плавучести.

- Последствия погружения на поплавках

Очень важно ограничить количество поплавков: поплавок, не перегруженный на тросе биомассой, может непредсказуемо всплывать и погружаться под воздействием волнового и водного движения. Поплавки всегда перемещаются свободно, особенно при вертикальном волновом движении, и при этом смещаются во всех направлениях (рисунок 9.25). Поэтому необходимо избегать расположения чрезмерного количества поплавков на тросе, если последний не нагружен в значительной степени, например, в начале производственного сезона, после сбора мидий или после посадки. Между количе-

ством поплавков и биомассой мидий в воде должен сохраняться определенный баланс. Поплавки необходимо добавлять при росте мидий, которые в результате увеличиваются в размерах.

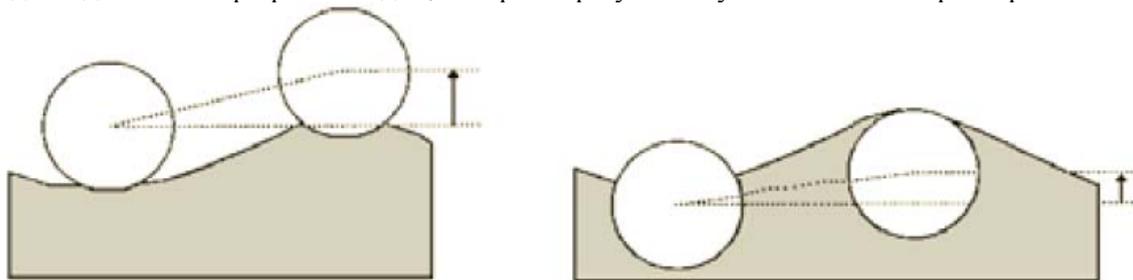


Рисунок 9.25 Сравнение последствий набухания для легкого и тяжелого поплавков (обратитесь к источнику Vompais X., Danioux C., Loste C., Paquette P. Offshore mollusc production in the Mediterranean basin . In: Muir J. (ed.), Basurco B. (ed.). Mediterranean offshore mariculture Zaragoza: CIHEAM, 2000. p. 115- 140 (Options Méditerranéennes: Série B. Études et recherches; n.30).

Поплавок, находящийся ближе к поверхности воды, из-за своей формы, геометрических размеров и профиля позволит волнам обойти его, что ограничивает усилие и вертикальное движение, приложенное к слабо закрепленным мидиям. Большинство производителей добавляют поплавки, в то время как в Новой Зеландии поплавки наполняют водой, что помогает поплавкам поглощать часть волнового импульса.

- Использование тонких поплавков

В то время как сферический и биконический поплавок постоянно следует за волновыми перемещениями, тонкие или гибкие поплавки (цилиндрические, длинные, с небольшим диаметром), именуемые «вертикальными» поплавками или «карандашного» типа, строго следуют возвышенностям, находясь в вертикальном положении, при скольжении вокруг них без смещения. Их достаточно сложно сместить с установочного положения.

Производственный модуль находится в более расслабленном состоянии с погруженным тросом (рисунок 9.26).

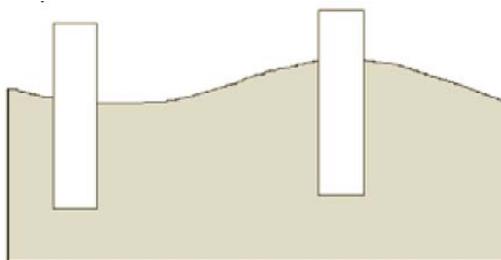


Рисунок 9.26 Перемещение гибкого поплавка «карандашного» типа при образовании возмущений с незначительным смещением, в то время как большая часть водного окружения обгибает его поверхность, что ограничивает его смещение

Ниже представлено описание некоторых наиболее востребованных и часто используемых поплавков в Европе, которые можно использовать в Балтийском регионе. Во втором разделе представлен анализ конструкции и различия в устойчивости, воздействующие на функциональность яруса. Он описывает наиболее общие случаи использования поплавков в незащищенных и защищенных условиях для производства мидий.

Некоторые компании проводят научную оценку качества плавучести для производства культуры мидий. Большинство компаний не заботятся о своей небольшой производственной линии, но компания пластиковых изделий Ирландии “JFC” самостоятельно включилась в производство мидий на глубине в Балтийском море. По этой причине, у нее определенная заинтересованность в качестве, надежности и воздействиях для урожая мидий.

Чтобы подчеркнуть значение плавучести (в сравнении с поплавками аналогичного объема, JFC провела собственные исследования и сравнения с конкурентоспособной продукцией).

- Конструкционные различия между рассматриваемыми поплавками, используемыми в незащищенных площадках с мидиями.
- Различия в устойчивости между поплавками ROM, GEM, на базе синих бочек и ребристыми поплавками JFC (рисунок 9.27 – 9.30).

- а – поплавкам ROM свойственны переворачивания и следование в одну точку крепления к основному тросу (что заметно по загрязняющему пятну). Поплавки JFC обладают двумя плоскими частями.
- б – поплавки ROM выше поверхности и в большей степени подвержены волновому движению. JFC поддерживают низкий профиль на воде, что делает их устойчивее к раскачиваниям.
- а – как GEM, так и поплавки на базе синих бочек имеют тонкие пластиковые стенки и подвержены разрушению при незначительном погружении.
- б – Отложения грязи свидетельствуют о регулярной неустойчивости под воздействие волновых возмущений.
- в – Использование поплавков на базе синих бочек было ограничено.



Рисунок 9.27 Поплавок ROM



Рисунок 9.28 Поплавок JFC



Рисунок 9.29 Поплавок GEM



Рисунок 9.30 Поплавки на базе синих бочек

**Что это означает:** приведенные три сравниваемых поплавок в сравнении с ребристым JFC, который прошел оценку при стандартных производственных процедурах, показал наличие более толстых стенок, ограниченных или не ограниченных структурных характеристик для поддержания жесткости при погружении, и разрушается при погружении ниже поверхности на определенную глубину. Общая надежность ограничивается, а фактическая плавучесть не соответствует плавучим характеристикам, указанным для погружения.

В результате, плавающие тросы от JFC эквивалентной длины и необходимого производственного объема имеют меньшие поплавок. Кроме того, поплавок GEM и на базе синих бочек зачастую повреждаются или разрушаются на рабочем месте. Но после выростания мидий, различие в устойчивости и плавучести становятся очевидными.



Рисунок 9.31 Сравнение устойчивости и плавучести поплавок GEM и поплавок на базе синих бочек

Приведенное выше фото (рисунок 9.31) отображает отклонения от устойчивости и плавучести для GEM и на базе синих бочек. Отсутствие надежных точек крепления на поплавках в виде синих бочек и регулярное привязывание к основному тросу нарушает устойчивость для двойных ярусов. Остальные поплавок должны компенсировать, таким образом, повышая необходимость в более частом ремонте, а частичное разрушение уменьшит общую плавучесть.

- Различие устойчивости между плавучими тросами с течением времени.
- Различие устойчивости между ярусами с использованием поплавок ROM и ребристых поплавок JFC.

Наблюдения на рабочей площадке за поплавками ROM за пределами фьорда Киллари продемонстрировал изменения в устойчивости между декабрем 2009 и сентябрем 2010 гг.

При наблюдении за плавучими тросами в декабре 2009 года, мидии начали приобретать коммерческий размер в 40мм.

На данном этапе плотность была высокой, но общая биомасса ограничена, только 25% от возможных 40 т.

Очевидно, что трос натянут, и все буйки равномерно устойчивы, плавают выше средней линии поплавок (рисунок 9.32).



Рисунок 9.32 Трос с равномерно устойчивыми буями



Рисунок 9.33 Плавучие тросы ROM с затонувшими элементами

Плавучие тросы ROM (рис. 9.33 и 9.34) отображают визит в сентябре 2010 года, где четко прослеживается неравномерная устойчивость и затонувшие элементы, что не наблюдается для тросов JFC.



Рисунок 9.34 Плавучие тросы ROM с прослеживающейся неравномерной устойчивостью

**Что мы увидели:** плавучие тросы ROM обладают хорошим натяжением, хотя течения могут оказывать воздействие на прямолинейность. Когда поплавки были пусты или незначительно загружены биомассой, они плавали высоко на поверхности. Однако, когда тросы ROM были загружены большим количеством мидий, поплавки потонули, наклонились в другую сторону системы с двумя тросами, или были неравномерно погружены с одной стороны (как показано выше).

Ребристые поплавки JFC погружены в воду на 2/3 без вертикального смещения. Спустя 9 месяцев роста мидий ярус JFC (рисунок 9.35) довольно тяжелый и плавает вблизи поверхности.

Облегченные поплавки JFC объемом 400 литров с новым поселением мидий также остаются устойчивыми (рисунок 9.36).



Рисунок 9.35 Ярус JFC после 9 месяцев эксплуатации

Рисунок 9.36 Облегченные поплавки JFC объемом 400 литров

Следующие три страницы служат в качестве одного из лучших примеров, в котором поставщик оборудования для мидий и представил общественности результаты независимого исследования своей продукции, которая построена на научном подходе (см. выше). Представленные ниже данные подчеркивают, что каждый производитель должен использовать аналогичный способ для оценки параметров оборудования при собственном производстве мидий.

**Изучение поплавков JFC**

Декабрь 2009 года.

Результаты исследования поплавков для мидий, предпринятые в Ирландии в 2007-2008 гг.:

- Поплавок модели JFC объемом 400 литров (MF400) повышает производительность на 43%.
- Повышение коэффициента прибыли<sup>1</sup> поплавков JFC до 51%.
- Результаты свидетельствуют о том, что модель MF400 запатентовала устойчивость, что позволяет свести к минимуму потери урожая.

**Проблемы, характерные для традиционных поплавков:**

В то время, когда на протяжении многих лет поплавки для мидий повсеместно использовались в Ирландии, Северной Европе и Соединенном Королевстве, производители исследовали проблемы восприимчивости поплавков погодным условиям, заметно проявляющимся в Северной Атлантике. Результатом послужили значительные потери в урожайности в результате действия штормов, что также отразилось на качестве мидий и большем производственном цикле. Все эти показатели приводят к некачественным показателям и ограниченной прибыли.

**Решение от JFC**

Для решения проблем, указанных выше, JFC разработала и создала собственную запатентованную серию поплавков, которые могут быть использованы как вблизи берегов, так и на глубине. За последние пять лет эти поплавки были довольно успешно использованы на рынках Ирландии, Великобритании, Нидерландов и Бельгии. На протяжении июня 2007 – ноября 2008 гг. было проведено исследование на ферме Pat Lydon (Renvyle, Co, Galway, Ирландия) для получения наиболее точной оценки урожайности. Эти попытки были направлены на сравнение параметров поплавков JFC с конкурентоспособными поплавками на рынке Ирландии. Результаты исследований приведены ниже:

**Методология и результаты:**

Для сравнения урожайности, были установлены три отдельных троса длиной по 110 м в бухте Киллари. Сравнивались поплавок MF400 поплавками 210 л и 200 л соответственно. На тросы были повешены мидии (возраста примерно 6 месяцев), в Таблице 9.8 указано, что 20 поплавков MF400 были способны удержать тросы при 55 поплавках объемом 210л и 35 – объемом 300 л. На протяжении 18 месяцев на каждом тросе контролировался рост мидий. В Таблице отображены результаты при уборке, а также показано, что поплавки MF400 продемонстрировали лучшие показатели по основным критериям урожайности, продажам и по запасам.

Таблица 9.8 Параметры MF400 в сравнении с конкурентами

	210 литров	300 литров	MF400 (400 литров)
Длина троса	110м	110м	110м
Количество поплавков на трос	55	35	20
Стоимость троса (евро)	2041	3150	2500
Средний тоннаж на трос	21	22(+4,8%)	30 (47,6%)
Реализация мидий с троса (евро)	14700	15400	21000
Коэффициент прибыли поплавок на трос	12659	12220 (-3,2)	18500 (+46,1)

Относительно урожая, данные показывают, что тросы с поплавками MF400 от JFC (30 тонн) показали наилучшие результаты в сравнении в 21 тонной для 2101 и 22 тонны для 3001. В сравнении с 210 л, урожай от MF400 был больше на 46%. Это позволило получить большую прибыль (21000 евро) против 14700 для 2101 и 15400 для 3001 соответственно. В связи с этим можно провести расчеты и убедиться в том, что урожайность с поплавками MF400 больше минимум на 36%.

Согласно затратам на весь трос, результаты показывают, что поплавок MF400 от JFC (2500 евро за весь трос) имеет чуть большие затраты, чем для поплавок 210л, но не превышает расходов на трос с поплавком 300л (3150 евро). Однако эти затраты проверяются граничными значениями, лучшие результаты установлены для MF400 от JFC, чем для поплавок 300л. Связано это с тем, что поплавок JFC необходимо меньше на трос.

Стоимость всего троса с поплавками JFC составляет 18500 евро, в то время как для троса с поплавками 300л необходимо 12250 евро, что означает, что JFC обеспечила запас в 51%. В сравнении с поплавком 210л, JFC продемонстрировала запас на 46% больше.

#### **Визуальное сравнение тросов:**

В сравнении с тросами, содержащими поплавок объемом 300 литров, JFC содержал больше икры (в три раза больше, чем на поплавке 300л). Кроме того, трос JFC продемонстрировал незначительные потери, а также их отсутствие на глубине до 9м, в то время как для 300 литровых поплавок такой эффект наблюдался уже на ранних этапах.

В отношении климатическим условиям, тросы JFC выдержали динамические условия западной части площадки лучше, чем другие тросы. Это означает, что мидии на тросах JFC не подвержены значительным нагрузкам и могут сконцентрироваться на развитии и росте. Как результат, мидии на тросах JFC должны вырасти до общепринятых на рынке размеров, что позволит получить прибыль при реализации.

#### **Заключения:**

В общем, можно сделать вывод, что поплавок MF400 от JFC обеспечивает более высокий коэффициент прибыли, объем и реализацию с одного троса, чем представленные на рынке конкуренты. Это означает, что производители мидий обладают потенциалом увеличения прибыли (на 46% и более), если будут использовать поплавок от компании JFC. Данные поплавок зарекомендовали себя как устойчивые ребристые конструкции, с минимальным воздействием на мидий, что положительно отражается на росте и снижает потери урожая мидий, которые остаются на тросах. Это позволяет повысить урожайность на 47% в сравнении с конкурентами. В настоящее время компанией также принимаются дополнительные исследования, которые в ближайшее время будут доступны общественности.

### **9.4 Ведение хозяйства**

Представлено широкое разнообразие способов и материалов, используемых при выращивании мидий и других двустворчатых, от осадения личинок до уборки урожая. Материалы и технологии тесно связаны с биофизическими условиями площадки, уровнем механизации, длительностью производственного цикла и размером фермы, независимо от непосредственных производственных затрат, связанных с локальными затратами на рабочую силу, глубину, сезонность и дрейф льдов.

Такой обзор описывает процедуры по сбору семян, снятие и сортировку, плотности посадки и практические методики.

Представлено краткое описание для культуры мидий в местах вдали от берегов, т.к. для достижения успеха выполняются определенные принципы, наиболее важные из которых: 1) сбор личинок не ограничен, и 2) рост возможен для значений с содержанием мяса, выше среднего, а также средних значений по росту.

#### **9.4.1 Сбор личинок мидий**

Очень важно получить доступ к обильному количеству личинок мидий (рисунок 9.37). Сбор личинок не обязательно должен проводиться на некотором расстоянии от берегов, но желательно поближе к гавани, от которой бригада осуществит транспортировку до места, в котором будут выполнены процедуры по выращиванию. Исключительным образом, личинку можно приобрести у поставщиков, но это довольно сложно определить на этапе зарождения культуры мидий.



Рисунок 9.37 Сбор личинок: 1 – удачный сбор личинок мидий в 2009 году на глубине до 4м; 2–частично удачный сбор икры на первых двух метрах; 3 – неудачный сбор икры в 2008 году

Сбор личинок не может быть выполнен при некоторых условиях. Ежегодные и сезонные изменения довольно сложны для предсказания. Более производительные площадки обычно обладают несколькими площадками по сбору.

Каботажный сбор личинок обычно осуществляется на глубине от 2 до 6м, а площадки на некотором расстоянии от берегов могут характеризоваться неограниченным количеством личинок, увеличивающимся с глубиной. Субстраты по сбору личинок различаются от одного расположения к другому, а урожайность может зависеть или нет от тросов для сбора. Некоторые фермы используют старые канаты для ловли крабов диаметром 12-18мм с дополнительными грузами, в то время как другие используют канадские «пушистые» тросы, пластиковую сетку, шведские плоские полосы, норвежские каменные тросы, или новозеландские древообразные приспособления Xmas (освинцованные или нет) или мощные петлеобразные тросы, специально спроектированные для сбора личинок мидий. Личинки мидии оседают на многих поверхностях, но эффективность уборки – это главный компонент к получению прибыли.

Тип материала, его прочность и толщина зависят от того, состоят ли коллекторы из одиночных вертикальных тросов или непрерывных тросов, что зачастую связано с интенсивной механизированной зачисткой (расслоение) перед повторным оседанием личинок. Эффективные решения зависят от конкретной площадки и финансирования.

Размер при повторном оседании зависит от производителя, сезонных показателей роста и особых показателей загрязненности, относящихся к конкретной площадке. Некоторые производители могут собирать урожай в любой сезон.

#### 9.4.2 Современные технологии по прореживанию, сортировке и сбору урожая

В результате использования множества технологий по сбору, большинство производителей используют механические способы для отделения икры от тросов коллекторов. Ниже на рисунке 9.38 представлен трос, прошедший через стационарный отделитель, направляющими стенками которого могут служить щетки, резиновые подушки, металлические стержни или вращающаяся система из подушек или щеток.

Еще одним устройством для отделения икры от тросов является конический краплер, с пластиковой сеткой с двойным оседанием.

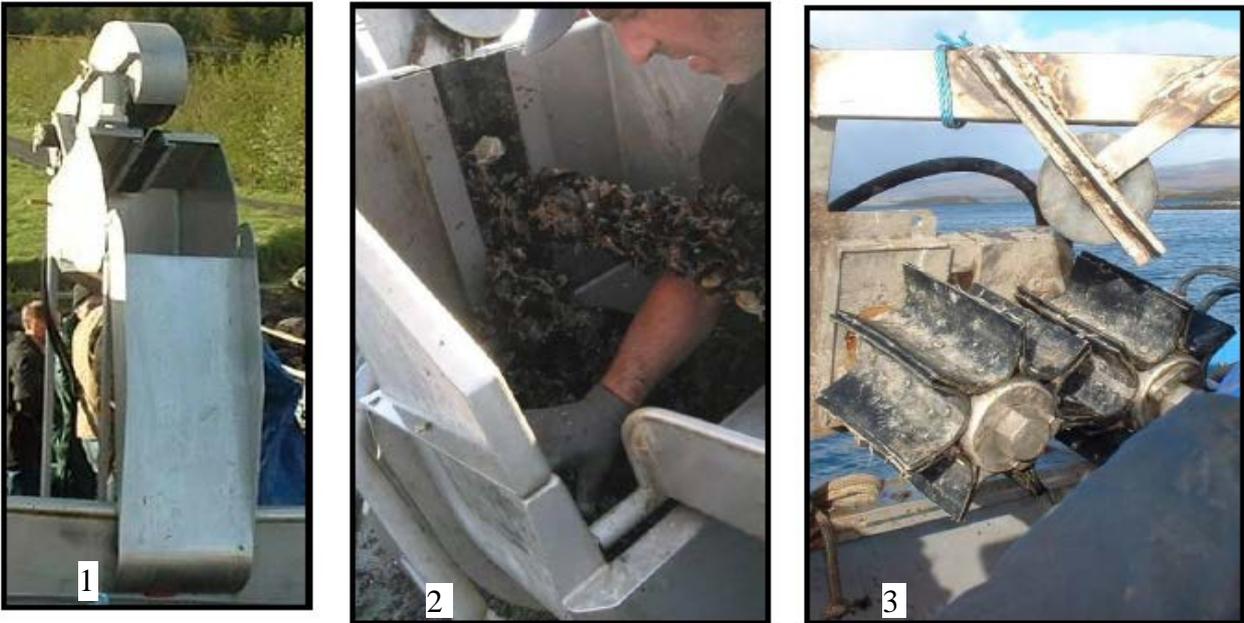


Рисунок 9.38 Механизмы для сбора и сортировки: 1 – подъемный механизм и отделитель; 2 – стационарный отделитель мидий с резиновыми лезвиями; 3 - подъемный механизм и отделитель. Некоторые компании активно используют насосную систему на базе трубки Вентури. Способ является очень эффективным для извлечения личинок из коллекторов и посадки. Тросовая основа проходит через трубку, а струю воды заставляют мидии с большим усилием, но бережно, отделяться от троса. Силы Вентури перекачивают мидии по трубке на конвейер в направлении устройства расслоения и сортировки (рисунок 9.39).



Рисунок 9.39 Вращающийся конический крамплер отделяет мидии от троса и пластиковой сетки



Рисунок 9.40 Судно с системой насоса Venturi, которая очень эффективна для всех размеров мидий, от личинок до уборки зрелого урожая, и установлена в Ирландии, Квебеке, Голландии, Норвегии и многих других странах.

Система насоса Venturi может быть настроена под небольшие судна (рисунок 9.40), что реализовано в Нидерландах, Соединенном Королевстве, Ирландии, Норвегии и Квебеке.

Традиционные способы уборки и ловли для двусторчатых требуют значительной трудоемкости, и не всегда экономически обосновано. Автоматизация трудоемких процессов является необходимостью. В особенности для культуры мидий, Vakker разработал уборочную систему Вентури, являющуюся полностью автоматизированной для яруса. Подобная инновация явилась значительным шагом вперед.

**Описание уборочной системы на основе насоса Вентури**

В начале уборочной компании, коллектор или трос с мидиями помещается во всасывающую трубку и пропускается через отделители со щетками или резиновыми элементами, расположенные над бункером (рисунок 9.41). После этого трос проходит через управляемую гидравликой лебедку, которая непрерывно тащит трос и в приемный отсек для повторного использования.



Рисунок 9.41 Отделители со щетками или резиновыми элементами



Рисунок 9.42 Трос протаскивающийся через трубку Вентури

Когда трос тащится через трубку Venturi, мощные струи воды заставляют мидии с большим усилием, но бережно, отделяться от троса.

Силы Venturi перекачивают мидии по трубке на конвейер в направлении устройства расслоения и сортировки. Система может быть настроена на небольшие судна с краном.



Рисунок 9.43 Отделение мидий от троса в трубке Вентури



Рисунок 9.44 Конвейер с устройством расслоения и сортировки

Данная система успешно функционирует о многих странах, и является наиболее эффективным способом по уборке мидий с тросов и извлечения из коллекторов. Первоначальная стоимость является очень важным фактором, но при этом система легко и удобно настраивается под любые габариты судна или баржи.

### 9.4.3 Альтернативные варианты для автоматизированного сеточного уборочного механизма и щеточной очистной системы

В случаях, когда затраты играют немаловажное значение, производители мидий обычно испытывают затруднения при инвестировании дорогого оборудования, особенно на самых ранних этапах. Многие производители пытаются изобрести колесо еще раз, и создать новые концепции, которые, зачастую, оказываются более дорогостоящими в сравнении со стандартными системами.

Один производитель в Квебеке воспользовался своим опытом и инженерными навыками, а также выделил группы из десяти мидий для разработки уборочной системы для сеточных коллекторов. Концепция довольно проста, не требует значительных вложений, точного оборудования и обладает высокой эффективностью. Таким образом, она пригодна для Балтийского региона. Представленные ниже фото говорят сами за себя (рисунок 9.45 и 9.46).

- **Модульная сетчатая установка**



Рисунок 9.45 Сетчатая установка на борту судна.  
Фото: Jacques Dufresne, Квебек (с разрешения)



Рисунок 9.46 сетчатая установка в море. Фото:  
Jacques Dufresne, Квебек (с разрешения)

Сетчатая система является модульной, и крепится к плавающей поверхности троса на период сбора. Это упрощает обращение как с пустой, так и заполненной мидиями системой (рисунок 9.47).



Рисунок 9.47 Поднятие сетчатой системы. Фото: Jacques Dufresne, Квебек (с разрешения)



Рисунок 9.48 Вид сетчатой системы по водой. Фото:  
Jacques Dufresne, Квебек (с разрешения)

Сети заполнены личинкой, а когда поселение завершено, трос, чтобы избежать воздействия волн, ветра и выпадения во время летнего периода, погружается в воду (рисунок 9.48). Это позволяет воз-

обновить потери производства. Систему можно обслуживать под водой на протяжении всего цикла роста, а личинок можно собрать на раннем этапе оседания.

Модульные панели могут быть взяты для образцов и легко подняты даже с небольшой грузоподъемностью краном без найма сторонних субподрядчиков и крупных суден, чтобы выполнить техническое обслуживание или мониторинг.

- **Поднятие модульной сетчатой системы**

С ростом мидий сети тяжелеют, что осложняет их поднятие (рисунок 9.49). Очень важно поддерживать необходимую плавучесть троса для погруженного состояния, а проверить это можно с помощью эхолота.



Рисунок 9.49 Поднятие сетей с мидиями. Фото: Jacques Dufresne, Квебек (с разрешения)

Модульные сетчатые конструкции поднимаются на палубу судна и пропускаются через простой щеточный отделитель (рисунок 9.50) с гидравлическим управлением (белые ролики). Сеть проходит через щетки и поддерживает натяжение при накручивании на управляемую гидравликой катушку, широко используемую в рыболовстве.



Рисунок 9.50 Простой щеточный отделитель. Фото: Jacques Dufresne, Квебек (с разрешения)

Такая оригинальная система становится доступной для всех производителей, а также легко подстраивается по Балтийский регион, по меньшей мере, на стадии разработки проекта. Модульные сети можно поместить на правильно погруженные ярусы, которые лучшим образом способны поддерживать необходимое натяжение, и выдерживать более крупные суда в незащищенных условиях. Иногда простота просто поражает!

Следующий раздел описывает способы по сбора урожая и сорта личинок мидий для различных рынков.

#### 9.4.4 Сортировка мидий и плотность посадки

Сортировка мидий построена на их толщине в зависимости от длины. Линейная зависимость может быть использована для создания контрольных шаблонов, при этом данные от одного места к другому могут значительно отличаться. Это также заметно между разными странами и волнового воздействия и осадочными нагрузками на арендуемой площадке. Незащищенные площадки стараются заставить мидии к более плотному расселению. Быстрорастущие мидии на защищенных площадках имеют, как правило, не имеют плотные посадки, при этом обладая такой же длиной, если сравнивать их с мидиями, которые в большей степени подвержены воздействию окружающих условий. Такое проявление часто заметно в пределах 10-ти метров в пределах площадки, которая располагается в небольшой бухте или заливе, где течения заметно отличаются.

Наиболее опытные производители предпочитают проводить классификацию личинок на 2-3 размерные группы, зачастую избавляясь от самой мелкой, как от бракованной. Независимо от размера, который производители выбрали в качестве критерия отбора, плотность посадки для троса 15-18мм составляет приметно 500-600 на метр, что позволяет получить реализуемый на рынке размер в 55-65мм. Эффективность сортировки для убранных мидий различного размера представлена ниже, и может быть использована для выбора различной длины, в зависимости от толщины оболочки, проверенной по шаблонам.

- **Проверка эффективности сортировочного механизма**

Более опытные производители проверяют точность шаблонов во всех разделах модуля, т.к. импортированные бывшие в употреблении системы могут не соответствовать требованиям для балтийской культуры мидий. По этой причине, необходимо проводить проверку, что относительно несложно выполнить. После настройки на балтийские мидии, сортировочный механизм остается работоспособным на протяжении многих лет, или до тех пор, пока не будут повреждены контрольные шаблоны.

Линейная зависимость длина/толщина используется для выбора расстояния между контрольными шаблонами на отделителе-сортировщике. Чтобы получить 4 различных по размеру класса, для удаления брака (менее 4 мм) выбираются расстояния сортировки, средней посадки (12-38 мм) и реализуемой на рынке посадки (12-38 мм) с толщиной в пределах >4-14мм и контрольные шаблоны 14-17 мм соответственно. Мидии для продажи (>17мм толщиной и 50мм длиной) находятся на дне бочки.

Для проверки точности и качества сортировки отделителя, измеряются мидии из каждой отсортированной области, чтобы убедиться, насколько близко размеры к соответствующей группе за счет частоты распределения по размерам. Цвет представляет три размера, которые удерживаются по толщине оболочки. Верхняя кривая содержит в три группы размеров (синяя, оранжевая, черная) из пяти строк, характеризующие начало сортировки. Коммерческие мидии отображают 50% номера образца.

Шкала в графиках гистограммы размера-частоты представлена в процентах (%) по оси Y, вертикальные столбцы с инкрементов 5мм (от 0 до 70мм) – по оси X.

Средней длины икра варьируется в пределах 10-45мм, т.к. контрольные шаблоны были настроены на толщину >4-14мм. Однако, субкоммерческие мидии для повторной посадки имеют узкую длину (35-55мм) ввиду ограниченности по толщине (14-17мм).

Можно проследить, что сортировщик поддерживает реализуемый размер мидий >17мм (черные), и что 92% превышают 50мм; эффективная сортировка.

Сортировочные бочки являются съемными для данного устройства, и настроены под синюю популяцию мидий в определенном регионе (рисунок 9.51).

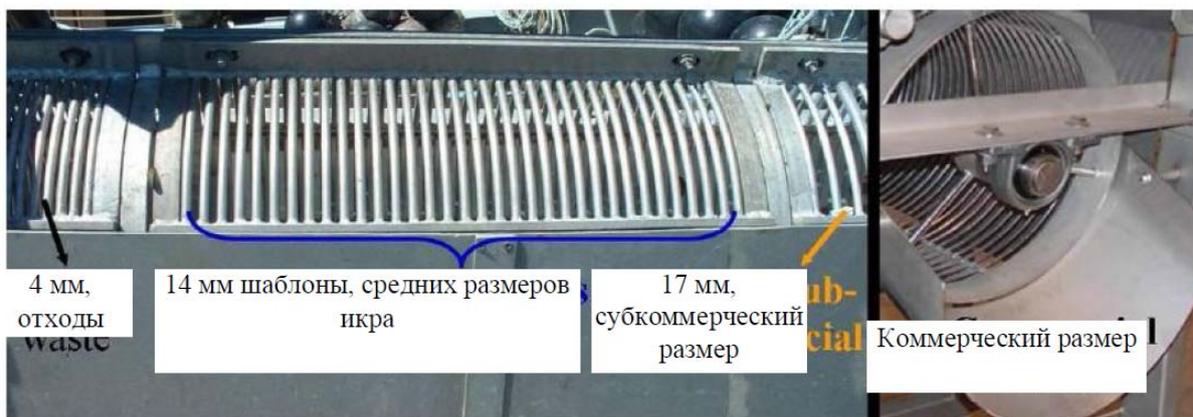


Рисунок 9.51 Длинная бочка ножевого отделителя-сортировщика для сортировки мидий с помощью 4 сортировочных разделов.

После выбора размера для сортировки, для определенного посадочного материала выбирается плотность. Диаметр и тип троса может в значительной степени влиять на окончательную плотность и, соответственно, на урожай.

Некоторые тросы, как оказалось, способны выдерживать нагрузку до 6-9кг коммерческих синих мидий, в то время как бесконтрольные поселения обладают меньшим урожаем. Сортировка позволяет мидиям оставаться в пределах узкого диапазона размеров, в результате чего получается больший процент мидий коммерческого назначения с меньшими потерями.

#### 9.4.5 Способы посадки

Наступает момент в каждом производстве, когда производителям необходимо инвестировать более эффективные и экономически обоснованные способы получения прибыли. Это в такой степени справедливо для посадки личинок мидий. С ростом мидий, расстояние на тросе становится ограничением. Посадочные мидии представляют собой способ для управления плотностью и получения максимального урожая. Сорванная личинка также может пройти сортировку, прежде чем приступить к посадке, которая ограничивает диапазон размеров и дополнительно повышает урожайность во время уборки, т.к. все мидии растут как один коллектив, что сокращает отходы.

Во время процесса посадки, личинки мидий вручную или механическим способом помещаются в трубный материал, изготовленный из пластика, хлопка или их комбинации. Диаметр посадочного материала и скорость, с которой посадка вырастает, в значительной степени воздействуют на управление плотностью желаемых мидий во время посадки.

На сегодняшний день, представлено три широко используемых способа посадки, которые предназначены для удовлетворения потребностей производителей, при адаптации по определенную биологию видов мидий. К ним относятся: а) ручная посадка, б) способ испанской посадки и в) способ автоматизированной посадки. Эти способы демонстрируют сложность и снижение трудоемкости с увеличением метража посадки.

Как для технологии ручной, так и испанской посадки, конечные фиксированные по длине посадки также могут быть связаны друг с другом в одно целое, и помещены непосредственно в море или в отсек хранения, который можно заполнить водой, чтобы мидии смогли осесть друг на друге, прежде чем будут отправлено в море позже.



Рисунок 9.52 Мидии в пластиковой сетке

Такая система себя хорошо зарекомендовала в странах, начинающих в небольших масштабах или, например, с дешевой рабочей силой, в результате многие производители пересаживают свои мидии коммерческих размеров на несколько дней. Последние хранятся в больших ящиках для рыбы в обрабатывающей установке до тех пор, пока не будут найдены пригодные для обитания условия. Перед погрузкой в грузовик вода сливается, и мидии транспортируются в необходимое место на судне. С учетом того, что мидии обладали достаточным временем для образования бисуса, посадками просто управлять и подвешивать в воде.

Трубная посадка, окружающая мидии, может содержать или не содержать внутренний трос, в зависимости от предпочтения производителя, количества и посадочного материала, а также производственного объема. В общем случае, субстрат для посадки выполняется либо из хлопка, который естественным путем растворяется в море спустя несколько недель, либо может быть выполнен из пластика или комбинации двух материалов. При использовании хлопка в качестве обертки для мидий, важно, чтобы мидии самостоятельно закрепились, прежде чем хлопок растворится. Производители, использующие пластиковую сетку (рисунок 9.52), должны учитывать, что икра мидий может извиваться и осесть на наружной стороне, чтобы избежать удушья в пределах посадки. Фактически, выбор определенного материала зависит от ваших знаний пригодности мидий, опыта и обращения. Для получения широкого выбора материалов значительные успехи были осуществлены в Восточной Канаде.

- **а) Ручная посадка**

Несмотря на то, что этот способ посадки является самым древним и трудоемким, он базируется на использовании простого стола или бункера, через который мидии помещаются в трубку, и посадка вручную отрывается, поддерживая маленькие мидии, завернутые в сеть (рисунок 9.53).

Такой способ довольно эффективен и часто используется для получения посадки фиксированной длины, что можно выполнить даже с плотов, как, например, в Испании, или с ярусов в относительном мелководье, как, например, на острове Принца Эдварда.



Рисунок 9.53 Вытягивание пластиковой сетки фиксированной длины из трубки посадочного стола для управления плотностью икры мидий в ее пределах.

- **Испанский способ посадки**

Испанское устройство для посадки представляет собой частично механизированную непрерывную посадочную систему, широко распространенную для плотов в Испании и ярусов в Чили, требующая одного или двух операторов для управления плотностью мидий за счет волочения конечной посадки с постоянной скоростью.

С помощью данной системы мидии помещаются в бункер и попадают на управляемый гидравликой бур, который толкает их в посадочный материал. Как мидии, так и трос, протягиваются через устройство вручную, т.к. хлопковая посадка обернута хлопковым шпагатом для поддержания плотности (рисунок 9.54).



Рисунок 9.54 Испанское посадочное устройство: отделенные и отсортированные мидии попадают в бункер и управляются буром, попадая в хлопковую посадку с тросом.

- **Автоматизированный способ посадки**

Новозеландское посадочное устройство является полностью механизированной непрерывного действия посадочной системой. В то время, как в Новой Зеландии были разработаны и продолжают совершенствоваться модели посадочных устройств, появились весьма достойные модели. Множество моделей требуют дополнительного инвестирования, чтобы повысить эффективность и функциональность на более высоких скоростях.



Рисунок 9.55 Автоматизированное устройство для посадки мидий

Множество производителей обнаружат, что можно использовать автоматизированную посадку, если длина посадки превышает глубину в 4 м. Однако, лимит не ограничивает количество километров посадки, выполненной за день, т.к. она зависит от глубины, а скорее от количества тросов (узлов), которые могут быть связаны за день, что представляет собой человеческий фактор, который необходимо учитывать при планировании.

Плотность мидий управляется скоростью конвейерной ленты, вместе со скоростью, с которой хлопковая посадка тянется двумя колесами. Трос одновременно протягивается через держатель хлопковой трубки, когда мидии оседают (рисунок 9.55).

Колеса с гидравлическим управлением поддерживают натяжение и управляют скоростью посадки, с которой мидии протягиваются.

С приобретением опыта работы с системой, очень важно и необходимо соблюдать просчитанные значения плотностей, в зависимости от размера, которые вы хотите посадить.

#### 9.4.6 Последние вопросы перед инвестированием и запуском

После завершения всего планирования, необходимо остановиться и перефразировать вопросы. В особенности, важно провести оценку следующих вопросов для продолжительного успеха.

- В чем заключаются финансовые объекты, и каким образом они соответствуют поставленным целям по объемам производства?
- Поняты ли все регулятивные нормы, разрешения, требования экспертизы и временные графики?
- Подходят ли расположение площадки и ее ориентация для установки выбранной инфраструктуры и эффективной эксплуатации?
- Каким образом местные условия окружающей среды (погодные, топографические) воздействуют на производственную эффективность?
- В чем заключаются биофизические параметры (температура, соленость), которые могут оказывать воздействие на производство?
- Что представляют собой транспортные расстояния от/к доку, в зависимости от размера судна и конструкции (рисунок 9.56), производительность уборки в день, и каким образом запланированная уборка урожая соответствует технологии?



Рисунок 9.56 Не все судна пригодны для полной загрузки. На море наблюдалось затишье!

- Объединил ли производитель данный по региональному циклу роста с современными способами по экономии?
- Оценил ли производитель варианты для доступности личинки, произрастающих мидий и производительности относительно выбора времени для операций на рынке и возможностей уборки?
- Для оптимальной рыночной ниши выбраны современные стратегии по экономии и росту?
- В чем заключаются маркетинговые возможности, цели и временные графики?

Современные способы экономии: это бизнес-предприятие. Объект служит для производства моллюсков, с максимальной эффективностью и безопасностью, при надлежащем управлении запасами в производстве, чтобы обеспечить непрерывную подачу их моря.

Оценил ли производитель, какой тип данных необходимо собирать на ферме перед запуском и во время текущих операций? Получение первоначальной информации от различных источников будет существенным для стойкости фермы с течением времени? Оценил ли производитель данные, которые будут влиять на рыночные возможности и определение цен небольших балтийский мидий, а также, каким образом производитель планирует поддерживать устойчивость поставок на предприятие?

### 9.5 Оценка по моллюскам

Успех в Балтийском регионе на сегодняшний момент зависит от тесного сотрудничества с частных и общественных представителей, объединенных финансовой поддержкой со стороны проекта Аквабест. Эта поддержка является жизненно необходимой для стимулирования роста в регионах, где мидии являются новой культурой. Ålands landskapsregering пожертвовала важными источниками для оценки осуществимости создания фермы мидий в Балтике. Причинами такого вклада послужили следующие факты:

А) Решающий момент был достигнут в 2012 году, когда производители балтийских мидий продемонстрировали, что они могут преодолевать сложности, вызванные сложными условиями окружающей среды, от теплых вод до дрейфующего льда и штормов, чтобы доказать, что выращивание культуры возможно за 2-3 года. Кроме того, производители успешно проверили различные способы по уборке урожая и коммерческое оборудование, чтобы предоставить на рынок общепринятый стандарт размера мидий.

Б) Результаты продемонстрировали, что мидии можно выращивать искусственно, их мясо можно получить из продуктов уборки урожая, и при этом возможны различные способы. Однако стоимость и надежность в значительной степени отличаются от одного места к другому; также подчеркивается важность экономически эффективных технологий, если культура подлежит передаче производителям, которые должны работать независимо после завершения разработки проекта.

#### 9.5.1 Содержание ценной информации для данного руководства

Опыт на данный момент: доказано, что производство Балтийской культуры возможно. Но данная отрасль сталкивается с многообещающими условиями и уникальной рыночной нишей для реализации более мелкой продукции.

Какие рыночные возможности существуют для Балтийских культур? Возможно три выхода, но с дополнительными источниками дохода для производителей в качестве покрытия ими общих расходов.

- а) Мясо мидий в качестве пригодного конечного продукта (25-35 мм) и (35-40 мм).
- б) Максимальные коммерческого назначения мидии (35-40мм), полученные на третий сезон, могут предназначаться для специальных ресторанов и розничных рынков вокруг Балтии (можно создать балтийский бренд с уникальными отличительными чертами для стимулирования устойчивого развития в Балтии).
- в) Для финансирования окружающей обстановки может быть получено финансирование от государства, оценив биомассу полученных мидий (необходима стандартизация и надежная система управления производством).

Доход от различных источников может приносить прибыль (например, за каждый убранный килограмм расходы за эксплуатацию и амортизацию покрываются от продаж):

1. 30% затрат на уборку для удаления P/N из полученного килограмма.
2. 35% значения от уборки за мясо мидий 25-35мм (50% урожая).
3. 35% прибыли от упаковки/обработки (35-40мм) для розничной продажи (50% урожая).

Сертификация (лучшие технологии для аквакультур (ВАР)) ВАР-типа или другая сертификация может предоставить дополнительные возможности и уникальность.

Кто будет следующими производителями балтийских мидий? Признаться, опыт продемонстрировал, что многообещающие условия, такие как, в Балтии, не привлекают крупных инвесторов.

Производственные циклы в 2-3 года и небольшие размеры мидий не позволяют конкурировать с такими площадками, как на острове Принца Эдварда, Восточной Канаде, Новой Англии (США), Дании, Южной Австралии, Ирландии и Соединенном Королевстве.

Практика показывает, что крупных инвесторов привлекают производственные циклы в 1-2 года, которые могут финансировать большой объем, необходимый для перерабатывающих предприятий, которые нуждаются в поддержке крупными производствами мидий, как, например, в Чили, Новой Зеландии и Франции/Испании.

В качестве альтернативного варианта, крупные производства с низкими по стоимости культурами и семействами (Китай, Азия/Испания).

Производство балтийским мидий в будущем: большое распространение производства мидий в Балтийском регионе, скорее всего, будет поддерживаться мелкими по объему операциями крупных рыболовов энтузиастами. Для запуска и разработки потребуется общественная поддержка и структурированное финансирование.

Что необходимо предпринять мелким производителям мидий? Необходимо воспользоваться современными технологиями фермерства для мидий в Балтийском море, которые специально предназначены для небольших объемов и индивидуальных производителей.

Примеры представлены в данном документе, но точная технология зависит от выбранного размера мидий, расположения и производственного объема.

### 9.5.2 Критерии для успеха и устойчивого развития

Успешный и прибыльный рост означает, что индустрия по производству балтийских мидий должны быть:

1. Рентабельной (инфраструктура, механизация, процедуры, уборка).
  - а) Инфраструктура: требует устойчивых якорей, хорошо продуманного технологии выращивания, удобства для проведения ремонтных работ и защиты от штормов и проведения операция во время сильного ветра.
  - б) Практическое применение на небольших рыболовных судах и удобство в обслуживании без погружения (представлено в руководстве).
  - с) Механическое оборудование должно удобно перемещаться, быть недорогим, но эффективным (представлено в руководстве).
  - г) Уборка должна проводиться после 2-3 сезонов, чтобы рассредоточить риски и затраты, но это требует правильного управления (представлено в руководстве).
2. Множество защищенных площадок с циклами роста в пределах 25-30 месяцев для распределения рисков потерь/повреждений.
3. Способность внедрения соответствующих протоколов по проведению отбора, а также навыков в сфере экономии для реализации производства.
4. Надежда на современные технологии фермерства для Балтийского моря, которые представлены в данном техническом руководстве.

## **10. ТЕХНОЛОГИЯ МОРСКИХ РЫБОВОДНЫХ ФЕРМ, НАХОДЯЩИХСЯ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ**

**Йони Виелма, Маркус Канкайнен**

Оригинал – Offshore fish farming technology in Baltic Sea conditions. Jouni Vielma and Markus Kankainen. Reports of Aquabest project 10 / 2013

[http://www.aquabestproject.eu/media/12219/aquabest\\_10\\_2013\\_report.pdf](http://www.aquabestproject.eu/media/12219/aquabest_10_2013_report.pdf)

### **10.1 Введение**

Во всемирном развитии аквакультуры, ключевой вопрос заключается в поиске подходящих мест для хозяйства. В связи с эвтрофикацией Балтийского моря, его питательная нагрузка находится под контролем, чтобы избежать нанесения дальнейшего ущерба окружающей среде и сократить конфликты с другими типами использования моря. Отраслевые интересы и их влияние на окружающую среду управляются пространственным планированием. В Северной Европе, пространственное планирование стало предметом нескольких научно-исследовательских проектов, таких как:

- COEXIST ([www.coexistproject.eu](http://www.coexistproject.eu))
- PartiSEApate ([www.partiseapate.eu](http://www.partiseapate.eu))
- BaltSeaPlan ([www.baltseaplan.eu](http://www.baltseaplan.eu))
- SUBMARINER ([www.submariner-project.eu](http://www.submariner-project.eu))
- AQUAFIMA ([www.aquafima.eu](http://www.aquafima.eu))
- Проект “Coastal futures” в институте имени Альфреда Вегенера, Германия
- AQUABEST (<http://www.aquabestproject.eu/>)

В прибрежных районах Балтийского моря уже применялось пространственное планирование процессов аквакультуры – в 2002-2003 гг. в Дании и в 2010-2013 гг. в Финляндии. Отсутствие подходящего пространства в традиционных сельскохозяйственных районах также мотивировало Норвегию на обращение внимания в сторону более открытых морских областей (Karlsen 2012). Аналогичные дискуссии о новых направлениях аквакультуры в настоящее время ведутся в США и Австралии, а также многих других странах. В качестве последнего примера в Европе, Турция и Португалия составили морские пространственные планы и выделили зоны для марикультуры, которые часто находятся в морских зонах (Deniz 2013).

В прибрежных районах, пространственное планирование часто приводит к выводу, что новые объекты лучше располагать в открытых или полуоткрытых районах с тяжелыми условиями производства. Очевидно, что при таких условиях, обычная технология садкового хозяйства сталкивается с высокими рисками выхода из строя из-за высокой скорости ветра, высокой высоты волн и сильного течения. В дополнение к данным условиям, система должна быть экономически эффективной, безопасной для работы, а также соответствовать видам рыбы, с целью избеганием проблем с состоянием рыбы.

В данном кратком обзоре описаны технологии, которые были использованы в садковых хозяйствах в открытых или полуоткрытых акваториях. Мы также обсудим возможные проблемы, которые могут возникнуть с рыбоводной деятельностью в открытом море. Два других наших отчета – о производственных условиях (ветер, волны и лед) в финских прибрежных районах (Kankainen et al. 2013) и примере экономической структуры инвестиционных и эксплуатационных затрат на рыбных фермах, расположенных в полуоткрытых условиях (Kankainen and Mikaelson, in prep.).

#### **10.1.1 Понятие морской аквакультуры**

По отношению к морской аквакультуре применяются различные определения. Иногда, обычная, но прочная садковая технология, выдерживающая тяжелые условия называется морской технологией, например, в случае с Ryan (2004). Данное определение часто используется в связи с такими видами деятельности, как разведение лосося в полуоткрытых прибрежных районах. С другой стороны, термин «морская аквакультура» иногда относится к нетрадиционным или даже футуристическим видам морской аквакультуры, либо деятельности аквакультуры, находящейся в открытом океане, где подобная система существенно отличается от садковой аквакультуры. В этих случаях, морская аквакультура, в основном, опробована на выращивании ценных морских видов рыб, таких как кобия и тунец.

Во многих случаях даже расстояние составляет часть определения морских хозяйств. Морская технология используется вдали от берега, например в 40 километрах от побережья в Мексиканском заливе в Соединенных Штатах, либо в открытых или глубинных участках рядом с береговой линией. В

обоих случаях может использоваться садковая технология, в то время как дальние расстояния от береговой линии представляют различные сложности для логистических систем и влияют на эксплуатационные расходы.

### 10.1.2 Измерение условий производства и стандарты оборудования

Поскольку риски и инвестиции составляют существенную часть в существовании морской аквакультуры, условия на местах производства, такие как течение, климат, волнения и профиль дна, оцениваются заранее при планировании инвестиций и методов производства.

Для морских рыбоводных объектов используются различные региональные исследования. Норвежский стандарт NS 9415 используется при классификации морских районов в соответствии с высотой волн и течениями (Standards Norway 2008). Данный стандарт также включает рекомендуемые технологические решения в различных условиях. Предполагается, что классификация морских районов, представленная в соответствии с настоящим стандартом, будет использоваться в Норвегии. Самая высокая классификация, Ee, используется для районов, где высота волн превышает 3 метра, а течение – 1,5 м/с. Как правило, отдельные волны превышают высоту волн в два раза.

Многие производители и системы качества классифицируют оборудование для рыбоводства и причальные системы аналогичным образом, согласно тем условиям, для которых они предназначаются. Выбранные технологии должны выдерживать сильные волны и/или течение, а также должны иметь определенный запас прочности для реагирования в экстремальных условиях. Например, рыбоводные объекты по выращиванию атлантического лосося на Фарерских островах располагаются в местах, где высота волны (за период измерения в 3 часа) варьируются от 3,4 до 7,4 метров за 10-летний период. За всю историю высота волн в Балтийском море достигала 8 метров, а самая большая высота отдельно взятой волны достигала 14 метров (северная часть Балтийского моря, декабрь 2004г.). Существуют незащищенные участки в финском внутреннем архипелаге, где высота отдельных волн достигает 10 метров, при средней высоте волн более 3 метров. Ветровые и волновые условия у финских прибрежных районов представлены подробно в Kankainen et al. (2013).

## 10.2 Технология работы морской аквакультуры

Используемая морская аквакультура может требовать использования структурных изменений и новых технологий на всех этапах производства, вплоть до процесса потрошения рыбы. В данном докладе мы обсудим технологию работы морской аквакультуры по следующим заголовкам:

- Садки, сети и причал
- Система кормления
- Судна и оборудование
- Оборудование экологического мониторинга, система раннего предупреждения и электричество

### 10.2.1 Садки, сети и причал

Оборудование, используемое для морской аквакультуры включает в себя традиционные плавающие садки и различные погруженные или полупогруженные единицы. Садки могут иметь гибкие или жесткие каркасы. Далее приводится обсуждение различных морских решений по аквакультуре, основанных на коммерчески доступных продуктах. Некоторые из них никогда не продвигались дальше экспериментальной стадии, в то время как остальные используются на тысячах предприятий по всему миру.

#### 10.2.1.1 Плавающая гибкая садковая система

Самый известный тип плавающего садка в морской аквакультуре – садок на основе круговой рамы из полиэтиленовых труб. Данный трубопровод, как правило, выполнен из труб диаметром от 200 до 300 мм, однако бывают и трубы диаметром 500 мм (рисунок 10.1). Одна из трех таких труб составляет каркас. Узкая рабочая платформа может быть сконструирована из несущей рамы и круговой трубки, которые заполняются плавающим наполнителем. На несущей раме, а также над водой натянута сеть, которая предотвращает возможность попадания внутрь птиц. Также может использоваться круговая рама под водой с целью недопущения деформации садков. Гибкие клетки производятся такими производителями, как (PolarCirkel), Aqualine, Fusion Marine, Corelsa, Refamed, AquaSURE и Ocea. Производство также может быть передано субподрядной организации из числа местных производителей.

В Балтийском море крупнейшие садки составляют 100 метров в окружности. В атлантических лососевых хозяйствах новые рамки устанавливаются с окружностью, по крайней мере, в 100 метров. В Средиземном море наиболее часто используются садки с окружностью от 40 до 50 метров, однако

для разведения тунца используются садки с окружностью в 200 метров. Глубинные садки в открытых районах моря составляют не менее 20 метров, такие рамки имеют объем не более 50 тысяч кубометров и дают урожай около 1000 тонн.

В открытых районах северной части Балтийского моря, плавающие садки на зиму удаляются, так как их структура не может выдержать движение толстых льдин. Это ограничивает окружности рамок, потому что крупные рамки и клетки трудно буксируются имеющимся оборудованием. В Норвегии, Чили и Шотландии моря не замерзают, поэтому плавающие клетки там удалять не обязательно.

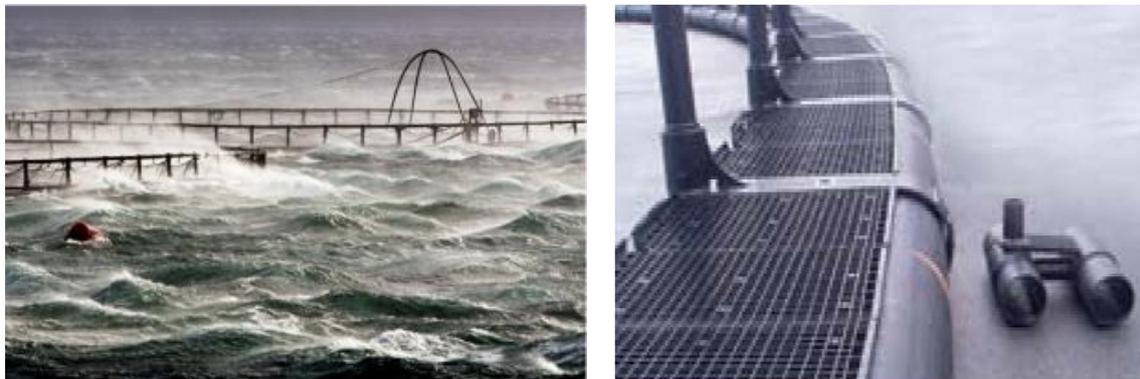


Рисунок 10.1 Круглые рамы из РЕ-трубы наиболее часто используются в садковом хозяйстве в открытых областях. Их производят такие компании, как AKVA group, Aqualine, Corelsa, AquaSURE, Osea, Refamed и Farmosean. На правом изображении модель из 90-х (Gigant) (справа), а рядом с ней одна из самых современных 500-мм труб, используемых в открытых участках. Фотографии предоставлены AKVA group.

Японский производитель Bridgestone с середины 70-х годов производят рамы для морской аквакультуры. Они произведены из резиновых шлангов, используемых для транспортировки нефти из танкеров на терминалы (рисунок 10.2). Не круговые рамы, как правило, содержат от 4 до 8 углов. Самая большая известная рама имела окружность в 160 метров и использовалась в Ирландии. В некоторых случаях, РЕ-трубы устанавливались в рамках и использовались в качестве волнорезов, а также садков аквакультуры. В мире, по крайней мере, используется 300 подобных единиц, однако их производство было прекращено в начале 2000-х. Аналогичная технология используется в рамках Dunlop Tempest (Bonnar Engineering Ltd из Ирландии), которая представлена на рынке с 1990 года.



Рисунок 10.2 Рамы Dunlop, состоящие из резиновых труб, которые использовались для перекачки нефти в нефтяные терминалы (фото слева предоставлено Bonnar Engineering Ltd.). Bridgestone использует аналогичные технологии (картинка справа предоставлена Bridgestone).

Плавающие гибкие садки могут использоваться в морских условиях с высоким рейтингом. Ее, например, с высотой волны более 3 метров. Существует много доступных размеров, при этом рамы садков могут устанавливаться по близости друг от друга, которые образуют кластер, например, могут кормиться от одной кормовой платформы. В сложных условиях движение рам и швартовочной системы приводит к износу швов устройства садка, поэтому их необходимо заменять чаще, чем те, что установлены в защищенных от ветра местах. Известно, что рамы ломаются в сложных условиях, если кормушки закреплены на садках, так как это предотвращает равномерное распределение деформации

по всей раме при сильном волнении. Так как структура устройства достаточно простая, ее обслуживание выполняется с судна, так как это не повреждает рамы.

#### 10.2.1.2 Плавающая жесткая садковая система

Плавающие жесткие садковые системы используются в определенных условиях, в частности, в защищенных от ветра местах. В подобных системах используются мосты доступа, на которых возможно движение погрузчика. Пожалуй самым известным производителем в данной отрасли является Wavemaster (AKVA group), которая реализовала более 4000 рам по всему миру (рисунок 10.3). Крупные, с квадратам 20 x 20 м, используются в открытой местности; если в аквакультуре используются жесткие рамы, то они должны быть достаточно надежными (рисунок 10.4 и 10.5). Например, шотландский производитель Cruive работает совместно с судоходными компаниями и лососевыми фермерами, но такие объекты, по видимому, повреждаются при шторме и накапливают лед на поверхности, который значительно увеличивает вес устройства.



Рисунок 10.3 Wavemaster, вероятно, является самой продаваемой жесткой садковой системой. Изображение предоставлено AKVA group.



Рисунок 10.4 Фермерская система испанской компании Marina System Iberica. В Средиземном море были построены, по крайней мере, четыре системы, показанные на рисунке. На палубе имеется место для хранения корма, генератор электричества и небольшая каюта для работников. Столбы достигают примерно 10 метров под водой. Изображение Marina Systems Iberica.



Рисунок 10.5 Первая полупогруженная океанская ферма была построена в Швеции в 1986 году. После этого, по всему миру стали использовать, как минимум, 40 таких единиц. Изображение Farnoscan.

### 10.2.1.3 Погруженные и полупогруженные системы

Использование погруженных систем в открытых районах моря стало обычным явлением. Погружение садков позволяет избежать штормовых последствий, происходящих на поверхности воды. Кроме того, благодаря погруженным садкам можно избежать воздействия токсичных водорослей. В целом, были разработаны различные формы и конструкции типов подводных садков (рисунки 10-6 – 10-11). Использование погруженных систем подразумевает наличие системы поднятия и опускания в период технического обслуживания.

Погруженные системы не использовались так часто, как, скажем, поверхностные гибкие пластиковые рамы, из-за их высокой стоимости и относительной непрактичности кормления и обработки рыбы, а также потенциальных проблем с состоянием рыбы (Karlsen 2012). Например, атлантический лосось не успевает пройти всю стадию роста в океанских системах, в которых ему не удается подниматься на поверхность, чтобы заполнить свой плавательный пузырь. Рыба также может пострадать или подвергнуться стрессу из-за перепада давления во время подъема погруженной системы на поверхность. Тем не менее, погруженные системы имеют и некоторые преимущества: температура на глубине более устойчивая, к тому же клетки не приходится чистить так же часто, как клетки с поверхности. Кроме того, нахождение на глубине не вводит в стресс рыбу, что улучшает ее рост, уровень смертности и эффективность использования кормов. Дополнительное преимущество также заключается в том, что ввиду их незаметности, их использование становится менее спорным с точки зрения рекреационной деятельности.

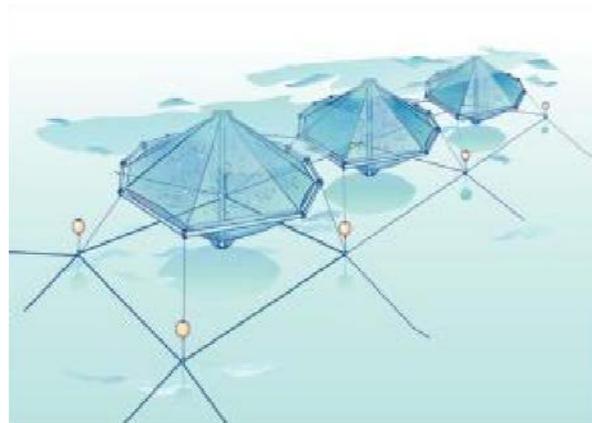


Рисунок 10.6 Ферма SeaStation компании Ocean Spar не имеет плавающего кольца, однако основывается на тросах, которые подключены к швартовочной системе. Более 25 таких систем используются в Пуэрто-Рико и Гавайи. Фотографии Ocean Spar.

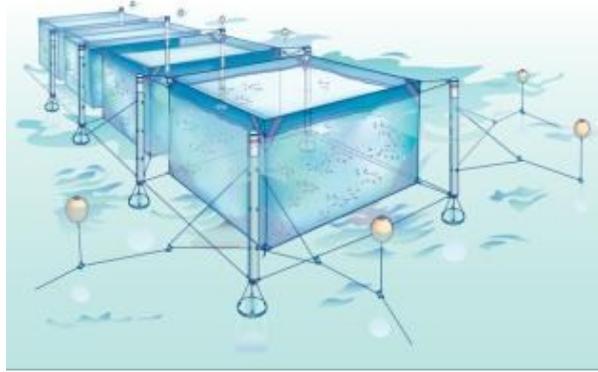


Рисунок 10.7 Устройства AquaSprag компании Ocean Sprag используются, например, в Канаде и Испании. Фотографии Ocean Sprag.

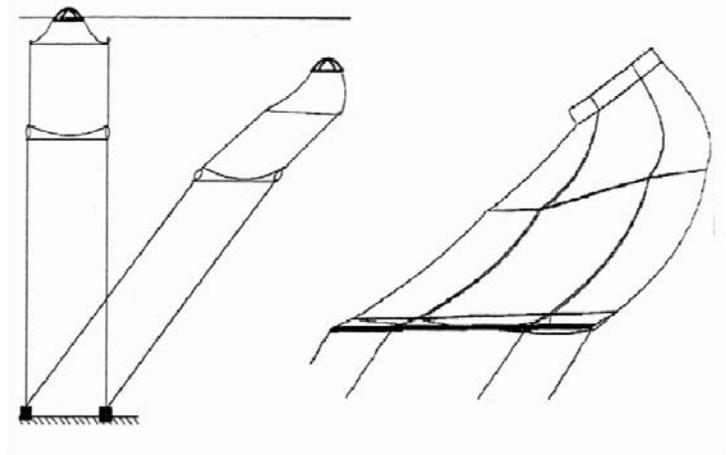
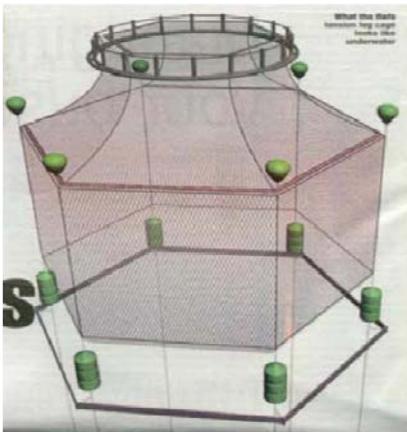


Рисунок 10.8 Ферма Refamed TLC (клетка с натяжной опорой) меняет форму и глубину. Изображение Refamed TLC.



Рисунок 10.9 Ocean Farm Technology – производитель систем Aquarod. Она состоит из жесткой рамы и садка в виде шара внутри рамы. Данная технология используется в экстремальных частях прибрежной зоны, например ферма кобии в Пуэрто Рико и Панаме, а также ферма по выращиванию желтохвоста в Гавайи. Фотографии Ocean Farm Technology.



Рисунок 10.11 Российская система САДКО может быть погружена полностью или частично. В настоящее время она используется в Средиземном, Каспийском и Черном море. Система включает в себя технологию выполнения кормления рыб и их мониторинга (фотографии справа). Фотографии ГОСНИОРХ, Леонид Бугров.



Рисунок 10.11 PolarCirkel – дополнение к обычным рамам в садковой системе, которую можно погрузить на глубину. Изображение АКВА group.

#### 10.2.1.4 Сети

Нейлон – это наиболее распространенный материал, используемый в садковой аквакультуре. Новые материалы – ПЭТ (полиэтилентерефталат) используется в EcoNet компанией АКВА group (Johnson 2012), либо в Дупеета, производимой компанией DSM. Кроме того, сети изготавливаются из меди и нержавеющей стальной сетки. У таких сетей есть свои преимущества; они создают дополнительную защиту от штормов и хищников. Они также способны лучше удерживать свою форму. Все это влияет на максимальную емкость для рыбы в садке, а также на ее состояние. Тем не менее, такие материалы считаются более дорогостоящими, несмотря на то, что они имеют более продолжительный срок хранения. Кроме того, они больше весят, что затрудняет обработку больших сетей.

Форма садка поддерживается отдельными весами, либо тяжелым кольцом/грузилом на дне. Поддержание формы крайне важно не только из-за потенциала системы, но и из-за защиты от тюленей, которые пытаются охотиться на рыбу. Цепи под давлением волн могут обдираться, поэтому должны быть заменены другим, более прочным материалом, таким как веревки Дупеета. В целом, инженерный выбор материала становится важным моментом в сложных условиях.

Обрастание сети увеличивает вес и снижает расход воды в садке. По этой причине, крайне важно использовать противообрастающее покрытие и/или выполнять часто чистку. Очистка может осуществляться при помощи водолазов или дистанционно управляемым очистителем. Если вся садковая система буксируется к береговой линии с целью сбора рыбы, сети удаляются и промываются в специальных стиральных барабанах. Когда рыба поставляется для уборки, сети могут быть удалены для мытья и чистки от обрастания.

### 10.2.1.5 Швартовка

Для структурной прочности важными факторами являются: количество точек швартовки, материал, выбранный для якорей и веревок, а также метод крепления к раме. Большие устройства часто используют несколько швартовочных ортогональных причалов. Во многих случаях, на стороне преобладающих ветров и волн устанавливаются двойные якоря и более прочные веревки. Швартовочные концы должны обладать требуемой гибкостью, чтобы при движении сетей, веревки натягивались не в полной мере и не создавали нагрузку (Karlsen 2012). Густая сеть швартовочных веревок и буюв затрудняет движение судов из-за вынужденного совершения маневров вокруг объекта. Производители крупных садков для аквакультуры предлагают профессиональные условия по швартовочному планированию. Разработка зависит от качества морского дна: с хорошим осадком обычно используются плавниковые крепления, которые тянут на дно. Если дно скалистое, то в скале могут быть пробурены винтовые анкеры. В частности, при глубокой воде используется якорное крепление, иногда и на несколько единиц аквакультуры, прикрепленных к одной причальной линии.

В Финляндии глубина воды не представляет такой проблемы, как в остальных местах прибрежной аквакультуры, где глубина может быть более 100 метров. Частично по этой причине, существует тенденция расположения единиц в непосредственной близости от острова, так что иногда они даже могут крепиться к берегу.

Одним из вариантов помощи при швартовке и защите от волн предусматривает интеграцию садкового хозяйства с ветровыми электростанциями или нефтяными платформами. В таких случаях особое внимание необходимо уделить структуре, включая швартовку вместе с другими функциями и структурами (Buck 2013).

Помимо стабильных станций с причалом, для условий эксплуатации в открытом океане также были предложены дрейфующие или самоходные садковые хозяйства.

### 10.2.2 Система кормления

Рыба также может кормиться при помощи автоматизированных систем кормления как без надзора, так и с использованием процесса контроля. В течение вегетационного периода, предпочтительнее кормить рыб на ежедневной основе или даже несколько раз в день с целью максимизирования ее роста. Исключением являются периоды, когда погода особенно теплая или холодная, а также периоды голодания рыбы до ее перемещения, потрошения или других стрессовых обработок. В морской аквакультуре обстоятельства могут ограничивать использование автоматизированных кормушек. С другой стороны, условия также могут ограничивать или затруднять посещение садков каждый день.

Типы кормушек, используемые в настоящее время в Финляндии не обязательно находятся в тяжелых условиях в морской аквакультуре. К примеру, маятниковая кормушка непригодна для использования в морских условиях из-за нестабильности или перекорма при сильных волнах. Использование остальных типов традиционных кормушек также остается сомнительным из-за сильных нагрузок, оказываемых на садок.

Кормовые баржи стали обычным явлением в системе питания морских рыбных хозяйств. Их объем может вмещать вплоть до сотен тонн (рисунок 10.12). Питательные баржи, как правило, располагаются рядом с клетками, либо в середине кластера. Подача производится через трубы со сжатым воздухом, подаваемым с баржи в садки. Крупные баржи оснащены помещениями для сотрудников. Кормовые баржи, как правило, не заправлены; они должны быть отбуксированы к месту и поставлены на якорь. Они загружаются непосредственно производителями рыбных кормов. Крупнейшие кормовые баржи можно найти в Норвегии. Они способны противостоять волнам высотой в 7 метров.

Кормовые платформы, особенно специальный подающий корм трубопровод, может быть поврежден при сложных условиях. В открытых районах данная система считается обычной для рыб, питающихся с лодки. В таких случаях, персонал посещает платформы, когда это позволяют обстоятельства. Несмотря на то, что лодка с питанием снижает риск повреждения и позволяет избежать крупных инвестиций в устройства подачи корма, данный метод нельзя считать самым эффективным подходом. Каждый блок должен кормиться отдельно, поэтому кормление автоматически не производится. Поскольку пункт хранения корма может находиться далеко от хозяйства, процесс подачи корма может занять много времени или топлива (Kankainen & Mikaelson 2013). Эффективность кормления может оказаться ниже, так как питание подается не автоматически и, соответственно, кормление рыб происходит реже. Процесс роста рыб может быть нарушен, если рыба не кормится каждый день.

Что касается погруженной аквакультуры, то для ее кормления необходимо выполнить поднятие на поверхность, если не предусмотрена система подводного кормления. При помощи труб подводного

кормления можно избежать повреждения труб на поверхности. Проблема в подводном кормлении заключается в равномерном распространении кормления. Кроме того, при таких условиях сложнее контролировать рыб.



Рисунок 10.12 Кормовые баржи становятся все более популярными в садковых хозяйствах. Баржи AKVA Group могут вмещать от 100 до 700 тонн корма (сверху слева). Слева снизу изображены кормовые баржи в Турции, справа – в Норвегии. Изображения AKVA group.

### 10.2.3 Суда и оборудование

Работа судов, необходима изо дня в день для управление рыбоводным хозяйством: перевозка корма и рыбы, а также обслуживание садков, сетей, бுவей и якорей. Чаще всего используют суда длиной от 10 до 20 метров, оборудованные кранами для подъема сетей и мешков с кормом (рисунок 10.13). Суда имеют грузоподъемность в несколько тонн. В зависимости от их размера, скорости и оснащения, суда подобного рода стоят от 0,5 до 2 миллионов евро. Тем не менее возникает вопрос о целесообразности использования судов в настоящее время в открытых морских районах. Обслуживающее судно для лососевого хозяйства в открытом море может достигать 40 метров в длину и обладать грузоподъемностью до 100 тонн (рисунок 10.14). Инвестиции в суда могут обойтись дешевле, нежели инвестиции в другое производственное оборудование (проект «Service Vessel 2010», Heide et al. 2012). Для проверок обычно используются более меньшие по размеру мореходные катера.

Иногда экономически более эффективно кормить рыб непосредственно с судна. В таких случаях, баки с кормом и системы кормления, как правило, устанавливаются непосредственно на судне, а корм выпускается рыбам посредством его выдувания. Лодки для кормления используются в тех случаях, когда невозможно использовать кормушки, прикрепленные к садкам в виду обстоятельств. Лодка для кормления также целесообразна, если единицы небольшие, а инвестирование в систему питания будет экономически не эффективным. Недостатком кормления с лодки является то, что за день она может совершить только один-два выхода, а в непогоду и вовсе может не выйти. Лодка для кормления также занимает много рабочего времени.

В дополнение к работе судов могут использоваться различные специализированные суда. Например, если используются большие кормовые платформы, то, возможно, имеет смысл поставки корма в больших количествах непосредственно с завода-производителя корма. Подобное логистическое ре-

шение освобождает от необходимости периодической поставки корма малыми партиями. Кроме того, пропадает необходимость в обеспечении наземного хранения корма. Вероятно, подобную службу доставки лучше организовать через услуги аутсорсинга, если предприятие аквакультуры достаточно большое.

Рыба может транспортироваться на переработку в сосудах, которые устанавливаются с резервуарами и насосами на рыбном транспорте, либо в хороших лодках. Другой вариант – доставлять садки методом буксировки к берегу, где она уже и будет извлекаться. В прочем, существуют специализированные суда с различными устройствами, например, с роботами для очистки садков.

Типы судов и оборудования, необходимые для любого конкретного предприятия, зависят от того, какие действия следует предпринять в отношении рыбы и аквакультуры в процессе ее роста. В принципе, нет необходимости в использовании какого-либо нового оборудования для удаления мертвой рыбы или передачи или сортировки рыбы в морских условиях, однако сильное волнение на море, площадь садков, структура рамок и методы кормления оказывают влияние на выбор оборудования и инструментов.



Рисунок 10.13 20 тонная катамаранная лодка часто используется для проведения ежедневных процедур на норвежских лососевых садковых фермах. Краны предназначены для подъема мешков и сетей с кормом. Кроме того, на таких лодках может быть установлена система кормления. Изображение

AKVA group



Рисунок 10.14 Удаленные фермы в открытых участках могут обслуживаться судами до 40 метров в длину. Изображение Aseaquaculture.

#### 10.2.4 Оборудование экологического мониторинга, система раннего предупреждения и электричество

В морской аквакультуре не всегда целесообразно или возможно посещать клетки на ежедневной основе, а мониторинг и управление осуществляются дистанционно с берега, например, при помощи

берегового блока управления. Система контроля кормления требует получения информации в режиме реального времени о поведении рыб, воде, температуре воды и содержании кислорода. Система мониторинга этих составляющих представляет собой отлаженную технологию на современных объектах аквакультуры. Кормление управляется системами, которые контролируют аппетит рыбы. Данная система наблюдает за любым несъеденным кормом: в этих случаях система прекращает подачу корма. Мониторинг садка, а также наблюдение за активностью рыб при помощи камер позволяет снизить риски, а также помогает повысить эффективность кормления рыбы. Информация может передаваться по беспроводной сети в диспетчерскую, если расстояние не слишком велико. Если расстояние велико, то может появиться необходимость в использовании релейных станций. Панели солнечных батарей и ветряные турбины могут удовлетворять малую потребность в электроэнергии, однако для подачи электроэнергии на платформы необходимы генераторы.

### 10.2.5 Разработка проекта и сдача его «под ключ»

Основные производители предоставляют широкий спектр продуктов, удовлетворяющий все потребности садковой аквакультуры, включая рамы, садки, якоря, швартовочные канаты, системы учета питания, а также контроля работы судов. Большинство производителей также предоставляют такие услуги, как оценка местоположения при выборе технологий. В сложных условиях, все технологические компоненты должны легко интегрироваться и быть подходящими для процедур аквакультуры. Кроме того, консультант предприятия проводит моделирование движения волн и садков на основе выбранного местоположения (например, Det Norske Veritas использует моделирование Reflex).

## 10.3 Особенности производства в условиях Балтийского моря

### 10.3.1 Зимние условия

В Балтийском море, зимние условия создают проблемы для технологий морской аквакультуры (Kankainen et al. 2013). Ледяной покров, сезон таяния и пакового льда должны быть приняты в учет при проектировании оборудования и производственного цикла. В садковых объектах аквакультуры в северной части Балтийского моря, садки должны перемещаться в защищенные места таким образом, чтобы не повредить их структуру перемещая через массы льда. Если рыба находится в садках, то местоположение зимовки должно выбираться таким образом, чтобы можно было выполнять контроль садков. Во время сезона оттепели, обслуживание садков и рыбы становится достаточно затруднительным, если единицы находятся не в непосредственной близости от берега. Чтобы справиться с сезоном оттепели, необходимы суда, способные пересекать тонкий лед. Если ледяной покров зимой достаточно плотный, то мониторинг может производиться при помощи таких транспортных средств, как снегоходы, гидрокоптеры или квадроциклы.

Осенью паковый лед может ломать или рвать даже особо прочные конструкции, находящиеся на глубине в несколько метров. Долговечность платформ, вероятно, не была испытана в условиях, когда образуется паковый лед или передвигаются большие массы льда, даже если известно, как противостоять степени заморозки. Одним из вариантов защиты клеток и структуры от льда в открытых районах моря было предложено погружать клетки на небольшую глубину по близости от ледяного покрова. Тем не менее, это достаточно рискованный шаг, так как оставление структуры без присмотра на зиму или на сезон оттепели приводит к отсутствию ежедневного контроля состояния рыб, что нарушает правила защиты животных.

Пустые структуры аквакультуры можно оставить на месте, если глубина воды достаточна для этих целей. Тем не менее, паковый лед может погружаться на несколько метров. Погружение пустых садков достаточно сомнительное, особенно если садки используются для перевода рыбы. До сих пор, производители аквакультуры находили места для хранения садков, где не может образоваться паковый лед и отсутствует движение ледовых масс. Зимой данные устройства не конфликтуют с другими видами использования акватории, как и в летнее время, так как отсутствует нагрузка на питательные вещества, к тому же в данном архипелаге проводит время куда меньше людей.

Весной лед тает быстрее в открытых районах Балтийского моря, нежели вблизи от береговой линии. Однако, учитывая то, что на глубине вода нагревается дольше, чем в прибрежных районах, наиболее удобный сезон выращивания в открытых районах наступает позже, чем в прибрежных районах. Точно также, осенью морские объекты аквакультуры должны быть удалены раньше, чем в прибрежных районах, чтобы избежать риски, связанные с сезоном оттепели и возможными штормами. Тем не менее, сезон роста не обязательно должен быть короче, так как повышение температуры воды в середине лета редко достигает слишком высоких значений.

### 10.3.2 Волны и глубина

При выборе соответствующих технологий, прочие волновые климатические характеристики могут быть столь же важными, как и высота волны. В Балтийском море длина волн короче, а сами волны острее, чем в океане (Kankainen et al. 2013). Поскольку длины волн короткие, садки аквакультуры не ходят по волнам. Например, садок с окружностью в 100 метров имеет диаметр в 32 метра и типичную глубину от 10 до 20 метров. При больших волнах, садки захлестываются волнами, а рамки могут «повиснуть» на волнах.

Основным преимуществом подводных объектов является защита от чрезмерного волнения на море. Однако таким объектам необходима глубина от 20 до 30 метров, поэтому структуры могут быть погружены достаточно глубоко. Районы с такой глубиной в финских архипелагах достаточно редки. С другой стороны, относительно небольшая глубина Балтийского моря облегчает швартовку объектов аквакультуры.

### 10.3.3 Адаптация производственного цикла

Не все этапы производства могут находиться в открытом море (Kankainen et al. 2013). Объекты питомника не находятся в открытом море, так как мальки еще малы и технология более уязвима к сложным условиям. Например, садки из сетей с более плотной сеткой имеют тенденцию деформирования в местах, где поток воды достаточно сильный. Так как мальки более восприимчивы к стрессовым ситуациям, они должны выращиваться под постоянным контролем. Поэтому на берегу должны быть созданы условия для успешного перемещения рыбы в открытое море. Аналогично, зимой места хранения рыбы должны располагаться как можно ближе к берегу, чтобы можно было обеспечить непрерывную поставку рыбы на рынок, особенно в период сезона оттепели.

Производственный цикл предлагается и для хозяйств с радужной форелью, где мальки выращиваются до необходимых размеров за один вегетационный период с дальнейшим переводом в морской объект. Если производственный процесс обработки готовой рыбы откладывается на один вегетационный период, то зимой при хранении увеличиваются риски и издержки производства. Кроме того, увеличение производственного цикла приводит к увеличению смертности. В условиях Балтийского моря, возможность использования всего вегетационного периода очень важна. Установка морских объектов аквакультуры и перевод в них рыбы весной должен производиться быстро, в период начала вегетационного периода, также должна иметься возможность удаления и хранения единиц до зимы, чтобы ни один вегетативный период не был потерян.

## 10.4 Конкуренентоспособность и проблемы морского хозяйства

### 10.4.1 Конкуренентоспособность

При принятии морского хозяйства, многие факторы, влияющие на конкурентоспособность изменяются. Инвестиции и логистические издержки увеличиваются, поскольку производство перемещается дальше в море и выполняется в более сложных условиях. Оборудование для противостояния сложным условиям (садки, кормушки и суда) обходятся дороже, нежели оборудование, пригодное для внутренней части архипелага (Kankainen & Mikaelson in prep.). При обслуживании на большем расстоянии, увеличиваются издержки на топливо, а также увеличивается количество рабочего времени. Кроме того, продолжительность вегетационного периода, температура воды, пригодные места и организация кормления могут повлиять на способы роста, смертность или эффективность кормления рыбы.

Тем не менее, новая технология, в зависимости от инвестиций, может сделать отрасль более конкурентоспособной, нежели традиционные технологии производства. Поскольку морские технологии фермерского хозяйства требуют больших инвестиций, конкурентное преимущество обеспечивается путем увеличения производственных мощностей. При атлантическом лососевом производстве, оборудование производит миллионы килограммов рыбы, что делает его более конкурентоспособным. В крупнейших странах, выращивающих лосося, в Чили и Норвегии, ни одно из производств не находится в открытом море а, вместо того, находятся в защищенных районах рядом с островами и фьордами. Данные более защищенные места позволили использовать традиционные методы аквакультуры в более надежном ее понимании, поэтому производство стало более эффективным, а количество единиц было увеличено (Asche et al. 2013). Кажется, что технология погружения не является конкурентоспособной при разведении лосося, так как в странах-производителях не было инвестиций в такой тип

решения. Погруженные методы до сих пор используются в открытом море только для выращивания более ценных видов рыбы.

Поскольку основные производственные мощности Балтийского моря сосредоточены на радужной форели, конкурирующей на рынке с атлантическим лососем из Норвегии и Чили, средний размер объектов в Балтийском море должен быть увеличен с целью повышения конкурентоспособности. Производство, соответственно, должно переместиться к краям открытого моря, в районы близ островов, так как традиционная технология и существующая инфраструктура может быть использована на данных объектах.

#### 10.4.2 Проблемы исследования и разработки

Высказывалось предположение, что морская аквакультура представляет собой единственный способ реагирования на возрастание потребности в белке и увеличении спроса на рыбу. В мире существует достаточно мест для подобного производства, так как большую часть поверхности Земли составляют воды. В области рыболовства, как и в сфере животноводства, необходимо принимать во внимание факторы устойчивого развития: состояние рыбы, факторы окружающей среды, безопасность труда сотрудников и экономику (Willumsen 2012). В разработке продукта поддержки морских ферм необходимо найти решения проблем, связанных с данными факторами, из-за которых производство не может устойчиво развиваться.

Некоторые всемирные проблемы были отмечены в плане распространения морской аквакультуры. Рыба не может находиться под наблюдением все время, в целях обеспечения ее надлежащего состояния. Большое расстояние от берега и местные погодные условия могут оказывать трудности на своевременное удовлетворение спроса из-за погоды. Большое расстояние также осложняет передачу информации и энергии, необходимых для улучшения мониторинга рыбы. Расстояние также влияет на операции обслуживания и их стоимость. Сложные условия влияют на безопасность труда и инвестиционные затраты. Все эти задачи должны быть выполнены таким образом, чтобы морская аквакультура стала достаточно выгодной для привлечения инвестиций предпринимателей (Willumsen 2012).

Рыбоводы определили следующие проблемы при развитии продукта морской аквакультуры (Willumsen 2012):

1. Суда должны быть безопасными и пригодными для использования в сложных условиях. Переводы должны быть быстрыми, а суда должны быть оборудованы технологическими решениями, облегчающими деятельность аквакультуры и иметь достаточную несущую способность.
2. Безопасность на борту судов и сообщение с сооружениями аквакультуры в сложных условиях.
3. садковая технология. Садки должны сохранять свою форму и размер, а также быть достаточно прочными и легкими по отношению к объему. Садки должны защищать рыбу от хищников, особенно от тюленей.
4. Операции обслуживания клеток и технологические решения. Должна иметься возможность в поднятии, установке и чистке садков в сложных условиях.
5. Технологические решения для мониторинга, такие как передача информации и производство электроэнергии должны развиваться и далее.
6. Морских объектов в Балтийском море должно быть больше, чтобы быть экономически эффективными, но, с другой стороны, не должны становиться причиной чрезмерной нагрузки на питательные вещества. На зиму такие средства должны удаляться на берег. Монтаж сооружений весной и их удаление осенью должны быть хорошо спланированы, быстрыми и практичными. Для незащищенных морских участков должна выполняться оценка объема нагрузки на сооружения по длинам волн Балтийского моря. На глубине, где, в частности, имеется сильное волнение, могут быть осуществлены полупогруженные системы.

#### 10.5 Список использованных источников

- Anon. 2003. Havsbrugsudvalget. Udvalget vedr. udviklingsmulighederne for saltvandsbaseret fiskeopraet i Danmark. Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri. 105 + 100 pages.
- Anon 2013. The national aquaculture spatial plan in Finland. (In Finnish: Vesiviljelyn kansallinen sijainninohjaussuunnitelma). 42 pages. Ministry of Agriculture and Forestry of Finland.
- Asche, F., Guttormsen, A.G., Nielsen, R. 2013. Future challenges for the maturing Norwegian salmon aquaculture industry: An analysis of total factor productivity change from 1996 to 2008. *Aquaculture* 396, 43-50.
- Buck, B.H., 2013. Upscaling aquaculture operations in offshore environments - challenges and possibilities in Europe. Presentation at SUBMARINER conference, 6.9.2013 Gdansk, Poland  
[http://www.submariner-project.eu/index.php?option=com\\_jdownloads&Itemid=0&view=finish&catid=86&cid=369](http://www.submariner-project.eu/index.php?option=com_jdownloads&Itemid=0&view=finish&catid=86&cid=369)
- Deniz, H., 2012. Turkey's successful spatial planning policy story which includes turning crises to our advantage in offshore mariculture. Presentation at Offshore Mariculture Conference 2012. Izmir, Turkey 17.-19.10.2012.

- Heide, M.A., 2012. Service vessels for operation of exposed salmon sites. Presentation at Offshore Mariculture Conference 2012. Izmir, Turkey 17.-19.10.2012.
- Kankainen, M., Niukko, J., Tarkki, V., 2013. Fish farming production conditions in Finnish coastline of the Baltic Sea. Reports of Aquabest project, manuscript.45 pages.
- Karlsen, L., 2012. Strengthening of cage components. Presentation at Offshore Mariculture Conference 2012. Izmir, Turkey 17.-19.10.2012.
- Ryan, J. 2004. Farming the Deep Blue. 82 pages
- Standards Norway 2008. Preliminary new work item proposal: Cage fish farms - Requirements for design, dimensioning, production, installation and operation. ISO/TC 234 / SC. 82 pages..
- Willumsen, F.V., 2012. Exposed industrial salmon farming – experience and needs for development. Presentation at Offshore Mariculture Conference 2012. Izmir, Turkey 17.-19.10.2012.

## **11. МЕСТА В ОКРУГЕ КАЛЬМАР, ПОДХОДЯЩИЕ ДЛЯ РАЗВЕДЕНИЯ МИДИЙ: РЕЗУЛЬТАТЫ СОБРАНИЙ ПО ОБСУЖДЕНИЮ ДАННОЙ ТЕМАТИКИ В 2013 ГОДУ**

**Эрик Олофссон, Ами Рингберг, Александр Эрикссон**

Оригинал – Suitable localities for mussel farming in the County of Kalmar: results from the 2013 discussion meetings. Erik Olofsson, Amie Ringberg and Alexander Eriksson. Reports of Aquabest project 12/2013 [http://www.aquabestproject.eu/media/12531/aquabest\\_12\\_2013\\_report.pdf](http://www.aquabestproject.eu/media/12531/aquabest_12_2013_report.pdf)

### **11.1 Введение**

По запросу Ecosom AB организация Torsta AB подготовила, а также провела информационные встречи и обсуждения в муниципалитетах Вестервик, Оскарсхамн, Монстерас, Кальмар, Боргхольм и Морбиланга в округе Кальмар в Швеции. Целью собраний было информирование общественности о перспективных планах строительства крупных ферм по разведению мидий вдоль побережья округа Кальмар, а также получение доступа к информации о местных параметрах, которые могут повлиять на параметры крупных ферм по выращиванию моллюсков в соответствующих зонах. Собrania были проведены в июне 2013 сотрудниками организации Ecosom AB Amie Ringberg и Alexander Eriksson ([www.ecocom.se](http://www.ecocom.se)).

#### **11.1.1 Основные сведения**

Аквабест является проектом, финансируемым ЕС, задачей которого является демонстрация возможности выращивания объектов аквакультуры «нейтральным» к окружающей среде способом. Запланированные рыбоводческие хозяйства в Jamtland являются частью проекта. Для предотвращения превращения рыбоводческих хозяйств в источник загрязнения Балтийского моря нутриентами, проект рассматривался параллельно с возможностью извлечения нутриентов фермами по выращиванию мидий. В последующем мясо мидий может использоваться в качестве корма для рыб в Jamtland, тем самым создавая экологически нейтральный цикл, который одновременно создает условия для предпринимательства в сельской местности.

Часть проекта, касающаяся ферм по выращиванию мидий в округе Кальмар, была проведена в Jamtland рабочей группой с представителями всех муниципалитетов, входящих в округ Кальмар (Вестервик, Оскарсхамн, Монстерас, Кальмар, Боргхольм, Морбиланга), при участии менеджера проектов из Torsta AB.

В 2012 году для определения зон, которые теоретически являются наиболее пригодными для выращивания мидий вдоль побережья округа Кальмар, был проведен пространственный анализ ГИС (Географические информационные системы) (Andersson & Eriksson, 2012). Анализ был основан на двух ключевых факторах: исключение зон с конфликтами интересов, а также поиск зон, которые имеют наилучшие условия для выращивания мидий в соответствии с существующей базой знаний. Карта, полученная на основании данного отчета, приведена на рисунке 11.1.

В 2013 проект был выполнен в виде двух подпроектов, из которых данный отчет составляет первый, а второй составляют экспериментальные фермы на площадках 1- 3 внутри всех задействованных муниципалитетов (см. рисунок 11.2). Результаты второго подпроекта приведены в Nord (2013).

#### **11.1.2 Цель**

Цель собраний состоит в получении сведений, которые улучшат возможность определения приоритетов устойчивости предлагаемых площадок для строительства ферм по выращиванию мидий на основе практических и социальных условий, а также информировании предпринимателей и заинтересованных сторон о возможности строительства крупных ферм по выращиванию мидий для производства продуктов питания в Балтийском море в течение следующих нескольких лет.

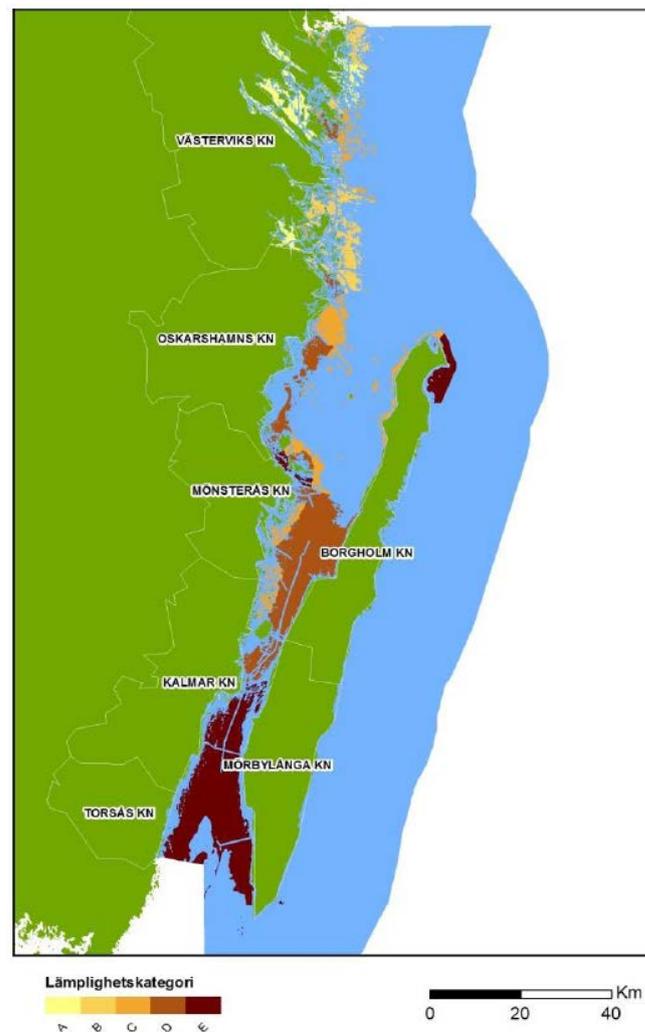


Рисунок 11.1 Карта, полученная по результатам ГИС анализа в 2012 году. По результатам проведенного анализа категория пригодности (Lämplighets kategori) Е имеет наилучшие условия для выращивания моллюсков.

## 11.2 Планирование и проведение собраний

Сначала был выполнен анализ целевой группы, в ходе которого были обозначены организации, участвующие лица, заинтересованные стороны и другие важные участники. Начальная стратегия заключалась в распространении информации о запланированных собраниях среди организаций, и тем самым выйти на отдельных людей Организации, с которыми был налажен непосредственный телефонный контакт, были задействованы в распространении информации о встрече по своим новостным каналам, сетям, веб-сайтам. Администрация округа Кальмар, все соответствующие муниципальные органы, а также комиссия Kalmarsund распространили информацию о времени и месте проведения собрания с помощью своих веб-сайтов.

В некоторых случаях были отправлены электронные письма (рыбакам, например). Некоторым лицам, которые ранее принимали участие в проекте, такие как представители муниципалитета, спонсоры и некоторые другие были также проинформированы напрямую по электронной почте. Общее количество извещенных организаций/ компаний/ людей составило 291. Рекламой было покрыто приблизительно 70 % территории, заинтересованной в собрании.

Кроме вышеупомянутых мер, посредством представителей муниципальных властей по действующим соображениям конфиденциальности был установлен контакт с землевладельцами и лицами обладающими правами на водные территории. Также были оповещены редакции нескольких газет, что придало собранию определенную публичность.

### 11.2.1 Приглашенные организации и люди

LRF

Государственная служба занятости

Администрация округа Кальмар  
Муниципалитеты (Администрация округа Кальмар)  
Природоохранные и сельскохозяйственные ассоциации  
Клубы любителей каноэ  
Дорожные ассоциации  
Яхт-клубы  
Клубы автомобилистов  
Клубы спортивной рыбалки  
Ассоциации коммунальной собственности  
Ассоциация продвижения защиты воздуха  
Клубы любителей птиц  
Местные культурные ассоциации

### **11.2.2 Проведение собраний**

Всего было проведено шесть собраний, по одному в каждом участвующем муниципалитете. Собрания длились около двух часов и состояли из двух частей: информационная часть о фермах по разведению мидий и влиянии крупных ферм по разведению мидий (более 10 гектаров) на территорию, а также часть – обсуждение мест расположения экспериментальных ферм, а также их характеристик и параметров.

Информационная часть собрания состояла из следующих тем:

- Презентация проекта (проект АКВАБЕСТ в целом, а также ежегодный план реализации проекта в округе Кальмар);
- Территории, пригодные для выращивания моллюсков, в соответствии пространственным анализом ГИС, который был проведен в 2012 году;
- Экспериментальные площадки в летний период 2013 года (в соответствии с самыми последними планами);
- Позитивное влияние ферм по разведению мидий на окружающую среду;
- Текущие и будущие потребности Швеции в рыбопродуктах;
- Современные экономические параметры крупных ферм по выращиванию мидий (более 10 гектаров);
- Предыдущие попытки реализации проектов создания ферм по разведению мидий и известные проблемы;
- Инновационное мышление и решения более ранних проблем;
- Подведение итогов о положительном и отрицательном влиянии ферм по выращиванию мидий.

В части – обсуждении собрания были структурированы вопросы по перечисленным ниже темам. Ниже приведены основные темы, которые были затронуты участниками собрания.

- Удаленность от заливов или мостов, которые являются достаточно крупными для лодок, которые требуются для транспортировки урожая с ферм по производству мидий, а также доступность дорог в надлежащем состоянии для его последующей транспортировки.
- Характеристики дна экспериментальных площадок, а также наличие моллюсков и ракообразных;
- Параметры льда в экспериментальных площадках, плавучий лед и т.д.;
- Влияние живой природы открытого моря на территорию и ее влияние на фермы по выращиванию мидий;
- Наличие по близости фабрик по переработке продукции ферм по выращиванию мидий в пищу или для других целей.
- Различные темы.

Для презентации использовалась карта, на которой были отмечены все площадки с экспериментальными фермами в летний период 2013 года (см. рисунок 11.2). В части собрания, посвященной обсуждению проекта, было проведено обсуждение предварительных площадок в соответствующих муниципалитетах.



Рисунок 11.2 Экспериментальные площадки, которые сформировали основу для обсуждения перспектив создания крупных ферм по выращиванию моллюсков в муниципалитетах

### 11.3 Мнения, сформулированные по результатам собраний

Ниже приведены мнения, которые были сформулированы на собраниях. Обсуждение в основном затрагивало площадки, в которых размещались экспериментальные фермы.

#### 11.3.1 Муниципалитет Вестервик

На собрании в муниципалитете Вестервик в качестве площадки, пригодной для строительства фермы по выращиванию мидий, рассматривалась территория, расположенная на востоке Хассело (в открытом море) (Площадка А). Стороны, принимавшие участие в обсуждении, остались не уверенными в наличии достаточного места для размещения крупной фермы по выращиванию мидий в прибрежной зоне острова. Кроме того, в береговой зоне имеется значительно больший конфликт интересов, связанный с плаванием и катанием на лодках. Также в соответствии с анализом ГИС территория к востоку от острова также имеет наилучшие параметры. На восточной стороне острова менее распространён туризм, поэтому он будет в меньшей степени мешать фермам по разведению мидий. Также на территории присутствуют профессиональные рыбаки, которые заинтересованы в появлении фермы по выращиванию мидий, но, возможно, не таких крупных. На территории имеется множество заливов, в которых можно хранить фермерский инструмент, а также урожай. Транспортировка в залив Вестервик занимает приблизительно 30 минут. Хассело является равнинным местом покрытым лесом, что снижает риск негативного влияния на ландшафт.

Также в качестве потенциального места рассматривался Аскерскар. Рыбаки заинтересованы в дальнейшем развитии экспериментальных ферм под собственным управлением и интересовались возможностью приобретения инструментов для экспериментальных ферм, а также возможностью регистрации для строительства других экспериментальных ферм.

#### 11.3.2 Муниципалитет Оскарсхамн

На собрании в муниципалитете Оскарсхамн обсуждение в основном касалось самой северной экспериментальной фермы (площадка С), которая расположена справа в открытом море от Симпеварп (атомная электростанция Оскарсхамн, ОКГ). Одной из проблем рассматриваемой площадки является расстояние до ближайшего залива. Залив ОКГ расположен вблизи, но данная территория является закрытой и не доступной без предварительного разрешения. В точке С морское дно в основном каменистое. Во время отпусков территория активно используется для занятий парусным спортом, тем не

менее, основное население местности незначительно и положительно относится к выращиванию мидий, а единственной проблемой считает влияние ферм на ландшафт.

Также на встрече в качестве потенциальной площадки для строительства фермы по выращиванию мидий рассматривалась территория вокруг Марсо (между Оскарсхамн и Вестервик). Территория Марсо является природоохранной (Misterhult), но это не означает недопустимость строительства фермы по выращиванию мидий, так как она будет расположена снаружи границы. Для предотвращения негативного воздействия окружающей среды наиболее подходящим местом для строительства фермы могут быть открытые воды, которые составляют наименее посещаемую территорию с точки зрения активного отдыха. Известно, что на территории водится множество моллюсков, в частности, из-за их попадания в рыболовные снасти. В некоторые периоды на территории встречается большое количество плавучего льда, кроме того в различные годы погодные параметры могут значительно отличаться.

Людям, принимавшим участие в собрании, ничего не было известно о точке D, поэтому не было возможности собрать информацию, касающуюся данной территории.

### 11.3.3 Муниципалитет Монстерас

На встрече в муниципалитете Монстерас, обсуждалась территория вокруг Сварто (возле площадок E и F). В Сварто имеется большой бетонный мост, который позволяет пропускать крупные лодки. Целлюлозный завод Sodra Cell Monsternas располагает портом и хорошими коммуникациями (например, железнодорожное сообщение).

Также в Sandvik on Oland существует другая гавань, которая может иметь подходящий размер.

Что касается активности движения маломерных судов, на рассматриваемой территории имеется небольшой путь для небольших лодок между Монстерас и Сварто. Также экспериментальные площадки E и F распложены на небольшом расстоянии, и в результате строительства фермы по выращиванию мидий на определенной территории могут нарушиться условия для активного отдыха. Также в летний период между Паскаллавик и Рунно существует большая интенсивность движения. Данные территории являются небольшими и не включены в анализ ГИС. Острова на рассматриваемой территории являются равнинными, что снижает вероятность влияния на ландшафт. Наличие островов указывает на недостаток мест с выходом в открытое море. В результате этого строительство фермы в открытых водах окажет меньшее влияние на ландшафт, видимый с земли.

Было отмечено, что для обеспечения гарантии отсутствия ферм по выращиванию моллюсков вблизи выхода из порта Sodra Cell Monsternas должны быть проведены дополнительные проверки.

### 11.3.4 Муниципалитет Кальмар

В муниципалитете в основном обсуждалась водная территория снаружи Nogra Hagby (площадка I). Залив также играет важную роль для лодок, используемых для транспортировки оборудования и урожая моллюсков. Дороги к заливу находятся в ненадлежащем состоянии. Другими заливами, которые могут использоваться для транспортировки урожая моллюсков, являются Кальмар, Bergkvara и, возможно, Морбиланга. При наличии возможностей для организации производства пищевых продуктов в Кальмар, он будет весьма пригодным для выгрузки урожая моллюсков. Кроме того, предыдущие попытки создания ферм по выращиванию мидий, также были предприняты на площадке I, и в то время не возникало проблем с ракообразными.

Также перспективным вариантом является строительство экспериментальной фермы неподалеку от устья Hossmoan. Revsudden и Olandsbron были рассмотрены в качестве территорий, имеющих хороший водообмен. Площадка будет хорошо видна с моста в Olandsbron (G). Расположение фермы на данной площадке будет влиять на ландшафт, но это является единственным негативным фактором, тем не менее ферма позволяет продемонстрировать ход работ по развитию ферм по выращиванию моллюсков в регионе. Тем не менее, в данном регионе имеется активное лодочное движение, а ферму площадью 10 гектаров будет тяжело расположить без конфликта интересов. На встречах было отмечено, что для обсуждения приемлемого расстояния от берега необходимо провести дополнительные консультации с проживающими по близости людьми. Мнение, высказанное на встрече, заключалось в том, что расстояние от берега до фермы по разведению мидий не должно быть меньше 300 метров.

### 11.3.5 Муниципалитет Боргхольм

На встрече в муниципалитете Боргхольм экспериментальные площадки (J и K) не были признаны, как обладающие достаточным потенциалом для строительства ферм по выращиванию мидий из-за водных течений, туризма и т.д. предложение было направлено на исследование возможности присо-

единения ферм по выращиванию мидий к фундаментам ветрогенераторов вновь построенной ветряной станции в Карехамн. Люди, участвующие в собрании, считали интересным узнать о загрязняющем воздействии на фундаменты ветрогенераторов, а также необходимости контроля точечных загрязнений.

Было отмечено, что для минимизации влияния на ландшафт и туристическую отрасль фермы по выращиванию мидий должны располагаться относительно далеко от берега. Также был обсужден тот факт что опытное хозяйство к югу от Bödabukten (K) находится в непосредственной близости от стоков из очистных сооружений и факт наличия очень обширных песчаных пластов в этом районе.

Ввиду недостатка места для крупной фермы, а также создания препятствия на путях следования судов и чрезмерного влияния на ландшафт Grankullaviken (площадка J) была признана неподходящим местом.

### 11.3.6 Муниципалитет Морбиланга

На встрече в муниципалитете Морбиланга были отмечены сложные погодные условия с восточной стороны Эланд, кроме того левая часть Эланд представляет большой интерес для ферм по выращиванию мидий. Кроме того для размещения ферм на восточной стороне требуется соответствующее крепление. Ветряная турбина в Карехамн была указана в качестве варианта. Территория Дегерхамн может считаться подходящей с учетом погодных условий. Была предложена новая экспериментальная ферма во внешних водах Дегерхамн.

## 11.4 Пригодные места для размещения ферм по выращиванию мидий

### 11.4.1 Выявленные проблемы

Погодные параметры и плавающий лед рассматриваются в качестве возможных проблем для ферм по выращиванию мидий, особенно на восточном побережье Эланд. Тем не менее, для большинства площадок, обсуждаемых на собраниях, было невозможно получить какую-либо конкретную информацию о таких факторах, как плавающий лед, так как его параметры каждый год меняются. С развитием новых технологий для ферм по выращиванию мидий и повышением их устойчивости к погодным воздействиям, данная проблема в будущем может утратить первостепенную важность.

Еще одной проблемой является влияние на ландшафт, в частности для ферм рассматриваемого масштаба, т.е. более 10 гектаров. Тем не менее, можно проработать, как далеко буи определенного размера будут видны с материка. Ферма будет видна с определенного расстояния, т.е. с точек наблюдения достаточной высоты, поэтому фермы по выращиванию мидий, расположенные возле территорий с высотными зданиями, должны быть расположены на достаточном удалении от земли. Тем не менее, лицензирование объектов вызвало меньше сложностей, чем антипатии, так как для размещения ферм по выращиванию моллюсков не требуется описание воздействия на окружающую среду.

Идентификация источников выбросов загрязнений вблизи потенциальных площадок для строительства ферм, в любом случае является важной задачей.

### 11.4.2 Устойчивость площадок для экспериментов

Ниже приведен общий отчет об устойчивости площадок для экспериментов по размещению крупномасштабных ферм (таблица 11.1). Оценка была выполнена на основании практической, социальной и экономической перспективы и должна быть дополнена оценкой результатов деятельности экспериментальных ферм на соответствующих территориях.

Оценка основана на наличии доступной информации для демонстрации степени пригодности площадок для строительства крупных ферм по выращиванию моллюсков. Площадки, для которых отсутствует информация, касающаяся оценки устойчивости, были отнесены к устойчивым до появления дополнительных сведений.

Таблица 11.1 Оценка пригодности экспериментальных ферм для строительства крупных ферм по выращиванию мидий (более 10 гектаров)

Номер площадки	Муниципалитет	Степень устойчивости	Примечание
A	Вестервик	Высокая	Отсутствие видимых конфликтов
B	Вестервик	Низкая	Сложности со «встраиванием ферм». Конфликты с туризмом, судоходством, плаванием

C	Оскарсхамн	Низкая	Большое расстояние до ближайшего порта. В случае разрешения на использование порта OKG оценка изменится
D	Оскарсхамн	-	Люди, принимавшие участие в собрании, не обладали требуемыми знаниями о площадке. Это означает отсутствие возможности достижения устойчивости для строительства ферм по выращиванию мидий
E	Монстерас	Высокая	Отсутствие видимых конфликтов. Тем не менее, следует проверить возможность использования фарватера Sodra Cell
F	Монстерас	Высокая	Отсутствие видимых конфликтов. Тем не менее, следует проверить возможность использования фарватера Sodra Cell
G	Кальмар	Низкая	Существенный конфликт интересов, связанный с судоходством и влиянием на ландшафт
H	Кальмар	Высокая	Отсутствие видимых конфликтов
I	Кальмар	Высокая	Отсутствие видимых конфликтов
J	Боргхольм	Низкая	Сложности со «встраиванием ферм». Конфликты с туризмом, судоходством, плаванием
K	Боргхольм	Низкая	Близкое расположение к фарватеру очистных сооружений и берегу. За счет удаления от берега влияние может быть уменьшено.
L	Морбиланга	Высокая	Отсутствие видимых конфликтов. Также было указано на наличие сложных погодных условий на восточной стороне Эланд.

### 11.5 Предлагаемый план действий

По результатам собраний был предложен следующий план действий.

A. Проведения ознакомительной поездки для заинтересованных предпринимателей на существующие фермы по выращиванию мидий для обеспечения четкого понимания требуемых практических условий. Были предложены фермы по выращиванию мидий в Швеции и за рубежом, например, Lysekil, Aland или Denmark.

B. Больше количество экспериментальных ферм. На нескольких собраниях было сказано, что потенциальные застройщики желали бы иметь возможность попытаться реализовать экспериментальные проекты на различных площадках, так как застройщики интересовались о различных вариантах финансирования оборудования или аренды существующего оборудования.

C. Предоставление более подробных сведений об экономических параметрах. Ввиду нечеткой позиции Швеции по вопросам компенсации за ущерб, причиненный окружающей среде, основной вопрос заключался в способах и сроках ее уплаты в природоохранные органы, а также<sup>1</sup> способа донесения информации для людей, принимавших участие в собрании.

D. Оказание помощи во время получения лицензии/ процедуры подачи заявки. Многие из присутствующих интересовались оказанием финансовой поддержки.

### 11.6 Необходимость оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС)

Одним из важных вопросов, касающихся организации ферм по выращиванию мидий, является определения перечня лицензий, которые необходимо получить до начала осуществления деятельности. В связи с этим в проекте приведен краткий обзор законодательных актов, касающихся рассматриваемой тематики. Выращивание объектов аквакультуры, таких как рыбы и моллюски, регулируется различными нормативными актами. Тем не менее, многие из них не относятся к выращиванию мидий в условиях ферм. В таблице 11.2 приведены нормативные акты, регулирующие выращивание мидий в условиях ферм в Балтийском море.

В соответствии с главой 9 Экологического кодекса (the County Administrative Board 2011a, the County Administrative Board 2011b, the Environmental Code 1998:808) выращивание мидий в отличие от рыбы не рассматривается, как оказывающее негативное влияние на окружающую среду. Сейчас как никогда, требуется лицензия в соответствии с законодательством рыболовства (SFS 1994: 1716), чтобы настроить фермы по выращиванию мидий. Лицензии применяются для Окружного административного Совета по формам и при условии что, локализация не планируется в пределах защищенной зоны

(например, в зоне защищаемой банком, в области Natura 2000 или заповеднике), EID необходимо проверить до создания.

Таблица 11.2 Различные нормативные акты, регулирующие выращивание мидий в искусственных условиях в Балтийском море. В нормативных актах мидии часто упоминаются под общим названием *fish (рыба)*.

Нормативный акт, регулирующий выращивание мидий	Актуальность для хозяйств по выращиванию мидий в Балтийском море
Regulation 1994:1716	Регулирование рыболовства и промысла мидий. Для выращивания мидий в искусственных условиях требуется лицензия (раздел 16). Для получения лицензии требуется подача заявительных документов. Форма приведена в приложении 4
The National Board of Fisheries' provisions (FIFS 2011:13)	Регулирование планирования и миграции рыб. Распространяется только на перемещения существующей фермы.
The Swedish Board of Agriculture's provisions SJVFS 2011:34	Регулирование выращивания рыб в искусственных условиях, перемещение рыб между фермами, убой выращенной рыбы, а также размещение ферм по выращиванию объектов аквакультуры. Применительно к фермам по выращиванию мидий в Балтийском море данный нормативный акт регулирует, в основном, транспортировку урожая мидий, их убой и размещение ферм.
The Epizootiology Act 1999:657	Регулирует предотвращение и противодействие распространению инфекционных заболеваний животных, представляющих опасность для жизни людей. Перечень данных болезней приведен в SJVFS 1999:102. В списке не указаны болезни, касающиеся моллюсков, поэтому в данном случае акт считается не применимым.
The Swedish Board of Agriculture's provisions (SJVFS 1998:98)	Содержит правила касающиеся регистрации и ведения реестра ферм по выращиванию мидий. Он также предписывает процедуру заявления, наблюдения и ограничений в случае повышения уровня смертности в результате определенных инфекционных заболеваний (приведены в приложении к данному акту) на фермах в зоне фермерских угодий.
Chap. 2 of the Environmental Code (1998:808)	Содержит общие меры предосторожности, которые необходимо соблюдать при организации ферм по выращиванию мидий.
Chap. 11 of the Environmental Code (1998:808)	Регулирует водную активность. В соответствии с главой 11 Кодекса об охране окружающей среды, выращивание моллюсков подлежит обязательному лицензированию.
Chap. 7 of the Environmental Code (1998:808)	Регулирует природоохранные меры территорий. В случае заинтересованности в организации ферм по выращиванию моллюсков в защитной зоне (например, в защитной зоне укрепления берегов или в зоне Natura 2000) применяется данный нормативный акт, что может привести к некоторым изменениям, например, N2000.

### 11.7 Обсуждение

На встречах, собраниях мнения людей существенно отличаются. Число людей, участвующих в заседаниях, варьироваться от 3 до 10 человек. Некоторые из них хорошо владели знаниями о больших площадях, а другие приняли участие в вопросах, касающихся экологии, однако у них нет специальных знаний, касающихся условий в этом районе. Тем не менее, многие из присутствующих были рыбаками, которые были потенциально заинтересованы в управлении фермами по выращиванию мидий в будущем.

Уровень знаний на заседаниях во многом зависит от участников. Большие или меньшие площади, которые могли быть пригодны для создания ферм по выращиванию моллюсков, были предложены во всех муниципалитетах. Тем не менее, в настоящем докладе мы сосредоточились на возможности создания масштабных ферм по выращиванию моллюсков > 10 га.

В таблице 11.1 показаны шесть мест, являющихся более подходящими, чем другие, ввиду того что не было обнаружено конфликтов: местность в муниципалитете Вастервик, местности E и F в муниципалитете Монстерас, местоположения H и I в муниципалитете Кальмар и местности L в муниципалитете Морбиланг.

В Оскарсхамн дополнительные экспериментальные фермы могут означать, что можно было бы определить более подходящие места. Разговор с OKG также может быть проведен в отношении возможности использования существующей близлежащей гавани.

Что касается муниципалитета Боргхольм, то там вполне могут быть возможности установления ферм по выращиванию мидий вблизи с пунктом K, но затем ферма должна быть перемещена подальше в море, чтобы уменьшить воздействие от ближайшего водостока, а также влияние на море из близлежащих туристических объектов. Многие участники встречи также считают, что ветрогенераторы морского базирования могут быть установлены на фермах. Это может иметь особое отношение к восточной стороне острова Эланд, где погодные условия являются экстремальными. Тем не менее, подводные фермы и развитие других методов могут позволить заниматься выращиванием мидий в местах с экстремальными погодными условиями.

В итоге возникает гораздо меньше проблем, касающихся лицензий и конфликтов между крупными фермами по выращиванию моллюсков. Например, ожидалось большее присутствие на собраниях жителей, туристических компаний и людей, принимающих активное участие в ассоциациях, имеющих негативное отношение к фермам по выращиванию мидий, из-за их влияния на их образ жизни.

Тем не менее, было отмечено, что все участники собрания были положительно настроены на проект и увидели возможности улучшения окружающей среды моря и больше возможностей для трудоустройства. Ни в одном из заседаний сопротивления или беспокойства в отношении создания крупномасштабных ферм по выращиванию мидий выявлено не было. Тем не менее, мнения были сформированы на одной встрече, и было принято, что важно провести обсуждение с жителями относительно расстояния от фермы до земли и оценить видимость на ясные дни, исходя, например, из фактических размеров буев.

Для строительства ферм по выращиванию мидий не требуется оценки воздействия на окружающую среду, что значительно упрощает получение лицензии. С другой стороны, требуется лицензия, которая применяется для ферм из Окружного Административного Совета и Национального Совета по Рыболовству.

## 11.8 Список использованных источников

- Andersson, J., Eriksson, A. 2012. GIS-analys av lämpliga lokaler för musselodlingar längs Кальмар läns kust. [GIS analysis of suitable localities for mussel farms along the County of Kalmar's coast]. ISBN 978-951-776-922-8.
- Epizootilagen [The Epizootiology Act], 1999:657
- FIFS 2011:13. Fiskeriverkets föreskrifter om utsättning av fisk samt flyttning av fisk i andra fall än mellan fiskodlingar [The National Board of Fisheries' provisions on the laying out of fish as well as the moving of fish in cases other than between fish farms] ISSN 1102-6081
- Förordning (1994:1716) om fisket, vattenbruket och fiskerinäringen [Regulation (1994:1716) on fishing, aquaculture and the fishing industry]
- Länsstyrelsen 2011a. Etablering av musselodling i Hallands län – Möjligheter och förutsättningar. Länsstyrelsen i Hallands län [The County Administrative Board 2011a. Establishment of mussel farming in the County of Halland – Possibilities and Conditions. The County Administrative Board in the County of Halland]. ISSN 1101-1084
- Länsstyrelsen 2011b. Restriktioner vid nyttjande av marina substrat för biogasproduktion. Länsstyrelsen i Кальмар län [The County Administrative Board 2011b. Restrictions in the use of marine substrates for biogas production. The County Administrative Board in the County of Кальмар]. ISSN 0348-8748
- Miljöbalken [The Environmental Code], 1998:808
- Nord, M. 2013. Lämpliga lokaler för musselodling i Кальмар län med avseende på resultat från försöksodlingar under 2013. [Suitable localities for mussel farming in the County of Кальмар with regard to results from experimental farms during 2013.]
- Statens jordbruksverks föreskrifter (SJVFS 1998:98) om kontroll av vissa sjukdomar hos musslor [The Swedish Board of Agriculture's provisions (SJVFS 1998:98) on the control of certain diseases in mussels] ISSN 1102-0970
- SJVFS 2011:34 Statens jordbruksverks föreskrifter om ändring i Fiskeriverkets föreskrifter (FIFS 2011:12) om fiskodling och flyttning av fisk mellan fiskodlingar, slakt av odlad fisk samt utmärkning av vattenbruksanläggningar. [SJVFS 2011:34 The Swedish Board of Agriculture's provisions on the change to The National Board of Fisheries' provisions (FIFS 2011:12) on fish farming and the moving of fish between fish farms, the slaughter of farmed fish as well as the laying out of aquaculture plants] ISSN 1102
- SOU 2009:26. Det växande vattenbrukslandet. Betänkande av vattenbruksutredningen [SOU 2009:26. [The growing aquaculture country. Report on the aquaculture survey], ISBN 978-91-38-23166-1.
- Statens jordbruksverks föreskrifter (SJVFS 1998:98) om kontroll av vissa sjukdomar hos musslor [The Swedish Board of Agriculture's provisions (SJVFS 1998:98) on the control of certain diseases in mussels] ISSN 1102-0970

## 12. ИНВЕСТИЦИИ В МОРСКИЕ РЫБОВОДНЫЕ ХОЗЯЙСТВА БАС-СЕЙНА БАЛТИЙСКОГО МОРЯ И ИХ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ

Маркус Канкайнен, Руне Микалсен

Оригинал – Offshore fish farm investment and competitiveness in the Baltic Sea. Markus Kankainen, Rune Mikalsen. Reports of Aquabest project 2/2014  
[http://www.aquabestproject.eu/media/13851/aquabest\\_2\\_2014\\_report.pdf](http://www.aquabestproject.eu/media/13851/aquabest_2_2014_report.pdf)

### 12.1 Введение

#### 12.1.1 Морское рыбоводство

Типичной чертой морского рыбоводства являются тяжелые условия производства в море и большие расстояния до берега при обслуживании. В общем случае под морскими хозяйствами понимаются не только производства, включающие все работы в открытом море, но и производственные объекты, имеющие укрытие от сильного ветра и волн. Например, Ryan (2004 г.) классифицировал объекты на отдельно расположенные в открытом море и открытые объекты с укрытием. Кормление рыбы и техническое обслуживание в рыбоводных хозяйствах более удобно и безопасно производить на участках с определенным укрытием от тяжелых погодных условий. По причине суровых производственных условий на открытых участках конструкция оборудования для разведения рыбы и его технического обслуживания должна выдерживать сильные порывы ветра, воздействие волн и течений. Производители оборудования для рыбоводных хозяйств классифицировали уровень прочности производственного оборудования по категориям или в зависимости от суровости погодных условий, таких, как высота волны.

#### 12.1.2 Почему необходимо переходить к морским рыбоводческим хозяйствам?

Спрос на рыбную продукцию постоянно растет. Для удовлетворения растущего спроса производство аквакультуры значительно увеличилось за последние десятилетия. Это наиболее быстро развивающийся сектор пищевой промышленности, производство в котором выросло на 17 миллионов тонн (с 43 до 60 миллионов тонн) за пять лет (2006-2011, FAO 2012). Рыбоводство является единственным способом удовлетворения спроса на рыбную продукцию, поскольку промышленный промысел рыбы невозможно существенно увеличить по причине сокращения популяций рыб и ограничения лова. Кроме того, FAO заявила, что рыбоводческие хозяйства представляют собой одно из решений по удовлетворению потребностей растущего населения, поскольку рыба является эффективным способом производства продуктов питания богатых белком.

Основной причиной развития морского рыбоводства по всему миру является отсутствие защищенных рыбоводческих хозяйств и тот факт, что в мире имеются огромные просторы открытых океанов. Несмотря на значительное количество береговых мощностей с возможностью их переоборудования в защищенные, увеличилось число хозяйств, использующих иные технологии производства, например, установки замкнутого водоснабжения (УЗВ) благодаря положительным прогнозам в отношении увеличения производства. Вероятно, большая часть продукции будет производиться в открытом море. Кроме того, не только производители аквакультуры, но и другие пользователи водных пространств хотели бы использовать прибрежные районы.

Использование иными отраслями промышленности, рекреационное применение и охрана природы являются лишь несколькими примерами хозяйственной деятельности участников рынка, заинтересованных в тех же береговых территориях, которые используются для производства аквакультуры. Исходные природоохранные условия, действующие в отношении некоторых из таких территорий, являются причиной перемещения производства аквакультуры в море; например, открытые акватории могут выдерживать более высокую нагрузку по питательным веществам, расположенные в море хозяйства не наносят ущерба в виде возможных болезней популяции промысловых рыб, а также устойчивым экосистемам береговой линии, рек и озер, если интенсивное хозяйство располагается в открытом море на большой глубине. По этой же причине, с другой стороны, возможно размещение более крупных хозяйств в открытом море. Экономия за счет роста производства является значительной, несмотря на расходы, связанные с расстоянием и суровыми условиями производства (Asche 2008); к примеру, в Норвегии наиболее крупные рыбоводческие хозяйства ежегодно производят около 4000 тонн рыбы из расчета на одно хозяйство.

### **12.1.3 Территориальный план рыбоводства Финляндии: растущие предприятия по производству пищевых пород рыбы в море**

В Финляндии новые производства по рыбоводству не размещаются на береговой линии с восьмидесятых годов прошлого века. На момент написания данной публикации выдана новая лицензия на производство 300 тонн в открытом море. С другой стороны, объемы производства рыбы в Финляндии сократились, или же истек срок действия лицензий, выданных правительственными органами. И это несмотря на то, что рыбоводы хотели бы увеличить производство, поскольку спрос на рыбу достаточно высок. Нагрузка по питательным веществам и возражения других пользователей акватории являются основными причинами снижения производства. В целях поддержки и увеличения производства рыбной продукции в Финляндии Министерство сельского и лесного хозяйства и Министерство охраны окружающей среды начали осуществление проекта, предусмотренного территориальным планом рыбоводства.

В соответствии с не утвержденным до настоящего времени планом наиболее вероятные для будущего рыбоводства регионы должны быть определены в открытом море (МММ, 2014 г.). Одной из целей проекта является минимизация негативного воздействия нагрузки по питательным веществам (Setälä et al. 2012). Таким образом, только разведение пищевых пород рыб, этап производственного цикла, подразумевающий нагрузку на окружающую среду, вынесены в открытое море, где степень рассеивания питательных веществ достаточно высока. Территориальный план распространяется только на I этап рыбоводства, поскольку предполагается, что в дополнение к морским рыбоводческим хозяйствам рыбоводы должны располагать достаточным количеством отдельных крытых площадей для выращивания молоди и для хранения товарной рыбы складских помещений или садков в зимний период. Объемы и нагрузка таких мощностей будут ниже.

### **12.1.4 Современное рыбоводство и общая глобальная система производства в море, логистика**

В рамках нынешней системы разведения морской рыбы в садках многие финские компании обладают собственной технической базой, включая склады для кормов и офисы недалеко от места установки садков. На базе корма загружаются в лодки и доставляются к садкам; как правило, используются специальные лодки для кормления рыбы, поскольку обычно одной компании принадлежит большое количество небольших объектов, расположенных в акватории. Хотя компании инвестируют средства в большие рабочие суда в связи с концентрации производственных объектов, конструкция судов не предусмотрена специально для работы в тяжелых морских условиях и обслуживания садков большого размера (например, наличие мощных двойных подъемников на судне). Самые крупные рабочие суда, используемые в настоящее время финскими рыбоводческими хозяйствами, имеют грузоподъемность до 20 тонн кормов, их длина превышает 10 метров.

Более того, в Финляндии к наиболее используемым методам разведения рыбных объектов в море относится производство в прочных садках из гибких пластиковых колец и сети. Однако разработаны многие инновационные способы, включая погружные устройства, которые уже применяются в крайне жестких условиях производства по всему миру (Ryan 2004, Vielma & Kankainen 2013). В глобальном морском рыбоводстве объекты становятся крупнее, расстояния обслуживания увеличиваются, поэтому два наиболее широко используемых способа кормления – это либо применение специальных барж или распределение кормов для рыбы с лодок. Обе системы имеют свои преимущества и недостатки.

Грузоподъемность барж для кормления рыбы варьируется от одной тонны для одного садка до 1000 тонн, когда для рабочих предусмотрены условия проживания / работы на барже в течение более длительного времени. Баржи большой грузоподъемности используются на объектах, суточное потребление которых составляет тысячи тонн. Как правило, корма периодически доставляются на такие баржи большегрузными / грузовыми судами для транспортировки кормов. При укрупнении рыбоводческих объектов и увеличении потребления кормов использование рабочих лодок малой грузоподъемности для доставки кормов становится неэффективным. Корма могут поставляться на рыбоводческие объекты напрямую от поставщиков с использованием нескольких логистических базовых центров, исключая необходимость содержания собственных складов для кормов.

Кормление с лодки представляет собой достаточно простой способ организации. Его недостатком по сравнению с баржами является невозможность мониторинга популяции и кормления. Сроки кормления также вызывают определенные вопросы, особенно в случаях большого расстояния до объекта.

Кроме того, если кормление производится с лодок средней грузоподъемности, в период штормов, ситуации, когда корм невозможно доставить к садкам, могут повлиять на темпы роста. Более того, в

случае большого количества рыбы и высокой потребности в кормах распределение значительного количества кормов занимает достаточно много времени на каждом объекте / садке. В условиях волнения или большой глубины баржи для кормления невозможно зафиксировать, поэтому доставка кормов на лодках является единственным возможным способом доставки кормов к месту выращивания рыбы (Vielma & Kankainen 2013).

### **12.1.5 Необходимость в анализе инвестиций в морское рыбоводство в бассейне Балтийского моря**

На данный момент в бассейне Балтийского моря отсутствует большой опыт создания крупных морских хозяйств. Рыбоводческие фермы, главным образом, расположены у промежуточного архипелага под укрытием некоторых островов недалеко от берега, производственные объекты на периферии архипелага достаточно малы. На севере Швеции в море расположены хозяйства производительностью до 600 тонн; в Дании наиболее крупные морские объекты в Атлантике производят 2500 тонн, на Аландских островах производительность некоторых составляет 150 тонн, а самые крупные хозяйства, расположенные вдоль береговой линии Финляндии, производят около 80 тонн продукции.

Конструкции морских ферм должны быть достаточно прочными, чтобы выдерживать сложные метеоусловия во избежание потери инвестиций в оборудование и рыбу вследствие штормовой погоды. В 80-х и 90-х годах прошлого века рыбоводство в Финляндии было достаточно новым способом производства товарной рыбы, во время штормов некоторым объектам, установленным в полуоткрытой акватории, были нанесены повреждения, их отнесло, рыба была потеряна. Морские хозяйства должны быть эффективными и пригодными для функционирования в особой производственной среде с особыми условиями и логистикой на Балтике.

В целях получения опыта морского рыбоводства с использованием крупных объектов к основным производителям рыбоводческих ферм обратились с предложением оказать помощь в инвестиционном анализе. Такие компании были выбраны, исходя из их опыта по монтажу ферм для выращивания настоящей рыбы в открытом море. На конкурсной основе право консультирования по инвестициям было передано наиболее крупным производителям Северной Европы и «Akvagroup» (<http://www.akvagroup.com/home>) для оказания содействия в анализе инвестиций.

Анализ, приведенный в данном отчете, включает характеристики инвестиций по статьям, необходимых для морского рыбоводства. В рамках каждой статьи инвестиций дано краткое предисловие о причинах выбора того или иного оборудования для эксплуатации и производства в конкретных условиях Балтики.

Инвестиции и расходы на логистику проанализированы в целях определения конкурентоспособности продукции морского рыбоводства. В анализе рентабельности мы сравниваем, как объем производства (300 тонн, 600 тонн или 1000 тонн) и способ кормления (использование барж и иных плавсредств для кормления) влияют на экономическую эффективность капиталовложений.

Поскольку инвестиции весьма специфичны для объекта эксплуатации, мы выбрали два таких инвестиционных объекта для выполнения анализа в целях пояснения требований к условиям морского рыбоводства в Балтийском бассейне. Мы выбрали эти объекты по причине их открытого типа, готовности рыбоводов к расширению своей хозяйственной деятельности на соответствующей акватории и согласно разрабатываемому территориальному плану аквакультуры в Финляндии. Объекты расположены в северном архипелаге и в Ботническом заливе. Целью является подготовка предложения по реальным инвестициям с учетом оптимальных имеющихся решений для этих регионов на основе данных о действующих производственных условиях.

## **12.2 Производство и производственные условия в северной части Балтийского моря**

### **12.2.1 Общие и специфические производственные условия в северной части Балтийского моря**

Несмотря на то, что Балтийское море не относится к крупным морям, рыбоводство в открытом море может представлять собой достаточно тяжелую задачу. Средняя высота волн после сильных штормов может составлять более семи метров, а некоторые волны могут достигать высоты 14 метров. Скорость течений не столь велика, как в некоторых прибрежных регионах других океанов, но в некоторых местах течение может быть настолько сильным, что производственным объектам требуется надежная швартовка во избежание их дрейфа и для обеспечения сохранности садков, это особенно касается крупных ферм (Itämeriportaali 2013, Kankainen et al. 2013).

Особенностью Балтийского моря является длина или плотность волн, а также замерзание в зимнее время. Балтийское море достаточно мелкое и протяжение области образования волн с учетом рассто-

яния до (противоположного) берега может быть не столь большим, как в большинстве океанов. Малая глубина и протяжение области образования волн сокращают длину волн (Dalrymple 1998). Плотность волн оказывает влияние на выбор производственного оборудования, в большинстве океанов волны могут быть выше, однако длина волны такова, что садки могут плавать между волнами. Если плотность волны увеличивается, крутая волна по-другому воздействует на оборудование.

Средняя плотность или длина волны в Балтийском море равна 25 метрам (Itämeriportaali 2013); однако эта величина зависит от многих переменных: высота волны, глубина и соленость воды. Волны на Балтике могут быть в разы круче по сравнению с глубоководными волнами в открытом океане (смондировано, Kankainen et al 2013). Плотность волны становится особенно высокой на мелководье или у береговой линии перед волнорезом (Dean & Dalrymple 1984).

По-видимому, оборудование рыбоводческих хозяйств необходимо снимать с морских объектов перед началом зимы и образованием льда. Движение дрейфующего льда, паковый лед воздействуют на оборудование так, что ни один материал садка не выдерживает подобное давление. Паковый лед разрывает цепные крепления якорей на глубинах более 10 метров; воздействие пакового льда наиболее велико на открытой акватории вблизи береговой линии. Даже в действующих производственных системах рыбоводы доставляют сетчатые садки и пластиковые кольца на зимние объекты закрытой акватории архипелага, где перемещение льда не столь активно. Было выдвинуто предложение об использовании погружной технологии рыбоводства в качестве решения проблемы доставки оборудования на объекты, где ледяной покров не достигает дна. Если это окажется реальным, то в скором времени отпадет необходимость в зимних объектах. Однако в отношении садков большого объема это будет означать использование на достаточно глубоководных участках и дополнительные риски, связанные с длительным оставлением оборудования и, возможно, рыбы, без надзора и технического обслуживания. При использовании погружных садков в Балтийском море имеются и другие, до конца не выясненные моменты, такие, как изменение температуры воды в зависимости от глубины, и прочие вопросы, связанные с обеспечением развития рыбного стада (Kankainen et al. 2013). В процессе вспучивания при замерзании и в зимний период рыбоводам потребуется специальное оборудование для мониторинга производственных объектов: устойчивые к обледенению плавсредства, вертолеты и снегоходы. Обычно таяние льда на северной Балтике начинается в марте - апреле, а становится лед в октябре - декабре.

### 12.2.2 Конкретные местные условия в анализе отдельного случая размещения инвестиций

Планирование инвестиций в рыбоводческое хозяйство должно исходить из условий окружающей среды и конкретных местных производственных условий. Поэтому мы выбрали два потенциальных объекта для оценки необходимых инвестиций. Сведения о конкретных местных производственных условиях, связанных с установкой рыбоводческого оборудования и инвестиционным анализом были предоставлены станциями метеонаблюдений, расположенными в непосредственной близости от объектов изучения. Некоторые метеоданные отражают период наблюдений с 1970 г. Важно, что имеется местная информация о штормах за длительное время, потому что планируемая производственная система должна выдерживать наихудшие возможные условия.

Эти сведения о погодных и прочих условиях производства, используемые в инвестиционном анализе, подтверждены предпринимателями, работавшими недалеко от выбранных объектов, в Кустави (северный архипелаг) и Ватунки (Ботнический залив).

Данные об экстремальных погодных условиях также использованы в настоящем отчете по планированию инвестиций для определения надлежащей прочности и надежности оборудования, которое должно выдерживать самые сильные возможные штормы (Таблица 12.1). Максимальная высота волны в обоих местах может быть больше, чем указано в Таблице; однако мы включили максимальную высоту волны за период производства товарной рыбы на объекте. Более подробные сведения об объектах и погодных условиях Балтики, например, о температуре воды, морские карты и данные о погоде представлены в отчете Аквабест «Fish farming production conditions on the Finnish coast» Kankainen et al. 2013.

Таблица 12.1 Данные о предполагаемых местных погодных условиях, используемые в инвестиционных решениях (Kankainen et al. 2013)

Фактор производства	Объект 1 (Кустави)	Объект 2 (Ватунки)	Единица наблюдения
Волна	4 м	4 м	Максимальная статистическая высота в период производства

Волна	10 м	14 м	Максимальная высота одиночной волны в акватории в период производства
Волна	> 5%	> 4%	Крутизна волны (моделирование при ветре 23 м/с в Кустави и 25 м/с в Ватунки; неточно для мелководья)
Волна	50	41	Длина (при ветре 10 м/с; в настоящее время высота волны в Кустави 2м, в Ватунки – 1,5 м)
Течение	1 м/с	0,5 м/с	Максимум в период производства
Морское дно	25 м/с	23 м/с	Максимум в период производства (в среднем за 10 минут)
Ветер	19	17	Ветреные дни (> 15 м/с) в среднем в году в период производства
Ветер	Скалистый грунт, полутвердый осадок	Скалистый грунт, полутвердый осадок	Качество верхнего слоя морского дна (без обследования дна радаром)
Глубина	10	9	Минимум на объекте рыбоводства
Изменение по глубине	10 – 30 м	9 – 15 м	В районе швартовки
Объем	300 / 600	300 / 600	Тонн (дополнительный объем производства)
Ледяная масса	нет	да	Может достичь дна в зимнее время

В целом условия производства на обоих объектах рыбоводства почти идентичны. В Ботническом заливе (Ватунки) зима наступает немного раньше, что влияет на период производства. Поскольку глубина в Ватунки меньше, там могут потребоваться сети, что может далее повлиять на количество садков; но это решение потребует более тщательного выбора объекта, чем предусмотрено в данном инвестиционном плане. Кроме того, на мелководье у береговой линии паковый лед может достигать дна, необходимо это учитывать при рассмотрении системы швартовки или якорных устройств. На статьи инвестирования, особенно на швартовные приспособления, также влияют различия в скорости течения, но этот вопрос также нуждается в более подробном изучении с учетом местных условий.

Перед рассмотрением пригодности акватории к морскому рыбоводству и определением типа необходимого оборудования следует произвести более подробный анализ длины / плотности волны, а особенно изучение течений и морского дна. Скорость течения и структура морского дна, в частности, определяют тип используемой системы швартовки и выбор способа якорного крепления. Изучение высоты и длины волны производится на основе имеющихся гидродинамических моделей (Dalrymple 1998) с учетом данных, использованных в публикации Kankainen et al. (2013 г.). Однако модели в редких случаях точно отражают реальные условия в море, поскольку на длину волны влияют многочисленные переменные факторы. Если длина волны невелика, волны могут оказывать значительное воздействие на надводное рыбоводное оборудование. Кроме того, рыба может уйти из садка при «захлестывании» крутой волной.

### 12.2.3 Общий подход к морскому рыбоводству в бассейне Балтийского моря: перемещение оборудования в укрытие перед появлением льда

Основным принципом морского рыбоводства на северной Балтике, возможно, станет перемещение рыбоводческого оборудования в укрытие каждый год. Поэтому установка и демонтаж швартовных устройств должны быть гибкими. На практике этот подход означает, что только якорные крепления оставляются на морском дне на зимний период. Весной водолазы закрепляют швартовочные концы на якорном устройстве с помощью усиленных соединительных скоб.

Сразу после установки швартовных устройств производится транспортировка молоди рыб на морские объекты, как только вода освободится ото льда и ее температура станет приемлемой для развития рыбы. По окончании периода производства морское оборудование и рыба буксируются в защищенное место. Рыба доставляется к месту вылова, откуда ее можно легко транспортировать на берег и производить разделку в зимний и весенний периоды в целях обеспечения стабильных поставок. Другой метод – использование судов с живорыбными садками для транспортировки рыбы и буксирование пустых садков. Пустое рыбоводческое оборудование доставляется на закрытые зимние объекты для хранения до установки в море следующей весной; за это время можно произвести очистку пустых сетей. Аналогично, если объект подвергается воздействию льдов, баржу для кормления также необходимо отбуксировать в защищенное место на зимний период, если используется такой способ кормления.

### 12.3. Тип инвестиций

#### 12.3.1 Садки

Гибкие пластиковые садки, изготовленные из наиболее пригодных материалов, выдерживающих морские динамические нагрузки, считаются хорошо зарекомендовавшим себя решением для предельно экстремальных условий эксплуатации. «AKVAgrou» разработала пластиковые садки (Polarcirkel) в 1974 году и за все время поставила более 42000 садков для рыбоводства. Сначала изготавливались пластиковые садки небольшого размера с одной поплавковой трубой, а в настоящее время самые большие модели «AKVAgrou» достигают 200 м по окружности и снабжены поплавковыми трубами диаметром 500 мм (рисунок 12.1).

Широкое применение прочного высококачественного ПЭ (полиэтилена) для отлитых под давлением скоб исключает коррозию, минимизирует дорогостоящее и опасное техническое обслуживание, значительно увеличивает продолжительность эксплуатации садков по сравнению со стальными скобами. Это имеет особо важное значение для использования в регионах с высокой соленостью и температурой воды на высоко производительных объектах морского рыбоводства с повышенным уровнем солнечного ультрафиолетового излучения. Еще одним решающим преимуществом скоб из ПЭВД при использовании в районах, предрасположенных к воздействию ледовых масс, к примеру, в Норвегии и Канаде, является то, что они не подвержены обледенению в отличие от стальных. Обледенение представляет собой серьезную проблему для безопасности всех поплавковых конструкций, включая садки. Тяжелый лед перегружает садок, снижает его устойчивость и угрожает его целостности.

В целях повышения безопасности рабочего персонала рыбоводческих хозяйств в 1999 году было применено еще одно усовершенствование «Polarcirkel» - встроенные переходы. Нескользкие переходные панели надежно устанавливаются между двумя поплавковыми трубами, формируя устойчивую безопасную рабочую поверхность. Панели из ПЭВД закрепляются по месту прочными гибкими кольцевыми полиэтиленовыми трубками, фиксирующими панели к отлитым под давлением скобам.



Рисунок 12.1 Тяжелые, но гибкие пластиковые (ПЭ) садки для морских условий эксплуатации

В некоторых регионах с сильным течением или при наличии сетей большого размера можно использовать решение с балластом из труб. Смысл в том, что труба под сетью должна обеспечивать форму сети в тяжелых условиях эксплуатации. Труба-балласт состоит из толстостенных полиэтиленовых трубок 200 – 280 мм, заполненных стальной проволокой (как правило, весом 20 – 70 кг/м). Труба крепится прочным тросом, пропущенным через втулки из нержавеющей стали в скобах из ПЭВД. Однако мы не включали расчет стоимости балласта в предложение, поскольку имеются более универсальные способы сохранения формы / погружения сеток, а демонтаж труб-балласта на зимний период является достаточно сложным делом.

«AKVAgrou» также разработала предложения по погружным садкам. В соответствии с уровнем современных знаний об условиях эксплуатации погружные садки не считаются оптимальными для этих объектов, поскольку применяются поверхностные садковые устройства, и это работает в более тяжелых условиях производства. Несмотря на то, что крутизна волн на мелководье Балтики выше, полиэтиленовые трубы выдерживают суровые условия рыбоводства в Финляндии, на Аландских островах, в Дании и Швеции, при этом некоторые объекты уже развернуты в открытом море.

Согласно предварительной оценке условий максимальной производительности объектов (см. Таблицу 12.1) выбраны трубы 400 мм с толщиной стенок 24 мм. Определен периметр садка – 90 метров, чтобы на практике обеспечить работу с садками и сетями, если выбор будет сделан в пользу рабочих лодок. Исходя из сетей выбранного типа и максимальной производительности, такие садки могут давать 100 – 150 тонн рыбы.

### 12.3.2 Сети

В инвестиционном анализе предпочтение отдано нейлоновым сетям благодаря их удобству в работе (рисунок 12.2). Основной причиной выбора сетей традиционного типа является то, что такие садки и сети легко доставлять на берег, очищать и хранить в зимний период. Срок эксплуатации нейлоновых сетей составляет 4 – 7 лет. «Econets» - это новая торговая марка «Аквagrroup», имеющая некоторые более высокие характеристики для использования в условиях морского рыбоводства: сети этого типа хорошо держат форму и имеют длительной срок службы; однако по причине их большого веса и жесткости они не были отобраны при рассмотрении инвестирования на Балтике.



Рисунок 12.2 Работа с нейлоновыми сетями осуществляется с помощью подъемных устройств

Нейлоновые сети можно ежегодно очищать специальными системами очистки на объекте или промывать / сушить с покрытием красителями, препятствующими биологическому обрастанию, когда оборудование доставляется на берег, что и делают в настоящее время рыбоводы Финляндии. Если сети приемлемого размера, целесообразно обрабатывать и промывать их без использования технических средств. Очистка имеет важное значение даже в период выращивания рыбы, если забитые ячеи сети препятствуют нормальному развитию стада.

Предложение по чистым инвестициям, приведенное в настоящем отчете, также включает сети от птиц и тросы, необходимые для установки сети в садке. Количество сетей (и садков) зависит от объемов производства, плотности посадки рыбы в садке в период выращивания и глубины моря. В инвестиционном анализе рассматриваются сети 15 + 1,3 м глубиной (+ одна запасная). На объектах северного бассейна, где в самых мелких местах глубина незначительно превышает 10 метров, для производства таких же объемов продукции могут потребоваться сети и садки меньшей осадки.

### 12.3.3 Кормление

#### 12.3.3.1 Вариант 1. Кормление с использованием баржи

Использование барж для кормления находит все большее распространение на крупных морских фермах. На современных баржах предусмотрен не только запас кормов, но и высокотехнологичные системы кормления с системой наблюдения за рыбой и мониторингом качества воды (рисунок 12.3). На больших баржах рабочий персонал обеспечен всеми удобствами для работы в течение длительного периода времени. Электричество обеспечивается генераторами. Грузоподъемность наиболее крупных барж составляет до 1000 тонн кормов, при широкомасштабном производстве обычной практикой является доставка кормов специализированными судами на баржи напрямую от производителей. В небольших хозяйствах, как правило, такие баржи не используются из-за высоких капитальных затрат. Особым преимуществом использования барж для кормления является возможность постоянного мониторинга состояния рыбы и условий производства, а также организация кормления в соответствии с этими параметрами. В большинстве случаев это позволяет совершенствовать такие биоэкономические факторы производства, как эффективность кормления, уровень смертности и темпы роста рыбы (Kankainen et al 2012).

В качестве варианта для морского рыбоводства Балтийского бассейна мы рассчитали стоимость «Wavemaster» с кормоемкостью 150 тонн для объекта производительностью 1000 тонн и с кормоемкостью 94 тонны (AJ94 Classic) для объектов производительностью 300 и 600 тонн. Баржи сертифицированы для работы при волнении с высотой волн до 7 метров.



Рисунок 12.3 Современная баржа, оборудованная бункером для кормов, системой кормления, центром мониторинга, предусмотрены условия для проживания рабочего персонала и силовые установки

### 12.3.3.2 Вариант 2. Кормление с лодки

В крайне тяжелых условиях кормление организуется непосредственно с лодки. Если садок поверхностный, корма распределяются с использованием давления сжатого воздуха. Преимуществом кормления с лодки является отсутствие необходимости в крупных инвестициях. Недостатком является то, что кормление возможно только при наличии лодки на объекте рыбоводства. Кроме того, невозможно осуществлять мониторинг, использовать освещение, кормушки и подводные камеры, что предусмотрено на баржах для кормления с силовыми установками и защищенными условиями работы. Если плавсредство не способно противостоять суровым погодным условиям, кормление возможно только при хорошей погоде. Если предусмотрена возможность кормления одного садка за одну загрузку, доставка надлежащего количества кормов на крупные производственные объекты занимает много времени. Однако системы кормления на лодках также развиваются и могут быть адаптированы к использованию интеллектуального программного обеспечения для планирования производства и системы контроля кормления.

### 12.3.4 Швартовка

#### 12.3.4.1 Тип якорного оборудования в зависимости от свойств морского дна

Капиталовложения в якорное оборудование и соответствующие расходы являются лишь прогнозными, поскольку подробное изучение морского дна не производилось. Подробный анализ дна необходим для определения типа якорного оборудования для конкретного объекта; например, традиционное якорное оборудование пригодно для объектов с достаточно толстым слоем осадка. Если морское дно скалистое, то бурение может стать более подходящим способом установки швартовочной системы и садков на объекте. Эхолокация и образцы грунта с морского дна используются для оценки якорного оборудования. Самое большое якорное устройство для крупных морских рыбоводческих хозяйств, в которых швартовные системы подвергаются огромному напряжению, может весить более десяти тонн каждое.

#### 12.3.4.2 Зависимость швартовного оборудования от напряжения и веса

Швартовная система разрабатывается с учетом местных условий, наиболее мощное якорное оборудование устанавливается с той стороны, где отмечается наибольшее воздействие ветра, волн и течений на садки и сети. Устойчивость к волнам контролируется системой буев. Общепринятым способом является крепление отдельных садков группой к главной якорной растяжке. На рисунке 4 слева изображена система швартовки садков и баржи.

Для надежности крепления требуется большое количество цепей, буев и тросов. Сложностью производства в Балтийском море являются ежегодный демонтаж и установка швартовной системы. Поскольку отдельные садки крепятся к главной якорной растяжке с помощью скоб, скобы можно также использовать весной перед началом выращивания рыбы для крепления швартовной системы и садков к якорному оборудованию. Эту операцию необходимо рассмотреть более подробно.

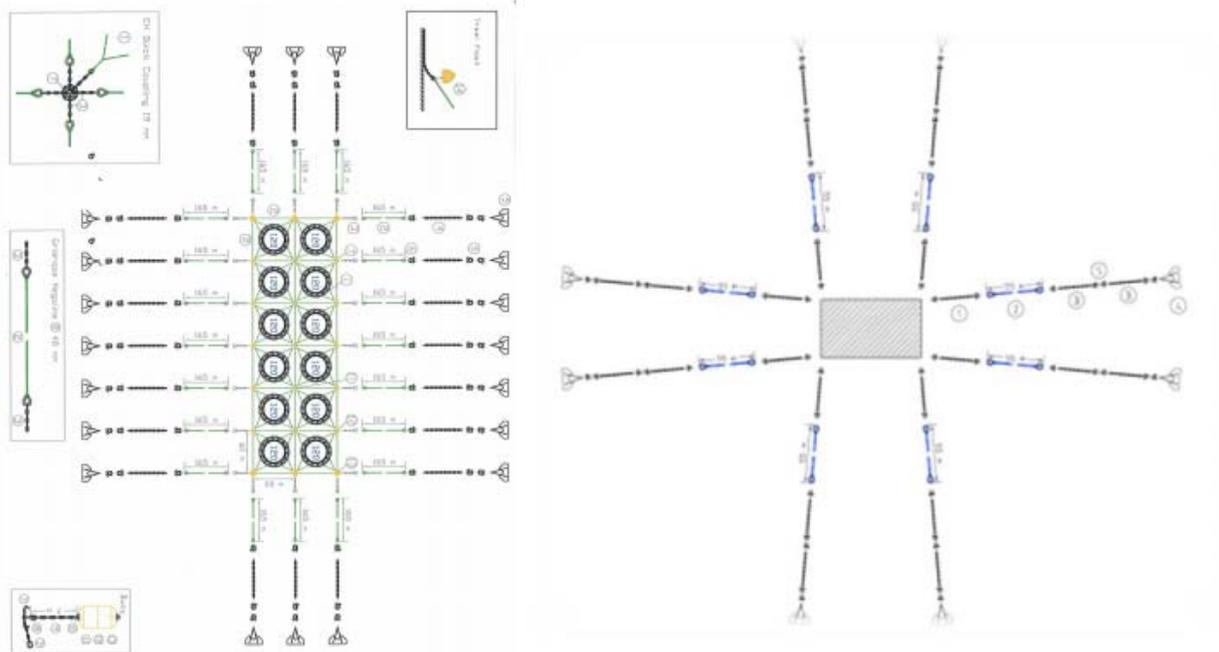


Рисунок 12. 4 Слева: швартовочная система для садков, справа: швартовочное оборудование для баржи

### 12.3.5 Рабочие лодки

В настоящее время более крупные фермеры Финляндии используют рабочие лодки длиной более 10 метров, грузоподъемностью более 20 тонн, оборудованные подъемными устройствами, быстроходные суда типа «катамаран» с рубкой на носу и открытой палубой для кормов на корме (рисунок 12.5). Суда оборудованы необходимыми рабочими устройствами, стоимость судна такого размера варьируется от 0,5 до 2 миллионов евро в зависимости от оснастки.

Однако когда норвежские фермы стали «выдвигаться» в море, возникли спорные вопросы относительно того, достаточно ли надежен и безопасен такой тип плавсредств в неблагоприятных погодных условиях (Vielma & Kankainen 2013). Одной из наиболее важных характеристик является возможность точной фиксации в определенном месте и устойчивость управления для обеспечения того, чтобы судно не разворачивалось, не дрейфовало и не наносило ущерба рабочему персоналу и садкам фермы. Весьма характерно, что компании имеют несколько судов различного назначения, например, небольшие лодки для транспортировки рабочих или срочного обслуживания. Кроме того, в случае крупных объектов необходимо использовать два рабочих судна для обеспечения грузовых операций. Если на Балтике большие садки буксируются или «толкаются» к защищенному месту, то более безопасным и эффективным может быть использование двух судов, но мы рассчитали размер капиталовложений из расчета одного 14-метрового судна и одной транспортной лодки.



Рисунок 12.5 Стандартная рабочая лодка в Норвегии, для работы в плохих погодных условиях требуются лодки большего размера

### 12.3.6 Прочее производственное оборудование

#### 12.3.6.1 Очистка и обслуживание сетей

В системе очистки сетей для удаления обрастания используется фильтрованная морская вода под высоким давлением. Процесс очистки производится в ходе перемещения чистящего устройства вверх-вниз по внутренней стороне сети. Эффективная очистка сети обеспечивает оптимальный уровень кислорода и более высокие темпы роста биомассы в тех местах, где обрастание ячей сети предотвращает нормальное прохождение морской воды. Эксплуатация мощных устройств очистки сетей может производиться двумя операторами в полуавтоматическом режиме с помощью крана, лебедки, стандарса или, в качестве опции, их можно установить на телеуправляемый подводный аппарат. Небольшими устройствами очистки сетей один оператор может пользоваться непосредственно в садке. Более сложные устройства включают видеосистемы, которые обеспечивают полный обзор и возможность осмотра сетей.

#### 12.3.6.2 Системы датчиков

Системы датчиков обеспечивают оптимальный режим эксплуатации и здоровую окружающую среду, благоприятную для человека и рыбы. Поведение рыбы и качество воды можно активно контролировать, поэтому появляется возможность динамического управления процессом рыбоводства, что повышает эффективность и предотвращает производственные риски. Применение таких универсальных камер, как монохромные камеры контроля кормления или управляемые с помощью лебедки камеры с обзором 360°, передают «картинку» и видеоизображение в центр мониторинга. Система расчета количества кормов передает данные в систему кормления для оптимизации эффективности использования кормов. Датчики условий окружающей среды применяются для мониторинга состояния и качества воды в целях обеспечения благоприятных условий для водного объекта (рисунок 12.6). Системы контроля биомассы полезны для оценки режимов кормления и объема биомассы. Подводное освещение можно использовать, к примеру, для контроля созревания или поведения рыбы. На поверхности садков необходимо предусмотреть устройства для беспроводной передачи видеоизображения с подводных камер, данных о кормлении и состоянии окружающей среды, если система контроля установлена на берегу. Основной сложностью является обеспечение электропитания в тяжелых условиях открытого моря.

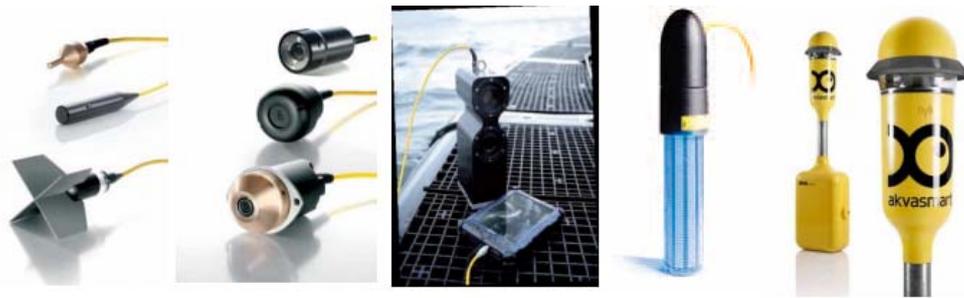


Рисунок 12.6 – Слева направо: датчики состояния окружающей среды, камеры, системы контроля биомассы, подводного освещения и беспроводной передатчик.

### 12.3.6.3 Система кормления и программное обеспечение производственного планирования

Системы кормления на барже обеспечивают одновременное обслуживание определенного количества садков производственного объекта. Система кормления включает персональный компьютер с интерфейсом «человек-машина», шкаф управления электрооборудованием, управляющий компьютер и различные механические приспособления для транспортировки рыбы из емкостей в садки (рисунок 12.7).

В садке кормление, как правило, производится через распределительные трубопроводы для обеспечения доступности корма для рыбы. Сдвоенная система подачи состоит из двух воздуходувок, двух воздухоохладителей и двух переключающих клапанов, каждая емкость соединена с одной из подающих линий. Программное обеспечение «AkvaControl» представляет собой специально разработанную компанией «Akvagroup» технологическую программу для системы кормления «Akvasmart».



Рисунок 12.7 – Управление передовыми системами кормления производится с помощью программ производственного планирования

## 12.4. Инвестиционные расходы и стоимость монтажа

### 12.4.1 Морское рыбоводческое хозяйство: инвестиционные расходы

Мы рассчитали инвестиционные расходы с учетом различного объема производства для анализа зависимости эффекта масштаба от объема инвестиций. В территориальном плане национального рыбоводства Финляндии и соответствующем анализе условий окружающей среды определено, что в морских регионах недалеко от береговой черты возможно производство до 300 – 600 тонн продукции на объект (МММ 2014 a ja b).

В более отдаленных регионах вполне реально более масштабное производство. В связи с тем, что выбранный способ кормления в значительной степени влияет на объем инвестиций и общие эксплуатационные расходы рыбоводческих хозяйств, мы дифференцировали инвестиции на кормление с использованием баржи в Таблице 12.2. В альтернативных подходах и инвестиционных решениях предусматривалось, что инвестиции в морское рыбоводство, в дополнение к садкам, включают либо баржу для кормления и стандартное морское рабочее судно, либо рабочее судно с системой кормле-

ния, имеющей более высокую стоимость. В обоих вариантах предусмотрено использование небольшой транспортной лодки.

Размер инвестиций в объект морского рыбоводства и судна колебался в интервале от 3,0 миллионов евро до 1,7 миллионов евро, в зависимости от системы кормления и выбранного объема производства. На объекте производительностью 1000 тонн каждая отдельная статья затрат – садки, баржа для кормления и рабочие судна – составляет около одной трети от всех инвестиций. Размер инвестиций на каждую единицу произведенной рыбы существенно отличается в зависимости от объема производства. При более низких объемах установленные цены на суда и баржу для кормления повышают стоимость производства и значительно снижают конкурентоспособность хозяйства. Капиталовложения в садки еще больше зависят от объемов производства и могут варьироваться в более широком диапазоне. Таким образом, для малых предприятий инвестиции в баржи для кормления не могут считаться целесообразными с экономической точки зрения. Но какой способ кормления будет более рентабельным, зависит также от эксплуатационных расходов.

В нынешних системах защищенного рыбоводства доля инвестиционных расходов в себестоимости продукции ниже по сравнению с рыбоводством открытого моря. Оказывается, в хозяйствах производительностью 300 тонн инвестиционные расходы составляют менее 0,30 евро на килограмм произведенной продукции. Kankainen 2007 рассчитал показатель доли инвестиций, равный 0,20 евро/кг для таких же инвестиционных статей объекта, производящего 300 тонн, на основе данных проекта и модели анализа рентабельности. Даже с учетом инфляции и некоторых дополнительных инвестиций себестоимость значительно отличается от приведенных в данном отчете объемов капиталовложений в морские рыбоводческие хозяйства. Маржа прибыли в современном рыбоводстве ниже разности этих инвестиционных расходов. Поэтому инвестиции в морское рыбоводство значительно сокращают конкурентные преимущества при низких объемах производства. Для обеспечения конкурентоспособности и рентабельности предприятия, более значительных объемов производства многие предприятия укрупняются (в целях обслуживания одним судном), в противном случае требуются значительные субсидии в дополнение к инвестициям для обеспечения конкурентоспособного морского рыбоводства.

Таблица 12.2 Инвестиционные расходы морского рыбоводства по статьям

Статьи инвестиций	Описание	1000 тонн	600 тонн	300 тонн
Садки				
Пластиковые кольца для садков (ПЭ)	12/6/3 шт., 400 мм/90 м кольцо	4444000	244800	122400
Швартовые системы садков		114000	120000	72000
Якорные устройства*	20/18/12/шт.* 42000 норв. крон/шт.	100800	90720	60480
Сети	15 метров глубина, полимер	228000	114000	57000
Системы очистки сетей		114000	114000	114000
Монтаж и контроль		68400	40800	32400
Фрахт*		36000	18000	9000
Итого		1105200	742320	467280
Кормление, техническое обслуживание				
Баржа, система кормления, распределители	Баржа для кормления AJ 150/AJ 96/AJ 96	756000	664800	540000
Швартовая система для баржи		72000	72000	72000
Якорные устройства*	8 шт.* 42000 норв. крон/шт.	40320	40320	40320
Подающие трубопроводы для кормов	3000 м/1500 м/1000 м* 32 норв. кроны/м	11520	5760	3840
Датчик, система мониторинга		96000	96000	96000
Производственное планирование, программное обеспечение		23700	23700	23700
Монтаж, контроль, обучение		28200	28200	28200
Фрахт*		24000	18000	12000
Итого		1051740	948780	816060
Лодки				
Рабочая лодка*	Катамаран 14 м с подъемными устройствами	720000	720000	720000
Рабочая лодка с системой кормления*	То же, включая систему кормления	1080000	1080000	1080000
Морское транспортное судно*		120000	120000	120000
Кормление с баржи, итого, евро		2996940	2531100	2123340
Кормление с баржи, итого, €/кг		0,48	0,68	1,13
Кормление с баржи, итого, евро		2305200	1942320	1667280
Кормление с баржи, итого, €/кг		0,37	0,52	0,89

*Точная цена зависит от качества, вспомогательных приспособлений и места размещения инвестиций*

#### 12.4.2 Как условия влияют на инвестиционные расходы

Сначала инвестиции были рассчитаны, исходя из использования садков с диаметром 315 мм / окружностью 60 м, выдерживающих высоту волны до 3 метров, и течения до 1 м/с при глубине сетей 15 м,

а затем – для садков 400 мм / 90 м, выдерживающих высоту волны до 4 метров, течения до 1 м/с при глубине сетей 20 м (т.е. при течении 15 м могут быть значительно прочнее). Для хозяйств производительностью 300 тонн расчеты основаны на использовании садков 6\*315 мм / диаметром 60 м стоимостью 540000 норвежских крон и 2\*400 мм / диаметром 90 м стоимостью 680000 норвежских крон. Таким образом, стоимость садков с разностью волноустойчивости 1 м на 25% выше, и это только садки. В морских условиях требуются более мощные швартовные и якорные устройства, более крупные суда.

### **12.4.3 Эксплуатационные расходы морских рыбоводческих хозяйств**

#### **12.4.3.1 Логистика и экономия за счет роста производства**

При изменении местоположения или объема производства хозяйства меняются многие другие производственные факторы. Наглядное воздействие вызывается изменением затрат на логистику (Rubino et al. 2008). К этим затратам относятся не только инвестиционные расходы, необходимые для организации производства рыбы в определенном хозяйстве, но и прочие расходы в зависимости от расстояний.

Основные переменные затраты, зависящие от расстояния до объектов хозяйства и между ними, это расходы на топливо и рабочее время. Для рыбоводов характерно посещение объектов в период производства для кормления и наблюдения за рыбой почти каждый день. Живая рыба, мертвая рыба, садки и перемещение сетей также занимают много времени. Чем больше расстояние между обслуживающей инфраструктурой и производственным объектом, тем выше расходы производителя.

Увеличивая объем производства объекта, можно повысить экономическую эффективность таких логистических затрат. Применяя такие же усилия и инвестиции к организации кормления, хранению кормов, рабочим лодкам, можно производить больший объем продукции. В регионах с ограниченным уровнем производства укрупнение небольших хозяйств в предприятия большего размера повышает рентабельность производства.

#### **12.4.3.2 Влияние условий производства и способов кормления на развитие, выживание и эффективность кормления рыбы**

Свойственные объекту условия производства и способ кормления влияют на такие параметры биоэкономической продуктивности, как развитие рыбы, уровень смертности и эффективность кормления. Например, температура воды воздействует на темпы развития рыбы.

Кроме того, на морских объектах производственный цикл может быть короче, поскольку оборудование необходимо демонтировать раньше из-за рисков, связанных с погодой / льдообразованием. Качество воды и жесткие условия среды могут повлиять на состояние рыбы и уровень ее смертности. Эти биоэкономические параметры могут оказать существенное воздействие на рентабельность (Kankainen et al. 2012); однако воздействие балтийских условий рыбоводства на биоэкономические параметры еще достаточно подробно не изучалось.

Инвестиционный анализ показал, что использование баржи было бы более дорогим способом, чем кормление с лодки. Однако баржи для кормления считаются наиболее надежным методом организации кормления в морских условиях. Такие современные баржи оборудованы автоматическими устройствами кормления и мониторинга, что обеспечивает более высокую эффективность кормления и возможность управления рисками. Баржи с автоматическими системами кормления также дают возможность доставки достаточного количества кормов. Например, рост рыбы может замедлиться, если корм доставляется неоперативно из-за плохих погодных условий, или распределение корма не контролируется надлежащим образом. Эффективность кормления может также понизиться, если невозможно производить наблюдение за рыбой или остатками корма. Если кормление производится с лодки только время от времени, это может также легко вызвать «перекармливание» рыбы при намерении возместить потери веса дополнительной подкормкой.

### **12.5 Оценка рисков**

#### **12.5.1 Производственные риски**

##### **12.5.1.1 Средства защиты от птиц и тюленей, выход рыбы из садков**

Тюлени и птицы могут нанести значительный ущерб производству. Сети предотвращают нанесение вреда рыбе и затрудняют попадание тюленей в сети с волнами, если поверхность закрыта. Предлагаются только одинарные сети из полимерных материалов. Сети окружностью 90 м для размещения в

садках настолько тяжелые, что тюленям затруднительно их сталкивать и поедать через них рыбу. Такая система контроля, как камеры наблюдения, помогают производить мониторинг случаев повреждения сетей тюленями. Сети подлежат периодической замене по мере их износа в зависимости от специфики объекта. Выход рыбы из садков не представляет собой существенной экологической проблемы на Балтике; однако эксплуатация объектов с обеспечением надлежащего мониторинга и качественного монтажа предотвращают риски потери рыбы.

#### **12.5.1.2 Сильные штормы, ветер и волны**

Сильные штормы, ветер и волны могут периодически наносить ущерб рыбоводческому оборудованию. Разрушительного воздействия можно избежать путем обеспечения качественного монтажа, предварительной оценки рисков, анализа производственных условий и последующего выбора надежного оборудования в соответствии с особенностями конкретного объекта. При этом могут возникнуть риски, связанные с условиями окружающей среды, и соответствующие потери необходимо включить при ценообразовании продукции. Единственный выход – оплата страховки для покрытия непредвиденных рисков.

#### **12.5.1.3 Лед**

Большие подвижные ледяные массивы могут разрушить и повредить объекты рыбоводства до степени, не подлежащей ремонту. Важно производить доставку оборудования на берег перед становлением льда или выбирать местоположение, не подверженное воздействию льдов. Можно использовать погружное оборудование под ледяным покровом, но в таком случае значительно усложняется обслуживание объектов. Кроме того, в этом варианте необходимо обеспечить расположение объекта в таком месте, где отсутствует паковый лед.

#### **12.5.1.4 Швартовка и характеристики морского дна**

Анализ морского дна имеет важное значение для определения типа якорных приспособлений, достаточно надежных для фиксации садков. Если не устанавливать на зиму некоторые швартовные системы, необходимо обеспечить условия, при которых лед не сможет покрыть и порвать швартовную систему и якорные устройства изнутри.

### **12.6 Заключение. Необходимость исследований**

В данном документе мы привели субъективный пример инвестиций в объект морского рыбоводства в Балтийском море. Существует множество иных методов и поставщиков оборудования для морского рыбоводства (Vielma & Kankainen 2013). Инвестиционные решения были приняты в соответствии с имеющимися данными о среде производства, а возможная потребность в продукции может быть определена после детального анализа. Производственная система, имеющееся оборудование и выбранная инфраструктура также влияют на размер инвестиций.

Объем выпуска продукции морских рыбоводческих хозяйств должен быть достаточно большим, чтобы инвестиционные расходы из расчета на одну особь не стали слишком высокими, а обеспечили прибыльность предприятия. Если морское хозяйство небольшого размера, то использование баржи для кормления окажется слишком дорогим способом, если при инвестировании в этот современный метод не будут значительно повышены эффективность кормления или иные производственные факторы. При сравнении исключительно инвестиционных расходов промышленность утратит конкурентоспособность при перенесении производства в открытое море.

Только хозяйства с объемом производства 1000 тонн приблизились к нынешней доле инвестиций в себестоимости. Однако возможно укрупнение хозяйств для повышения эффективности производства, это может стать преимуществом морского рыбоводства по сравнению с существующей системой рассредоточенных производственных объектов.

Условия производства на Балтике представляют собой сложную задачу для морского рыбоводства. В настоящем документе подход основывается на том, что все морское оборудование убирается каждую осень и снова устанавливается в море весной. Такой тип «динамического производства» не является широко распространенным в мировой аквакультуре, могут потребоваться некоторые технические инновации в системах швартовки и логистики. Возникают и другие открытые вопросы для предпринимателей и исследователей в отношении их влияния на рентабельность морского рыбоводства:

- Как организовать всю производственную цепочку от выращивания молоди до отлова?

- Поскольку территориальный план Финляндии касается только стадии товарной рыбы: как организовать место для зимних объектов, производство молоди и отлов, если увеличивается морское производство?
- Какого типа суда необходимы в условиях морского рыбоводства на Балтике?
- Подходит ли качество воды, т.е. температура, для рыбоводства в открытых акваториях?
- Достаточен ли период развития рыбы для обеспечения рентабельности морского рыбоводства?
- Каков допустимый объем производства из расчета на объект, на основании чего выдаются лицензии?
- Как выполняется оценка производственных условий на объекте перед принятием решения об инвестициях?
- Насколько необходимы специализированные инновации в отношении рисков производственной среды, например, тюленей и больших волн?
- Существуют ли другие малозатратные методы организации морского рыбоводства?
- Подходит ли кормление с баржи для использования в условиях морского рыбоводства на Балтике, каково его влияние на параметры биоэкономической производительности?

## 12.7 Список использованных источников

- Asche, F., 2008, Farming the sea, Marine Resource Economics, Volume 23, pp. 527–547, USA
- Dalrymple R. A., 1998, Sharing Pedagogy with Java, Linux Journal, December  
<http://www.coastal.udel.edu/faculty/rad/wavemaker.html> and  
[http://woodshole.er.usgs.gov/staffpages/csherwood/sedx\\_equations/RunSPMWave.html](http://woodshole.er.usgs.gov/staffpages/csherwood/sedx_equations/RunSPMWave.html).
- Dean R. G., Dalrymple R.A., 1984, Water Wave Mechanics for Engineers and Scientists, Englewood Cliffs: Prentice-Hall, Inc., Reprinted: World Scientific Publishing Co., Singapore
- MMM, 2014a, Fish farming spatial plan Finland (Suomen kansallinen vesiviljelyn sijaininohjaussuunnitelma), Maa- ja metsätalousministeriö.  
[http://www.mmm.fi/attachments/kalariistajaporot/lausuntopyynnnot/6E3Tm6zDH/Vesiviljelyn\\_kansallinen\\_sijaininohjaussuunnitelma\\_110113.pdf](http://www.mmm.fi/attachments/kalariistajaporot/lausuntopyynnnot/6E3Tm6zDH/Vesiviljelyn_kansallinen_sijaininohjaussuunnitelma_110113.pdf)
- FAO 2012, The state of world fisheries and aquaculture 2012, Rome
- Itämeriportaali 2013, [http://www.itameriportaali.fi/en\\_GB/](http://www.itameriportaali.fi/en_GB/), WWW pages published by: Ilmatieteenlaitos (FMI), Suomen Ympäristökeskus (SYKE), Ministry of environment (YM)
- Kankainen, M., Niukka J., Tarkki, V. 2013, Fish farming production conditions in Finnish coastline of the Baltic Sea, Aquabest project reports, EU XXX, Hesinki
- Kankainen M., Setälä J., Berrill I. K., Ruohonen K., Nobel C., Schneider O., 2012, The economic effects of improving productivity in fish farming with the specific focus on growth, feed efficiency and survival,
- Rubino M (Editor) 2008, Offshore aquaculture in the United States: Economic Considerations, Implications & Opportunities. U.S Department of Commerce; Silver Spring, MD; USA. NOAA Technical Memorandum NMFS F/SPO-103. 263 pages.
- Ryan, J. 2004. Farming the Deep Blue. Irish Sea Fisheries Board and Irish Marine Institute.
- Setälä J., Kankainen M., Suomela J., Vielma J., Tarkki V., 2012, Environmental analysis of fish farming spatial plan Finland, In Finnish: Vesiviljelyn sijaininohjaussuunnitelman ympäristöselostus (Luonnos 11.10.2012), (SOVA), RKTL:n työraportteja, Riista ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki.
- Setälä, J; Kankainen, M; Norrdahl, O. 2009. Varsinais-Suomen kalankasvattajien näkemyksiä vesiviljelyn uusista ympäristöohjauksen vaihtoehtoista. Riista- ja kalatalous. Selvityksiä 16/2009:1-15.
- Setälä J, Mäkinen T., Kankainen M, Salmi P., Tarkki V., Halonen Timo 2013 Spatial planning of aquaculture, Finnish Archipelago Sea as a case. Paper presented at ICES Annual Science Conference, Joint ICES/PICES Session Q – Sustainability of aquaculture 18.9.2012 in Bergen, Norway. 14 p.
- Vielma J., Kankainen M., 2013, Offshore fish farming technology in Baltic Sea production conditions, Aquabest project reports, EU XXX, Hesinki

## 13. ПЛАНИРОВАНИЕ ФЕРМЕРСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ОТКРЫТОЙ МОРСКОЙ ЧАСТИ ВОКРУГ АЛАНДСКИХ ОСТРОВОВ

Дэвид Абрахамссон

Оригинал – Planning offshore farming on the Åland Islands. David Abrahamsson. Reports of Aquabest project 7/2014

[http://www.aquabestproject.eu/media/13938/aquabest\\_7\\_2014\\_report.pdf](http://www.aquabestproject.eu/media/13938/aquabest_7_2014_report.pdf)

### 13.1 Введение

Выбор места расположения является одним из наиболее важных аспектов при планировании ферм по выращиванию рыбы. Ведение аквакультуры в крупном масштабе, осуществляемое в неподходящих зонах, например, на мелководьях, в местах с недостаточным обменом воды или и то и другое, приведет к существенному осаждению органических веществ, что в свою очередь вызовет недостаток кислорода. Неправильное размещение ферм по выращиванию рыбы также может привести к образованию высоких концентраций нутриентов в воде, что приведет к усиленному развитию фитопланктона и перифитона. Все эти факторы могут причинить вред местной окружающей среде (Kall 2003, Villnas 2004, Kohonen и Mattila 2007). Кроме того, неправильно размещенные фермы, также оказывают влияние на туризм и отдых. Таким образом, при выборе мест для размещения ферм необходимо учитывать социальные, экономические и экологические факторы.

Данное руководство по планированию деятельности в открытом море может рассматриваться в качестве общего инструмента для выбора мест размещения ферм в случае расширения производства с помощью легальных методов. Данный документ не отвечает на вопрос «как?», или «когда?», а скорее на вопрос «где?». Где находится оптимальное место для размещения ферм, при котором воздействие на окружающую среду является минимальным?

В прошлом из-за негативного влияния на окружающую среду фермы по выращиванию рыбы вокруг Аландских островов получили плохую репутацию. В результате законодатели, официальные лица и операторы обратились к исследованию моря для поиска более подходящих мест. В случае разрешения размещения ферм по выращиванию рыбы в водах Аландских островов, предпочтительнее будет их размещение в открытых водах. Точное определение того, что представляет собой ферма, размещенная в открытых водах, в некоторой степени является субъективным понятием и в различных публикациях определяется по-разному. Ryan (2004) и Министерство сельского и лесного хозяйства (2013), например, имеют различные подходы к определению параметров, по которым фермы следует относить к расположенным в открытом море, а по каким – наоборот. При этом обычно учитываются такие переменные факторы, как площадь акватории открытого моря, расстояние от берега, глубина и высота волн.

Комиссией ЕС установлен порядок, согласно которому при планировании использования прибрежных вод государство-член должно применять стратегический подход, который иногда среди всего должен содержать планирование выращивания рыб (European commission 2013). Предлагаемая директива в настоящее время не принята государствами-членами, а находится на этапе обсуждений.

В настоящее время государствами-членами разделяется мнение, согласно которому морские территории должны эксплуатироваться с технологической точки зрения. Некоторые фермеры утверждают, что условия открытых вод Аландских островов являются слишком тяжелыми для организации ферм по выращиванию рыбы. Тем не менее, в связи с развитием технологии (Ryan 2004, Vielma и Kankainen 2013) в перспективе данная проблема утратит актуальность. В настоящее время в западной части архипелага Эланд существует ферма по выращиванию рыбы, которая расположена на расстоянии почти 2 км от ближайшего берега и на расстоянии 3 км от ближайшего крупного острова. По утверждениям владельца и оператора, ферма без каких-либо проблем выдерживает волны высотой до нескольких метров (Sjöblom, pers. com 2013).

### 13.2 Общие сведения

Основанием для разработки данного документа является предложение комиссии ЕС о разработки каждой страной в ЕС плана использования собственных морских территорий (EU Commission 2013). Тем не менее, декрет по-прежнему находится на этапе обсуждения, поэтому руководящие указания по территориальному планированию не введены. Руководящие указания, которые применялись для разработки в открытом море, были разработаны в соответствии с указаниями, предложенными ЕС в программной документации (European Commission 2012). Однако данный документ не носит обяза-

тельный характер. Важно помнить, что представленные результаты являются выводами о наиболее предпочтительных местах размещения ферм по выращиванию рыбы с учетом не окончательно установленных ограничений. Поэтому, данный отчет предназначен в основном в качестве материала для обсуждения уполномоченными органами и операторами Аландских островов, так и других регионов. Идея документа заключалась в том, что все возможное в будущем расширение фермерских хозяйств на территории Аландских островов должно быть в соответствии с основополагающей директивой ЕС об использовании морских ресурсов. Способы достижения данной цели не входят в круг задач данного отчета, но обсуждаются в различных публикациях, например, Abrahamsson и др. (2014), Granholm (2014), а также Vrede и др. (2014).

### 13.2.1 Законодательные основы

По прежнему существуют вопросы по поводу органа правительства, отвечающего за управление общественными водами Эланда. Данный вопрос должен быть решен до начала организации фермерских хозяйств в прибрежных водах, так как до утверждения ответственного государственного органа выделение грантов не возможно. Для устранения разногласий по поводу органа, ответственного за определение приоритетов деятельности в общественных прибрежных водах, так как без подобного решения в указанных территориях невозможно осуществление постоянной деятельности. Это относится не только к фермам по выращиванию рыбы, но и к ветряным или волновым электрическим станциям.

### 13.2.2 Текущая ситуация

В 1980-е годы, во время начала развития выращивания рыбы в искусственных условиях фермы располагались неправильно, близко к берегу на закрытых территориях с недостаточным обменом водой (Abrahamsson et al. 2014). В 2003 году с принятием нового законодательства, разрешившего слияние небольших производственных единиц, многие фермы объединились и переместились в менее закрытые воды. Объединение и изменение места расположения ферм привело к улучшению качества воды и снижению загрязнения старых мест расположения. Тем не менее, на некоторых территориях улучшение происходило медленнее, так как скорость восстановления сильно зависит от силы водных течений (Villnas 2004). Загрязненные территории с медленным обменом воды, также медленнее восстанавливаются.

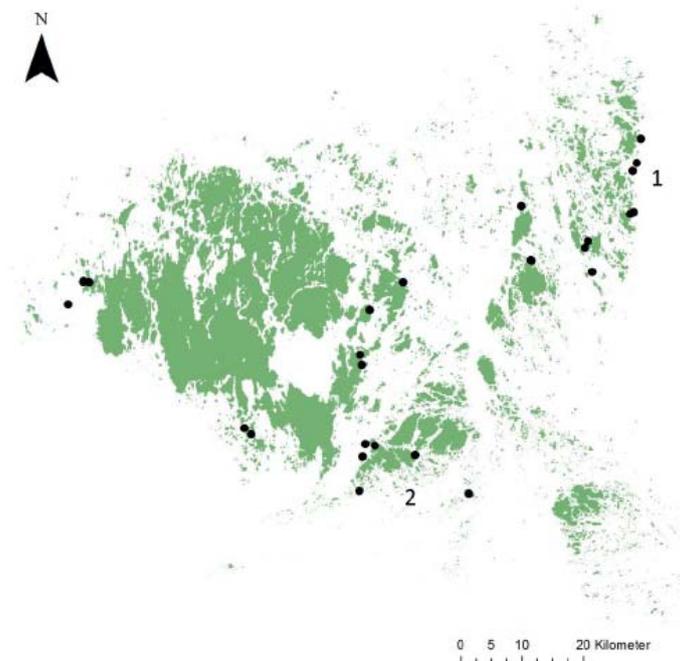


Рисунок 13.1 Места расположения действующих в настоящее время ферм вокруг Аландских островов. Brando и Foglo отмечены цифрами 1 и 2, соответственно. Ферма по выращиванию рыбы, которая расположена в самой дальней точке слева, находится на расстоянии 2 км от ближайшего берега

Почти 90% общего объема продукции за период с 2009 по 2012 г.г. был получен с ферм, расположенных в восточной части Аландских островов, в частности в муниципалитетах Brando (37%) и Foglo (35%) (АМНМ 2009, 2010, 2011, 2012 & 2013) (рисунок 13.1). Это свидетельствует о наличии суще-

ствующей инфраструктуре в указанных местах и экономических преимуществах размещения ферм вблизи них. Экономике данных муниципалитетов также сильно зависят от выращивания рыбы на фермах.

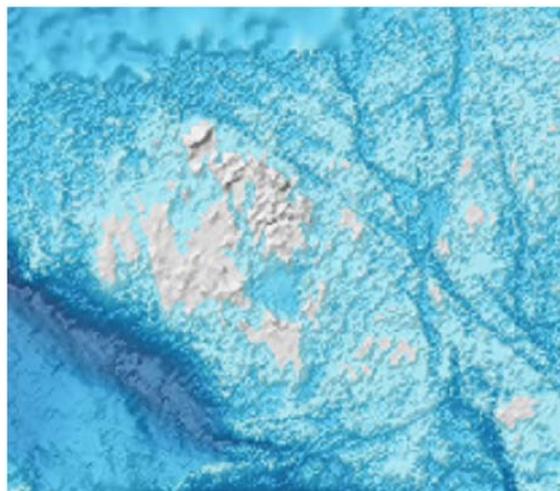


Рисунок 13.2 Глубина моря вокруг Эланды: более глубокие участки выделены голубым цветом (Baltic Sea Hydrographic Commission 2013)

Исходя из подробной батиметрической карты глубин (рисунок 13.2) наиболее глубокие участки расположены в юго-западной части Аландских островов. Для сравнения, территории расположенные на востоке, имеют меньшую глубину, а также большее количество больших и мелких островов. Глубоководный участок, выделенный синим цветом, который расположен на юго-западе Аландских островов, фактически является самым глубоким во всем Балтийском море, и имеет максимальную глубину 301 метр.

### 13.3 Материалы и методы

Территориальное планирование было выполнено с применением ГИС Arc и гидрологической модели BEVIS (Kohonen & Mattila 2007). Для установления глубин использовались бумажные карты, на которых были отмечены участки с соответствующей глубиной. Для установления глубин интересующих территорий кроме традиционных бумажных карт использовались сведения из базы данных батиметрических параметров Балтийского моря.

#### 13.3.1 Руководящие указания для составления карты ГИС Arc.

В соответствии с руководящими документами ЕС фермы должны располагаться на расстоянии не менее 3 км от ближайшего берега, или на территории с минимальной глубиной 50 метров (или и то и другое) (European commission 2012). Данные требования были использованы ввиду их четкости и возможности перспективного использования.

#### 13.3.2 Моделирование

Для исследования влияния увеличения производительности ферм в различных зонах применяется среднemasштабная модель качества воды BEVIS. Сведения о модели приведены в публикации Kohonen et al. (2007). Практика использования модели BEVIS в качестве основы для планирования территорий была выполнена ранее Министерством сельского и лесного хозяйства Финляндии (2013). Пригодность отдельных зон рассматривалась для стандартной фермы по выращиванию рыбы годовой производительностью 1000 тонн. Для этого использовалась следующая формула:

Годовая производительность (кг) x Масса P/N, высвобождаемого на 1 кг продукции (г) x допустимая норма P/N

Последний множитель в форме обозначает содержание растворенного неорганического фосфора (DIP) и азота (DIN). Затем полученные значения используются для расчета первичных микроорганизмов: водорослей и цианобактерий.

Отдельные нагрузки, которые были использованы для ферм по выращиванию рыбы при расчете нагрузки конкретной фермы, составляли 5,8 г фосфора на тонну продукции и 46,0 г фосфора на тонну продукции. Реальные отдельные нагрузки от ферм по выращиванию рыбы в акватории Аладских островов имеют меньшее значение: в 2012 году средняя индивидуальная нагрузка фермы по выращиванию рыб составляла 5,5 г/кг и 45,0 г/кг выращенной рыбы (АМНМ 2013). Тем не менее, ввиду разли-

чия отдельных нагрузок от ферм в различные года, при моделировании влияния ферм по выращиванию рыбы целесообразно использовать несколько завышенные значения.

В модели весь фосфор и азот, которые не растворились, считается инертным, т.е. считается, что только часть загрязнения будет приводить к изменению биомассы. Тем не менее, это может не соответствовать истине, т.к. ввиду биотических и абиотических процессов в общем случае подразумевается наличие нерастворенного фосфора в той или иной точке. Данные процессы, в которых задействован нерастворенный фосфор, тем не менее не оказывают никакого эффекта в отдельном году. Модель BEVIS разработана для моделирования периода времени максимум 1 год. Расчет «инертного» фосфора и азота не производится вообще, следовательно, единственным способом оценки их количества является DIP и DIN. В модели все эти соли практически мгновенно используются водорослями. Подробные карты растворенных солей не являются настолько подробными, как подробные карты первичной продукции.

Сама по себе модель имеет недостатки, касающиеся ее точности: участки на слое карты не отражают батиметрические неоднородности реальных участков. В результате карта представляется с точностью, соответствующей 1 морская миля x 1 морская миля. Это приводит к получению менее точных результатов реальных параметров. Так как морское дно акватории Аландских островов имеет большие топографические колебания, построение карты с низкой точностью позволяет получить более характерные результаты по своей сути.

Ввиду отсутствия определенных запросов по поводу размещения ферм, было выполнено моделирование произвольного размещения ферм годовой производительностью 1000 тонн в одиннадцати различных местах вокруг Эланда (рисунок 13.3), которые относятся к открытому морю в соответствии с критериями, установленными Европейской комиссией (2012). Это позволяет оценить пригодность различных зон по степени воздействия на окружающую среду. Одна из ферм была размещена внутри архипелага, тем не менее, данная отдельная площадка будет рассматриваться в качестве участка в открытом море, так как ее глубина превышает 50 метров.



Рисунок 13.3 Размещение ферм по выращиванию рыбы в окне режима BEVIS.

### 13.3.3 Подготовка к зиме

Применительно к подготовке рыбы к зиме, т.е. хранению выращиваемой рыбы в зимний период, модель BEVIS не позволяет выполнить имитацию в зимний период, так как в модели отсутствует модуль, который учитывает влияние ледяного покрова. В руководстве к модели четко указывается на отсутствие возможности выполнить имитацию модели в течение периода времени, более длительно, чем Январь – Сентябрь, без получения ошибочных результатов. Было опрошено несколько операторов ферм по выращиванию рыбы для выяснения их предпочтений по выбору мест хранения загонов в течение зимнего периода. Тем не менее, проверить предложенные ими варианты представляется невозможным.

### 13.4 Результаты

Результаты моделирования и территориальные данные, свидетельствуют о преимуществе размещения ферм по выращиванию рыбы в западной части Эланды. Частично это обуславливается более глубокими водами, частично более сильными течениями, и частично меньшим количеством и плотностью крупных и мелких островов.

#### 13.4.1 Результаты ГИС Arc

В соответствии с картой ГИС Arc, которая была разработана для определения критерия (рисунок 13.4), западная часть Эланды является наиболее подходящей. Указанная территория расположена ближе всего к материку и удовлетворяет поставленным условиям.

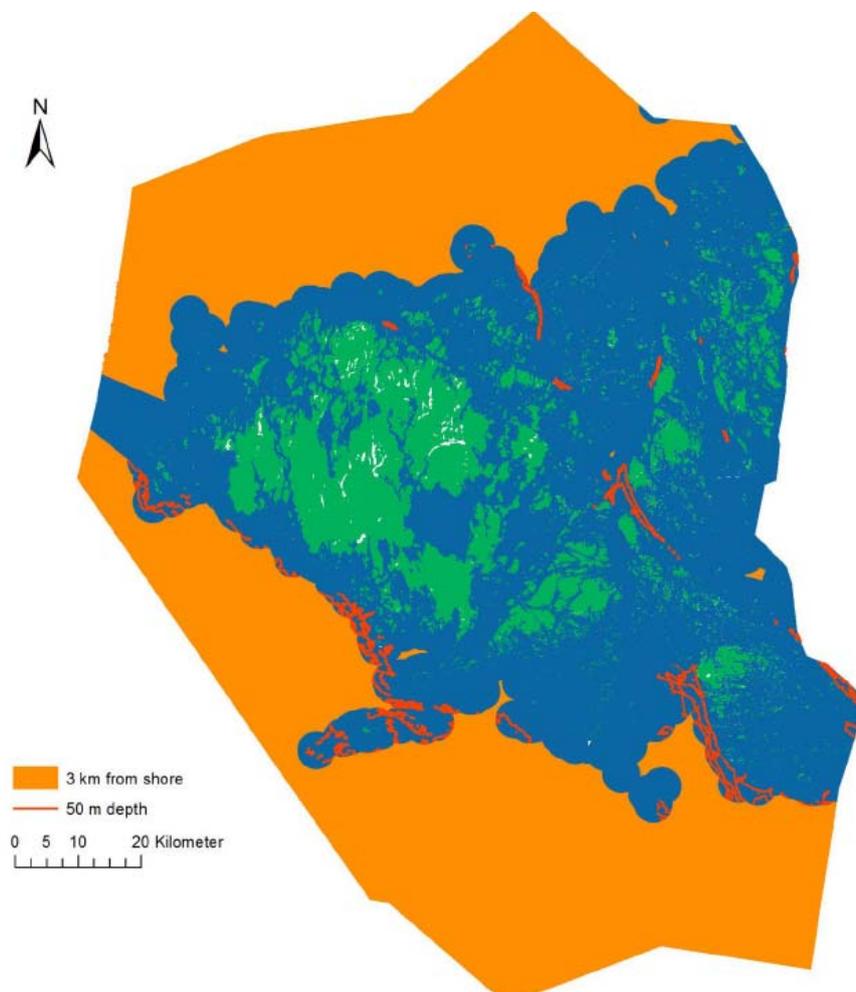


Рисунок 13.4 Карта Аландских островов, на которой возможно ведение фермерских хозяйств, с учетом заданных критериев. Красными линиями выделены зоны, которые имеют глубину более 50 метров, без указания глубин. Оранжевым цветом выделены зоны, расположенные на расстоянии 3 км и более от берега

Расстояние между населенными островами и акваториями, которые могут быть причислены к открытым водам, в восточной части Эланды значительно больше по сравнению с западной. Тем не менее, в восточной части имеется несколько зон, которые могут представлять интерес, а именно зоны, глубины которых превышают 50 метров и расположены возле материковой части Эланды. Также для операторов может представлять интерес небольшая территория с такой же глубиной, расположенная на севере и зона, расположенная возле границы с Финляндией.

### 13.4.2 Результаты модели BEVIS

Результаты моделирования одиннадцати ферм по выращиванию рыбы указывают на их большее влияние на окружающую среду при размещении в восточной части Эланды по сравнению с западной частью. В соответствии с результатами модели даже очень крупные фермы будут оказывать весьма ограниченное местное влияние в случае их размещения в западной части. Фактически результаты указывают на то, что даже в случае размещения в открытом море фермы по выращиванию рыбы производительностью 1000 тонн ее влияние будет незначительным. Для сравнения в случае размещения фермы аналогичного размера в восточной части, она будет оказывать влияние от незначительного до весьма существенного. В случае планируемого строительства дополнительных ферм или их объединения западная часть будет являться более предпочтительной. Модель четко демонстрирует незначительные эффекты на местную окружающую среду при размещении ферм в юго-западной части Эланды по сравнению с их размещением в восточной.

### 13.4.3 Подготовка к зиме

Модель BEVIS не предназначена для имитации параметров зимнего периода, поэтому, получение правильных результатов невозможно. Влияние ферм в зимний период считается незначительным по сравнению с остальной частью года.

### 13.5 Обсуждение

Общее заключение, касающееся результатов модели BEVIS, состоит в необходимости отдавать предпочтение выбору западной части при размещении ферм в открытом море. Расположенные в указанных местах фермы по выращиванию рыбы не оказывают такого влияния на окружающую среду, как в случае их размещения на мелководье или в восточной части Эланды. Предпочтение должно отдаваться глубоководным территориям, а также территориям с сильными водными течениями. Это снижает риск образования осадков и повышения концентрации водорослей, тогда как более сконцентрированный и мелководный восточный архипелаг меньше подходит для организации крупных ферм по выращиванию рыбы в открытом море. Преимущества восточной части, которая не рассматривается в этих результатах, заключается в наличии пригодной инфраструктуры, так как в ней уже имеются действующие фермы.

Результаты модели BEVIS указывают на то, что Brando и Foglo в действительности не подходят для размещения ферм в открытом море (см. FIF1, FIF8, FIF9 и FIF10) ввиду большого количества мелких островов и мелководий. Очевидно, что увеличение здесь количества крупных ферм в дополнение к существующим окажет отрицательный эффект на местную экологию моря. То же применяется к морским территориям, которые расположены в центральном архипелаге восточной части Эланды (см. FIF11), т.е. удовлетворяющим требованиям минимальной глубины 50 метров, но расположенным возле берега. Кроме того значительно произойдет значительное усиление отрицательных эффектов крупных ферм по выращиванию рыбы (более 1000 тонн).

Чем дальше на запад будет размещаться ферма по выращиванию рыбы, тем меньшее влияние она окажет. При рассмотрении водных территорий в северной части Аландских островов важно помнить, что на данных территориях в настоящее время отсутствуют фермы по выращиванию рыб, что может быть менее интересным с точки зрения оператора. Отсутствие существующей инфраструктуры увеличит затраты на их строительство.

В дополнение к сценариям модели BELVIS традиционные данные в виде карт глубин и пространственные данные четко указывают на большее соответствие западной части Эланды, по сравнению с восточной, к требованиям по размещению ферм в открытом море. Они лучше подходят по тем же причинам, которые были указаны выше: архипелаг более редкий, а плотность островов меньше.

На основании полученных результатов возникает необходимость обсуждения руководящих документов, регулирующих производство в открытых водах, касающаяся определения минимального расстояния от ближайшего берега. Следует определить реальную необходимость учета небольших островов во внешнем архипелаге. Изменение законодательства может уменьшить расстояния, на которых

должны располагаться фермы от подобных небольших островов. Решением может быть определение минимального размера острова, который должен считаться «островом». Также подтверждается слабое влияние ограничения минимальной глубины на выращивание рыбы в искусственных условиях в случае узких участков. По результатам моделирования FIF11 очевидно, что указанные факторы могут оказывать существенное влияние, несмотря на глубины более 50 метров. Таким образом, данные территории не должны использоваться для выращивания рыб в искусственных условиях.

Модель BEVIS не предназначена для имитации условий зимнего периода. Тем не менее, влияние зимы рассматривается как незначительное по сравнению с остальной частью года. Данные модели BEVIS указывают на то, что общее влияние пяти месяцев с октября по февраль составляет около 11% от общего годового влияния. Однако это может по-прежнему представлять проблему для крупных ферм по выращиванию рыбы: в результате деятельности фермы по выращиванию рыбы производительностью 1000 тонн в год ежемесячный выброс загрязнений в период с октября по февраль составит около 100 кг фосфора. Выбор мест для зимовки предпочтительно осуществлять исходя из особых условий с использованием моделей, которые специально предназначены для расчета переносимого объема, например, модель MOM (Stigebrandt et al. 2004).

Результаты модели BEVIS указывают на отсутствие влияния ферм по выращиванию рыбы ежегодной производительностью 1000 тонн. Однако данное заключение является неверным. По-видимому, увеличенное выращивание рыб в искусственных условиях не окажет заметного влияния. Большое количество ферм по выращиванию рыбы по-прежнему будет приводить к увеличению выброса загрязнений в Балтийское море, что является нежелательным. Поэтому для обеспечения устойчивого развития выращивания рыбы в искусственных условиях с экологической точки зрения необходимо предложить применение защитных мер, указанных в других документах.

Весьма вероятно, что когда-нибудь будет подтверждена утрата актуальности основополагающих руководящих документов для данного исследования. Фактически, в настоящее время нет достоверных сведений о разработке и утверждения директивы комиссии ЕС о территориальном планировании морских территорий. Хотелось бы надеяться, что предложенные варианты будут полезными в любом случае, так как, по крайней мере, они дают четкое представление о наиболее пригодных местах.

В заключение следует еще раз отметить, что наиболее предпочтительным местом для ферм по выращиванию рыбы является западная часть архипелага. Если правительство Эланды определится по вопросам юрисдикции данных территорий и будет способствовать развитию выращивания рыб в искусственных условиях в открытых водах, данные территории будут представлять особый интерес для указанного вида деятельности.

### 13.6 Результаты исследований различных вариантов размещения ферм

Ниже приведены результаты исследований различных вариантов. В качестве точечного источника рассматривается ферма по выращиванию рыбы годовой производительностью 1000 тонн. С помощью шкалы обозначается изменение первичной продукции. Так как точность модели BEVIS составляет около 4%, некоторые из приведенных результатов должны рассматриваться в качестве индикативных: размещение окажет незначительное влияние, которое будет соответствовать указанному на картах. Важность приведенных результатов заключается в том, что они указывают направление распространения загрязнений, и влияние фермы, так как они зависят от ее места размещения. Названия карт соответствуют названиям на приведенной ниже карте.

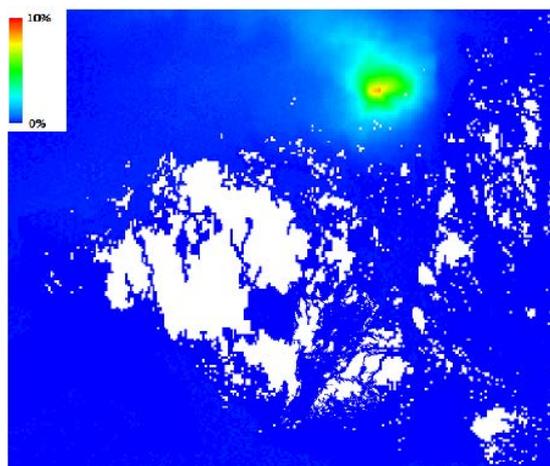


Рисунок 13.5 Ферма FIF1 по выращиванию рыбы оказывает ощутимое воздействие, и загрязнение распространяется в основном в северном направлении

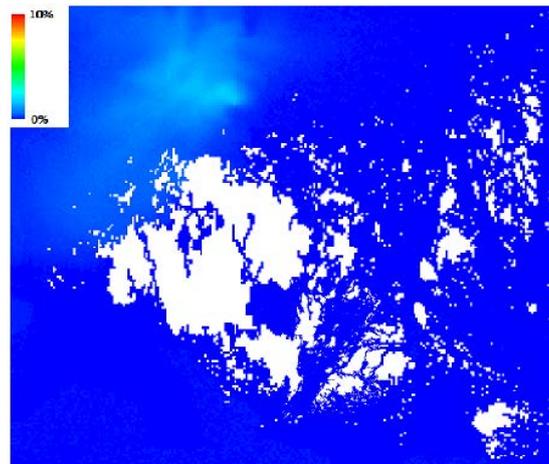


Рисунок 13.6 Воздействие FIF2 значительно меньше по сравнению в FIF1

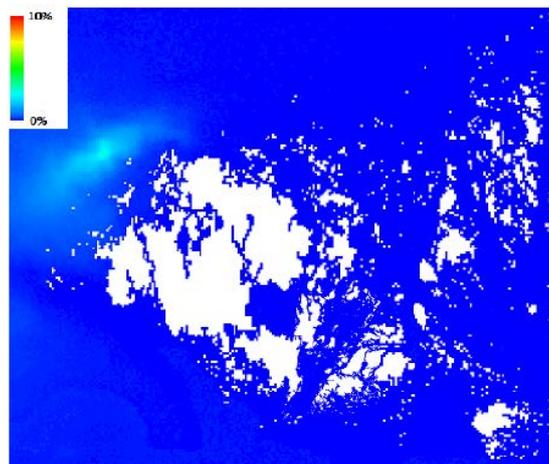


Рисунок 13.7 Воздействие FIF3 аналогично FIF2, но загрязнение распространяется в западном направлении

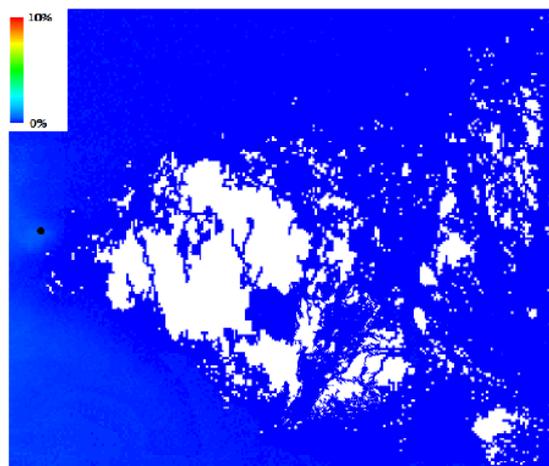


Рисунок 13.8 Воздействие FIF4 практически не заметно. Моделируемая ферма по выращиванию рыбы обозначена черной точкой

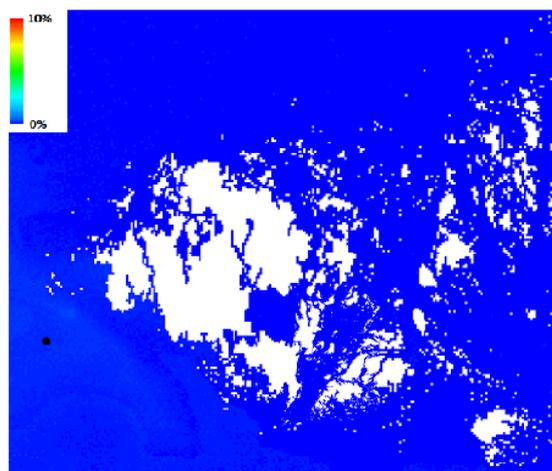


Рисунок 13.9 Воздействие FIF5 практически не заметно. Моделируемая ферма по выращиванию рыбы обозначена черной точкой

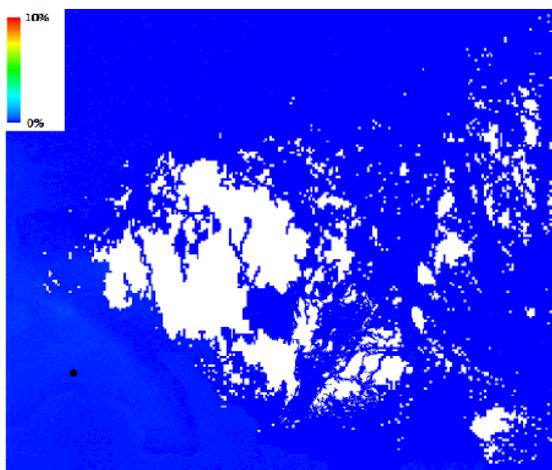


Рисунок 13.10 Воздействие FIF6 практически не заметно. Моделируемая ферма по выращиванию рыбы обозначена черной точкой

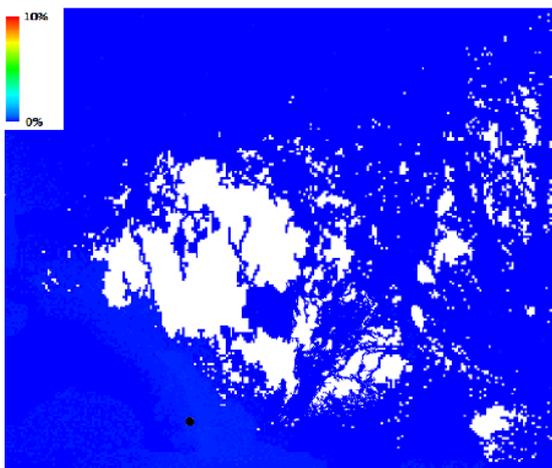


Рисунок 13.10 Воздействие FIF7 практически не заметно. Моделируемая ферма по выращиванию рыбы обозначена черной точкой

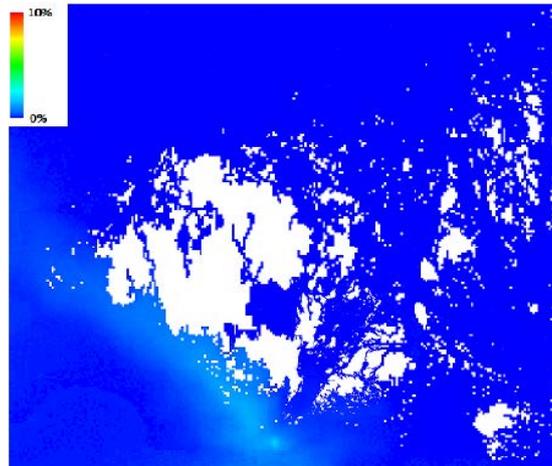


Рисунок 13.11 Ферма FIF8 оказывает заметное воздействие. Загрязнения распространяются в северном направлении в сторону материка

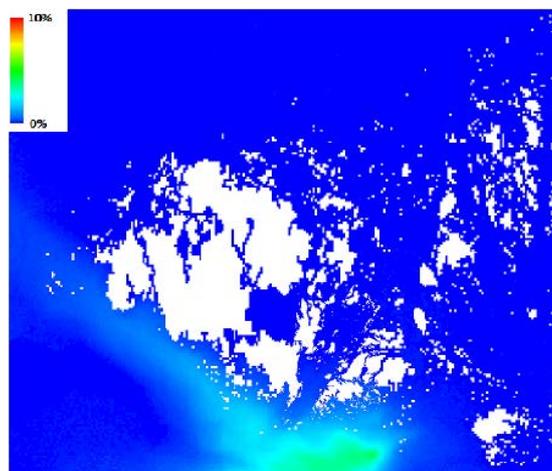


Рисунок 13.12 Рассматриваемая ферма FIF9 оказывает ощутимо большее воздействие по сравнению с FIF2 – 8

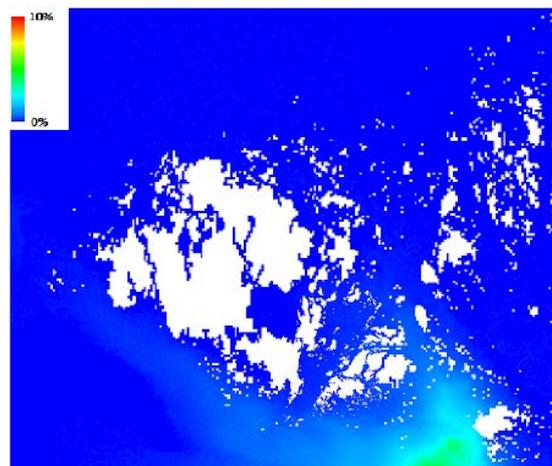


Рисунок 13.13 Рассматриваемая ферма FIF10 оказывает практически аналогичное воздействие, что и FIF9

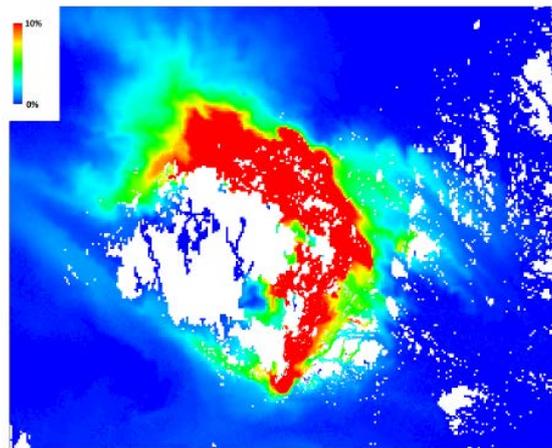


Рисунок 13.14 Очевидно существенное вредное воздействие в случае размещения фермы FIF11 в указанном месте. В некоторых зонах наблюдается увеличение массы фитопланктона и перифитона на 10%

### 13.7 Список использованных источников

- Abrahamsson, D, Lindholm, T, Vielma J & Fytter, M, 2014: Circulating Nutrients in Aland Islands aquaculture, Reports of Aquabest project, 8/2014, 23 pp
- Baltic Sea Hydrographic Commission, 2013, Baltic Sea Bathymetry Database version 0.9.3. Downloaded from <http://data.bshc.pro/> on 20.2. 2014
- European Commission 2012: Guidance on Aquaculture and Natura 2000: Sustainable aquaculture activities in the context of the Natura 2000 Network
- European Commission 2013, Proposal for a DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL establishing a framework for maritime spatial planning and integrated coastal management, 2013/0074
- Finnish ministry of agriculture and forestry 2013: National plan for localization planning of aquaculture (draft), 42 pp
- Granholm, P 2014: Development potential for incentive-based aquaculture regulation: Case study Aland, Reports of Aquabest project 1/2014, 32 pp
- Kohonen T & Mattila, J, 2007: Mesoskaliga vattenkvalitetsmodeller som stod for beslutsfattande i skargardsregionerna Aboland-Aland-Stockholm, Huso Biologiska Station, Abo Akademi 145 pp.
- Kall, S 2002: Monitoring of environmental effects of fish farms (Anderso and Jarso) under closure, Forskningsrapporter fran Huso biologiska station no 107, 23 pp
- Ryan, J. 2004: Farming the Deep Blue Sea, Bord Iascaigh Mara – Irish Sea Fisheries Board, 67 pp.
- RKTL, 2013: Nationell plan for lokaliseringsstyrning av vattenbruket, Utkast 11.01 2013, 42 pp
- Sjoblom, S, Storfjordens fisk, personal communication, 2013
- Stigebrandt A, Aure J, Ervik A, Hansen PK, 2004: Regulating the local environmental impact of intensive marine fish farming III: A model for estimation of the holding capacity in the Modelling Ongrowing fish farm – Monitoring system. AQUACULTURE
- Vielma, J & Kankainen M, 2013: Offshore Fish Farming in Baltic Sea production conditions, Reports of Aquabest project, 10/2013 23 pp
- Villnas, A 2003: Recovery of the aquatic environment following the termination of fish farms (Anderso and Jarso), Forskningsrapporter fran Huso biologiska station no 110, 33 pp
- Vrede, T, Lindholm, T, Markensten, H, Fytter, M, 2014: Modeling the effects of locally sourced fish feed ingredients on net phosphorus loading to the Baltic Sea, Reports of Aquabest project, in press, 18 pp
- AMHM 2009: Yearly report of fish farms, received via personal communication with AMHM
- AMHM 2010: Yearly report of fish farms, received via personal communication with AMHM
- AMHM 2011: Yearly report of fish farms, received via personal communication with AMHM
- AMHM 2012: Yearly report of fish farms, received via personal communication with AMHM
- AMHM 2013: Yearly report of fish farms, received via personal communication with AMHM



**РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОЕКТА АКВАБЕСТ В ОБЛАСТИ КОРМЛЕНИЯ  
РЫБЫ В РЕГИОНЕ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ**

## 14. ПРОИЗВОДСТВО МИДИЕВОЙ МУКИ ИЗ МИДИЙ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

Одд Линдхал

Оригинал – Mussel meal production based on mussels from the Baltic Sea. Odd Lindahl. Reports of Aquabest project 6/2013.

[http://www.aquabestproject.eu/media/12036/aquabest\\_6\\_2013\\_report.pdf](http://www.aquabestproject.eu/media/12036/aquabest_6_2013_report.pdf)

### 14.1 Введение

Многие прибрежные районы и участки страдают от эвтрофикации, вызванной стоками с сельскохозяйственных земель и операциями в аквакультуре. Балтийские голубые мидии (*Mytilus trossulus* или *Mytilus edulis*) являются перспективным голубым уловом, который обеспечивает идеальный способ для рециркуляции питательных веществ в Балтийском море. Мидии не требуют корма, но фильтруют фитопланктон из воды и тем самым удаляют биогенные вещества и повышают прозрачность окружающей воды. Мидии находятся на втором шаге пищевой цепочки, и могут заменить рыбную муку на муку из мидий, обеспечивая экологическую выгоду. Когда мидий собирают, негативные последствия эвтрофикации нейтрализуются. В то же время биогенные вещества перерабатываются из моря на землю и могут быть повторно использованы в форме муки из мидий в кормах. Хозяйство по выращиванию мидий, кроме того, имеет положительный имидж в обществе, что позволяет более легкое принятие хозяйства и удерживает его на повестке дня. В последние годы инвестиции в исследования обеспечили значительное улучшение производственных и обрабатывающих способов.

Мидии содержат незаменимые аминокислоты метионин, цистеин и лизин, которые важны в кормах. Высушенные раковины мидий являются источником кальция высокого качества. Потенциал муки из мидий в кормах огромен. Мука из мидий, которая получается высушиванием и измельчением мяса мидий, как было показано, имеет свойства, аналогичные рыбной муке, и ее можно использовать в нескольких различных кормовых применениях. Мука из мидий была успешно испытана в качестве компонента кормов с высоким содержанием белка для вскармливания несушек и цыплят. Для того чтобы получить муку из мидий в больших масштабах требуется надежный, энергосберегающий и экономически эффективный процесс. Технический процесс отделения мяса мидий из створок имеет важное значение.

Проект Аквабест инвестировал определенные средства в обработку муки из мидий с целью изучения потенциальных возможностей превращения муки из мидий в основной компонент кормов для рыбы, используемых в регионе Балтийского моря. Использование муки из мидий в рыбных кормах будет уменьшать включение других импортных ингредиентов и таким образом помогать в замыкании пищевой цепочки в аквакультуре Балтийского моря.

### 14.2 Хозяйства по разведению мидий в Балтийском море

Различные исследования хозяйств по разведению мидий, проведенные в Балтийском море, показали, что существует возможность выращивания мидий примерно до архипелага Аландских островов. Далее на север соленость воды становится слишком низкой для выращивания мидий. Хозяйственные испытания показали, что разведение на крупных сетях, видится, наиболее подходящим методом разведения мидий. Самой большой проблемой для преодоления будет обеспечить то, чтобы установка для разведения не повреждалась льдом. Мидии в Балтийском море также имеют довольно слабые биссусные нити и таким образом могут отпадать от сетей из-за воздействия волн и во время обработки и сбора урожая. Наиболее вероятным решением этой проблемы будет опустить питомник мидий ниже к поверхности дна, по крайней мере, в течение зимы. Кроме того, необходимо разработать специальное уборочное оборудование, чтобы была возможность обращаться с небольшими и хрупкими Балтийскими мидиями. Более всеобъемлющий отчет о хозяйствах по разведению мидий на Балтике можно найти в журнале «Подводник, перспективы по мидиям» (SUBMARINER Mussel Perspectives) (март 2013 года), а также в отчетах Аквабест 4/2013 и 5/2013 (Bonardelli 2013, van Deurs 2013).

Как дикие мидии, так и культивируемые мидии доступны для морепродуктов из юго-западной части Балтийского моря (с фермой выращивания мидий в эксплуатации в Кильском заливе). С уменьшением уровней солености воды к восточной и северной частям Балтийского моря, мидии становятся слишком малыми, чтобы использоваться для традиционных целей морепродуктов. Таким образом, это приложение не несет большого значения в пределах региона Балтийского моря.

### 14.3 Экспериментальный завод по производству муки из мидий

Экспериментальный завод для тестирования производственных процессов изготовления муки из мидий был создан в 2011 году и первой половине 2012 года в городе Еллосе, расположенном на западном побережье Швеции (рисунок 14.1). Этот экспериментальный завод имел производительность по обработке порядка 1 тонны свежих мидий в день, в результате чего получалось около 40 - 50 кг муки из мидий и 400 - 500 кг раковин с некоторой частью высушенного мяса мидий, прикрепленного на них. Кроме этого обрабатывались мидии местного производства (свежие) с получением приготовленного на пару и замороженного мяса мидий с происхождением из юго-западной Балтики. В сентябре 2012 года были проведены испытания полной переработки тонны мелких и хрупких Балтийский мидий с Анладских островов. В феврале и марте 2013 были проведены вторые испытания с использованием балтийских мидий в количестве 10 тонн мидий, которые были выращены на Кумлинге, расположенном в восточной части Анладского архипелага.

Испытания по получению муки из мидий, используемой в кормах проекта Аквабест были проведены в июне 2012 года на экспериментальном заводе в Еллосе. Этот экспериментальный завод находился под управлением проекта «Экспериментальный завод по производству муки из мидий», у которого Сообщество Шведского сельского хозяйства и Сельскохозяйственное общество выступали в качестве владельца проекта.



Рисунок 14.1 Экспериментальная линия по мидиям в г.Еллос, Швеция, зима 2013 года

Мука из мидий проекта Аквабест была произведена с помощью отловленных мидий из южных датских вод в качестве сырьевого материала. Мидии были раскрыты на пару, а мясо и раковины отделены на заводе Royal Frysk GmbH поблизости от г. Фленсбурга в Германии. Мясо мидий было отсортировано в качестве сорта А для потребления человеком (рыночные морепродукты) и качества сорта В, которые были заморожены в 5-килограммовых мешках для использования в качестве корма для рыбы в аквариумах или для других целей. Примерно 1,8 тонны сорта В замороженного мяса мидий было доставлено в г.Еллос, подлежащего использованию для производства муки для проекта Аквабест.

Для высушивания продукта использовался вращающийся барабан для сушки (рисунок 14.2), нагреваемый сжиганием деревянной щепы, который разработан компанией «АВ Torкарпаратер» в Стокгольме. Пропускная способность небольшой экспериментальной сушилки составляла около 300 - 400 кг мяса мидий за 24 часа, из чего получалось 60 - 80 кг высушенного мяса мидий (около 20% массы влажного состояния). В общей сложности было произведено около 350 кг муки из мидий.

В среднем, около 5% от веса свежих мидий может быть высушено для получения мяса мидий. Соответствующее первоначальное количество свежих мидий до высушивания, таким образом, можно оценить в примерно 7 тонн.



Рисунок 14.2 Вращающаяся сушилка и окружающее оборудование

В течение процесса сушки, температура медленно повышается таким образом, что мясо мидий в конце достигает температуры 80 - 85°C в течение 30 минут или более. Большая часть ткани мидий затем ужимается до 10 - 20 мм в большей части твердых частиц или гранул. После охлаждения этот материал измельчается с помощью небольшой мукомольной мельницы и затем рассыпается в мешки по 25 кг. Перед закрытием мешков, производится отбор образцов для тестирования на предмет нахождения сальмонеллы. И наконец, мука из мидий проекта Аквабест загружается на поддоны и направляется вместе с сертификатом, что сальмонелла не была обнаружена, на грузовиках в научно-исследовательский институт охоты и рыболовства Финляндии, Лаукая Финляндия, где изготавливаются кормовые гранулы для питания рыб.

#### 14.4 Новый технологический процесс по производству муки из мидий

Во время испытаний по изготовлению муки из мидий на экспериментальном заводе был разработан новый технологический процесс, который был основан на эффекте лизиса (разложения) (рисунок 14.3). Испытания показали, что мясо мидий может быть преобразовано в жидкость, или суспензию, когда свежие или замороженные мидии обрабатываются определенным образом. Вскоре было обнаружено, что этот процесс лизиса имеет ряд преимуществ по сравнению с первым используемым процессом, когда мидии должны были обрабатываться паром, и мясо, и раковины отделялись до высушивания в муку.

В новом процессе мидии расщепляются и обезвоживаются, где после смешивания мяса и ракушечных оболочек осторожно нагреваются при перемешивании. В связи с этим обработка с помощью процесса лизиса происходит и сохраняется до тех пор, пока мясо мидии не станет сжиженным. Суспензию (жидкий раствор) из мидий сливают, а кусочки ракушечных оболочек удаляются с помощью методов разделения. На последнем этапе суспензия нагревается и высушивается, например, с помощью барабанной сушилки. Заявка на патент была подана в Европейское патентное ведомство.

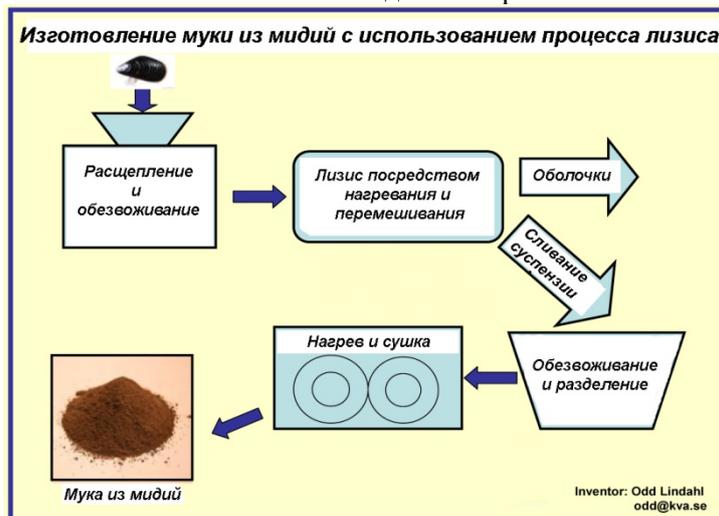


Рисунок 14.3 Процесс лизиса для получения муки из мидий

Процесс лизиса считается особенно полезным и важным, когда должны обрабатываться хрупкие и тонкие ракушечные оболочки Балтийских мидий до превращения в муку. Все различные этапы процесса были испытаны один за другим в лабораторном масштабе, и все операции было отрегулированы для безупречной работы. Следующий шаг развития представляет собой увеличение масштабов производства и включение различных этапов в один непрерывный производственный процесс.

#### 14.5 Использование мидиевой муки в производстве кормов для рыб

Мука из мидий содержит кальций, 65% белка и 8% жира, обеспечивая отличную питательную ценность для использования в рыбных кормах (Lindhahl *et al.*, 2005). Мидии характеризуются высоким содержанием эфирных богатых серой аминокислот, метионин, цистеин и лизин, которые соответствует содержанию в рыбной муке (таблица 1). Когда ракушечные оболочки включаются в исходное сырье, они могут также обеспечить его карбонатом кальция. В то же время, мидии отличаются исключительно высоким содержанием белка в кормах для домашней птицы, а также в кормах для рыбы. Свежее мясо мидий характеризуется содержанием жира около 2% (40% из которых являются Омега-3 молекулами с длинной цепочкой жирных кислот). 20 кг сырья из голубых мидий необходимо для производства 1 кг муки (Lindhahl & Kollberg, 2008). Мука из мидий содержит около 1% азота и 0,1 % фосфора (Lindhahl *et al.*, 2005). Мука из мидий не показала никаких признаков содержания стойких органических загрязнителей, до тех пор, пока хозяйство по выращиванию мидий не помещается рядом с загрязняющим источником. Более всеобъемлющее описание мидий в качестве ресурса для производства кормов можно найти в публикациях Lindahl (2011).

Таблица 14.1 Содержание белка и доли богатых серой аминокислот и лизина в мидиях и рыбной муке и некоторых других широко используемых видов кормовой продукции (Berge and Austreng, 1989; Johansen, 2008).

Показатели	Мясо мидий	Мидиевая мука	Рыбная мука	Рапсовый жмых	Горох	Соевый жмых	Пшеница
Белок, г кг <sup>-1</sup> , исходный вес	645	764	670	237	265	520	120
Метионин, % белка	1,8	2,5	2,8	2,0	1,0	1,4	1,6
Метионин + Цистин, % Белка	2,6	4,2	3,7	4,5	2,4	2,9	3,9
Лизин, % белка	6,0	7,7	7,4	5,6	7,1	6,2	2,8

#### 14.6 Заключение

Балтийские голубые мидии как правило имеют размеры 10 - 30 мм и имеют хрупкую и тонкую ракушечную оболочку. Следовательно, эти мидии легко разламываются и мясо и оболочки не могут быть разделены с помощью способов, используемых для более крупных и с более толстой оболочкой мидий морского происхождения. Абсолютно необходимо удалять 90 - 95 % от ракушечных оболочек, если должна изготавливаться высококачественная мука которая может заменить рыбную муку в кормах для использования, например, в рыбоводческих хозяйствах. Недавно изобретенный процесс лизиса для получения муки из мидий показал очень перспективный результат при использовании Балтийских мидий. Однако масштабирование технологического процесса от лабораторного уровня до промышленного масштаба еще предстоит осуществить.

Хозяйства по выращиванию мидий и производство муки на Балтике в настоящее время трудно расширить из-за производственных и транспортных расходов. Текущие небольшие объемы производства не позволяют включить муку из мидий в рыбное питание в регионе Балтийского моря в промышленном масштабе. Тем не менее, при всевозрастающей цене на рыбную муку и рыбий жир, мука из мидий могла бы в будущем стать конкурентным компонентом рыбных кормов. Хозяйство по выращиванию мидий по-прежнему обеспечивает идеальный способ удаления биогенных веществ и улучшения прозрачности воды, а мука из мидий является ценным компонентом корма для птицы и рыбы с высоким содержанием белка.

#### 14.7 Список использованных источников

- Berge, G. M. and Austreng E. 1989. Blue mussel in feed for rainbow trout. *Aquaculture*, 81, 79-90.  
 Bonardelli, J. 2013. Technical and practical requirements for Baltic mussel culture. *Aquabest reports 4/2013*. 61 pages.  
 van Deurs, M. 2013. Best practice for mussel farming in the Baltic Sea: Special focus on Åland conditions. *Aquabest reports 5/2013*. 28 pages.

- Johansen, N.F. 2008. Ekologiskt foder – Hur kan man klara det? I Lindahl O. (editor) *Muslingemel i stedet for fiskemel i økologiske foder till æglæg- gende høns, kylling og andre husdyr*. TemaNord 2008: 536. ISBN 978-92-893-1687-3. 57 pp. <http://www.norden.org/pub/sk/showpub.asp?pubnr=2008:536>.
- Lindahl, O., Hart, R., Hernroth, B., Kollberg, S., Loo, L-O., Olrog, L. Rehnstam-Holm, A-S., Svensson, J., Svensson, S. & Syversen U. 2005. Improving Marine Water Quality by Mussel Farming: A Profitable Solution for Swedish Society. *Ambio*. 34: 131–138
- Lindahl, O. & Kollberg, S. 2008. How mussels can improve coastal water quality. Mussel farming – a way to combat eutrophication. *Bioscience-explained*, vol 5, no 1.
- Lindahl, O. 2011. Mussel Farming as a tool for re-eutrophication of coastal waters: experiences from Swe-den. Pages 217 – 235 in S. Shumway (ed.) *Shellfish Aquaculture and the Environment*. Wiley-Blackwell.
- SUBMARINER, 2013. Mussel Perspectives. [http://submariner-project.eu/index.php?option=com\\_content&view=article&id=94:mussel-farming&catid=42&Itemid=228](http://submariner-project.eu/index.php?option=com_content&view=article&id=94:mussel-farming&catid=42&Itemid=228)

## 15. МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ИНГРЕДИЕНТОВ РЫБНОГО КОРМА ИЗ МЕСТНОГО ИСТОЧНИКА НА КОНЦЕНТРАЦИЮ ФОСФОРА В БАЛТИЙСКОМ МОРЕ

Тобиас Вреде, Тереза Линдхольм, Мартин Футтер, Хампус Маркенстен

Оригинал – Modeling the effects of locally sourced fish feed ingredients on net phosphorus loading to the Baltic Sea. Tobias Vrede, Teresa Lindholm, Martyn Futter and Hampus Markensten. Reports of Aquabest projects 9 / 2014.

[http://www.aquabestproject.eu/media/13822/aquabest\\_9\\_2014\\_report.pdf](http://www.aquabestproject.eu/media/13822/aquabest_9_2014_report.pdf)

### 15.1 Введение

Рыба является важным пищевым ресурсом, и сектор демонстрирует быстрый рост во всем мире, где растущий процент спроса на пищевую рыбную продукцию решается за счет аквакультуры (FAO, 2013). В Балтийском море спрос на пищевую рыбную продукцию в настоящее время в основном удовлетворяется за счет импорта рыбы, но потенциально может быть встречен ростом производства аквакультуры в регионе. В то время, когда Швеция и Дания увеличили производство аквакультуры, уровень производства в Финляндии и Эстонии остались на прежнем неизменном уровне. Аквакультура – это индустрия, которая зачастую располагается в сельскохозяйственных районах, где мало возможностей найти работу. С точки зрения социальной и экономической устойчивости, это имеет очень важное значение для сохранения статуса аквакультуры в Балтийском регионе. В дальнейшем, укрепление аквакультуры в Балтийском море также сделает вклад в улучшение местной продовольственной базы, и обеспечит потребителей высококачественными продуктами питания.

Производство аквакультуры в Финляндии сократилось и остановилось с 1990-х гг. несмотря на разработку производственных способов, выращивание рыбы до сих пор осуществляется в рассредоточенных небольших модулях в традиционных местах обитания (Ministry of Agriculture and Forestry, 2009). Строгие требования законодательства и требования к качеству были упрощены для завершения необходимых процедур с помощью иностранного импорта. Из всей рыбы, выращенной на еду, 83% было произведено в морских зонах, главным образом, это разведение лососевых в садках открытого типа (Game and Fisheries Research Institute, 2013). Большая часть аквакультуры в садках открытого типа производится на Аландских островах, где 42% от общего производства приходится на Финляндию. Около 28% всего производства приходится на Юго-западный архипелаг, а 13% производится в других областях. Около 13000 тонн (17%) было произведено на островах (Game and fisheries research, 2013).

Аквакультура в Швеции также ведется главным образом в садках открытого типа, наиболее популярными видами при этом являются радужная форель, а также другие лососевые и угри. Количество радужной форели ежегодно составляет 10.499 тонн (Jordbruksverket, 2012), что составляет около 84% от общего веса свежего урожая. 24% радужной форели выращивается в море. Общее производство аквакультуры в Швеции составило 12.447 тонн, 35% из которых приходятся на прибрежные районы и архипелаги (Jordbruksverket, 2012).

Дания, аналогично Швеции и Финляндии, главным образом производит радужную форель. Общее ежегодное производство составляет 31000 тонн для пресной воды и 9000 тонн в море (Jokumsen & Svendsen, 2009). Все больше и больше пресноводных ферм в Дании перестраиваются и становятся частично рециркуляционными, так называемыми модельными фермами, вследствие более жестких требований законодательства к охране окружающей среды.

Эстония произвела всего 371 тонн рыбы в 2007 году, 66% из которых составила радужная форель (Statistics Estonia, 2013). Производство аквакультуры является относительно мелким в сравнении с другими странами Балтийского региона, а рыба, как правило, реализуется на местном рынке.

Самым большим беспокойством по аквакультуре в Балтийском море является удаление питательных веществ из ферм на базе открытых садков. Это связано с множеством законопроектов, согласно которым введено ограничение на загрязнение окружающей среды от аквакультуры. Фосфор (P) и азот (N) вызывают особое опасение, т.к. эти питательные вещества приводят к эвтрофикации. Местные последствия выращивания в садках открытого типа могут быть существенными, если ферма размещается в неустойчивом месте, а концентрация комбинированных питательных веществ за счет диффузии и точечных источников повышается до критического значения концентрации для экосистемы. Однако, несмотря на это, сброс питательных веществ предприятиями аквакультуры значительно повышает эвтрофикацию в некоторых местах Балтийского моря, доля питательных веществ от рыбоводческих

хозяйств в целом является небольшой по сравнению с другими источниками. В 2006 году, рыбные фермы в Балтийском море сбросили 102,5 тонны фосфора и 705 тонн азота, что составило лишь 0,4% и 0,1% от общего содержания фосфора и азота в Балтийском море соответственно (Таблица 15.1).

Таблица 15.1 Концентрация фосфора и азота в Балтийском море в 2006 году. Всего: общая концентрация питательных веществ в наблюдаемых реках, ненаблюдаемых реках и непосредственных точечных источниках загрязнения; Рыбные фермы: концентрация питательных веществ от рыбных ферм в Балтийском море (data from HELCOM, 2011).

Страна	Всего		Рыбоводные фермы	
	P (тонн в год)	N (тонн в год)	P (тонн в год)	N (тонн в год)
Дания	1 520	53 000	55	417
Финляндия	790	20 400	2	15
Эстония	3 490	79 000	36	280
Германия	490	16 900		
Латвия	2 800	59 500		
Литва	2 800	28 000	<<1	<1
Польша	10 240	152 600		
Россия	4 070	107 600		
Швеция	3 730	121 000	11	83
<b>Всего</b>	<b>28 370</b>	<b>638 000</b>	<b>103</b>	<b>795</b>

Источником всех питательных веществ, поступающих из рыбноводных ферм на базе открытых садков, являются корма для рыб. Т.к. сырьевые ингредиенты, используемые в кормах для рыб, приобретаются за рубежом, существует постоянное поступление питательных веществ в море, что больше, чем удаление питательных веществ посредством сбора урожая выращенной рыбы. Таким образом, имеющаяся в настоящий момент методика для садков открытого типа повышает вероятность эвтрофикации в Балтийском море. Т.к. снижение вероятности эвтрофикации является одним из главных приоритетов по улучшению экологического состояния, присутствует необходимость в инновационных способах по снижению концентрации питательных веществ поступающих из аквакультуры. Одним из таких способов является замыкание циклов питательных веществ. Концептуально важным аспектом такого подхода является различие между концентрацией брутто и нетто питательных веществ. В то время, как концентрация брутто представляет собой сумму всех питательных веществ, которые удаляются из окружающей экосистемы, концентрация нетто представляет собой концентрацию в системе после оценки того, что питательные вещества могут быть повторно использованы для производства кормов в окружающей экосистеме, и что питательные вещества удаляются из Балтийского моря при ловле выращенной рыбы.

На Аландских островах аквакультура составляет 62% от местной антропогенной нагрузки фосфора (ÅSUB, 2012), даже, несмотря на то, что это составляет только 0,9% от общей нагрузки фосфора Финляндией в Балтийском море (HELCOM, 2011). Т.к. аквакультура в значительной степени содействует местной концентрации питательных веществ, в сравнении с другими отраслями на этих островах, к выращиванию рыбы относятся отрицательно, что объясняется строгими требованиями к окружающей среде. Несмотря на попытки по переносу аквакультуры в места с более производительным обменом воды, значительное уменьшение выброса питательных веществ достигнуто ввиду использования более качественных кормов и технологий, однако данная индустрия не получила широкого развития. Воды за пределами архипелага, однако, зачастую характеризуются высокопроизводительным обменом воды и, таким образом, для выращивания на базе открытых садков имеется большое количество пригодных мест. По этой причине, эти территории включают наиболее благоприятные территории для такого рода выращивания в Балтийском море. Учитывая, высокую долю местного загрязнения от аквакультуры, потенциал для увеличения аквакультуры и значительную важность отрасли для экономической и социальной устойчивости малых общин архипелага, рыбоводство на Аландских островах является идеальным тематическим исследованием для моделирования прибыли от использования рыбного корма, происходящего из Балтийского моря.

В данном отчете мы представляем модель баланса массы, которая используется для расчета чистой биогенной нагрузки от хозяйств на базе садков открытого типа с использованием ряда сценариев с различными источниками корма для рыб (как в пределах, так и вне Балтийского моря и Балтийского региона). Целью является оценка текущей концентрации питательных веществ и изучение, при каких условиях аквакультура не способствует чистой биогенной нагрузке в экосистеме. В качестве первого

учебного примера мы используем Аландские острова, но расчеты охватывают весь Балтийский регион.

### 15.2 Модель потоков фосфора на рыбоводных фермах в Балтийского моря

Модель, описанная здесь, представляет собой упрощенную модель устойчивого состояния баланса массы потоков питательных веществ, в которой главные потоки, относящиеся к аквакультуре, рассчитываются с точки зрения Балтийского моря (Рисунок 15.1). В качестве оборотного средства данная модель использует фосфор (P), т.е. все запасы и потоки выражаются в единицах P. Разумным основанием для этого служит то, что биогеохимические циклы фосфора и азота связаны в большой степени, но сложность заключается в моделировании потоков азота, т.к. существуют дополнительные пути для азота (фиксация азота, денитрификация и т.д.). Концентрация фосфора от рыбоводных ферм в Аландских островах вносит очень большую составляющую от общей концентрации фосфора для данного региона.

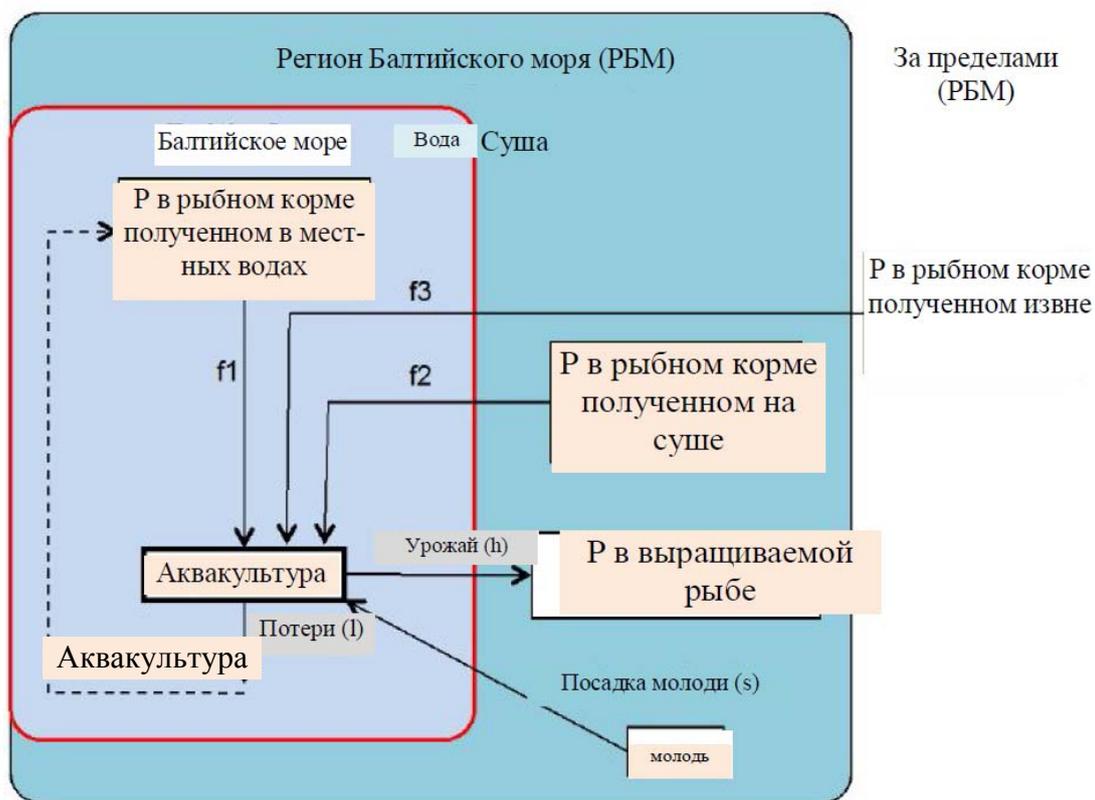


Рисунок 15.1 Общее графическое представление модели баланса массы фосфора (P) в аквакультуре региона Балтийского моря. Блоками обозначены постоянные запасы азота, а стрелками – потоки фосфора. Красная линия очерчивает границы системы, для которой рассчитывается концентрация фосфора. Тем не менее, модель может быть расширена за счет включения других элементов, чем P

Главным результатом модели служит концентрация фосфора от рыбных ферм, которая определяется как сумма концентраций для земных и внешних источников, а также имеющихся запасов молоди ( $f2 + f3 + s$ ) за вычетом фосфора из аквакультуры ( $h$ ). В дополнение к этим потокам фосфора, также имеется поток фосфора от рыбных кормов в пределах Балтийского моря ( $f1$ ), и брутто потери фосфора от рыбных ферм ( $l$ ). Модель задана в виде стационарной модели на базе Microsoft Excel, а для оптимизации смешивания кормов использовалась функция Excel solver, чтобы свести к минимуму концентрацию фосфора, согласовывая ограничения по составу корма (см. ниже).

#### 15.2.1 Предпосылки модели, значения параметров и ограничения

Оборот питательных веществ в экосистеме Балтийского моря является очень сложным вопросом, а экосистема подвержена множеству антропогенных факторов, таких как, например, рыболовство, изменения климата, эвтрофикация от аквакультуры, других точечных источников загрязнения и источ-

ников диффузии и т.д. В то время, как общее управление экосистемой Балтийского моря не отражено в данном отчете, мы допускаем, что предпринимаются попытки, нацеленные на более глобальное осознание экосистемы и круговорота питательных веществ в ее пределах. Например, модель Nest, разработанная исследовательской программой MARE, обслуживается и в настоящий момент, и пересмотрена институтом Baltic Nest Institute (международный исследовательский альянс между центром Стокгольмского университета по Балтийскому морю, Шведским агентством по морскому и водному управлению, Орхусским университетом и Финским университетом по защите окружающей среды). Nest – система по поддержке принятия решений, нацеленная на упрощение адаптивного управления экологической оценкой в Балтийском море, уделяет особое внимание эвтрофикации (Wulff et al. 2013). В то время, как такой подход является полезным для осознания всей ситуации, он заключается в ограниченном использовании анализа циклов питательных веществ относительно аквакультуры. Также мы утверждаем, что имеется эвристическое значение упрощения модели, в особенности для каждого этапа ее проектирования. Использование упрощенного подхода облегчает восприятие данной модели, и при этом модель может быть более сложной, если это необходимо. Однако, мы допускаем следующее:

- Модель является устойчивой, т.е. состояния и потоки считаются постоянными с течением времени. Признается упрощение ввиду физиологии животных и зависимости оборота питательных веществ от температуры, и есть изменения биомассы запаса рыбы в садках. Однако временно разработанная модель будет более сложной для параметризации.
- Мы допускаем, что удаленные из садков открытого типа питательные вещества биологически доступны для организмов пищевой цепи в Балтийском море (главным образом, поглощение фитопланктоном), а также отсутствует аккумуляция питательных веществ в осадках. В то время, как большинство удаленных питательных веществ вероятно доступны сразу же для поглощения водорослями, некоторые из веществ откладываются в поверхностных осадках. В зависимости от местных условий, например, состояния кислорода, ресуспендирования осадков и микробиологической активности, такие питательные вещества могут быть минерализованы повторно и выпущены в толщу воды. Однако, являются или нет питательные вещества биологически доступными, также служит вопросом времени, подлежащем оценке. В данном примере мы делаем наиболее консервативное допущение, согласно которому все питательные вещества являются биологически доступными. Оценить частично это можно с помощью того обстоятельства, что большие площади дна Балтийского моря являются бескислородными и удержание фосфора не достаточно эффективно. Согласно с этим допущением, промоделированные концентрации фосфора могут расцениваться как максимальная концентрация для каждого сценария, а любое включение накопления осадочных питательных веществ сократит концентрацию.
- Мы допускаем, что общее количество удаленных питательных веществ из рыбоводных ферм не изменит концентрации последних, устойчивых запасов или не отразится на производительности экосистемы Балтийского моря. Такое допущение может быть оценено с точки зрения того, что аквакультура представляет собой крошечную часть от общего оборота питательных веществ в экосистеме. С другой стороны, добыча рыбы или мидий в Балтийском море для включения их в корма для рыб, обладает потенциалом для изменения структуры экосистемы. В данном случае, мы допускаем, что использование биомассы экосистемы остается на то же уровне, что и представлено сегодня.
- Организмом для модели, который мы выбрали, является радужная форель. Обоснованием для этого является то, что данный вид наиболее часто выращивается в Балтийском море, а реальные значения параметров для модели хорошо известны, что устраняет неопределенности. Мы допускаем постоянное содержание фосфора для радужной форели, 4 грамма фосфора на килограмм «сырой» массы радужной форели, и постоянный коэффициент поглощения 55% (т.е. 55% от фосфора в корме, будет включено в биомассу рыбы, остальное было освобождено). Судить о том можно по тому факту, что кормовая смесь оптимизируется или почти оптимизируется исходя из содержания фосфора (которое должно быть в пределах 6,85-8 граммов на килограмм «сырой» массы корма для рыбы), при этом значение в 6,85 г/кг соответствует нулевому сценарию, т.е. минимальному уровню.
- Состав рыбного корма также ограничился исходя из минимальных количеств классов биохимических структур в корме; 360г. белка, 330г. жиров, 140г. углеводов на килограмм «сырой» массы корма для рыбы.
- Максимально допустимое содержание муки было ограничено до 200 г. на килограмм «сырой» массы корма для рыбы. Такое ограничение, как правило, связано с экономическими соображениями

для пищевой промышленности и в связи с ростом цен на рыбную муку; этот параметр в будущем может сократиться.

- Содержание витаминов (2%) и рыбьего жира (17,5%) сохранилось постоянным для кормовых смесей.
- Также мы допускаем, что количество концентрации фосфора за счет посадки смолтов, незначительное в сравнении с концентрацией фосфора (P) от корма.
- Чтобы рассчитать общее количество концентрации фосфора (P), мы провели оценку производства рыбы для текущей аквакультуры в Балтийском море, пользуясь оценками, приведенными выше для суммарного количества 24000 тонн в год. После этого данное значение умножалось на удельное значение концентрации фосфора.

Модель, представленная в данном примере, основывается на гипотетическом кормовом рецепте, который изменяется при исполнении различных сценариев. Такой подход отличается от используемого Abrahamsson et al. (2014 год), где вычисления построены на данных, полученных от правительства Аландских островов. Такие подробные данные сложно получить для всей аквакультуры Балтийского моря, т.к. большинством стран не получены точные данные по удалению питательных веществ при выращивании рыбы. Такое же содержание фосфора (P) в рыбе, полученной уловом, и в рыбной муке допускается по Abrahamsson et al. (2014 год) и представленной здесь модели. Обе модели рассчитывают содержание фосфора из морских ингредиентов Балтийского моря как удаление фосфора. Модель, представленная Abrahamsson et al. (2014 год), является наиболее консервативной, т.к. она учитывает только часть фосфора, удаленного за счет ловли, как сокращение концентрации фосфора, берущее начало из рыбной муки Балтийского моря и, таким образом, являясь улучшением для стандартного корма. Модель, представленная в данном отчете, учитывает весь удаленный фосфор при ловле, как непосредственное удаление. Однако, что касается общей концентрации в Балтийское море, то она не зависит, удаляется ли фосфор с помощью ловли рыбы, или с помощью другой рыбной муки, урожай оказывает воздействие на сокращение концентрации фосфора от аквакультуры в море.

Таблица 15.2 Содержание белков, жиров, углеводов и фосфора (P) в различных ингредиентах для рыбного корма, используемых в типовом моделировании.

Кормовой компонент	Белки (г/кг)	Жиры (г/кг)	Углеводы (г/кг)	P (г/кг)
Рыбная мука не Балтийского региона	700	100	0	20
Рыбная мука Балтийского региона	650	99	0	20
Мука из мидий Балтийского региона	648	108	0	10
Соевый белок	600	20	166	6,8
Конский боб	300	15	565	6
Рапсовый белок	691	36	7	11,6
Дрожжи	463	17	376	10
Пшеничная мука	129	17	693	3,7
Рапсовое масло	0	980	0	0
Рыбий жир	0	980	0	0
Смесь витаминов	0	0	0	0

### 15.2.2 Сценарии модели

Для описанной выше модели было имитировано семь различных сценариев, при этом использовались кормовые ингредиенты с различным содержанием белков, жиров, углеводов и фосфора (Таблица 15.2) и другими различными количествами морских ингредиентов Балтийского моря (Таблица 15.3).

В полном сценарии (сценарий 0), который предназначен для повторного создания текущей методики, корм состоит из рыбной муки не Балтийского региона, соевых белков, рапсового масла, пшеничной муки, рыбного жира и витаминов. Пропорции такие же как и в коммерческих кормовых смесях (Таблица 15.3). Предполагается, что весь фосфор в корме для данного сценария получен за пределами Балтийского региона. Используя такие кормовые смеси, мы также исследуем последствия на концентрацию питательных веществ с увеличением на 50% для аквакультуры (сценарий 0b).

В сценарии 1 удаление фосфора задается равным 0, т.е. нулевая концентрация питательных веществ. В этом сценарии, нами использована функция solver в Excel для включения рыбной муки в Балтийском море в дополнение к кормовым компонентам, используемым в сценарии 0 (Таблица 3). Следует

обратить особое внимание в данном сценарии к другим вариантам, которые приводят к нулевой концентрации питательных веществ, количество произведенной рыбы не оказывает никакого воздействия на общую концентрацию питательных веществ. Кроме того, кормовые смеси состоят на 45% из фосфора Балтийского моря, что является следствием того, что эффективность объединения фосфора составляет 55%. Ввиду выбранной кормовой смеси в сценарии 1, в ней представлено больше рыбы из Балтийского моря, чем в настоящий момент экономически осуществимо. Нами включена другая опция (сценарий 2), в которой корму допускается содержать только до 10% рыбы Балтийского региона. Итоговая кормовая смесь также использовалась в сценарии 2b для оценки потенциального производства рыбы при условии, что концентрация фосфора должна уменьшиться на 20% в сравнении со сценарием 0. Объяснением для такого расчета является то, что это является целью для уменьшения концентрации питательных веществ, что с политической точки зрения присутствует на Аландских островах.

В сценарии 3, ограничения аналогичны ограничениям в сценарии 2, за исключением того, что допускались мидии и конские бобы, но общее содержание муки из мидий и рыбы было ограничено до 20%. Причиной включения конских бобов послужило то, что отсутствовало решение, согласно которому содержащиеся мидии соответствовали всем ограничениям, не включая бобов.

Таблица 15.3 Обзор различных моделей сценариев, с итоговыми кормовыми составами, содержанием фосфора (P) и концентрациями фосфора в корме из Балтийского моря

Сценарий	0	0b	1	2	2b	3	4	5	6
Компонент рыбного корма (% по массе)	Текущая методика	Как сценарий 0, но производство на 50% выше	Включена рыба Балтийского моря, нулевая концентрация фосфора	Как в сценарии 1, но с максимальной концентрацией рыбы Балтийского моря 10%	Корм как в сценарии 2, сокращена общая концентрация фосфора с политической точки зрения	Как в сценарии 2, но допускаются мидии и конские бобы, максимальное содержание рыбы Балтийского моря – 10%	Как в сценарии 3, но допускаются дрожжи и рапсовое масло	Как в сценарии 0, но внутренняя аквакультура	Как в сценарии 2, но внутренняя аквакультура
Рыбная мука не Балтийского региона	20	20	4,6	10	10	9,2		20	10
Рыбная мука Балтийского региона			15,4	10	10	10	10		10
Мука из мидий Балтийского региона						0,8	10		
Соевый белок	35,6	35,6	35,5	35,5	35,5	34,4	15,7	35,6	35,5
Конский боб						4,9			
Рапсовый белок							8,2		
Дрожжи							15,4		
Пшеничная мука	11,7	11,7	11,7	11,8	11,8	8	8	11,7	11,8
Рапсовое масло	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2
Рыбий жир	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5
Смесь витаминов	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Содержание фосфора в корме (г/кг)	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85
% от фосфора с происхождением в Балтийском море	0	0	45	29	29	30	44	0	29

В сценарии 4 мы также включили больше других экспериментальных источников рыбных кормов, например, дрожжи и рапсовый белок.

В завершение, в сценариях 5 и 6, мы оценили поступающую концентрацию питательных веществ в Балтийское море, если процедуры по аквакультуре определены в пресных водах, а не в Балтийском море, но при том же количестве рыбы, которое производится сегодня. Это было выполнено как при тех же кормовых смесях в нулевом сценарии (сценарии 5), так и для кормовых смесей из сценария 2 (сценария 6, таблица 15.3). Удержание варьирует в зависимости от водосборных бассейнов, как правило, с более низким удержанием в районах, прилегающих к морю и выше в подбассейнах дальше от моря (Рисунок 15.2). Т.к. большая часть аквакультуры в пресных водах имеет место в больших озе-

рах, то в северных гидроэнергетических резервуарах Швеции присутствует потенциал для увеличения аквакультуры, оба из которых обладают высоким удержанием, нами допускается, что удержание будет оставаться высоким в озерах, где аквакультура может потенциально увеличиваться. Однако, мы допускаем, что среднее удержание составляет 50% в пресных водах, т.е. 50% местной концентрации фосфора будет достигнуто в Балтийском море. Такое допущение, вероятно, является консервативным.

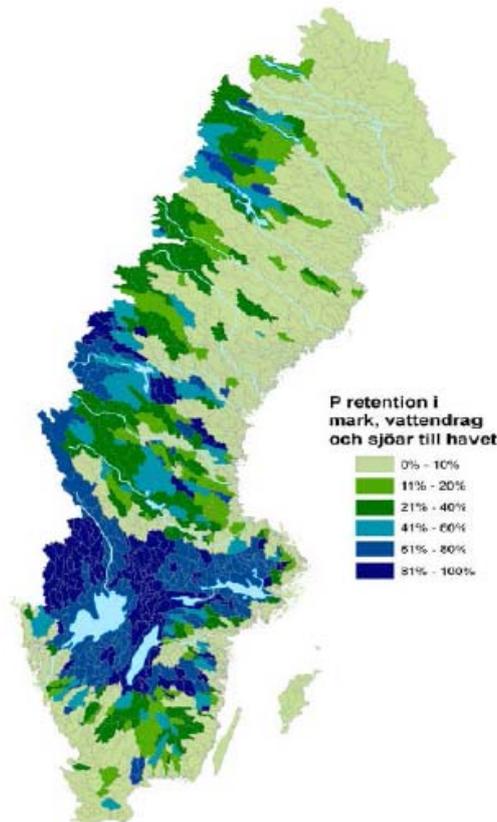


Рисунок 15.2 Удержание фосфора в почве, проточных водах, и озерах (%) в Швеции (Brandt, Ejhed & Rapp 2008, Рисунок 14). Показатели удержания были рассчитаны для дневной нормы, включая утечку, имитирующую транспортировку питательных веществ из одного водного бассейна к следующему, до подхода к морю.

## 15.3 Результаты

### 15.3.1 Текущая методика состава корма – сценарии 0 и 0b

В сценарии 0 оцененное значение концентрации фосфора составило 79 и 18 тонн в год для Балтийского моря и Аландских островов, соответственно (Таблица 15.4, Рисунок 15.3). Поддерживая данную кормовую смесь, концентрация будет пропорциональным относительно количества выращенной рыбы. Однако, в сценарии 0b, 50% увеличение в аквакультуре также приведет к 50% увеличению при внесении.

### 15.3.2 Рыбная мука для корма из Балтийского моря – сценарии 1, 2 и 2b

Одним из возможных решений для получения нулевой концентрации фосфора (сценарий 1) является увеличение рыбной муки Балтийского моря от 0 до 156 г/кг и сокращение муки не балтийского происхождения (Таблица 15.3). Итоговое количество фосфора составляет 0 тонн в год (Таблица 15.4, Рисунок 15.3), и не зависит от количества произведенной рыбы.

Использование увеличенного количества рыбной муки из Балтийского моря в рыбном корме в настоящий момент является альтернативой для уменьшения концентрации питательных веществ в Балтийское море. Однако, пищевая промышленность провела оценку того, что рыбная мука Балтийского моря смогло бы не превышать половину рыбной муки в корме (O. Lerche, Raisioagro, pers. comm. 2013). Итоговая концентрация фосфора из корма содержащего примерно 100г/кг рыбной муки из Балтийского моря и за его пределами не сможет обеспечить нулевую концентрацию фосфора, но

сможет на 65% уменьшить значение в сравнении с нулевым сценарием (сценарий 2, Таблица 15.4, Рисунок 15.3). Данная кормовая смесь позволит увеличить более чем в два раза общее производство рыбы, чем при нулевом сценарии, в то время, как с политической точки зрения возможно уменьшение концентрации фосфора на 20% (сценарий 2b, Таблица 15.4, Рисунок 15.3).

Таблица 15.4 Моделирование чистой нагрузки фосфора от садковых хозяйств открытого типа по выращиванию радужной форели в Балтийском море и Аландских островах: концентрация фосфора не зависит от объема производства

Сценарий	0	0b	1	2	2b	3	4	5	6
Компонент корма для рыб (% по массе)	Текущая методика	Как сценарий 0, но производство на 50% выше	Включена рыба Балтийского моря, нулевая концентрация фосфора	Как в сценарии 1, но с максимальной концентрацией рыбы Балтийского моря 10%	Корм как в сценарии 2, сокращена общая концентрация фосфора из политических точек зрения	Как в сценарии 2, но допускаются мидии и конские бобы, максимальное содержание рыбы Балтийского моря – 10%	Как в сценарии 3, но допускаются дрожжи и рапсовое масло	Как в сценарии 0, но местная аквакультура	Как в сценарии 2, но местная аквакультура
Определенная концентрация фосфора (г/кг корм)	3,08	3,08	0	1,08	1,08	1	0,08	1,58	1,08
Производство радужной форели, Балтийское море (тонн в год)	24000	36000	*	24000	55000	24000	24000	24000	24000
Общая концентрация фосфора, Балтийское море (тонн в год)	79	118	0	28	63	26	2	39	14
Производство радужной форели, Аландские острова (тонн в год)	5500	8300	*	5500	13000	5500	5500		
Общая концентрация фосфора, Аландские острова (тонн в год)	18	27	0	6,3	14	5,9	0,5		
Изменение общей концентрации фосфора, Балтийское море (Δ%)	0	+50	-100	-65	-20	-67	-97	-50	-82

### 15.3.3 Альтернативные местные ингредиенты – сценарии 3 и 4

Добавление муки из мидий (сценарий 3), при соблюдении ограничений в максимум 20% муки из рыбы и мидий, содержание белков и фосфора, только позволило бы незначительный вклад муки из мидий и общая нагрузка фосфора лишь незначительно меньше чем в сценарии 2 (Таблица 15.4, Рисунок 15.3). В сценарии 4, включение других богатых фосфором и белками источников, например, рапсового белка и дрожжей позволит найти способ, который наиболее близок к нулевой концентрации питательных веществ, концентрация фосфора составляет лишь 3% для нулевого сценария (Таблица 15.4, Рисунок 15.3).

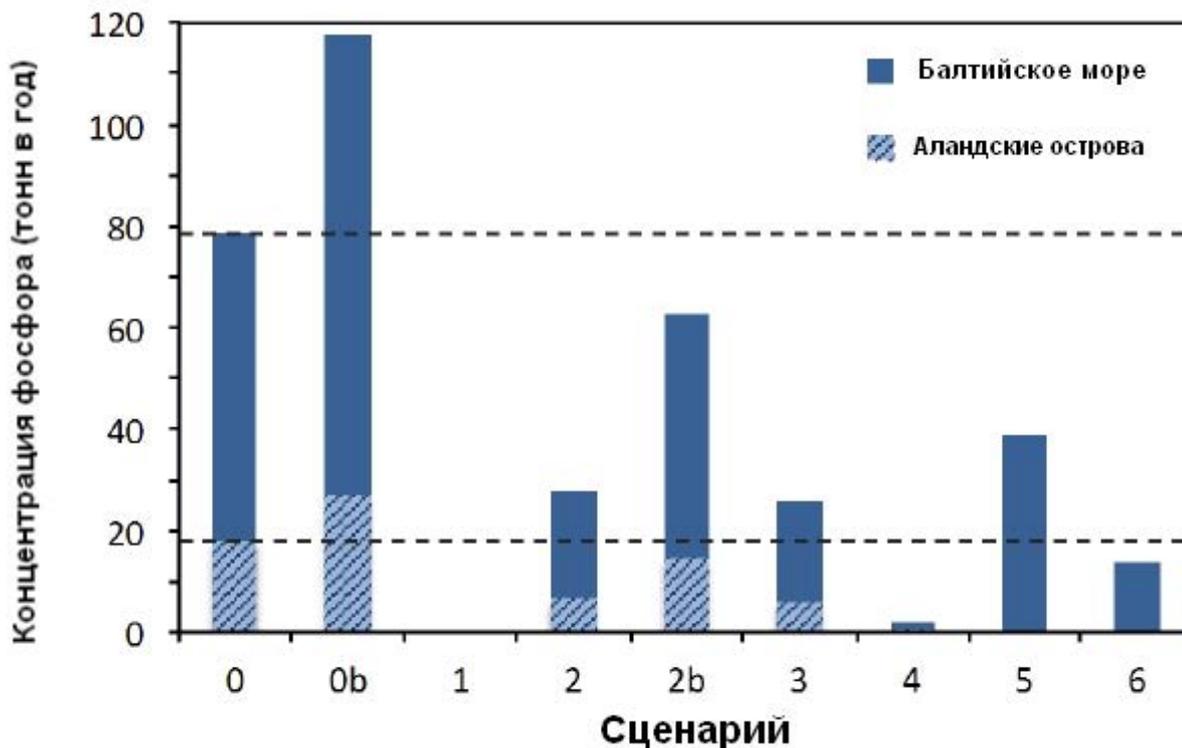


Рисунок 15.3. Общая концентрация фосфора в Балтийском море и Аландских островах при различных сценариях (обратитесь к Таблице 3). Расчеты построены на предположениях, что эффективность концентрации фосфора составляет 55%, общее производство в 24000 тонн в год (все сценарии кроме 0b: 36 000 тонн в год и 2b: 55 000 тонн в год) и 50% удержанием питательных веществ в экосистемах внутренних вод (сценарии 5 и 6). Пунктирные линии отображают концентрацию фосфора в нулевом сценарии для Аландских островов и Балтийского региона соответственно.

### 15.3.4 Аквакультура в пресной воде – сценарии 5 и 6

Если производство аквакультуры в балтийском море перемещается во внутренние воды северной Швеции (с учетом постоянного производства рыбы и 50% удержанием в водных бассейнах), концентрация фосфора сократиться на 50% в сравнении с нулевым сценарием, если используется тот же корм (сценарий 5), и на 82%, если состав корма соответствует сценарию 2 (сценарий 6) (Таблица 15.4, Рисунок 15.3).

### 15.4 Обсуждение

Результаты имитации модели четко отображают, что с точки зрения местных запасов фосфора, результаты по текущей методике является незначительными, но это вносит существенный вклад в эвтрофикацию Балтийского моря. Дальнейшее распространение аквакультуры в садках открытого типа при использовании текущей методики ухудшит воздействие данной отрасли. Другими словами, текущая технология неустойчива.

Однако, результаты модели также отображают, что при уменьшении концентрации фосфора в экосистеме Балтийского моря можно развивать аквакультуру. Представлены кормовые смеси, которые могут обеспечить нулевую концентрацию фосфора, или даже с отрицательным значением. Это, однако, требует обширного использования выловленной в Балтийском море рыбы (шпроты и сельдь) и/или нестандартных кормовых источников (например, синих мидий, выращенных в Балтийском море), которые до сих пор находятся на экспериментальном уровне. Главная проблема заключается в том, что эти кормовые источники гораздо дороже, чем используемые на данный момент. Внедрение новых ингредиентов или увеличение использования рыбной муки из Балтийского моря потребует, таким образом, чтобы использовались соответствующие стимулы, что позволит производителям получать прибыль от повышенных расходов, вызванных наиболее благоприятными для окружающей среды кормами. Подробное обсуждение нормативных требований для аквакультуры Балтийского моря и других аспектов по использованию корма из Балтийского моря можно проследить в отчетах

Аквабест (Ab-rahamsson et al 2013, Granholm & Leskinen 2013, Granholm 2014, Leskinen et al 2013, Raavola et al 2012).

На Аландских островах обсуждается вопрос о прибыли или ее отсутствии за счет включения кормовых источников повторного использования, которые используются для повышения рециркуляции питательных веществ; при этом может быть оценена окончательная прибыль в повышенном производстве. Сценарий 2b, таким образом, описывает, каким образом на Аландских островах прибыль от использования рециркуляции питательных веществ на основе местных ингредиентов позволит сократить на 20% концентрацию питательных веществ и производство, которое примерно в два раза больше, чем на данный момент. Чтобы производители смогли настроить рециркуляцию, которая будет более дорогой по сравнению с традиционными кормами, должны быть пояснены четкие стимулы, которые позволят осуществить увеличенное производство. В особенности для Аландских островов, где объемы производства приостановились, производители находятся в поисках альтернативных вариантов, которые откроют двери для дальнейшего развития. Результаты моделирования предполагают, что возможная область совершенствования в этом направлении может быть упрощена, а затраты сокращены, если включить рыбные корма, полученные рециркуляцией.

Также будет возможной реализация дополнительной устойчивости и даже нулевой концентрации фосфора, если 45% содержания фосфора в корме берет начало из экосистемы Балтийского моря. Такой способ потребует использования нестандартных кормовых источников. В настоящий момент единственный доступным ингредиентом кроме рыбной муки из Балтийского моря, который непосредственным образом сокращает концентрацию питательных веществ, является мука из мидий. Балтийские синие мидии (мидия съедобная), которая собирает за счет фильтрации фитопланктона, и таким образом, удаляет питательные вещества и повышает видимость в воде. Мука из мидий является высококачественным продуктом замещающим рыбную муку, но с меньшим содержанием фосфора. Мидии могут быть использованы для кормов, но в настоящий момент количества по выращиванию слишком малы, а производство очень дорогое, чтобы его можно было поставить на коммерческий уровень. Повышение цен на рыбную муку может сделать муку из мидий альтернативным вариантом по ее замещению в будущем. К другим альтернативным местным ингредиентам относятся конские бобы, рапсовый белок и дрожжевой белок, полученный из оставшейся биомассы. Растительные ингредиенты, выращенные в водосборном бассейне, не уменьшают непосредственно приток питательных веществ в Балтийское море, но могут обладать положительными последствиями на региональную экономику и уменьшение зависимости от импорта. Дрожжи, полученные из оставшейся биомассы, также вносят существенный вклад в рециркуляцию питательных веществ. Такие ингредиенты, полученные из Балтийского региона, содержат много белка и фосфора и, таким образом, могут соответствовать ограничениям на содержание фосфора и белка без какого-либо использования рыбной муки за пределами Балтийского моря. Это также может помочь использовать рыбные источники более рационально на глобальном уровне.

Еще одним средством по уменьшению концентрации питательных веществ в Балтийское море может служить расположение рыбных ферм во внутренних водах с высоким удержанием. В частности, если используемый корм состоит из ингредиентов Балтийского моря (сценарий б), то можно добиться основной концентрации питательных веществ. Однако, расположение рыбных ферм во внутренних водах не просчитывается тщательно, и необходимо следить за последствиями на окружающую среду (Markensten, Fölster, Vrede and Djodjic 2012; Andersson 2012).

В то время, как нулевой сценарий недооценивает концентрацию питательных веществ от аквакультуры в сравнении с данными HELCOM примерно на 28%, последний также содержит концентрацию питательных веществ из экосистем внутренних вод, что отражается на несоответствии. Отличие между нашей моделью и HELCOM можно также проследить по неопределенностям. Например, если реализованная эффективность объединения составляет менее 55%, ожидаемая концентрация увеличится. С другой стороны, мы допускаем, что отсутствует постоянная секвестрация питательных веществ в осадках, и приведет к переоценке количества фосфора, который становится биологически доступным и, таким образом, отражается на эвтрофикации. Учение по мезокосму Gyllenhammar, Håkanson and Lehtinen (2008) дают заключение, что система достигла нулевого порогового значения по концентрации аквакультуры, когда корм состоит более чем на 11% из балтийской сельди. Такой результат поясняет, что меньшее количество фосфора из Балтийского моря нуждается в балансе, чем в нашей модели. Пояснения заключаются в том, что отложение осадка и последующее постоянное захоронение питательных веществ играет довольно важную роль, или, что эффективность объединения фосфора, которую мы использовали, очень низкая. В качестве результата, фактическая безубыточность для

нулевой концентрации питательных веществ может быть даже меньше 45% от содержания фосфора, полученного из Балтийского моря, как в нашей модели.

Модель может быть усовершенствована, чтобы приобрести большую реалистичность и количественную точность. Основными усовершенствованиями могут быть: 1) рассмотрение стоимости корма, 2) моделирование эффективности объединения фосфора и эффективность роста как функция от состава корма, 3) моделирование захоронения осадочных питательных веществ и 4) включение азота в модель. Кроме того, анализ чувствительности модели относительно неопределенностей в параметрах модели является очень полезным для определения других областей по улучшению и исследованию.

Мы также допускаем, что наши результаты отражают только один из наиболее важных вопросов по аквакультуре. Например, модель не учитывает локальные последствия эвтрофикации, которые могут быть значительными, если не применяется соответствующее планирование по расположению и масштабности. Однако, рыбные фермы на Аландских островах были перенесены на глубину, где прослеживается хороший обмен воды, а местные последствия незначительны. В других частях Балтийского моря нами допускается, что выполняется соответствующее планирование по расположению, чтобы свести риски к минимуму. Другим важным аспектом как с точки зрения здоровья человека, так и экономики являются токсины, стойкие органические загрязнители (например, диоксины, ПХБ и перфторалкильные кислоты), а также водорослевые кислоты. При включении кормов, ингредиентами которых являются ингредиенты, полученные из Балтийского моря, необходимо уделять особое внимание поддержанию составляющих на минимальном уровне.

Несмотря на то, что модель является довольно простой, мы с ответственностью заявляем, что она позволяет получать результаты для стратегического управления, и формировать основу для дискуссий и принятия решений. Модель характеризуется высокими показателями и служит описанием концентрации фосфора различными способами, хотя точное количество должно интерпретироваться с осторожностью.

## 15.5 Список использованных источников

- Abrahamsson D., Lindholm T., Vielma J., Futter M. 2013. Circulating nutrients in the Åland Islands aquaculture. The Government of Åland, Mariehamn, Finland.
- Andersson, J. 2012. GIS-analys för lokalisering av lämpliga lokaler för fiskodling i Jämtlands län. Finnish Game and Fisheries Research Institute, Helsinki. Aquabest project report 1/2012
- Brandt, M., Ejhed, H. & Rapp, L. 2008. Näringsbelastningen på Östersjön och Västerhavet 2006. Sveriges underlag till HELCOM:s femte Pollution Load Compilation. – Naturvårdsverket, Rapport 5815
- FAO, 2013. Global aquaculture production statistics for the year 2011. <ftp://ftp.fao.org/fi/news/GlobalAquacultureProductionStatistics2011.pdf>
- Game and Fisheries Research Institute, 2013. Aquaculture statistics for 2012. [http://www.rktl.fi/english/statistics/statistics\\_by\\_topic/aquaculture/](http://www.rktl.fi/english/statistics/statistics_by_topic/aquaculture/)
- Granhölm P. & Leskinen V. 2013. Permitting practice for marine net cage farms in Åland and in Finland. The Government of Åland, University of Helsinki.
- Granhölm P. 2014. Development potential for incentive-based aquaculture regulation: Case study Åland. The Government of Åland, Mariehamn, Finland.
- Gyllenhammar, A., Håkanson, L. and Lehtinen, K.-J. 2008. A mesocosm fish farming experiment and its implication for reducing nutrient load on a regional scale. *Aquacultural engineering* 38, 117-126.
- HELCOM, 2011. Fifth Baltic Sea Pollution Load Compilation (PLC-5). Baltic Sea Environment Proceedings No. 128.
- Jokumsen, A., Svendsen, L. M. 2010. Farming of Freshwater Rainbow Trout in Denmark. DTU Aqua Report No. 219.
- Jordbruksverket. 2012. Aquaculture in Sweden 2012. JO 60 SM 1301.
- Leskinen V., Saarni K., Eskelinen U. & Ekroos A. 2013. Voluntary responsibility schemes in aquaculture in the Baltic Sea region. University of Helsinki, Finnish Game and Fisheries Research Institute.
- Markensten, H., Fölster, J., Vrede, T. and Djodjic, F. 2012. Näringspåverkan av fiskodling i re-gleringsmagasin. SLU, Institutionen för vatten och miljö. Rapport 2012:20.
- Ministry of Agriculture and Forestry, 2009. Kansallinen vesiviljelyohjelma 2015 - Valtioneuvoston periaatepäätös.
- Paavola I-L., Ekroos A., Veinla H., Relve K. 2012. Environmental regulation of aquaculture in the Baltic Sea region - A broad overview of the legal framework. University of Helsinki, University of Tartu.
- Statistics Estonia, 2013. Commercial catch and realisation in fish farms. [http://pub.stat.ee/px-web.2001/Dialog/varval.asp?ma=Fi40&ti=COMMERCIAL+CATCH+AND+REALISATION+IN+FISH+FARMS+BY+SPECIES&path=../1\\_Databases/Economy/10Fishing/&lang=1](http://pub.stat.ee/px-web.2001/Dialog/varval.asp?ma=Fi40&ti=COMMERCIAL+CATCH+AND+REALISATION+IN+FISH+FARMS+BY+SPECIES&path=../1_Databases/Economy/10Fishing/&lang=1) accessed on 25.10.2013
- Wulff, F., Sokolov, A. & Savchuk, O. 2013. Nest – a decision support system for management of the Baltic Sea. Baltic Nest Institute. Technical report No. 10.
- ÅSUB, 2012. Strain on watercourse in Åland 2003-2012, Statistical Yearbook of Åland 2012, 252 p. Mariehamn.

## 16. СОСТОЯНИЕ АРКТИЧЕСКОГО ГОЛЬЦА, ПИТАЮЩЕГОСЯ ИНГРЕДИЕНТАМИ ИЗ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

Ханна Карлберг, Ева Бреннес, Торбйерн Лунд, Яна Пикова, Андерс Кисслинг

Оригинал – Performance of Arctic charr fed with Baltic Sea-sourced ingredients. Hanna Carlberg, Eva Brännäs, Torbjörn Lundh, Jana Pickova, Anders Kiessling. Reports of Aquabest project 10/2014  
[http://www.aquabestproject.eu/media/13996/aquabest\\_10\\_2014\\_report.pdf](http://www.aquabestproject.eu/media/13996/aquabest_10_2014_report.pdf)

### 16.1 Введение

Аквакультура имеет большой потенциал обеспечения нашего растущего населения рыбой, поскольку запасы промысловой рыбы сокращаются. Тем не менее, новое производство должно быть основано на устойчивых методах и технологиях. Аквабест создает прочную основу для новой политики экологического регулирования. Проект стремится продемонстрировать, что аквакультура в регионе Балтийского моря имеет потенциал, чтобы стать устойчивой и ответственной системой производства продовольствия, которая будет принята всеми заинтересованными сторонами.

Цель данного проекта состоит в переработке питательных веществ региона Балтийского моря из водной и наземной среды обратно в пищевую цепь. В виде корма для рыб, состоящего из детоксицированной рыбы Балтийского моря, выращиваемых мидий, микробов и субпродуктов из региональных культур. Эта часть проекта следует потоку; кормовые ингредиенты – питание рыбы - экспериментальное хозяйство. Кроме того, при переработке питательных веществ обратно в пищевую цепь, безопасность пищевых продуктов является одной из главных целей.

Арктический голец (*Salvelinus Alpinus*) является самым северным видом лососевых в мире (Johnson, 1980). Он хорошо приспособлен к низким температурам и, по сравнению с другими лососевыми, арктический голец имеет лучшую способность расти при низких температурах, что делает его оптимальным для сельского хозяйства в холодных водах (Eriksson, Alanära et al. 2010; Siikavuopio, Knudsen et al. 2010). Арктический голец считается деликатесом и его рыночная стоимость постоянно растет (SOU 2009:26). Этот вид показан, как подходящий для замены корма: рыбной муки и рыбьего жира альтернативными кормовыми ингредиентами (см., например, (Tocher, Bell et al. 2001; Pettersson, Pickova et al. 2009). Замена рыбной муки и рыбьего жира повысит устойчивость сельскохозяйственного производства.

Арктический голец является вторым наиболее выращиваемым видом рыбы в Швеции со скромным производством 1849 тонн в 2012 году (SCB 2013). Через национальную избирательную селекционную программу, начатую в середине 1980-х в Шведском университете сельскохозяйственных наук (SLU), шведская промышленность имеет доступ к быстро растущему штамму, Arctic Superior. Это сильно способствовало успешному развитию арктического гольца в сельскохозяйственном производстве Швеции (Eriksson, Alanära et al. 2010; Nilsson, Brannas et al. 2010). В ближайшее время в отрасли ожидается дальнейшее значительное увеличение производства.

В Швеции, виды, которые в основном выращиваются в садках, расположены в крупных олиготрофных водоемах в северо-западных районах страны (Eriksson, Alanära et al. 2010). Эти водоемы, в результате запруживания, являются обделенными питательными веществами (Stockner, Rydin et al. 2000). Рыбные фермы арктического гольца, расположенные в олиготрофных водоемах, были концептуально выявлены для проекта Аквабест. Питательные вещества из рыбоводства, добавленные в окружающую воду и соседние экосистемы, создают положительную цепь питательных веществ. Корм для рыб с ингредиентами из Балтийского моря и его водосборного бассейна будет переносить питательные вещества из европейской южной части Балтийского моря в истощенные водоемы на северо-западе, где ведется сельское хозяйство. Перемещение питательных веществ из богатых водоемов в бедные является концептуальной моделью, которая называется модель «Робин Гуд» (рис. 16.1) (Eriksson, Alanära et al. 2010). Эта модель составляет основу этого проекта.

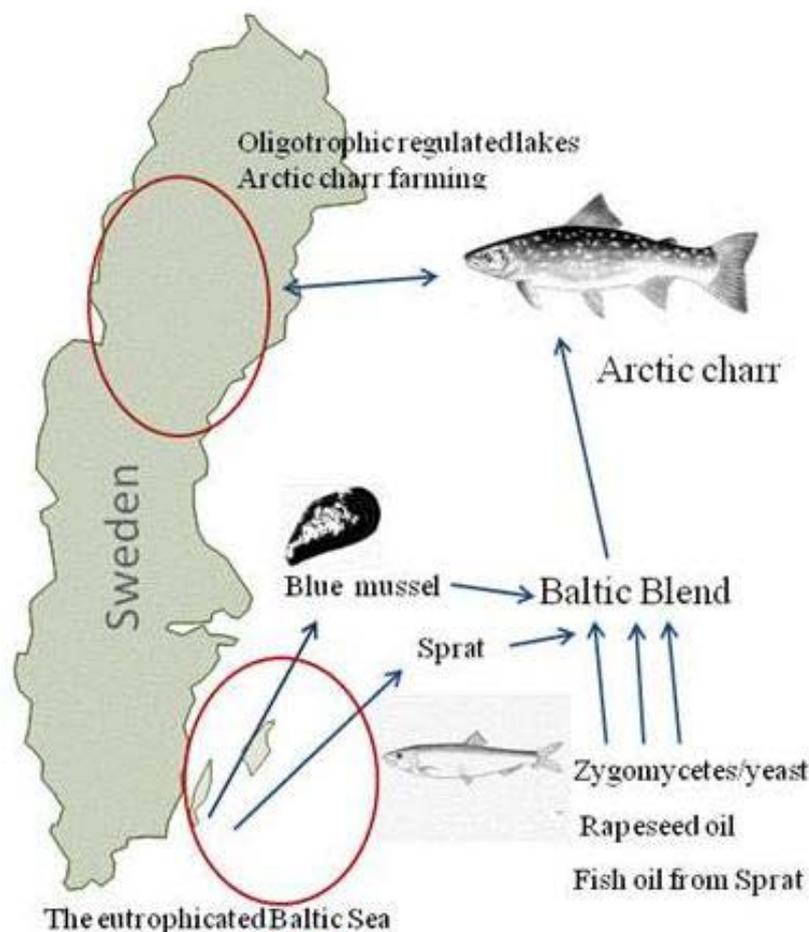


Рисунок 16.1 Модель «Робин Гуд». Питательные вещества (азот и фосфор) транспортируются из богатого питательными веществами, эвтрофированного Балтийского моря в олиготрофные водоемы, пострадавшие от гидроэнергетики в Северной Швеции, где выращивается арктический голец. Через производство рыбных кормов (Балтийской смеси) из мидий Балтийского моря, детоксикационной жирной рыбы, такой как килька, микробов и фракций рапсового масла могут быть созданы цепочки питательных веществ.

Примечание к рисунку:

Oligotrophic regulated lakes	Олиготрофные регулируемые озера
Arctic char farming	Хозяйство по разведению Арктического гольца
Sweden	Швеция
The eutrophicated Baltic Sea	Эвтрофикация Балтийского моря
Arctic charr	Арктический голец
Blue mussel	Голубые мидии
Sprat	Килька
Baltic Blend	Балтийская смесь
Zygomycetes/yeast	Зигомицеты / дрожжи
Rapeseed oil	Рапсовое масло
Fish oil from Sprat	Рыбий жир из кильки

Тщательная оценка новых рыбных кормов и их компонентов - это широкий и длительный процесс. Основным является не только благосостояние рыбы, но и достижения производственных целей, мнение потребителя, а также безопасность продуктов питания также играют важную роль в этом процессе. Продукт должен быть подходящим не только для рыбы, но и давать хороший вкус. Важно, что состав рациона восполняет потребности в питании вида. Животное, которое получает полное питание, в виде гранулированного корма может регулировать потребление конкретного питательного вещества, поедая меньше или больше (Simpson and Raubenheimer 2001). Если питание сформулировано субоптимально по отношению к потребности в питании рыб, это неизбежно приводит к недоста-

точному или чрезмерному потреблению другого питательного вещества. В результате чего возможны вредные последствия в отношении роста, выживаемости и использования кормов (и, следовательно, состав вытекающего потока), а также это влияет на благосостояние рыбы.

Замена рыбной муки является непростой задачей. Использование ингредиентов, которые не подходят для потребления человеком, является одним из возможных способов достичь повышенной устойчивости. Килька (*Sprattus sprattus*) и сельдь (*Clupea harengus*) сегодня, по-видимому, как эффект интенсивного вылова трески и экосистемных дисбалансов широко распространены в Балтийском море. К сожалению, высокие уровни полихлорированных бифенилов (ПХБ) и диоксинов ограничивают потребление их человеком. Удаление диоксинов и других вредных антропогенных веществ через промышленную методику, разработанную датскими компаниями по производству мяса рыбы и рыбьего жира, помогает производить детоксифицированную рыбную муку, пригодную для включения в корма для рыб (Kiessling 2009).

Голубые мидии (*Mytilus edulis*) очень эффективные ассимиляторы планктона. Разведение двустворчатых моллюсков способствует удалению питательных веществ из водной среды. В хозяйстве по разведению мидий в эвтрофных водах питательные вещества берутся из толщи воды во время сбора урожая, что привело к утилизации избыточных питательных веществ в воде, которая была добавлена через антропогенную деятельность (Lindahl and Kollberg 2009). В настоящее время разведение всех двустворчатых моллюсков проводится в морской среде. Ни пресноводные мидии, ни голубые мидии, которые растут в воде с низкой соленостью, не достигают размера, пригодного для рынка человеческого питания. Однако, учитывая экологическую пользу удаления питательных веществ из водной среды, мидии с низкой минерализацией или мидии на пресноводных фермах могут быть вполне прибыльным для включения в корма для животных. В частности, если мясо мидий используется для производства высоко органической рыбы и продуктов из домашней птицы (Lindahl and Kollberg 2008; Lindahl and Kollberg 2009; Goedkoop, Naddafi et al. 2011). Полное замещение рыбного белка культивируемыми мидиями в кормах для радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*) и арктического гольца не показывает снижение роста (Brännäs et al. In prep).

Одноклеточные организмы, микроорганизмы также являются источниками белка для замены. Они являются быстрорастущими организмами, которые потенциально могут расти на бытовых отходах человека. Микроорганизмы, как таковые, как правило, не подходят для непосредственного потребления человеком и теоретически могут быть выполнены на заказ, чтобы удовлетворить потребности выращиваемых рыб. Исследования по разработке микроорганизмов, пригодных для включения в корм для рыб продолжаются, кормовые испытания с радужной форелью показывают многообещающие результаты, (Mydland, Landsverk et al. 2007). Хлебопекарные дрожжи, (*Saccharomyces cerevisiae*) являются хорошим ингредиентом для включения в корм.

Возможные недостатки легче обнаружить по мере того как рыбе дается определенный корм во время полного производственного цикла. Оценка генетических вариаций роста, эффективность и последствия рациона питания в селекционных программах были подчеркнуты как важные элементы (Silverstein, Hostuttler et al. 2005). Для того чтобы оценить новый корм из Балтийского моря, были проведены несколько экспериментов. Наши эксперименты оценивают рост производительности, генетические влияния на рост, вкус и предпочтения, так же как и ряд физиологических факторов на арктического гольца.

Чтобы понять важность детоксикации рыбьего жира из пелагических рыбных хозяйств Балтийского моря преимущественно сельди и кильки была разработана цепь кормления с арктическим гольцом. Уровни стойких органических загрязнителей (СОЗ) в жирной рыбе Балтийского моря были оценены как слишком высокие, поэтому была разработана перегонка рыбьего жира и в настоящее время она практикуется. Правила ЕС и ВОЗ по допустимой недельной дозе (TWI) диоксинов и ДД-ПХБ используются в качестве руководящих принципов негативных последствий этих веществ на здоровье детей и женщин детородного возраста (TWI, 14 пг, токсический эквивалент/кг массы тела/неделю) (SLV 2014). Эти уровни снижаются на 95%, когда рыбий жир очищается активированным углем. Кроме того, методы снижения остальных токсических веществ, также доступны.

Сезамин как биологически активное соединение, добавленное в рацион кормления рыб, много изучалось в последние годы. Сезамин оказывает влияние на метаболизм увеличивая пропорции докозагексаеновой кислоты в белой мышце радужной форели (Trattner, Kamal-Eldin et al. 2008a; Trattner, Kamal-Eldin et al. 2008b). Между тем, Wagner и соавт. (2013; 2014) показали, что сезамин привел к метаболическим нарушениям в печени и мышцах атлантического лосося (*Salmo salar*), и повышенному уровню EROD (этоксирезорифин -О-диэтилаза) в работе печени атлантического лосося и карпа

(*Suiprinus carpio*). Таким образом, сезамин может рассматриваться как ксенобиотическое соединение, в действии подобное на СОЗ.

Цель оценки рыбной муки и рыбьего жира Балтийского моря - оценить обеззараженную рыбную муку и рыбий жир из Балтийского моря, которые используются в кормах для арктического гольца, чтобы узнать больше о его пригодности для включения в корм для рыб. Для этой цели были измерены липиды и жирные кислоты (ФА), входящие в состав и экспрессия генов, участвующих в метаболизме липидов. Кроме того, были проанализированы метаболомика печени и мышц с помощью метаболомического подхода NMR и печеночная активность EROD в качестве биомаркера органических загрязнителей.

В настоящем докладе представлены результаты трех различных программ кормления кормом из Балтийского моря, подаваемого арктическому гольцу. Было проведено долгосрочное исследование полного производственного цикла кормления арктического гольца кормом из Балтийского моря по сравнению с рыбой, которую кормили промышленным кормом. Был проведен тест на предпочтение, где рыба могла выбрать тот, корм, который захочет. Кроме того, обеззараживание рыбной муки и рыбьего жира Балтийского моря также были оценены.

## 16.2 Материалы и методы

### 16.2.1 Корма

Два корма были использованы для долгосрочных экспериментов. Новый корм из компонентов Балтийского моря, далее по тексту Балтийская смесь (БС) и в качестве контрольного корма, рыбная мука на основе корма, что соответствует коммерческим кормам по формуле. См. Таблицу 1 с рецептами и таблицу 2 с составами и общим содержанием энергии. Корма были изготовлены в городе Ювяскюля, в Финляндии в Финском институте исследований охоты и рыбного хозяйства в течение 2013 года, а затем они были отправлены в Aquaculture Centre North (ACN), в Келерне, где проводился длительный эксперимент.

Таблица 16.1 Рецепт Балтийской Смеси, и рыбной муки на основе кормов, используемых в долгосрочных экспериментах. 40 мг/кг астаксантина было добавлено в каждый состав.

Состав (г кг <sup>-1</sup> )	Балтийская смесь	Контрольное значение
Обычная рыбная мука		0,332
Рыбная мука Балтийского моря	0,216	
Обычный рыбий жир	0,071	0,073
Мидии не из Балтийского моря	0,212	
Дрожжи	0,253	
Рапсовое масло	0,047	0,049
Пшеничная клейковина	0,050	
Пшеничная мука	0,131	0,259
Соевый белковый концентрат		0,267
Витамины/минералы	0,015	0,015
Окись титана	0,005	0,005

*Все диеты дополнительно содержат 40 мг астаксантина/кг*

Таблица 16.2 Доля (%) сырого протеина, жира и шлаков корма, а также общее содержание энергии (МДж/кг) двух экспериментальных рационов, используемых в долгосрочных экспериментах.

Параметр	Балтийская смесь	Контрольное значение
Сырой белок	44,4	44,4
Жир	19,9	17,7
Шлаки	7,6	6,5
Общая калорийность (МДж/кг)	21,9	21,9

## 16.2.2 Долгосрочное исследование

### 16.2.2.1 Рыба и ее разведение

Арктический голец из выбранной породы Arctic superior, выращенный в Аквакультуре Центрального Севера, был использован в долгосрочном исследовании. Рыбе из 15 групп родственных особей (каждая группа с отличной родословной) делали наркоз MS-222 ( $40 \text{ mg L}^{-1}$ ), и индивидуально метили PIT-чипами (Пассивные интегрированные транспондеры, BioMark HPT12) в октябре 2012 года. Первоначальная длина и вес были записаны. Рыбы были разделены по шести различным емкостям. Все шесть емкости содержали 33 рыбы из каждой группы братьев и сестер, в общей сложности 495 рыб в емкости. Рыба имела среднюю начальную массу  $32,7 \text{ г}$  (стандартное отклонение  $\pm 10,1$ ) без существенных различий между емкостями (ANOVA,  $p = 0,65$ ).

Во время эксперимента рыбы содержались в проточной системе ( $65 \text{ л мин}^{-1}$ ) в круглых бетонных резервуарах,  $2 \text{ м}$  в диаметре с объемом воды  $5 \text{ м}^3$ . С октября 2012 года по февраль 2013 рыбу кормили промышленным кормом (Skretting Nutra MP  $1,9 \text{ мм}$  и Skretting Optime IP  $2,5 \text{ мм}$ ) с помощью весовых дозаторов, чтобы они выросли достаточно большими, чтобы поедать гранулы  $3 \text{ мм}$ , это наименьший размер гранул, которые могут производиться для этого исследования. Кормление проводилось опытным персоналом, которые дали оценку пищевого поведения и отходов в день, чтобы убедиться, что они давали правильные порции корма. Корм давался с 7 утра до 4 вечера. Рыба содержалась в условиях света и темноты согласно природным условиям, но никогда день не был короче, чем с 7 утра до 4 вечера в зимнее время. Температура с октября по февраль составляла от  $8,5 \text{ }^\circ\text{C}$  до  $0,8 \text{ }^\circ\text{C}$  ( $\pm 0,1 \text{ }^\circ\text{C}$ ).

### 16.2.2.2 Постановка эксперимента

Исследование проводилось с тремя повторами (рис. 16.2), начиная с февраля 2013 года, промышленные корма смешивали 1:1 с экспериментальным кормом, чтобы рыба привыкла к новым кормам и чтобы свести к минимуму риск внезапной потери аппетита. После одного месяца, давали только экспериментальные корма. Гранулы были по  $3 \text{ мм}$  до 1 июля; после этого были использованы  $4 \text{ мм}$  гранулы. Температура с февраля по декабрь 2013 варьировала от  $1,2$  до  $13,8 \text{ }^\circ\text{C}$  ( $\pm 0,1 \text{ }^\circ\text{C}$ ) и измерялась ежедневно. Вес, длина и общее состояние рыбы записывались ежемесячно в период с февраля по май 2013 года (см. рисунок 16.3 для описания протокола эксперимента).



Рисунок 16.2 Шесть экспериментальные бассейнов

	Октябрь 2012 (Мечение)	Февраль 2013 (Начало)	Уменьшение генетической базы		
			Май 2012 (Отбор проб №1)	Сентябрь 2013 (Отбор проб №2)	Декабрь 2013 (От- бор проб №3)
Актиматизация		Ежемесячное индивидуальное взвешивание. Февраль – Май, Сентябрь, Октябрь и Декабрь			
Количество рыбы в бассейне	495	495	495	235	155
Количество групп	15	15	15	15	10

Рисунок 16.3 Схематическое описание экспериментального протокола

В мае было проведено уменьшение количества рыбы для обеспечения подходящей биомассы в бассейне и хорошего благосостояния рыбы. 13 самых маленьких особей из каждой из 15 родственных групп с апреля были выведены из эксперимента с использованием модифицированной версии BioMark v1.0. В мае, пробы филе, печени и экскременты 8 рыб из бассейна также были изъяты для дальнейшего анализа.

Другая выборка была проведена в сентябре, рыбу взвешивали, измеряли и изучали их общее состояние. Отсевание было проведено с целью обеспечения достаточной биомассы в бассейне и хорошего благосостояния рыбы. Были исключены все рыбы из пяти групп родственных особей и далее также самые маленькие особи остальных групп родственных особей. Группы родственных особей, которые были исключены, были одними из наиболее быстро растущих, одна группа была самая неразвитая и три группы с промежуточным показателем роста. Пробы филе, печени и экскрементов были взяты от восьми рыб из бассейна. От пяти других рыб в бассейне, были собраны фекалии для анализа микробной активности.

В октябре, пробы оставшейся рыбы из каждого бассейна были взвешены и измерены, чтобы настроить кормовой рацион.

Долгосрочные испытания закончились 2 декабря 2013 года, были измерены окончательный вес и длина, и общее состояние было оценено. Рыба ( $n = 216$ ) была отобрана для взятия проб; шесть рыб из шести групп родственных особей из всех шести бассейнов. Были отобраны шесть групп родственных особей на основе различий в темпах роста между курсами режима: маленькие, средние и большие. Из каждой группы братьев и сестер были выбраны две маленьких, две средних и две большие рыбы. Мышцы, сердце, печень, плазма крови, экскременты и целая рыба были взяты для анализа. Ткани будут использованы для оценки профилей жирных кислот, метаболомики, усвояемости, микробной активности, размеров сердца, токсикологических тестов, общего содержания жира, и цвета филе (некоторые из этих данных представлены в отдельных докладах). Кроме того, 20 рыб с каждой обработки не были усыплены, их поместили в другой резервуар и сохранили для убоя после 10 дней голодания. Убой 20 +20 рыб проводили, ударом по голове, после чего спускали кровь. Кишечник был удален, рыбу промывали и хранили на льду, пока она не была использована для органолептической оценки.

### 16.2.2.3 Органолептическая оценка

Органолептическая оценка была проведена при сотрудничестве со Школой ресторанного и кулинарного искусства университета Умео (Umeå University School of Restaurants and Culinary Arts). Рыба была в иде филе и каждый кусочек филе был разрезан на три части. Рыба была приготовлена в течение 4 мин 58 при температуре до 52-54 °C в паровой печи (Jonsson, Marklinder et al. 2007). После этого рыба была подана группе из 26 участников для органолептической оценки. Группа состояла из сотрудников и студентов университета Школы ресторанного и кулинарного искусства университета Умео. Участники были хорошо знакомы с рыбой, как с продуктом питания, и имели интерес к качеству и вкусу, некоторые из участников были с многолетним опытом ресторанного бизнеса. Дегустация проводилась вслепую. Участникам было предложено заполнить анкету, чтобы ответить на вопросы о различных аспектах рыбы относительно вкуса, запаха, текстуры и внешнего вида. Участникам

были заданы вопросы более общего характера относительно того, как они оценили рыбу с потребительской точки зрения.

#### 16.2.2.4 Цвет мяса рыбы

Уровни астаксантина в филе были проанализированы с использованием упрощенного способа без разделения каротиноидов. Астаксантин в куске мышцы экстрагировали в ацетоне с последующим выпариванием и разбавлением изопропанола. Количество астаксантина измеряли с помощью спектрофотометрии при 477 нм.

#### 16.2.2.5 Содержание жира в филе

Образцы филе из десяти рыб из каждого варианта испытаний были использованы для анализа содержания жира в мышцах. Примерно 3 г от левого филе было измельчено в кухонном комбайне вместе с щелочным моющим средством (LOSsolver Fish, MIRIS AB, Uppsala, Sweden) при температуре 45 °С. Раствор был проанализирован с использованием спектроскопического метода трансмиссии средней ИК области (MIT) (MIRIS AB, Uppsala, Sweden) в соответствии с инструкциями изготовителя. Для сравнения содержания липидов, было использовано среднее значение MIT двух-трех частей пробы каждого гомогенизированного филе.

### 16.2.3 Тест на предпочтение пищи

#### 16.2.3.1. Рыба и ее разведение

Арктический голец породы Arctic superior в возрасте 0,5 лет со средним весом 40 г были перевезены из аквакультуры среднего севера из центра океанологии города Умео в Норрбин в октябре 2012 года. Рыба была в емкостях объемом 0,5 м<sup>3</sup> с солоноватой водой (3 ‰) и ее кормили промышленным кормом (Skretting Nutra MP T 1,9 мм и Skretting Optime 1P 2,5 мм) с помощью автоматической кормушки. Цикл день/ночь был сведен к 12:12. Температура воды следовал естественным изменениям, начиная с 10 °С в октябре и до 0,3 °С при в течение зимних месяцев. За три недели до этого температура воды медленно повышалась от 1 °С до 10 °С путем смешивания естественно теплой воды с водой нагретой до 10 °С.

#### 16.2.3.2 Постановка эксперимента

Шестнадцать арктических гольцов усыпили препаратом MS-222 (40 мг л<sup>-1</sup>) и были записаны начальный вес и длина. Начальный вес варьировал от 72,2 до 149,2 г (в среднем 118,6 г, стандартное отклонение ± 18,1). Рыбы были размещены в одном аквариуме. Аквариум имел общий объем 70 л и был разделен на два отсека серой пластиковой стеной с отверстием в середине, позволяя рыбе свободно плавать между двумя отделениями. Каждый отсек был оснащен подачей воды, кислородным камнем и искусственными водорослями (рис. 16.4). Аквариумы были снабжены потоком воды с температурой 10 °С (± 0,5 °С) и рыба содержалась по циклу день/ночь 12:12. Рыба акклиматизировались в аквариуме в течение 10 дней и в это время ее кормили промышленным кормом (Skretting Optime 1P 2,5 мм) с помощью автоматических кормушек с питанием от батареек (Fish mate T14), расположенных над каждым из двух отсеков.



Рисунок 16.4 Постановка эксперимента для теста на предпочтение пищи

Было испытано предпочтение рыбы двух разных кормов; Балтийская смесь и промышленная рыбная мука в качестве контрольного корма, оба корма имеют гранулы 3 мм. Два корма были испытаны на прочность в воде для того, чтобы несъеденные гранулы не разрушались, когда остаются на 5 часов в аквариуме.

Начальный вес рыбы был использован для определения рациона, который был установлен до 1,5% от массы тела (МТ) в день<sup>-1</sup> для каждого из двух кормов. Это привело к общему кормовому рациону 3% от живого веса в день<sup>-1</sup>, чтобы гарантировать, что подача корма в избытке. В течение 6-го дня подача корма была скорректирована для семи рыб, у которых был особенно хороший аппетит. Уровни подачи корма для этих рыб были в шестой день 1,66 - 2,05% от МТ, по сравнению с остальными восьмью рыбами, где уровень был в диапазоне между 1,24 - 1,42% от МТ.

В ходе испытания, корм давался два раза в день, в 8 и 11 утра, каждое кормление длилось около 1ч и 40 мин. Балтийскую смесь подавали в один отсек аквариума и контрольный корм подавался в другой отсек. Несъеденные гранулы были собраны из каждого отсека, а затем они были подсчитаны. После девяти дней рыба отдавала предпочтение одному корму, и подача кормов была изменена на десятый день во всех аквариумах. Испытание продолжалось в течение еще семи дней, и в сумме получилось шестнадцать дней.

## 16.2.4 Оценка рыбной муки и рыбьего жира из Балтийского моря

### 16.2.4.1 Рыба и ее разведение

Арктический голец выбранной породы Arctic superior, выращенный в Аквакультуре среднего севера, Каларне, Швеция, был использован в испытаниях. Температура воды в ходе испытания была около 6 °С.

### 16.2.4.2 Постановка эксперимента

По десять рыб содержались в шести танках в течение девяти недель. Корм был составлен из двух видов рыбьего жира и двух видов рыбной муки. Был включен контрольный рацион (стандартный промышленный рацион, Skretting для арктического гольца) 3 мм и был составлен один отрицательный контрольный рацион с добавлением кунжутного масла лигнана сезамина (табл. 16.3 и 16.4). При прекращении, были взяты пробы мышц и печени 8-10 рыб для исследования. Были проанализированы жирные кислоты и метаболомический профиль мышц и печени, а также экспрессии генов. Следующие гены были выбраны, чтобы соответствовать плану исследования и выявить, оказывают ли загрязняющие вещества влияние на обмен веществ и экспрессию генов, связанных с липидами PPAR- $\alpha$ , PPAR- $\beta$ , PPAR- $\gamma$ , GHR-I, IGF-I, IGF-II.

### 16.2.4.3 Корма

Таблица 16.3 Состав корма в пяти экспериментальных рационах (содержание в %). СРМ - сырая рыбная мука; ОРМ - обезжиренная рыбная мука; СРЖ - сырой рыбий жир; ОРЖ - очищенный рыбий жир, С - сезамин.

Компоненты	ОРМ+ОРЖ	ОРМ+СРЖ	СРМ+ОРЖ	СРМ+СРЖ	СРМ+ОРЖ+С
Казеин	10	10	12	12	12
Обезжиренная рыбная мука	62	62	-	-	-
Рыбная мука	-	-	62	62	62
Очищенный рыбий жир	22	-	20	-	20
Сырой рыбий жир	-	22	-	20	-
Витамины + Минералы	2	2	2	2	2
Желатин	3	3	3	3	3
Карбоксильная метилцеллюлоза	1	1	1	1	1
Сезамин	-	-	-	-	0,58

Таблица 16.4 Содержание липидов и относительный состав жирной кислоты (содержание в %). СРМ - сырая рыбная мука; ОРМ - обезжиренная рыбная мука; СРЖ - сырой рыбий жир; ОРЖ - очищенный рыбий жир, С - сезамин.

	Контрольное значение	ОРМ+ОРЖ	ОРМ+СРЖ	СРМ+ОРЖ	СРМ+СРЖ	СРМ+ОРЖ+С
Содержание липидов	19,6	28,0	27,2	27,4	26,6	26,8
16:0	15,2	17,7	18,9	17,9	18,7	18,0
18:1n-9	32,9	19,4	18,6	18,2	17,3	18,0
18:2n-6	16,2	2,7	2,6	2,6	2,5	2,7
18:3n-3	4,3	2,2	2,1	2,1	2,1	2,2
20:4n-3	1,5	7,7	8,2	8,6	8,8	7,4
20:5n-3	5,7	7,9	7,6	7,9	7,9	8,3
22:6n-3	4,3	10,6	10,2	10,2	10,1	10,7
НЖК	23,5	27,1	28,5	27,5	28,6	27,9
МНЖК	41,8	37,2	36,3	36,5	35,5	35,9
ПНЖК	34,7	35,7	35,2	35,9	35,9	36,1
n3	17,8	31,9	31,5	32,4	32,4	32,4
n6	16,9	3,8	3,7	3,6	3,5	3,7
n3/n6	1,1	8,3	8,5	9,0	9,2	8,7

НЖК насыщенные жирные кислоты (14:0, 15:0, 16:0, 17:0, 18:0, 20:0); МНЖК мононенасыщенные жирные кислоты (14:1, 16:1n-7, 17:1, 18:1n-11, 18:1n-9, 18:1n-7, 18:1n-5, 20:1n-11, 20:1n-9, 22:1n-9, 24:1); ПНЖК полиненасыщенные жирные кислоты (18:2n-6, 18:3n-6, 18:3n-3, 18:4n-3, 20:2n-6, 20:3n-6, 20:4n-6, 20:3n-3, 20:4n-3, 20:5n-3, 22:5n-6, 22:5n-3, 22:6n-3); n3 (18:3n-3, 18:4n-3, 20:3n-3, 20:4n-3, 20:5n-3, 22:5n-3, 22:6n-3); n6 (18:2n-6, 18:3n-6, 20:2n-6, 20:3n-6, 20:4n-6, 22:5n-6).

Таблица 16.5 Загрязняющие вещества в рыбных сырьевых материалах, используемых в экспериментальных рационах (проанализированных аккредитованной лабораторией).

ук/кг	Рыбий жир L10 неочищенный	Рыбий жир L10 очищенный	Рыбная мука необезжиренная	Рыбная мука обезжиренная
2,4,4' – trichlorobiphenyl	3,70	3,28	0,11	0,24
2,2',5,5' – tetrachlorobiphenyl	5,62	5,33	0,14	0,39
2,2',4,5,5' – pentachlorobiphenyl	15,86	15,79	0,45	1,36
3,3',4,4' – tetrachlorobiphenyl	1,26	1,09	0,06	0,11
2,3',4,4',5' – pentachlorobiphenyl	13,86	13,41	0,40	1,06
2,2',4,4',5,5' – hexachlorobiphenyl	36,52	37,08	0,95	2,84
2,3,3',4,4' – pentachlorobiphenyl	4,70	4,58	0,11	0,31
2,2',3,4,4',5' – hexachlorobiphenyl	23,83	24,06	0,67	1,86
2,3',4,4',5,5' – hexachlorobiphenyl	1,18	1,21	<0,05	<0,05
2,3,3',4,4',5' – hexachlorobiphenyl	1,89	1,87	<0,05	0,15
2,2',3,4,4',5,5' – heptachlorobiphenyl	8,84	8,83	0,17	0,65
Benzo[c]fluorene	15,56	2,87	<0,05	0,31
Benz[a]anthracene	26,13	0,76	0,10	0,22
Цыклопента[с,д]пирен	48,97	2,32	1,61	0,79
Chrysene	28,91	<0,25	2,95	0,52
Benzo[b]fluoranthene	9,00	<0,25	0,07	0,07
Benzo[k]fluoranthene	4,10	<0,25	<0,05	0,05
Benzo[j]fluoranthene	5,99	<0,25	<0,05	0,06
Benzo[a]pyrene	12,04	<0,25	0,05	0,21
Dibenz[a,h]anthracene	0,62	<0,25	<0,05	0,07

Indeno[1,2,3-cd]pyrene	3,36	<0,25	<0,05	0,12
Benzo[g,h,i]perylene	3,92	<0,25	0,09	0,24
Dibenzo[a,e]pyrene	0,52	<0,25	<0,05	<0,05
2,2',4,5' tetrabromodiphenyl ether	1,42	1,56	0,09	0,18
2,2',4,4' tetrabromodiphenyl ether	3,59	3,49	0,22	0,48
2,2',4,4',6 pentabromodiphenyl ether	1,15	1,24	0,09	0,11

## 16.2.5 Управление данными

### 16.2.5.1 Долгосрочное исследование

Данные всех измерений были спарены в Microsoft Office Access 2007 (Windows 8).

Вес рыбы в каждом бассейне был сопоставлен с повторными измерениями ANOVA с использованием среднего веса на группу родственных особей ( $n = 10$  в конце) в каждом случае выборки, как зависимой переменной и корма (Балтийская смесь, и контрольный корм), как фактора. Различия в весе в отдельных случаях отбора проб были проанализированы с помощью одностороннего ANOVA. Данные были проанализированы в Statistica 12 или SPSS 19. Уровень значимости был установлен на  $p < 0,05$  для всех анализов в данном отчете.

Влияние группы родственных особей на взаимосвязь между драционом и конечным весом было проанализировано с помощью одномерной ANOVA, используя группу родственных особей как случайный фактор.

Различия в содержании жира и уровня астаксантина были проанализированы с помощью теста Student t-test с использованием статистического программного обеспечения Minitab 16.

### 16.2.5.2 Тест на предпочтение пищи

В тесте на предпочтение пищи, были взвешены 200 гранул из каждого рациона, и была рассчитана средняя масса гранул. Потребление корма рассчитывали путем вычитания веса гранул от общей массы корма, заданной в сутки. Чтобы компенсировать изменения в начальном весе рыбы, представлены предпочтительные результаты потребления корма в % от МТ в день<sup>-1</sup>. Линейная оценка увеличения веса между начальной и конечной массой предполагалась для вычисления потребления корма как % МТ в день<sup>-1</sup>.

Данные, полученные в тесте на предпочтения, были проанализированы вместе с повторными измерениями ANOVA с использованием выборки как зависимой переменной и кормов (Балтийская смесь и контрольный корм) в качестве фактора. Потребление корма было взято между каждой выборкой и с первого дня до шестнадцатого дня в качестве зависимых переменных и корма как фактора. Статистические данные были рассчитаны в программе Statistica 12 или SPSS 19.

### 16.2.5.3 Оценка рыбной муки и рыбьего жира из Балтийского моря

Анализ результатов был выполнен с использованием одномерной ANOVA, статистические методы приводятся вместе с данными, приведенными в приложении.

## 16.3 Результаты

### 16.3.1 Долгосрочное исследование

#### 16.3.1.1 Рост

Рост рыбы удовлетворительный и достиг приемлемого размера для рынка. Рыба почти в два раза набрала вес с февраля по май. В течение этого периода времени не было никакого существенного различия между двумя методами испытаний, сравнивая средний вес рыбы в каждом бассейне ( $n = 3 + 3$ ) (рис. 16.5). С мая по сентябрь рыба увеличила вес более чем в три раза во всех бассейнах. Группы, которых кормили контрольным кормом имели более значительное увеличение веса, чем рыба, которую кормили Балтийской смесью (Повторное измерение ANOVA  $p < 0,0001$  для эффекта корма и корм\*время). Эта разница сохранялась до окончания испытаний в декабре, когда рыба достигла товарного размера. В среднем, рыба, которую кормили Балтийской смесью почти на 80 г меньше, чем рыба, которую кормили контрольным кормом (рис. 16.5 и Таблица 16.6).

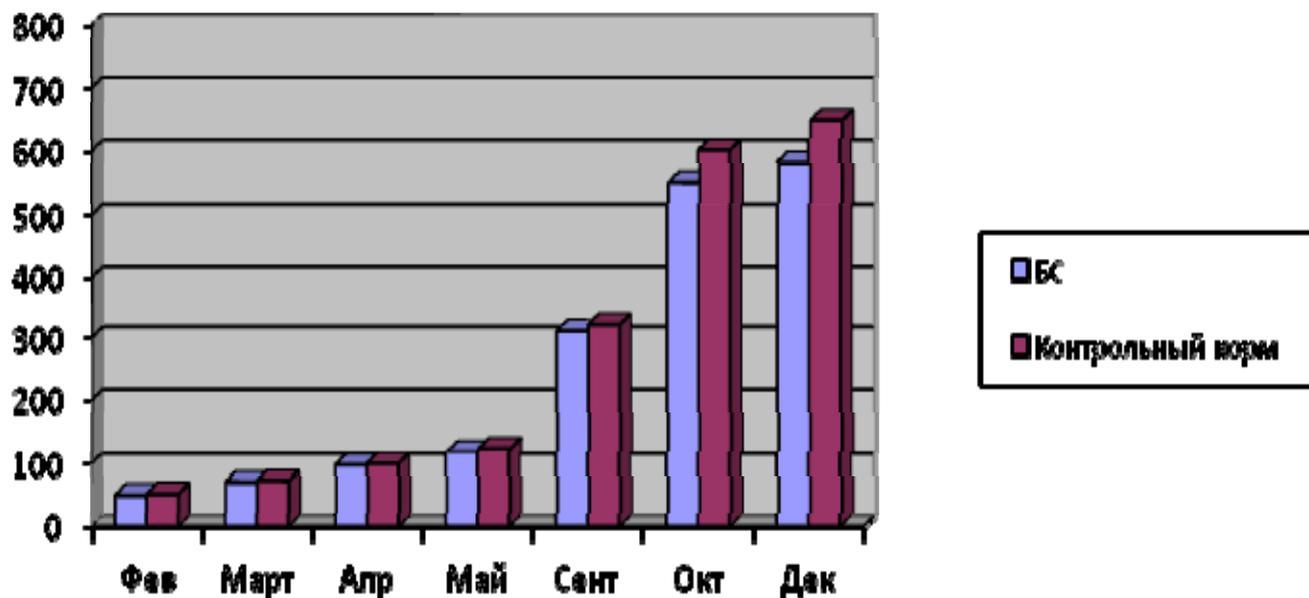


Рисунок 16.5 Средний вес (г) из трех повторных групп, которые кормили Балтийской смесью и контрольным кормом

Таблица 16.6 Средний вес (г) всех особей и  $\pm$  Среднеквадратическое отклонение (SD)

Месяц	Контрольный корм		Балтийская смесь	
	Вес (г)	$\pm$ SD	Вес (г)	$\pm$ SD
Февраль	50,8	13,6	49,4	12,7
Март	59,8	16,2	58,3	15,2
Апрель	77,1	20,8	74,4	19,3
Май	94,6	25,4	90,8	23,8
Сентябрь	366,0	69,0	337,3	62,4
Октябрь	628,7	119,6	562,7	99,9
Декабрь	667,9	122,3	590,5	109,7

### 16.3.1.2 Генетические эффекты

Существовал эффект значительной подачи корма и группы родственных особей (генетическая) на конечный вес, но не было взаимодействия между кормом и группами двойников (Одномерная ANOVA,  $F_1 = 67,4$ ,  $p < 0,001$  для корма,  $F_9 = 9,1$ ,  $p < 0,001$  для группы родственных особей и  $F_9 = 1,0$ ,  $p = 0,409$  для группы родственных особей \* корм). Другими словами, не было влияния рациона на конечную массу групп родственных особей (генетических) (рис. 16.6).

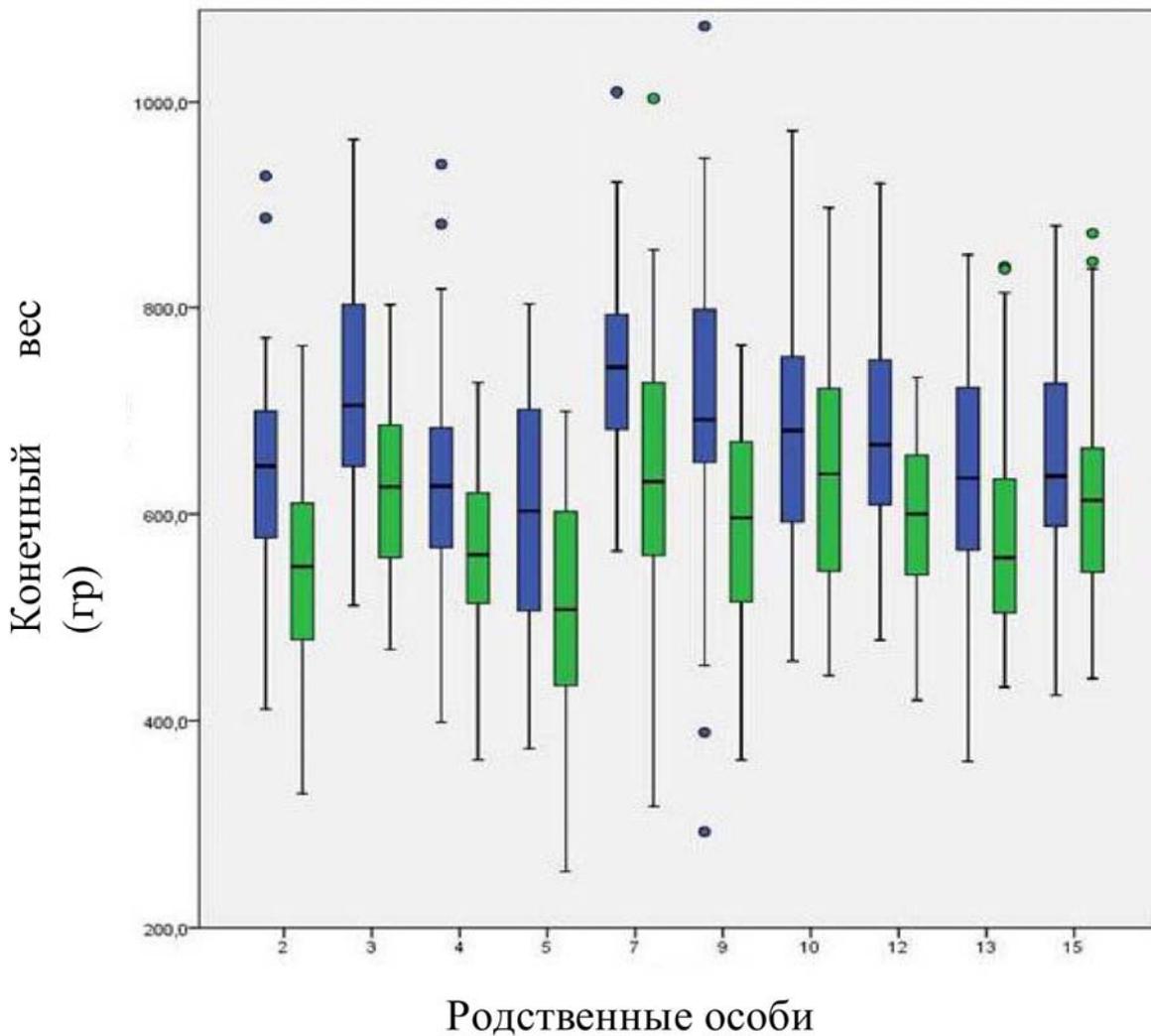


Рисунок 16.6 Коробчатая диаграмма конечного веса (гр) в декабре из десяти групп родственных особей, которых кормили Балтийской смесью (зеленый) и контрольным кормом (синий).

### 16.3.1.3 Цвет мяса рыбы

Были проанализированы уровни астаксантина в образцах филе ( $n = 10 + 10$ ). Никаких существенных различий не было обнаружено в уровнях астаксантина в филе между двумя различными методами кормления (рис. 16.7) (Тест Student t-test,  $t(15) = 0,74$ ,  $p = 0,468$ ).

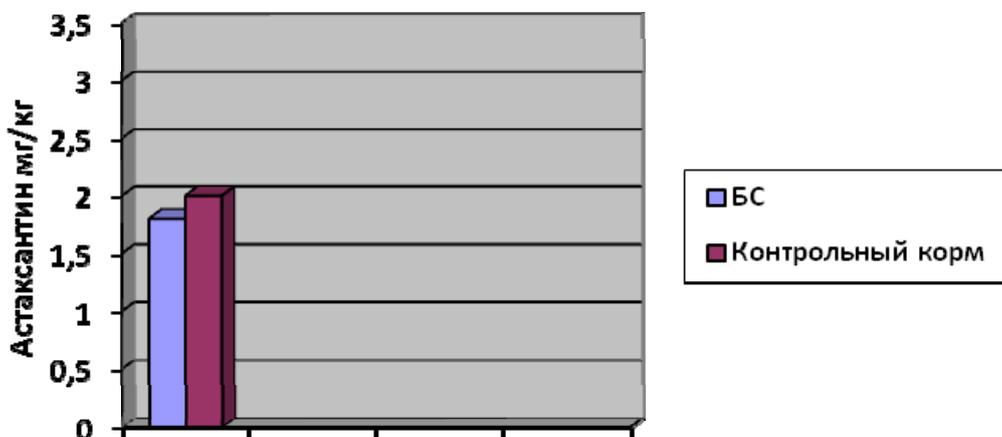


Рисунок 16.7 Уровни астаксантина (мг/кг) в филе Арктического гольца, которому давали контрольный корм или Балтийскую смесь ( $n = 10 + 10$ ). Тест Student t-test,  $t(15) = 0,74$ ,  $p = 0,468$ .

### 16.3.1.4 Содержание жира в филе

Содержание жира в филе (n = 10 +10) существенно не различалось в образцах филе арктического гольца, которого кормили двумя различными кормами (рис. 16.8)

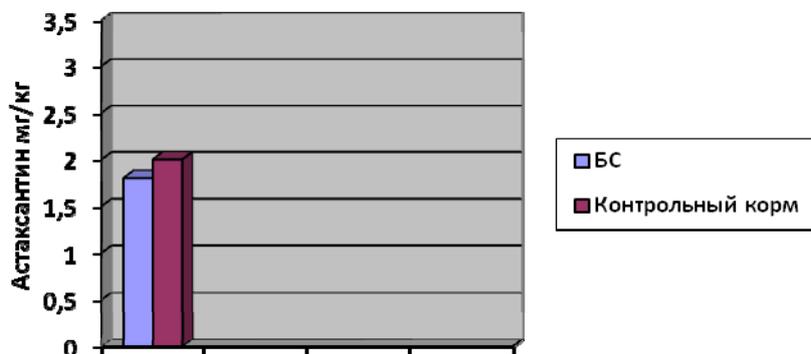


Рисунок 16.8 Жирность (%) филе гольца, которому давали контрольный корм и Балтийскую смесь (n=10+10) (Тест Student t-test, t (14) = 1,64, p = 0,124).

### 16.3.1.5 Органолептическая оценка

Рыба, которую кормили Балтийской смесью, была оценена как аналогичная или даже лучше, чем рыба, которой давали контрольный корм, по органолептическим свойствам. Опрошенным было предложено дать оценку от 1 до 9, в зависимости от того, насколько им понравилась рыба, один (1) значит рыба невкусная и девять (9) очень вкусная. Балтийская смесь получила средний балл 6,35 и контрольный корм 6,19 (рисунок 16.9).

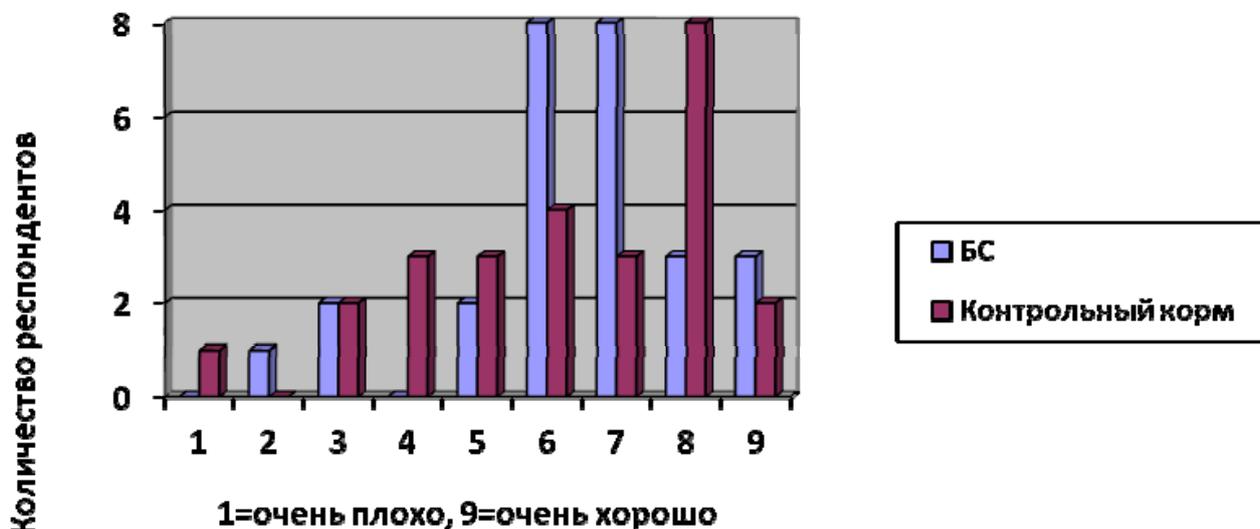
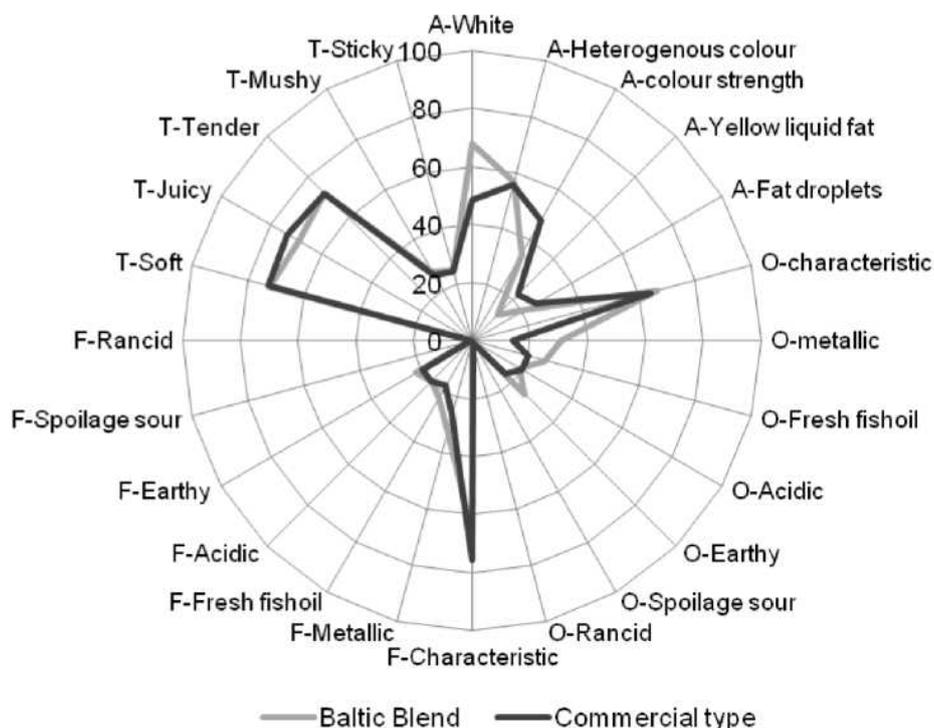


Рисунок 16.9 Результаты органолептической оценки филе арктического гольца, которому давали Балтийскую смесь и контрольный корм, показывают, что рыба, которую кормили Балтийской смесью (средний балл 6,35), была оценена также хорошо, как и рыба, которой давали контрольный корм (средний балл 6,19). N = 26.

Опрошенных также попросили оценить два куска рыбы по различным категориям: внешний вид (В), аромат (А), текстура (Т) и запах (З). Каждая из четырех категорий содержала 7 прилагательных, чтобы дать оценку от 0 до 100. Ноль значит, не признание и 100 значит полное признание (рис. 16.10). С исключениями для (В) белых и (З) металлических, что значительно отличались между двумя кусками рыбы (Тест Student-t, (В) белые, t (43) = 2,41, p = 0,02; (З) металлические, t (34) = 2,11, p = 0,042). Рейтинг всех других прилагательных были одинаковы для обоих методов кормления.



— Baltic Blend    — Commercial type

Примечание к рисунку:

A-White	В-Белый
A-Heterogeneous colour	В-Гетерогенный цвет
A-colour strength	В-Сила цвета
A-yellow liquid fat	В-Желтая жидкий жир
A-fat droplets	В-Капли жира
O-Characteristics	З- характеристики
O-metallic	З-металлик
O-fresh fish oil	З-свежий рыбий жир
O-Acidic	З-Кислотный
O-Earthy	З-Земляной
O-spoilage sour	З-порча кислый
O-Rancid	З-прогорклый
F-characteristics	А-характеристики
F-metallic	А-металлик
F-Fresh fish oil	А- свежий рыбий жир
F-Acidic	А-Кислотный
F-Earthy	А-Земляной
F-spoilage sour	А-испорченный кислый
F-Rancid	А- прогорклый
T-Soft	Т-мягкий
T-Juicy	Т-сочный
T-Tender	Т-Нежный
T-Mushy	Т-Пористый
T-sticky	Т-Липкий
Baltic Blend	Балтийская смесь
Commercial type	Промышленный корм

### 16.3.2 Тест на предпочтение пищи

В тесте на предпочтение корма арктическим гольцом показал явное предпочтение Балтийской смеси. Все рыбы, кроме одной, ели с большим аппетитом и имели средний темп роста  $1,84\%$  в день<sup>-1</sup> (допустимое отклонение  $\pm 0,56$ ), включая 10-дневный период привыкания. Одна рыба, которая не ела Смесь, была исключена из анализа, в результате чего 15 рыб остались в анализе. Рыба действительно отдала предпочтение новому корму с компонентами из Балтийского моря уже на второй день испытаний. На десятый день, когда были изменены позиции кормов, не было никакой разницы в выборе между потреблением двух кормов. После одиннадцатого дня значительное предпочтение было отдано Балтийской смеси. Во время всего периода испытаний предпочтение было отдано Балтийской Смеси (повторные измерения ANOVA,  $p = 0,046$ , но без влияния времени  $p = 0,09$ ) (рис. 16.11).

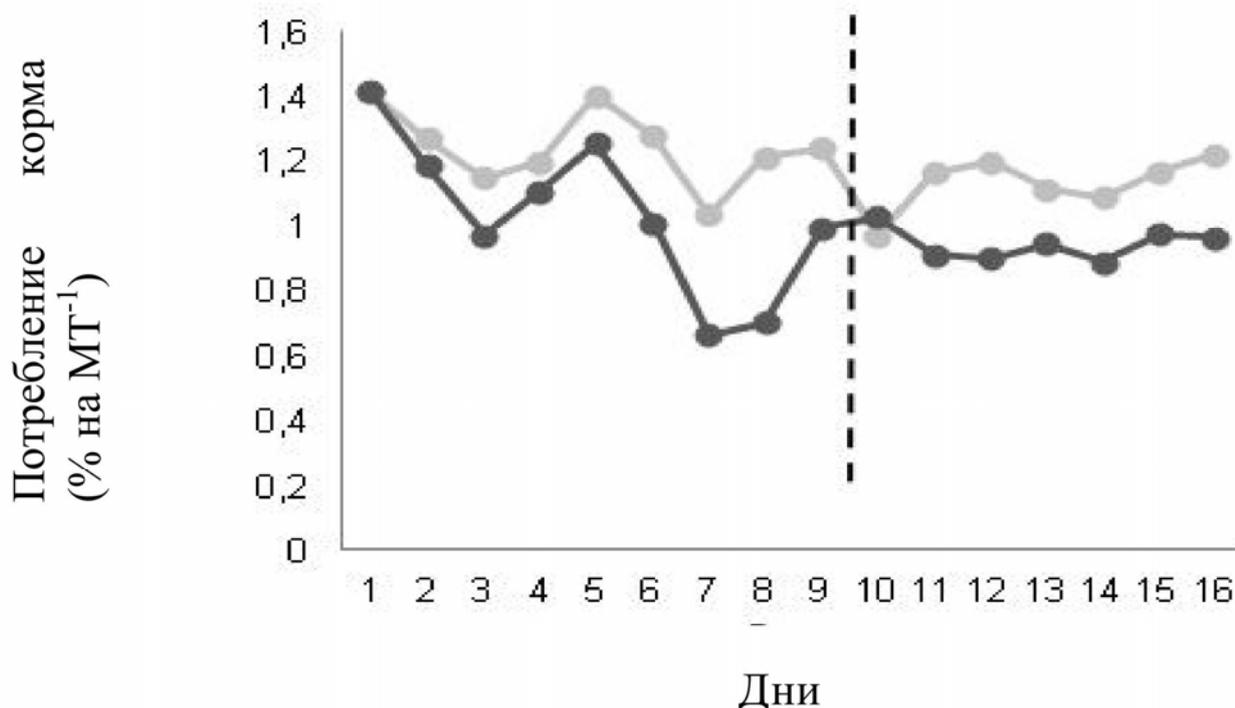


Рисунок 16.11 Предпочтение рыбы между Балтийской смесью, и контрольным кормом. Черная пунктирная линия показывает, что корма меняются местами. Арктический голец отдает предпочтение Балтийской Смеси. (Повторное измерение ANOVA  $p < 0,05$ )  $n = 15$ .

### 16.3.3 Оценка рыбной муки и рыбьего жира из Балтийского моря

Во время испытаний не было случаев смертности или других проблем.

#### 16.3.3.1 Липиды

Липидная подкормка не менялась в экспериментальных рационах, хотя промышленный корм отличался по содержанию липидов (см. таблицу 16.4). Уровни различных загрязняющих веществ приведены в таблице 16.5. Профили жирных кислот либо в печени, либо в мышцах не различаются у рыбы различных экспериментальных групп. Несколько отдельных жирных кислот показали небольшие различия.

#### 16.3.3.2 ЭРОД-активность

Группа, которую кормили рыбной мукой и очищенным рыбьим жиром с сезамином, показала высокий уровень ЭРОД-активности, которая ожидалась, и поэтому считается в качестве отрицательного контроля в данном исследовании. Когда корм состоял из жира и рыбной муки, статистически анализировали изменения (исключая промышленные корма и корм с сезамином), был получен самый большой ответ системы детоксикации, сравнивали обезжиренную рыбную муку и очищенный рыбий жир, который имел наибольшую активность фермента CYP 450 1A.

#### 16.3.3.3 Экспрессия генов

Экспрессия выбранных генов PPAR- $\alpha$ , PPAR- $\beta$ , PPAR- $\gamma$ , GHR-I, IGF-I, IGF -II не показали каких-либо эффектов между экспериментальными методами кормления.

### 16.4. Обсуждение

Результаты обещающие, несмотря на снижение роста для арктического гольца, которого кормили кормом из ингредиентов из Балтийского моря. Обе группы достигли приемлемого размера для убоя. Ингредиенты из Балтийского моря имеют мало или вообще не имеют значение для непосредственного потребления человеком и подходят для выращивания Арктического гольца. Отдельные исследования источников белка из муки мидий и дрожжей не показывают сокращение роста арктического гольца (Lundh et al aquabest report in prep). С небольшими изменениями состава Балтийской Смеси, и с использованием питательных веществ и можно потенциально увеличить рост рыбы.

Источники белка из Балтийского моря зависят от промышленных процессов, и для развития этого продукта не хватает инфраструктуры. Однако крупные географические районы в Балтийском море в рамках проекта Аквабест стали рассматриваться в качестве потенциальных областей для разведения мидий (Lindhahl 2013). Крупномасштабные процессы извлечения мяса также находятся в стадии разработки. Урожай богатых популяций кильки и сельди в Балтийском море может удалить более 1000 тонн фосфора и 7000 тонн азота (KieSSLing 2009). Кроме того, мидии удаляют значительное количество азота и фосфора из водной среды. Микробы являются перспективными источниками белка для рыбы, но не подходят для употребления в пищу человеком. В идеале, микробная биомасса может расти на антропогенных сточных материалах. Дополнительные исследования, по быстрому выращиванию микробов со стабильным и подходящим аминокислотным профилем для включения в рыбные корма (Olstorpe et al aquabest report in prep), находятся в процессе разработки. Что касается настоящего времени, дрожжи являются наиболее подходящим вариантом микробов на рынке.

Арктический голец показал, что подходит для частичной или даже полной замены рыбьего жира (Petersson, Piskova et al. 2009). Хотя полная замена рыбьего жира может быть риском для потребителя, так как он содержит важные высокие уровни жирных кислот омега-3. Именно по этой причине важно контролировать профиль жирных кислот. К счастью мука из мидий имеет достаточное количество омега-3 и при нынешнем уровне замещения рыбьего жира рапсовым маслом 1:1, эти уровни являются более чем достаточным для потребителей.

Небольшие сокращения роста в долгосрочном исследовании могут быть компенсированы усилением использования устойчивых ингредиентов, предусматривая сведение к рыночной стоимости затрат на производство корма Балтийская смесь. Питательный цикл описывается как модель «Робин Гуд», которая будет генерировать положительный эффект для целевых экосистем. Такие положительные эффекты не только способствуют окружающей среде, но и потенциально могут улучшить отношения широкой общественности по отношению к шведскому промышленному рыболовству.

При долгосрочных исследованиях собирается большое количество различных образцов, с помощью которых можно оценить такие показатели, как продовольственная безопасность, качество мяса, генетические эффекты и благополучие рыбы. Были отобраны печень, кровь, мышцы, сердце и фекалии, результаты, изучения которых будут представлены в отдельном отчете Аквабест. Это является обязательным требованием, что качество выращенной рыбы для потребления человеком не сводится к использованию рыбных кормов на основе ингредиентов, которые обычно не используются в кормах для плотоядных рыб. Ингредиенты, такие как одноклеточные организмы, мидии и растительные масла, должны быть оценены, прежде чем они будут использованы в коммерческом масштабе (KieSSLing, 2009). Уникальное сочетание устойчивого сырья в Балтийской смеси, имеет большой потенциал, на основе которого мы узнаем еще больше, поскольку анализ тканей из этого исследования все расставит на свои места.

Органолептическая оценка арктического голца, которого кормили двумя различными кормами, была успешной. Панель показала аналогичное предпочтение двух рыб. Выполнение органолептической оценки, где один из образцов похож на тот, что имеется в продаже, часто может выявить недостаток в новых продуктах. Лицо, осуществляющее дегустацию, может отдать голос в пользу продукта, который он знает, и каким должен быть его вкус. Несмотря на это рыба, которой давали Балтийскую смесь, получила высокое признание дегустаторов. Дегустаторы увидели разницу цвета мяса после приготовления. Не было никакого существенного различия в содержании астаксантина в отношении корма. Эта разница, которую увидели люди, может зависеть от других пигментов в муке мидий, а не от астаксантина.

Исследование предпочтения пищи предполагает положительный ответ самой рыбы по отношению к новому корму Балтийская смесь. Возможным объяснением для предпочтения рыбы является включение голубых мидий, (*Mytilus edulis*) в корм. Мидии могут функционировать как аттрактант вкуса для лососевых.

Корм Балтийская смесь был более жирным, возможный результат от структуры дрожжевых клеток, что уменьшило способность поглощения гранулы. Это можно четко проследить в сельском хозяйстве в процессе долгосрочного исследования, где водные поверхности в бассейнах были жирными в отличие от бассейнов, где давались контрольные корма. Жирность также может способствовать предпочтению рыбы в тесте на предпочтение.

Что касается рыбной муки Балтийского моря и оценки рыбьего жира, Trattner (2008a) сообщил, что радужная форель, которую кормили кормом с сезамином имели более высокий уровень ЭРОД-активности, и Wagner (2013) доказал, далее, что в пробирке сезамин действует, как ингибитор ЭРОД, и в атлантическом лососе, и в карпе. ЭРОД-активность, введенная СУР 1А в печень, часто использу-

ется в качестве биомаркера присутствующих ксенобиотических соединений в рыбе. Таким образом, из-за загрязняющих веществ в рационе ОРМ + ОРЖ, ОРМ + СРЖ, РМ + ОРЖ и РМ + СРЖ, они имеют более высокий уровень ЭРОД-активности по сравнению с контрольной группой, но эффект от загрязняющих веществ по-прежнему ниже, чем у сезамина.

При сопоставлении ЭРОД активности, вызванной рыбной мукой и рыбьим жиром, видно, что ОРМ имеет более высокий уровень ЭРОД-активности, чем РМ и нет никаких существенных различий СРЖ и ОРЖ. На основе полученных знаний, сообщается, что липидорастворимые антиоксиданты могут действовать в роли защитника от загрязняющих окислительных повреждений в водных организмах. Таким образом, предполагается, что липид-растворимые антиоксиданты, такие как токоферол и каротиноиды, были исключены в процессе очистки обезжиренной рыбной муки и рыбьего жира. Это приводит к значительно более высокому уровню ЭРОД-активности в группе ОРМ, чем в группе СРМ, и не значительно более высокому уровню ЭРОД-активности в группе СРЖ, чем в группе ОРЖ.

Заключение экспериментального исследования рыбной муки и рыбьего жира Балтийского моря в том, что другие соединения, не измеряемые в белковой части корма (рыбной муки) больше всего повлияли на результаты. Обезжиренная рыбная мука содержит меньше липидов и, скорее всего некоторые изменения в химическом составе, особенно мембранных липидов (фосфолипидов) оказывают влияние на результаты в этом исследовании. Чтобы выявить это, необходимо провести исследования антиоксидантов и их структур в будущем.

В заключение, результаты этих исследований являются перспективными. Диета на основе ингредиентов, которые имеют мало или вообще не имеют ценности для питания человека можно собирать для получения эксклюзивного продукта высокого качества, такого как арктический голец, для рынка. Кроме того, питательные вещества добавляются в ультраолиготрофные воды, где выращивается арктический голец, что увеличивает выработку промысловой рыбы (Eriksson, Alanärä et al. 2010). Это цепь питания может поддерживать ограниченное фермерское хозяйство, типа выращивания арктического гольца, что выгодно для общественного мнения и развития устойчивой отрасли сельского хозяйства.

## 16.5 Список использованных источников

- Eriksson, L. O., A. Alanärä, et al. (2010). "The Arctic charr story: development of subarctic freshwater fish farming in Sweden." *Hydrobiologia* 650(1): 265-274.
- Goedkoop, W., R. Naddafi, et al. (2011). "Retention of N and P by zebra mussels (*Dreissena polymorpha* Pallas) and its quantitative role in the nutrient budget of eutrophic Lake Ekoln, Sweden." *Biological Invasions* 13(5): 1077-1086.
- Johnson, L. (1980). "The arctic charr, *Salvelinus alpinus*." *Charrs, Salmonid fishes of the genus Salvelinus*: 15-98.
- Jonsson, L., I. Marklinder, et al. (2007). *Livsmedelvetenskap, Studentlitteratur AB*.
- Kiessling, A. (2009). Feed - the key to sustainable fish farming. *KSLA - Fish, Trade and Development*. H. Ackefors, Cullberg, M., Wramner, P. Sundberg: 303-322.
- Lindahl, O. (2013). Mussel meal production based on mussels from the Baltic Sea. *Aquabest*.
- Lindahl, O. and S. Kollberg (2008). *Musselodling som kretsloppsmotor - från idé till verklighet. Nyskapande åtgärder och pilotprojekt, EG:s strukturfunder*.
- Lindahl, O. and S. Kollberg (2009). "Can the EU agri-environmental aid program be extended into the coastal zone to combat eutrophication?" *Hydrobiologia* 629(1): 59-64.
- Mydland, L. T., T. Landsverk, et al. (2007). Mycelium biomass from fungi (*Rhizopus oryzae*) grown on spent sulphite liquor from paper pulp as a protein source in diets for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) *Aquaculture Europe 2007, Book of abstracts*. O. B. o. p. r. o. a. f. t. fisk. Istanbul: 376-376.
- Nilsson, J., E. Brannas, et al. (2010). "The Swedish Arctic charr breeding programme." *Hydrobiologia* 650(1): 275-282.
- Pettersson, A., J. Pickova, et al. (2009). "Effects of crude rapeseed oil on lipid composition in Arctic charr *Salvelinus alpinus*." *Journal of Fish Biology* 75(6): 1446-1458.
- SCB (2013). *Vattenbruk 2012. Vattenbruk. S. Centralbyrå*.
- Siikavuopio, S. I., R. Knudsen, et al. (2010). "Growth and mortality of Arctic charr and European whitefish reared at low temperatures." *Hydrobiologia* 650(1): 255-263.
- Silverstein, J., M. Hostuttler, et al. (2005). "Strain differences in feed efficiency measured as residual feed intake in individually reared Rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum)." *Aquaculture Research* 36: 704-711.
- Simpson, S. J. and D. Raubenheimer (2001). "A framework for the study of macronutrient intake in fish." *Aquaculture Research* 32(6): 421-432.
- SLV. (2014). "Dioxiner och PCB." Retrieved Feb 5th, 2014.
- SOU (2009:26). *Det växande vattenbrukslandet. Statens offentliga utredningar*: 194.
- Stockner, J. G., E. Rydin, et al. (2000). "Cultural oligotrophication: Causes and consequences for fisheries resources." *Fisheries* 25(5): 7-14.
- Tocher, D. R., J. G. Bell, et al. (2001). "Hepatocyte fatty acid desaturation and polyunsaturated fatty acid composition of liver in salmonids: effects of dietary vegetable oil." *Comparative Biochemistry and Physiology B-Biochemistry & Molecular Biology* 130(2): 257-270.
- Trattner, S., A. Kamal-Eldin, et al. (2008a). "Sesamin Supplementation Increases White Muscle Docosahexaenoic Acid (DHA) Levels in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Fed High Alpha-Linolenic Acid (ALA) Containing Vegetable Oil: Metabolic Actions." *Lipids* 43(11): 989-997.
- Trattner, S., A. Kamal-Eldin, et al. (2008b). "Sesame Oil Lignans: Effects of Gene Expression and Lipid Metabolism in Fish." *Journal of Nutrigenetics and Nutrigenomics* 1(1-2): 84-84.
- Wagner, L., S. Trattner, et al. (2014). "H-1 NMR-based metabolomics studies on the effect of sesamin in Atlantic salmon (*Salmo salar*)." *Food Chemistry* 147: 98-105.
- Wagner, L., V. Zlabek, et al. (2013). "In vitro inhibition of 7-ethoxyresorufin-O-deethylase (EROD) and p-nitrophenol hydroxylase (PNPH) activities by sesamin in hepatic microsomes from two fish species." *Molecular Biology Reports* 40(1): 457-462.

## 17. ОЦЕНКА СЫРЬЯ ДЛЯ КОРМОВ НА ОСНОВЕ РЫБЫ В СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

Юха Лилля

Оригинал – Assessment of potential fish stocks for fish feeds in the Baltic Sea: coastal cyprinids and pelagic herring, sprat and stickleback. Juha Lilja. Reports of Aquabest project 14/2014.  
[http://www.aquabestproject.eu/media/14054/aquabest\\_14\\_2014\\_report.pdf](http://www.aquabestproject.eu/media/14054/aquabest_14_2014_report.pdf)

### 17.1 Введение

При замене части текущих питательных веществ аквакультуры на питательные вещества, происходящие из Балтийского моря, необходима оценка биомассы потенциальных веществ, находящихся в море. Рыбная биомасса является одним из возобновляемых ресурсов, который уже используется, но мог бы использоваться более рационально в производстве кормов. В Балтийском море пелагическая сельдь (*Clupea harengus*) и шпроты (*Sprattus sprattus*) являются наиболее доминирующими видами и биомасса этих видов ежегодно оценивается по программе Baltic International Acoustic Surveys (BIAS), которая представляет собой стандартизованное исследование, включающее акустические измерения, способ ловли и анализ данных во всех странах, где данные используются в качестве индексов для оценки. Результаты ежегодно представляются ICES Baltic International Fish Survey working group (WGBIFS). Ловля сельди и шпрот регламентируется Европейским Союзом. Каждая страна обладает собственным «Общим допустимым уловом» (ТАС), который создает основу для рыбной ловли сельди и шпрот. Таким образом, общий улов не может увеличиваться, но можно найти механизмы, которые позволяют управлять текущим уловом, используемым для животных кормов в кормах аквакультуры в Балтийском море. Следовательно, распределение биомассы сельди и шпрот в Балтийском море будет проведено согласно отчетам ICES Baltic International Fish Survey working group (WGBIFS) и Baltic Fisheries Assessment Working Group (WGBFAS), а процесс текущего улова перестраивается. Малоценные виды рыб, в особенности карповые, рассматривались как растущий и малоценный ресурс в Финских прибрежных водах и архипелаге. Рыбаки жаловались на большие уловы такой нежелательной рыбы, которая повышает объем работ без дополнительной оплаты. В настоящий момент для Балтийского региона отсутствуют данные относительно биомассы таких видов карповых, как лещ (*Abramis brama*) и плотва (*Rutilus rutilus*). В 2010 году Научно-исследовательский институт охоты и рыболовства Финляндии (FGFRI) провел опытные исследования с использованием современной эхо-установки (DIDSON) и эхолота с конвекционным распределением, которые использовались одновременно, чтобы провести оценку биомассы имеющей малое значение рыбы у берегов Финляндии. Этот способ подлежит реконструкции и настройке с целью оценки такой биомассы в различных областях Балтийского моря. Были отобраны образцы из уловов коммерческих рыболовов для измерения длины тела и отношения длины к массе для леща и плотвы.

### 17.2 Пелагические рыбы в Балтийском море

Чтобы провести оценку концентрации рыбы в Балтийском море, с 1978 года проводились гидроакустические исследования международного значения. Акустические исследования покрывают общую площадь Балтийского моря (ICES Division III), которое разделено на статистические прямоугольники (рис. 17.1). Каждый такой прямоугольник исследуемого участка был отведен одной стране, таким образом, каждая страна несет персональную ответственность за данный участок. Допускается, что во время осеннего исследования присутствует небольшая или отсутствует вовсе эмиграция или иммиграция целевой рыбы в главной части Балтийского моря, поэтому оценка представляет хороший «снимок» биомассы рыб, таких как сельдь и шпрот, или, например, колюшки. В следующих разделах представлено три наиболее широко распространенных пелагических вида рыб Балтийского моря; сельдь, шпрот и трехглая колюшка.

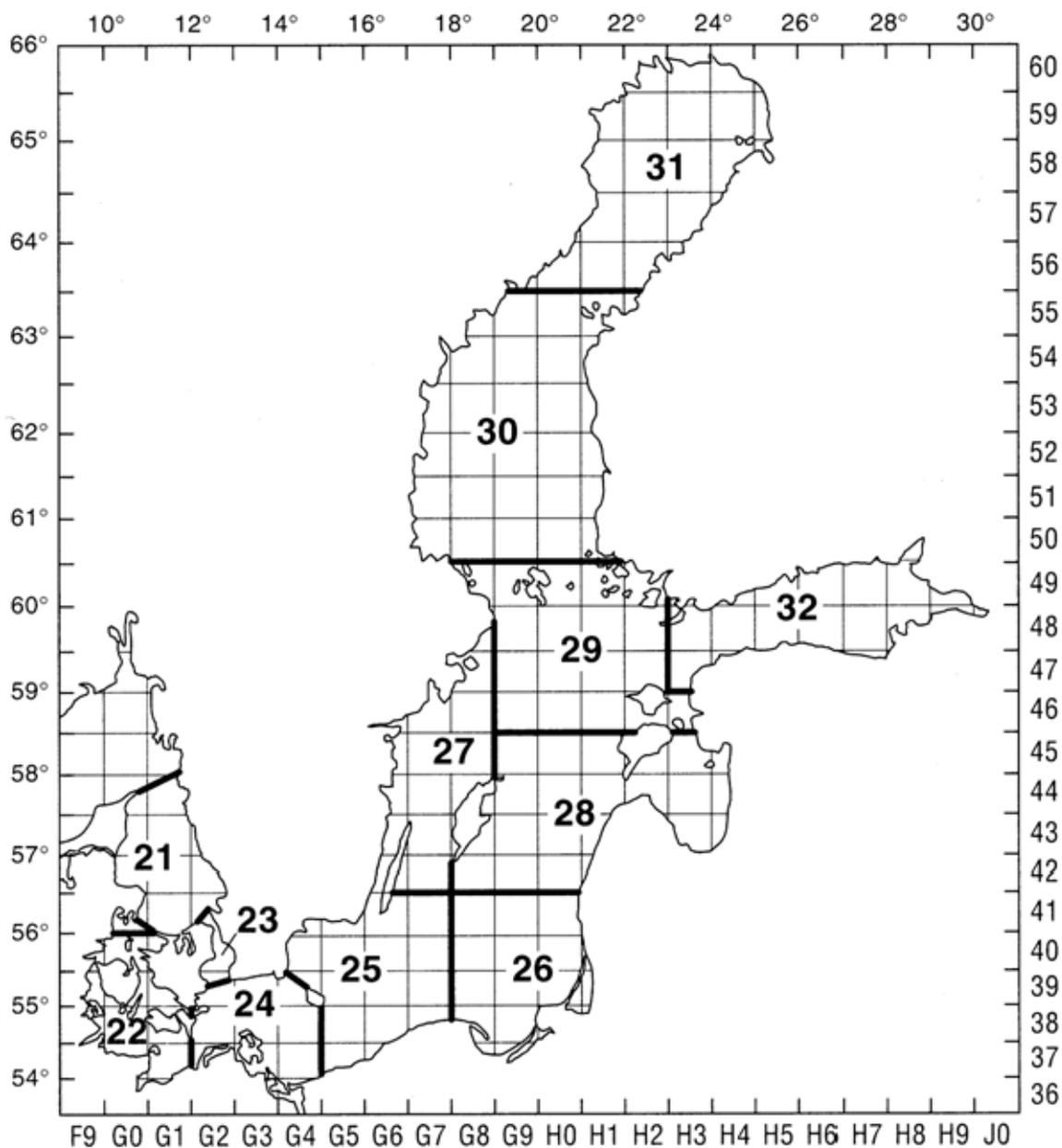


Рисунок 17.1 Границы подразделения ICES в Балтийском море, а также коды прямоугольников

### 17.2.1 Сельдь (*Clupea harengus*)

Сельдь стала наиболее важной пелагической рыбой на протяжении многих лет для Балтийского моря. В 2012 году, общий улов сельди в Балтийском море составил около 256 000 тонн (рис. 17.2), что превысило на 9 % улов в 2011 году, но это составило только половину от зарегистрированного в середине 1980-х гг. (471 000 тонн) (FGFRI, 2013; ICES, 2013a). Большая часть уловов была зарегистрирована в Финляндии в 2012 году (117 700 тонн, 46%). Улов Финляндии увеличился на 20 100 тонн (21 %) в сравнении с прошлым годом. Также улов увеличился и для России на 4 600 тонн (54 %), и Латвии 1 900 тонн (11 %). Уменьшение в объеме улова наблюдалось для Эстонии 22 000 тонн (-37%), и Швеции 36 100 тонн (-15 %).

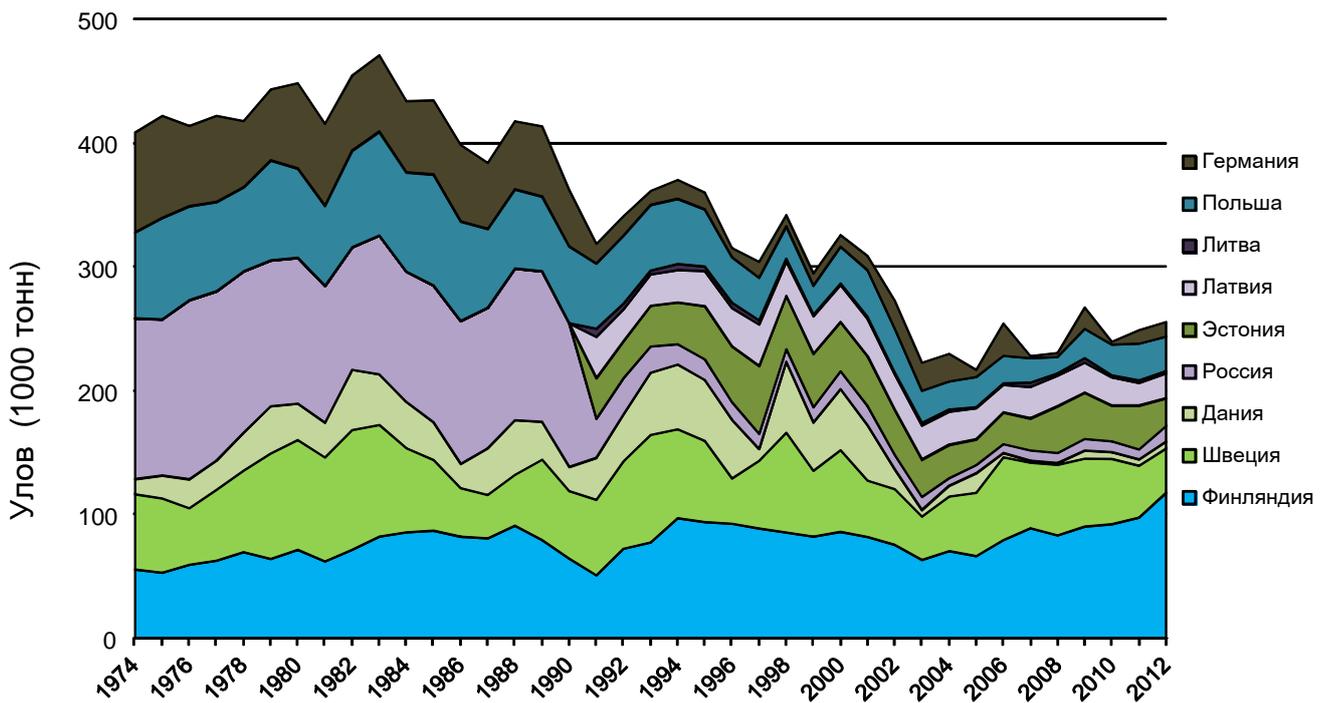


Рисунок 17.2 Улов сельди в Балтийском море (FGFRI, 2013 год).

Изобилие сельди наблюдалось в северной части подразделения ICES 29 вблизи Финской береговой линии (рис. 17.3). Однако, с 1990-х гг. наиболее важным регионом по ловле сельди стал Ботнический залив Финляндии. В 2012 году, около 80% финской сельди приходилось на Ботнический залив. Запасы этого вида рыбы в северной части Балтийского моря находятся в благоприятных условиях. Ловля сельди регламентируется ЕС, который определяет основы для рыбного промысла. Однако, доля сельди может быть увеличена только для производства корма, если каждая страна назначит себе квоту независимо.

## BIAS 2012

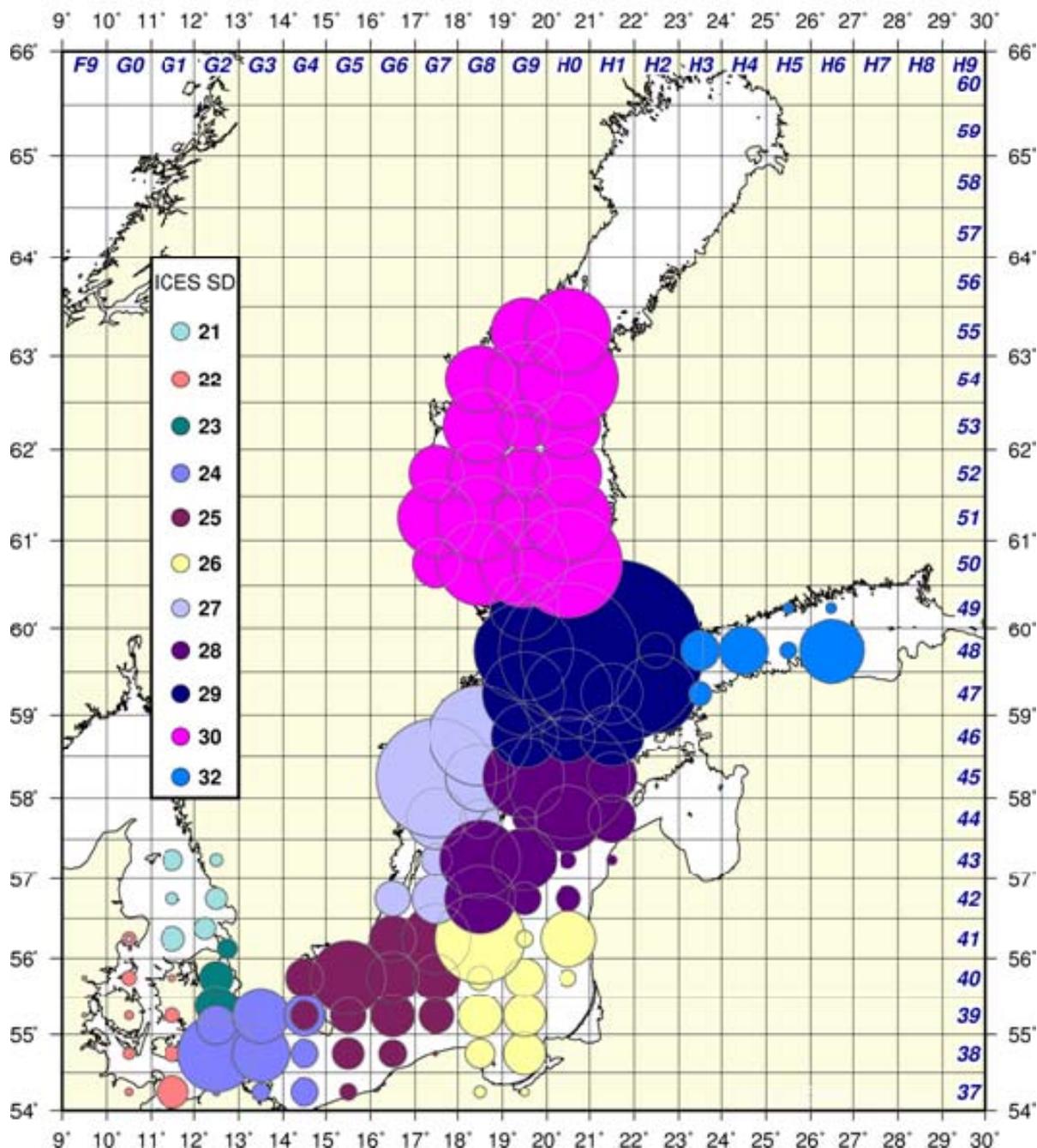


Рисунок 17.3 – Оценка запасов сельди во время проведения осеннего исследования 2012 года в Балтийском море (BIAS 2012 год). Область кругов отображает подсчитанное количество сельди в миллионах, отдельно в прямоугольнике, а цвет характеризует подразделение ICES (ICES, 2013b)

### 17.2.2 Шпрот (*Sprattus sprattus*)

В 2012 году общий улов шпрот в Балтийском море составил 231 000 тонн, что было на 14% меньше, чем в 2011 году (рис. 17.4). Самое высокое значение улова зарегистрировано в 1997 году, тогда улов составил более 500 000 тонн. Среди лидеров по улову были Швеция, Дания и Польша. За последние пять лет, изобилие шпрот снижается, особенно в южной части Балтийского моря.

В 2012 году, самые большие уловы наблюдались в подразделениях ICES 29 и 32 (рис. 17.5). В Ботническом заливе, изобилие шпрот было, как и всегда, незначительным.

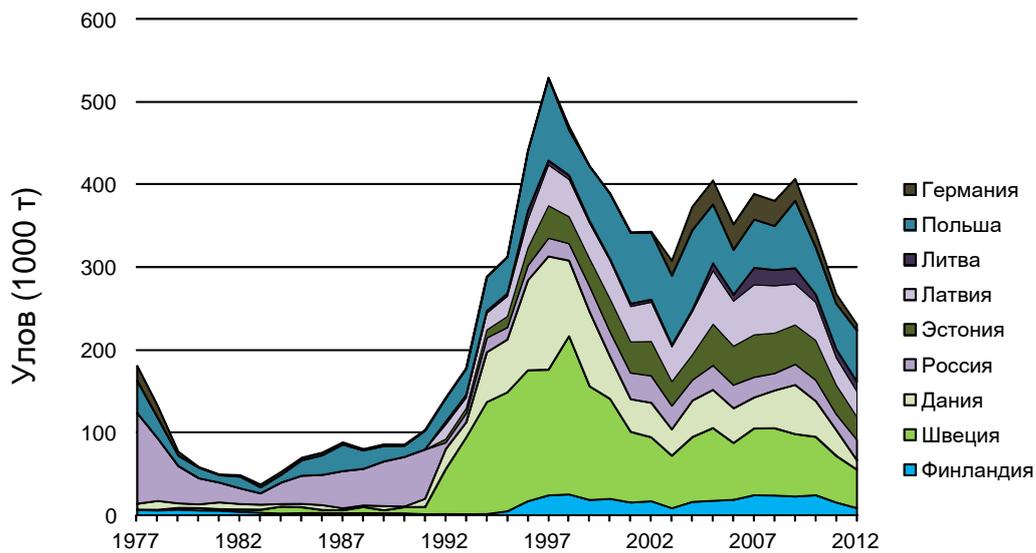


Рисунок 17.4 – Улов шпрот в Балтийском море

BIAS 2012

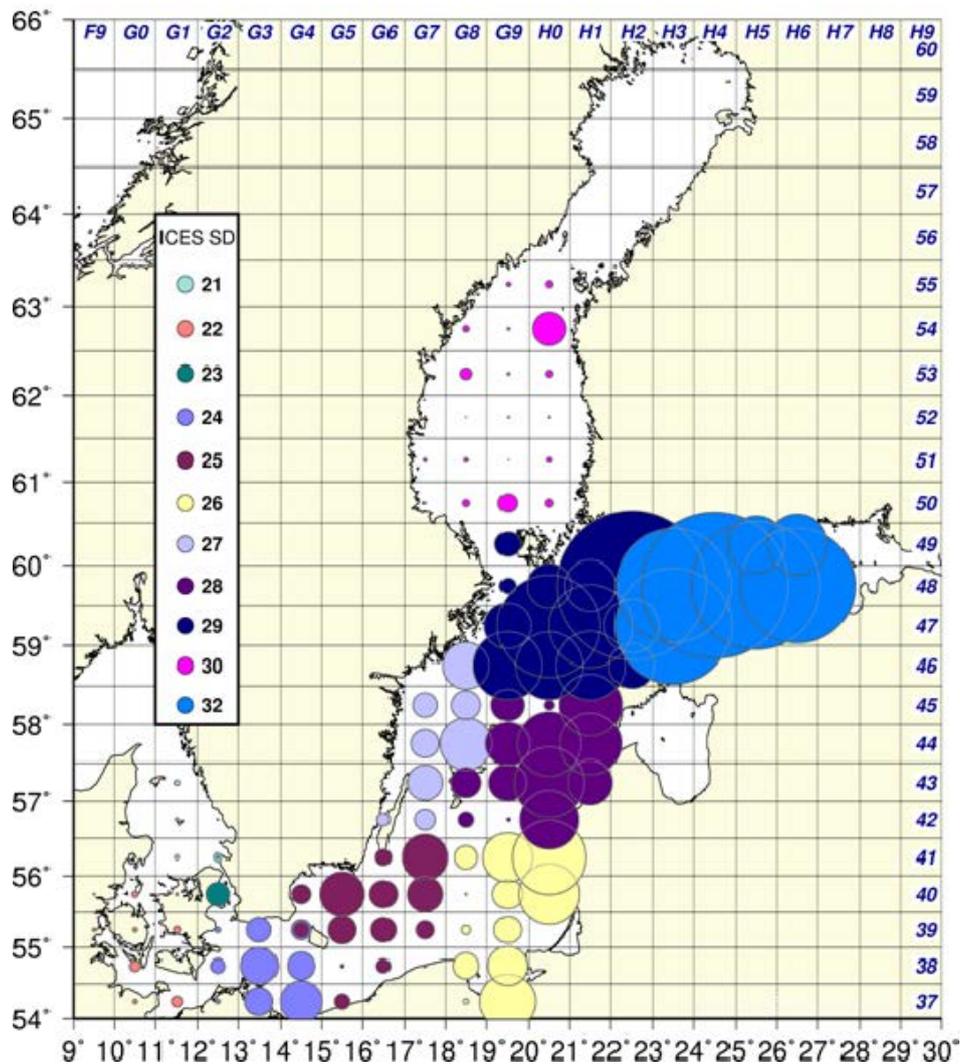


Рисунок 17.5 – Оценка изобилия шпрота во время проведения осеннего исследования 2012 года в Балтийском море (BIAS 2012 год. Область кругов отображает подсчитанное количество шпрот в миллионах, отдельно в прямоугольнике, а цвет характеризует подразделение ICES (ICES, 2013b)

### 17.2.3 Трехиглая колюшка (*Gasterosteus aculeatus*)

Трехиглая колюшка обитает в морской воде, но размножается в пресной или соленой воде, и также очень терпима к изменению солености воды. В особенности в Ботническом заливе, обнаружены локальные участки со значительным запасом трехигловой колюшки. В соответствии с исследовательскими траловыми уловами осеннего исследования 2013 года, биомасса этого вида внезапно увеличилась на 70% от общего улова. Таким образом, трехиглая колюшка преобладает в больших количествах над шпротом в подразделении ICES 30. Следовательно, трехигловая колюшка может служить в качестве потенциального источника сырья для кормов на основе рыбы в северной части Балтийского моря, особенно в Ботническом заливе. Однако, все еще прослеживается нехватка информации относительно изобилия и значения данного вида в пелагиале Балтийского моря. Таким образом, необходимо проводить дополнительные исследования для оценки осуществимости производства корма из трехигловой колюшки.

## 17.3 Карповые рыбы Финских прибрежных вод

### 17.3.1 Акустические исследования на мелководье

Гидроакустика – это эффективный способ для оценки общего изобилия, распределения размеров и локализации рыбы, но в многовидовых рыбных сообществах данная технология не предоставляет информацию по конкретным видам. На мелководье, горизонтально излучаемые акустические пучки служат для максимизации охвата исследуемой территории ввиду физических ограничений окружающей среды. При таком исследовании ориентация оси связанной с телом рыбы относительно оси звукового пучка неизвестна. Подход рыбы относительно звукового пучка в значительной степени влияет на силу цели (TS) (Lilja et al. 2000). Сила цели максимальная, когда сторона рыбы перпендикулярна звуковому пучку (боковой подход), и минимальный, когда рыба повернута головной или хвостовой частью. Метод деконволюции предполагает произвольное распределение ориентации рыбы.

Ввиду суточного поведения рыбы, сбор гидроакустических данных был начат не ранее чем спустя час после заката. Каждое исследование длилось около 5 часов. Для всех исследований использовалась лодка с забортным двигателем. Датчики были расположены горизонтально примерно на глубине 1 метр ниже поверхности со стороны лодки (рис. 17.6). Все акустические данные были получены при постоянной скорости движения лодки (5 км/ч).

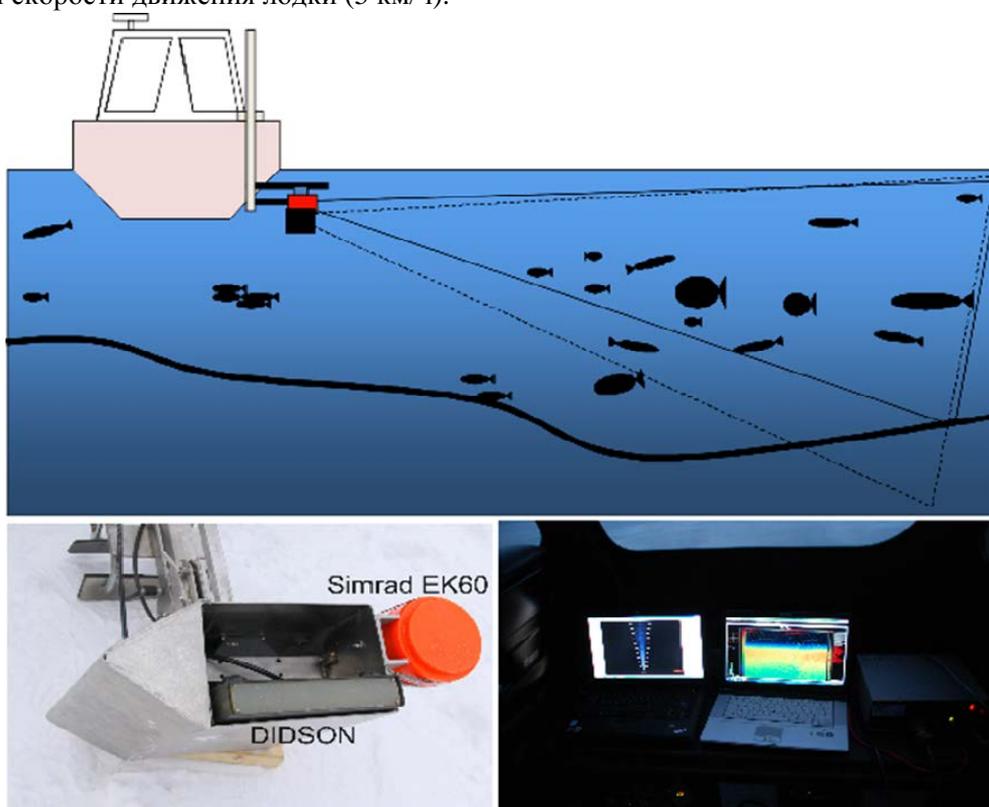


Рисунок 17.6 – Многонаправленный гидролокатор и DIDSON эхолот Simrad EK60 использовались одновременно

Необработанные акустические данные были преобразованы и проанализированы с помощью программного обеспечения Sonar5 (версия 6.0.2, Balk & Lindem, 2013). Анализирование порогового значения силы цели было задано на значение  $-63$  дБ. Чтобы исключить помехи на эхограмме, использовалась донное очертание, полученное вручную, (рис. 17.7). Общие длины для рыбы на основании силы цели с помощью процедуры деконволюции (Kubecka et al., 2009) и общие европейские виды регрессии силы цели/длины описаны Frouzova et al. (2005). Рыбная масса для каждого сантиметра длины было рассчитано согласно соотношению длины/массы, определенного в соответствии с исследовательскими уловами, сделанными на том же месте акустического исследования. Исследовательская ловля в исследовательской зоне была проведена двумя разновидностями неводов, кошельковым неводом и тралом (рис. 17.8). Средняя масса зарегистрированной акустическим образом популяции было получено делением общей массы на наблюдаемое количество. После этого биомасса (кг/га) умножалась на оценку изобилия (отдельно на га) и среднюю массу.

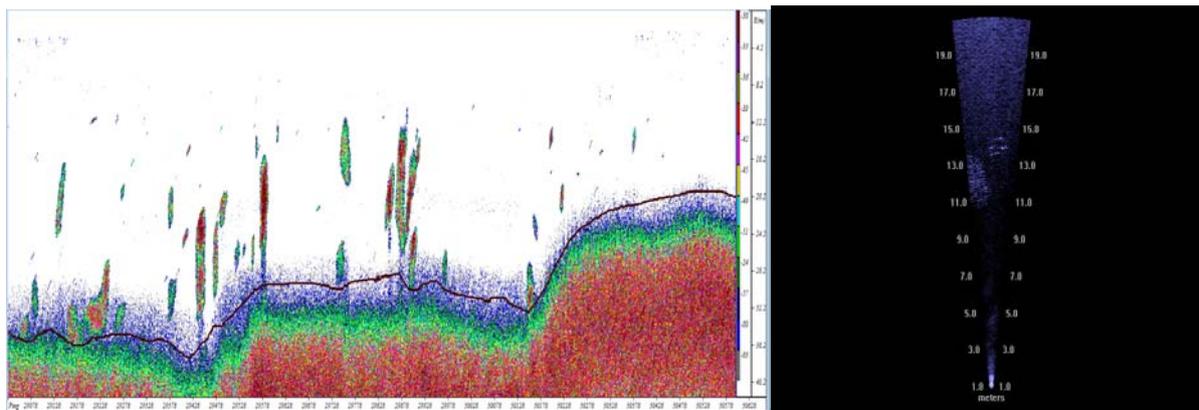


Рисунок 17.7 – Вид эхограммы, полученной с помощью эхолота EK60 (слева) и моментальный снимок с помощью DIDSON (справа)

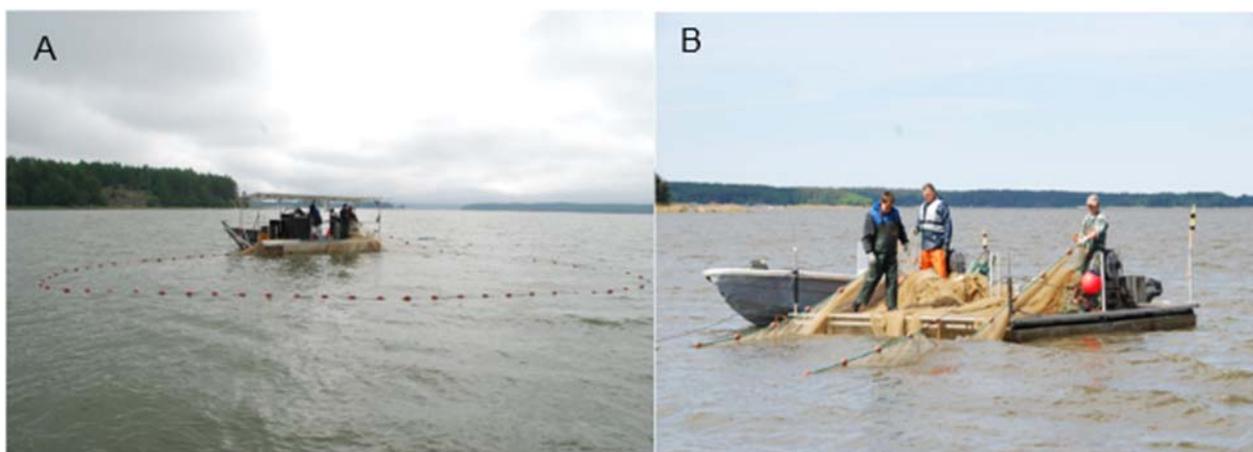


Рисунок 17.8 – Кошельковый невод (А) и трал (В) использовались для исследовательской рыбной ловли

В соответствии с Ådjers et al., (2006 год), была установлена тесная взаимосвязь между прозрачностью и уловами плотвы и карповых видов. Минимальная глубина Секки (глубина Секки связана с мутностью воды) в общем случае позволила получить большие уловы плотвы и карповых. В береговой части Финляндии мутность воды значительно повысилась вследствие эвтрофикации (рис. 17.9). Таким образом, ветер привел к увеличению количества пузырей в толще воды, что отразилось на увеличении уровня шума вблизи поверхности по сравнению с уровнем шума вблизи дна. Это последствие также распространяется на большие расстояния от датчиков, т.к. объем образцов превышает как на поверхности, так и вблизи дна. В результате воздействия ветра, горизонтальные акустические исследования должны были останавливаться, когда скорость ветра повышалась до 5 м/с. Таким образом, сбор данных иногда прерывался, и также были периоды, когда не представлялось возможным выполнять какие-либо исследования.

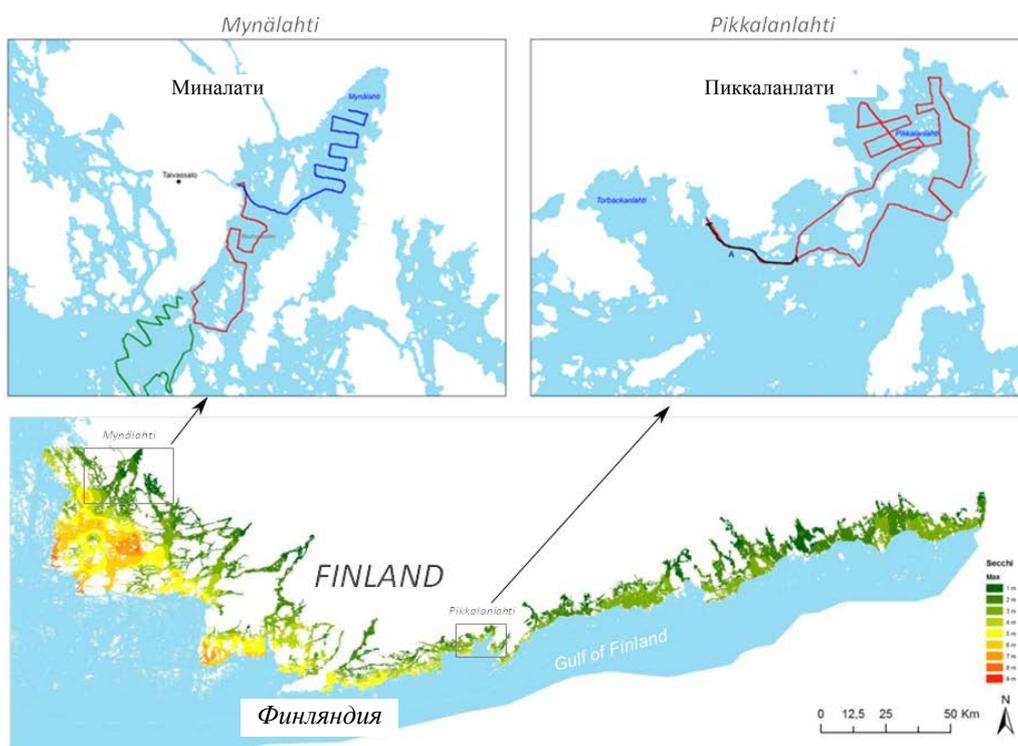


Рисунок 17.9 – Карта исследуемой области в заливах Мунялаhti и Пиккаланлаhti (сверху), и карта прозрачности воды в южной части Финского побережья (снизу) согласно Kallasvuо (2010 год)

### 17.3.2 Предварительная оценка биомассы

#### 17.3.2.1 Залив Pikkalanlahti

В области Pikkalanlahti горизонтальный акустический способ был испытан с повторной оценкой коэффициента поверхностного обратного рассеяния (NASC) для такого же маршрута. NASC является стандартной величиной в рыболовной акустике (MacLennan and Simmonds, 1995). Значительное изменение величины NASC наблюдалось внутри маршрутов, чем между ними (рис. 17.10). Таким образом, повторяемость горизонтальных акустических исследований была на приемлемом уровне, но изменчивость внутри маршрутов была достаточно высока. Высокая степень изменчивости свидетельствует о неравномерном или локальном распределении рыбы (рис.17.11).

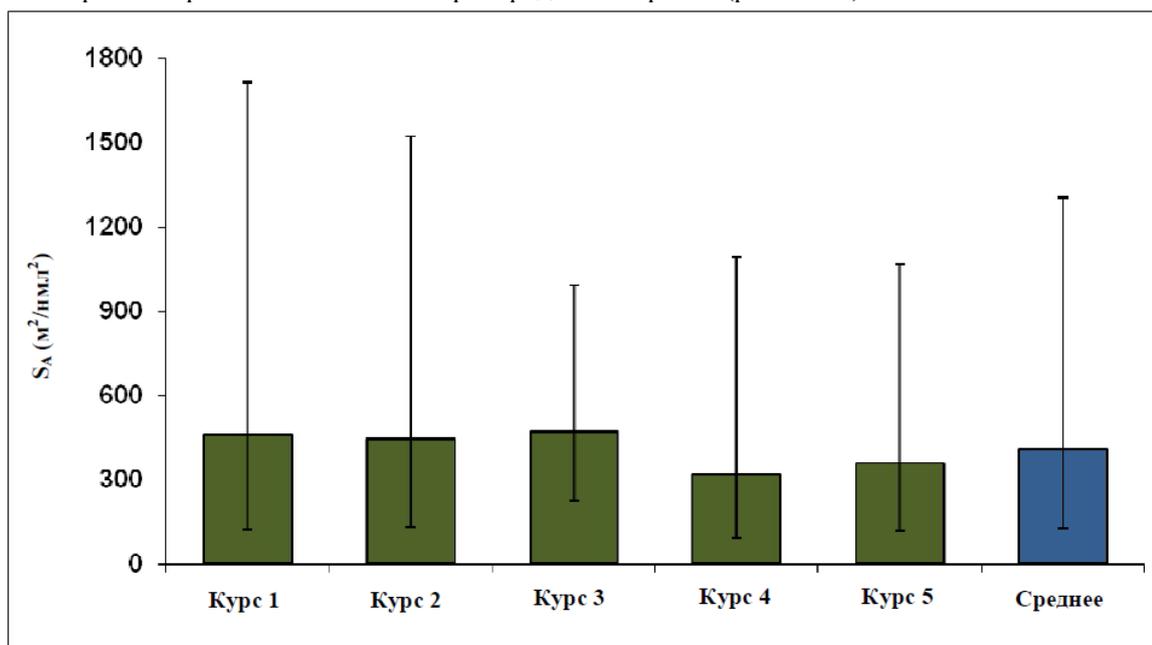


Рисунок 17.10 – Повторные способы оценки значения NASC для постоянного маршрута и доверительными интервалами 95%

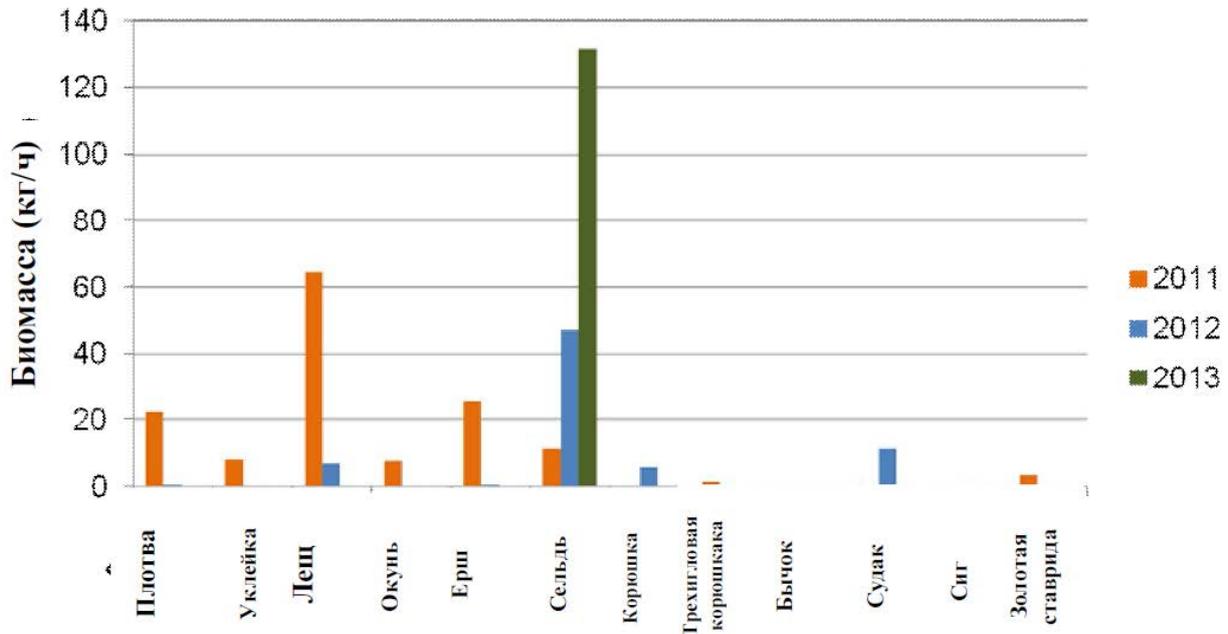


Рисунок 17.11 – Предполагаемая биомасса рыбы в 2011 – 2013 гг. в Pikkalanlahti.

Во время периода проведения анализа (2011 – 2013 гг.), в районе Pikkalanlahti были проведены масштабные уловы карповых. Улов последних составил более 50000 кг в год с помощью траловых сетей. Интенсивная ловля, малоценной рыбы, позволила значительно сократить количество такой рыбы, однако, рыба могла быть замещена повторным заселением из соседних вод. Все наблюдаемые в Pikkalanlahti виды также обнаруживаются и в соседних водах. Такая рыба в соседних водах возможно представляет субпопуляцию, которые перезимовывают в больших соседних зонах, но мигрируют в более теплые воды Pikkalanlahti на время нереста.

### 17.3.2.2 Залив Mynälahti

На рисунке 17.12 представлена ситуация по состоянию на весну 2011 года, когда наблюдались массивные скопления корюшки в Mynälahti во время нереста. В это время, количество корюшки превысило по биомассе остальные виды настолько, что оценка биомассы во время весеннего периода была чрезвычайно нестабильной, в результате чего сезон оказался непригодным для акустического исследования в береговых водах.

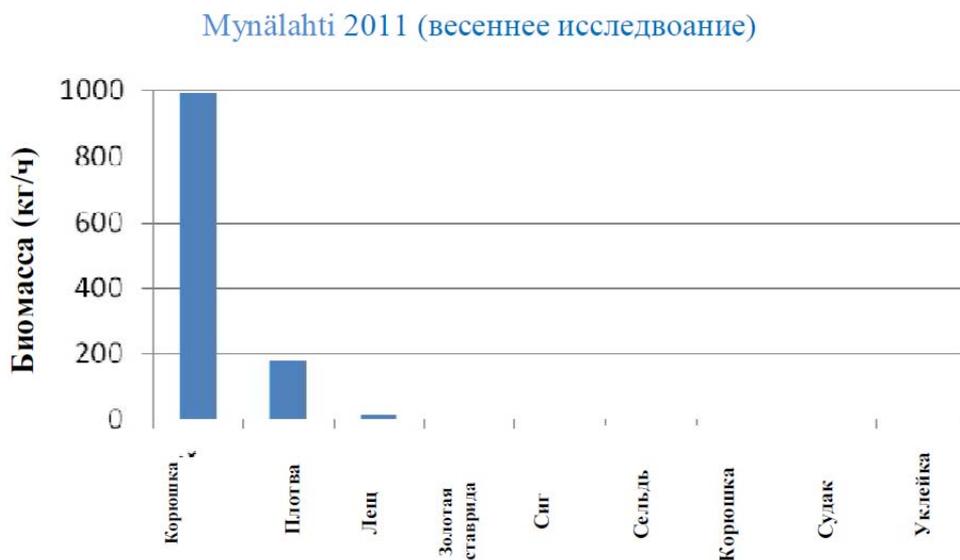


Рисунок 17.12 – Оценка биомассы рыбы во время весеннего исследования в 2011 году в Mynälahti. Обратите внимание на то, что большое количество колюшки превысило по биомассе другие виды

Результаты исследований биомассы рыбы в заливе Mynälahti в 2013 года представлены на рисунке 17.13.

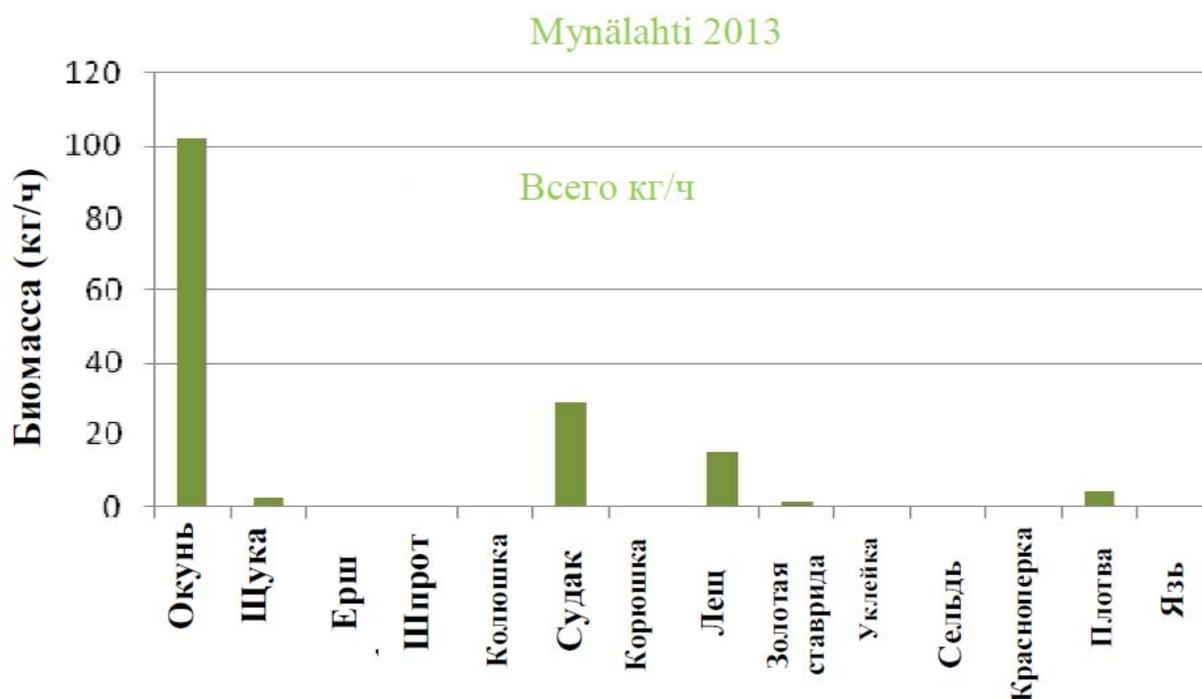


Рисунок 17.13 – Оценка биомассы рыбы в Mynälahti (2013 год)

### 17.3.3 Рост леща и плотвы

В общем случае, рост и развитие рыбы связано с доступностью кормов и плотностью распределения рыбы. Недостаток корма и чрезмерная плотность рыбы, как правило, приводит к меньшему росту. В районе Mynälahti, рост леща заметнее сократился во время последней декады, чем за предыдущие 30 лет (рис. 14). Предполагается, что высокие плотности карповых были причиной медленного роста леща в финском прибрежном районе. Таким образом, интенсивная ловля карповых должны привести к росту. В конце 1970-х гг., лещ и плотва достигли в длине около 40 см за 9 лет (Lehtonen et al., 1983). За последнюю декаду рост леща и плотвы сократился, и в этом случае длина в 40 см замечена только для возраста 16 лет.

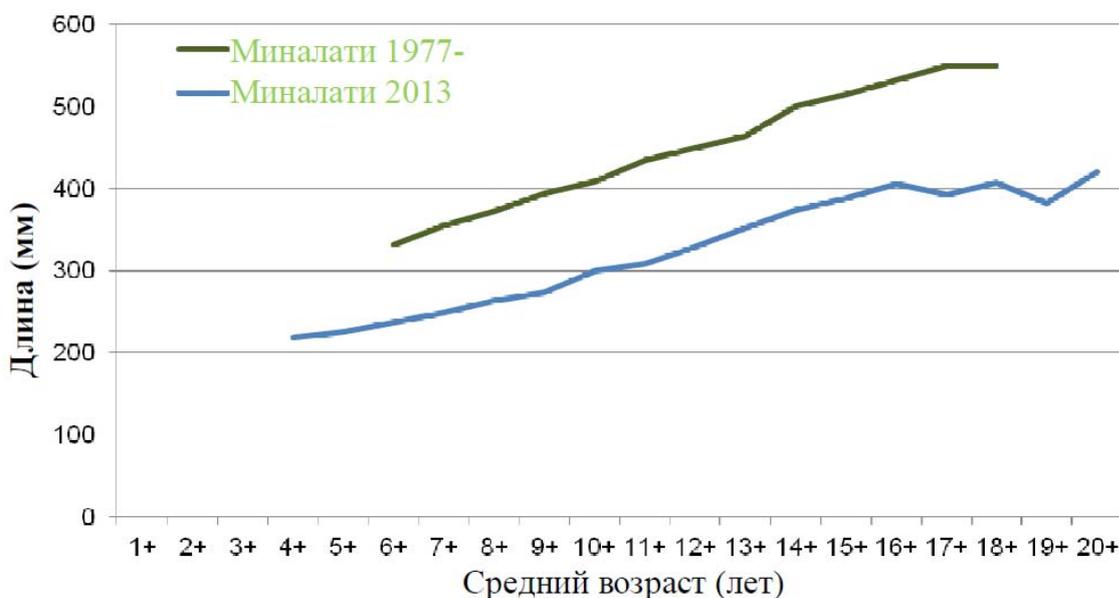


Рисунок 17.14 – Связь между возрастом и длиной для леща в конце 1970-х гг. (Lehtonen et al. 1983) в области Mynälahti

## 17.4 Список использованных источников

- Balk, H. & Lindem, T. 2013. Sonar4 and Sonar5-Pro post processing systems, Operator manual version 6.0.2, 464p. Lindem Data Acquisition Humleveiien 4b. 0870 Oslo Norway.
- FGFRI, 2013. Kalakantojen tila vuonna 2012 sekä ennuste vuosille 2013 ja 2014 - Silakka, kilohaili, turska, lohi, siika, kuha ja ahven (in Finnish).
- Frouzova, J., Kubecka, J., Balk, H. & Frouz, J. 2005. Target strength of European freshwater fish and its dependence on fish body parameters. *Fisheries Research* 75: 86-96.
- Godlewska, M., Frouzova, J., Kubecka, J., Wiśniewolski, W. & Szlakowski, J. 2012. Comparison of hydroacoustic estimates with fish census in shallow Malta Reservoir – which TS/L regression to use in horizontal beam applications? *Fisheries Research* 123-124: 90-97.
- ICES. 2013a. Report of the Baltic Fisheries Assessment Working Group (WGBFAS), 10 - 17 April 2013, ICES Headquarters, Copenhagen. ICES CM 2013/ACOM:10. 747 pp.
- ICES. 2013b. Report of the Baltic International Fish Survey Working Group (WGBIFS), 21-25 March 2013, Tartu, Estonia. ICES CM 2013/SSGESST:08. 505 pp.
- Kallasvuo, M. 2010. Coastal environmental gradients – Key to reproduction habitat mapping of freshwater fish in the Baltic Sea. Finnish Game and fisheries Research Institute and University of Helsinki, Faculty of Biological and Environmental Sciences. Academic Dissertation. 114 pp.
- Kubecka, J. 1996. Use of horizontal dual-beam sonar for fish surveys in shallow waters. Cowx, I.G., (Ed.): Stock assessment in inland fisheries. Blackwell, Oxford, 165-178.
- Kubecka, J. & Duncan, A. 1998. Acoustic size vs. real size relationships for common species of riverine fish. *Fisheries Research* 35: 115-125.
- Kubecka, J., Frouzova, J., Balk, H., Cech, M., Drastik, V. & Prchalova, M. 2009. Regressions for conversion between target strength and fish length in horizontal acoustic surveys. In: Papadakis, J.S., Bjorno, L. (Eds.), *Underwater Acoustic Measurements, Technologies & Results*. Foundation For Research & Technology, Heraklion, Greece, ISBN 978-960-98883-2-5, pp. 1039–1044.
- Lehtonen, H., Böhling, P. & Hildén, M. 1983. Saaristomeren pohjoisosan kalavarat (in Finnish). Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Monistettu ja julkaisuja 9: 86-140.
- Lilja, J., Marjomäki, T. J., Riikonen, R. & Jurvelius, J. 2000. Side-aspect target strength of Atlantic salmon (*Salmo salar*), brown trout (*Salmo trutta*), whitefish (*Coregonus lavaretus*), and pike (*Esox lucius*). *Aquatic Living Resources* 13: 355-360.
- MacLennan, D. & Simmonds, J. 1995. *Fisheries Acoustics*. Chapman & Hall, London, 325 p.
- Setälä, J., Airaksinen, S., Lilja, J. & Raitaniemi, J. 2012. Pilottihanke vajaan hyödynnetyn kalan käytön edistämiseksi (in Finnish). Loppuraportti 2012. RKTL:n työraportteja 10/2012
- Ådjers, K., Appelberg, M., Eschbaum, R., Lappalainen, A., Minde, A., Repecka, R. & Thoresson, G. 2006. Trends in coastal fish stocks of the Baltic Sea. *Boreal Environment Research* 11: 13-25.



**РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОЕКТА АКВАБЕСТ В ОБЛАСТИ ТЕХНОЛОГИЙ  
ЗАМКНУТОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ**

## 18. УДАЛЕНИЕ АЗОТА ИЗ УСТАНОВОК ЗАМКНУТОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ (УЗВ) В РЫБОВОДНЫХ ХОЗЯЙСТВАХ ПРИБРЕЖНЫХ РАЙОНОВ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

Карин Изабель Сур

Оригинал – Nitrogen removal in RAS farms for Baltic Sea costal farming 2014. Karin I. Suhr. Reports of Aquabest project 18/2014.  
[http://www.aquabestproject.eu/media/13880/aquabest\\_18\\_2014\\_report.pdf](http://www.aquabestproject.eu/media/13880/aquabest_18_2014_report.pdf)

### 18.1 Введение

Защита морской среды Балтийского моря вышла на политический уровень после Хельсинской конвенции в 1974 году. В унисон с Рамочной директивой по водной среде (WFD 2000/60/EC) и Морской стратегической рамочной директивой (MSFD 2008/56/EC), Комиссией по защите морского окружения в Балтийском море (HELCOM) запущен план мероприятий в Балтийском море в 2007 году с общим намерением получения удовлетворительного состояния окружающей среды в Балтийском море к 2021 году (HELCOM, 2007). План рассматривал вопросы, касающиеся эвтрофикации, опасных веществ, биоразнообразия и морских работ, и был принят девятью странами региона Балтийского моря и Россией.

Эвтрофикация может быть определена разнообразными способами (Ærtebjerg et al., 2003), но в значительной степени состояние отклонения от устойчивого и здорового окружения, вызванного антропогенным обогащением питательными веществами. Повышенное количество питательных веществ стимулирует рост водорослей, который приводит к дисбалансу функционирования экосистемы. Экологическими целями в BSAP, чтобы не допустить эвтрофикации в Балтийском море, являются: очистка воды, выравнивание концентраций питательных веществ до природных уровней, естественные уровни цветения воды, естественные уровни кислорода, естественное распределение и встречаемость растений и животных (HELCOM, 2013a). Несмотря на снижение концентрации питательных веществ в Балтийское море с 1980-х гг., благоприятными условиями обладает только открытое море Ботнического залива, в то время как остальная часть была подвержена эвтрофикации в 2007-2011 гг. (Laamanen et al. 2013) (Рисунок 18.1).

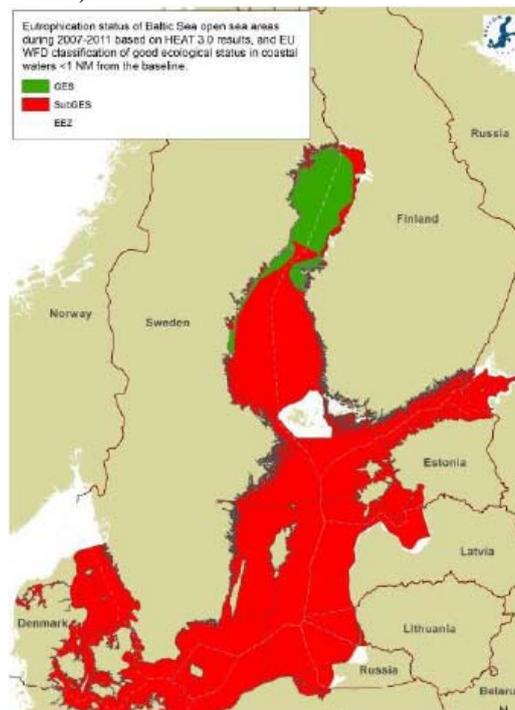


Рисунок 18.1 – Состояние эвтрофикации по оценке на 2007-2011 гг. (зеленый цвет – благоприятное состояние) в открытом море Ботнического залива; остальная часть Балтийского моря была подвержена эвтрофикации (красный цвет, неблагоприятное состояние (Laamanen et al. 2013)

Деление суббассейна Балтийского моря (КТ: Каттегат; DS: Датский пролив; ВР: Балтийская собственность; BS: Ботническое море; ВВ: Ботнический залив; GR: Рижский залив; GF: Финский залив) представлено на Рисунке 18.2.

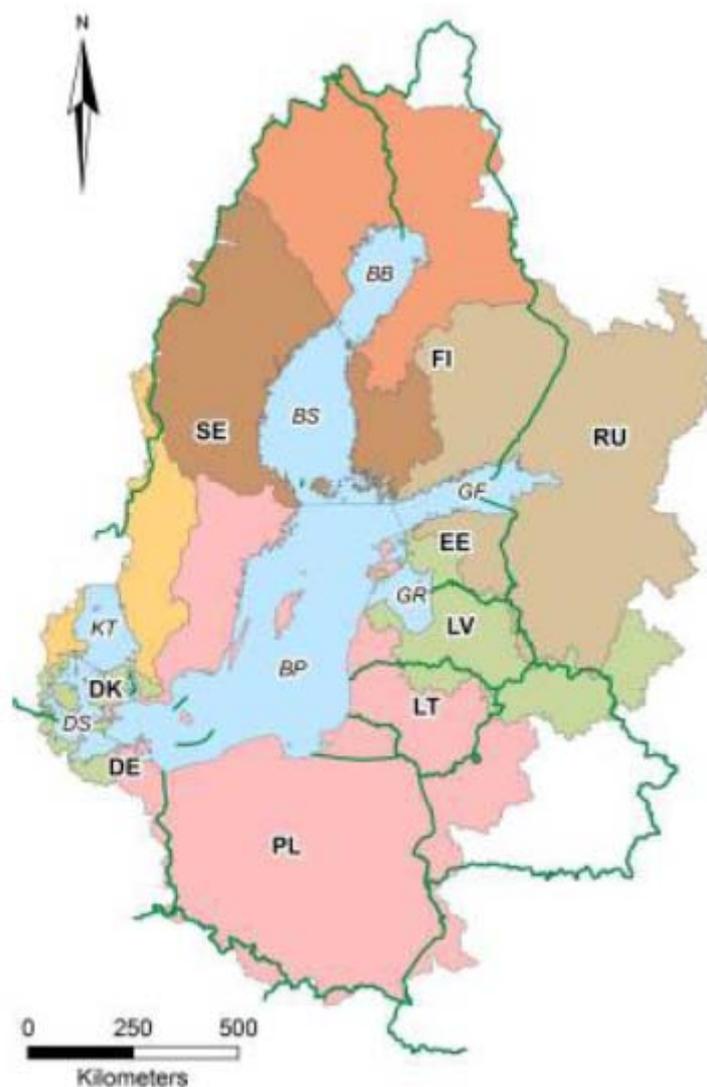


Рисунок 18.2 – Деление Балтийского моря на суб-бассейны и водосборы оказывающие вклад через воду входные в каждый бассейн. Также показаны границы пяти соседних государств (Беларусь, Украина, Чешская республика, Словакия и Норвегия) вместе с трансграничными потоками (HELCOM, 2013b)

HELCOM пронаблюдала за поступлением питательных веществ в Балтийское море с середины 1980-х гг., чтобы исследовать состояние эвтрофикации и воздействие политических инициатив по сокращению их поступления. Эти данные очень важны для управления окружающими условиями моря. Максимально допустимая концентрация питательных веществ в Балтийское море для достижения желаемого уровня эвтрофикации было оценено моделированием Baltic Nest Institute, Швеция (модель BALTSEM). Эта модели позволяет значительно сократить питательные вещества, необходимые для суббассейного уровня, а ответственность за получение таких целей делится между странами HELCOM по принципу материальной ответственности виновника загрязнения. Более современное моделирование (включая дополнительные параметры, более полные и совершенные данные, а также исключение преимуществ для стандартов по лучшей очистке сточных вод в западных странах) провело оценку новых допустимых значений концентрации питательных веществ и сокращению в 2013 году в сравнении с квотами, изначально установленными в 2007 году согласно плану HELCOM по Балтийскому морю (Таблица 18.1). Некоторые страны, например, Польша, с наибольшей долей по сокращению сталкивается со значительными проблемами, которые также могут серьезным образом воздействовать на потенциал индустрии по выращиванию рыбы.

Таблица 18.1 Распределение между странами сокращения питательных веществ в соответствии с Планом мероприятий для Балтийского моря с 2007 и до 2013 года, а также подстроенные значения для фосфора и азота (HELCOM 2013)

Страны	Фосфор (тонн)		Азот (тонн)	
	2007	2013	2007	2013
Дания	16	38	17210	2890
Эстония	220	320	900	2800
Финляндия	150	330+26*	1200	2430+600*
Германия	240	110+60*	5620	7170+500
Латвия	300	220	2560	1670
Литва	880	1470	11760	8970
Польша	8760	7480	62400	43610
Россия	2500	3790	6970	10380
Швеция	290	530	20780	9240

Источник: HELCOM 2013

\* - первоначальные требования ввиду транспортировки воды в другие страны

На уровне суббассейна, самая большая морская зона, собственно Балтийска, требует значительного сокращения питательных веществ, после Финского залива, как представлено в таблице требований по сокращению питательных веществ в суббассейне (Таблица 18.2).

Таблица 18.2 Необходимое сокращение питательных веществ для суббассейна для реализации максимально допустимой ежегодной концентрации, согласно (HELCOM, 2013)

	Максимально допустимые концентрации питательных веществ		Справочное значение на 1997-2003 гг.		Необходимое сокращение	
	Азот (N), тонн	Фосфор (P), тонн	Азот (N), тонн	Фосфор (P), тонн	Азот (N), тонн	Фосфор (P), тонн
Суббассейн Балтийского моря						
Каттегат	74000	1687	78761	1687	4761	0
Датские проливы	65998	1601	65998	1601	0	0
Собственно Балтика	325000	7360	423921	18320	98921	10960
Ботническое море	79372	2773	79372	2773	0	0
Ботнический завив	57622	2675	57622	2675	0	0
Рижский пролив	88417	2020	88417	2328	0	308
Финский пролив	101800	3600	116252	7509	14452	3909
<b>Балтийское море</b>	<b>792209</b>	<b>21716</b>	<b>910344</b>	<b>36894</b>	<b>118134</b>	<b>15178</b>

Прогнозы института NEST относительно модели утверждают, что для того, чтобы эвтрофикация достигла необходимого уровня, необходимо до 100 лет с учетом представленных уменьшений (рисунок 18.3). Уменьшение фосфора будет быстрее и устойчивее, чем смоделированный отклик азота ввиду его более сложной динамики в море (HELCOM, 2013b). На основании экстраполяции параметров ила и изучением  $^{15}\text{NO}_3$ -индикатором было подсчитано, что 48-73% внешнего азота удаляется за счет денитрификации в осадочном слое Балтийского моря (Deutsch et al., 2010).

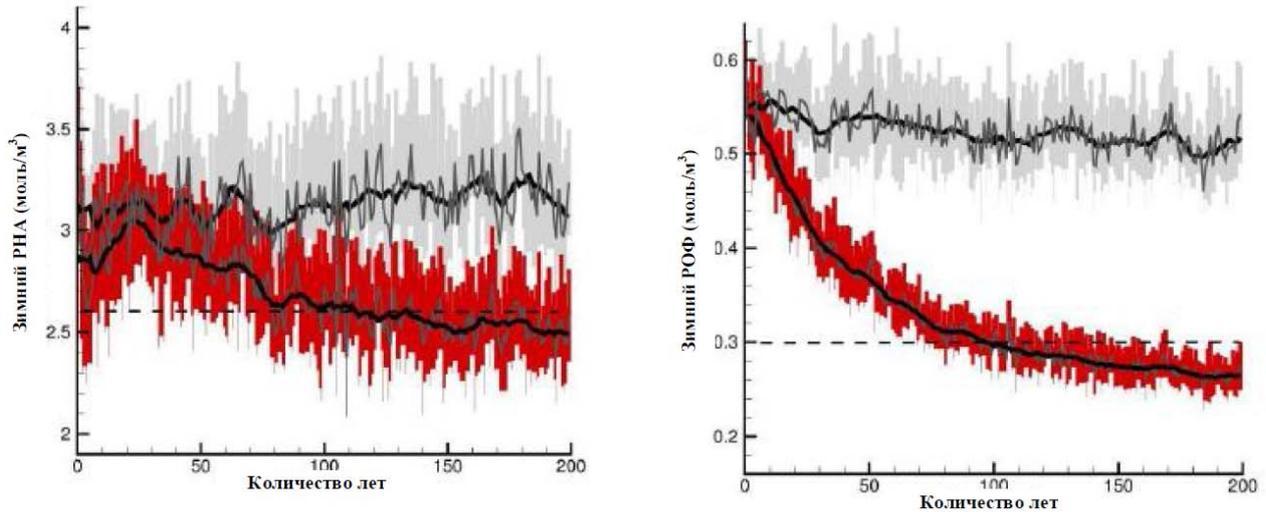


Рисунок 18.3 Прогнозирующее моделирование, проведенное Институтом NEST. Если концентрации питательных веществ будут сокращены согласно максимально допустимому значению уровней концентрации до 0, то будет наблюдаться стремительное первоначальное отклонение РОФ (растворенный зимой органический фосфор) и небольшое отклонение с задержкой в РНА (растворенный зимой неорганический азот) концентраций, которые отображаются красными столбцами и средним сроком в 11 лет в виде толстых линий. Тонкие линии отображают среднее значение 10 опытов, используя различные погодные условия. Если параметры концентрации веществ остаются на уровне 1997-2003 гг., ожидается, что концентрации РОФ и РНА значительно не изменится между 0 и 200 (серые столбцы и 11-летний средний интервал). Пунктирные кривые отображают цели эвтрофикации для РОФ и РНА (HELCOM, 2013b)

Загрязнение от аквакультуры с периода 1990-х гг. и до 2010 г. уменьшилось более чем на 50% по сравнению с уровнем на момент 1995 год (Рисунок 18.4).



Рисунок 18.4 Отклонение ежегодной концентрации общего количества азота (в тоннах за год) для Балтийского моря в результате деятельности рыбоводных ферм при непосредственном воздействии во время 1994-2010. Предоставлено: HELCOM, 2013с.

## 18.2 Цикл азота

Азот служит в качестве питательного микроэлемента, который необходим для поддержания жизненного роста. Удаление азота из водных систем (денитрификация) осуществляется с помощью процесса биологического удаления нитрата ( $\text{NO}_3$ ) или нитрита ( $\text{NO}_2$ ) до образования инертного газа  $\text{N}_2$ . В бескислородной среде большинство бактерий (необязательные) способны использовать нитрат органического вещества в качестве акцептора электронов для их дыхания (рисунок 18.5). Кроме гетеротрофной денитрификации, в которой органическим веществом выступает донор электрона, что пока-

зано на 18.5, присутствуют железо и сера, полученные в результате автотрофной<sup>1</sup> денитрификации. Анаэробное окисление аммония (процесс Анаммох сокращ. от Anaerobic Ammonium Oxidation) служит в качестве еще одного автотрофного процесса по удалению азота (рисунок 18.5), который частично определен на глубоких уровнях моря и оценен, как 30-50 % от общей морской потери азота (Francis et al. 2007). Известно, что в Финском заливе около 10-15 % получения азота осуществляется с помощью анаммох (в бескислородной или анаэробной зонах соответственно). Таким образом, общее образование азота (N<sub>2</sub>) будет представлять сумму возрастающего потока аммония и уменьшающегося потока нитрата за счет редоксклайна<sup>2</sup> в качестве передающей азот зоны (Conley et al., 2009). Изменения температуры водяных потоков/смешивания воды и т.д. естественным образом отразятся на динамической системе и, таким, образом, очевидных показателях удаления азота.

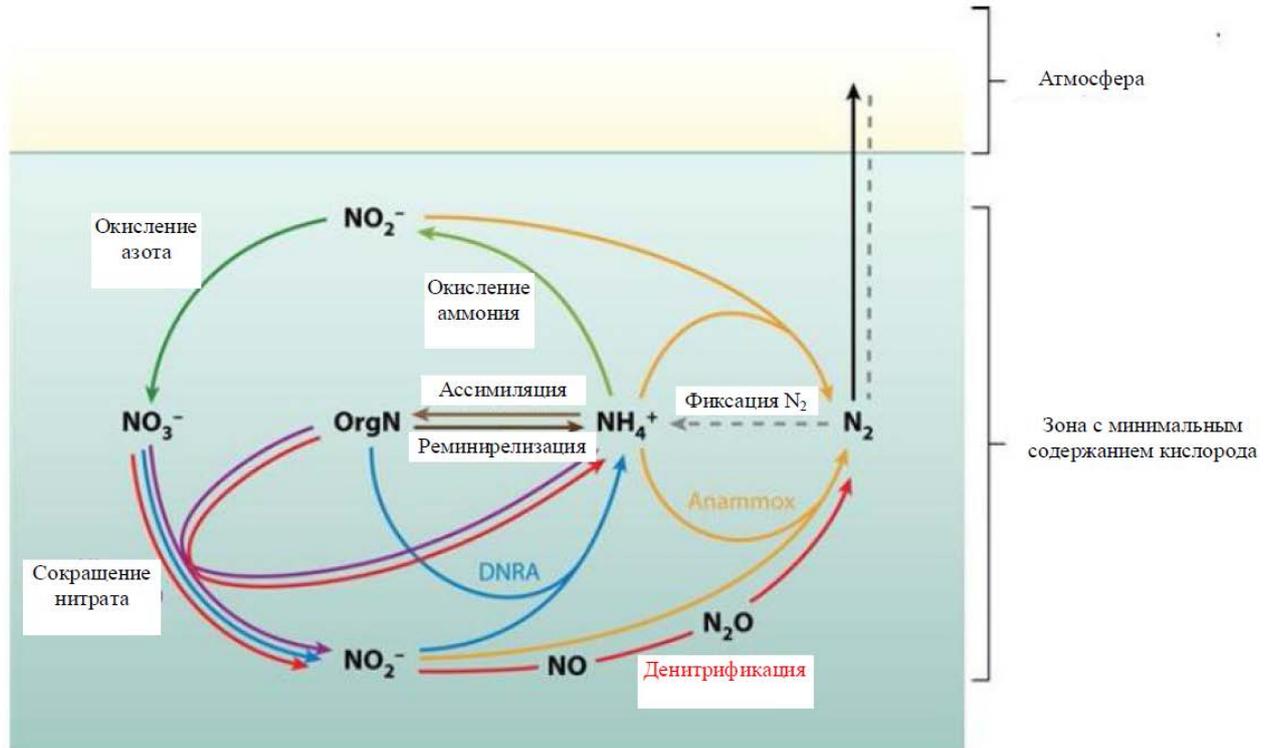


Рисунок 18.5 Цикл азота в океанических зонах с минимальным содержанием кислорода. Инертный газообразный азот может быть получен как с помощью процесса анаммох (оранжевый цвет), так и с помощью денитрификации (красный цвет). Далее, каждый этап может быть проанализирован в отдельности, с возможным удалением промежуточных веществ, при этом каждый этап ответственен за последующую минерализацию, что представлено на первом этапе. Как снижение нитрата (фиолетовый цвет), так и диссимиляционное удаление нитрата для аммония (синий цвет), также являются процессами повторной минерализации, производя дополнительные количества NO<sub>2</sub> и NH<sub>4</sub> соответственно. Для нитрификации необходимы аэробные условия, и которая делится на два этапа: окисление аммония (светло зеленый цвет) и окисление нитрита (темно зеленый цвет). Предоставлено: Lam and Kuypers, 2011.

<sup>1</sup>Автотрофы используют для роста неорганический углерод (в виде CO<sub>2</sub>) в противоположность гетеротрофам, которые нуждаются в органическом источнике углерода.

<sup>2</sup>Редоксклайн – это слой воды, разделяющий верхнюю окисленную воду от нижней не содержащей кислорода в воде. Биологическая обработка сточных вод основывается на тех же процессах, которые представлены в природных биогеохимических циклах при удалении растворенных питательных веществ из воды. Преимущества в ограничении процессов для управляемой системы или реакторов заключаются в возможности оптимизации процессов и не допущение или уменьшение последствий естественных изменений.

### 18.3 Денитрификация в установках замкнутого водоснабжения (УЗВ)

Необходимость нитрификации в УЗВ зависит от толерантности выращиваемых на ферме видов к нитратам, а также в зависимости от законодательства. Нитрат содержит меньше токсичного азота, чем аммоний (Timmons et al. 2002), что является причиной того, почему денитрифицирующие фильтры или реакторы не составляют жизненно необходимую часть системы УЗВ в сравнении с реакторами нитрификации (или биофильтрами), т.к. выживание рыбы является главной целью. Без интегрированного или поточного модуля денитрификации в УЗВ, скорость обмена воды определяет концентрацию нитрата в системе. В тепловодных УЗВ (например, системы для угря, королевской рыбы,

тиляпии) сохранение затрат на обогрев за счет интеграции реакторов денитрификации, которые сокращают необходимость в обмене воды, является стандартной экономической выгодой. Обзор аквакультурных систем, классифицированных по их использованию воды, предложенная Martins et al. (2010), представлена в таблице ниже (Таблица 18.3).

Таблица 18.3 Классификация систем по выращиванию рыбы в зависимости от скорости водообмена (Martins et al. (2010))

Использование воды (м <sup>3</sup> / кг корма)	
Проточные	>50
Системы оборотного водоснабжения	1 – 50
Современные УЗВ	0,1 – 1
Следующее поколение/ УЗВ с нулевым уровнем загрязнений	<0,1

Какой тип модуля удаления азота представлен в системе УЗВ зависит от типа системы. Если водозабор является дорогостоящим процессом, например, ввиду хранения воды, значительных затрат или относящихся к данному процессу затрат на подогрев для тепловодных видов рыб, то решением для УЗВ могут быть небольшие по объему системы водозабора (обеспечивающие высокую концентрацию нитрата) и комплексный или поточный реактор денитрификации, чтобы снизить концентрации нитрата до допустимых уровней, например, в стандартных или внутренних УЗВ по выращиванию угря или тилляпии. В системах, работающих на более высоких уровнях использования воды, и, таким образом, с меньшей концентрацией нитрата в бассейнах, ввиду ограничений окружающей среды для общего выделения азота, может потребоваться удаление азота, и в таких случаях решением может быть денитрификация в месте сброса.

Пример систем повторного использования являются датские модели ферм по выращиванию форели (MTF) при использовании соответственно 3900 литров воды/кг корма (что соответствует 1/13 от традиционного потока через системы (Jokumsen and Svendsen, 2010)). MTF обладают биофильтрами для нитрификации, отстойными конусами, а также барабанными фильтрами для удаления частиц.

Сточную воду обрабатывают в построенных водно-болотных угодьях до сброса в принимающие воды. Такие системы являются системами очистки в месте сброса. С денитрификацией в качестве первичной функции. Всестороннее двухлетнее исследование по мониторингу восьми MTF в Дании установило, что средний процент по удалению для азота составляет 50%, 76% для фосфора и 93% для органического вещества (BOD<sub>5</sub>) в сооруженных водно-болотных угодьях (Svendsen et al. 2008). Эффективность удаления азота ограничивается производством MTF с точки зрения экологической эффективности, а также законодательства. Однако затраты на инвестирование по дальнейшему удалению азота должны быть сбалансированы с доходами, получаемыми от рыбоводства.

В качестве примера системы УЗВ следующего поколения служит голландская система по выращиванию тилляпии (600 метрических тонн в год) с увеличенной концентрацией в 30 л/кг корма (Martins et al. 2009), объединяющая восходящий отстойный пустой реактор денитрификации (ВОПРД). Ввод в ВОПРД представляет собой слитые отходы из барабанного фильтра и вывод из ВОПРД поступает на ввод барабанного фильтра. Твердые отходы от рыбы служили только в качестве источника углерода, используемого в системе; рыба была получена на 10% ниже от производственной стоимости за килограмм ввиду уменьшенного использования воды, тепла и бикарбоната<sup>3</sup> и уменьшение затрат за сточные воды.

Ожидаемое значение для системы по удалению азота, как ожидается, составляет 81% (Martins et al, 2010). Однако, надлежащее обслуживание и управления такой системой УЗВ является довольно важной задачей.

Альтернативным вариантом по очистке воды, исследованным в последние годы, является аквапоника и водорослевые пруды, которые стараются использовать питательные вещества рыбоводных хозяйств за счет значительного использования промежуточных продуктов во вторичном производственном модуле.

Различные типы систем по удалению азота, представленные в аквакультуре, описаны в таблице 18.4.

Таблица 18.4 Удаление азота в системах аквакультуры

Модуль удаления азота
Реакторы денитрификации
Построенные водно-болотные угодья
Водорослевые пруды
Аквапоника
Пассивная денитрификация в осадочном слое прудов или в других местах с накопленными твердыми органическими веществами УЗВ

### 18.3.1 Реакторы денитрификации

Реакторы денитрификации, обычно используемые в УЗВ, используют гетеротрофную денитрификацию и внешние легко биоразлагаемые источники углерода (метанол, уксусная кислота, простые углеводы и т.д.) служащие для поддержания устойчивого состояния и высокой скорости реактора денитрификации. Стехиометрическое отношение используемого субстрата на удаленный нитрат является универсальным для всех поддающихся биологическому разложению субстратов: 2,86 г химическое потребление кислорода / г  $\text{NO}_3^- - \text{N}$ . Например, если в качестве субстрата используется ацетон, денитрификация выглядит следующим образом:



Уравнение показывает, что кроме выделения газообразного азота будет наблюдаться щелочность и рост бактерий. Урожай бактерий или количество углерода, используемого для синтеза клеток бактерий, будет зависеть от рабочих условий. На практике, незначительная часть поддающегося биологическому разложению углерода также используется для обеспечения бескислородных условий (аэробного дыхания).

Согласно требованиям к отсутствию кислорода, имеют место только погружные реакторы. Различные типы реакторов продемонстрированы в УЗВ; реакторы с неподвижным слоем, реакторы с подвижным слоем, флюидизированные реакторы с неподвижным слоем, реакторы отстойного типа, которые были проверены в пресноводных системах, а также морских УЗВ.

<sup>3</sup>Денитрификация сопровождается образованием кислотности.

Обзор различных реакторов денитрификации (РД) используемых в УЗВ и изученных в литературе представлен в таблице 18.5. Ввиду различных условий испытаний (концентрация субстратов, схема управления реактором, температура и т.д.) кросс-сравнение очень сложно осуществить. Однако, общее сравнение не отражает каких-либо различий в эффективности удаления азота, включая солесность, что является предпосылкой для соответствующей оценки (Gutierrez-Wing, 2013). Кроме того, использование эндогенного источника углерода (твердых рыбных отходов) для управления гетеротрофным процессом денитрификации выглядит осуществимым (таблица 18.5). Кроме пассивной несущей среды для роста бактерий, также были проверены поддающиеся биологическому разложению типы сред, с хорошими показателями (таблица 18.5), однако их цена для коммерческого использования слишком высока.

Таблица 18.5 Объемные показатели денитрификации, зарегистрированные в аквакультуре

Реактор денитрификации	Среда	Источник углерода	Скорость удаления $\text{NO}_3^-$ (г $\text{H}/\text{м}^3$ среды/д)	Справочная информация
<i>Пресная вода</i>				
Реактор с неподвижным слоем	Полученный экструдией пластик	РНВ	670 – 680	Hamlin et al., 2008
	Разлагаемый полимер	Метанол, уксусная кислота, патока, промывная моногидридная глюкоза	168	Boley et al., 2000
	Био-блок	Эндогенный	360	Suhr and Pedersen, 2011
	Полиэтилен	Метанол	43	Suzuki et al., 2003
	Альгиновые гранулы	Крахмал	624	Tal et al., 2003
Кипящий слой	Песок	Эндогенный	859	Arbiv and van Rijn, 1995
	Песок	Эндогенный	1330	Shnel et al., 2002
Основа пищеварения	Ил	Эндогенный	142	Shnel et al., 2002

Активный ил	Ил	Эндогенный	25 - 590	Klas et al., 2006
Анаэробный реактор с придонным слоем организмов и восходящим потоком жидкости.	Ил	Эндогенный	125	Suhr et al., 2014
<i>Морская</i>				
Гранулярный реактор с неподвижным слоем	Разлагаемые гранулы	(РНВ-полимер)	1000 – 2500	Gutierrez-Wing et al., 2013
Реактор с неподвижным слоем	Пластиковая среда	Глюкоза	41	Honda et al., 1993
Реактор с неподвижным слоем	Брикетные гранулы	Этанол	2400	Sauthier et al., 1998
Реактор с неподвижным слоем	Пластиковые/дробленые устричные раковины	Этанол/метанол	158	Menasveta et al., 2001
Реактор с неподвижным слоем	Альгиновые гранулы	Крахмал	62	Tal et al., 2003
С кипящим слоем	Песок	Эндогенный	1742	Gelfand et al., 2003
Реактор с подвижным слоем	Пластиковая среда	Эндогенный	576	Tal and Schreier, 2004
Реактор с подвижным слоем	Пластиковая среда	Эндогенный	142	Suhr, 2013
Резервуар переваривания	Ил	Эндогенный	60	Gelfand et al., 2003

Результаты работы реактора денитрификации УЗВ с использованием твердых рыбных отходов (эндогенный источник углерода) представлен в следующем разделе.

### 18.3.2 Одноступенчатая денитрификация в УЗВ

Если для гетеротрофной денитрификации используется только эндогенный углерод, то процесс называется «одноступенчатым», в противоположность третичной денитрификации с использованием внешних источников углерода. В УЗВ преимущество в использовании одноступенчатой денитрификации заключается в одновременном снижении концентрации в потоке органического вещества с сохранением щелочности, если вода рециркулируется обратно в систему из реактора денитрификации. Недостатки такой денитрификации заключаются в большой зависимости обработки потока ила ввиду более высоких уровней растворенного органического вещества (по сравнению с более взвешенным органическим веществом из традиционных УЗВ) и зависимость системы от более высокой концентрации содержания фосфора в сточных водах. Для наиболее глобальной экологической целостности имеет смысл замкнуть контур питательных веществ, насколько это представляется возможным для углерода и азота, прежде чем слить воду из УЗВ, в особенности для морских УЗВ, где отложение ила на сельскохозяйственных пахотных землях может быть затруднительным из-за высокой концентрации соли.

#### 18.3.2.1 Опытная УЗВ реактором очистки в месте сброса

##### Опытная система УЗВ для пресной воды

В DTU Aqua, в Хиртсхальсе, Дания, экспериментальное изучение функционирования было проведено для одноступенчатого реактора с восходящим потоком жидкости (85 л). Измерения выполнялись во время двух экспериментальных периодов:

1. Ил раннего возраста в коллекторе (удаление по 2 литра в месяц) на протяжении примерно 60 дней.
2. Ил позднего возраста в коллекторе (удаление по 1 литру в месяц) на протяжении примерно 30 дней.

##### Система

Параллельно прошли испытания две опытные системы по 1700 литров. Аквариум для рыбы объемом 500 литров заполнен 25 килограммами радужной форели, с кормлением 300 граммом в день (43% белка, 30% жира, 2% сырой клетчатки, 5% золы) на протяжении экспериментального периода температура воды поддерживалась на уровне 18°C и с помощью термостатических обогревателей в насосном приямке. Обновление воды выполнялось вручную с объемом 80 литров в день (4,7% системы);

60 литров было слито со дна биофильтра в емкость для хранения/уравнивания, питающую реактор денитрификации, после чего система наполнилась 80 литрами водопроводной воды, сливая излишние 20 литров с помощью насосного прямка.

Твердые отходы, удаленные с помощью вихревого сепаратора, собирались ежедневно с помощью контейнера объемом 2 литра и сливались в сосуд для гидролиза объемом 10 литров.

Цилиндрическая емкость объемом 85 литров с коническим дном выполняла функцию реактора с неподвижным слоем и с восходящим потоком жидкости. Оработанная вода УЗВ объемом 60 литров постепенно перекачивалась в донный ввод реактора денитрификации со скоростью 2,5 л/ч, а ил поставлялся подпиткой (6,1 мл/мин при 6-часовом рабочем дне<sup>1</sup>). Реакторы закрывались крышками с прокладками, после чего взбалтывались механически при малой скорости, примерно 6 об/мин. Выход реактора денитрификации проходил через 10-литровое ведро, которое служило в качестве места отбора образцов.

Настройка всего эксперимента продемонстрирована на рисунке 18.6. Системы УЗВ + РД функционировали на протяжении более двух месяцев, прежде чем выполнить посадки рыбы и запустить экспериментальные испытательные периоды.

### Экспериментальная установка

1700 л общая система  
500 л задняя емкость  
80 л обновление воды/д  
(4,7%)  
18°C  
25кг радужной форели  
300г/д (43% белка)

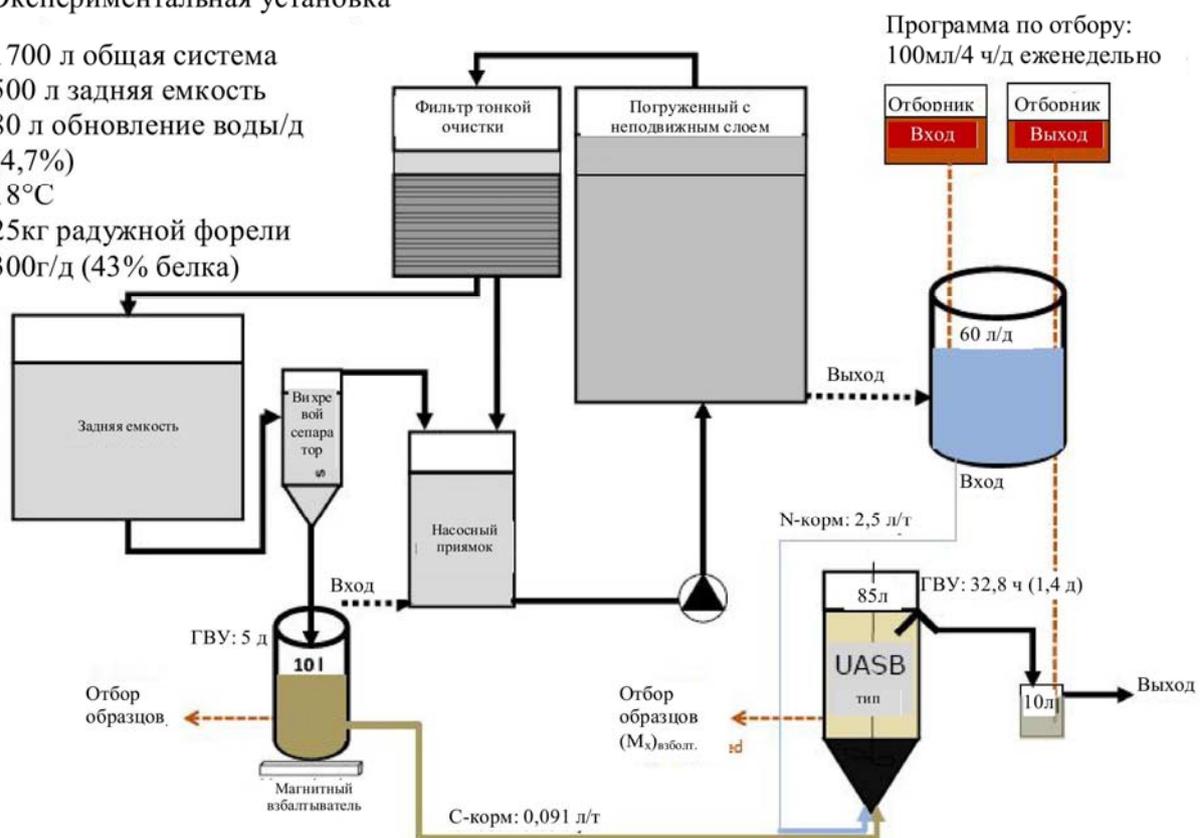


Рисунок 18.6. Блок-схема УЗВ и система очистки в месте сброса. Твердые отходы от вихревого сепаратора подвергались обработке в среднем около 5 дней в сосуде для гидролиза, прежде чем приступить к подаче анаэробного реактора с придонным слоем организмов и восходящим потоком жидкости.

Места взятия образцов (состав и проба) промаркированы в таблице. Объем задней емкости составлял 500 литров; насосный приямок 290 л; биофильтр 760 л (с BIO-BЛОК 150 HD, Exponet, Дания) и биофильтром 0,17 м<sup>3</sup> (BIO-BЛОК 200, Exponet, Дания). Предоставлено Suhr et al. (2014).

### Результаты

Последствием снижения возраст ила в реакторах денитрификации послужило увеличение удельной скорости реактора денитрификации с 17 до 23 мг NO<sub>3</sub>-N/г TVS/d (таблица 18.6). Для реактора денитрификации было получено значение удаления 99 ± 1 % с илом раннего возраста. Несмотря на тот факт, что была предпринята попытка проведения процедуры идентичной, наблюдалось относительно высокая изменчивость между двумя реакторами денитрификации. Это может быть связано с потерей ила в реакторе 2 (и пассивной денитрификации в УЗВ 1), который произвел менее эффективное уда-

ления азота для реактора 2 в сравнении с реактором 1, с учетом только процентного удаления азота. По этой причине, наиболее правильным термином для оценки является удельное значение скорости реактора денитрификации.

Таблица 18.6 Нитраты и общие концентрации азота (TN) (как TAN + NO<sub>2</sub> - N + NO<sub>3</sub> - N) концентраций, измеренных для ила экспериментальных периодов позднего и раннего возраста ( $\theta_x$ ) для двух реакторов денитрификации. Представлены рассчитанное значение удаления NO<sub>3</sub><sup>-</sup> и удельная скорость денитрификации (С. РД-скорость), а также параметры углерода, как сокращение химического потребления кислорода, возраста ила и соотношения химического потребления кислорода/NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (Suhr et al. 2014).

Показатели	Реактор денитрификации 1		Реактор денитрификации 2	
	Высокий $\theta_x$	Низкий $\theta_x$	Высокий $\theta_x$	Низкий $\theta_x$
N: NO <sub>3</sub> -N вход (мг/л)	110.4 ± 4.2	105.7 ± 2.5	119.7 ± 4.1	128.6 ± 3.5
NO <sub>3</sub> -N выход (мг/л)	18.8 ± 7.9	1.0 ± 1.2	24.8 ± 9.4	35.3 ± 8.8
% NO <sub>3</sub> -N уменьше-	83.0 ± 6.9	99.0 ± 1.1	79.3 ± 7.8	72.6 ± 6.9
TN <sup>a</sup> вход (мг/л)	110.8 ± 4.1	106.0 ± 2.9	120.2 ± 4.2	129.2 ± 3.3
TN <sup>a</sup> выход (мг/л)	23.4 ± 9.4	5.1 ± 1.7	32.0 ± 13.7	51.5 ± 22.4
% TN <sup>a</sup> уменьшение	79.0 ± 8.2	95.1 ± 1.7	73.4 ± 11.1	60.3 ± 16.7
NO <sub>3</sub> -N удаление <sup>b</sup> (г/д)	5.69 ± 0.43	6.51 ± 0.18	5.91 ± 0.64	5.81 ± 0.61
S. скорость РД (мг/г TVS/d)C:	17.0 ± 1.9	22.8 ± 3.4	16.9 ± 1.1	23.1 ± 6.0
% COD уменьшение <sup>c</sup>	79.6 ± 8.2	69.8 ± 7.1	70.6 ± 7.2	63.9 ± 6.2
M <sub>x</sub> -COD (г/реактор)	456.41 ± 95.99	386.16 ± 22.07	489.21 ± 33.08	339.20 ± 122.86
Возраст ила <sup>d</sup> (д)	42 ± 11	23 ± 8	33 ± 9	17 ± 6
Δ химическое по- требление кислорода / Δ NO <sub>3</sub> -N <sup>e</sup>	7.6 ± 0.6	6.2 ± 0.2	6.3 ± 0.7	6.4 ± 0.7

<sup>a</sup>TN = TAN + NO<sub>2</sub>-N + NO<sub>3</sub>-N

<sup>b</sup>удаление = (вход – выход) \* ежедневный поток

<sup>c</sup> % уменьшение химического потребления кислорода = ((химическое потребление кислорода<sub>Т</sub> вход + гидролизат) - химическое потребление кислорода<sub>Т</sub> слив ила - химическое потребление кислорода<sub>Т</sub> выход) / (химическое потребление кислорода<sub>Т</sub> вход + гидролизат) \* 100%

<sup>d</sup>возраст ила = M<sub>x</sub>- химическое потребление кислорода / (химическое потребление кислорода<sub>Т</sub> выход + химического потребления кислорода<sub>Т</sub> слив ила); M<sub>x</sub>: ил (химическое потребление кислорода) в реакторе

<sup>e</sup>Δ химическое потребление кислорода/Δ NO<sub>3</sub>-N = ((химическое потребление кислорода<sub>Т</sub> вход + гидролизат) - химическое потребление кислорода<sub>Т</sub> слив ила - химическое потребление кислорода<sub>Т</sub> выход) / (NO<sub>3</sub>-N вход - NO<sub>3</sub>-N выход).

Предварительная обработка твердых отходов в сосуде для гидролиза увеличила содержание поддающихся биологическому разложению веществ на 74-76 % при увеличении содержания химическое потребление кислорода для летучей жирной кислоты. Во время данного процесса, однако, общее содержание аммония (TAN) увеличено из-за снижения содержания белка, при этом TAN составляет разницу между TN и удалением NO<sub>3</sub><sup>-</sup> в таблице 18.6. Только 60 литров воды из 80 слитых из УЗВ было обработано в реакторе денитрификации. Таким образом, несмотря на практически полное удаление нитрата реактора денитрификации 1 с ранним возрастом, эксперименты продемонстрировали, что примерно 75% удаляется из общего баланса нитрата УЗВ. Неизвестно, были ли возможны более высокие показатели по удалению, если бы было обработано большее количество воды. Были зарегистрированы снижения химического потребления кислорода в реакторах денитрификации на 64-70%

(таблица 18.6) за гидравлическое время удержания (32,8 часов) и возраста ила (17-42 дня) для экспериментальных реакторов денитрификации. Более подробные результаты можно найти в Suhr et al. 2014. Модификации конструкции реактора и управление улучшат управляемость и возможности для оптимизации функционирования реактора денитрификации. В соответствии с данными результатами, возраст для денитрификации в РСА будет полезным с точки зрения уменьшения азота.

### Опыт одноступенчатой денитрификации в крупномасштабной морской УЗВ

В крупномасштабной УЗВ на DTU Aqua, в Хиртсхальсе, Дания (рыбоводная емкость с площадью 2300 м<sup>3</sup>, заполненный примерно 3 тоннами радужной форели, соленость: 15 - 16 ‰), потоки сточных вод обрабатывались в дубликатных реакторах с подвижным слоем (МВ) (емкости объемом 5,5 м<sup>3</sup>, содержащие 2 м<sup>3</sup> среды RK BioElements (750 м<sup>2</sup>/м<sup>3</sup>, 1,20 г/см<sup>3</sup>) с механическим перемешиванием.

Твердые отходы от производства были удалены из УЗВ с помощью барабанного фильтра, после чего слитый ил собирался в емкость выравнивания/гидролиза перед дозированием в МВ-фильтры (0,5 м<sup>3</sup> ила/ч в течение 6 часов в день). Вода на входе соответствовала производительности 0,3 ± 0,2 м<sup>3</sup>/ч (n = 21) в начальный период тестирования. Предварительно отобранные образцы, полученные в данный период (день 12 и день 14) показали, что NO<sub>3</sub><sup>-</sup> входное значение составляет 13,2 ± 0,4 мг NO<sub>3</sub>-N/л и выходное значение 0,7 ± 0,0 (МВ-1) и 0,7 ± 0,1 (МВ-2) мг NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/л. Гидравлическое время удержания (ГВУ) в фильтрах для этих выборок составило 7 часов, а в емкости гидролиза ила - 1,3 - 2,2 дней.

На 20-й день, скорость водообмена в УЗВ увеличилась (от 1 до 2 м<sup>3</sup>/кг корма), а поток воды на входе был увеличен до МВ-фильтров - 0,7 м<sup>3</sup>/ч. Образцы для данной настройки (ГВУ 4,6 ч в МВ-фильтрах) показали, что значение на входе NO<sub>3</sub>-N оставляет 14,9 мг NO<sub>3</sub>-N, и на выходе - 3,2 (МВ-1) и 3,5 (МВ-2), мг NO<sub>3</sub>-N/л. Таким образом, предварительные скорость удаления на начальном этапе отбора образцов составила 1,8 до 2,2 г Н/м<sup>3</sup><sub>реактор</sub>/ч (или от 4,8 до 5,9 г Н/м<sup>3</sup><sub>среда</sub>/ч) при температуре реактора 17 - 18<sup>0</sup>С. Чем выше скорость потока, тем больше выходные значения NO<sub>3</sub>-N, но больше значение удаления в единицу времени. Измерения отношения ХПК/ГВС в прошедшем гидролиз иле варьировались в пределах от 0,15 до 0,76 (в зависимости от образцов), которые также показали, что увеличенные периоды отбора проб были необходимы для получения сопоставительных данных для данного крупномасштабного объекта.

Тем не менее, токсичное заражение водорослей в УЗВ оказала пагубное воздействие на выживаемость рыб, в результате чего программа по отбору образцов была отменена.

### 18.4 Удаление азота на фермах УЗВ для прибрежных ферм балтийского моря – Обсуждение и перспективы

Все животноводство выбрасывает некоторый избыток питательных веществ, это также относится и к рыбоводству. Аналогичным образом, как и совершенствование водоочистных станций в результате жизнедеятельности человека, поток от ферм по выращиванию также может быть дополнительно очищен, чтобы слить меньшее количество питательных веществ, чем это ожидается, например, с помощью внедрения датских систем MTF (Svendsen et al. 2008) и экспериментальные системы УЗВ с нулевым выбросом (Tal et al. 2009). В противоположность водоочистным установкам, жизнеспособность экологической устойчивой фермы по выращиванию рыб зависит от доходов, полученных от глобального поведения рынка.

С экологической точки зрения представлены существенные преимущества УЗВ-технологий, которые служат в качестве управления питательными веществами и могут быть ограничены и подвержены контролю, а поступление и слив воды могут быть отделены от природных водотоков. Кроме того, ограничение позволяет оптимизировать условия окружающей среды для роста и развития рыб. Недостатки интенсивных систем УЗВ включают риск накопления твердых или не разлагаемых веществ в качестве минералов и метаболитов в воде и, соответственно, в рыбе. В таблице 18.7 приведено сравнение УЗВ и морской садковой аквакультуры.

Таблица 18.7 Преимущества и недостатки УЗВ и морского садкового хозяйства

УЗВ	Морское садковое хозяйство
Управляемая система	Неуправляемая (естественные изменения)
Управления отходами	Выброс отходов непосредственно в море
Лучшее протекание заболеваний	Высокий риск распространения заболеваний
Отсутствие уплыwania рыбы	Высокая степень загрязнения фауны
Последствия накопления при высокой степени повторного использования	Высокая степень растворимости – отсутствует эффект накопления

Большие энергозатраты	Незначительные энергозатраты
Значительные капитальные вложения	Незначительные капитальные вложения
«Грязный» вкус	Отсутствие привкуса
Защита животного мира	Защита животного мира

Чрезмерная концентрация питательных веществ в Балтийское море (Таблица 18.1) требует внедрения УЗВ, в результате чего рыбоводство увеличится в объемах без негативных последствий на окружающую среду. Данные, полученные в результате экспериментальных исследований, показывают, что неиспользованный потенциал увеличения экологической устойчивости за счет раздельного управления углеродом (С) и азотом (N) в УЗВ пред сливом, позволяет получить снижение, например, азота на 75 - 87% (Tal et al. 2002, Eding et al. 2009, Suhr et al. 2014). Использование излишков ила в УЗВ для последующего генерирования биогаза является еще одним экологически устойчивым способом обработки углеродосодержащих отходов. Например, изучая реактор биогаза, было установлено, что удаление ила составило около 90% (Mirzoyan et al., 2010). В заключение, концентрация азотосодержащих веществ от УЗВ может быть существенно уменьшена несколькими способами (Таблица 18.4), но при этом необходимо учитывать дополнительные потребности в инвестициях и объемах работы.

### 18.5 Список использованных источников

- Arbiv, R., van Rijn, J., 1995. Performance of a treatment system for inorganic nitrogen removal from intensive aquaculture systems. *Aquacultural Engineering* 14, 189–203.
- Boley, A., Muller, W.R., Haider, G., 2000. Biodegradable polymers as solid substrate and biofilm carrier for denitrification in recirculated aquaculture systems. *Aquacultural Engineering* 22, 75–85.
- Conley, D.J., Björck, S., Bonsdorff, E., Carstensen, J., Destouni, G., Gustafsson, B.G., Hietanen, S., Kortekaas, M., Kuosa, H., Meier, H.E.M., Müller-Karulis, B., Nordberg, K., Norkko, A., Nürnberg, G., Pitkänen, H., Rabalais, N., Rosenberg, R., Savchuk, O.P., Slomp, C.P., Voss, M., Wulff, F., Zillén, L., 2009. Hypoxia-Related Processes in the Baltic Sea. *Environmental Science & Technology* 43 (10), 3412 – 3420.
- Deutsch, B., Forster, S., Wilhelm, M., Dipper, J.W., Voss, M., 2010. Denitrification in sediments as a major nitrogen sink in the Baltic Sea: an extrapolation using sediment characteristics. *Biogeosciences* 7, 3259 - 3271.
- Enell, M., Fejes, J., 1995. The nitrogen load to the Baltic Sea – present situation, acceptable future load and suggested source reduction. *Water, Air and Soil Pollution* 85, 977 - 882.
- Gelfand, I., Barak, Y., Even-Chen, Z., Cytryn, E., Krom, M., Neori, A., van Rijn, J., 2003. A novel zero-discharge intensive seawater recirculating system for culture of marine fish. *Journal of the World Aquaculture Society* 34, 344–358.
- Gutierrez-Wing, M.T., Malone, R.F., Rusch, K.A., 2012. Evaluation of polyhydroxybutyrate as a carbon source for recirculating aquaculture water denitrification. *Aquacultural Engineering* 51, 36–43.
- Hamlin, H.J., Michaels, J.T., Beaulaton, C.M., Graham, W.F., Dutt, W., Steinbach, P., Losordo, T.M., Schrader, K.K., Main, K.L. 2008. Comparing denitrification rates and carbon sources in commercial scale upflow denitrification biological filters in aquaculture. *Aquacultural Engineering* 38, 79–92.
- HELCOM, 2007. Baltic Sea Action Plan. HELCOM Ministerial Meeting. Adopted in Krakow, Poland on 15 November 2007.
- HELCOM, 2013. HELCOM Copenhagen Ministerial Declaration. Baltic Marine Environment Protection Commission. 19 pp.
- HELCOM, 2013a. Core Eutrophication Indicators. <http://helcom.fi/baltic-sea-trends/eutrophication/indicators>.
- HELCOM, 2013b. HELCOM Copenhagen Ministerial Meeting. Agenda Item 2. Baltic Marine Environment Protection Commission. 34 pp.
- HELCOM, 2013c. Review of the Fifth Baltic Sea Pollution Load Compilation for the 2013 HELCOM Ministerial Meeting. *Balt. Sea Environ. Proc. No. 141*. 49 pp.
- Hietanen, S., Kuparinen, J., 2008. Seasonal and short-term variation in denitrification and anammox at a coastal station on the Gulf of Finland, Baltic Sea. *Hydrobiologia* 596, 67–77.
- Honda, H., Watanaba, Y., Kikuchi, K., Iwata, N., Takeda, S., Uemoto, H., Furata, T., Kiyono, M., 1993. High density rearing of Japanese Flounder, *Paralichthys olivaceus* with a closed seawater recirculation system equipped with a denitrification unit. *Suisanzoshoku* 41, 19–26.
- Klas, S., Mozes, N., Lahav, O., 2006. Development of a single-sludge denitrification method for nitrate removal from RAS effluents: Lab-scale results vs. Model prediction. *Aquaculture* 259, 342–353.
- Laamanen, M., Pyhälä, M., Fleming-Lehtinen, V., Lysiak-Pastuszek, E., Carstens, M., Leppänen, J.-M., Murray, C., Andersen, J., 2013. Eutrophication status of the Baltic Sea 2007-2011. A concise thematic assessment. HELCOM Thematic assessment. 25 pp. [http://helcom.fi/Documents/Baltic%20sea%20trends/Eutrophication/Eutrophication%20assessment%202007-2011\\_web.pdf](http://helcom.fi/Documents/Baltic%20sea%20trends/Eutrophication/Eutrophication%20assessment%202007-2011_web.pdf)
- Lam, P. and Kuypers, M.M.M., 2011. Microbial nitrogen cycling processes in oxygen minimum zones. *Annual Review of Marine Science* 3, 317–45
- Jokumsen, A. and Svendsen, L., 2010. Farming of freshwater rainbow trout in Denmark. DTU Aqua Report no. 219-2010. 47 pp.
- Martins, C.I.M., Eding, E.H., Verdegem, M.C.J., Heinsbroek, L.T.N., Schneider, O., Blancheton, J.P., Roque d'Orbecastel, E., Verreth, J.A.J., 2009. New developments in recirculating aquaculture systems in Europe: A perspective on environmental sustainability. *Aquacultural Engineering* 43, 83–93.
- Martins, C.I.M., Ochola, D., Ende, S.S.W., Eding, E.H., Verreth, J.A.J., 2009. Is growth retardation present in Nile tilapia *Oreochromis niloticus* cultured in low water exchange recirculating aquaculture systems? *Aquaculture* 298, 43–50.
- Menasveta, P., Panritdam, T., Sihanonth, P., Powtongsook, S., Chuntapa, B., Lee, P., 2001. Design and function of a closed, recirculating seawater system with denitrification for the culture of black tiger shrimp broodstock. *Aquacultural Engineering* 25, 35–39.
- Sauthier, N., Grasmick, A., Blancheton, J.P., 1998. Biological denitrification applied to a marine closed aquaculture system. *Water Research* 32, 1932–1938.

- Shnel, N., Barak, Y., Ezer, T., Dafni, Z., van Rijn, J., 2002. Design and performance of a zero-discharge tilapia recirculating system. *Aquacultural Engineering* 26, 191–203.
- Suhr, K.I., Pedersen, P.B., 2011. Dambrugsteknologi – reduktion af kvælstof-udledning fra Modeldambrug. Test af denitrifikationsfiltre. DTU Aqua-rapport nr. 234-2011
- Suhr, K.I., 2013. Experimental data (not published) obtained in the Aquabest project.
- Suhr, K.I., Pedersen, L.F., Nielsen, J.L., 2014. End-of-pipe single-sludge denitrification in pilot-scale recirculating aquaculture systems. *Aquacultural Engineering*, submitted.
- Suzuki, Y., Maruyama, T., Numata, H., Sato, H., Asakawa, M., 2003. Performance of a closed recirculating system with foam separation, nitrification and denitrification units for intensive culture of eel: toward zero emission. *Aquacultural Engineering* 29, 165–182.
- Svendsen, L.M., Sortkjær, O., Ovesen, N.B., Skriver, J., Larsen, S.E., Bouttrup, S., Pedersen, P.B., Rasmussen, R. S., Dalsgaard, A.J.T., Suhr, K., 2008. Modeldambrug under forsøgsordningen. Faglig slutrapport for ”Måle- og dokumentationsprojekt for modeldambrug”. DTU aqua-rapport nr. 193-08.
- Tal, Y., Nussinovitch, A., van Rijn, J., 2003a. Nitrate removal in aquariums by immobilized denitrifiers. *Biotechnology Progress* 19, 1019–1021.
- Tal, Y., Schreier, H.J., 2004. Dissimilatory sulfate reduction as a process to promote denitrification in marine recirculated aquaculture systems. In: *Proceedings 5th International Conference on Re-circulating Aquaculture*, Cooperative Extension/Sea Grant, Virginia Tech, Blacksburg, Virginia, pp. 379–384.
- Tal, Y., Schreier, H.J., Sowers, K.R., Stubblefield, J.D., Place, A.R., Zohar, Y., 2009. Environmentally sustainable land-based marine aquaculture. *Aquaculture* 286, 28–35.
- Timmons, M.B., Ebeling, J.M., Wheaton, F.W., Summerfelt, S.T., Vinci, B.J., 2002. *Recirculating Aquaculture systems*. 2nd ed. Cayuga Aqua Ventures, Ithaca, NY, USA. 769 pp.
- van Rijn, J., Tal, Y., Schreier, H.J. 2006. Denitrification in recirculating systems: Theory and applications. *Aquacultural Engineering* 34, 364–376.
- Ærtebjerg, G., Andersen, J.H., Hansen, O.S., 2003. *Nutrients and Eutrophication in Danish Marine Waters. A Challenge for Science and Management*. National Environmental Research Institute. 126 pp.

## **19. РУКОВОДСТВО ПО СОСТАВЛЕНИЮ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ ПРОЕКТОВ ПО АКВАКУЛЬТУРЕ**

**Педер Нильсен, Альфред Йокумсен**

Анализ технической осуществимости проекта проводится для того, чтобы рационально оценить сильные и слабые стороны коммерческой возможности. Руководство по проведению анализа технической осуществимости проекта подготовлено с тем, чтобы получить наиболее эффективную и содержательную оценку осуществимости, дающую веские основания для принятия решений по новым инвестициям и научно-техническому обмену.

В рамках проекта АКВАБЕСТ технико-экономическое обоснование необходимо для распознавания и описания трудностей, которые могут возникнуть при развитии аквакультуры в Регионе Балтийского моря (РБМ). Технико-экономическое обоснование проекта АКВАБЕСТ уделит основное внимание инновационным концепциям наземных рыбоводных хозяйств, чтобы установить эффективные, функциональные и инновационные способы решения возможных проблем на пути развития устойчивой и конкурентоспособной, не наносящей ущерба окружающей среде отрасли аквакультуры в этом регионе. Однако это руководство может быть специально доработано с тем, чтобы его можно было использовать для оценки осуществимости других потенциальных сельскохозяйственных технологий.

Главная цель технико-экономического обоснования заключается в том, чтобы исследовать осуществимость и возможность развития производства продукции рыбоводства в какой-нибудь стране или области РБМ путем применения технологий, известных как концепция датской демонстрационной модели рыбоводческого хозяйства.

Специфические задачи:

- выяснить требования рынка в указанной стране или области;
- оценить спрос на продукцию рыбоводческих хозяйств на местных рынках, а также на областных рынках;
- создать общее описание производственных расходов в сравнении с рыночными требованиями;
- создать общее описание технологического уровня данной отрасли, уровня образования (*обученности?*) и опыта в области аквакультуры в данной стране или области;
- установить первостепенные факторы риска, которые нужно отслеживать и подавлять.

### **Содержание технико-экономического обоснования**

#### **1.0 Введение в страну/область**

1.1 Структура населения : возрастной состав, уровень образования, занятость, социально-бытовые условия, размещение населенных пунктов и т.д.

1.2 География, экономика и политические условия страны: ландшафтный профиль, геология, водные ресурсы, качество и наличие воды, национальная и региональная экономика, а также национальные и региональные политические условия, международные отношения и т.д.

1.3 Транспортное обеспечение и доступ к рынкам: организация и осуществление перевозок от рыбоводческого хозяйства (наличие необходимого оборудования, квалифицированное руководство и квалифицированная рабочая сила, наличие молоди рыбы/производителей; наличие высококачественных кормов, энергии (электричества), дороги, перерабатывающие предприятия, сбыт, рынки.

1.4 Критический анализ климата, т.е. климатические условия по отношению к устойчивому производству продукции рыбоводства.

#### **2.0. Сложившаяся ситуация**

2.1 Принципы и законодательство, т.е. национальная политика, стратегия, законодательство по производству продукции рыбоводства и международные отношения/ обязательства, и т.д.

2.2 Политика правительства и отраслевая политика, т.е. национальная/ региональная политика по отношению к производству продукции рыбоводства, защита окружающей среды/ природоохранные

требования; будет рассматриваться, возможно ли развитие отрасли при существующем законодательстве и стратегии отрасли.

2.3 Управление рыбной отраслью в стране, т.е. управление сектором рыболовства, включая производство продукции рыбоводства.

### 3.0 Окружающая среда и экология

3.1 Состояние окружающей среды в отношении эвтрофикации в данной стране/ области и потенциальные виды деятельности аквакультуры. Сюда также включается законодательство, касающееся очистки сточных вод, расхода воды, требований потребителей (максимальное содержание, например, азота, фосфора и органических веществ в отработанной воде).

3.2 Эндемические и интродуцированные виды рыбы в озерах и реках страны/ области.

3.3 Болезни рыб в местных рыбных ресурсах, т.е. паразиты, бактерии или вирусные заболевания.

3.4 Современное состояние и экспериментальное законодательство для возможных затруднений и стратегий отрасли.

3.5 Современное состояние аквакультуры в стране/ области и возможности для будущего развития производства продукции рыбоводства.

3.6 Связанные с развитием трудности для сектора аквакультуры в данной стране/области.

**Комментарии:** Этот раздел технико-экономического обоснования описывает соответствующее законодательство, регулирующее отрасль, и определяет возможные трудности (узкие места), и политику правительства в данной отрасли. В связи с этой информацией, описывается и оценивается потенциал для разводимых видов рыбы, объемов и основных ареалов для размещения рыбоводческих хозяйств, а также общий технический уровень хозяйств.

### 4.0 Рынки сбыта для разводимой рыбы

4.1 Ввоз разводимой рыбы в область или страну / вывоз из области или страны, т.е. статистика, виды рыбы, перерабатывающая отрасль.

4.2 Переработка и сравнительные параметры продукции, т.е. описание перерабатывающей отрасли, включая технический уровень, ветеринарные и гигиенические нормы, уровень дифференциации продукции.

4.3 Сбыт, каналы распределения и ценовая структура, т.е. эффективность и потенциальные улучшения в продаже рыбоводческой продукции.

4.4 Будущее, т.е. потенциал для прибыльного сбыта/ продажи рыбоводческой продукции в стране/ области/ на экспорт

**Комментарии:** Сбор данных о состоянии рынка будет осуществляться совместно с местными партнерами. Методы, используемые для сбора данных, представляют собой сочетание опросов активной части населения и заинтересованных сторон в отрасли и поисков информации в интернете. Сбор данных может быть дополнен сбором информации с помощью анкетного метода у представителей производственно-сбытовой цепочки, т.е. фермеров, занимающихся рыбоводством, предприятий перерабатывающей промышленности, оптовых и крупных торговцев рыбой. Важно, чтобы вся информация была достоверной. Методы будут описаны более подробно в последующем плане изучения проблемы. Основная цель заключается в том, чтобы описать текущее состояние на рыбном рынке и тенденции развития.

### 5.0 Анализ конкурентоспособности цен

5.1 Себестоимость продукции, т.е. оценка общей стоимости производства соответствующих видов рыбы

5.2 Затраты на корма и оценка качества, т.е. ингредиенты, переработка и производство кормов, импортируемые или местно производимые, транспорт.

5.3 Затраты на молодь рыбы и оценка качества.

5.4 Затраты на оплату труда и профессиональная подготовка и опыт работы в рыбоводном хозяйстве.

5.5 Затраты на первичную обработку т.е. оплата труда и сопряженные расходы.

5.6 Затраты на упаковку и реализацию.

5.7 Транспортные расходы, т.е. все виды транспорта до потребления рыбы.

5.8 Удаление отходов, т.е. требования к очистке отработанной воды.

5.9 Использование воды, т.е. ограничения по использованию речной воды, грунтовых вод, и цена.

5.10 Энергозатраты

5.11 Производственный цикл; описание производственного цикла, включая оценку ситуации на рыбном рынке и условия существующего качества рыбы на рынке.

5.12 Конкурентоспособность цен на мировом рынке, т.е. что является проблемой для рынка данной страны/ региона в связи, например, с импортом более дешевой продукции рыбоводства.

**Комментарии:** Для анализа конкурентоспособности цен существенно, чтобы сведения о ценах и затратах были достоверными. Цены и затраты будут опираться на прайслисты и очищены от схем предоставления скидок. Однако прайслисты могут варьироваться от области к области, или времени суток, и т.д., и поэтому цена или стоимость каждого пункта будет представлена в виде множества, а не одной конкретной цифрой. Информация для анализа собирается у производителей и поставщиков, а также с помощью личных контактов или выборочно методом анкетирования основных производителей.

## 6.0 Непременные условия демонстрационного хозяйства

6.1 Общий SWOT-анализ (= анализ сильных и слабых сторон, возможностей и угроз) может быть сделан в связи с общими условиями, такими как воздействие на окружающую среду, производственные мощности, потребление энергии, климатические последствия, и т.д.

6.3 Потребность в земле: потребность в земле с учетом выбранного проекта (схемы?) демонстрационного хозяйства.

6.4 Энергопотребление: потребление энергии в связи с производством и выбранным проектом хозяйства.

6.5 Качество воды: качество воды должно соответствовать выбранному проекту и производимым видам рыбы, например, по температуре, уровню рН и кислорода.

6.6 Количество воды: количество воды, необходимое для выбранного проекта и объема производства.

6.7 Производство: цепочка от фермера до потребителя должна быть описана и возможные узкие места (проблемы) должны быть установлены.

6.8 Логистика: т.е. инфраструктура региона, доступ к предприятиям перерабатывающей промышленности или рынкам, с учетом того, сколько времени рыба может находиться в пути.

6.9 Учебные навыки, т.е. описывается средний уровень образования типичного работника рыбоводной фермы и образовательные программы внутри рыбоводной отрасли.

6.10 Управленческие навыки: описываются имеющиеся системы управления вместе с оценкой подходящих систем из смежных областей.

6.11 Подходящий климат для аквакультуры холодной воды. С помощью кривых описываются колебания температуры, рН, уровня кислорода.

**Комментарии:** Темы 6.9 и 6.10 должны описываться очень тщательно, т.к. они являются ключевыми элементами успеха при воплощении в жизнь концепции демонстрационного хозяйства.

## 7.0 Установление нормативов для демонстрационных сельскохозяйственных предприятий

7.1 Характер инвестиций: инвестиции делятся на несколько групп – инвестиции в здания, строительные работы, водоснабжение и оборудование.

7.2 Стратегии производства, т.е. стратегия закупок, стратегия продаж и детализированный производственный план (рекомендуется установить определенные нормы для этих планов и стратегий).

7.3 Технология:

7.4 Схема расположения: параллельно соединенные или последовательно соединенные рыбоходы или емкости с циркуляционным течением.

7.5 Площадь: необходимая территория для выбранной схемы расположения, включая территорию для создания болотной экосистемы и территорию для различных служб предприятия. Следует принять во внимание и то, является ли территория достаточно большой, чтобы реализовать планы расширения в будущем.

7.6 Водоснабжение: вода из скважины или из реки, описаны возможные колебания в водоснабжении.

7.7 Очистка отработанной воды: твердые частицы, т.е. удаление с помощью микрофилтра, конусы выноса отстоя (шлама?), фильтрация частиц с помощью несъемного филтра, подвижных филтров, нитроулавливающих филтров и сконструированных болотных экосистем.

7.8 Производственный план: детализированный производственный план; план должен быть по крайней мере на три года.

7.9 План расширения: основан на рыночном спросе и должен охватывать следующие вопросы: товарные биржи продукции, и продажа, и потребности в мощностях.

## 8.0 Оценка структуры издержек

8.1 Инвестиции разделены на капиталовложения в здания, строительные работы, водоснабжение и оборудование. Капитальные затраты включают амортизацию и ставку процента по ссудному капиталу.

8.2 Переменные издержки: см. главу 5.0 и применяйте все переменные издержки к демонстрационному хозяйству

8.3 Оценки объема производства основаны на, например, моделях биологического роста.

8.4 Сметная калькуляция различных рециркуляционных технологий. Инвестиционные затраты и производственные затраты должны сравниваться между различными планировками, т.е. параллельно соединенными водоотводными каналами, последовательно соединенными водоотводными каналами и емкостями с циркуляционным течением. Могут применяться различные методы, например, такие как анализ движения денежной наличности.

**Комментарии:** Уже существующие модели должны подстраиваться под состав расходов в местных условиях.

## 9.0 Окружающая среда и законодательство

9.1 Воздействие аквакультуры на окружающую среду, т.е. концентрация фосфора, азота и органических веществ.

9.2 Типы отходов, связанные с аквакультурой, и их воздействие на окружающую среду, т.е. твердые частицы, растворенные вещества, углеродный след.

9.3 Сокращение отходов, их очистка и переработка, т.е. механическая фильтрация, биологическая фильтрация с помощью либо фиксированных носителей, либо фильтров с плавающей загрузкой.

9.4 Биологические и химические риски для окружающей среды

## 10.0 Допущения и риски

10.1 Проектные риски, т.е. загрязнение водных источников, дефицит энергии, температура, колебания pH и кислорода.

10.2 Задачи отрасли: проактивность в законодательной сфере своей отрасли

10.3 Финансовые и экономические риски: проценты на инвестированный капитал, проценты на постоянные материальные запасы, по сравнению с капиталовложениями.

## 11.0 Окончательные выводы о совместимости концепции демонстрационной фермы в данном регионе или в данной стране

11.1 Кадровый потенциал: оценка будет сделана в SWOT анализе.

11.2 Экономическая и финансовая обоснованность: оценка будет сделана в SWOT анализе и должна быть дополнена ключевыми цифрами по инвестиционным затратам и производственным затратам на килограмм произведенной рыбы.

11.3 Экологически приемлемая технология: к исполнению в SWOT анализе.

11.4 Экология и окружающая среда: к исполнению в SWOT анализе.

11.5 Заключительные замечания об оценке устойчивого развития: обобщение ключевых результатов технико-экономического обоснования в сочетании с установленными трудностями и проблемными областями, такими как местное законодательство, местный рынок и цепочка поставок, и т.д.

## **20 РЫБОВОДНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВНЕДРЕНИЕ ДАТСКИХ РЕЦИРКУЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ В АКВАКУЛЬТУРУ БЕЛАРУСИ**

**Педер Нильсен, Марти Наукарайнен, Николай Барулин, Альфред Йокумсен, Константин Шумский**

Оригинал – Feasibility case study in Belarus on the feasibility of Danish recirculation technology 2014. Peder Nielsen, Martti Naukkarinen, Armands Roze, Nikolai Barulin and Alfred Jokumsen. Reports of Aquabest project 16/2014.

[http://www.aquabestproject.eu/media/14025/aquabest\\_16\\_2014\\_report.pdf](http://www.aquabestproject.eu/media/14025/aquabest_16_2014_report.pdf)

### **20.1 Цель обоснования**

Целью данного обоснования являлось рациональная оценка возможности внедрения датских рециркуляционных технологий в аквакультуру Беларуси, с дальнейшим внедрением в других странах региона Балтийского моря.

Для достижение поставленной цели решались следующие задачи:

- Оценка спроса на новые технологии в Беларуси и впоследствии в других регионах Балтийского моря;
- Обзор технологического состояния отрасли, профессионального опыта и подготовки кадров в области рыбного хозяйства;
- Выявление критических факторов риска внедрения новых технологий в аквакультуру Беларуси.

### **20.2 Окружающая среда и экология**

Вопросы рыбоводства, рыболовства и природоохранного законодательства регулируют следующие нормативные и законодательные акты:

- Закон Республики Беларусь «О животном мире»;
- Водный кодекс Республики Беларусь;
- Об утверждении Положения о порядке предоставления водных объектов (их частей) в аренду для рыбоводства и других целей (Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 4 октября 2007 г. № 1260);
- О мерах по реализации Указа Президента Республики Беларусь от 8 декабря 2005 г. № 580 «О некоторых мерах по повышению эффективности ведения охотничьего хозяйства и рыбохозяйственной деятельности, совершенствованию государственного управления ими» (Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 6 апреля 2006 г. № 466);
- Правила ведения рыболовного хозяйства и рыболовства;

Аквакультура в Республики Беларусь не является видом лицензируемой деятельности. Основное законодательство посвящено правовому регулированию в области рыболовства, аренды водных ресурсов и охраны естественных рыбных ресурсов.

#### Правовое регулирование в области рыболовства

Любительское рыболовство в рыболовных угодьях, составляющих фонд запаса рыболовных угодий, а также в рыболовных угодьях, предоставленных в аренду, на которых не организовано платное любительское рыболовство, осуществляется бесплатно в порядке общего пользования объектами животного мира.

Любительское рыболовство в рыболовных угодьях, предоставленных в аренду, на которых организовано платное любительское рыболовство, а также в рыболовных угодьях, предоставленных в безвозмездное пользование по решению Президента Республики Беларусь, осуществляется за плату на основании путевки на платное любительское рыболовство в соответствии с правилами ведения рыболовного хозяйства и рыболовства.

Промысловое рыболовство осуществляется в рыболовных угодьях, предоставленных в аренду или безвозмездное пользование для ведения рыболовного хозяйства. Промысловое рыболовство осу-

ществляют лица, работающие у арендаторов рыболовных угодий на основании трудового или гражданско-правового договора и имеющие промысловые билеты.

Правовое регулирование в области аренды водных ресурсов

Все воды (водные объекты), находящиеся на территории Беларуси, составляют исключительную собственность Республики Беларусь. К водному фонду относятся:

- Поверхностные воды (водные объекты) – реки, ручьи, родники, озера, пруды, водохранилища, каналы и подземные воды;
- Водные объекты могут предоставляться в аренду для рыбоводства и других целей в соответствии с законодательством на основании решений местных Советов депутатов.

Водные объекты предоставляются только во временное водопользование. Временное водопользование может быть краткосрочным – до пяти лет и долгосрочным – от пяти до двадцати пяти лет. Срок водопользования устанавливается органом, выдавшим разрешение на специальное водопользование либо предоставившим водный объект в обособленное водопользование, аренду или безвозмездное пользование.

Не подлежат передаче в аренду для рыбоводства и других целей водные объекты:

- включенные в Республиканскую комплексную схему размещения рыболовных угодий;
- используемые для питьевых, бытовых и иных нужд населения;
- расположенные на территории населенных пунктов и (или) на особо охраняемых природных территориях.

Использование водных объектов, имеющих особое государственное значение либо особую научную, культурную или иную ценность, может быть частично или полностью запрещено по решению Совета Министров Республики Беларусь.

Арендаторы водных объектов обязаны:

- использовать водные объекты по целевому назначению;
- своевременно вносить плату за аренду водных объектов в соответствии с договором аренды водного объекта;
- эксплуатировать водные объекты в соответствии с правилами эксплуатации, утвержденными в установленном законодательством порядке;
- содержать в надлежащем состоянии территории водоохранной зоны и прибрежной полосы водного объекта, переданного в аренду;
- обеспечить обустройство и содержание в надлежащем состоянии отведенных земельных участков, используемых для рыбоводства и других целей;
- ежегодно проводить ихтиопатологическое обследование выращиваемой рыбы и иных объектов аквакультуры, осуществлять мероприятия по предотвращению их заболеваний;
- представлять государственную статистическую отчетность в установленном законодательством порядке;
- осуществлять обращение с отходами в соответствии с законодательством об отходах.

Для получения в аренду рыболовных угодий юридическое лицо представляет в местный исполнительный и распорядительный орган следующие документы: заявление о предоставлении рыболовных угодий в аренду (далее – заявление); проект договора аренды рыболовных угодий; копию карты-схемы (части карты-схемы) соответствующих рыболовных угодий с нанесенными границами в масштабе 1:50 000; биолого-экономическое обоснование или рыбоводно-биологическое обоснование, имеющее положительное заключение государственной экологической экспертизы (в случае заключения договора аренды на новый срок).

В биолого-экономическом обосновании указываются тип, категория или класс, наименование, площадь, глубина рыболовных угодий, которые планируется арендовать, виды рыбы, обитающей в рыболовных угодьях, лимиты вылова рыбы, рассчитанные в соответствии с нормативами допустимого вылова рыбы, квоты вылова рыбы, орудия и способы рыбоводства, которые можно применять при ведении рыбоводства, количество орудий рыбоводства, количество лиц, которые будут осуществлять промысловое рыбоводство и охрану рыболовных угодий, а также расчет планируемых затрат на ведение рыболовного хозяйства в рыболовных угодьях, выручки и рентабельности этой деятельности.

Местный Совет депутатов принимает решение о предоставлении рыболовных угодий в аренду либо мотивированное решение об отказе в предоставлении рыболовных угодий в аренду в месячный срок со дня внесения соответствующего проекта решения местным исполнительным и распорядительным органом, за исключением случая проведения торгов. На основании решения местного Совета депута-

тов соответствующий местный исполнительный и распорядительный орган в десятидневный срок со дня принятия решения заключает с юридическим лицом договор аренды рыболовных угодий.

Промысловое рыболовство осуществляется арендаторами (пользователями) рыболовных угодий в соответствии с установленными квотами на вылов рыбы. В рыболовных угодьях разрешается промысловое рыболовство всех видов рыбы. В случае вылова рыбы, миног, раков и креветок, относящихся к видам, включенным в Красную книгу Республики Беларусь, они должны быть выпущены в рыболовные угодья в живом виде, а факты их вылова и выпуска должны быть отмечены в тонежном журнале.

#### Правовое регулирование в области охраны естественных рыбных ресурсов

В соответствии с Законом о животном мире государственное регулирование и управление в области охраны и использования животного мира осуществляют Президент Республики Беларусь, Совет Министров Республики Беларусь, Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, местные Советы депутатов, исполнительные и распорядительные органы.

Рыбы, обитающие в естественной (дикой) среде, на территории Республики Беларусь находятся в собственности государства. Рыбы, выловленные из естественной среды, выращиваемые в неволе, юридическими лицами и гражданами находятся в их собственности. Пользователи объектов рыбоводства и рыболовства в естественной (дикой) среде обязаны планировать, финансировать и своевременно осуществлять профилактические и другие мероприятия по защите диких животных.

Воспроизводство рыб в дикой (естественной) среде обеспечивается путем создания условий для их естественного и искусственного воспроизводства. Создание условий для естественного воспроизводства диких животных обеспечивается:

- установлением ограничений и запретов на пользование объектами животного мира, а также на проведение в местах размножения диких животных работ, оказывающих вредное воздействие на диких животных и места их размножения;
- нормированием в области охраны и использования животного мира;
- проведением биотехнических мероприятий;
- строительством и эксплуатацией сооружений для прохода диких животных через транспортные коммуникации, плотины и иные препятствия на путях их миграции, а также иных защитных сооружений;
- объявлением особо охраняемых природных территорий, а также резервированием территорий, которые планируется объявить особо охраняемыми природными территориями;
- вселением (включая расселение), интродукцией, реинтродукцией, акклиматизацией, скрещиванием диких животных.

В настоящее время в Республике Беларусь еще не внедрены стандарты, установленные для сбросов азотных, фосфорных и органических веществ, однако рыбоводным хозяйствам запрещен сброс отработанных вод в естественные водоемы без фильтрации. Разрешается сливать воду из рыбоводческих хозяйств в городскую канализацию, заплатив сбор за сброс сточных вод.

Оплата за сброс сточных вод приведет к увеличению себестоимости рыбной продукции. На практике это возможно только при высокой степени рециркуляции и, например, при продаже рыбопосадочного материала по высокой стоимости за килограмм.

Очистка сточных вод и сбора твердых частиц имеет перспективы для внедрения в рыбоводные хозяйства и снижения негативного влияния на окружающую среду.

### **20.3 Состояние рыбоводства Беларуси**

В Республике Беларусь получили распространение следующие формы рыбоводства:

Рыбоводство прудах; в садках водоемов-охладителей гидроэлектростанций; в бетонных бассейнах с прямоточным водоснабжением; в установках замкнутого водоснабжения (с потреблением свежей воды менее 10 % в сутки); в установках замкнутого водоснабжения (с потреблением свежей воды более 10 % в сутки); рыбоводство в других водных объектах (реки, озера, водохранилища и др.) переданных в аренду.

Основным объектом рыбоводства в Республике Беларусь является карп обыкновенный (*Cyprinus carpio carpio*) – около 85 %. Остальной объем выращивания приходится на: пестрого толстолобика (*Hypophthalmichthys nobilis*); белого толстолобика (*Hypophthalmichthys molitrix*); белого амура (*Steponpharyngodon idella*); пеляди (*Coregonus peled*); радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*); африканского сома (*Clarias gariepinus*); судака (*Sander lucioperca*); линя (*Tinca tinca*); бестера (*Huso huso x Acipenser ruthenus*); ленского осетра (*Acipenser baeri*); веслоноса (*Polyodon spathula*); стерляди

(*Acipenser ruthenus*); белуги (*Huso huso*) европейского сома (*Silurus glanis*); щуки (*Esox lucius*); серебряного карася (*Carassius auratus gibelio*); золотого карася (*Carassius carassius*); канального сома (*Ictalurus punctatus*). Всего в Республике Беларусь выращено в 2010 году - 15 214,1 тонн товарной рыбы, в 2011 году - 18 125,4 тонн. В 2015 году производство рыбы несколько сократилось до 10 480,7 тонн. По поручению Президента Республики Беларусь в 2011 году утверждена Советом Министров Государственная программа развития рыбохозяйственной деятельности на 2011 – 2015 гг.. Ее приоритетное направление – это внедрение индустриального рыбоводства, или аквакультуры, с применением передовых интенсивных технологий.

В 2016 году в Беларуси принята Государственная программа развития аграрного бизнеса в Беларуси на 2016-2020 годы в которой также уделено внимание вопросам рыбохозяйственной деятельности.

На основании этой госпрограммы дальнейшее развитие аквакультура Беларуси должно двигаться по трем основным направлениям – это лососеводство, сомоводство и осетроводство.

Для развития холодолюбивых лососевых рыб были выбраны северные регионы Беларуси, для развития теплолюбивых осетровых и сомовых рыб – более южные.

Всего к 2015 году планировалось увеличить объем выращивания товарной рыбы до 25 тыс. тонн, в т.ч. 3,9 тыс. тонн ценных видов рыб (лососевые, осетровые, сомовые). К примеру, в 2010 тонн ценных видов рыб было выращено всего 100 тонн.

### 20.3.1 Заболевания рыб

Текущий объем производства рыбы настолько мал, что заболевания не имеют широкого распространения. С увеличением объема производства более “ценных” видов рыб вероятнее всего некоторые заболевания, связанные с разведением этих видов, будут иметь распространение.

Для ветеринаров и самих специалистов рыбоводных хозяйств установлены правила, связанные с практикой ветеринарного (ихтиопатологического) контроля.

Поскольку производство форели находится на начальном этапе, можно предположить, что эффективность практических действий при вспышке заболевания до сих пор не тестировалась.

Рекомендуется внедрять международное сотрудничество между рыбоводными организациями, ветеринарными (ихтиопатологическими) и научно-исследовательскими организациями.

Новые проекты, которые находятся на стадии строительства, должны изменить свои планы, используя знания о новейшем опыте из Дании. На данный момент запланировано несколько строительных проектов, которые подразумевают установку барабанных фильтров для удаления значительной части мелких частиц, что безусловно принесет пользу. Предыдущие эксперименты показывают, что барабанные фильтры также способствуют удалению некоторых видов паразитов.

Одним из самых опасных паразитов для семейства лососевых является *Ichthyophthirius multifiliis*. В Дании во время атаки этих паразитов наблюдался очень высокий уровень смертности, как в системе УЗВ, так и в проточных системах. Применение барабанных фильтров снижают смертность. Барабанные фильтры способствуют уничтожению этого паразита, особенно на фазах жизненного цикла, когда они свободно обнаруживаются в воде. Опыт датских ученых свидетельствует о том, что невозможно убрать всех паразитов, но возможно значительно сократить их количество. Использование химических веществ для очистки системы от паразитов также может стать более эффективным, если в водном балансе будет меньше твердых частиц. Разумеется, это повлияет на бактериологические процессы, воздействующие на рыб.

### 20.3.2 Текущее состояние, планы развития и сдерживающие факторы

Интерес Беларуси к концепции датской модели растет. Структура модели является основой для многих новых ферм, которые построены согласно Государственной программы развития рыбохозяйственной деятельности на 2011 – 2015 годы. Строящиеся модельные фермы принадлежат к одному типу. Планируется сбор твердых частиц и обработка технологической воды. Две фермы, которые уже построены и введены в эксплуатацию, имеют некоторые недостатки, которые следует исправить для обеспечения эффективного производства и значительного снижения нагрузки по биогенным веществам (приложение № 5 к главе 20).

Новые комплексы в Альбе и Бельничках представляли собой последовательную систему очистки воды. Предложения по улучшению функционированию этих новых комплексов также представлены в приложении № 3 к главе 20.

Захват и удаление твердых частиц является самым важным моментом для хорошей и непрерывной работы рыбоводного индустриального комплекса. Сбор твердых веществ значительно сокращает фосфорные отходы на предприятии и в то же время позволяет перерабатывать фосфор в удобрение.

Главной целью рыбоводных промышленных комплексов является производство форели с минимальным воздействием на окружающую среду. С помощью технологии рециркуляции производство рыбы может выйти на более экологически эффективный и прибыльный уровень по сравнению с обычным способом выращивания на фермах или в садках.

Дополнительная очистка воды может быть произведена с помощью растительных отстойников или в водно-болотных угодьях.

Грунтовые воды должны быть основным источником воды для рыбоводных промышленных комплексов, использующих технологии рециркуляции. Температуры можно регулировать, снижая высокие температуры и повышая низкие. Контролировать заболевания станет легче. Использовать грунтовые воды в рыбном хозяйстве можно без разрешения.

Качество грунтовых вод зависит от региона. В 70% скважин было обнаружено содержание железа 0,3 мг/л, что считается предельным уровнем для обработки воды. Для удаления железа из воды требуется фильтрация. В зависимости от других параметров качества воды способ обработки обычно может включать аэрацию, фильтрацию или ионный обмен.

Скважины, как правило, имеют 100-150 м. В некоторых глубина скважин намного меньше. Самые глубокие скважины - 300-400 м.

В некоторых районах в результате деятельности промышленности обнаружено загрязнение грунтовых вод, промышленные отходы, тяжелые металлы, пестициды, органические соединения – все это было найдено в подземных водах. Некоторые скважины закрыты из-за слишком высокого уровня загрязнения. Промышленные зоны, такие как Гомель и Солигорск являются наиболее загрязненными участками.

### **20.3.3 Текущее состояние и сдерживающие факторы развития**

Во время полевых экспедиций были посещены действующие рыбоводные хозяйства построенные по типу канальной датской системы. Во всех хозяйствах были обнаружены одни те же проблемы, которые оказывали негативное воздействие на рост рыбы, состояние и воздействие на водную среду. Проблемы были связаны с увеличенным количеством твердых частиц в воде.

В целом все фермы, которые мы посетили, имеют все составляющие, необходимые для хорошего состояния окружающей среды. Внесены некоторые предложения по улучшению функционирования рыбоводных промышленных комплексов.

## **20.4. Рынки искусственно выращенной рыбы**

### **20.4.1 Импорт и экспорт искусственно выращенной рыбы**

Общий объем импорта всех видов рыбы в Беларуси: 160.000 - 180.000 тонн / год.

Отечественное производство составляет менее 9 процентов от общего спроса. Таким образом, большая часть потребления рыбы в стране удовлетворяется за счет импорта. Согласно ФАО дальнейшему увеличению объема продаж рыбы, культивируемых в пресных водах, препятствует ограниченный спрос со стороны населения и насыщение рынка с морепродуктами» [http://www.fao.org/fishery/xml/countrysector/naso\\_belarus/en](http://www.fao.org/fishery/xml/countrysector/naso_belarus/en)

### **20.4.2 Переработка и профиль продукта**

Не достаточно развития переработка рыбной продукции признается одним из факторов, которые сдерживают развитие рыбоводной отрасли в стране.

<http://www.eurofish.dk/pdfs/Istanbul-presentations/Countries/Belarus.pdf>

В отчете Международной финансовой корпорации мирового банка отмечается следующее:

“Белорусские стандарты безопасности продуктов питания, нормы, системы контроля безопасности продуктов питания устарели и ограничивают белорусский экспортных потенциал и инвестиционные возможности. Если довести белорусские стандарты до уровня международных стандартов безопасности продуктов питания и стандартов качества, белорусская пищевая промышленности может увеличить экспортную долю. Например, если белорусские продукты будут соответствовать европейским требованиям к безопасности продуктов питания, страна может получить доступ к рынку ЕС т.е. к 500 миллионам потребителей, что поспособствует росту белорусской торговли и экономическому развитию страны»

[http://www.ifc.org/wps/wcm/connect/region\\_ext\\_content/regions/europe+middle+east+and+north+africa/ifc+in+europe+and+central+asia/countries/improving+food+safety+in+belarus](http://www.ifc.org/wps/wcm/connect/region_ext_content/regions/europe+middle+east+and+north+africa/ifc+in+europe+and+central+asia/countries/improving+food+safety+in+belarus)

## 20.5 Конкуренентоспособность цен

### 20.5.1 Стоимость продукции

Поскольку рынок свежей рыбы неразвит, необходимо начать с подготовки рыбы для рынка, как это обычно делается в Дании и Финляндии. Рыба будет выпотрошена, обрезана и очищена. Она должна упаковываться в изолированные коробки, покрытые льдом, в таком случае транспорт будет дешевле при расчете на кг, чем на живую рыбу. Рыбоводные организации должны быть оснащены помещением с моечным оборудованием, машиной по производству льда, оборудованием для упаковки в изолированные коробки и холодильной камерой, соответствующим санитарными правилам.

## 20.6 Предпосылки для развития образцовых хозяйств датского типа

### 20.6.1 Требования, разрешение, авторизация в Дании

Актом № 130 от 8 февраля 2012 года в Дании было изменено законодательство, регулирующее строительство датских образцовых хозяйств.

Основным различием между действующим и предыдущим законодательством является то, что можно будет регулировать производительность хозяйств на основе контроля выбросов, а не как раньше, на основе максимальной годового объема корма.

### 20.6.2 Общий SWOT-анализ «Окружающая среда /аквакультура»

SWOT -анализ ниже демонстрирует (табл. 20.1) преимущества и недостатки для рыбовода и окружающей среды, при организации хозяйства в соответствии с концепцией образцового рыбоводческого хозяйства. Необходимо отметить, что сравнение основано на предположении, что образцовое хозяйство выбрано вместо рыбоводческого хозяйства открытого проточного типа.

Таблица 20.1 Общий SWOT-анализ «Окружающая среда /аквакультура»

Окружающая среда /Река	Аквакультура
<p><b>Преимущества:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Свободный поток воды (вверх/вниз) и естественные отклонения в потоке воды от водного курса, облегченные проходящим мимо водным потоком.</li> <li>• Отсутствующий либо сокращенный эффект зарегулирования стока</li> <li>• Свободный проход фауны</li> <li>• Сокращенные натриевые и органические потери на кг произведенной рыбы</li> <li>• Сокращенный сброс лекарственных средств и терапевтических средств и сокращенная максимальная концентрация</li> <li>• Улучшенные кислородные условия нисходящего потока рыбоводческого хозяйства</li> <li>• Уменьшенные потери фауны от водного течения в рыбоводческом хозяйстве</li> </ul> <p><b>Недостатки :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Нет</li> </ul>	<p><b>Преимущества:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Стабильные условия производства</li> <li>• Минимальные отклонения качества воды</li> <li>• Улучшенная производительность очистительных устройств</li> <li>• Использование воды из скважин или дренажных труб ведет к меньшим сезонным температурным отклонениям .</li> <li>• Улучшенный контроль управления и производства</li> <li>• Сокращенные внешние риски инфицирования патогенами</li> <li>• Сокращение необходимости в лекарственных и терапевтических средств</li> <li>• Улучшенная рабочая среда</li> </ul> <p><b>Недостатки:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Более высокое потребление энергии на кг рыбы (1,01 – 2 Wh / кг рыбы)</li> <li>• Увеличенный выход CO<sub>2</sub> (примерно 0.5 кг в kWh)</li> <li>• Риск отравления аммиаком и риск неприятного вкуса рыбного мяса</li> <li>• Повышенная необходимость в контроле и управлении</li> <li>• Повышенная необходимость в вспомогательных системах: электричество, кислород, насос и пр.</li> </ul>

### 20.6.3 Потребность в земле (на примере Дании)

Если принято решение использовать растительные лагуны для очистки сточных вод, необходимо учитывать следующие критерии, взятые из датского законодательства о ведении рыбоводческого хозяйства из акта №130 от 8 февраля 2012:

- Речная лагуна должна быть построена как русло реки;
- Гидравлическая нагрузка не должна превышать 0.021 л/сек/м<sup>2</sup> лагуны;
- Глубина лагун должна быть максимум 0.9 м, поверхность лагуны должна быть 40 м<sup>2</sup> / тонн корма в год;
- Время задержки воды в растительной лагуне должно быть более 36 часов.

### 20.6.4 Энергетические требования (на примере Дании)

В зависимости от структуры и производства должны быть определены размеры главного дизель-генератора.

На поддерживаемый обществом проект, связанный с рыбоводческим хозяйством, среднее потребление энергии было 1.7 кВт на 1 кг произведенной рыбы, но за счет оптимизации процессов появилась возможность сократить потребление энергии до от 1 - 1,3 кВт на 1 кг произведенной рыбы.

Основным фактором, который снижает потребление энергии, является разделение транспортировки воды и аэрации / дегазации воды.

### 20.6.5 Качество воды

Как правило, скважины или артезианские скважины используются в качестве источника водоснабжения для замкнутых систем рыбоводческого хозяйства. Средняя глубина датских скважин составляет примерно 40 метров. В Беларуси глубина скважины может достигать 100 м, может быть и глубже, обеспечивая в некоторых случаях давления воды достаточное, чтобы добыть воду без откачки. Качество воды соответствует нормам за исключением концентрации железа, которая может достигать 3-8 мг / л. В этом случае необходимо построить станции, которые будут очищать воду от железа.

### 20.6.6 Количество воды

Первоначальное законодательство о датских образцовых рыбоводческих хозяйствах базировалось на следующих технических требованиях (таблица 20.2)

Таблица 20.2 Технические требования к образцовым рыбоводческим хозяйствам, которым нужно следовать в Беларуси

Тип хозяйства	Модель 1	Модель 2	Модель 3
Материал пруда	Почва или бетон	Почва или бетон	Бетон или иной улучшенный материал
Рециркуляция воды (минимальный %) <sup>1</sup>	70	85	95
Использование воды (максимальное л/сек) <sup>2</sup>	125	60	15
Плотность посадки рыб (максимально кг/м <sup>3</sup> )	50	50	50
Время пребывания в воде в единицах производительности (минимальное количество часов)	8.9	12.3	18.5
Максимальное ежедневное количество корма (кг) <sup>3</sup>	800	800	800
Сбор ила в бассейне	да	да	да
Разбросанное осадкообразование (напр. иловые конусы)	Да	да	да
Устройства для удаления определенных частиц (барабанные фильтры, зафиксированные фильтры грубой очистки)	да	да	Да
Биофильтры	нет	да	да
Лагуны	да	нет	да

1) (Внутренний рециркулируемый поток / (Внутренний рециркулируемый поток + пресная вод)) \* 100

2) Максимальное использование пресной воды как л/сек / 100 тонн корма

3) Максимально ежедневное потребление корма на 100 тонн доступного корма

Примечание: Некоторые требования таблицы были изменены после вступления в силу акта № 130 от 8-ого февраля 2012

Большинство образцовых хозяйств в Дании построены по Модели 1, но эта структура хозяйства не считается УЗВ-системой. Акт № 130 от 8-ого февраля 2012 вызвал интерес к структуре хозяйств со значительно увеличенной рециркуляцией, чем достигнутый уровень в структуре хозяйства по модели 1. Поэтому на сегодняшний день почти все перестроенные хозяйства в Дании построены по модели 3.

Основным различием между хозяйством модели 1 и модели 3 является степень рециркуляции, которая значительно выше в модели 3 по сравнению с моделью 1; из-за этого в хозяйствах модели 3 есть требования к биологическому фильтру, чего нет в случае модели 1.

Все хозяйства, участвующие в проекте, поддерживаемом в обществе (8 хозяйств), принадлежали к модели 3.

Следует отметить, что некоторые хозяйства модели 3 сокращают использование пресной воды, таким образом, некоторые хозяйства сократили до 7.5 -10 л/с/100 тонн => 600-900 литров на кг рыбы.

В связи с тем, что за последнее десятилетие в Дании не появилось ни одно хозяйство модели 2, а акт № 130 от 8 февраля 2012 привлек интерес к модели с более высоким уровнем рециркуляции, хозяйства по модели 1 и 2 фермы в дальнейшем в настоящей главе рассматриваться не будут.

### 20.6.7 Образование и исследование

Главные исследовательские и образовательные центры Беларуси в области рыбного хозяйства представлены в таблице 20.3

Таблица 20.3 Исследовательские и образовательные организации, занимающиеся вопросами рыбоводства в Беларуси

Название института	Сфера деятельности
Республиканское унитарное предприятие «Институт рыбного хозяйства» Национальной академии наук Беларуси», Минск	Исследования в области аквакультуры, рационального природопользования и охраны водных ресурсов
Государственное научно-производственное объединение «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам», Минск	Исследование рыбной экологии, ихтиологии, отдельных аспектов аквакультуры, видового разнообразия и охраны редких видов
Белорусский государственный университет, Минск	Исследование водной экосистемы, подготовка специалистов в сфере гидроэкологии
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Горки, Могилевская область	Специализированная подготовка в области рыбоводства
Полесский государственный университет, Пинск, Брестская область	Специализированная подготовка в области рыбоводства
Свислочское профессионально-техническое училище, Свислочь, Гродненская область	Подготовка специалистов

Для того, чтобы решить проблемы продовольственной безопасности и питания населения, в стране была принята Государственная программа поставки рыбы и морепродуктов для населения на 1998-2005 годы и Государственная программа возрождения и развития села 2005-2010. В соответствии с этими программами научно-исследовательские институты сформулировали ряд вопросов, подлежащих рассмотрению, эти вопросы вынесены на рассмотрение и утверждение Научно-технического Совета Министерства сельского хозяйства и продовольствия. Предложения включены в одну из Государственных программ научных и технологических исследований, или сформулированы в виде отдельных инновационных проектов. Для того, чтобы проект был одобрен, он должен частично финансироваться за счет потенциальных пользователей исследовательского продукта. Результаты научных исследований применяются на основе расширенных соглашений между разработчиком и пользователем научного продукта. Подготовка персонала обеспечивается Министерством образования и проводится на курсах повышения квалификации Министерства сельского хозяйства и продовольствия.

В связи с имеющейся информацией знания о проектировании образцовые датские форелевые хозяйства доступны трудоспособному населению. На заметку следует взять организацию следующих краткосрочных и долгосрочных проектов:

- Функционирование и процессы биологического фильтра
- Управление биологическим фильтром
- Планирование производства

Переход от традиционной структуры проточного хозяйства к системе УЗВ подразумевает смещение основного акцента с наблюдения над поведением рыб (это по-прежнему очень важно) на функционирование биологических фильтров.

Опыт Дании показывает, что эти изменения парадигмы требуют некоторого повышения квалификации некоторых вовлеченных специалистов. Белорусская государственная сельскохозяйственная академия в Горках может стать отличным выбором для решения задачи, поскольку УО БГСХА обладает всеми ресурсами и опытом.

### **20.6.8 Подходящий климат для рыбоводства в холодной воде**

Таким образом, система земледелия в основном должна быть спроектирована, чтобы обеспечить оптимальное качество воды для конкретных видов, подлежащих разведению на объекте.

Оптимальные параметры качества воды разнятся в зависимости от вида рыбы, например, для лососевых нужна оптимальная температура около 15 °С, а осетровым необходимо обычно выше 20 °С. Также следует учитывать другие различия к требованиям оптимального качества воды для каждого вида.

Оптимальное качество воды для лососевых зависит от температуры воды рН и уровня кислорода. Диапазон приемлемых характеристик воды для разведения лососевых: температура воды ниже 20 °С градусов, рН между 6.5 - 7.5, циркуляция уровня кислорода выше 70%.

## **20.7 Описание стандартное образцовой форелевой датской системы**

### **20.7.1 Общее описание**

Система основана на комплексе, состоящем из 15 параллельно соединенных бассейнов с размерами 14 x 2.5 x 1.2 – 1.35 м в соответствии с объемом каждого бассейна примерно в 45 м<sup>3</sup>.

Конструкция снабжена возможностью механического удаления частиц через барабанный фильтр с покрытием около 40 мкм. Вода с осадком из барабанного фильтра попадает в илоуплотнитель, состоящий из 3 иловых конусов, эти конусы должны регулярно опорожняться.

После барабанного фильтра вода попадает к движущимся биофильтрам с общим объемом прилбл. 155 м<sup>3</sup> при 60% заполнении биоагрузки. Полная объем биоагрузки равен около 92 м<sup>3</sup>, что соответствует поверхности равной приблизительно 67,160 м<sup>2</sup>. Согласно датскому законодательству это площадь поверхности соответствует 168 т. годового использования кормов.

После того как вода вышла из биофильтра, она попадает в центральную зону аэрации, предназначенную для стабилизации общего давления газа в системе и в то же время сохранения насыщение кислородом около 85% всего потока воды.

После зоны аэрации вода прокачивается либо через 2 платформы насыщения кислорода или первичным насосом в канал подачи для распределения между 15 бассейнами.

Более подробное описание структуры системы приведено в приложении 1 к главе 20.

Переработка ила повлечет расходы на установку системы контроля и управления.

### **20.7.2 Стратегии производства**

#### **20.7.2.1 План**

В Беларуси построены или строятся оба типа хозяйств параллельных бассейнов и серийных бассейнов.

В последние годы в Дании наблюдается растущий интерес к структурам с меньшим параллельным соединением бассейнов. Такая конструкция является гораздо более гибкой и безопасной по сравнению с серийными бассейнами. Но инвестиционные затраты в любом случае гораздо выше.

Чтобы добавить больше гибкости в производственную систему появилась тенденция, которая движется в сторону системы, основанной на строительстве круглых бассейнов или параллельных бассейнов. С параллельными бассейнами проще работать, они более безопасны, в то же время они очень подходят для Беларуси

#### **20.7.2.2 Территория**

При предложенном варианте дизайне, основанном на параллельных бассейнах, необходимая площадь участка составит приблизительно 2.500 м<sup>2</sup>, на данном земельном участке можно разбивать лагуны и строить дороги.

### 20.7.2.3 Источник воды

Самая используемая система водоочистки больше всего подходит для использования в грунтовых водах, но также может быть построена для использования воды непосредственно из реки.

## 20.8 Оценка стоимости

### 20.8.1 Инвестиции

В большинстве мест (где рыбное хозяйство является новым видом деятельности и основные предпосылки отсутствуют) необходимо учитывать влияние очистки и упаковки рыбы до конечного инвестиционных затрат. Для развития рынка свежей рыбы нужно начинать готовить рыбу для рынка. Рыбу нужно выпотрошить, обрезать и очистить. Она должна упаковываться в изолированные коробки, покрытые льдом, в таком случае транспортные затраты будут меньше, чем на живую рыбу. Также в магазинах дешевле обработка и проще установить холодовую цепь между фермой и потребителем. Это все инвестиции в предварительную обработку (забой и подготовка рыбы). Завод должен быть оснащен гигиеническими поверхностями и моечным оборудованием, машиной по производству льда. Необходимо помещение для изолированных боксов и охлажденная камера хранения по крайней мере на один день производства. Минимальный размер рабочего пространства составляет 60 м<sup>2</sup>, этого должно быть достаточно при дневном объеме обработки минимум 3 тонн рыбы. Холодильные камеры на 6 поддонов – это 10 м<sup>2</sup>, а хранилище без отопления для пенопластовых коробок занимает около 25 м<sup>2</sup>. Также необходим гардероб для работников. Очистка форели означает уменьшение веса на 17% от общего веса.

Сортировка рыбы в течение вегетационного периода, как правило, необходима, что можно сделать с помощью сортировочной машины. Это означает дополнительные инвестиции, которые нужно внести в список необходимых затрат. С помощью рыбонасоса или рыбоподъемника эту работу можно выполнить без дополнительной рабочей силы. Работа подразумевает визуальный контроль за рыбонасосом, производительностью сортировщика и подгоном рыбы к насосу. Стоимость такой системы составляет около 40.000 - 60.000 €

Также следует рассчитать затраты на обработку отходов. Метод хранения оседающих твердых частиц, собранных с иловых конусов и / или барабанных фильтров означает потребность в иловом резервуаре. Объем должен быть достаточным для хранения ила в зимний период. Влияние зимнего периода на эту систему будет рассматриваться на основе интенсивности производства в зимний период.

### 20.8.3 Оценка объемов производства

Предложенная модель развития – это модель № 3.

Размеры модуля выбираются с точки зрения практической многоцелевой структуры с возможностью умножать количество модулей по мере развития хозяйства.

Выбрав модульную систему вы можете получить стандартные конструкции для зданий, электричества и возможные комплексы для кормления. Размер модуля также удобен для производства, например, 200 г форели в качестве рыбопосадочного материала для дальнейшего выращивания. Такая конструкция является наиболее подходящим для форели. Осетровые и европейские сом чувствуют себя лучше в круглых или овальных водоемах. Сом нужно выращивать при более высоких температурах, чем форель.

Подсчитано, что общий объем производства при хорошо развивающейся программе и правильном своевременном потреблении рыбы достигает 150 т в годичном цикле. Для того, чтобы использовать рабочую силу наиболее эффективно, разумно увеличить производство в 2-3 раза, увеличив количество модулей. Это также обеспечит непрерывную работу отдела, занимающегося предварительной обработкой рыбы (забой и обработка). Производство 500 тонн в год, значит 10 тонн в неделю, что подразумевает ежедневный убой около 2500 кг за 4 дня недели.

Обычные конструкции, такие как хранилища, нужно планировать с самого начала так, чтобы они не способствовали дальнейшему расширению. То же самое касается организации движения внутри фермы. Обработка ила и дороги к обработанным площадям с самого начала планируются как можно короче.

### 20.8.4 Оценка расходов на различные технологии рециркуляции

Инвестиционные затраты не сравниваются между различными конструкциями. Потому что в принципе производство происходит в определенном объеме, и очистка воды равна и зависит от ежеднев-

ного кормления, единственной переменной является стоимость строительства системы и увеличивающаяся плотность, зависящая от строительства резервуаров. Круглые или квадратные бассейны могут быть глубже из-за потока. Недостатком глубокого бассейна является затруднения при обслуживании рыбы, если устройство слишком большое для того количества рыбы, которое идет на убой в течение одной недели.

## 20.9 Окружающая среда и законодательство

### 20.9.1 Воздействие окружающей среды

Подсчеты и оценка воздействия окружающей среды могут быть произведены после утверждения структуры хозяйства и определения объема производства.

### 20.9.2 Типы отходов

Отходы образцового хозяйства похожи на отходы традиционного хозяйства, и в основном состоят из органических веществ, азота и фосфора.

В приведенной ниже таблице представлено сравнение между традиционным датской хозяйством и хозяйством модели № 3 (таблица 20.4).

Таблица 20.4 Конкретные сбросы N, P и БПК на 2006-2007 гг (кг/т произведенной рыбы) из восьми интенсивно контролируемых форелевых хозяйств типа модели № 3 по сравнению с отходами датскими пресноводных рыбных хозяйств в 2006 году

Кг/т произв. рыбы	Традиционные хозяйства в 2006	Образцовые фермы типа №3 2006-2007	Образцовые фермы в % традиционные фермы
Общее количество N	31,2	20	64
Общее количество P	2,9	1,1	38
БПК	93,6	5,6	6

Записанные измерения показали, что удельный сброс (кг/тонну рыбы) азота (N), фосфора (P) и органических веществ (рассчитываемых как БПК) из образцовых хозяйств составил 64, 38 и 6%, соответственно, от соответствующих сбросов в традиционных датских пресноводных форелевых хозяйствах.

### 20.9.3 Сокращение отходов

Ожидаемое снижение отходов тесно связано с очисткой сточных вод.

В таблице 20.5 указаны процентные данные об очищении вод от азота, фосфора и органических веществ (БПК) для восьми интенсивно отслеживаемых типов хозяйств по модели № 3, которые оказались значительно выше, чем предполагалось

Таблица 20.5 Процентные данные об очищении вод от азота, фосфора и органических веществ (БПК) для восьми интенсивно отслеживаемых типов хозяйств по модели № 3

	Общее количество N	Общее количество P	БПК
R <sub>N</sub>	50%	76%	93%

*Средний процент очистки воды в исследуемых типах хозяйств, организованных по модели № 3*

Скорость удаления фосфора и БПК высока, а улучшение показателей их удаления, каждое улучшение в процентах, очень дорого и его сложно достичь. Основное улучшение темпов сокращения фосфора и БПК должно достигаться путем управления очисткой сточных вод, а не за счет реализации дальнейших технологий.

Для азота ситуация иная, несколько датских проектов в настоящее время ищут возможности использования ила, произведенного в рыбоводческом хозяйстве в качестве источника углерода путем переработки некоторого объема ила в летучие жирные кислоты. А также использовать летучие жирные кислоты как "топливо" для денитрификации фильтра.

Этот процесс хорошо известен и широко используется в системе традиционной очистки сточных вод. Однако используя ил в гидролизе, некоторые летучие жирные кислоты используются при денитрификации фильтра, поэтому существуют возможности увеличить процент сокращения азота.

#### **20.9.4 Биологические и химические риски окружающей среды**

Влияние на окружающую среду посредством сбросов химических веществ, не поддающихся биохимическому разложению, должно рассматриваться как минимальное.

Выбросы от образцовых рыбных хозяйства можно рассматривать как полностью разлагающиеся микроорганизмы. Воздействие на экосистемы, в которые осуществляется сброс, прекращается сразу же после завершения сброса.

#### **20.9.5 Проектные риски**

Риск загрязнения воды сведен к минимуму, так как источником воды является скважина. Основной риск в системе рециркуляции – это формирование токсичных соединений, вызванных накоплением ила в системе, другой риск – это то, что уровень кислорода и рН неустойчивы, что может привести к увеличению заболеваемости, в результате чего повышается смертность.

Риски упомянутые выше могут быть сведены к минимуму, если правильно проектировать поставки кислорода и воды, а также внедрить процедуры управления и контроля.

### **20.10 Окончательное заключение**

#### **20.10.1 Человеческие ресурсы**

Датская концепция образцового рыбоводческого хозяйства предоставляет возможности для создания рабочих мест и экономической деятельности в сельской местности. Потенциал основан прежде всего на грунтовых водных ресурсах, которые доступны в различных районах страны.

Человеческие ресурсы зависят от систем обучения, которые будут обеспечивать навыки менеджмента, биологические и ветеринарные навыки и давать знания о практических методах рабочего процесса.

Также большую важность представляют технические знания о современной вегетационной системе. Объем обучения должно соотноситься с планами госпрограммы по увеличению производства так называемых ценных видов.

Если датская концепция берется в качестве основы для этой инициативы, международных возможности образования следует рассматривать в качестве альтернативы для поддержки отечественной системы обучения в Беларуси.

Тренинговые курсы, организованные DTU в Хиртшале в Дании в октябре 2013 года – это пример международных образовательных возможностей. Это эффективный способ обновить знания об обрабатываемых технологиях в сфере аквакультуры. Для развития рыбоводства, благоприятного для окружающей среды в странах Балтийского моря подобные образовательные программы очень важны и во многих отношениях просто необходимы.

Когда в каждой области Беларуси будет полностью достигнут потенциал, это приведет к повышению уровня жизни в целом, предоставив работу для подрядчиков и небольших строительных компаний в регионе.

Увеличение производства поспособствует увеличению рабочих мест непосредственно в рыбных хозяйствах.

Существование рыбной фермы предоставляет возможность бизнеса как для мелкомасштабных семейных предприятий и больших промышленных предприятиях, так и для рыбных ферм. Чтобы начать производство, нужно собрать команду образованных людей.

#### **20.10.2 Экономическая и финансовая целесообразность**

Чтобы инвестировать в рыбоводстве в технологии рыбного хозяйства по датской модели в Беларуси, очень важно понимать, что бизнес находится на начальном этапе развития.

Развитие бизнеса в настоящее время зависит от государственного планирования. Инфляция была настолько высока, что цены должны изменяться почти ежемесячно. Это оказывает влияние на процентные ставки по кредитам, которые могут стать очень высокими (30%).

Корм для лосося импортируется, он будет соответствовать общему уровню. В настоящий момент цена на корм в Беларуси выше, чем в ЕС.

В течение некоторого времени уже работают несколько УЗВ хозяйств, но несмотря на это новые хозяйства до сих пор чувствуют себя первопроходцами, используя концепцию образцового хозяйства, сталкиваясь с проблемами в сфере маркетинга продукта.

На сегодняшний день цены на корма и электроэнергию немного выше или же такие же, как в ЕС. Зарплаты очень низкие, например, по сравнению с северными странами. На практике скорее всего зарплаты увеличатся, если будут работать люди, обученные системе УЗВ.

Когда бизнес растет и рынок развивается, цены на мальков приходится снижать. Поскольку мальков на продажу будут выращивать и в соседних странах, таких как Польша, Литва, Латвия, Россия

Размер производства должен быть достаточно большим, чтобы опустить себестоимость продукции до допустимого уровня. В противном случае форель останется только деликатесом для торжеств, и рынок не будет развиваться. Большие закупки принесут пользу при покупке мальков и корма. Численность занятых может быть оптимизирована. Если выращенная рыба перерабатывается, есть возможность добавить продукту ценность. В противном случае материал для переработки будет либо приобретаться за рубежом, либо импортироваться в виде готового продукта.

Инвестиционные затраты без субсидий так высоки, как 1 € за 1 кг рыбы, которая частично зависит от изолированного покрытия в системе каналов. С другой стороны покрытие позволяет обеспечить развитие в зимний период. Инфляция настолько высока, что сложно определить объем всех инвестиции таким образом, что цены не будут расти в течение строительства.

Если семейный бизнес запускается образованным человеком, образцовое хозяйство будет иметь правильный размер, если он / она готова заботиться о всей продукции самостоятельно или силами членов семьи.

Согласно информации полученной в ходе наших визитов себестоимость форели в 2012 году, например, в Богушевском хозяйстве составила 45-50 000 бел. руб, ~ 4 €/ кг.

Из-за высоких инвестиций и стоимости на энергии, вероятнее всего себестоимость производства в хозяйствах по типу модели 3, будет расти.

Но даже использование консервативного подхода к бюджету показывает относительно высокий уровень накладных расходов при производстве 100 т форели в год - это €0,19 за кг рыбы, когда достигается уровень производства 150 тонн рыбы в год, накладные расходы составят €0,59 на 1 кг выращенной рыбы.

Применение технологии образцового хозяйства в Беларуси приведет к росту размера хозяйств, что увеличит накладные расходы - € на кг произведенной рыбы

### **20.10.3 Экологичная технология**

В ходе нашего посещения Беларуси мы обнаружили ряд проблем в различных компонентах хозяйств, поэтому очень важно выработать определенные стандарты разработки проектов хозяйств, которые будут проверены на практике и докажут свою эффективность. Существующие комплексы также должны быть изменены, чтобы соответствовать стандартам.

Применение концепции рыбоводческих хозяйств 3-го модельного типа обладает как преимуществами, так недостатками, недостатки в основном связаны с более высокой себестоимостью продукта и более высокой степенью риска сбоев в работе оборудования, заболеваний и т.д., но риск можно свести к минимуму, установив генератор с автоматическим запуском или путем организации надлежащего ухода за рыбой.

Главным преимуществом внедрения технологии станет запущенный процесс. По опыту известно, что этот процесс займет около 2-3 лет, только к этому времени будет раскрыт весь потенциал новой системы.

### **20.10.4 Заключительные комментарии оценки целесообразности**

Без сомнения Беларусь обладает огромным потенциалом для реализации современных технологий рыбного хозяйства, но в то же время есть вероятность неудачи.

Реализация дополнительных требований - это ключ к будущему успеху, одним из таких требований должно стать обеспечение качественной подготовки кадров для новых рыбоводческих хозяйств, работающих с применением новых технологий.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1 (К ГЛАВЕ 20) ПРОЕКТНОЕ ОПИСАНИЕ МОДЕЛИ №3 РЫБОВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА НА ОСНОВЕ ПАРАЛЛЕЛЬНО СОЕДИНЕННЫХ КАНАЛОВ

Данное приложение содержит описание и сравнительный анализ наиболее известного проекта датской канальной модели с использованием конструкции с последовательно соединенными канальными бассейнами и эрлифтами. Данный проект удовлетворяет требованиям датского законодательства.

### Конструкция

Система включает 15 параллельно соединенных канальных бассейнов для выращивания рыбы с размерами 14 x 2,5 x 1,2 м каждый (рисунок 20\_1.1)

Распределение воды осуществляется в открытых каналах, для минимизации потерь гидравлического напора в системе.

Система оснащена механическим барабанным фильтром с размерами ячеек в фильтре около 40 мкм. Вода со шламом из барабанного фильтра поступает к загустителю шлама, содержащего три шламовых конуса. Эти конусы должны регулярно опорожняться.

После барабанного фильтра вода поступает к биологическому фильтру общим объемом около 155 м<sup>3</sup>. Загрузка биологического фильтра составляет 60 % от общего объема биофильтра, соответствующей удельной активной площади около 67 160 м<sup>2</sup>. Данная активная площадь соответствует годовому использованию кормов около 168 тонн.

После того как вода покидает биофильтр она поступает в центральную зону аэрации, предназначенную для стабилизации общего давления газа в системе и в то же время сохраняя насыщенность кислородом около 85 %.

После зоны аэрации вода распределяется между 15 канальными бассейнами с помощью эрлифта.

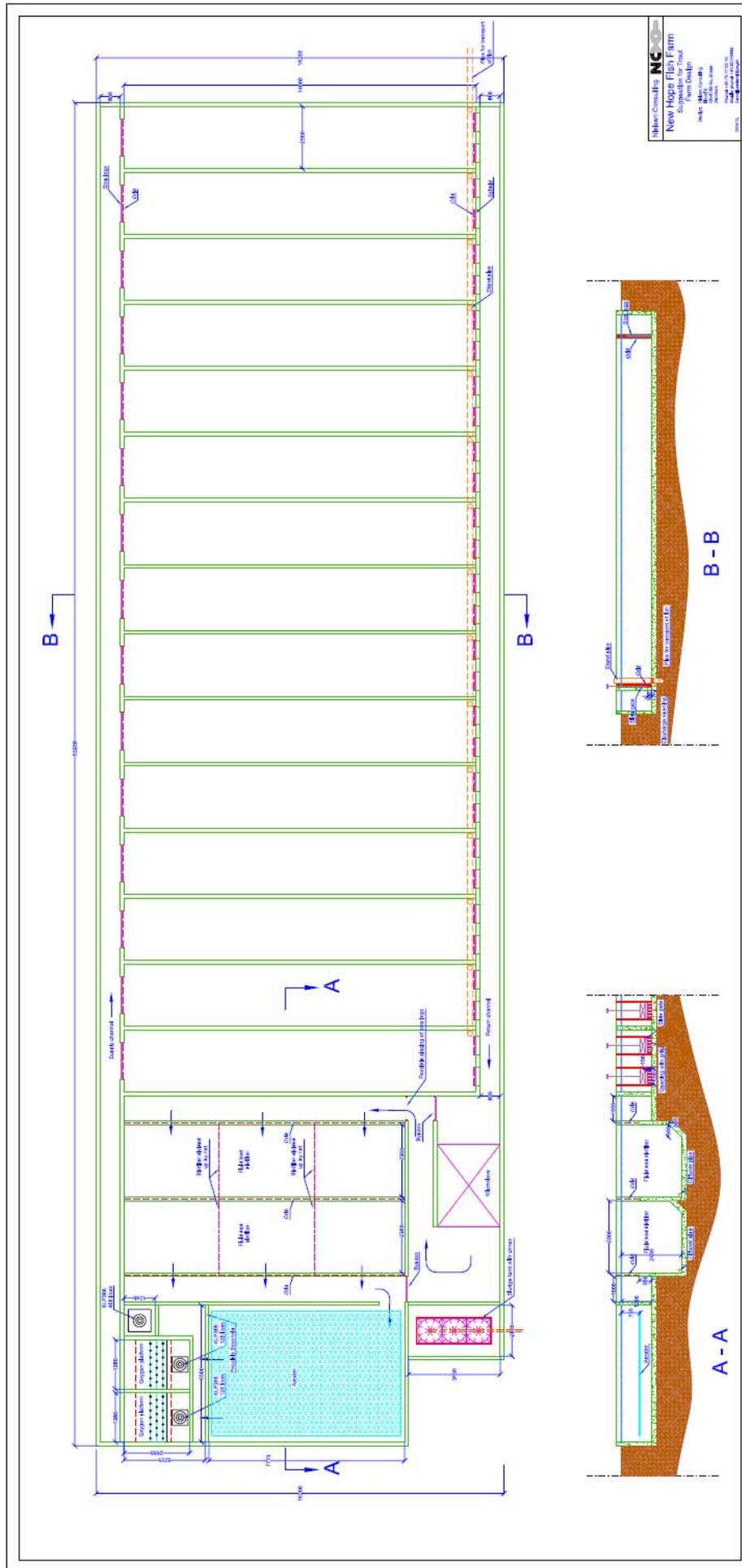


Рисунок 20\_1.1 Общая схема УЗВ с параллельно-соединенными каналами

## Вода и подача кислорода

Для обеспечения рыбы достаточным количеством кислорода при температуре воды 12 – 13 °C подача кислорода осуществляется посредством первичного насоса и при необходимости платформами с инжектором. Обе платформы с инжектором и первичный насос оснащены преобразователями частоты, так что поток может быть приспособлен к количеству используемого корма и располагаемого запаса.

Максимальный расход для первичного насоса составляет 400 л /с, а максимальный расход через платформы с инжектором составляет 240 л /с, в результате чего максимальный расход получается 640 л /с с возможным насыщением кислородом порядка 150%.

Высота подъема первичного насоса составляет около 25 -30 см, а для насосов платформ с инжектором высота подъема составляет около 0,9 - 1,0 м.

Необходимое количество пресной воды для работы системы составляет от 3 до 20 л /с, в зависимости от последовательности обработки и температуры воды. В это количество воды, входит объем, который составляет около 1 л /с для чистки сетки барабанного фильтра.

В периоды с низкой температурой воды менее, чем 12 -13 °C не будет необходимости в использовании платформ с инжекторами, но они могут быть использованы в пиковой ситуации.

Из соображений возможностей очистки и гибкости, каждый биологический фильтр устанавливается в обход, и этот обход будет обеспечивать бесперебойную работу системы во время очистки системы.

## Очистка сточных вод

Транспортировка воды от 15 лотковых каналов осуществляется через конический выпускной канал с целью уменьшения потерь гидравлического напора в системе. Вода подается и отбирается из отдельных каналов, закрытых снизу посредством шлюзовых ворот для предотвращения осаждения в лотках и каналах.

Из выпускного канала вода подается на барабанный фильтр, который снабжается фильтровальной тканью с отверстиями-ячейками примерно 40 мкм. Барабанный фильтр может быть оснащен регулятором уровня, который при заданном уровне воды в барабане, запускает в работу насос высокого давления для очистки фильтровальной ткани.

Очищенная вода от насоса высокого давления (около 1 л /с) подается к загустителю шлама, и основная часть воды подается на биофильтр.

Биологические фильтры разработаны как подвижные насыпные фильтры с общим объемом приблизительно 155 м<sup>3</sup> на уровне заполнения 60%. Емкость может быть рассчитана на примерно 168 тонн корма ≈ 460 кг корма в день.

Практический опыт с аналогичной системой показывает, что можно использовать значительно больше корма на ежедневной основе, но это требует высококачественных кормов и надлежащего управления.

*Расчет мощности производится при следующих предположениях:*

*400 м<sup>2</sup> активной поверхности фильтра на каждую тонну корма используемого ежегодно<sup>1</sup>.*

*Фильтрующий материал имеет удельную поверхность порядка 730 м<sup>2</sup>/м<sup>3</sup>.*

После биологического фильтра вода подается в зону аэрации. В дополнение к дегазации, централизованный бассейновый аэратор, как правило, поддерживает уровень СО<sub>2</sub> при 10 мг/л и общее давление газа (TGP) при 100 - 102%. В то же время зона аэрации обеспечивает уровень насыщения кислородом около 85%.

## Компоненты

Наименование оборудования	Назначение	Производительность	Энергопотребление
Первичный насос	Первичный насос	400 л/с, высота подъема 0,3 м	2,6 кВт
2 Насос для инжекторных платформ	Добавление чистого кислорода в воду до 170% природного насыщения в 640 л / с	120 л/с, каждая высота подъема 1,0 м	2 по 1,6 кВт, всего 3,2 кВт
1 микросито	Удаление частиц и паразитов	Емкость 500 л/с, матерчатый фильтр 40мкм	4,5 кВт
1 воздуходувка CAPSEL	Перемещение и окисление подвижного слоя фильтра	Емкость 780 м <sup>3</sup> воздуха /час, при 2,5 м глубине.	6,9 кВт
2 VENTUR воздуходувки	Для дегазации	Емкость 3000 м <sup>3</sup> воздуха /час, при 0,8 м глубине.	11 кВт

При оценке потребления энергии, предполагается, что одна платформа закачки кислорода используется круглый год вместе с первичным насосом.

Общее максимальное потребление энергии	26,6 кВт
Потребление энергии рассматривается как кВт /на кг произведенной рыбы. Расчет делается на основе ежедневного использования кормов 460 кг; при норме кормового коэффициента (FCR) порядка 0,91 производство будет составлять 505 кг рыбы в день.	1,26 кВт/ на кг производимой рыбы

Опыт показывает, что потребление энергии будет ниже при нормальных условиях, и что потребление энергии менее 1 кВт / на кг произведенной рыбы является реалистичным.

### Характер инвестиционных затрат на установку

<b>Подготовка места строительства (подсчеты основаны на датском уровне цен)</b>	
<b>Виды работ и оборудования</b>	<b>стоимость, евро</b>
Дренаж	25.000
Землеройно-транспортные работы	
<b>Установка источника энергии (подсчеты основаны на датском уровне цен)</b>	
Установка главного предохранителя	50.000
Основной кабель 100А	
Установка оборудования и главного пульта.	
<b>Здания (подсчеты основаны на датском уровне цен)</b>	
Строительство приспособлений для выращивания рыб 1.400 м <sup>2</sup>	210.000
<b>Бетонный работы (подсчеты основаны на датском уровне цен)</b>	
Бетонные строительные бассейны, биофильтры, каналы и др.	180.000
<b>Машины</b>	
2 шт. VENTUR вентилятор низкого давление тип HPB 260D, 5,5 кВт. Объем 1500 м <sup>3</sup> /час на 0,8 mvs. 2 шт WA 3125 поворотных вентилятора 15/18 кВт 1 шт дизельный вентилятор WA 3200 og 1 шт дизельный двигатель 2 шт мешалка 1,5 кВт RW 300 15/6 1 шт гидротехнический барабанный фильтр с 40 µm оболочкой 2 шт Grundfos насос для опрыскивания 1 шт иловый насос для барабанного фильтра 1 шт. невод 1. LM насос PR400/500 инклюзивный мотор 400 л/сек при 1 mvh. 2 шт платформы кислородных инжекторов с насосами 120 л/сек	150.000
<b>Оборудование</b>	
15 алюминиевых решеток воздухозаборника 15 алюминиевых решеток выпуска Рамки и детали для установки решеток Разделительные решетки для перемещения насыпных фильтром Рамки и детали для разделительных решеток 3 иловых конуса Помосты 15 шт. Автоматов для кормления 15 шт установок для автоматов для кормления Диффузные рамки и рассеиватели для дегазации воды Рамки и детали для биофильтров Трубы для обеспечения дегазированных областей Зажимы, скобы и арматура Рамки и детали для обводных труб биофильтров 100 м <sup>3</sup> био элементов	155.000

<b>Монтаж</b>	
Наладка клапанов труб при подключении с монтажем Монтаж в течение 1 недели под датским наблюдением Транспортные расходы на транспортировку двух 40 НС контейнеров с оборудованием из Дании в Беларусь	45.000
<b>Консультации, обучение использованию (расчет )</b>	40.000
<b>Итого</b>	<b>855.000</b>

### Общие сведения по анализу сильных и слабых сторон, возможностей и угроз (SWOT)

<b>Модель 3 рыбоводческого хозяйства с последовательно соединенными лотками</b>	<b>Модель 3 рыбоводческого хозяйства с параллельно соединенными лотками</b>
<p><b>Преимущества:</b> Простая конструкция и строительство Относительно низкая стоимость установления Простота в обращении с рыбой Относительно низкое потребление электроэнергии, в течение общественного финансируемого проекта модели хозяйства в Дании потребление энергии, как среднее значение было 1,7 кВт / кг произведенной рыбы (без инкубационных установок).</p> <p><b>Недостатки:</b> Возможность отложения осадка в секции нагула рыбы. Отложение осадков, если не все секции системы используются. Колебания уровней TGP и CO<sub>2</sub>. Колебание уровня кислорода от одного конца к другому вследствие габаритов каждой секции. Колебание уровня кислорода от одного конца лоткового канала к другому. Колебания температуры</p>	<p><b>Преимущества:</b> Простая конструкция Простые операции Более безопасная система производства Проще при лечении рыбы Простота в обращении и чистке каналов Низкие уровни TGP и CO<sub>2</sub>. Стабильные уровни кислорода</p> <p>Низкое потребление энергии, может быть рассчитано на примерно .. 1,26 кВт / кг произведенной рыбы.</p> <p><b>Недостатки:</b> Немного более дорогое строительство. Риск отложения осадков в лотках и каналах при слабом течении.</p>

1) В ходе реализации проекта «Главного управления» в период 2006 – 2007 г.г. средняя норма кормового коэффициента (FCR) в образцовом хозяйстве в среднем составляла 0,91, и это значение FCR было использовано для расчета энергопотребления в системе с параллельными лотками, рассматриваемое, как кВтч /на кг произведенной рыбы. Более, чем 4-х летний опыт с этой системой показал при производстве молоди до 80 г, что потребление энергии должно быть менее 1,0 кВт /на кг производимой рыбы.



Рисунок 20\_1.2 Основное производственное здание 1300 м<sup>2</sup>



Рисунок 20\_1.3 Блок выращивания с блоком аэрации и инжекционной платформой на переднем плане



Рисунок 20\_1.4 Одна из двух инжекционных платформ для добавления жидкого кислорода воду



Рисунок 20\_1.5 Вид системы с южной части здания с биологическим фильтром на переднем плане



Рисунок 20\_1.6 Биологический фильтр с плавающей подвижной загрузкой



Рисунок 20\_1.7 Зона дегазации



Рисунок 20\_1.8 Воздуховки Capsel и Ventur для аэрации и дегазации с производительность 1500 куб. метров в час, каждая



Рисунок 20\_1.9 Щитовая и резервный генератор. Общее потребление энергии между 20 - 30 кВт.  
Основная плата, и резервный генератор, общее потребление энергии между 20 - 30 кВт



Рисунок 20\_1.10 Барабанный механический микрофильтр Hydrotech с ячейей сетки 40 микрон



Рисунок 20\_1.11 Барабанный механический микрофильтр Hydrotech с ячейей сетки 40 микрон



Рисунок 20\_1.12 Конусы для осаждения воды из механического фильтра



Рисунок 20\_1.13 Канальный бассейн с 3,5 тонны рыбы



Рисунок 20\_1.14 Дегазатор оснащенный воздуховкой VENTUR и системами трубопроводов

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2 (К ГЛАВЕ 20) СТАНДАРТНЫЙ МОДУЛЬ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ЛОСОСЕВЫХ РЫБ

### Конструкция

Система основана на бассейнах с циркулирующим потоком воды, и состоит из двух резервуаров каждый примерно 290 м<sup>3</sup>. К двум бассейнам дополнительно устанавливается биофильтр с подвижным слоем. Необходимо отметить, что план расположения легко изменяется на другой размер резервуара и размер биологического фильтра. Каждый бассейн оборудован центральным аэратором, предназначенным для стабилизации общего давления газа в каждой емкости, тем самым сохраняя насыщенность кислорода около 85 % от всего водоема. Каждый аэратор имеет размеры, чтобы обеспечивать поток воздуха 1200 м<sup>3</sup>/час.

Аэратор имеет диаметр около 3,5 м, и поддерживает плавучесть с помощью плавающей рамы. Подача атмосферного воздуха осуществляется на глубине 0,7 м, используя насос (7,5 кВт). Воздуходувка Ventur на этой глубине способна подавать около 2500 м<sup>3</sup> воздуха/час.

В дополнение к дегазации, централизованный аэратор для бассейнов, как правило, поддерживает уровень СО<sub>2</sub> при 8 мг/л и общее давление газов при 100 - 102 %. В то же время аэратор будет усиливать гидравлическую нагрузку в каждом резервуаре, и его способность для самостоятельной очистки.

### Вода и подача кислорода

Оборот воды в каждом резервуаре в течение нормальной эксплуатации составляет около 50 л/с, что будет способствовать общему пребыванию воды в резервуарах около 1 ½ часа. Чтобы улучшить гибкость в конструкции установок выращивания, насосы разработаны с размерами, обеспечивающими мощность 360 м<sup>3</sup>/час для каждого бассейна, что соответствует примерно 100 л/с при требуемой высоте подъема 0,7 м. Проектная мощность насосов может быть использована для подачи и в часы пик. Подача пресной воды на каждую установку, состоящую из двух резервуаров, будет от 7 до 10 л / с. ≈ 25 - 36 м<sup>3</sup>/час.

Подача воды может быть уменьшена, если это необходимо.

Если оборот воды составляет менее 25 % от общего объема в день, то будет необходимо создание безкислородной фильтрации с помощью фильтра с неподвижным материалом .

Из соображений возможностей обработки и гибкости, каждый биологический фильтр устанавливается с байпасом, с размерами 50 x 60 см, при уровне воды в канале порядка 50 см. С минимальной потерей давления канал сможет провести по байпасу до 125 л /с, что обеспечивает бесперебойную работу платформ с инжекторами кислорода.

Для обеспечения рыбы достаточным количеством кислорода при температуре воды выше 12-13°C, выполняется основная рециркуляция и включается работа двух платформ с инжекторами кислорода для добавления чистого кислорода, где каждая обладает гидравлической мощностью до 75 л /с.

Добавочная производительность по кислороду для каждой платформы будет составлять от 4,5 до 5,0 кг/час. При расходе воды 50 л /с добавление кислорода в объеме 4,5 кг /ч приведет к увеличению концентрации кислорода до 25 мг О<sub>2</sub>/л, при расходе воды 100 л/с концентрация кислорода составит 12,5 мг/л.

Общая производительность платформ с инжекторами кислорода составляет 9-10 кг О<sub>2</sub>/час. Использование производительности порядка 4,5 кг кислорода в час, суточная производительность может быть рассчитана примерно на 216 кг О<sub>2</sub>/24 часа.

Указанные значения преобразовываются в суточное количество корма: примерно 550 кг корма/24 часа.

В производственном цикле, который основывается на низкой или средней располагаемой массе, платформы с инжекторами кислорода предполагается использовать только изредка.

Это позволяет ограничивать потребление электроэнергии в течение нормального режима эксплуатации.

### Очистка сточных вод

Удаление частиц происходит из резервуаров через трубу диаметром 200 мм. Данный размер выбирается с учетом максимального всасывания от центра каждого бассейна.

В результате циркулирующего потока в резервуарах, фекалии и, возможно, кормовые отходы будут в течение нескольких минут транспортироваться к централизованному барабанному фильтру, где эти частицы удаляются; стремительное удаление фекалий будет уменьшать растворение биогенных веществ из фекалий в воде.

Барабанный фильтр оснащается фильтровальной тканью с диаметром примерно ячеей 70 микрон. Барабанный фильтр может быть оснащен регулятором уровня, который при заданном уровне воды в барабане, запускает в работу насос высокого давления для очистки фильтровальной ткани.

Биологические фильтры предназначены в качестве фильтров с перемешивающим слоем.

Потребление воздуха биофильтров составляет 650 м<sup>3</sup>/час.

Данное производство является очень интенсивным, при эксплуатации системы с высоким значением биомассы, и высокой степенью рециркуляции технологической воды.

Более истинное вычисление пропускной способности фильтра выполняется с использованием нормы потребления 0,3 г выделяемых NH<sub>3</sub> + NH<sub>4</sub>-N на 1 м<sup>2</sup> активной поверхности биологического субстрата в сутки. Например, при внесении 1 кг корма в день, содержащим 45 % протеина, в воду в среднем будет поступать 38 г NH<sub>3</sub> + NH<sub>4</sub>-N. Данное значение зависит также от кормового коэффициента, содержание азота в рыбе, температуры и др.

Если УЗВ располагается в помещении, темпы потребления азотных веществ увеличиваются - 0,5 г выделяемых NH<sub>3</sub> + NH<sub>4</sub>-N на 1 м<sup>2</sup> активной поверхности биологического субстрата в сутки. Более высокие усредненные темпы потребления достигаются в основном за счет более стабильных значений температуры и условий окружающей среды.

Фильтры с подвижным слоем чувствительны к скорости поступающей воды, подаваемой желобами через решетки. Эта конструкция будет поддерживать скорость поступающей воды, с использованием кальцинированного материала с поперечным сечением потока порядка 50%, при скорости примерно 5,5 см/сек.

Таблица 20\_2.1 Перечень оборудования стандартного модуля для выращивания лососевых рыб

Наименование	Производительность	Энергопотребление одного компонента	Общее потребление энергии	Ожидаемое время эксплуатации	Расчетное годовое потребление электроэнергии
2 насоса для платформ с инжекторами	60 - 75 л/с	1,5 кВт	3,0 кВт	Непрерывно в течение 6 месяцев/год	12960 кВт
2 платформы с инжекторами	22 – 24 л O <sub>2</sub> /мин	-	-	-	-
1 первичный насос	130 – 135 л/с	2,5 кВт	-	Непрерывно	21900 кВт
1 микро фильтр, включая насос высокого давления и шламовый фильтр	175 л/с	3,5 кВт	3,5 кВт	Непрерывно	30660 кВт
1 воздуходувка Ventur для аэрации в резервуарах	1500 м <sup>3</sup> воздуха/час	5,5 кВт	5,5 кВт	Непрерывно	48180 кВт
1 воздуходувка кругового вращения Aezenet для биологического фильтра	570 м <sup>3</sup> воздуха/час	7,5 кВт	7,5 кВт	Непрерывно	65 700 кВт

С помощью вычисления предусматривается, что кислородное оборудование используется непрерывно; на основе опыта, это будет только в случае установки в помещениях и при полном использовании производительности установки по выращиванию.

Общее годовое потребление электроэнергии можно рассчитать из вышеуказанных допущений в 179400 кВтч / год первичной эксплуатации.

В следующей таблице представлены результаты расчета потребления электроэнергии для одного килограмма корма, используемого при различных режимах питания.

**ВАЖНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ:** Необходимо отметить, что потребление электроэнергии может изменяться в зависимости от температуры воды и размера рыбы.

Таблица 20\_2.2 Результаты расчета потребления электроэнергии для одного килограмма корма

Варианты	1	2	3
Максимальное годовое количество корма в кг.	92000	130000	180000
Основное потребление электроэнергии, кВтч / год	179400	179400	179400
Потребление электроэнергии кВт / кг корма	1,95	1,38	0,99

**Примечание**

Вариант 1. Максимальное годовое потребление корма рассчитывается, с исходными данными в Датском законодательстве, касающемся модели рыбоводческих хозяйств.

Вариант 2. Ежегодное потребление корма рассчитывается с использованием темпов потребления для  $\text{NH}_3 + \text{NH}_4\text{-N}$  при  $0,3 \text{ г/м}^2/24$  часов.

Вариант 3. Ежегодное потребление корма рассчитывается с использованием темпов потребления для  $\text{NH}_3 + \text{NH}_4\text{-N}$  при  $0,5 \text{ г/м}^2/24$  часов.

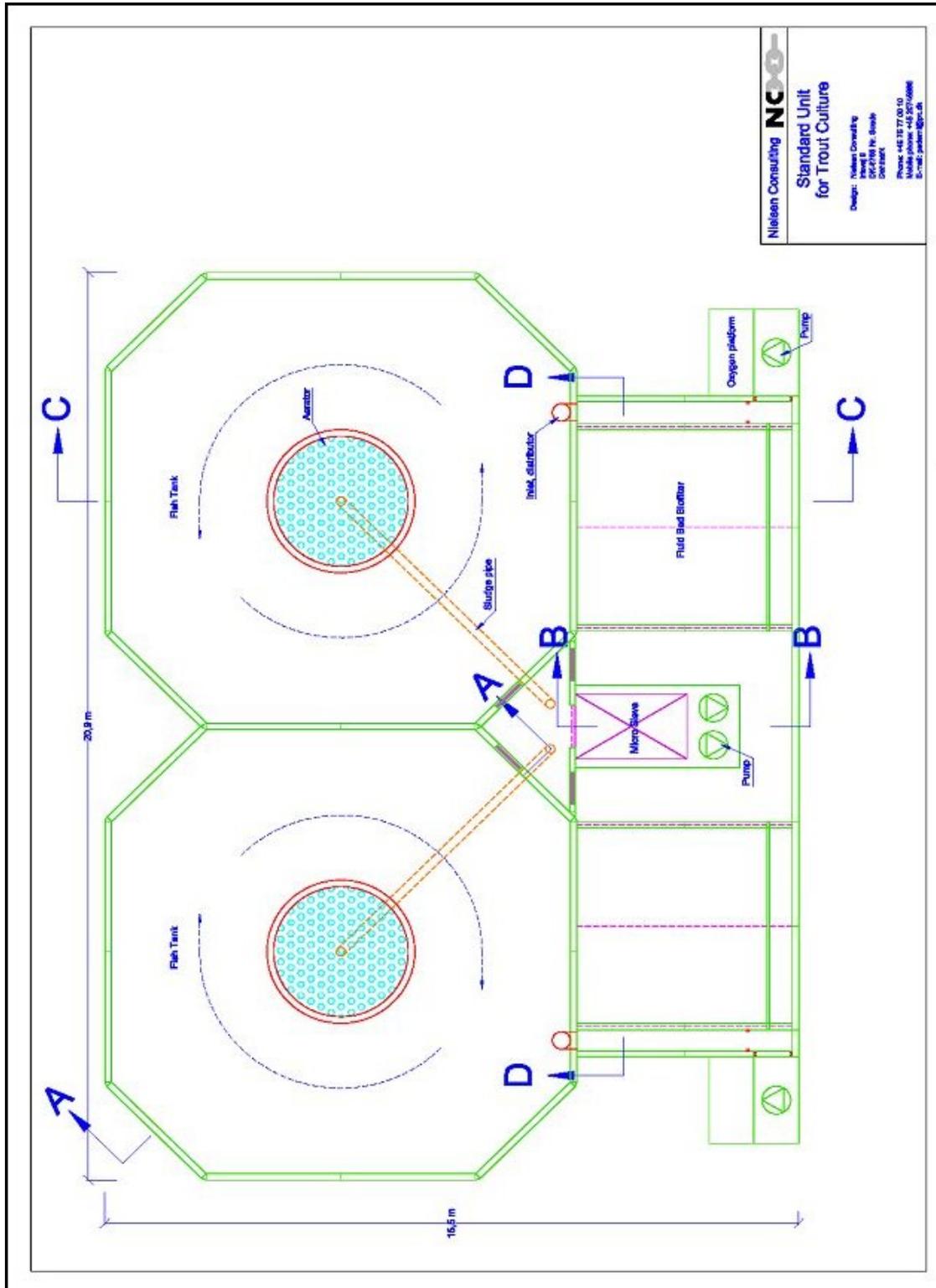


Рисунок 20\_2.1 Общая схема стандартного модуля для выращивания лососевых рыб

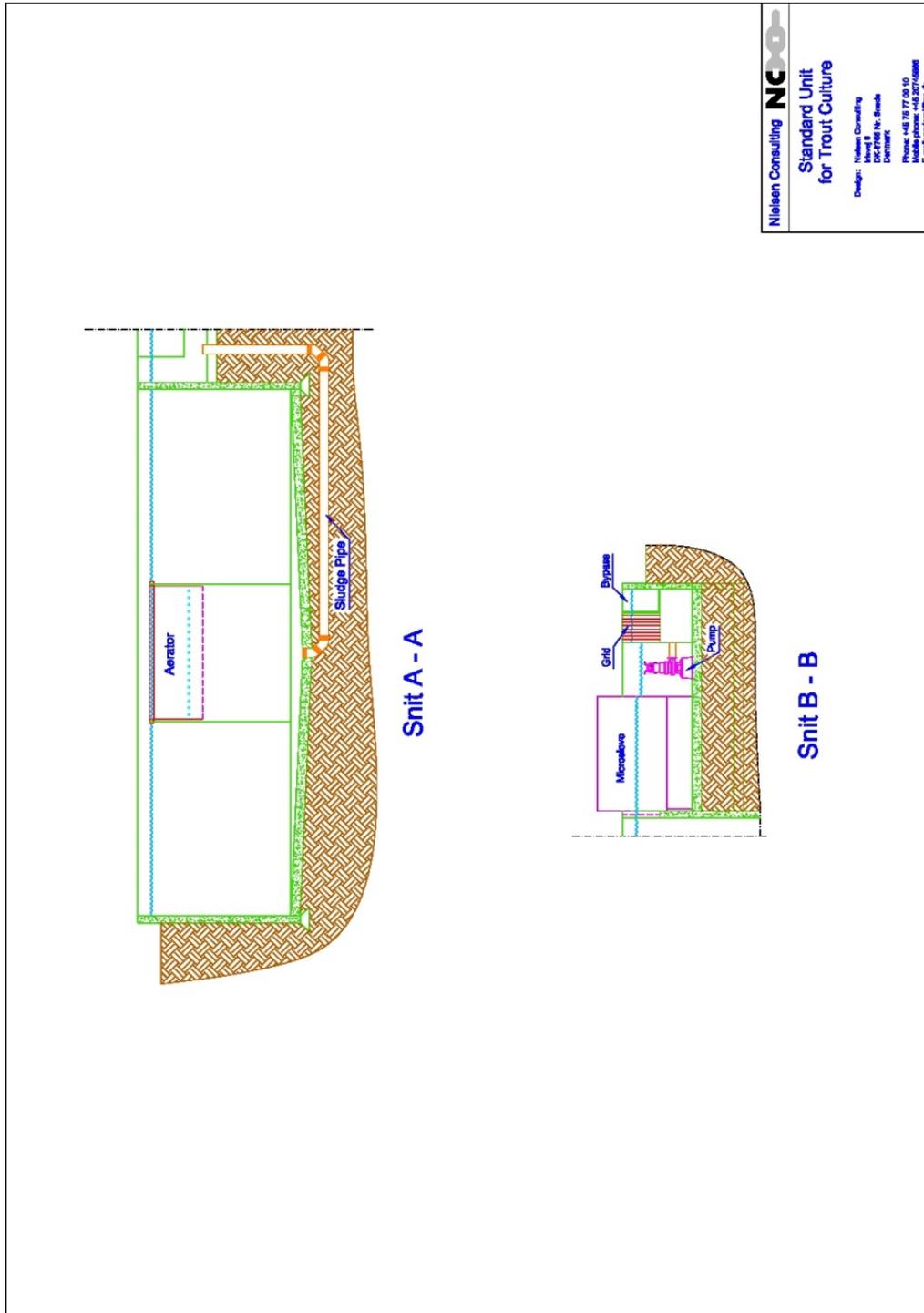


Рисунок 20\_2.2 Схема бассейна в разрезе (сверху). Схема размещения микрофилтра и насосов в разрезе (снизу)

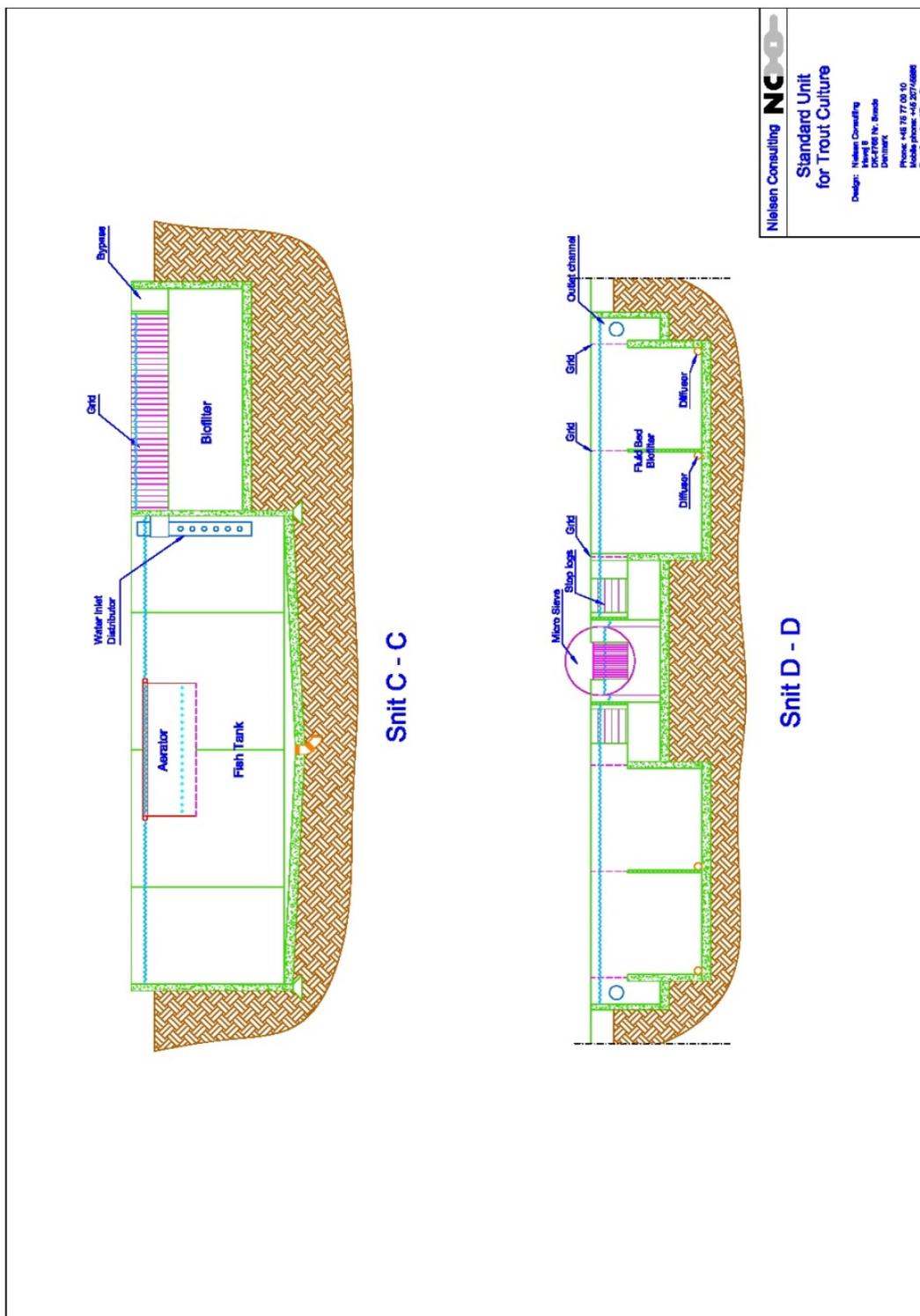


Рисунок 20\_2.3 Схема бассейна и биофилтра в разрезе (сверху). Схема биофилтра в разрезе (снизу)



Рисунок 20\_2.4 Общий вид стандартного модуля для выращивания лососевых рыб (Google Earth)



Рисунок 20\_2.5 Бассен стандартного модуля для выращивания лососевых рыб



Рисунок 20\_2.6 Два насоса для платформ с инжекторами



Рисунок 20\_2.7 Биофильтр и подающий воздух трубопровод



Рисунок 20\_2.8 «Воздушная подушка» в бассейне с рыбой

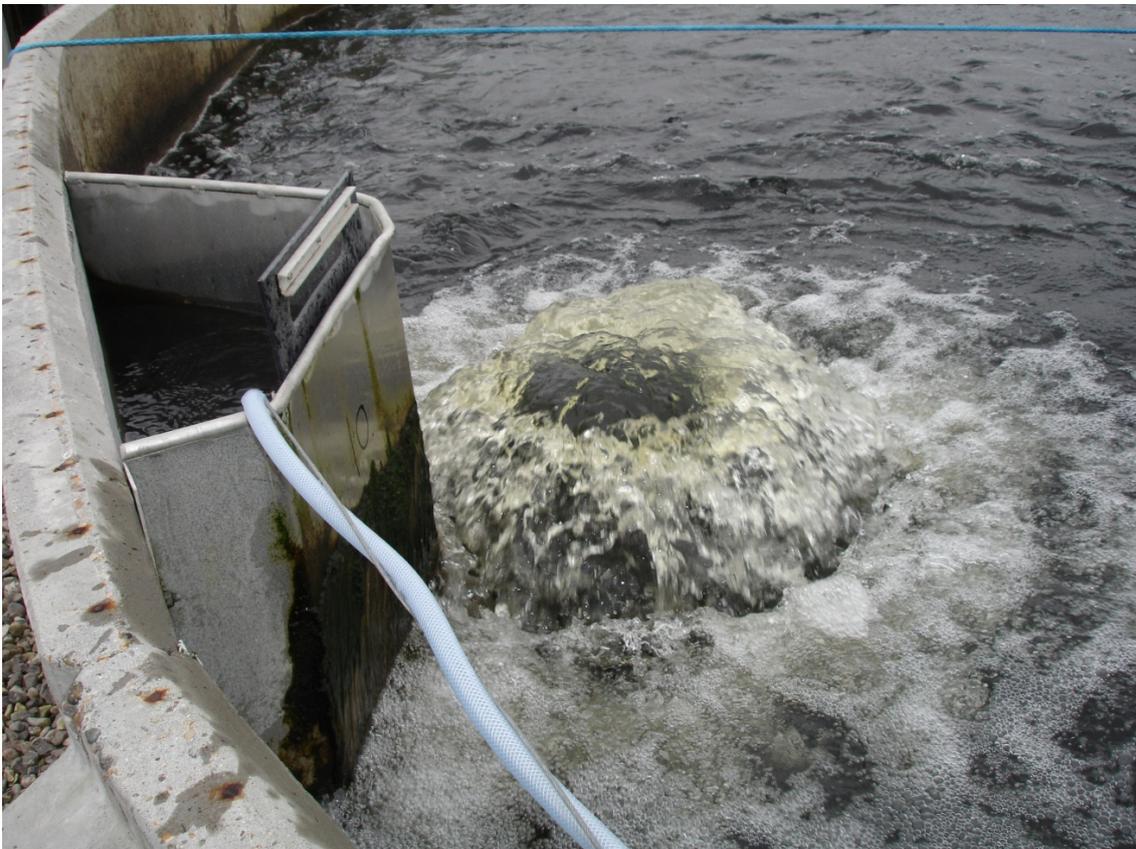


Рисунок 20\_2.9 Выход воды из биофильтра в бассейн с рыбой

### ПРИЛОЖЕНИЕ 3 (К ГЛАВЕ 20)

## АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЗАПИСКА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПОСЕЩЕНИЯ ТОВАРНЫХ ФОРЕЛЕВЫХ КАНАЛЬНЫХ СИСТЕМ БЕЛАРУСИ

Данная аналитическая записка составлена по результатам посещения одного из нововведенных товарных форелевых хозяйств Могилевской области построенных по т.н. «типовому» проекту. По причине неудовлетворительной скорости воды в каналах и бассейнах с рыбой в них будет наблюдаться осаждение взвешенных веществ. Накопление взвешенных веществ в каналах и бассейнах с рыбой будет приводить к образованию токсичных газов, например сероводорода и метана. Для предотвращения осаждения взвешенных веществ в каналах и бассейнах с рыбой необходимо обеспечить скорость движения воды 40 см/сек. В этом случае частичное осаждение взвешенных веществ будет происходить в конусах, специально для этого предназначенных. Предотвращению осаждения взвешенных веществ будет способствовать движение рыбы, плотность посадки которой, при скорости движения воды 40 см/сек должна быть 35 кг /куб. метр. При уменьшении плотности посадки ниже 35 кг /куб. метр скорость движения воды должна быть увеличена

Для улучшения процессов насыщения воды кислородом и обязательного удаления токсического углекислого газа, бассейны с рыбой рекомендуется дополнительно оснастить 2-мя секциями диффузоров площадью по 9,9 кв. метров на глубине 1,8 м. Для дополнительной аэрации рекомендуется использовать воздуходувку низкого давления Вентури (Venturi, 7,5 кВт), производительностью 2400 куб. метров воздуха /час.

В данной системе, при использовании воздуха в качестве аэрации, оптимальная плотность посадки должна составлять 35 кг/куб. метр. Таким образом, максимальная единовременная биомасса в одной УЗВ будет составлять 20 580 кг.

Рекомендуемые параметры (при температуре 14 градусов: водообмен – 400 л/с; концентрация кислорода в воде 85 % (кратковременное допустимое снижение до 67 %). Рекомендуемые параметры должны быть изменены в зависимости от температуры воды и уровня кормления.

В связи с тем, что использование эрлифтов на глубине 2 метра является крайне неэффективным (10% от максимальной эффективности), мы рекомендуем заменить эрлифт на два осевых насоса производительностью по 150 - 200 л/с, с контролируемым преобразователем частоты. При необходимой высоте подъема 35 см, потребление энергии для двух насосов составит 4,0 кВт

Конусы установленные в модулях эффективны для удаления взвешенных частиц размером более 100 мкм, для частиц менее 100 мкм, данные конусы неэффективны. В УЗВ по причине высокой рециркуляции, доля крупных частиц размером более 100 мкм незначительна (не более 10 %), по этой причине, для удаления взвешенных веществ размером менее 100 мкм мы рекомендуем установить механический барабанный фильтр с размером сетки 40 мкм.

В целях недопущения скопления элементов загрузки на сетках биофильтра мы рекомендуем осуществить замену металлической сетки на полиэтиленовую сетку односкатной формы.

Для распределения гидравлического потока рекомендуется осуществить разбивку погружного биофильтра с кипящим слоем на 3 секции с отдельной независимой системой подачи воздуха.

Наши предварительные расчеты показали, что в биологических фильтрах должны быть выдержаны следующие параметры:

*Биофильтр с подвижным слоем:*

Объем биологической загрузки	26,7	куб. м
Поверхность биологической загрузки	19,5	кв. м
Удельная площадь поверхности загрузки	730	кв. метр/куб. метр

Биофильтр с неподвижным слоем:

Удельная площадь поверхности загрузки	730	кв. метр/куб. метр
Объем биологической загрузки	56,3	куб. м
Поверхность биологической загрузки	41,1	кв. м

При температуре воды 14 градусов биофильтр с подвижным слоем способен окислить 3,898 г аммония в сутки, биофильтр с неподвижным слоем способен окислить 8.227 г аммония в сутки. При использовании комбикормов Aller Bronze 45/15 – максимальна возможная биомасса в системе составит 14 тонн. При использовании комбикормов Aller Silver 45/20 – максимальная возможная биомасса в системе составит 19 тонн. При использовании комбикормов Aller Platinum 48/24 – максимальная возможная биомасса в системе составит 21 тонна. При увеличении температуры воды до 18 градусов окислительная способность биофильтра повышается.

Для удаления токсичного углекислого газа, который в больших количествах будет выделяться после биологического фильтра, действуя крайне негативно на рыб, мы рекомендуем после погружного неподвижного биофильтра установить аэраторы для дегазации (дегазатор) общей площадью 20 квадратных метров.

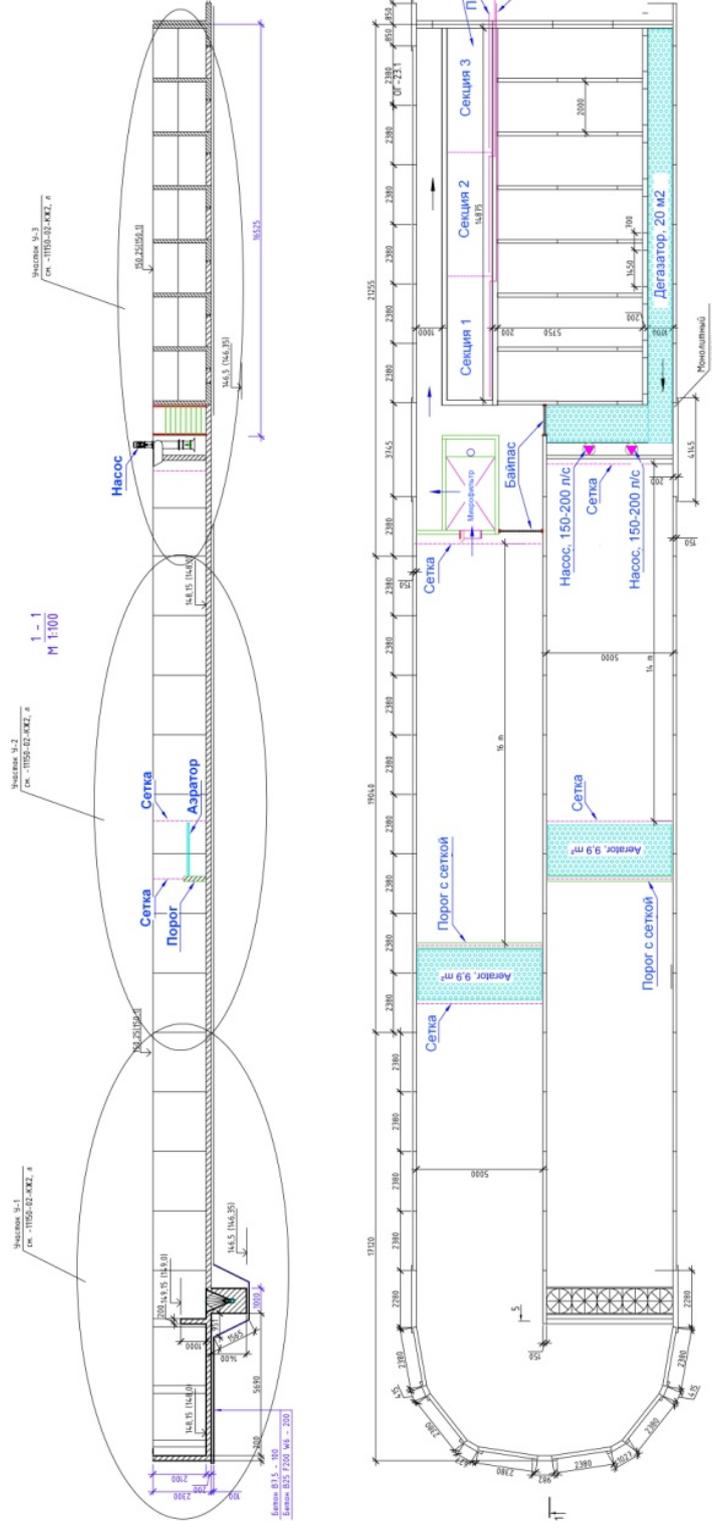


Рисунок 20\_3.1 Общая схема модернизации «типовых» товарных форелевых хозяйств Могилевской области





## ПРИЛОЖЕНИЕ 4 (К ГЛАВЕ 20) ОСНОВЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ УСТАНОВОК ЗАМКНУТОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ КАНАЛЬНОГО ТИПА

Классические схемы канальных установок замкнутого водоснабжения представлены на рисунках 20\_4.1 и 20\_4.2. По таким схемам строятся большинство канальных УЗВ.

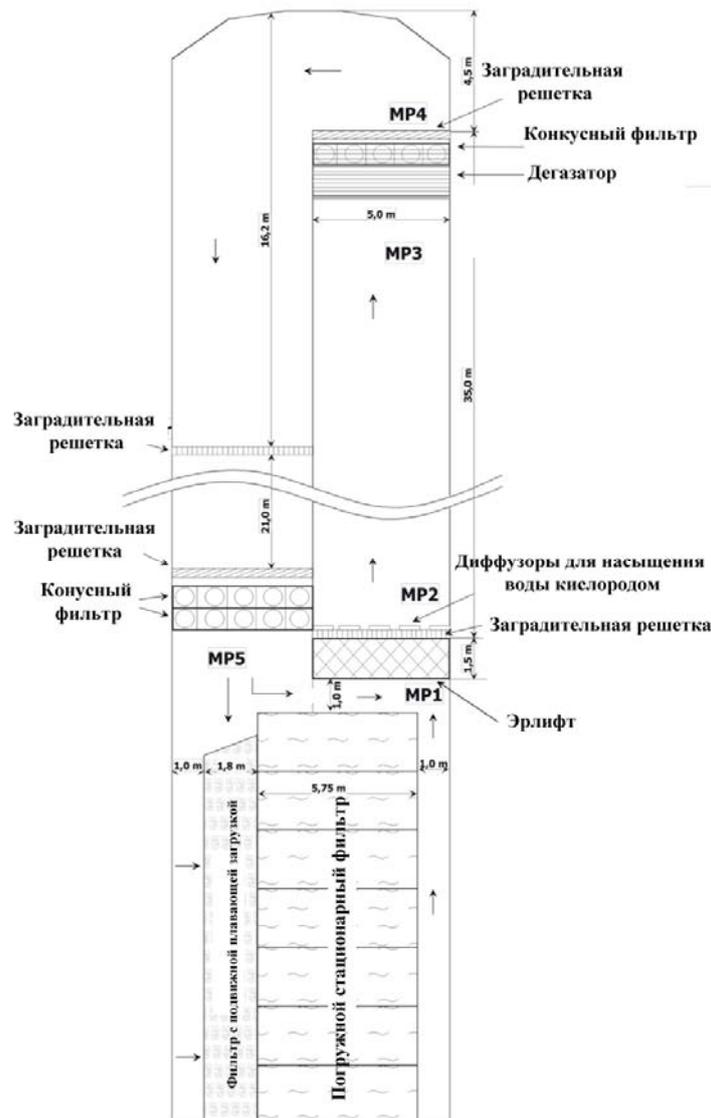


Рисунок 20\_4.1 Классическая схема УЗВ канального типа (тип 1)

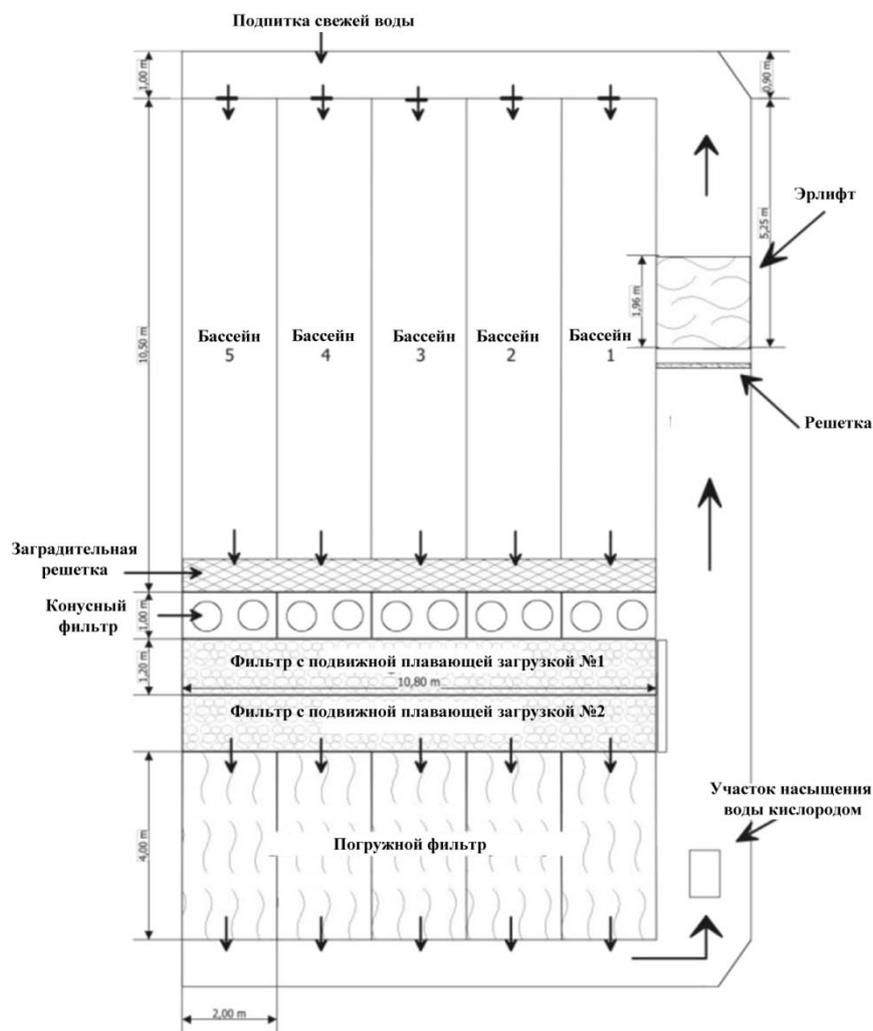


Рисунок 20\_4.2 Классическая схема УЗВ канального типа (тип 2)

Принцип действия канальной установки замкнутого водоснабжения

Секции очистки воды/обработка воды включает в себя (рисунок 20\_4.3):

- секция эрлифта
- блок седиментации 1
- блок седиментации 2
- биофильтр 1
- биофильтр 2

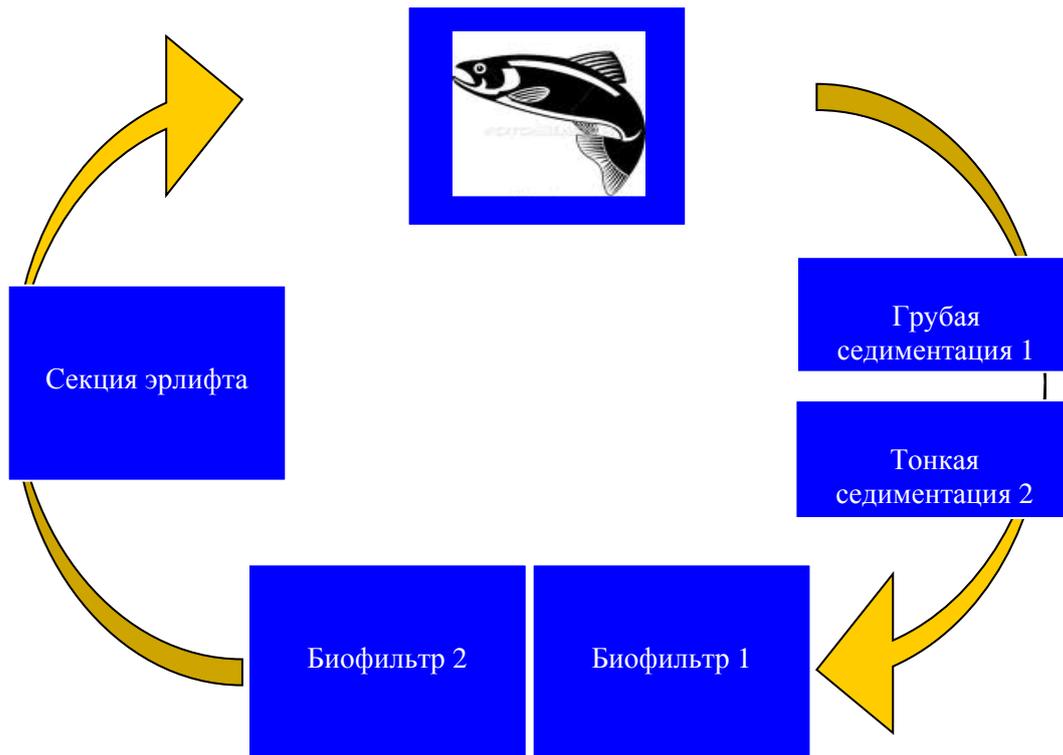


Рисунок 20\_4.3 Принцип работы канальной установки замкнутого водоснабжения

### Секция эрлифта

Наряду с функцией подачи воды секция эрлифта выполняет в рамках обработки воды и задачи по дегазации и обогащению кислородом из атмосферного воздуха.

### Углекислый газ $\text{CO}_2$

Несмотря на то, что углекислый газ легко растворяется в воде, концентрация его в чистой воде как правило относительно низкая и составляет на основании низкой концентрации в воздухе. Большая часть содержащегося углекислого газа в производственной воде происходит при дыхании рыб, только малая часть попадает при диффузии из воздуха. Особенно при высокой плотности посадки в системе высокая концентрация  $\text{CO}_2$  может привести к проблемам дыхания со всеми негативными эффектами на общее состояние, прием корма и его переработку. Удаление  $\text{CO}_2$  имеет очень большое значение для роста и доли выживаемости рыб.

На практике частым применяемым методом редуцирования  $\text{CO}_2$  является интенсивная аэрация воды. В результате перенасыщения  $\text{CO}_2$  диффундирует в воде в воздушные пузырьки или в атмосферу. Точно такой же процесс редуцирования концентрации  $\text{CO}_2$  посредством интенсивного перемешивания с атмосферным воздухом (стриппинг) и имеет секция эрлифта.

### Кислород $\text{O}_2$

Одновременно с регулированием перенасыщения определенных газов происходит в секции эрлифта и обогащение атмосферным кислородом. Кислород постоянно расходуется через биомассу и микроорганизмы биофильтра и должен непрерывно пополняться. По причине того, что при аэрации с атмосферным воздухом, поскольку она проходит не под давлением, можно достичь максимальное значение 100% насыщения, можно сказать здесь о базовой аэрации. На практике в секции эрлифта можно достичь обогащение кислородом прим. 90% насыщения.

Интенсивность дегазации или аэрации стоит в сильной зависимости от количества воздуха, мелкости пузырьков и температуры воды. Так как секция эрлифта кроме функций дегазации или аэрации, выполняет еще и функцию подачи воды, то здесь нужно определить количество воздуха, которое будет выполнять все функции в достаточном объеме.

Принцип работы эрлифта представлен на рисунок 20\_4.4

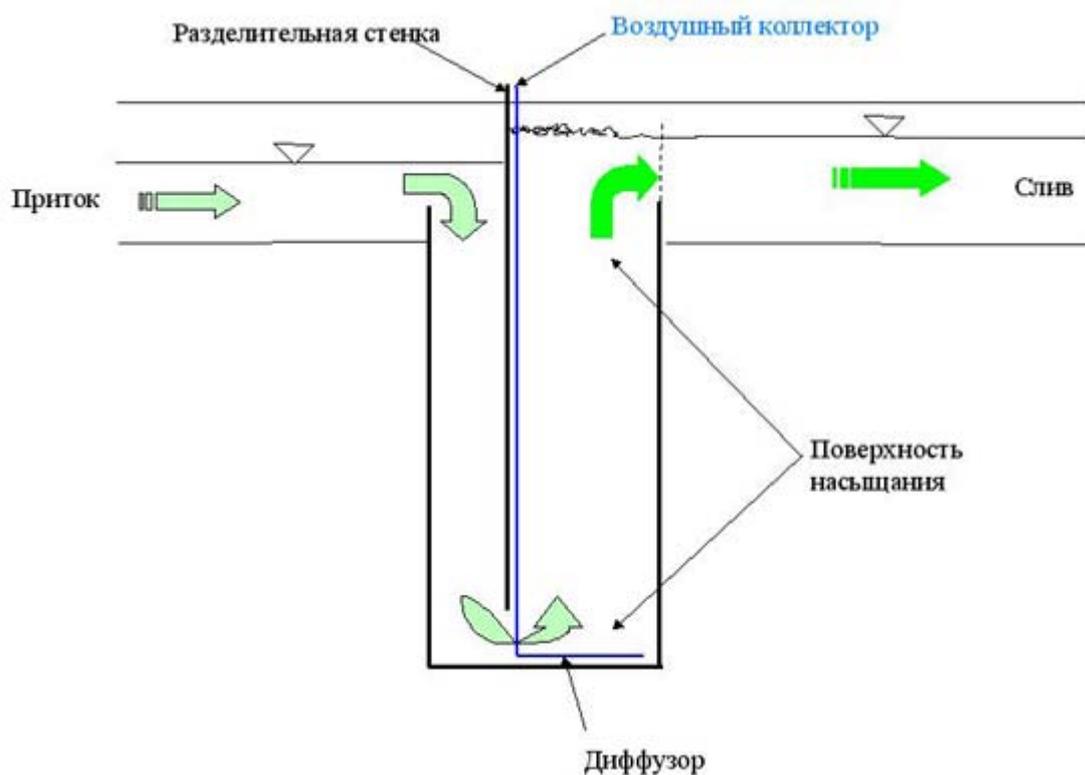


Рисунок 20\_4.4 Принцип работы эрлифта

На рисунок 20\_4.5 – 20\_4.6 изображена работа эрлифта в действующих рыбоводных хозяйствах.



Рисунок 20\_4.5 Работа эрлифта в действующих рыбоводных хозяйствах



Рисунок 20\_4.6 Работа эрлифта в действующих рыбоводных хозяйствах

В рыбоводных хозяйствах, для избавления излишков углекислого газа часто используют различные конструкции дегазаторов, представленных на рисунках 20\_4.7 – 20\_4.8



Рисунок 20\_4.7 Схема работы дегазатора

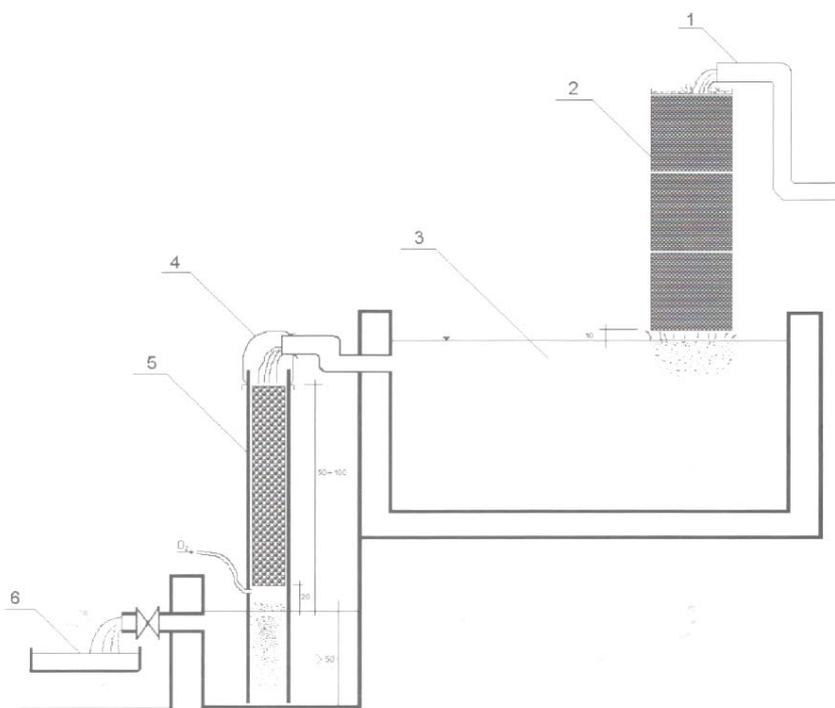


Рисунок 20\_4.8 Система дегазации

*Система дегазации: 1 – слив воды, 2 – кубическая пористая биоагрузка, 3 – бассейн – накопитель для отстаивания воды в течении 30 минут, 4 – крышка из тонкой полиэтиленовой пленки, 5 – труба из ПВХ диаметров 25 см для объема воды 2 литра в секунду, заполненная пластиковыми шариками. Шарики лежат на сетке на высоту 20 см. Шарики находятся выше уровня воды. Под решеткой осуществляется ввод чистого кислорода. 6 – бассейн с рыбой.*

Следует отметить, что для удаление излишнего углекислого газа и предотвращения появления «мертвых зон» в воде в некоторых УЗВ Китая используют максимальную аэрацию воды непосредственно в бассейнах (рисунки 20\_4.9 – 20\_4.11).



Рисунок 20\_4.9 Максимальная аэрация воды в некоторых УЗВ Китая



Рисунок 20\_4.10 Максимальная аэрация воды в некоторых УЗВ Китая



Рисунок 20\_4.11 Максимальная аэрация воды в некоторых УЗВ Китая

### **Седиментация**

За эрлифтом расположены модули производства рыбы, которые имеют протяженность до входа в биофильтр прим. 90 м. Во время прохождения через модули производства фекалии, остатки корма и другие частицы попадают в воду и как правило оседают на дне. Посредством течения воды и движения рыб эти твердые частицы подаются в направлении модулей седиментации.

Не растворимые вещества, твердые частицы, воздействуют на все аспекты внутри установки замкнутого цикла - поэтому срочной и первоочередной задачей по обработке воды в установке замкнутого цикла является по возможности быстрое и полное удаление из воды этих твердых частиц!

Седиментация охватывает частицы величиной от 100 микрон (0.1 мм) и прим. 40 - 60 % общего количества твердых частиц.

Программа обработки воды модульной установки предусматривает 2 ступени седиментации.

### **Седиментация 1**

Седиментация 1 монтируется примерно в 40 м от эрлифта в дне бассейна и состоит из одного ряда конических пластмассовых воронок с размерами каждая прим. 1 х 1 м, которые в нижней части объединены в один блок пластмассовой трубой. Через дренажные трубопроводы шлам/водяная смесь под действием силы тяжести попадает в отводную шахту и оттуда при помощи насоса, управляемого поплавком, перекачивается в шламовую яму.

Конусные отверстия предусмотрены со специальными запорами, которые в рамках периодической чистки открываются в ручную. Отверстия имеются в каждой воронке по отдельности, чтобы достичь по возможности большую скорость течения и захватить все отложившие на стенках седименты.

На основании того, что седиментация 1 состоит из одного ряда воронок, можно сказать о том, что это грубая седиментация.

#### **Седиментация 2**

Седиментация 2 устанавливается в 90 м после секции эрлифта и в 50 м после седиментации 1 в дне бассейна и состоит из 2 (!) рядов конических пластмассовых воронок с размерами каждая прим. 1 х 1 м, которые в нижней части объединены в один блок пластмассовой трубой. Через дренажные трубопроводы шлам/водяная смесь под действием силы тяжести попадает в отводную шахту и оттуда при помощи насоса, управляемого поплавком, перекачивается в шламовую яму

Конусные отверстия предусмотрены с специальными запорами, которые в рамках периодической чистки открываются в ручную. Отверстия имеются в каждой воронке по отдельности, чтобы достичь по возможности большую скорость течения и захватить все отложившие на стенках седименты.

На основании того, что седиментация 2 состоит из двух рядов воронок, можно сказать о том, что это тонкая седиментация

Конусный фильтр для седиментации предстален на рисунках 20\_4.12 – 20\_4.14



Рисунок 20\_4.12 Конусный фильтр для седиментации

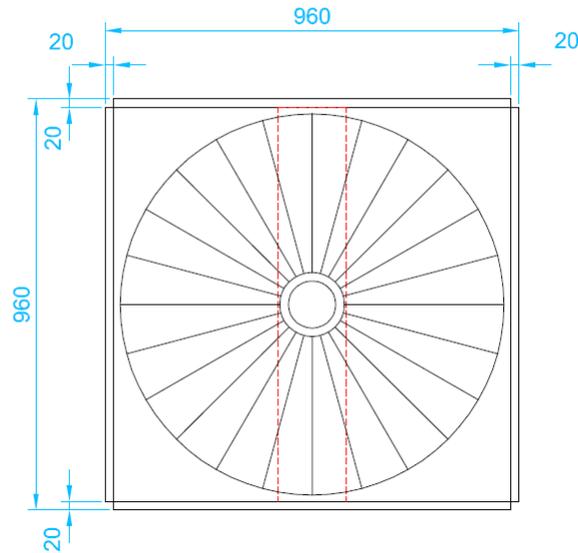


Рисунок 20\_4.13 Схема конусного фильтра для седиментации

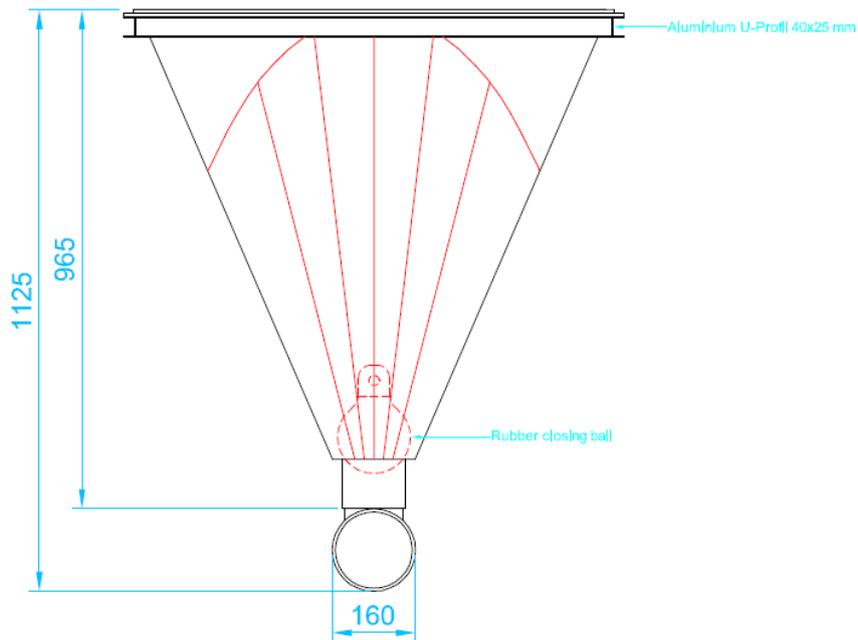


Рисунок 20\_4.14 Схема конусного фильтра для седиментации

В качестве дополнительной механической фильтрации, в настоящее время во многих системах используют механический барабанный фильтр (микрофильтр) - рисунок 20\_4.15



Рисунок 20\_4.15 Механический барабанный фильтр (микрофильтр)

Микрофильтр: необходим для удаления частиц размером 50 – 70 микрон; не требует сложного обслуживания (рисунок 20\_4.16).

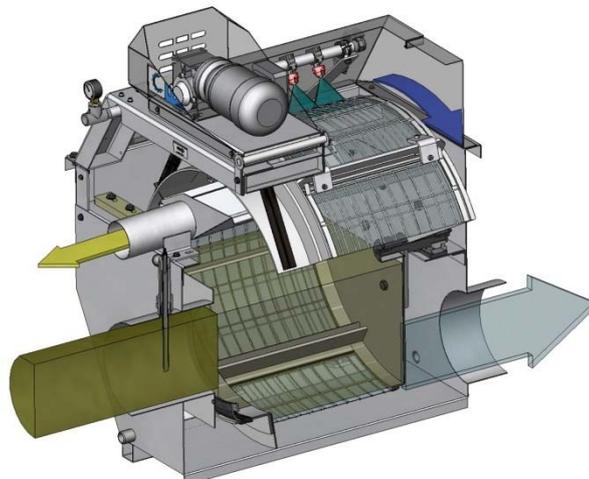


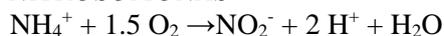
Рисунок 20\_4.16 Схема работы микрофильтра

### Биофильтр 1

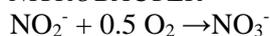
Биофильтр 1 сконструирован как фильтр с подвижным слоем (намывной фильтр) и служит для биологической очистки воды замкнутого цикла от растворенных составных веществ.

Как компонент модульной установки биофильтр 1 работает под окислительными условиями (нитрификация) и служит в виде поверхности для заселения микроорганизмов, которая в рамках биофильтрации проводит следующие этапы:

#### *NITROSOMONAS*



#### *NITROBACTER*



Конечной ступенью этой реакционной цепи является малотоксичный для рыб нитрат ( $\text{NO}_3^-$ ), чья концентрация регулируется путем подвода свежей воды.

#### *Принцип работы:*

Предварительно очищенная вода из седиментации 2 поступает через сито в биофильтр 1 и проходит через секцию и содержащейся в нем биофильтрующий материал. Биофильтрующий материал поддерживается в подвешенном состоянии при помощи отрегулированной аэрации со специальными распылителями, Распылители так смонтированы, что выходное сито биофильтра 1 всегда остается свободным.

Трудоемкость на модуль:

Чистка биофильтра 1 как правило не проводится.

Определение размеров/объема этого фильтрующего отдела осуществляется на основании следующих параметров:

- количество корма кг/день
- содержание протеина в корме/ аммонийный азот на кг корма
- аммонийный азот-доля распада в г/м<sup>2</sup>/день
- общая поверхность биофильтрующего материала м<sup>2</sup>/м<sup>3</sup>
- защищенная поверхность биофильтрующего материала м<sup>2</sup>/м<sup>3</sup>
- температура воды °С
- доля заполнения биофильтра биофильтрующим материалом

Технические составные части этого фильтрующего отдела:

- секция фильтра с подводящим и отводящим ситом
- фильтрующий материал (KALDNES)
- диффузионная арматура



Рисунок 20\_4.17 На переднем плане изображен биофильтр с плавающей загрузкой

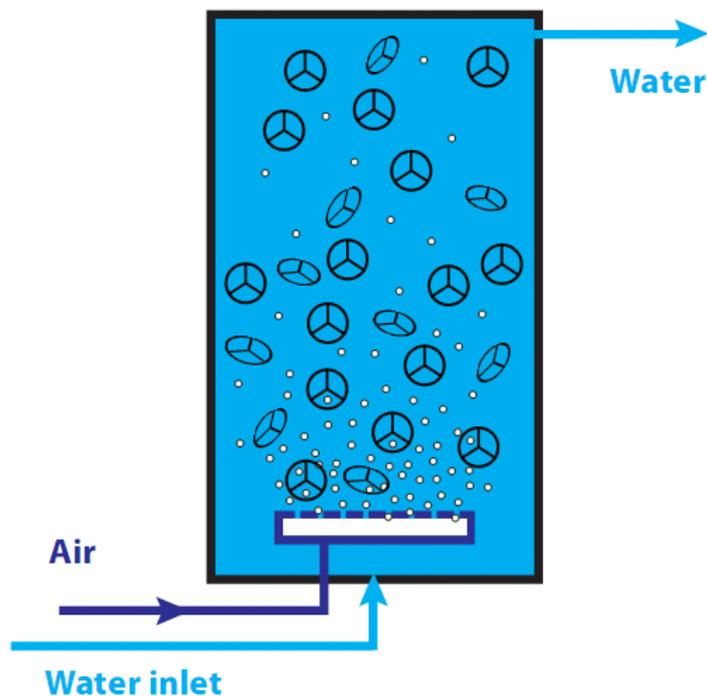


Рисунок 20\_4.18 Принцип работы биофильтра с плавающей загрузкой

### Биофильтр 2

Биофильтр 2 сконструирован как фильтр с неподвижным слоем и служит в виде комбинированного фильтра как для биологической очистки воды в замкнутом цикле от растворенных составных частиц, так и дополнительного механического отделения твердых частиц. Дополнительно к биологической функции биофильтр 2 служит для дальнейшей тонкой седиментации от твердых частиц.

Принцип работы:

Предварительно очищенная вода из биофильтра 1 попадает через сито в биофильтр 2 проходит через ситчатую конструкцию фильтрующего материала сверху вниз. Во время прохождения через фильтрующий материал микроорганизмы осуществляют вышеназванные реакции. Вода проходит дальше через секцию эрлифта назад в отделения для рыб.

Во время прохода седиментируют твердые частицы, которые не были отделены в тонкой седиментации, в фильтрующей среде и создают предпосылки для того, чтобы отверстия в фильтрующем материале становились меньше и тем самым задерживали мелкие частицы.

Этот процесс ведет к засорению биофильтра 2 без его очистки. В зависимости от доли плавающих частиц в воде требуется регулярная очистка фильтра через определенное время.

Очистка биофильтра 2 осуществляется вручную посредством интенсивной аэрации и применением отводной арматуры. Отведенный шлам/водяная смесь поступает под действием тяжести попадает в отводную шахту и оттуда при помощи насоса, управляемого поплавком, перекачивается в шламовую яму

Трудоемкость на модуль: прим. 15 минут в день

Основными элементами являются:

- 7 секций фильтра с подводящими и отводящими ситами, а также арматурой перелива
- фильтрующий материал
- диффузная арматура
- отводная арматура

Определение размеров/объема этого фильтрующего отдела осуществляется на основании следующих параметров:

- количество корма кг/день
- содержание протеина в корме/ аммонийный азот на кг корма
- аммонийный азот-доля распада в г/м<sup>2</sup>/день
- общая поверхность биофильтрующего материала м<sup>2</sup>/м<sup>3</sup>
- защищенная поверхность биофильтрующего материала м<sup>2</sup>/м<sup>3</sup>
- температура воды °С
- доля заполнения биофильтра биофильтрующим материалом

Основные достоинства биофильтров:

- очень простой и эффективный способ биологической очистки технологической воды;
- простое обслуживание и относительно низкая цена, по сравнению с микрофильтрами;
- представляют собой прочные конструкции, стойкие к воздействию химических веществ;
- такие конструкции могут достигать в высоту до 6 м.

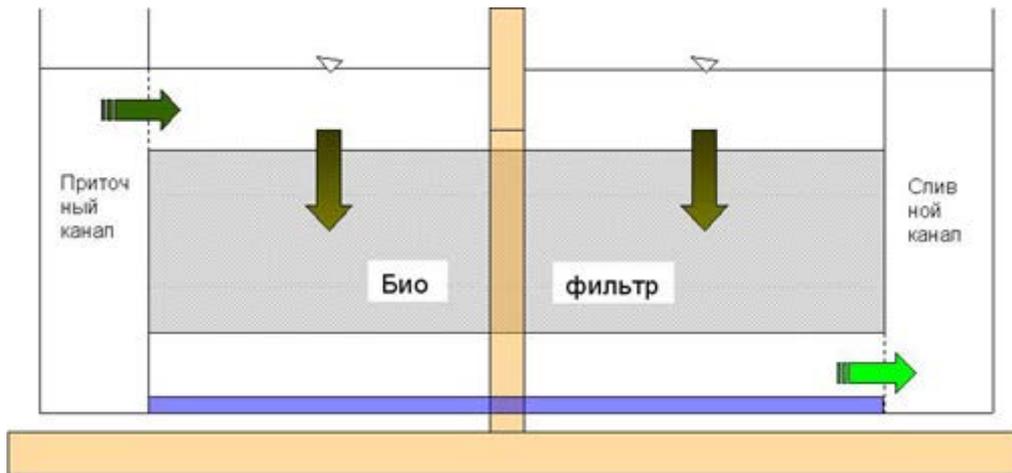


Рисунок 20\_4.19 Схема работы классического погружного биофильтра

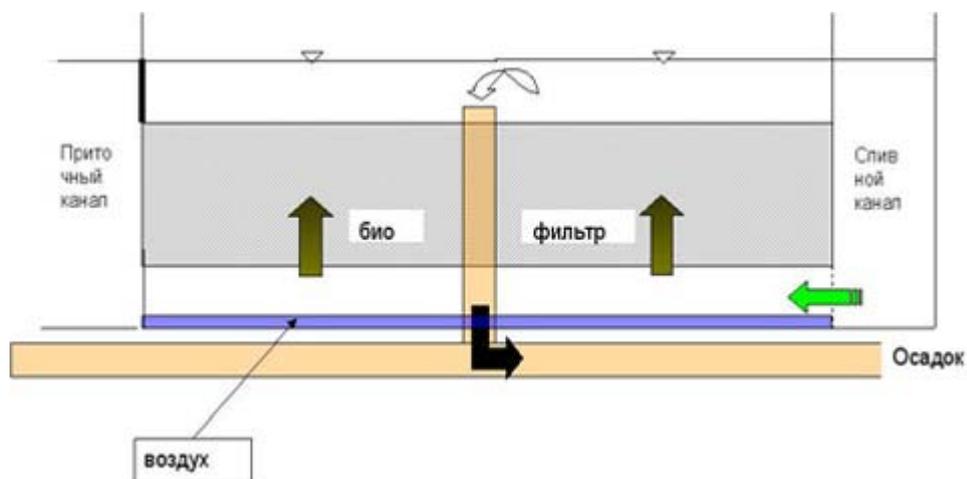


Рисунок 20\_4.20 Классический погружной биофильтр (схема очистки)



Рисунок 20\_4.21 Классический погружной биофильтр в одном из форелевых рыбоводных хозяйств



Рисунок 20\_4.22 Распылители для промывки биофильтра с погружной загрузкой



Рисунок 20\_4.23 Распылители для промывки биофильтра с погружной загрузкой с монтированной поверх них сеткой для удержания биозагрузки



Рисунок 20\_4.24 Промывка фильтра

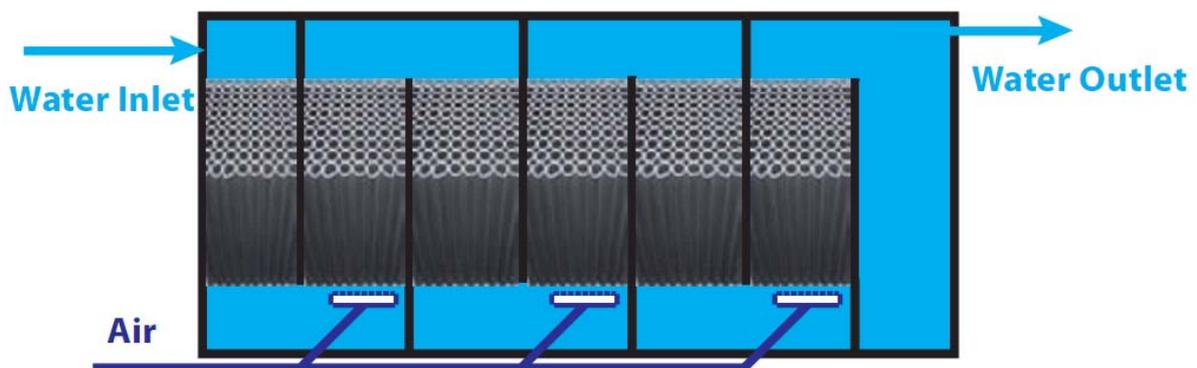


Рисунок 20\_4.25 Один из других вариантов погружного биофильтра со статической биозагрузкой

Наполнители (загрузка) для биофильтров

В классическом биофильтре масса заполнителя должна превышать массу воды. В биофильтре с подвижной загрузкой – наоборот, масса заполнителя не должна превышать массу воды.

Отметим, что существующие биофильтры постоянно совершенствуются. Появляются новые материалы, что позволяет производить более эффективные системы очистки воды.

Таблица - 20\_4.1 Плотность популярных наполнителей для биофильтров

Вид наполнителя	г/см <sup>3</sup>
Керамические трубки	1,35
Плавающий пластик	0,95
Тонущий пластик	1,05
Спеченный кокс	1,50
Легкий керамзит	0,50
Тяжелый керамзит	1,60



Рисунок 20\_4.26 Один из самых лучших на сегодняшний день наполнитель для биофильтров RK BioElements

Одним из важных моментов в эксплуатации биофильтров, является их запуск. С момента запуска биофильтра, до начала нормального процесса нитрификации должно пройти определенное время, которое зависит от различных факторов, в первую очередь это температура и количество азотных веществ, служащих питательными элементами для роста «полезных» для биофильтрации аммонифицирующими, нитрифицирующими и другими бактериями. Как правило, период нормального запуска биофильтра составляет около месяца. Это процесс можно ускорять используя дополнительную подпитку азотными веществами, заселяя дополнительно колонии бактерий и /или повышая температуру воды (рисунок 20\_4.26).



Рисунок 20\_4.27 Схема запуска биологического фильтра

Прежде, чем биофильтр начнет нормально функционировать, в стартовый период его запуска наблюдаются последовательный всплески аммония и нитритов до летальных для рыбы значений (рисунок 20\_4.27). Поэтому в период стартового запуска биофильтра не рекомендуется держать в УЗВ рыбу. Допускается осуществлять выдерживание небольшой партии рыбы, для ускорения созревания биофильтра, заведомо допуская ее возможную гибель.

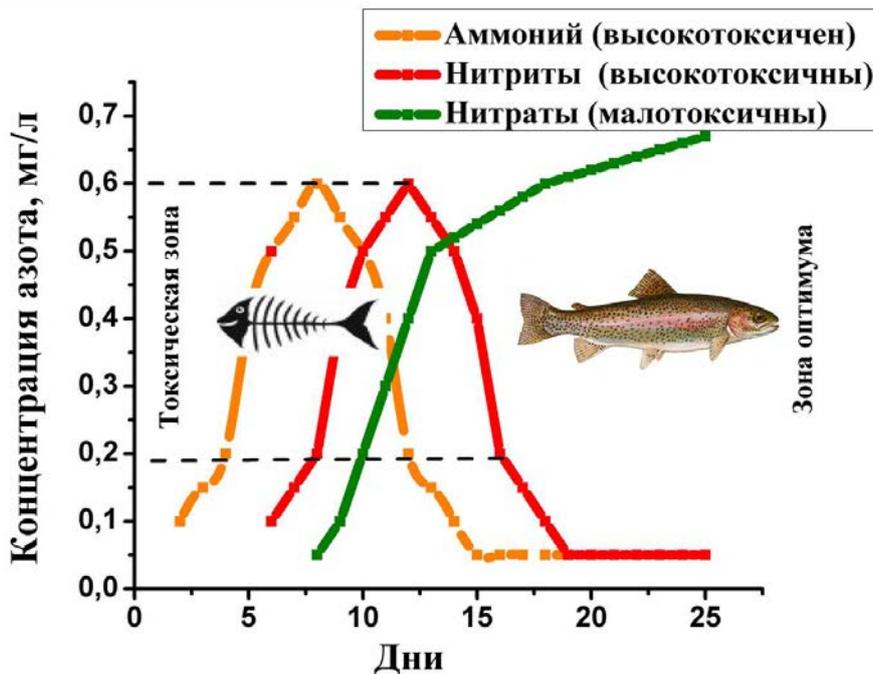


Рисунок 20\_4.28 Токсические всплески азотных веществ в стартовый период работы биофильтра

**Сбор отводимой воды и обработка**

Из седиментации 1 и 2, а также из секции биофильтра 2 регулярно через определенные промежутки времени отводится шлам/водяная смесь:

седиментационная ступень 1	ежедневно	
седиментационная ступень 2	ежедневно	
биофильтр 2		ежедневно

Общее количество на модуль в день ~ 40 м<sup>3</sup>/день

Этот шлам/водяная смесь перекачивается в соответствующую емкость при помощи насоса.

**Сливная емкость**

Сливная емкость служит для разделения воды от шлама. Шлам седиментирует и очищенная от твердых частиц вода отводится в водоприемник или в канализацию. Поток воды внутри емкости должен быть таким, чтобы не создавалось турбулентии, которая уничтожает весь процесс седиментации.

Для технического оснащения сливных емкостей существует ряд возможностей, здесь несколько примеров:

- бетонное исполнение
- эмалированные стальные бассейны
- пленочного исполнения
- водоемы
- и другие

В идеальном варианте и для упрощения осушения сливной емкости предусматривается двойное исполнение. Пока бассейн 1 находится в работе, второй бассейн 2 может быть осушен и очищен.

Определение объема сливной емкости учитывается от времени выдержки и частоты чистки.

Рекомендации: 2 бассейна с двойной дневной вместимостью  
 4 модуля = 4 x 40 м<sup>3</sup>/день = 160 м<sup>3</sup>/день  
 2 бассейна каждый объемом 320 м<sup>3</sup>

Как правило, достаточно проводить очистку бассейнов 2 раза в год.

Подвод воды останавливается и посредством перемешивающего устройства или струйного насоса шлам перемешивается. После перемешивания смесь откачивается с помощью вакуумного агрегата и используется, например, как удобрение.

**Дальнейшая обработка сбросных вод (опционально)**

В зависимости от правовых требований и предписаний осуществляется дальнейшая очистка сбросных вод. Имеется целый ряд способов, из которых отмечаем 2 варианта:

Вариант 1: Барабанный фильтр

Избыточная вода из сливного бассейна направляется в речку или канализацию через барабанный фильтр, где происходит дальнейшее очищение от твердых частиц. Загрязненная вода отводится обратно в сливной бассейн. Следующие размеры ячеек имеются в распоряжении:

20, 30, 40 .... 100 микрон

Проблематичным при этом способе является подвод шлама/воды партиями в сливной бассейн, который также ведет к поточной нагрузке фильтра, что сказывается на производительности очистки.

Для работы фильтра требуется промывочная вода, предпочтительнее водопроводная вода.

Максимальная загрузка воды не должна превышать прим. 50 мг твердых частиц на литр.

Вариант 2: Микрофлотация

При этом новом методе постоянное количество шламовой воды пропускается через реактор и твердые частицы посредством микрофлотационного метода отсасываются с поверхности реактора. Пенная фракция отводится в емкость для шлама.

Пример:

Загрязненная вода подвод: 750 мг твердых частиц на литр

Загрязненная вода отвод: 10 мг твердых частиц на литр

Шлам/водяную смесь необходимо постоянно перемешивать, чтобы не происходило осаждения шлама. Для этого требуется перемешивающее устройство.

Реактор необходимо монтировать в здании, чтобы защитить его от мороза.

Также, в одном из сиговых хозяйств Финляндии осуществляется использование специального сепаратора для сточной отработанной воды.



Рисунок 20\_4.29 Сепаратор для сточных вод из УЗВ



Рисунок 20\_4.30 Условно твердая фракция из сточных вод УЗВ

#### Датские модельные хозяйства

Чтобы определить возможность роста продукции датской аквакультуры (при минимальном влиянии на окружающую среду и использовании новых технологий), датский комитет рыбоводства предлагает три типа организации рыбоводных хозяйств (с меньшим использованием воды и увеличением степени ее рециркуляции).

#### 3 типа организации рыбоводных хозяйств

	Тип 1	Тип 2	Тип 3
Тип прудов	Земляной пруд	Земляной или бетонный пруд	Бетонный пруд
Количество воды л/сек/100 т производства	125 л/сек	60 л/сек	15 л/сек
Минимальный % рециркуляции	70	85	95
Воронки для отходов	Да	Да	Да
Микросита	Да	Нет	Нет
Фильтры с жесткой загрузкой	Нет	Да	Да
Фильтры с подвижной загрузкой	Нет	Да	Да
Растительная лагуна	Да	Нет	Да

#### Для лагуны желательны наличие следующих растений:

Манна мелец - самая желанная, потому что она имеет развитую корневую систему. Ряска – заполняет свободное пространство пруда. Ежоголовка - вырабатывает много зеленой массы. Тростник – хороший (был-бы, однако она не хочет расти).

**Губительное действие** на лагуну оказывает "канадская трясина". Она работает, как фильтр, закрывая под собой осадки, и как следствие, вызывает гниение и плохую работу лагуны.

**Польза применения воды из скважины с точки зрения охраны среды:** Ограничение расхода воды. Лучший контроль хозяйства. Минимальное влияние на воду рек.

**Польза применения воды из скважины с точки зрения интересов рыбовода:** Хорошее качество (в отличие от качества речной воды). Термическая стабилизация. Уменьшение потенциального риска инфекции. Меньшая трудоемкость. Лучшие планирование и документирование продукции. Общественное одобрение.

**Выводы:**

В рыбоводстве необходимо использование современной техники, биофильтров и т.д., несмотря на значительные инвестиции и повышенную стоимость эксплуатации.

**В качестве примера канальных УЗВ приведем описание некоторых рыбоводных хозяйств Дании и Польше, полученных в ходе экскурсий авторов данной монографии и их коллег.**

**1. Рыбоводное хозяйство Халлундбэк (Hallundbaek)**

Рыбоводное хозяйство с замкнутым водоснабжением, канального типа, с биофильтрами. Годовое производство - 230 т порционной (300-500 г) форели. Состоит из трех независимых секций, каждая из двух каналов. Размеры каналов: длина 25 м, ширина 5 м и глубина 1,10 м. Циркуляция воды в секции - 300 л/с. Вода приводится в движение эрлифтом глубиной 1,7 м. Для снабжения хозяйства сжатым воздухом используется воздуходувка мощностью 22 кВт. Всего на хозяйстве три воздуходувки, одна работает постоянно, еще одна используется при повышении расхода воздуха и третья – резервная. Есть воздуходувка с дизельным приводом и дизель-генератор. Водоснабжение хозяйства - водой из ручья, 55 л/с. Температура воды колеблется от 6°C зимой до 16°C летом. Биофильтр на каждой из секций состоит из двух частей: фильтра псевдоожиженного слоя (пластиковые гранулы) и фильтра с неподвижной загрузкой (на биоблоках). Перед биофильтром установлены конусы для сбора фекалий, которые очищаются каждый второй день.







## 2. Рыбоводное хозяйство Хьярню (Нјарно)

Садковое хозяйство, расположенное в Балтийском море около побережья Дании. Годовое производство – 1000 тонн крупной (3-4,5 кг) форели. Основная цель производства – икра на ястыках, которая заготавливается на месте мастерами из Японии и поставляется в Японию. Рыба после извлечения икры продается относительно дешево. Используются круглые садки диаметром 12 м и глубиной 4,5 м (мелко). Весной (в апреле) в садки помещают форель весом примерно 900 г, выращенную в пресной воде. Форель весом примерно 900 г помещают в садки в соленой воде в апреле (до этого размера выращивают 1,5 года). В ноябре рыбу весом 3-4,5 кг забивают и отправляют на переработку. Для выращивания используют однополую (только самки) популяцию. Кормят кормом Эфико Энваиро 923 (Эколайф 23) производства БиоМар, по максимальной норме кормления. Кормовой коэффициент за период выращивания 1,2 – 1,4. Кормление осуществляют со специальных судов с помощью водяной пушки. Имеется свой забойный цех, в котором осуществляют потрошение рыбы и изъятие икры. Переработка сезонная, примерно 1500 тонн в год. Для забоя садок подтаскивают к берегу, где на судне рыбу забивают и обескровливают. А потом в цистерне с водой привозят на фабрику (несколько сот метров).





### 3. Рыбоводное хозяйство Фундерхулме (Funderholme)

Рыбоводное хозяйство на замкнутом водоснабжении, находящиеся внутри металлического павильона, собранного из профнастила без утепления.

Годовое производство - 350 т рыбы.

Хозяйство состоит из 10 поперечных бассейнов длиной 25 м, шириной 4 м глубиной 1,3 м. Циркуляция воды в хозяйстве - 1200 л/с. В каждом бассейне установлен продольный диффузор

для обеспечения аэрации воды и поперечной циркуляции. Подпитка очень небольшая (примерно 5 л/с). В воду постоянно добавляют известь для поддержания pH на постоянном уровне. Имеется аэрационная колонна на биофильтрах для насыщения воды кислородом (вода подается на колонну турбинными насосами).

Биофильтр состоит из фильтра псевдооживленного слоя и 4-х отсеков с керамзитовой загрузкой (толщина слоя керамзита - 75 см). Температура воды колеблется от 7-8 °С зимой до 21°С летом. В каждый бассейн для выращивания помещают от 1 до 3 тонн рыбы весом 50 г. Посадка рыбы на выращивание осуществляется партиями, с июля по ноябрь. Рыбу выращивают до веса 350 г (занимает примерно 6 месяцев) или до 1 кг (примерно 8 месяцев). Рыбу сортируют один раз, при реализации. Кормление осуществляется по поедаемости, с помощью маятниковых автокормушек, которые наполняются кормом из силосов с помощью шнекового податчика. Стоимость строительства всего модуля составила 400 000 евро.





#### 4. Рыбоводное хозяйство Кархеде Дабруг (Kaerhede Dambrug)

Владелец хозяйства Кристиан Йоргенсон имеет 10 рыбоводных хозяйств, на которых суммарно использует в год 1300 тонн корма.

На самом хозяйстве Кархеде Дамбруг имеется несколько рыбоводных модулей, использующих для работы различные технологии замкнутого водоснабжения: прямоугольные бассейны с внутренней циркуляцией, круглые бассейны с внутренней циркуляцией, прямоточный канал с эрлифтом. Все рыбоводные модули замыкаются на общие очистные сооружения, оборудованные барабанными фильтрами, биофильтрами и оксигенаторами. Общий расход электроэнергии на хозяйстве составляет примерно 500000 кВт-час в год.



##### А) Круглые бассейны.

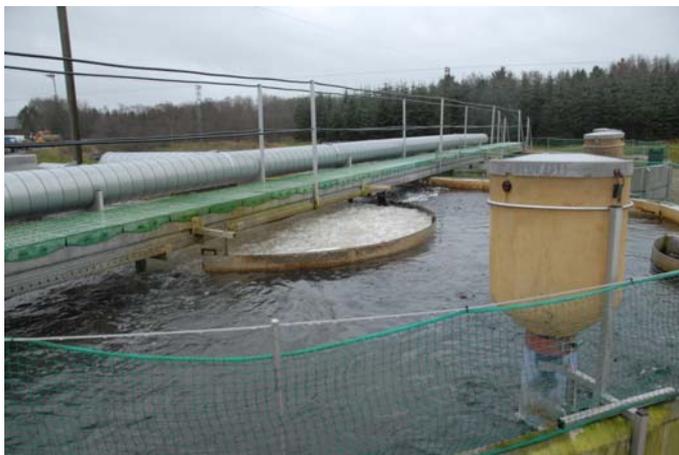
На хозяйстве имеются две линии таких бассейнов, у каждой линии – 7 бассейнов из сборного железобетона, с коническим дном, заглубленные в землю, диаметром 8м и глубиной 3,5м. Центральный бассейн используется в качестве биофильтра псевдооживленного слоя. С каждого бассейна в биофильтр подается 120 л/с воды для очистки. В центре каждого из рыбоводных бассейнов на глубине 80 см установлена диффузор низкого давления, окруженный цилиндрической стенкой с двумя вырезами. Эта конструкция обеспечивает внутреннюю циркуляцию воды в бассейне. На каждую линию бассейнов подается 20 л/с «свежей воды» (с общих очистных сооружений), кроме того, имеется возможность подачи гипероксигенированной воды с содержанием кислорода 20-30 мг/л. В бассейнах осуществляется выращивание молоди от 2г. В бассейн помещают 2 тонны рыбы и выращивают до достижения биомассы 11 тонн. Выращивание занимает 50 дней при среднесуточном приросте 2% в день. Используются корма ИНИ-

ЦИО Плюс (БиоОптимальный Старт) и Эфико Энвиро 920 (Эколайф 20) производства компании БиоМар.

Среднесуточное потребление кормов на каждой линии (из 6 бассейнов) составляет 480 кг при кормовом коэффициенте 0,75. Рыбу кормят с помощью маятниковых кормушек в течение 4-8 часов в день.

Отвод воды из бассейнов осуществляется из центра со дна с помощью наклонной трубы, выведенной вверх к краю бассейна, в сливное устройство. Труба работает по принципу сифона и обеспечивает удаление из бассейна фекалий, остатков корма и мертвой рыбы.

Подача воздуха осуществляется от низконапорной (80 мБар) вентиляторной воздуходувки.



Б) Прямоугольные бассейны с внутренней циркуляцией.

Представляют собой бетонные бассейны длиной 25 м, шириной 6 м и глубиной 1 м, общим объемом 150 м<sup>3</sup>.

Подача воздуха на диффузоры осуществляется низконапорной вентиляторной воздуходувкой с давлением воздуха 80 мБар и мощностью 7,5-11 кВт. Каждый бассейн разделен вдоль стенкой, которая не доходит до самых краев бассейна. С одной стороны бассейна установлен низконапорный (80 мБар) диффузор, обеспечивающий круговое движение воды со скоростью 180 л/с, с другой – фекальные конусы и решетки на водосбросе.

В каждый бассейн поступает 50 л/с воды с очистных сооружений, и 50 л/с отправляется на очистные сооружения. В каналах бассейна обеспечивается, соответственно, поток 180 л/с и 230 л/с. Кроме того, имеется возможность подачи в каналы гиппероксигенированной воды.

В каналах выращивают рыбу до веса 100-300 г, в течение примерно 60 дней. Биомасса в бассейне составляет 5 тонн.

Всего в хозяйстве имеется 10 каналов, объединенных общими системами подачи и отвода воды, подачи сжатого воздуха и гиппероксигенированной воды.





В) Мастерская по производству оборудования для рыбоводных хозяйств.

Диффузор для садков. Плавающий диффузор, предназначен для установки в садках. На плаву уравнивается грузами. Используются диффузорные резиновые трубы, раскрывающиеся под давлением воздуха. Не требует промывки кислотой. Питается воздухом от низконапорной воздуходувки. Обеспечивает циркуляцию воды в садках и обогащение ее кислородом. Вес – примерно 90 кг. Джет- платформа. Низконапорный оксигенатор, работающий за счет создания множества мелких пузырей в слое воды с помощью специального сопла. Каждое сопло (джет) обеспечивает обработку 5 л/с воды. Не требует создания высокого давления кислорода и больших затрат энергии. Позволяет достигнуть насыщения воды кислородом 200%.

Г) Мальковое хозяйство

Расположено в нескольких минутах езды от основного хозяйства. Питается водой из ручья – 20 л/с. В хозяйстве осуществляется инкубация икры, перевод молоди на активное питание и подращивание до 2-3 г. Ежегодно подращивается около 6 млн. шт. молоди, 6 – 8 партиями (партия – около 1 млн. икры). Икра закупается у фирм – производителей. Для инкубирования и перехода на активное питание используется только свежая вода, для подращивания – вода, пропущенная через биофильтры.

Инкубирование осуществляется на рамках. В каждой – по 15 тыс. шт. икры. Температура воды при инкубации - 8 °С. Отход со стадии глазка (приобретение икры) до перехода на активное питание составляет 5%. В здании инкубатора подращивают до 1,2 млн. мальков до длины 2-3 см. Подращивание занимает 2-3 недели, затем мальков переводят в другое здание. Там их вырощивают в течение 6 недель, кормят 20 часов в сутки. Затем переводят в лотки емкостью 2000 л, где круглосуточно кормят. Лотки чистят 1 раз в сутки.





5. Рыбоводное хозяйство Мункбро (Munkbro)





Рыбоводное хозяйство, работающее на замкнутом водоснабжении. Предназначено для выращивания молоди форели. В хозяйстве имеется свой инкубатор и цех для подращивания мальков. Годовое производство – 70 тонн.

Хозяйство состоит из 16 бетонных каналов длиной 14 м. шириной 2 м и глубиной 1 м, общим объемом 28 м<sup>3</sup>. Подпитка составляет 25 л/с свежей воды (поступающей из инкубатора и малькового цеха). Система оборотного водоснабжения обеспечивает циркуляцию 300 л воды в секунду. В хозяйстве нет биофильтра, вода из возвратного канала поступает на барабанный

фильтр с размером ячеек 60 мкм, затем на отдувку большой площади (12 м<sup>2</sup>) и затем на эрлифт глубиной 4 м. Считается, что отдувка обеспечивает удаление из воды части аммиака, однако в целом хозяйство работает в достаточно напряженном режиме по азоту. Температура воды в хозяйстве 8-13°C, в каждом бассейне ежедневно используется 50-70 кг корма. Рыба выращивается до веса 30 г. Выше хозяйства находится инкубатор, который питается водой из скважины. Перед инкубатором вода проходит процедуру удаления железа. Для этого вода пропускается через аэрационную колонну, затем через оксигенатор для достижения насыщения кислородом в 100%. Затем вода поступает в накопительный бассейн, где окисленное железо выпадает в осадок. Вода из бассейна поступает на песчано-гравийный фильтр глубиной 1 м, где фильтруется сверху вниз. На дне фильтра уложены пластиковые трубы-диффузоры, над ними - конструкция из кирпичей, затем слой гравия 20 см, слой мелкого гравия 20 см, слой песка 20 см. Фильтр промывается сжатым воздухом, методом противотока. Как керамзитовый биофильтр. Очистка фильтра занимает 20 минут. В инкубатор закладывается по 800 тыс. шт. икры, за неделю до выклева. Выход с инкубации составляет 85-90%.

### 6. Рыбоводное хозяйство Нью Мюлле (Ny Molle Dambrug)

Товарное рыбоводное хозяйство, работающее на замкнутом водоснабжении. Годовое производство 650 т товарной рыбы порционного размера (350 – 600 г).

Хозяйство состоит из 8 независимых модулей длиной 50 м, с прямым и возвратным каналами шириной 5 м и биофильтрами. Биофильтр состоит из фильтра псевдооживленного слоя с загрузкой пластиковыми гранулами и неподвижного фильтра с загрузкой тяжелыми (тонущими) пластиковыми гранулами. В каждом модуле имеется 2 эрлифта (по одному в каждом канале). Скорость течения воды в канале составляет 600 л/с. Подпитка хозяйства водой составляет 40 л/с, в том числе 19 л/с – из дренаж, проложенных рядом с хозяйством. Вода проходит процедуру удаления железа на специальной колонне. На выращивание сажают форель весом 10-12 г и выращивают ее до веса 350-600 г, что в зависимости от времени года и температуры воды занимает 6-12 месяцев. Используется корм Эфико Энвиرو 920 производства компании БиоМар, средний кормовой коэффициент составляет 0,9 – 0,93. На хозяйстве установлены 5 ротационных воздуходувок мощностью 22 кВт и дизельный генератор. Три воздуходувки используются для работы эрлифтов и биофильтров и одна – для промывки фильтров. Еще одна находится в резерве. В каждом модуле установлены по 2 датчика кислорода, информация с которых выводится на прибор и на компьютер оператора. Устройство может подать сигнал тревоги в случае отклонения параметров от заданных, и передать этот сигнал на мобильный телефон. На хозяйстве работают 2 человека, стоимость строительства хозяйства с оборудованием составила 1 800 000 евро.









### 7. Рыбоводное хозяйство Ровнинг (Ravning) компании Труттекс АпС (Troutex ApC)

Компания Труттекс является производителем оплодотворенной икры радужной форели. На одном из принадлежащих ей хозяйств, Ровнинг, ежегодно производится 18 млн. шт. оплодотворенной икры в год, партиями по 2 млн. штук в месяц с ноября по апрель. Имеется возможность (путем регулирования фотопериода) получать икру с июля по сентябрь, при наличии заказов. Оплодотворенная икра экспортируется во многие страны, в том числе в Финляндию. Цена икры – 14 Евро за 100 шт. икринок на стадии глазка. Производители содержатся в земляных прудах и в павильоне с постоянным освещением. Вода поступает самотеком из ручья. В стальном павильоне с постоянным освещением находятся два канала длиной 20 м, шириной 5 м и глубиной 1,1 м, общим объемом 230 м<sup>3</sup> воды. Часть воды (20 л/с) отбирается и пропускается через биофильтр. Имеется аэрационная колонна на биоблоках. В инкубаторе может находиться одновременно до 5 млн. икры. На один лоток подают до 5 л/с чистой воды. При необходимости задержки развития икры воду охлаждают до 2 °С с помощью установки для охлаждения молока. Могут производить как двуполые популяции, так и однополые и триплоидов. Первый нерест самок происходит в возрасте 4 года. Самки используются для нереста три раза – в возрасте 4, 5 и 6 лет. Для нереста обычно используются 6-летние самки и 4-летние самцы, для однополых популяций – 6-летние самки и 5-летние самцы. Для анестезии производителей при нересте используют гвоздичное масло. Потери производителей после нереста составляют примерно 10%. Маточное стадо составляет 3000 шт., включая самцов, плодовитость – 2000 шт. икры на 1 кг рыбы. Ведется селекция двух линий – ранне- и поздненерестующих, методом семейной селекции. Выживаемость икры со стадии пигментации глаз составляет 85-95%. Для дезинфекции на хозяйстве широко используют препараты йодоформа.





### 8. Рыбоводное хозяйство Твильху (Tvilho)

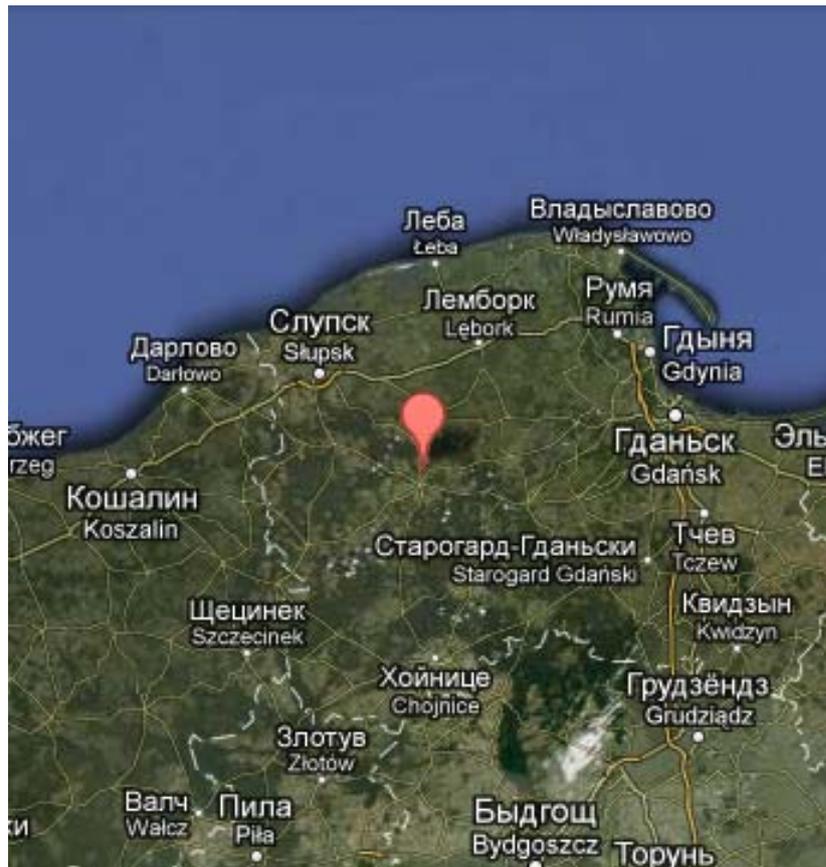
Рыбоводное хозяйство с замкнутым водоснабжением мощность 150 тонн товарной рыбы в год. Выращивается порционная рыба (300 - 500 г). В хозяйстве имеется свой инкубатор и цех для выращивания молоди на замкнутом водоснабжении. Хозяйство состоит из 4-х двойных каналов длиной 45 м, шириной 4 м и глубиной 0,8 – 0,9 м. Вода приводится в движение эрлифтами, скорость течения в каналах составляет 480 л/с. В каждом канале находится 8 тонн рыбы, максимальная нагрузка – до 14 тонн. Подпитка всех каналов составляет 7 л/сек. 160 л воды в секунду с каждого канала отправляется на биофильтры – то есть 1/3 всей воды отправляется на очистку. Биофильтры глубиной 4 м сделаны на базе биоблоков. В воду добавляют известь для регулирования рН. В цехе подращивания молоди имеется 10 отделанных кафелем бассейнов, которые снабжаются водой с помощью эрлифта мощностью 100 л/с. В каждом бассейне содержится 400 кг рыбы весом 5-6 г. В бассейнах установлены продольные диффузоры для улучшения циркуляции воды. Подпитка составляет 6 л/с. Управление хозяйством осуществляется с помощью программы БиоСистем (БиоМар).





## 9. Справочная информация о форелевом маточном хозяйстве в Польше

Место размещения: п. Дабие, район города Бытова. Поморское воеводство.



Первый модуль хозяйства был построен в 2004. Всего в системе находится 130 тонн. 3 модуля УЗВ по 1000 куб. метров воды и 4 модуля работающих по технологии фотопериода.



В 250 метров от хозяйства имеется родник, который является основным водоисточником. Кроме родника для подпитки других цехов интенсивно используется вода из неглубоких скважин (до 10 м.) которые они делают, при необходимости, более 5 скважин в течении дня. Вода из родника течет по трубе в диаметре 250 мм. Вода сначала проходит первый отстойник.



Постоянная подпитка свежей воды – 25 л/с. Вода сначала отстаивается, потом насыщается кислородом. В родниковой воде много железа и углекислого газа, от чего они избавляются оксигенацией и интенсивной аэрацией. После прохождения отстойника вода подается в небольшие бассейны (объем одного бассейна - 12 кубов), которых около 30 штук. В них в основном сидят самки различного возраста которым поменяли пол на самцов. В 1 бассейне может сидеть до 1 тонны рыбы.



Отстоинная свежая вода подается только в первый ближний модуль. Далее вода течет последовательно – из одного модуля во второй. Всего таких модулей 3. Данные модули построены по датскому типу, по т.н. канальной системе. Каждый модуль обязательно имеет барабанный механический фильтр, биологический фильтр, аэраторы, низконапорные оксигенаторы.



Вода в движение приводится эрлифтами. Также непосредственно в канале имеется пропеллерный насос, в потреблении электроэнергии в около 1 квт. Плотность посадки младшего ремонтного стада – 25 кг/куб, старшего ремонтного стада – 50 кг/куб, производителей перед нерестом – 40 кг/куб. Температура входящей воды в системе 8 градусов, которая от модуля к модулю понижается в зимнее время (в последнем модуле температура понижается до 2 градусов). В летнее время – наоборот – в последнем повышается до 16 градусов. Температура выше 18 градусов – критична. В планах строительство навеса. При завозе молоди из другого хозяйства или переводе рыбы из модуля в модуль сразу дают антибиотики. Механический фильтр в зимнее время замерзает и поэтому вынимается.



При посещении хозяйства, владелец часто повторял, что главный секрет хозяйства заключается в том, что у него осуществлен правильный гидравлический расчет, т.е. скорость потока у него составляет 30-40 см/с. Поэтому твердые нерастворенные вещества не успевают осесть в канале, а попадают непосредственно в механический фильтр, откуда они с успехом удаляются.

В качестве биологической загрузки используют водостойкий керамзит, который специально подготавливают. Керамзит помещается в специальную камеру, создается вакуум, который удаляет весь воздух из пор. Затем подается вода. В результате получается керамзит, который не плавает и не полностью тонет. В течении 10 лет они регулярно подменяли керамзит в биофильтре. Чистку биофильтров осуществляют ежедневно. В дальнейшем планируют отказываться от керамзита в пользу пластиковой загрузки.

После прохождения биофильтра первого модуля, вода подается на второй модуль. Для циркуляции используют в основном воздуходувки, которые подают воздух на эрлифты. Каждая воздуходувка подает 3 куб. метра в минуту, что позволяет подымать воду на 15 см. со скоростью 500 л/с. На каждый модуль установлено по одной воздуходувке. Резервной воздуходувки нет .



Функцию резервной воздуходуки выполняет компрессор, который служит для промывки био-фильтров. При необходимости, этот компрессор используется как резервный.. Системы автоматики нет, но стоят датчики контроля за работой воздуховодов.

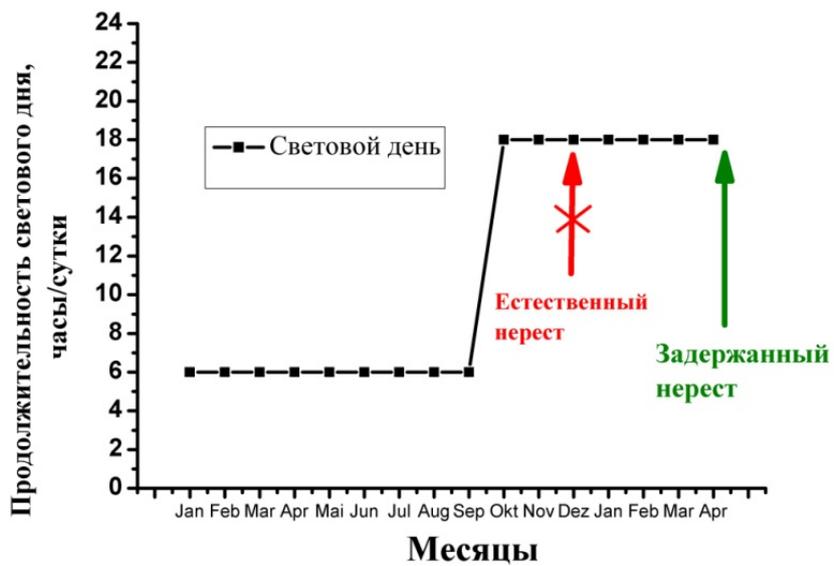
В хозяйстве имеется 5 линий генераций форели которые нерестятся с сентября по май в зависимости от линии генерации. и 6 линии работает на фотопериоде (т.е у них смещается нерест за счет использования фотопериода), которые нерестятся с июня по август. Каждую линию генерации содержат в отдельном бассейне. Каждую возрастную группу (сеголетка, двухлетка, трехлетка, четырехлетка, пятилетка, шестилетка) содержат отдельно. Самки начинают нереститься со второго года. Икру от первонерестящихся не используют совсем. Такая икра утилизируется. Икру от второго нереста используют только 50 %. Основная икра – это 4, 5, 6 год. После каждого нереста от 25 до 30 % - отход производителей. Рыбу не продают – только утилизируют. Основное стадо самок – 70 тысяч штук. Основное стадо самцов (самки которые с помощью гормонов были превращены в самцов) – 500 штук. Средняя плодовитость самок – 1500 штук /кг.

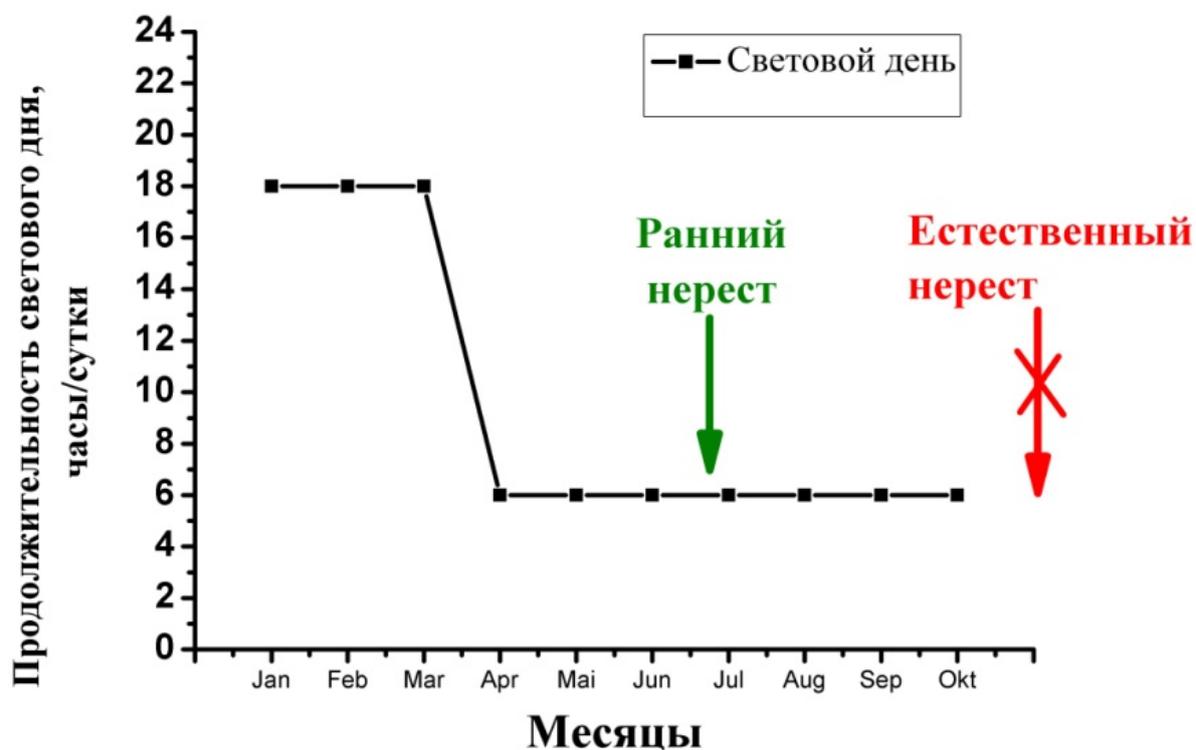


В каждом цехе работающим на фотопериоде находится 5 тонн рыбы. Всего 4 модуля по 2 бассейна в каждом.



Система контроля за продолжительностью светового дня регулирует также закаты и рассветы (в течении получаса загорается или гаснет весь свет).





Для лечения и профилактики используют 40 % формалин в дозировке 60 г/куб. Он очень мягко действует на биологический фильтр.

Для получения диплоидов в корм личинок добавляют тестостерон в дозировке 10 мг/кг сразу при переходе на активное питание. Для получения триплоидов используют оплодотворенную икру, которую подвергают давлению –700 Барр в течении 45 минут при температуре 10 градусов. Для дезинфекции инкубационный цехов используют кварцевые лампы.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 5 (К ГЛАВЕ 20) РАЗВЕДЕНИЕ ПРЕСНОВОДНОЙ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ В ДАНИИ

Альфред Йокумсен, Ларс Свендсен

Оригинал – Farming of Freshwater Rainbow Trout in Denmark 2010. Alfred Jokumsen, Lars M. Svendsen.

[http://www.aqua.dtu.dk/english/-/media/Institutter/Aqua/Publikationer/Forskningsrapporter\\_201\\_250/219\\_10\\_farming\\_of\\_freshwater\\_rainbow\\_trout\\_in\\_denmark\\_v2.ashx?la=da](http://www.aqua.dtu.dk/english/-/media/Institutter/Aqua/Publikationer/Forskningsrapporter_201_250/219_10_farming_of_freshwater_rainbow_trout_in_denmark_v2.ashx?la=da)

### ВВЕДЕНИЕ

Радужная форель (*Onchorhynchus mykiss*) является основным объектом аквакультуры в Дании. Общий годовой объем выращивания радужной форели составляет около 31 000 тонн в пресной воде и около 9000 тонн в морской воде, что соответствует примерно 20% от датского рыбного промысла. Кроме того, Данией экспортируется около 300 миллионов оплодотворенной икры.

Форелевые хозяйства в Дании регулируются в соответствии с Постановлением закона о рыбноводных фермах (Dambugsbekendtgørelsen, 1989) и экологическими правилами (Environmental Protection Act Chapter 5) для каждой фермы. Стратегия датского правительства относительно аквакультуры направлена на повышение общего объема производства рыбы до 115 тысяч тонн и одновременно сокращение совокупных сбросов азота из хозяйств аквакультуры в окружающую среду на 40% на кг рыбы (Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri, 2006).

Производство радужной форели в Дании в пресной воде в настоящее время осуществляется примерно в 275 хозяйствах. Ряд этих хозяйств по-прежнему работает по принципу традиционных проточных систем с наполнением воды самотеком через плотину и с минимальными затратами электроэнергии (рисунок 20\_5.1). Тем не менее, все большее число ферм в настоящее время модернизированы в более технологичные системы, которые используют рециркуляционную технологию в той или иной степени. Соответственно, в Дании значительный объем выращивания форели в пресной воде осуществляется с помощью рециркуляционных технологий (приблизительно 50%; Plesner, 2010).

Движущими силами текущих изменений в стратегии производства радужной форели в Дании являются строгое экологическое законодательство и реализация Рамочной директивы ЕС по воде (EU Water Framework Directive), которая устанавливает стандарты качества воды. В Дании, эта директива реализуется через Закон об экологических задачах 2003 года (Environmental Target Act of 2003). Кроме того, с пересмотром Закона о водоснабжении (Water Supply Law) в 1995 году, были введены лимиты для водозабора из естественных источников.

Экологические условия, которые должны быть выполнены для разведения рыбы включают в себя набор требований, например, максимально допустимое годовое потребление кормов; разрешенное потребление воды (из реки или подземных вод); допустимая статистическая концентрация для питательных веществ, органических и взвешенных веществ на выходе из рыбноводного хозяйства; насыщение воды кислородом на выходе, и лимиты расхода антибиотиков и химических добавок. Если фермер хочет получить разрешение на выращивание рыбы с более высоким допустимым потреблением корма, это возможно при условии, что в дальнейшем сбросы в окружающую среду останутся на прежнем уровне или уменьшатся. Кроме того, будет снижено максимально допустимое потребление воды. Законодательство и рыночные условия подтолкнули многих фермеров к улучшению их систем очистки воды и повторному использованию воды с помощью более современных технологий.

Как следствие этого, многие традиционные фермерские хозяйства были модернизированы в рыбноводные фермы, использующие рециркуляционные технологии с более низким потреблением воды на один килограмм произведенной рыбы, а также со сниженным воздействием на окружающую среду. Кроме того, в настоящее время разрабатываются аквакультурные системы с полной рециркуляцией (FREA).

В дальнейшем, будет описан производственный цикл радужной форели, а также существующие датские производственные системы и применяемые стратегии управления.



Рисунок 20\_5.1 Традиционное форелевое хозяйство «Astroplund»

## ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ

### Маточное стадо и размножение

В датских форелевых хозяйствах рыба достигает половой зрелости в 3 года. Однако самцы часто являются зрелыми на втором году жизни. Возраст половой зрелости определяется генетической наследственностью, а также технологией выращивания (например, стратегий кормления, температурой, световыми режимами). Это означает, что рыбы, которые выращиваются в условиях выше среднего светового режима, температуры и уровня кормления могут стать половозрелыми раньше, чем предполагает генетика.

Поскольку температура воды оказывает значительное влияние на возраст созревания, имеет смысл указывать возраст радужной форели в градусо-днях, как мы делаем это для икры во время инкубации. Тем не менее, продолжительность дня является еще более важным фактором, влияющим на сроки полового созревания. Время созревания может контролироваться воздействуя на маточное стадо путем изменения световых и температурных режимов, создавая для маточного стада более длинные дни с января по июнь (18 часов света: 6 часов темноты) с возрастанием температуры с 7 до 15 °С, а в последующие 6 месяцев более короткие и более холодные дни (например, 6 часов света: 18 часов темноты) и с обратным понижением температуры. Таким образом, можно ускорить время созревания на 3-4 месяца. Время созревания может быть увеличено, используя противоположный порядок.

С точки зрения производства, рыба с задержанным созреванием, предпочтительнее, так как зрелые рыбы проявляют агрессивное поведение (особенно самцы), снижается темп роста, а также снижается качество мяса. Тем не менее, перспективы разведения с ранним созреванием могут сократить интервал между поколениями и тем самым способствовать прогрессу в аквакультуре.

Систематическое воспроизводство может значительно повысить рентабельность производства. Например, норвежская программа разведения лососевых дала результат повышения рентабельности не менее, чем на 10% за поколение рыбы (Gjedrem, 2000, 2004). Воспроизводство является своего рода совершенствованием товара. Самые лучшие рыбы в связи с целями совершен-

ствования товара (т.е. воспроизводство с целью улучшения определенной наследуемой черты (например, роста) в следующем поколении) выбираются в качестве рыбы-производителя для следующего поколения. Полученные доходы от воспроизводства за одно поколение будут увеличены для следующего поколения (то есть, сложные проценты). Тем не менее, наблюдаемый прирост воспроизводства возможен как из-за генетики, так и из-за условий окружающей среды. Таким образом, работы по селекции направлены на наследуемые факторы, в то время как воздействие на окружающую среду сведено к минимуму (т.е. поддерживаются стабильные условия ведения хозяйства). Важно помнить, что селекция имеет долгосрочные перспективы: прежде чем достигаются значительные результаты усилий по селекции, может пройти до 10 лет. Некоторые датские фермеры, производящие икру и рыбопосадочный материал используют конкретные схемы по селекции, направленные на достижение конкретных целей размножения. Чтобы пометить выбранных особей маточного стада, характеризующиеся специфическими чертами, отдельным рыбам вводят РІТ метки, в частности, в спинную часть рыбы, ближе к спинному плавнику, с помощью шприца с иглой для подкожных инъекций и поршня вводится инкапсулированный чип (11,5 мм в длину с диаметром 2,2 мм), содержащий уникальный идентификационный номер. Номер считывается сканером, который испускает магнитное поле, активируя РІТ метку (рисунок 20\_5.2).



Рисунок 20\_5.2 Введение РІТ метки в тело рыбы (слева); РІТметка в правом нижнем углу (в центре) и сканер (справа).

### Инкубационный цех

Инкубационным модулем может быть проточная система, но все большее число фермеров используют рециркуляционные технологии различной конструкции. Такие модули оснащены рядами инкубационных аппаратов, каждый с несколькими лотками для размещения икры. Температура воды в период инкубации поддерживается постоянной - около 7 °С. Для предотвращения попадания инфекционных агентов, вода может быть обеззаражена с помощью УФ-облучения.

### Получение икры и оплодотворение

В хозяйствах с использованием схемы разведения, каждое маточное стадо можно определить по РІТ меткам, содержащим уникальный электронный идентификационный номер. За созреванием икры и спермы в рыбе начинают наблюдать за несколько недель до сбора половых продуктов.

Контроль за состоянием половых продуктов осуществляют за несколько недель до предполагаемого сбора. Решающее значение для успеха оплодотворения и селекции имеет своевременный отбор половых продуктов. Маточное стадо рыб прекращают кормить, по крайней мере за 14 дней до сбора половых продуктов. Зрелая самка имеет стальной-серый цвет с характерной формой брюха и выраженным яйцеводом (рисунок 20\_5.3).

Прежде чем извлекать икру очень важно, чтобы все оборудование (инкубационные аппараты, трубы, ведра, сачки и т.д.) были продезинфицированы Йодофором, дезсредством «Астомар

К30» или аналогичным дезинфицирующим средством. Инкубационные аппараты также должны быть продезинфицированы формальдегидом (500 частей на миллион) в течение приблизительно 1 дня, с последующим добавлением препарата «Iodbac» (0,1%) в течение 1 часа). Такая дезинфекция должна осуществляться в условиях хорошей вентиляции.

Каждая самка анестезируется и вытирается. Когда используется схема селекции, делается запись о каждой рыбе (т.е. записываются идентификационный номер РИТ-метки, вес и длина). Процедура сбора выглядит следующим образом: Рыба удерживается за основание хвоста левой рукой. Рыба укладывается под углом около 45°, головой вверх и отверстием яйцевода в непосредственной близости от сборной емкости (контейнера для икры), при этом необходимо избегать попадания воды, слизи, или кишечного содержимого в контейнер для икры. Икра извлекается из самки, сильным нажатием большого пальца правой руки вдоль брюшка, остальные пальцы охватывают рыбу. Икра выходит из отверстия яйцевода и попадает в емкость.



Рисунок 20\_5.3 Половозрелые самка (слева) и самец (справа).

Исследования показали, что так называемый частично-факторный план спаривания способствует лучшим результатам в плане снижения инбридинга, заболеваний и т.д. (Henryon et al., 2002). Такая система означает, что сперма от одного самца используется для оплодотворения половины икры от каждой из двух самок, тем самым каждая самка оплодотворяется от двух самцов (рисунок 20\_5.4). Каждая оплодотворенная половина икры от определенной особи относится к одному родству, В то время как все выклюнувшиеся личинки имеют одних мать и отца. Вторая половина оплодотворенной икры представляет собой отдельное семейство со своим родством. Тем не менее, эти две семьи являются полу-родственными, так как они имеют одну и ту же мать, но два разных отца и наоборот.

Эта методика используется все большим числом производителей икры и мальков, и это позволяет исследователям наблюдать существенные различия в производительности между семьями радужной форели (Jokumsen et al., 2006а) и делать соответствующий выбор семей для дальнейшего размножения. Остальные фермеры используют традиционный метод оплодотворения: икра от нескольких самок оплодотворяется спермой от нескольких самцов.

Когда применяется методика частичного факториала, икра от каждой самки делится на два ведра (рисунок 20\_5.4 - А). Подсчитывается числа икринок в 10 мл. Каждая часть икры помечается идентификационным номером РИТ-метки самки. До оплодотворения икра хранится в прохладной среде (4-6 °С). Принято считать, что самка производит около 1500-2000 икринок/кг и около 10000 икринок/л, в зависимости от размера рыбы и ее возраста. Подобная процедура применя-

ется для получения молок (спермы) от самцов. Молоки разделяют на две емкости, помечают идентификационным номером PIT-метки (рисунок 20\_5.4 - А).

Икра оплодотворяется «сухим» методом: в соответствии с методикой спаривания, две части икры от самки оплодотворяются по половине молоками от каждого из двух самцов. Икру смешивают с молоками (рисунок 20\_5.4 - Б). Оплодотворение начинается, как только молоки попадают в икру и сперматозоиды активируются и проникают в икринки. Смесь оставляют в течение как минимум 10 минут при температуре около 7 °С для завершения оплодотворения.

Оплодотворенная икра тщательно промывается (предпочтительно в физиологическом растворе (0,9% соли)), чтобы удалить излишки молок, оболочки икры, и другие органические материалы, для избежания появления сапролегниоза во время инкубации. Икру накрывают и оставляют в слабо проточной пресной воде на следующие 1,5 часа (при 7 °С), и она поглощает воду. В период поглощения воды, объем икры увеличивается на ~ 40%, и икра остается очень чувствительной к движению/воздействиям во время этого процесса. Через несколько часов, икра может быть продезинфицирована.

Различные партии оплодотворенных яйцеклеток (семьи) размещают в разные лотки для маркировки, каждый лоток помечают определенным идентификатором семьи. Икру инкубируют при температуре 4-9 °С, с оптимумом около 7 °С. Решающее значение имеет обеспечение обильного потока воды через слой икры. Икра очень чувствительна к свету и должны быть защищены от прямых солнечных лучей. Предпочтительнее, если икра получает настолько мало света, насколько это возможно (т.е. во время чистки и др. остается покрытой или используется полосы света №.82).

Икра ежедневно контролируется и лотки приподнимают очень аккуратно (на 2-3 см), чтобы создать небольшое движение вокруг икры. Мертвые икринки удаляются с помощью сифона. Чтобы предотвратить поражение грибами (например, *Saprolegnia*), икру следует обрабатывать фунгицидом (формальдегид или аналоги) на регулярной основе (по дням).

	Fam.	6301	5001	0201	0901
Fam.	Female/male	714	320		
2601	1069	x	x		
2401	458		x	x	
2801				x	x

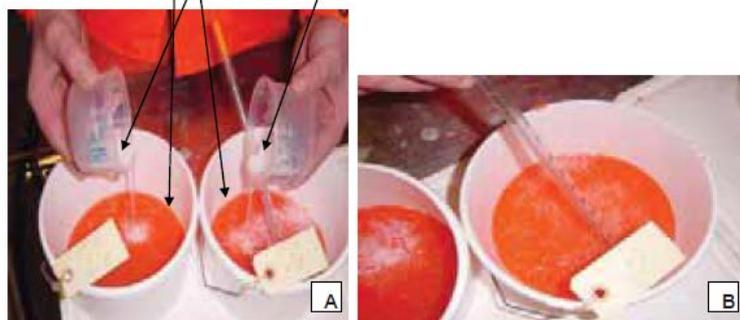


Рисунок 20\_5.4 Частично-факторная методика спаривания: 2 порции икры от выбранной самки (№. 1069 от семьи 2601) оплодотворяются молоками от 2 самцов (№ 714 от семьи 6301 и 320 от семьи 5001, соответственно.) (А). На (Б) икру и молоки смешивают (сухое оплодотворение)

### Развитие икры и выклев

Икра радужной форели достигает стадии глазка после 180-200 градусо-дней (т.е. 26-29 дней после оплодотворения при 7 °С) (Рисунок 20\_5.5). На данном этапе икра жизнестойка и может

перемешиваться в контейнерах, для смыва частицы, мертвой икры и др. Оборудование инкубационного модуля очищается, дезинфицируется и тщательно промывается перед тем, как очищенная икра переносится назад в лотки. Икру обрабатывают агентом Actomar K30 в соответствии с требованиями, мертвые икринки удаляются.



Рисунок 20\_5.5 Икра на стадии глазка в лотке и на счетной пластине (слева) и работы на конвейерной ленте для удаления мертвой икры (справа)

Икра созревает примерно через 300-350 градусо-дней (то есть, около 45 дней после оплодотворения при 7 °С). В первые дни после вылупления, мальки питаются содержимым желточного мешка. Когда примерно через 120 градусо-дней после вылупления (около 14-20 дней при 7 °С) желток полностью расходуется и рот личинок полностью развит, у личинок полностью развивается плавательный пузырь и они начинают переходить на внешнее питание. Личинки развивают навыки плавания на поверхности воды, где они ищут пищу. В это время их начинают подкармливать очень мелким сухим кормом (порошком). На этой стадии личинок можно переместить в модуль для выращивания мальков и может быть определен результат выклева (т.е., процент выживаемости (рассчитывается как количество плавающих личинок к количеству икры на стадии глазка)).

### Мальки

Мальковая установка может быть представлена проточной системой с определенным количеством каналов, как резервуары для рыбы. Водоснабжение может осуществляться из естественного источника или источника схожего с ним. Тем не менее, вода, подаваемая из артезианских скважин является предпочтительней из-за более низкого риска патогенных организмов, постоянной температуры и более стабильного качества воды. Некоторые производители используют для мальков рециркуляционную технологию для повышения эффективности производства. Преимущества использования рециркуляционной технологии включают возможность задания более высокой температуры выращивания и обеспечения высокого и постоянного качества воды, что может привести к улучшению потенциала роста и здоровья рыбы.

Мальки питаются искусственным гранулированным кормом (~ 0,5 мм). Кормление должно быть начато до истощения запасов желточного мешка. Корм вводят в избытке, чтобы убедиться, что все рыбы его получают. Подача осуществляется автокормушками по часам. Очень важно, чтобы несъеденный корм и фекалии ежедневно удалялись для поддержания санитарно-гигиенических условий в бассейнах. Несъеденный корм и фекалии удаляются сифоном, пипеткой или просто потоком воды.

По мере увеличения рыбы в размере, размер гранул и суточное количество корма соответственно корректируется (Jokumsen et al., 2006a). Этап мальков длится около 500 градусо-дней (то есть, около 10 недель при 7 °С) и к концу этого этапа мальки могут достигать ~ 5 г. Во время следующих 2-3 месяцев мальки растут, достигая примерно 50 г каждый при 7 °С. Мальки могут быть проданы как рыбопосадочный материал в другие хозяйства для выращивания до

товарных размеров или для поставки на морские фермы (когда они достигают ~ 800 г каждый) (Bregnballe and Jokumsen, 1985).

### Подращивание

На фермах используются различные методики кормления. В некоторых хозяйствах используют компьютеризированную автоматическую подачу, в других хозяйствах используют маятниковые кормушки самостоятельного питания. Тем не менее, стратегия кормления обычно принимает во внимание специфические условия ведения хозяйства (например, температуру воды, кислородные условия, качество воды).

Рыба, как правило, получает ограниченное количество корма в соответствии с кормовой таблицей, но оно близко к требуемому для оптимизации удельной скорости роста (SGR) и кормового коэффициента (FCR).

Если предположить, что рыбы растут в геометрической прогрессии, удельная скорость роста (SGR) определяется как:

$$SGR = (\exp((\ln W_1 - \ln W_0)/(T_1 - T_0)) - 1) * 100,$$

где

$W_0$  = биомасса в начале периода

$W_1$  = биомасса в конце периода

$T_1 - T_0$  = дни кормления в указанный период.

Кормовой коэффициент (FCR) определяется как:

$$FCR = \text{масса корма (кг)} / \text{прирост массы рыбы, (кг)}$$

На основании датского природоохранного законодательства, FCR не должна превышать 1,0 (Dambrugs-bekendtgorelsen, 1989, 1998).

Основное различие между ограниченным кормлением и неограниченным является то, что при ограниченном кормлении основной упор делается на усвоение корма и минимальные потери корма, в то время как потенциал роста рыбы является целью неограниченного кормления. Ограничение кормления является наиболее распространенной стратегией применяемой в датских пресноводных рыбных хозяйствах для повышения эффективности использования ограниченных резервов кормов и сокращения потерь в окружающую среду (Jokumsen et al., 2006a).

При выборе стратегии кормления, следует иметь в виду, что линейный рост рыбы происходит в одном измерении, в то время как общий прирост массы (мясо, жир и т.д.) происходит в трех измерениях. Для каждого 1 г роста белка, откладывается 3 г воды, и жир не связывает воду. Это означает, что при неограниченном кормлении увеличиваются жировые отложения, (Jokumsen et al., 2006a). Тем не менее, используемая стратегия кормления не оказывает никакого влияния на способность рыбы усваивать корм.

Большинство фермеров в настоящее время используют программу кормления на основе компьютерной программы, которая вычисляет ежедневное количество корма для бассейна в зависимости от размера рыбы, биомассы, ожидаемого кормового коэффициента, температуры, возникновения заболеваний и т.д.

### Корма

Корм составляет основу себестоимости радужной форели, и, следовательно, качество кормов и стратегия кормления имеют первостепенное значение. Корм дает рыбе энергию и необходимые питательные вещества для хорошего роста, эффективного использования кормов, и хорошего здоровья. Тем не менее, необходимый состав корма меняется в зависимости от стадии жизненного цикла рыбы. Кроме того, выбор кормов и стратегии кормления стремится максимизировать производственную экономику и свести к минимуму потери питательных веществ в окружающую среду.

Основные компоненты в корме являются белки, жиры, углеводы, витамины и минералы. Качество и состав, а также количественное соотношение между отдельными компонентами определяются приростом рыбы и усвоением корма. Если хотя бы одно из необходимых питательных веществ (например, незаменимая аминокислота) является недостаточным, этот компонент будет критичным для роста рыб и, возможно, повлияет на здоровье рыбы, воздействие на окружающую среду, и в конечном счете на экономику производства.

Конкретные рецепты кормов составлены для каждой стадии жизненного цикла рыбы (мальков, молоди, товарной рыбы и маточного стада). Выбор определенного типа кормления также зависит от условий ведения хозяйства и управления им.

Кормовые гранулы изготавливают путем экструзии. Смесь подвергают воздействию высокого давления и высокой температуры в течение короткого промежутка времени. Эта паточная масса затем продавливается через сопла экструдера для создания расширенных и пористых гранул, которые могут поглощать относительно высокое количество масла (содержание масла > 30%). Основные виды кормов для рыб указаны в таблице 20\_5.1, но нет жестких и четких границ между обозначениями и классами по размерам.

Таблица 20\_5.1 Классификация типов кормов с приближенным составом белков и жиров и размерами гранул для конкретного размера и группы рыб

Тип корма	Прибл. Прот./Жир (%)	Размер гранул (мм)	Размер рыбы (г)
Стартовый	60/14	0,5-1,5	0-10
Мальковый	46/23	2,0	10-50
Производственный	43/30	3,0-9,0	50-4000
Для производителей	50/13	9,0	1000-4000

По материалам Dambrugsbekendtgørelsen (1989), состав корма должен соответствовать следующим требованиям:

- Количество энергии для роста должно быть не менее 5,8 Мккал/кг. Мин. 80% энергии для роста должно использоваться на метаболизм
- Количество азота не должно превышать 9% от сухого веса корма
- Количество фосфора не должно превышать 1% от сухого веса корма
- Количество пыли не должно превышать 1%

### ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНЫЕ НОРМЫ

Меры предосторожности по недопущению заболеваний на рыбной ферме имеют решающее значение для обеспечения здоровья рыбы, производительности фермы и сокращения риска распространения заболеваний в другие хозяйства. Профилактика заболеваний приводит к снижению потребности в лечении и терапевтических агентах и тем самым уменьшает связанные с ними воздействия на окружающую среду.

Конкретные ограничения (национальные, а также законодательства ЕС) касаются перевозки выращенной рыбы и икры для предотвращения распространения болезней рыб между зонами ЕС или участками, которые считаются свободными от конкретных болезней рыб. Все датские районы, в том числе морские районы, обозначаются как свободные от Американского вирусного заболевания, ИНН (Инфекционный гематопозитический некроз). Большие площади и многие хозяйства также обозначаются как свободные от заболевания Egtved и VHS (вирусная геморрагическая септицемия).

Работает обширная национальная программа по ликвидации, чтобы искоренить VHS в Дании, особенно в больших речных системах (реки Вайле и Скьерн в южной половине Ютландии). Отдельные хозяйства с высоким риском инфицирования были очищены от рыбы и дезинфицированы. Та же процедура применяется в хозяйствах, где диагностирован VHS.

На основании директивы 2006/88 Совета ЕС (EU Council directive 2006/88), была реализована система категоризации. Это ставит определенные требования на состоянии здоровья рыб в определенной категории (табл. 20\_5.2). Датская ветеринарная и продовольственная администрация каждый год проводит контроль всех датских рыбных ферм проводя проверки и замеры. На основе этих проверок и анализов образцов, каждая ферма, классифицируется в одну из следующих групп по наличию некоторых важных заболеваний (табл. 20\_5.2 и Fodevarestyrelsen, 2009). Таблица 20\_5.2 показывает состояние здоровья рыб, которые могут быть перемещены в районы данной категории.

Таблица 20\_5.2 Категории здоровья и юридические торговые пути в ЕС.

Категория	Статус	От куда может завозиться	Куда может завозиться
I	Нет заболевания	Только категория I	Все
II	Программа надзора	Только категория I	Категории III и V
III	Не определено	Категории I, II и III	Категории III и V
IV	Программа ликвидации	Только категория I	Категория V
V	Зараженно	Все	Категория V

### Антибиотики и терапевтические агенты

Интенсивное производство рыбы повышает риск заражения рыб различными заболеваниями (бактерии, вирусы, паразиты, грибки и т.д.). Как и во всех отраслях животноводства, антибиотики и химические добавки широко используются на форелевых фермах. Антибиотики утвержденных препаратов, назначаются ветеринаром и поставляются рыбам через корма. Некоторые из терапевтических веществ могут быть использованы без рецепта и добавлены в воду, для улучшения условий выращивания.

Для предотвращения случаев бактериальных заболеваний рыб, большинство мальков форели прививаются (например, против кишечных заболеваний «красный рот» (ERM)) (Bruun et al., 2007). Антибиотики подавляют или уничтожают болезнетворные бактерии в рыбе. Больные рыбы получают корм, покрытый определенным количеством конкретного противомикробного агента, назначенным ветеринаром. Лечение продолжается, как правило, 5-10 дней, но продолжительность зависит от типа антибиотика, заболевания и лечения. Зараженная рыба не должна использоваться в пищу в течение некоторого периода времени после лечения антибиотиками. Длительность этого периода ожидания зависит от конкретного типа антибиотика, дозы лечения и температуры воды.

Применение антибиотиков включает в себя риск того, что патогенные организмы могут развить устойчивость к конкретным антибиотикам. Некоторые антибиотики попадают из корма в воду или вместе с экскрементами рыб. В зависимости от кинетики деградации (Pedersen et al., 2010) и вида рыбной фермы, некоторые из них могут оказаться в водоприемнике. Фермерскими хозяйствами должны быть приняты меры предосторожности по удовлетворения особых критериев качества воды (WQC) в принимающих водах (ручьи, реки, озера).

Агентство охраны окружающей среды Дании (Danish Environmental Protection Agency) оценило WQC для каждого вещества на основе токсикологических значений из международной литературы. WQC основаны на осторожном подходе, чтобы живые организмы не подвергались неблагоприятным факторам. Использование формальдегида в качестве примера, WQC определяются либо в терминах средних концентраций разряда во время лечения (10 мкг/л), либо максимального допустимого значения (не должно превышать 46 мкг /л) ((Pedersen, 2009).

Датские экологические законы требуют, чтобы все рыбные хозяйства удовлетворяли определенным требованиям в области производства, обработки воды, методов управления и качества слива воды с фермы, чтобы в хозяйствах соблюдались условия WQC. Эти требования записаны в экологических актах, которые являются предварительным условием для использования антибиотиков и терапевтических агентов.

В будущем, использование антибиотиков может быть снижено посредством использования

пробиотиков в качестве нового инструмента для предотвращения частоты бактериальных заболеваний. Пробиотики это бактерии, которые сами по себе не заражают организм, но которые могут препятствовать инфицированию другими видами бактерий. Механизмы, посредством которых пробиотики препятствуют инфицированию другими бактериями могут представлять соперничество за питательные вещества или выделения, что приводит к уничтожению других видов бактерий. Использование пробиотиков в кормах для рыб может иметь важные экологические преимущества. Уменьшается риск заболеваний, необходимость в лекарствах и тем самым снижается количество выбросов в окружающую среду.

Использование формальдегида, кажется, увеличивается с течением времени, но более важным вопросом является объемы сброса в окружающую среду. Анализы показали, что относительно более низкие выбросы формальдегида по сравнению с традиционными хозяйствами наблюдаются в форелевых хозяйствах 3 типа, (Sortkjær et al. 2008). Это может быть связано с более высокой степенью разрушения формальдегида в хозяйствах 3 типа по сравнению с традиционными датскими рыбными фермами. Это может быть особенно актуально в биофильтрах и биологических прудах, которые имеют высокое время цикла использования воды в производственных единицах, и в биологических прудах (Henriksen, 2009). Дегградация формальдегида также была зафиксирована в системах аквакультуры с рециркуляцией (Pedersen et al., 2010).

Формальдегид является опасным веществом (канцероген), поэтому его использование нежелательно в спектре здоровья человека. Поэтому исследователи изучают потенциальные альтернативы. Одной из них является перекись водорода. Эксперименты на сегодняшний день показали, что перекись водорода быстрее разлагается (период полураспада в несколько часов) по сравнению с формальдегидом и Хлорамином-Т (Bruun et al., 2007). Кроме того, модель была разработана для прогнозирования концентрации выброса отдельных химических веществ (Bruun et al., 2007).

Агенты и добавки вредные для окружающей среды являются приоритетными исследовательскими вопросами, как и цель свести к минимуму их использование и выбросы в окружающую среду, которые являются потенциально опасными для окружающей среды. Исследование сфокусировано на более полной информации о вакцинации и конкретных веществах и добавках (т.е. количественные потери, состояние окружающей среды и воздействие, кинетика удаления/скорость дегградации, и потенциал для замены текущих добавок веществами, которые оказывают меньшее воздействие на окружающую среду) .

## ТРАДИЦИОННЫЕ ФОРЕЛЕВЫЕ ХОЗЯЙСТВА

Традиционные форелевые фермы используют проточные системы, в которых вода подается через плотины на прилегающих водных источниках, а затем проходит через фермы самотеком (то есть, без использования или с незначительным использованием энергии насосов). Первоначально пруды были построены прямо в речных долинах, близко к берегу рек, но некоторые традиционные фермы заменили земляные пруды резервуарами, изготовленными из бетона или другого водонепроницаемого материала.

Изначально производство радужной форели в пресной воде осуществлялось без очистки сточных вод. Таким образом, производственные воды непосредственно сливались в водотоки и озера, на которых были размещены рыбоводные фермы. Однако, с конца 1980-х годов, рыбоводство претерпело постепенное, но значительное технологическое изменение с точки зрения сокращения воздействия на окружающую среду от производства форели.

Одной из проблем, присущих традиционным хозяйствам является то, что строительство на водотоках плотин из бетонных конструкций (дамбы) препятствует передвижению фауны вдоль водотоков при отсутствии эффективных рыбоходов или обходных систем. В частности, эта проблема касается анадромных видов рыб, которые не могут достичь своих нерестилищ в море. Для облегчения миграции вдоль водотоков, потребление свежей воды из водотоков было уменьшено с помощью реализации различных технологий (например, повторного использования воды или рециркуляционной технологии, многие плотины и водосливы были удалены и были построены основные обходы. Кроме того, на входе и выходе из форелевых хозяйств могут быть установлены решетки, чтобы предотвратить вторжение дикой фауны и уход рыбы с

фермы.

В 1989 году новое постановление правительства (Dambugsbekendtgørelsen, пересмотрено в 1998 году) предусматривало ряд правил для пресноводных форелевых хозяйств. Все форелевые хозяйства были ограничены квотами на кормление (кормовой коэффициент выражается как отношение кг корма/кг увеличения веса рыбы и не должен превышать 1,0); качество корма должно было соответствовать данным спецификации (Dambugsbekendtgørelsen, 1989), также необходимо было запретить использование влажных кормов и мягких гранул. Кроме того, для всех форелевых хозяйств стала обязательной постройка отстойника для удаления питательных, органических и твердых частиц, а фермеры были обязаны принимать участие в программе по контролю качества воды (химического) проводя заборы проб (обычно 2-6 проб в год на входе и выходе), и представляя документацию, подтверждающую приблизительные выбросы питательных веществ (азота и фосфора) и взвешенных/органических веществ. Одним из последствий нового закона является то, что фермеры могут увеличить свое производство только за счет улучшения использования кормов. Таким образом, значительные изменения были внесены в план разработки эффективных кормов с высоким коэффициентом использования питательных веществ, технологию кормления (Jokumsen, 2002). Соответственно, количество произведенной рыбы на кг корма значительно увеличилось, а относительные сбросы питательных и органических веществ с рыбоводных ферм были снижены.

Многие из основных датских водотоков (около 27000 км) имеют конкретные экологические предписания, которые должны быть выполнены. Эти задачи определяются датским перечнем для речной фауны (DVFI), который включает список беспозвоночных обитающих на дне протоков (Friberg et al., 2006). Таким образом, сбросы из хозяйств и запруды выше по течению от фермы не должны препятствовать повышению качества окружающей среды ниже по течению от рыбной фермы. Для каждой фермы создается перечень условий обязательных экологических разрешений от административной власти для того, чтобы эта цель была достигнута для каждого конкретного участка реки в ее русле.

В дополнение к ограниченной квоте на кормление, многие рыбные фермы имеют ограничения по статистической максимальной концентрации (и/или сумме) в точках выбросов питательных, органических и взвешенных веществ и минимального уровня насыщения кислорода в воде, выходящей из хозяйств. Кроме того, должны быть приняты во внимание многие другие национальные законы и директивы ЕС, например, Закон об экологических задачах (Environmental Target Act), положение о водозаборе, защита от забора фауны с потоком воды, охрана природы и правила сохранения, строительство и строительные нормы, положение о шуме и запахе, использование антибиотиков и химических добавок, контроль за хищниками, и как использовать или утилизировать шлам из отстойников / бассейнов..

Учитывая местные условия, экологическое разрешение также включает аспекты «Наилучшая имеющаяся технология» (НИТ), например, строительство хозяйств и эксплуатация оборудования, в том числе оборудования для очистки, ограничение потребления воды из водотока, состав корма и управление кормлением, технологические процессы, оксигенация, вакцинация и использование медицинских и химических добавок. В связи с достижением требуемых экологических разрешений, большинство традиционных форелевых хозяйств стали более технологичными, они в различной степени используют очистку воды, повторное использование воды, аэрацию и оксигенацию в соответствии с требованиями. Не существует стандартизированных методов для решения проблем, поэтому рыбоводы часто используют локальные методики.

Тем не менее, базовые условия для форелевых хозяйств были неясны, так как не было достаточного количества документов по выращиванию форели и ее прямому воздействию на прилегающую водную среду. Кроме того, не имеется никаких документов об экологических последствиях различных технологий, применяемых на рыбных фермах. Этот широко признанный факт привел к идее образцовых форелевых хозяйств.

## ОБРАЗЦОВЫЕ ФОРЕЛЕВЫЕ ХОЗЯЙСТВА

Целями образцового рыбоводного хозяйства являются:

- Ведение документов об управлении и экологических параметрах, относящихся к датским форелевым хозяйствам, в том числе документации по выбросам веществ:
  - Азот (аммиак, нитраты, и общее содержание азота);
  - Фосфор (растворенный и общий);
  - Биохимическая потребность в кислороде (БПК), которая выражает скорость потребления кислорода микроорганизмами в образце воды при температуре 20 °С в темноте;
  - Химическое потребление кислорода (ХПК), которое является мерой содержания органических вещества в воде;
  - Документирование и определение эффективности конкретных очистительных устройств (микро сит, шламовых конусов, биофильтров, а также биологических прудов);
- Уменьшение потребления пресной воды;
- Увеличение удержания/преобразование органических и питательных вещества;
- Ознакомление с экологическими целями качества для конкретного водоприемника (река, озеро, прибрежные районы);
- Увеличение производства рыбы без соответствующего негативного воздействия на окружающую среду;
- Создание административных процедур по оптимизации и облегчения экологических разрешений.



Рисунок 20\_5.6 Образцовое рыбное хозяйство «Ejstrupholm» (тип 3). Производственные подразделения включают две секции, каждая из которых состоит из двух бетонных каналов. На переднем плане видны три пруда для содержания рыбы. На заднем плане, слева располагаются биологические пруды, которые состоят из бывших земляных прудов, заросших растениями.

На основе теоретических расчетов были определены три различных типа образцовых хозяйств по эффективности внедрения различных технологий очистки в существующих традиционных фермах. Тем не менее, по разным причинам (забор воды, инвестиционные затраты и т.д.), были разработаны только два типа образцовых форелевых хозяйств (таблица 20\_5.4).

Таблица 20\_5.4 Некоторые из наиболее важных параметров, характеризующих три типа образцовых рыбных ферм. Все данные основаны на стандартной модели с использованием 100 тонн кормов в год, со складом в 40 тонн, средним размером рыбы 120 г, и максимальной плотностью рыбы 50 кг/м<sup>3</sup> (Dambrugsudvalget, 2002; Modeldambrugsbekendtgørelsen, 2002).

Тип фермы	Модель 1	Модель 2	Модель 3
Строительный материал водоема	Почва или бетон	Почва или бетон	Бетон
Рециркуляция воды <sup>1</sup> (минимум%)	70	85	95
Водопотребление (максимальное л/с)	125	60	15
Плотность рыбы (максимальная кг/м <sup>3</sup> )	50	50	50
Время использования воды в производстве (минимальное количество часов)	8.9	12.3	18.5
Максимальное суточное количество корма (кг)	800	800	800
Сбор осадка в бассейнах	Да	Да	Да
Децентрализованное осаждение (например в осадочных конусах)	Да	Да	Да
Устройства для удаления твердых частиц	Да	Да	Да
Биофильтры	Нет	Да	Да
Биологические пруды (1440 м <sup>2</sup> ) <sup>2</sup>	Да	Нет	Да

<sup>1</sup> (Внутренняя рециркуляция / (Внутренняя рециркуляция + Водозабор)) \* 100

<sup>2</sup> Минимальная продолжительность использования 9 часов в растительных прудах и максимальная гидравлическая нагрузка 1 л на 48 м<sup>2</sup> растительного пруда; средняя глубина 0,7-0,9 м.

Государственное распоряжение о моделях форелевых хозяйств, которое используется для регулирования потребления корма, процентах азота, фосфора и органических веществ (БПК), основано на опыте использования устройств по очистке сточных вод в пресноводных рыбных фермах, очистных сооружений, а также теоретических соображений (табл. 20\_5.5).

Таблица 20\_5.5 Проценты предполагаемого поглощения (%) в распоряжении «Об образцовых форелевых хозяйствах» по органическим веществам (БПК), общему азоту и общему фосфору (Modeldambrugsbekendtgørelsen, 2002)

	БПК (%)	Общий азот (%)	Общий фосфор (%)
Традиционные пресноводные рыбные хозяйства	20	7	20
Образцовое форелевое хозяйство, тип 1	70	7	55
Образцовое форелевое хозяйство, тип 2	50	15	45
Образцовое форелевое хозяйство, тип 2 без микро сит	45	11	40
Образцовое форелевое хозяйство, тип 3	80	15	65
Образцовое форелевое хозяйство, тип 3 без микро сит	75	11	60

Соотношение между процентом удаления (R) и допустимым потреблением корма (F) определяется по формуле:

$$F_M = ((1 - R_n) / (1 - R_N)) * F_T, \quad (3)$$

где

F<sub>M</sub> = допустимое количество корма для образцового форелевого хозяйства

F<sub>T</sub> = допустимое количество корма в соответствии с распоряжением «О форелевых хозяйствах» (Dambrugsbekendtgørelsen, 1989) (т.е. до реорганизации рыбной фермы в образцовое форелевое

хозяйство)

$R_p$  = процент поглощения БПК, азота и фосфора, соответственно, для традиционного форелевого хозяйства

$R_N$  = процент поглощения БПК, азота и фосфора, соответственно, для образцового форелевого хозяйства.

Допустимое количество корма регулируется на основе самого низкого из процентов удаления для БПК, азота и фосфора, соответственно.

Для обеспечения систематического документирования эффективности очистки в течение двух лет проводилась комплексная программа мониторинга, для восьми образцовых форелевых хозяйств Типа 3, которые были недавно реорганизованы из традиционных пресноводных форелевых хозяйств.

Тщательно документировались баланс и потери питательных веществ, органических и взвешенных веществ, проценты удаления и потери на кг произведенной рыбы, эффективность различных устройств очистки воды (Svendson et al., 2008). В ходе двухлетнего периода исследования, восемь образцовых хозяйств-участников получили разрешение на количество корма более чем в два раза превосходящее предлагаемое Dambrugsbekendtgørelsen (1989), что связано с использованием предполагаемого процента удаления фосфора. Если бы эти хозяйства регулировались предполагаемым процентом удаления азота, эти модели хозяйств получили бы только около 40-50% дополнительного разрешения по сравнению с традиционными рыбными фермами. Тем не менее, дополнительные разрешения на корма в размере 40-50% были расценены рыбоводами как недостаточные для согласия на риск инвестиций в реорганизацию своей рыбной фермы. Результаты периода мониторинга было предложено внедрять для управления образцовыми хозяйствами.

Образцовое форелевое хозяйство может получать дополнительно 10 тонн квоты на корма на каждые 1000 м<sup>2</sup> растительных прудов по сравнению с площадью растительных прудов в обычных хозяйствах. Это дополнение связано с результатами мониторинга, что показало удаление 1 г азота на м<sup>2</sup> биологического пруда в день (0,365 кг N в год) (Fjorback et al., 2003).

### Образцовые форелевые хозяйства 1 типа

Образцовое форелевое хозяйство этого типа это обширные фермы с механической очисткой воды и повторным использованием воды (максимально - 1,25 л воды/сек/т корма/год). В них происходит довольно эффективное внутреннее преобразование питательных веществ, а плотность разведения является относительно низкой. Водоподготовка происходит частично за счет внутренних процессов преобразования, частично через конусы осаждения, микро сита (или контактные фильтры), биологические пруды, и шламовые бассейны. Биофильтры не требуются.



Рисунок 20\_5.7 Образцовое форелевое хозяйство «Bregnholm Mølle» (тип 1) с микро ситами, вставленными в правом углу.

### Форелевое хозяйство 2 типа

Образцовое форелевое хозяйство этого типа это высоко загруженные фермы с механической и биологической очисткой воды, с более низким расходом воды и увеличенным повторным использованием воды по сравнению с образцовыми хозяйствами типа 1. В дополнение к внутреннему преобразованию питательных веществ, очистка воды происходит с помощью иловых конусов, микро сит (самоточных), биофильтров и шламовых бассейнов, но без применения биологических прудов (табл. 6). Тем не менее, ни одно датское форелевое хозяйство не было преобразовано по этому типу, возможно, из-за высокой стоимости конверсии по сравнению с полученным увеличением резерва кормов.

### Форелевое хозяйство 3 типа

Форелевое хозяйство 3 типа представляет собой самый высокий уровень инноваций с низким потреблением свежей водой. Максимальное значение равно 0,15 л воды на входе/сек/т/год или 3600 л на кг произведенной рыбы, но в настоящее время потребление свежей воды в этих образцовых хозяйствах значительно ниже, а степень рециркуляции соответственно увеличена. Таким образом, потребление воды примерно на 15-25 ниже, чем потребление воды в традиционных проточных рыбных фермах. Кроме того, форелевые хозяйства 3 типа имеют самый высокий уровень рециркуляции (95%) и в нем применены самые передовые рециркуляционные технологии при обработке воды.

В общем, в форелевых хозяйствах 3 типа используются устройства, описываемые на рис. 20\_5.8.



Рисунок 20\_5.8 Образцовое форелевое хозяйство Kongeaens (тип 3). Производственные подразделения включают в себя три секции, каждая из которых состоит из двух бетонных дорожек с микро ситами (размер ячейки 74 мкм) перед секцией биофильтра (на переднем плане). Слева расположены биологические пруды, состоящие из бывших земляных прудов и впускных и выпускных каналов (Svendson et al., 2008).

В работающих образцовых хозяйствах 3 типа, новая вода подается из верхних водохранилищ грунтовых вод (т.е. из скважины (а), источника, или трубопровода под или рядом с заводом). Это означает, что эти хозяйства, в принципе, являются полностью независимыми от водоснабжения водотока, и не требуют наличия плотин и дамб. Таким образом, они не оказывают никакого влияния на прохождение дикой фауны через рыбное хозяйство.

### Пруды в виде бетонных резервуаров

Типичный дорожки имеют глубину 1-1,5 м и разделены на секции, каждая из которых оснащена иловыми конусами и системами аэрации и разделенными сетками (рис. 20\_5.9).



Рисунок 20\_5.9 Стандартные производственные линии в форелевом хозяйстве «Hallundbæk».

### *Эрлифты*

У воздушных насосов (также называются эрлифтами) есть две функции: поднять воду на несколько сантиметров, чтобы побудить движение воды под действием силы тяжести или одновременно освежить/дегазировать воду. Был проведен мониторинг внутреннего расхода воды и скорости потока в каналах форелевых рыбоводных хозяйств 3 типа. Расход составил 400-700 л/с, а скорость, примерно  $0,06-0,10 \text{ мс}^{-1}$  (Svendsen et al., 2008).

Воздушный насос состоит из водоема/углубления, снабженного перегородкой. На одной стороне (справа на рис. 20\_5.9) имеется несколько диффузоров, которые вводят под давлением атмосферный воздух через компрессоры. Движущей силой в эрлифте является разница в удельном весе между водным участком и воздушно-водным. Количество воздуха нагнетаемое в систему определяется требуемым расходом воды и кислорода (Lokalenergi, 2008). Основное преимущество эрлифта является его способность перемещать большие объемы воды при относительно низком расположении рабочего органа (Lokalenergi, 2008).

### *Шламовые конусы, микро сита и шламовые бассейны*

Целью шламовых уловителей/конусов в задней нижней части каждой секции каналов является удаления твердых частиц. Шламовые ловушки быстро удаляют крупные частицы (фекалии, избыток корма и т.д.), тогда как микро сита с размером ячеек  $\sim 70 \text{ мкм}$  являются более эффективными при удалении мелких частиц. Микро сита обычно помещаются в конце каждой производственной единицы как раз перед биофильтрами. Микро сита могут быть установлены в качестве дополнения к шламо-уловителям

Опыт использования шламовых конусов указывает на важность их регулярного опорожнения (по крайней мере два раза в неделю или более, прежде чем они заполняются) для оптимизации удержания питательных и органических веществ и уменьшения утечки растворенных питательных и органических веществ и ресуспендированных мелких частиц (Svendsen et al., 2008). Процесс опорожнения должен быть очень коротким, чтобы уменьшить количество потерь воды в шламовых бассейнах. Это может быть выполнено автоматически (с помощью компьютерного управления) через определенные промежутки времени с фиксированным коротким периодом времени или это может осуществляться в зависимости от фиксированной степени заполнения шламовых конусов. Эффективное удаление органических веществ при механической фильтрации необходимо для должного функционирования биофильтров.

Шлам перекачивается в бассейны/резервуары для отстаивания/хранения отложений и очистки оставшиеся осадочной воды (рис. 20\_5.10). Долгое время удерживания в шламовых бассейнах

позволяет более эффективно оседать частицам, что уменьшает количество питательных и органических веществ, которые возвращаются с «очищенной от шлама водой» из шламовых бассейнов.



Рисунок 20\_5.10 Из шламовых конусов, шлам поступает в бассейны/емкости для твердых частиц. Слева, образцовое форелевое хозяйство «Ejstrupholm» (Фото Alfred Jokumsen); справа образцовое форелевое хозяйство «Løjstrup».

При добавлении осадителя (полиалюминийхлорид или ферро-железо), большая часть растворенного фосфора может осесть в иловых бассейнах, тем самым снижая выбросы фосфора из растительных прудов. Кроме того, удаление соединений азота может быть улучшено путем пропускания осадочной воды через биофильтр, прежде чем она попадет в биологический пруд (Svendsen et al., 2008). В биологических прудах происходят окончательные процессы природного удаления и переработки. Осадок транспортируется в качестве сельскохозяйственных удобрений или для производства биогаза.

### **Биофильтры**

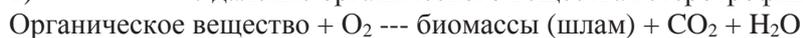
Основной целью биологической фильтрации является удаление растворенных веществ, таких как аммиак и растворенные органические вещества, БПК и мелкие частицы, которые получили прошедших механическую фильтрацию. Биофильтр является средой с большой площадью поверхности контакта. Биофильтр может являться контактным и быть построенным из керамзита или био блоков, которые также могут удалять органические вещества (рис. 20\_5.11). Также существуют жидкие фильтры, такие как подвижные фильтры с большим количеством пластиковых шариков, которые взвешены и вращаются потоком воды и/или путем барботажа воздухом. Поверхность загрузки биофильтра покрыта автотрофной биопленкой и гетеротрофными бактериями, которые питаются питательными веществами, выделяемыми рыбой и растворенными из фекалий. Автотрофные бактерии преобразуют аммиак с использованием кислорода, в то время как гетеротрофные бактерии превращают органические вещества, а также используют кислород. Поэтому достаточные кислородные условия в биофильтрах имеют важное значение для достижения оптимальной производительности.



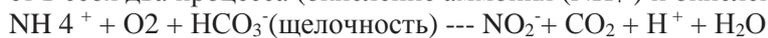
Рисунок 20\_5.11 Биофильтры разделены на секции из био блоков на образцовом форелевом хозяйстве «Ejstrupholm» (тип 3). Справа от биофильтров находится охрa устройство для аэрации отведенных грунтовых вод и осадков из охры до попадания вода в производственные узлы.

В принципе, в биофильтрах происходят два биологических процесса. Оба процесса являются аэробными и поэтому требуют достаточного количества кислорода:

1) Удаление органического вещества гетеротрофными бактериями:



2) Удаление аммиака автотрофными бактериями путем нитрификации; это включает в себя два процесса (окисление аммония ( $\text{NH}_4^+$ ) и окисление нитрита ( $\text{NO}_2^-$ ):



Использование неорганического углерода для роста бактерий требует больше энергии, чем при использовании органического углерода. Таким образом, требуется гораздо больше времени, чтобы активировать автотрофный биофильтр (4-6 недели) по сравнению с гетеротрофным биофильтром (несколько дней). Так как гетеротрофные бактерии растут гораздо быстрее, чем автотрофные бактерии, то при наличии достаточного количества органического углерода на биофильтре можно вырастить толстое покрытие из гетеротрофных бактерий (Janning, 2010). Учитывая тот факт, что оба процесса потребляют кислород, оптимальная производительность биофильтров является зависимой от количества кислорода.

Процесс нитрификации является затратным, и выделяет кислоту. Кроме того,  $\text{CO}_2$  получают путем гетеротрофной конверсии органического вещества, что приводит к падению pH. Соответственно, для стабилизации pH необходимо добавление щелочи (например,  $\text{NaHCO}_3$ ). Щелочность, pH, температура воды, концентрация кислорода, содержание питательных соединений и органических веществ должны контролироваться на ежедневной основе в целях оптимизации нитрификации и трансформации органического вещества в биофильтре.

Регулярная промывка биофильтра важна для оптимизации нитрификации. Промывка главным образом удаляет кислородо-поглощающие гетеротрофные бактерии, которые могут замедлить процесс нитрификации, и другие частицы, которые уменьшают проток через биофильтр. Про-

мывка помогает поддерживать оптимальный баланс между этими двумя группами бактерий. Кроме того, за счет уменьшения количества твердых частиц, поступающих в биофильтр, может быть уменьшена частота промывки. Опыт восьми образцовых форелевых хозяйств показал, что промывка должна проводиться как минимум один раз в неделю, но только на короткий период времени, используя минимальное количество воды (Svendsen et al., 2008). Для подвижных фильтров, нет очевидной необходимости для промывки, но достаточность кислорода имеет решающее значение для достижения оптимальной производительности фильтра.

Применение антибиотиков и терапевтических агентов может временно снизить эффективность биофильтра, но биопленки являются устойчивыми и они могут пережить процедуры очистки и дезинфекции. Тем не менее, эффект от этих химических соединений на процессы в биофильтре, необходимо изучить более подробно. Однако конструкция некоторых типовых ферм позволяет воде протекать в обход биофильтра в периоды лечения.

### Растительные пруды

Биологические пруды состоят из старых взаимосвязанных земляных прудов и каналов, где растут различные дикие растения (рис. 20\_5.12). В этих прудах, резервуары и каналы должны быть подключены как извилистые протоки и избыток воды из производственных блоков и шламовых бассейнов должен попадать вверх по течению, насколько это возможно в пруде, чтобы гарантировать, что весь объем растительного пруда участвует в химическом и физическом удалении и трансформационных процессах.



Рисунок 20\_5.12 Биологические пруды образцового хозяйства в Ejstrupholm

Биологические пруды важны для переработки нитрата в  $N_2$ ; деградации БПК; накопленного органического вещества, частиц фосфора, азота и взвешенных веществ, а также для поглощения растворенного азота и фосфора растительной биомассой. Тем не менее, биологические пруды не эффективны при преобразовании аммиака в нитрат. Благодаря переработке органических веществ, анаэробные условия часто встречаются в нижней части и вблизи нижних областей в прудах и таким образом способствуют денитрификации, то есть превращению нитратов в газообразный азот при потреблении органического вещества в соответствии со следующей схемой:

Органическое вещество +  $NO_3^- + H^+$  ---  $CO_2 + N_2 + H_2O$

на следующих этапах:  $NO_3^-$  ---  $NO_2^-$  ---  $NO$  ---  $N_2$ .

Кроме того, время пребывания производственной воды в прудах важно для удаления питатель-

ных веществ и разрушения органических веществ.

Свендсен и др. (2008) сообщили, что часть воды в растительных прудах совместно с растворенными питательными и органическими веществами может проникать на дно прудов и земляных каналов, чтобы достичь зоны аэрации ниже. Часть проникающей воды может просачиваться дальше в грунтовые воды, некоторая часть может в последующем попасть в поверхностные воды, а некоторая часть в скважины и канализацию в качестве свежей воды для рыбного хозяйства, что в определенной степени может повлиять на общую эффективность очистки образцовых хозяйств (Svendesen et al., 2008). Предполагается, что большая часть инфильтрирующих питательных и органических веществ перерабатываются, связываются и, следовательно, удерживаются или возвращаются в рыбное хозяйство в составе новой воды. Тем не менее, с течением времени донное просачивание в биологических прудах, вероятно, снижается из-за засорения.

### Экологические преимущества образцовых форелевых хозяйств

Сниженный и стабильный водозабор, который характеризует образцовые форелевые хозяйства, является благоприятным для окружающей среды, но он имеет свои преимущества и недостатки при управлении хозяйством (таблица 20\_5.6).

Таблица 20\_5.6 Преимущества и недостатки для проточной воды и рыбного хозяйства при сниженном потреблении воды на ферме, в том числе частичном или полном удалении плотин и дамб с водотоков.

Водоток	Рыбное хозяйство
<p><b>Преимущества:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Свободный проток воды вверх/вниз по течению и естественные изменения в потоке воды в водоеме при содействии байпасных протоков</li> <li>Отсутствие или снижение эффектов запруживания</li> <li>Свободный проход фауны</li> <li>Снижение количества выделяемых питательных и органических веществ на кг произведенной рыбы</li> <li>Снижение количества лекарственных и терапевтических средств и снижение их максимальной концентрации</li> <li>Улучшение кислородных условий ниже по течению от рыбного хозяйства</li> <li>Снижение проходов фауны из водотоков в рыбное хозяйство</li> </ul> <p><b>Недостатки:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Отсутствуют</li> </ul>	<p><b>Преимущества:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Стабильные условия производства</li> <li>Незначительные изменения в качестве воды</li> <li>Повышение эффективности очистки воды</li> <li>Использование воды из скважин приводит к уменьшению количества сезонных колебаний температуры</li> <li>Улучшенный контроль управления и производства</li> <li>Сокращение риска внешнего заражения патогенными микроорганизмами</li> <li>Сокращение потребности в медикаментах и терапевтических процедурах</li> <li>Улучшенная рабочая среда</li> </ul> <p><b>Недостатки:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Высокое потребление энергии на кг рыбы</li> <li>Повышение выделений CO<sub>2</sub></li> <li>Риск токсичных уровней аммиака и риск ухудшения вкуса рыбы</li> <li>Повышенная потребность надзора и управления</li> <li>Повышенная потребность в резервных системах: Электричество, кислород, насосы и т.д.</li> </ul>

Исследования образцовых форелевых хозяйств показали значительное снижение выбросов питательных веществ и органических веществ в реках и ручьях, связанных с производством по сравнению с разрядами от традиционных датских форелевых ферм (табл. 20\_5.7).

Таблица 20\_5.7 Сбросы N, P и БПК за 2006-2007 годы (кг/т произведенной рыба) от восьми интенсивно контролируемых образцовых форелевых хозяйств 3 типа по сравнению со сбросами из датских пресноводных рыбных хозяйств в 2006 году

Кг/т рыба	Традиционные фермы в 2006 году	Обр. фермы 3 типа 2006-2007	Обр.фермы в % от традиционных ферм
Всего N	31,2	20	64
Всего P	2,9	1,1	38
БПК	93,6	5,6	6

Регистрация измерений показала, что удельный расход (кг/т рыбы) азота (N), фосфор (P), и органическое веществ (в расчете на БПК) из Образцовых хозяйств составил 64, 38 и 6%, соответственно, от расчетного сброса из традиционных датских пресноводных форелевых хозяйств (табл. 9) (Svendson et al., 2008).

### ОРГАНИЧЕСКИЕ ХОЗЯЙСТВА

Целью органических хозяйств является создание более этичной методики устойчивого производства с использованием местных ресурсов и природных процессов, которые помогают поддерживать естественный цикл (т.е. поддерживать баланс в природе). Органическое разведение радужной форели в Дании было начато в 2001 году, а в 2004 году национальный прикладной кодекс вступил в силу через постановления правительства. На рисунке 20\_5.13 показано одно из датских органических форелевых хозяйств-пионеров.



Рисунок 20\_5.13 Органическое форелевое хозяйство «Skraavad Mølle», Хобро, Дания.

В дополнение к удовлетворению регламента «Dambrugsbekendtgørelsen» (1989) и более 10 других норм и правил, органический прикладной кодекс включает в себя конкретные требования к содержанию кислорода, pH, азота (ежедневные/еженедельные измерения), ветеринарный контроль, лечение антибиотиками (один раз в течение жизни органической рыбы), и список «хороших» химических добавок. Соответственно, использование формальдегида, хлорамина-Т, и сульфата меди не допускаются. Используется только LT-тип рыбной муки; не используются рыбные субпродукты из-за содержания фосфора в них и потому, что их использование противоречит «Dambrugsbekendtgørelsen» и датским экологическим законам (Jokumsen et al., 2006b). Кроме того, в корме должны отсутствовать ГМО-ингредиенты и этоксиквин для их более длительного хранения.

Первая датская форель с датским красным органическим символом Ø на этикетке была произведена в соответствии с национальными требованиями и введена на рынок в 2005 году (Jokumsen et al., 2006b). Нынешний годовой объем производства органического радужной форели в Дании составляет около 300 т (Larsen, 2009).

Органическое рыбоводство было введено в нескольких европейских странах с 1990 года в соответствии с конкретными национальными прикладными кодексами (например, Soil Association (Великобритания), Naturland (Германия), KRAV (Швеция), и Debio (Норвегия)) (Jokumsen et al., 2006b). Различные правила регулирования минимальных уровней для органической аквакультуры усложнили прозрачность выбора продукта потребителем и создали искаженную конкуренцию между производителями. Таким образом, Международная федерация движения за органическое земледелие (IFOAM) (региональная группа ЕС) согласилась на компромисс для общих правовых критериев минимальных условий для органической аквакультуры во всех странах-членах ЕС. Документ вступил в силу 1 июля 2010 года. Это постановление ЕС заменит национальные правила, с переходным периодом в 4-5 лет, что зависит от размера производства. Это новое положение ЕС будет иметь различные последствия для существующих и планируемых датских органических форелевых хозяйств. Например, использование замкнутых систем рециркуляции будет разрешено только для рыбопитомников и производства мальков. Для развивающихся органических производств, будет разрешен ряд открытых потоковых систем с повторным использованием воды (например, типы 1 и 3 образцовых форелевых хозяйств). Использование возобновляемых источников энергии рекомендуется там, где это адекватно, но это требование не обязательно. Основные правила нового регулирования ЕС сведены в таблице 20\_5.8, с акцентом на радужную форель.

Таблица 20\_5.8 Основные правила регулирования ЕС для органического производства пресноводных радужной форели.

ВОПРОС	РЕГУЛИРОВАНИЕ
Параллельное органическое / традиционное производство	Физическое разделение и отдельное водоснабжение
Внедрение обычной рыбы для органического производства	1. Для молоди, минимум 2/3 жизненного цикла в соответствии с органическим регулированием 2. Использование для разведения после 3 месяцев в зависимости от органического регулирования 3. Начиная с 2015 г., все мальки должны быть органическими (то есть, из органического маточного стада)
Проточные/рециркуляционные системы	1. Закрытые системы рециркуляции не допускаются. 2. Рециркуляция (включая нагрев/охлаждение) может быть использованы при инкубации и для производства мальков
Аэрация/оксигенации	1. Допускаются только механические аэраторы и предпочтительно они запитаны от возобновляемых источников энергии 2. Чистый кислород допускается только в критических ситуациях, чтобы обеспечить благосостояние рыбы
Кормовой пигмент	- Астаксантин из природных источников разрешается в пределах физиологических требований рыбы
Плотность рыбы	- Максимум 25 кг/м <sup>3</sup>
Консультации ветеринара	- Минимум одно медицинское обслуживание в год
Лечение	1. Два лечения/год для жизненных циклов > 1 года 2. Не более одной обработки для жизненных циклов <1 года
Противопаразитарная обработка	1. Два лечения/год 2. Не более одной обработки для жизненных циклов <18 месяцев
Переходный период для вступления в силу регулирований ЕС	1. 1 июля 2013 2. 1 июля 2015 для ферм по производству <200 т / год

## ПРАВИЛА ПРЕСНОВОДНОЙ АКВАКУЛЬТУРЫ В ДАНИИ

Производство пресноводной форели в Дании регулируется различными правилами в отношении воздействия на окружающую среду, квоты кормления, использования водных ресурсов и т. д.. В таблице 20\_5.9 перечислены некоторые из действующих правил и принципов, которые регулируют производство пресноводной форели в Дании.

Таблица 20\_5.9. Основные положения и принципы пресноводной аквакультуры в Дании, (Dambrugsbekendtgørelsen, 1989, 1998; Model Dambrugsbekendtgørelsen, 2002)

	Традиционн.	Образц.1	Образц.3
Водозабор / проход; Минимальный % потока воды (Q <sub>mm</sub> ) <sup>1</sup> в ходе воды, которая должна пройти через хозяйство	50%		
Макс. использование воды; л/сек/100 тонн корма/год	-	125	15
Хорошие экологич. состояние окр. среды ниже по течению от фермы, в том числе животного мира прохождения	Да		
Входная сетка, макс. размер сетки, на выходе, мм Выходная сетка, макс. размер сетки, на выходе, мм	6 10		
Насыщение кислородом на выходе, минимальное, %	60	70	70
Максимальный перепад от входа к выходу (рассчитывается от Q <sub>mm</sub> ) <sup>2</sup> :			
БПК, мг/л	1		
Взвешенные вещества, мг/л	3		
Общее содержание фосфора, мг/л	0.05		
Аммиак-N, мг/л	0,4		
Общий азот, мг/л	0,6		
Критерии качества воды WQC (Содерж.-выход - Содерж.-вход): макс значения <sup>3</sup> :			
Бензокаин, мкг/л	7,2		
Хлорамин-Т, г/л	5,8		
хлорбутанол, г/л	130		
Медь, мкг/л	1 доб. (верхний предел 12) <sup>4,5</sup>		
Формальдегид, мкг/л	9,2 доб. <sup>2</sup>		
Перекись водорода, мкг/л	10 доб. <sup>2</sup>		
Йод, мкг/л	10 доб. <sup>2</sup>		
Перманганат калия, мкг/л	0,84		
Амоксициллин, мкг/л	0,078		
Флюороглуцин, г/л	1,2		
Окситетрациклина, г/л	10		
Оксолиновая кислота, мкг/л	15		
Сульфадиазин, г/л	4,6		
Триметоприм, мкг/л	100		
Здоровые условия и медицинские осмотры	Да		
Контроль уход рыбы и хищников; наличие сетей и решеток	Да		
FCR (кормовой коэффициент)	Максимально 1.0		
Фильтр мелких частиц	Да	Да	Да
Биофильтр	Нет	Нет	Да
Растительный пруд	Нет	Да	Да

<sup>1</sup> Q<sub>mm</sub> = средний минимальный значение потока воды = средние за год от самых низких дневных значений потока типичных по меньшей мере для 20-летнего периода

<sup>2</sup> Увеличение концентрации при ведении традиционного форелевого хозяйства на основе фактического Q<sub>mm</sub>. Для образцовых форелевых хозяйств эти значения были увеличены, чтобы полностью или частично компенсировать снижение потребления воды и для более низкого количества выбросов в водотоки.

<sup>3</sup> Данные являются максимальными среднегодовыми значениями, которые учитывают статистическую неопределенность (например, на практике индивидуальные различия концентрации должна быть несколько ниже, чем WQC чтобы соответствовать экологическим нормам) (Svendsen et al., 2008).

<sup>4</sup> Добавочно (доб.) к фоновой концентрации

<sup>5</sup> Концентрация растворенного металла

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- Bregnballe, F. and Jokumsen, A. (1985): Opdræt af store regnbueørreder i saltvand – Specielt i kølevand. Meddelelse fra Forsøgdambruget no. 72. (In Danish).
- Bruun, M.S., Pedersen L.-F., Dalsgaard I., Pedersen P. B. and Sortkjær O. (2007): The fate of chemical additives and antimicrobial agents applied in Danish freshwater fish farms. *World Aquaculture*, March 2007 pp. 57–61.
- By- og Landskabsstyrelsen [Danish Agency for Spatial and Environmental Planning] (2009): Punktkilder 2007, Miljøministeriet 115 sider. [www.blst.dk/NR/rdonlyres/CBCB6E2F-D00E-418F-805C-3F6E54BA90DD/0/Punktkilderrapport\\_.pdf](http://www.blst.dk/NR/rdonlyres/CBCB6E2F-D00E-418F-805C-3F6E54BA90DD/0/Punktkilderrapport_.pdf).
- Dambrugsbekendtgørelsen (1989/revi2006): Bekendtgørelse om ferskvandsdambrug. BEK nr. 1325 af 20/11/2006. Miljø- og Energiministeriet. Internet: <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=12998>.
- Dambrugsudvalget (2002): Rapport vedr. dambrugserhvervets udviklingsmuligheder. Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri [Ministry of Food, Agriculture and Fisheries].
- Dansk Akvakultur (2007): Udredning af de kommercielle og tekniske muligheder for at opdrætte ørreder i Fuldt Recirkulerede Akvakulturanlæg (FREA).
- Dansk Akvakultur (2008): Drift og fiskesygdomme i modeldambrug – Master Management System.
- Dansk Akvakultur (2009): Plan for Grøn Vækst (Januar 2009).
- Environmental Target Act [Miljømålsloven] (2003): Law on environmental Targets concerning water resources and international areas of Protection of Nature. 12 pp. Law no. 1150 from 17/12/2003. <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=12712>.
- Fiskeridirektoratet (2009): <http://webfd.f.dk/stat/bruttoindtjening/brut0906.pdf>.
- Fiskeridirektoratets Akvakulturregister (2009): <http://fd.fvm.dk/Akvakulturstatistik.aspx?ID=24357>.
- Fjorback, C., Larsen, S.E., Skriver, J., Svendsen, L.M., Nielsen, P. and Riis-Vestergaard, J. (2003): Forsøgsprojekt Døstrup Dambrug. Resultater og konklusioner. Danmarks Miljøundersøgelser. 272 s. – Faglig rapport fra DMU nr. 260.
- Fødevarestyrelsen (2009): [www.foedevarestyrelsen.dk/Dyresundhed/Fisk\\_og\\_akvakultur/Akvakultur/fvst\\_registre\\_o\\_ver\\_dansk\\_akvakulturbrug/forside.htm](http://www.foedevarestyrelsen.dk/Dyresundhed/Fisk_og_akvakultur/Akvakultur/fvst_registre_o_ver_dansk_akvakulturbrug/forside.htm).
- Friberg, N., Sandin, L., Furse, M.T., Larsen, S.E., Clarke, R.T. and Haase, P. (2006): Comparison of macroinvertebrate sampling methods in Europe. *Hydrobiologia* 566: 365–378.
- Gjedrem, T. (2000): Genetic improvement of cold-water fish species. *Aquaculture Research*, 31, 25-33.
- Gjedrem, T. (2004): *In: Selection and breeding programs in Aquaculture*. Ed.: Trygve Gjedrem. 364 pp Springer, The Netherlands.
- Henriksen, N.H. (2009): Forbrug af medicin og hjælpestoffer i danske dambrug (Pers. Comm.).
- Henryon, M., Jokumsen, A., Berg, P., Lund, I., Bovbjerg Pedersen, P., Olesen, N.J., and Schlierendrecht, W.J. (2002): Genetic variation for growth rate, feed conversion efficiency, and disease resistance exists within farmed populations of rainbow trout. *Aquaculture*, 209, no. 1–4, 59–76.
- Janning, K. (2010): Processes in biofilters (Pers. Comm.).
- Jokumsen, A. (2002): Udredning vedr. vandforbrug ved produktion af regnbueørreder i danske dambrug. DFU-rapport nr. 106-02.
- Jokumsen, A., Lund, I., Henryon, M., Berg, P., Nielsen, T., Madsen, S.B., Jensen, T.F. and Faber, P. (2006a): Avlsprogram for regnbueørred. DFU-rapport nr. 162-06.
- Jokumsen, A. (red.), Larsen, V.J., Dalsgaard, I., Nielsen, H.H., Jessen, P. and Kold, J. (2006b): Vidensyntese om økologisk fiskeopdræt. FØJO rapport nr. 21.
- Larsen, V.J. (2009): Dansk Akvakultur (Pers. Comm.).
- Lokalenergi (2008): Energioptimalt design af dambrug.
- Miljøministeriet [Ministry of the Environment] (2007): Government order no. 1016 (15/8/2007) on environmental quality requirements to water bodies and requirements to discharge of pollutants to water courses, lakes and the sea.
- Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri (2006): En ny fremtid for dansk fiskeri og akvakultur. Regeringens og Dansk Folkepartis Handlingsplan.
- Modeldambrugsbekendtgørelsen (2002): Bekendtgørelse om Modeldambrug, BEK nr 1327 af 20/11/2006. Miljø- og Energiministeriet. Internet: <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=13002>.
- Pedersen, L.-P. (2009): Fate of water borne therapeutic agents and associated effects on nitrifying biofilters in recirculating aquaculture systems (Dissertation in partly fulfilment of the requirements for obtaining the degree of Doctor of Philosophy, DTU Aqua, Technical University of Denmark, April 2009).
- Pedersen, L.-F., Pedersen, P.B., Nielsen, J.L., and Nielsen, P.H. (2010): Long term/low dose formalin exposure to small-scale recirculation aquaculture systems. *Aquaculture Engineering* 42, 1–7.
- Plesner, L.J. (2010): Dansk Akvakultur (Pers. Comm.).
- Sortkjær, O., Pedersen, L.-F., and Ovesen, N. B. (2008): Omsætning af formalin i danske dambrug. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. 126 s. – faglig rapport fra DMU nr. 699.
- Svendsen, L.M., Sortkjær, O., Ovesen, N.B., Skriver, J., Larsen, S.E., Boutrup, S., Pedersen, P. B., Rasmussen, R.S., Dalsgaard, A.J.T., and Suhr, K. (2008): Modeldambrug under forsøgsordningen. Faglig slutrapport for måle- og dokumentationsprojekt for modeldambrug "(in Danish)". DTU Aqua rapport nr.193-08 DTU Aqua, Technical University of Denmark.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 6 (К ГЛАВЕ 20) ПРИМЕРЫ УСТАНОВОК ЗАМКНУТОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ, ПЕРСПЕКТИВНЫХ ДЛЯ АКВАКУЛЬТУРЫ БЕЛАРУСИ

В последние годы в Беларуси активно развивается аквакультура в УЗВ. В рамках Государственных программ, а также в рамках частных и иностранных инвестиций начиная с 1998 г. было реализовано более 13 проектов, по созданию рыбоводных промышленных комплексов на базе УЗВ по выращиванию таких рыб, как осетровые (ЧПУП «Акватория» фермерского хозяйства «Василек» Дзержинского р-на (рисунок 20\_6.1 - 20\_6.2); КСПА «Несвижская» Несвижского р-на; ООО «ТМ» г. Минска; ООО «Ремона» г. Могилева; СП «Санта Бремор» ООО г. Бреста), клариевые (ИООО «Ясельда» Березовского района (рисунок 20\_6.3 - 20\_6.4)), лососевые (УО БГСХА г. Горки (Рисунок 20\_6.5 - 20\_6.6); КПУП «Форелевое хозяйство «Лохва» Быховского р-на; КПУП «Форелевое хозяйство «Высокое» Костюковичского р-на; ОАО «ПМК-83 Водстрой» Бельничского р-на; «Рыбопитомник «Богушевский» УП «Лиозненское ПМС» Лиозненского р-на; ОАО «Рыбхоз «Альба» Несвижского р-на; угревые (фермерское хозяйство «Актам Фиш» Миорского р-на) и др.



Рисунок 20\_6.1 ЧПУП «Акватория» фермерского хозяйства «Василек» Дзержинского р-на. Хозяйство построено в начала 2000-х годов



Рисунок 20\_6.2 ЧПУП «Акватория» фермерского хозяйства «Василек» Дзержинского р-на. . Отличительной особенностью данной УЗВ являются стальные бассейны, с наклонным дном и конусом, для сбора шлама, а также эрлифты для дополнительной циркуляции и аэрации воды

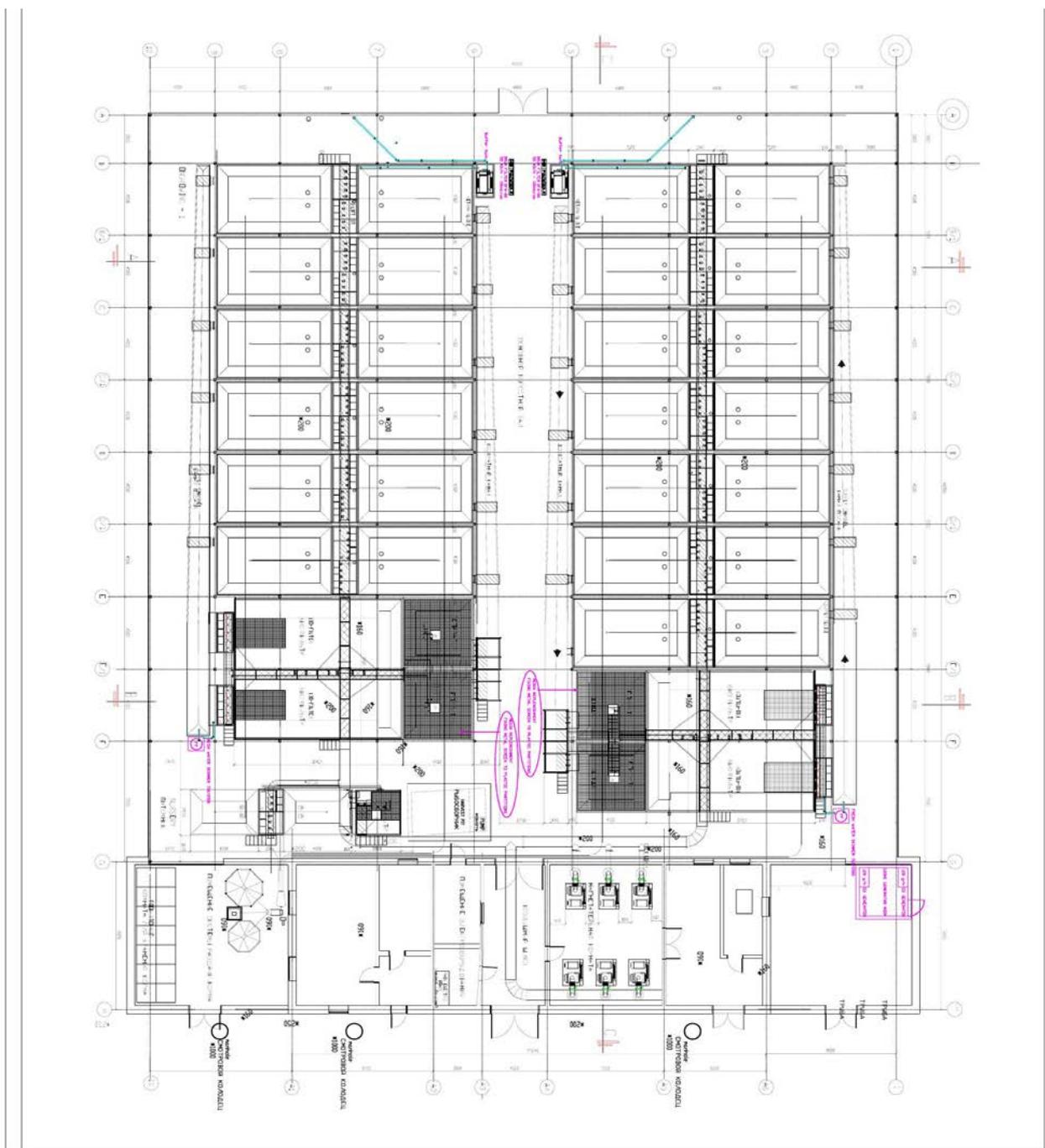


Рисунок 20\_6.3 УЗВ ИООО «Ясельда» Березовского района. Общая схема размещения оборудования

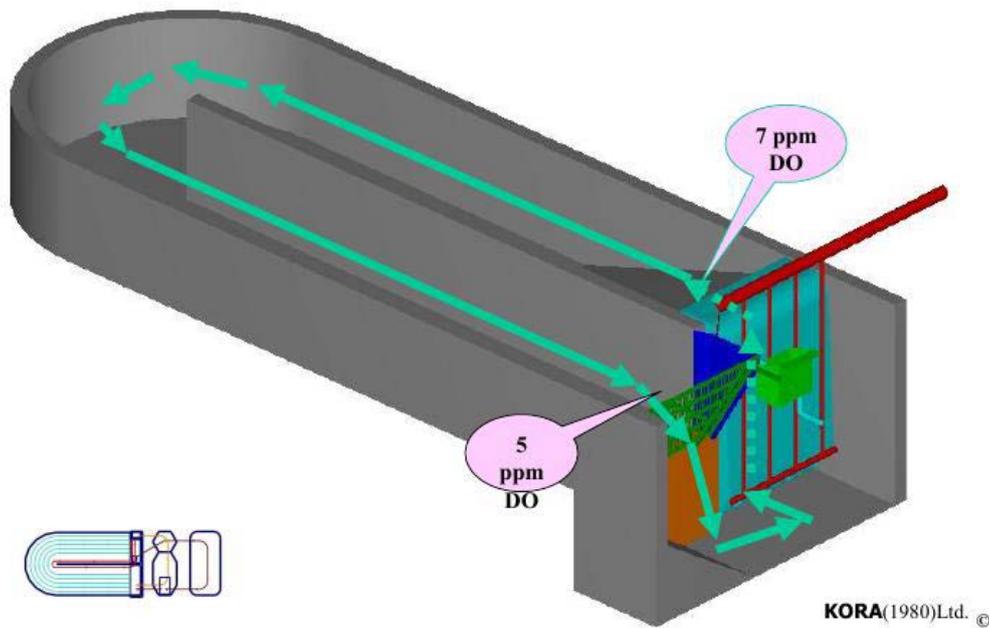


Рисунок 20\_6.4 В основе работы УЗВ ИООО «Ясельда» Березовского района лежит т.н. технология «Мегapotок». Данная система обеспечивает равномерную подачу растворенного кислорода. Вода в бассейн с рыбой подается с такой скоростью, которая является оптимальной для различных возрастных групп и видов рыбы



Рисунок 20\_6.5 Рыбоводный промышленный комплекс УО БГСХА построен в 2012 году на базе кафедры ихтиологии и рыбоводства



Рисунок 20\_6.6 В состав рыбоводного промышленного комплекса УО БГСХА входит четыре модуля: модуль инкубации, модуль выращивания молоди до 5 грамм, два модуля выращивания молоди до 50 грамм

В качестве примера проекта УЗВ с круглыми бассейнами можно рассматривать также предложение от немецкой фирмы Fischtechnik (рисунок 20\_6.7). Которое включает следующее оборудование:

- Круглые бассейны Ø 6 м, высота 1,6 м;
- Круглые бассейны Ø 4 м, высота 1,4 м;
- Круглые бассейны Ø 3 м, высота 1,4 м;
- Механический фильтр / барабанный сетчатый фильтр с насосом обратной промывки, управлением, мостками обслуживания
- Оборудование для биофильтра, включая загрузку, аэратор, 2 воздуходувки, трубы, мостики обслуживания
- Насосное оборудование, насос биофильтра, 2 циркуляционных насоса, 800 м<sup>3</sup>/час, включая поплавковый выключатель и обратные клапана
- Система кислородной аэрации (оксигенации) типа Oxutrans 1600 с узлом дозировки и системой аварийной аэрации
- Ультрафиолетовая дезинфекция, включая шкаф управления и монтажный корпус
- Озоновая дезинфекция
- Техника кормораздачи
- Система управления типа «Bluebox Basic» с архивацией данных и комплектом датчиков
- Система трубопроводов для воды и кислорода
- Теплообменник
- Комплект оборудования для инкубационно-личиночного участка (бассейны, насосы, фильтры)
- Аварийный электрогенератор (ручной пуск)

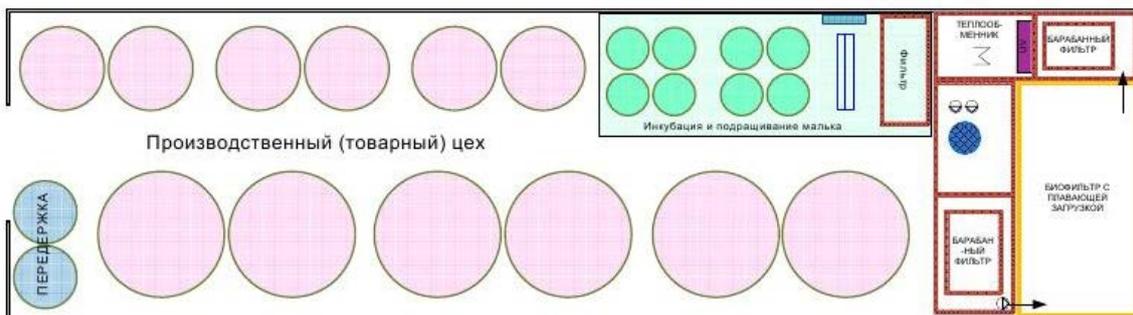


Рисунок 20\_6.7 Проект УЗВ с круглыми бассейнами немецкой фирмы Fischtechnik

Важным моментом при конструировании круглых бассейнов является соотношение диаметра к глубине. Оптимальное соотношение 3:1 (рисунок 20\_6.8). Если это соотношение увеличивается, то возникает вероятность появления т.н. «мертвых зон» или участков с низким содержанием кислорода (рисунок 20\_6.9). Для улучшения циркуляции в круглых бассейнах удобнее использовать вертикальный водослив с равномерным распределением потока воды по всей глубине бассейна (рисунок 20\_6.10). Как правило, в круглых бассейнах твердые вещества оседают в центре бассейна. Вода с такими веществами в объеме 10-20 % идет на сброс, через центральный водослив с дальнейшей очисткой, например через гидроциклон. Остальная вода в объеме 80-90 % идет на дальнейшую механическую и биологическую очистки (рисунок 20\_6.11). Влияние кормления рыбы на качество воды представлено на рисунке 20\_6.12. Влияние рН на уровень высокотоксичного NH<sub>3</sub> представлено на рисунке 20\_6.13.

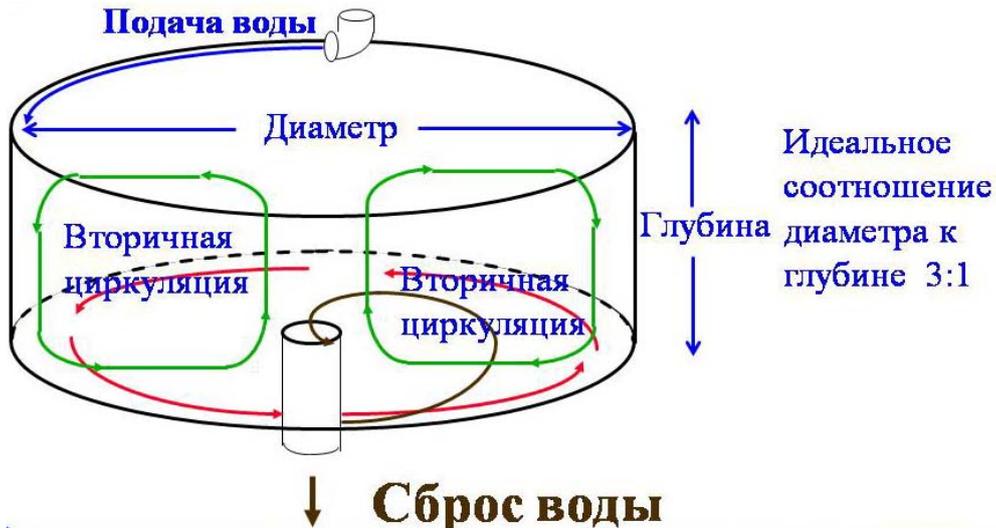


Рисунок 20\_6.8 Циркуляция воды в круглых бассейнах. Соотношение сторон 3:1

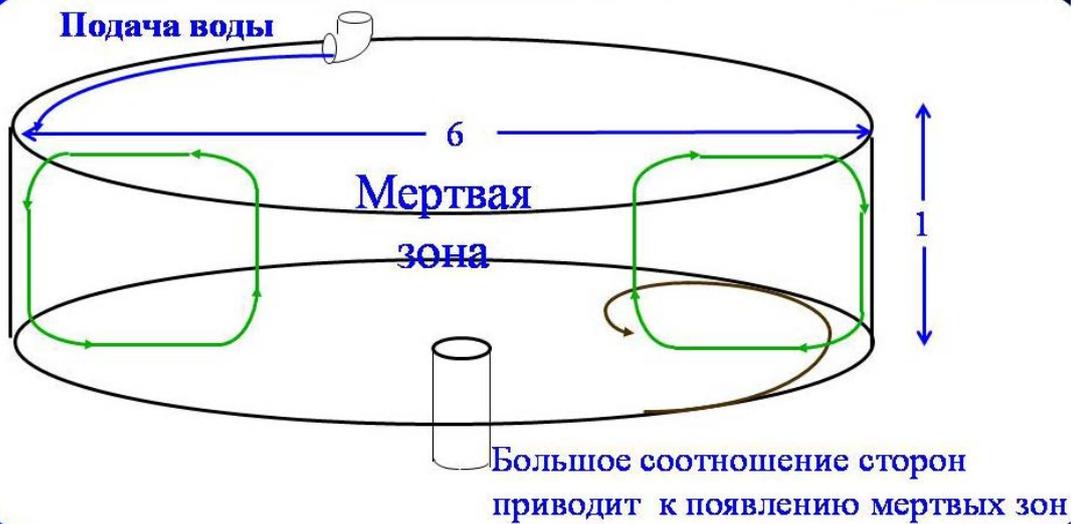


Рисунок 20\_6.9 Циркуляция воды в круглых бассейнах. Соотношение сторон 6:1

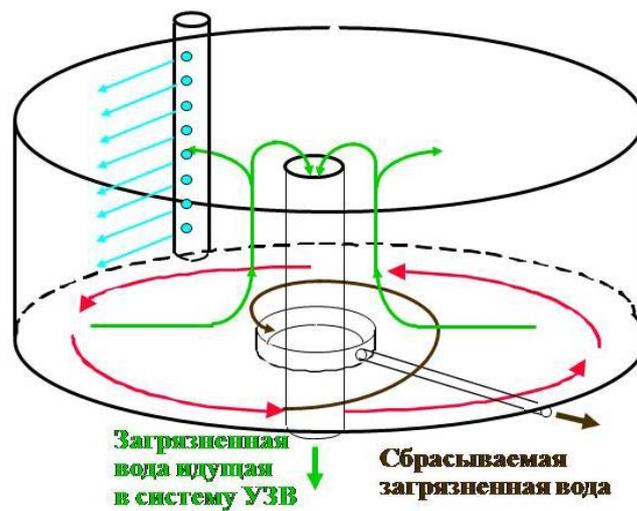


Рисунок 20\_6.10 Вертикальная водоподача и двойной водослив в круглых бассейнах

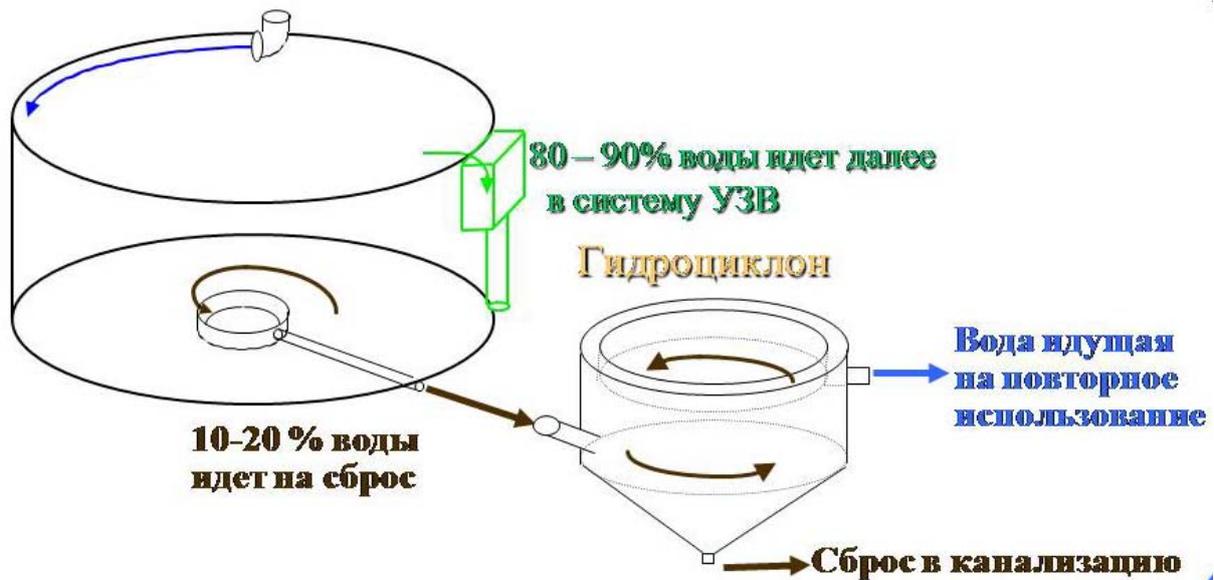


Рисунок 20\_6.11 Центральный слив в круглых бассейнах

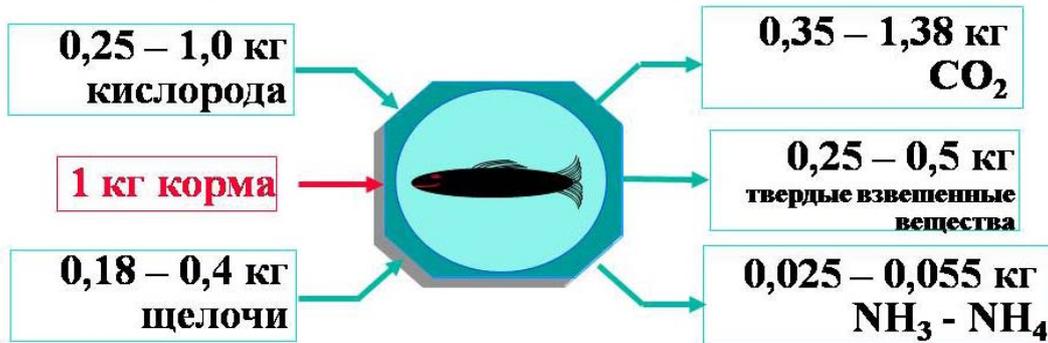


Рисунок 20\_6.12 Влияние кормления рыбы на качество воды

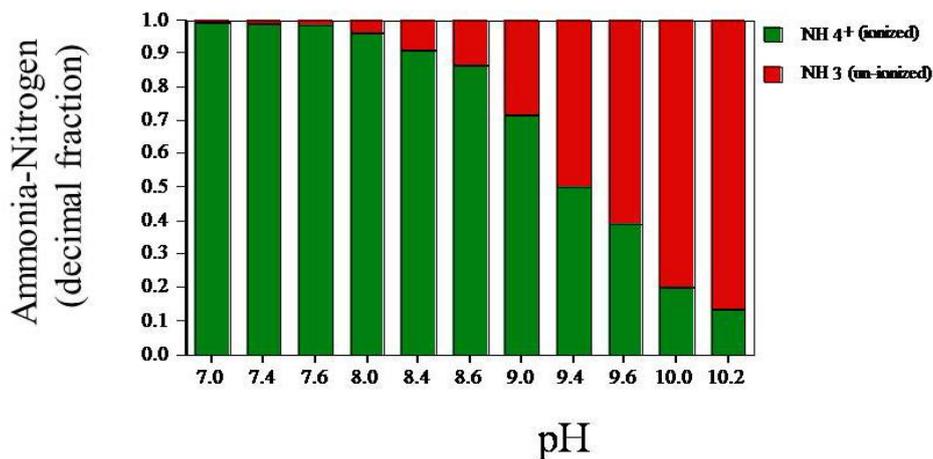


Рисунок 20\_6.13 Влияние pH на уровень высокотоксичного NH<sub>3</sub>

Установки замкнутого водоснабжения, построенные в КПУП «Форелевое хозяйство «Лохва» Быховского р-на, в КПУП «Форелевое хозяйство «Высокое» Костюковичского р-на, в ОАО «ПМК-83 Водстрой» Бельничского р-на, в «Рыбопитомник «Богушевский» УП «Лиозненское ПМС» Лиозненского р-на и в ОАО «Рыбхоз «Альба» Несвижского р-на, основаны на так называемых канальных системах, которые впервые были разработаны в Дании, а затем получили распространение в Германии и Польше.

В качестве вариантов использования бетонных бассейнов прямоугольной формы на рисунках 20\_6.14 - 20\_6.17 приведены различные схемы УЗВ.

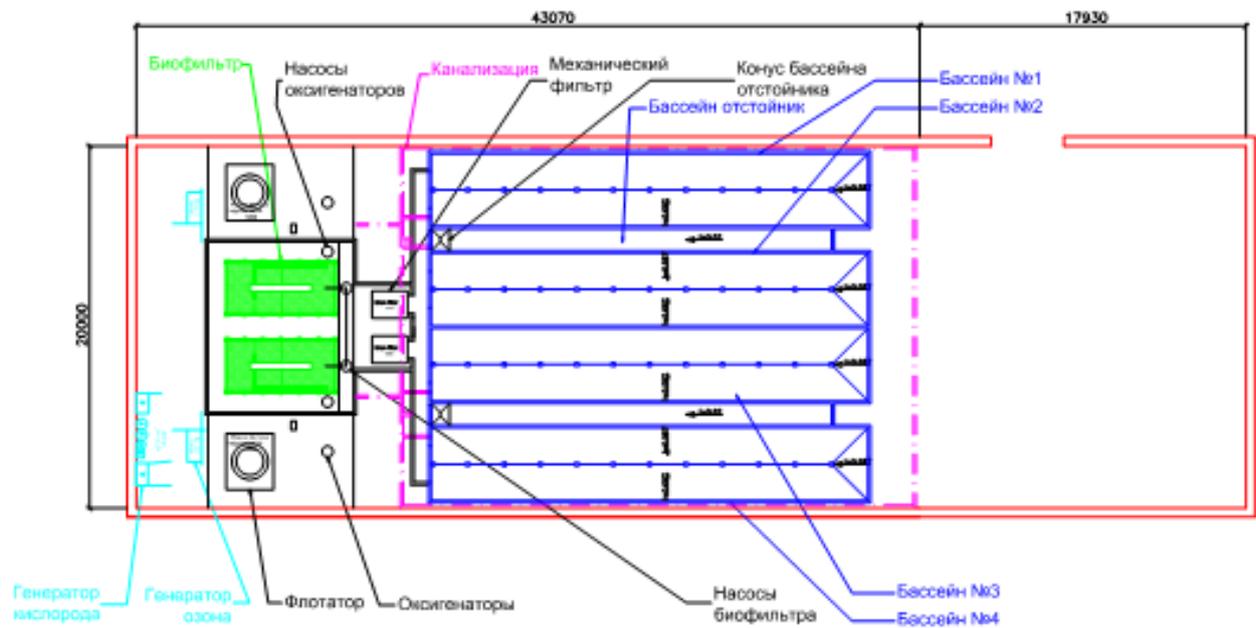


Рисунок 20\_6.14 Схема УЗВ с бетонными прямоугольными бассейнами (вариант 1)



Рисунок 20\_6.15 Схема УЗВ с бетонными прямоугольными бассейнами (вариант 2)



Рисунок 20\_6.16 Схема УЗВ с бетонными прямоугольными бассейнами (вариант 3)



Рисунок 20\_6.17 Схема УЗВ с бетонными прямоугольными бассейнами (вариант 4)

Заслуживает интерес приведенный ниже описание УЗВ для выращивания осетровых рыб, в основе которой лежат также бетонные бассейны прямоугольной формы

План расстановки оборудования

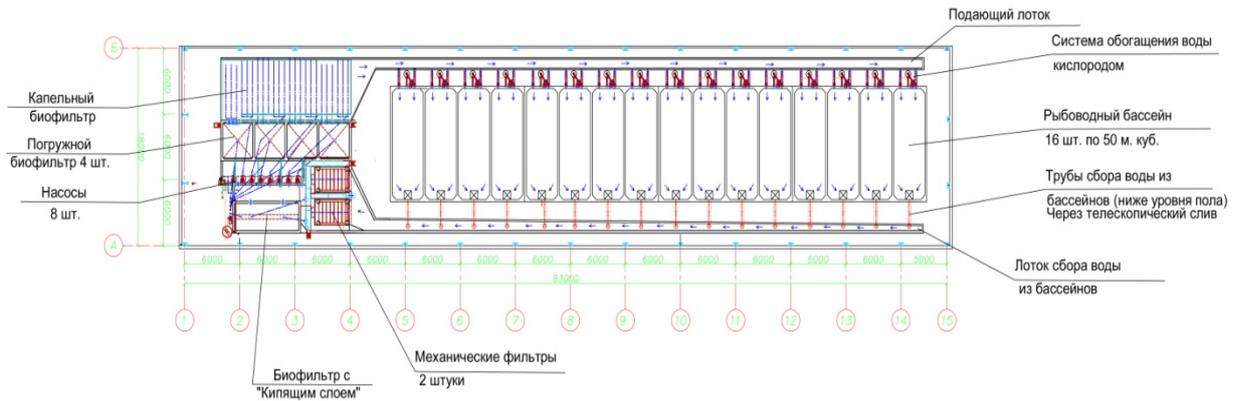


Рисунок 20\_6.18 Схема УЗВ с бетонными прямоугольными бассейнами (вариант 5) для выращивания осетровых

Технологическое оборудование комплекса располагается в здании 18 x 83 метра, площадь здания 1494 м.кв. Высота здания в осях 1-15 может быть 3,0 метра.

Мощность планируемого предприятия:

1. 50 тонн товарной рыбы в год.
2. Содержание ремонтно-маточного стада стерляди в количестве 5 тонн.

В здании установлено одна установка УЗВ.

Состав системы:

1. Рыбоводные бассейны объемом 50 м.куб. каждый – 16 шт. Всего в бассейнах 800 м.куб. воды. 14 бассейнов для выращивания товарной рыбы, 2 бассейна для содержания РМС. Размеры бассейна (в чистоте по воде) 3,4 метра - ширина, 10,1 м.- длина, толщина слоя воды 1,5 метра.



Рисунок 20\_6.19 Рыбоводные бассейны объемом 50 м.куб. каждый – 16 шт. Всего в бассейнах 800 м.куб. воды.



Рисунок 20\_6.20 Размеры бассейна (в чистоте по воде) 3,4 метра - ширина, 10,1 м.- длинна, толщина слоя воды 1,5 метра

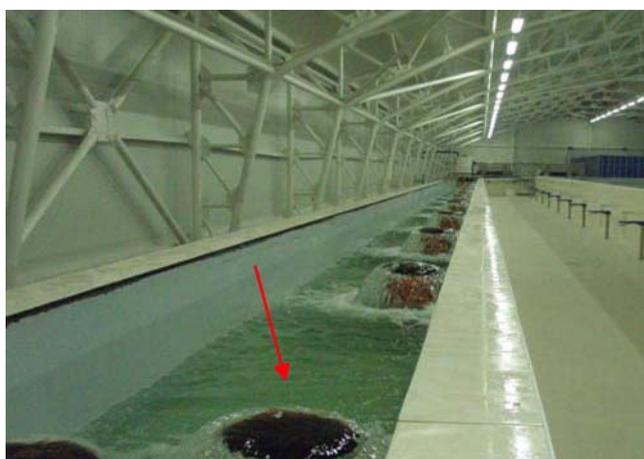


Рисунок 20\_6.21 Лоток сбора воды открытого типа (бетон). Стрелкой указан телескопический слив совместно и контроль уровня воды в бассейне



Рисунок 20\_6.22 Механический фильтр. Стрелкой указан шандорный перелив (в случае аварии)



Рисунок 20\_6.23 Насосы. В системе установлено 8 одинаковых насоса мощностью по 5 кВт каждый. Работают все одновременно



Рисунок 20\_6.24 Биологический фильтр

В системе используется 3 типа фильтров параллельно: погружной, капельный и биофильтр с кипящим слоем. Все биофильтры способны выдержать нагрузку 400 кг корма с сутки. Плотность содержания товарной стерляди до 60 кг на 1 м.куб. Содержание РМС стада стерляди 40-50 кг/м.куб.



Рисунок 20\_6.25 Система насыщения воды кислородом

Кислород получают от 2-х комплектов генераторов кислорода. Каждый бассейн оснащен собственной системой слежения за количеством кислорода в воде.

Из вариантов использования бетонных бассейнов, но овальной формы, на наш взгляд наиболее удачное решение выполнено при конструировании УЗВ, схема и фотографии бассейнов которой, представлен на рисунках 20\_6.26 - 20\_6.28.



Рисунок 20\_6.26 Бетонный бассейн овальной формы



Рисунок 20\_6.27 УЗВ с бетонными бассейнами овальной формы

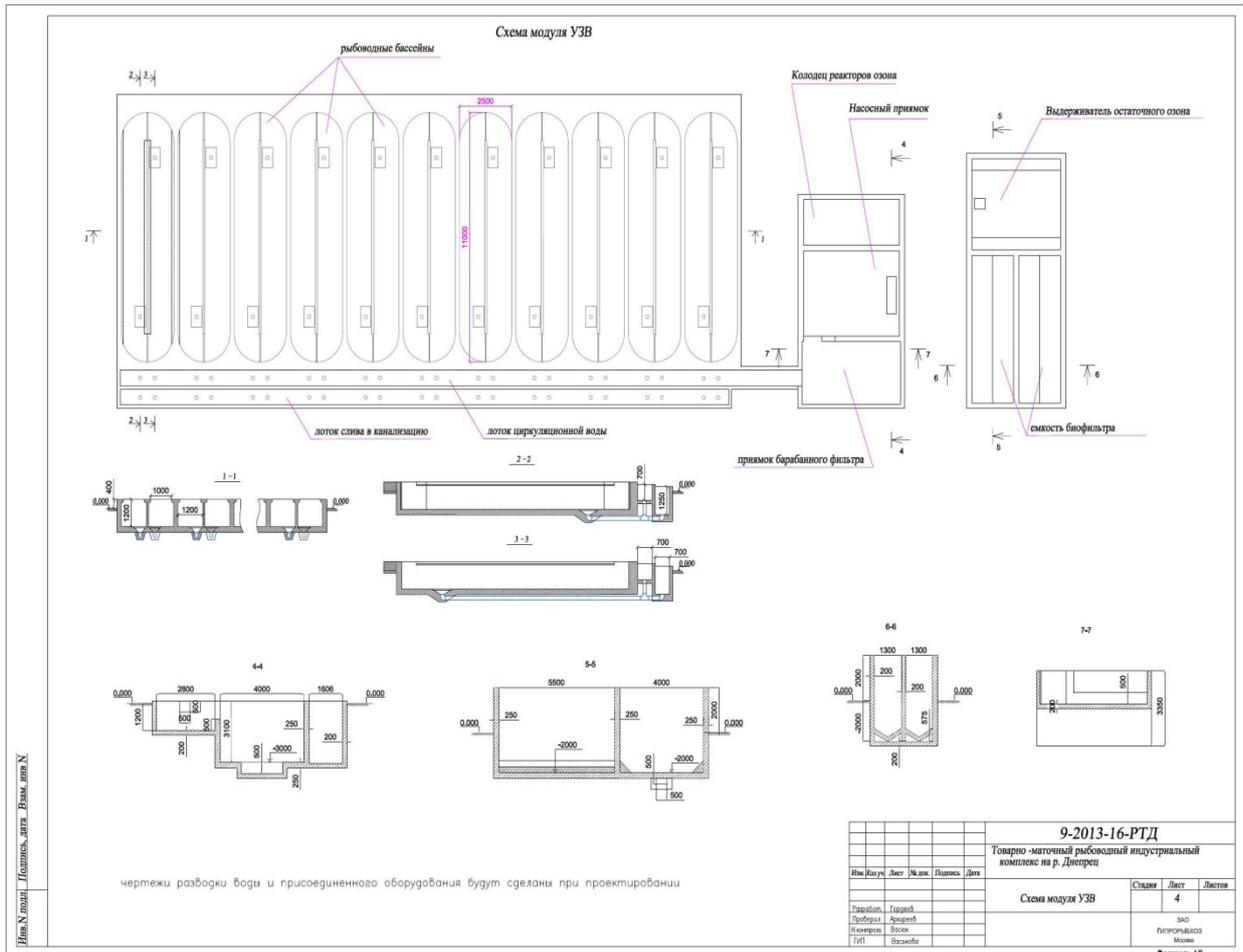


Рисунок 20\_6.28 Схема модуля УЗВ с бетонными бассейнами овальной формы

К числу проектов, заслуживающих внимание, в качестве перспектив развития белорусской аквакультуры, можно выделить следующие:

- проект форелевой УЗВ из Дании на 4 000 тонн (рисунок 20\_6.29 - 20\_6.32);
- адаптированный проект из Дании по модернизации бывшего отстойника из очистных сооружений гордской канализации в УЗВ по выращиванию форели (рисунок 20\_6.33 - 20\_6.35);
- комбинированная (двухэтажная) УЗВ из Чехии: первый уровень – каналные бетонные бассейны для выращивания товарной рыбы, второй уровень – круглые бассейны для выращивания мальков (рисунок 20\_6.36 - 20\_6.37).



Рисунок 20\_6.29 Строительство УЗВ с бетонными бассейнами круглой формы. Проектная мощность фермы – 4000 тонн в год. Максимальная плотность посадки в один большой бассейн – до 500 тонн на бассейн. Danish salmon, Хиртсшальс, Дания



Рисунок 20\_6.30 Монтаж бетонного бассейнами круглой формы. Danish salmon, Хиртсшальс, Дания



Рисунок 20\_6.31 Вид снаружи на производственный бассейн. Danish salmon, Хиртсшальс, Дания



Рисунок 20\_6.32 Вид изнутри на производственный бассейн. Danish salmon, Хиртсшальс, Дания

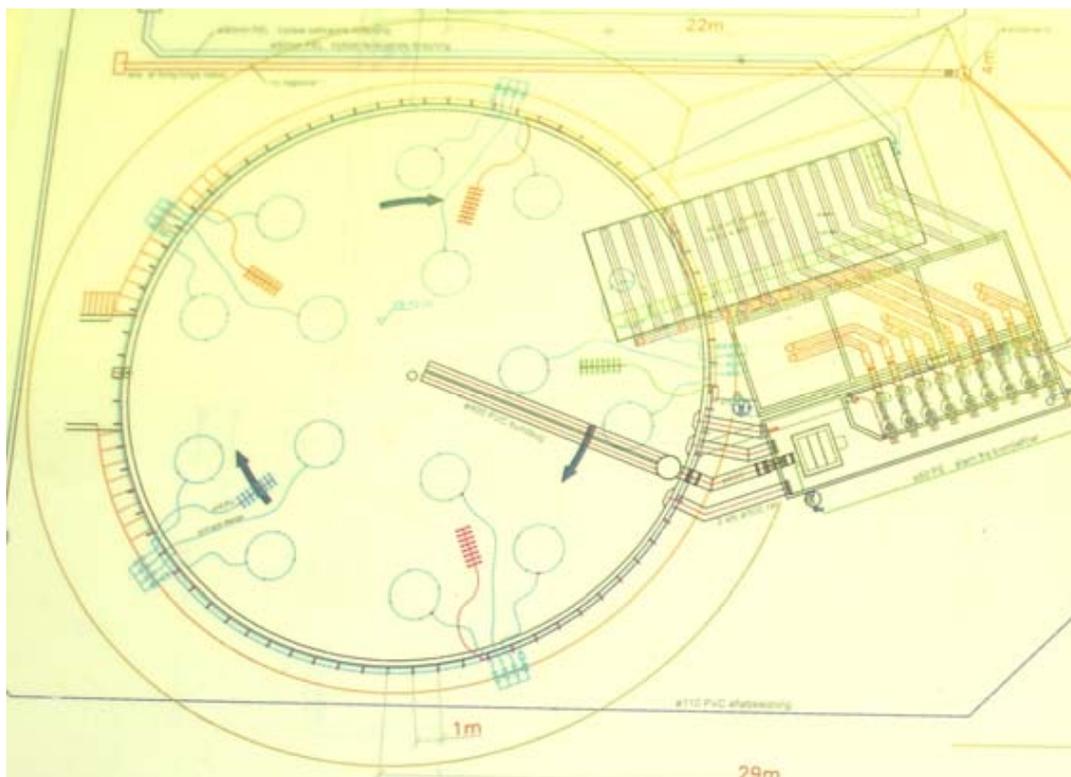


Рисунок 20\_6.33 Адаптированный проект по модернизации бывшего отстойника из очистных сооружений городской канализации в УЗВ по выращиванию форели. Институт водных ресурсов Датского технического университета, Хиртсшальс, Дания



Рисунок 20\_6.34 Модернизированный бассейн форелевой УЗВ. Институт водных ресурсов Датского технического университета, Хиртсшальс, Дания



Рисунок 20\_6.35 Биологический фильтр в виде пристройки к модернизированному бассейну форелевой УЗВ. Институт водных ресурсов Датского технического университета, Хиртсшальс, Дания



Рисунок 20\_6.36 Комбинированная (двухэтажная) УЗВ из Чехии: первый уровень – каналные бетонные бассейны для выращивания товарной рыбы, второй уровень – круглые бассейны для выращивания мальков



Рисунок 20\_6.37 Опора второго уровня на стенки бетонных бассейнов первого уровня

Необходимо отдельно выделить сегмент т.н. мини-УЗВ, предназначенных для выращивания рыбы в подсобных хозяйствах, в целях декоративного рыбоводства, передержки, проведения научных исследований и др.



Рисунок 20\_6.38 Исследовательская мини-УЗВ факультета рыболовства и охраны вод Южно-чешского университета (Чехия)

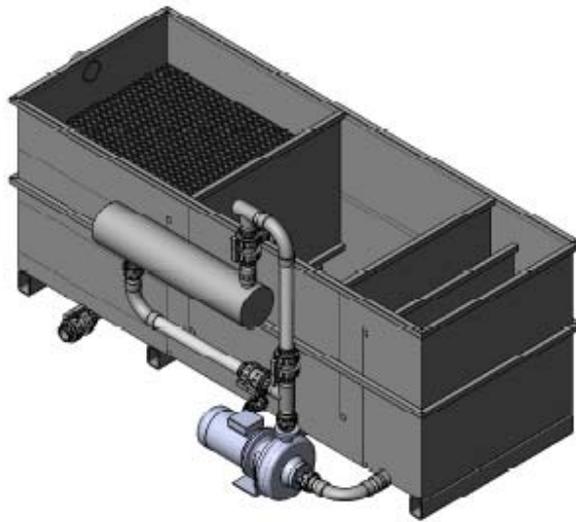


Рисунок 20\_6.39 Мини-УЗВ фирмы «Fischtechnik International Engineering GmbH» (Германия)



Рисунок 20\_6.40 Передвижной инкубационный мини-модуль на базе автомобильного прицепа (вид снаружи). Институт рыбного хозяйства, Ольштын, Польша



Рисунок 20\_6.41 Передвижной инкубационный мини-модуль на базе автомобильного прицепа (вид внутри). Институт рыбного хозяйства, Ольштын, Польша



Рисунок 20\_6.42 Научная УЗВ для исследований в области кормления рыб компании Biomar, Хиртсшальс, Дания

Интересным может также являться предложение в рамках сегмента мини-УЗВ от фирмы «Fischtechnik International Engineering GmbH» (рисунок 20\_6.43).

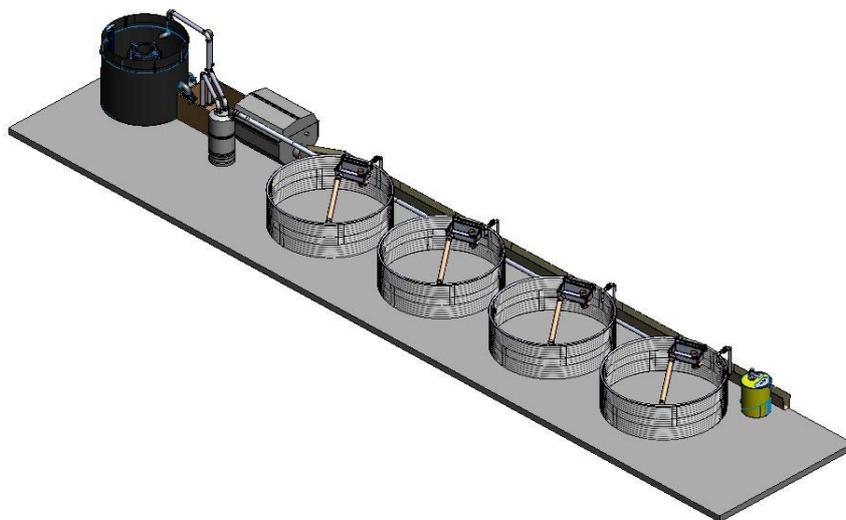


Рисунок 20\_6.43 Модуль типа «FTIE 10» для выращивания рыбы в условиях УЗВ

Комплектация модуля типа «FTIE 10» для выращивания рыбы в условиях УЗВ:

- 4 бассейнов объемом 15,7 м<sup>3</sup> каждый (из листового «волнистого» металла с пленкой внутри);
- барабанного фильтра для механической очистки воды;
- биореактора (фильтра биологической очистки);
- насосного приемка;
- 4 насосов (1 для обеспечения циркуляции и 1 для подачи воды в биореактор, а также по 1 резервному насосу);
- системы насыщения воды кислородом (оксигенатор типа Oxytrans 700);
- узла ультрафиолетовой дезинфекции;
- системы стабилизации кислотности (значения pH);
- электронной системы управления работой УЗВ с аварийной сигнализацией.

При необходимости в зависимости от выращиваемых видов рыб и размеров рыбы могут соответственно применяться бассейны различных размеров и конфигураций.

Технические характеристики и необходимая строительная подготовка:

- Подпитка водой от артезианской скважины;
- Наличие источников тепла и электроэнергии;
- Свободный подъезд к УЗВ;
- Прокладка всех труб и кабелей до установки;
- Срок монтажа установки 21 день;
- Общая необходимая площадь около 200 м<sup>2</sup>;
- Общий объем воды около 70 м<sup>3</sup>;
- Продуктивный объем воды в установке около 60 м<sup>3</sup>;
- Одновременно содержащееся рыбное стадо общей массой 3 т;
- Потребляемая электрическая мощность (вся установка) около 7 кВт/ч;
- В бассейнах обеспечивается 1,5 - 2-кратный водообмен в час;
- Потребность в подпитке свежей водой 5 – 10%;
- Насыщение воды кислородом через систему OxyTrans®;
- Система управления / Аварийная сигнализация;
- Система управления обеспечивает контроль всех параметров установки (температуры воды, значения pH, содержания кислорода в воде, уровня воды, состояния и пригодности к работе отдельных узлов и агрегатов установки), регулирует подачу и дозировку кислорода, а также подает аварийный сигнал обслуживающему персоналу установки при отклонении от нормы каких-либо параметров и возникновении критических состояний всей системы или ее отдельных компонентов.

Производственные мощности установки: в зависимости от выращиваемых видов рыб годовая мощность установки составляет от 3 до 10 тонн. До сих пор подобная установка применялась для выращивания таких видов как: угорь, европейский окунь, карповые, осетровые, европейский сом, африканский сом (*Clarias*), американский сом, тилапия, американский лаврак (*Roccus americanus* и *Morona americana*), тюрбо, судак, ряпушка (*Coregonus albula* L.), сиг и латес (*Lates calcarifer*). При выращивании африканского сома, карповых или при применении УЗВ для выращивания посадочной молодежи можно достичь годовой производительности до 12 тонн. Для осетровых данный показатель составляет примерно около 5 тонн. В принципе в данной УЗВ возможно выращивание всех видов рыб, которые приучаются к искусственному корму и выдерживают условия интенсивного выращивания.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 7 (К ГЛАВЕ 20)

### СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ТЕХНОЛОГИЯХ ЗАМКНУТОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

(составлено по результатам докладов 2-го семинара по установкам замкнутого водоснабжения, Альборг, Дания, 10-11 октября 2013 года)

#### Нагрузка азотных отходов от мальков радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*)

Anne Johanne Dalsgaard<sup>1\*</sup>, Bodil Katrine Larsen<sup>1</sup>, and Per Bovbjerg Pedersen<sup>1</sup>

<sup>1)</sup> Technical University of Denmark, DTU Aqua, Section for Aquaculture, The North Sea Research Centre, P.O. Box 101, DK-9850 Hirtshals, Denmark. [jtd@aqu.dtu.dk](mailto:jtd@aqu.aqu.dtu.dk)

Расчет количества питательных веществ, при выращивании рыбы, в том числе суточное количество, количество питательных веществ (концентрации) и формы (твердых, взвешенных, растворенных), имеют важное значение для качества воды, а также для разработки и определения параметров различных устройств очистки, используемых в установках замкнутого водоснабжения (УЗВ).

Серия лабораторных исследований по кормлению для характеристики выхода твердого и растворенного азота (TN, NH<sub>4</sub>-N и мочевины) проводилась с использованием мальков радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*). Мальки форели (50-250 г) откармливались кормом на основе рыбной муки в течение долгого времени.

Результаты показали, что перевариваемость белка (азот) снижается с увеличением размера рыбы и рациона, а это означает, что твердый выход азота увеличивается с ростом рыбы и в зависимости от рациона.

Растворенный выход общего азота, аммиака и карбамида (мг/кг рыбы) измерялся вплоть до 48 час. после кормления. Выделение азота увеличивающееся с ростом рыбы, указывая, что организм рыба менее эффективно перерабатывает азота в рост.

Для рыб одинакового размера (~ 120 г) кормление увеличивали, но ограничивали количество порций корма, был обнаружен верхний предел NH<sub>4</sub>-N экскреции, произошло значительно улучшение утилизации с увеличением нагрузки, но все же ограничительно количество кормления. Азотное соединение NH<sub>4</sub>- N и мочевина, выделяемые рыбой размером, примерно 70 и 120 г составляли примерно 73-82% и 11-13%, соответственно.. Мочевина ((NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>CO) обычно не учитывается при анализе производительности биофильтра, однако, мочевина может являться значительной частью растворенного азота. Мочевина не накапливается в УЗВ, но, скорее всего, разбивается на основании NH<sub>4</sub>-N с помощью бактерий, употребляющих мочевины, и одновременно превращается в основание NO<sub>3</sub>-N в биофильтре, а это означает, что биофильтры во многих случаях будут более эффективными (т.е. имеют более высокую поверхностную удельную активность), чем показывают анализы.

#### Влияние состава рациона и ультразвуковой обработки на распределение частиц по размерам и углеродная биодоступность в фекалиях радужной форели

Andre Meriac<sup>1,2\*</sup>, Ep H. Eding<sup>1</sup>, Andries Kamstra<sup>2</sup>, and Johan A. J. Verreth<sup>1</sup>

<sup>1)</sup> Aquaculture & Fisheries Group, Wageningen University, De Elst 1, 6708 WD Wageningen, The Netherlands, <sup>2)</sup> IMARES Yerseke, Korringaweg 5, 4401 NT Yerseke, The Netherlands. [andre.meriac@wur.nl](mailto:andre.meriac@wur.nl)

Достижения в области рецептуры кормов и широкий выбор ингредиентов позволяют произвести значительную или даже полную замену рыбной муки растительными ингредиентами при равных характеристиках роста. Тем не менее, повышенное включение в состав волокон, происходящих из растительных ингредиентов, будет влиять на количество и состав продуцируемых фекальных отходов. Волокна такие, как гемицеллюлоза, целлюлоза и лигнин считаются не перевариваемыми, механически устойчивыми и медленно разлагающимися с помощью биотехнологических процессов. Это в свою очередь влияет на извлечение отходов в виде твердых частиц с помощью микросита и последующей утилизации отходов в УЗВ. Целью нашего исследования было изучение различий в распределении частиц по размерам в фекальных отходах,

образующихся при высоком и низком содержании волокна в рационе. Кроме того, мы исследовали, возможность использования ультразвукового кондиционирования для (1) уменьшения размера частиц и (2) увеличения количества легкоразлагающегося углерода для возможного последующего процесса обработки наподобие денитрификации.

Фекальные отходы собирались от радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*), которым давали корм, либо с высоким содержанием клетчатки (HNSP), либо с низким содержанием клетчатки (LNSP). Фекальные отходы от каждого резервуара обрабатывали ультразвуком высокой интенсивности, низкочастотного ультразвука на пяти различных энергетических уровнях (20 кГц, 0,6 Вт/мл в течение 0, 0,25, 1, 4 и 16 минут). Распределение размера частиц образцов, которые обрабатывали, затем измеряли с помощью последовательного мокрого сита (1000, 500, 200, 100, 63, 36 мкм размер ячейки). Кроме того, мы измерили общую химическую потребность в кислороде (tCOD) и растворенную COD (sCOD) в ультразвуковом образце, и общее содержание взвешенных твердых частиц в собранном фильтрате. Углеродная биодоступность в ультразвуковых образцах фекальных отходов была определена в отдельном эксперименте, с помощью испытания потребления кислорода с аэробного шлама из реактора денитрификации.

Результаты показали, что почти 50% продуцируемых фекальных отходов с HNSP могут извлекаться, с помощью микро сита с ячейкой 36 мкм. В противоположность этому, примерно 95% продуцируемых твердых отходов рациона с LNSP были размерами меньше, чем 36 мкм. Более высокое содержание волокна в рационе приводит к более высокому процентному соотношению механически устойчивых частиц, которые могут извлекаться с помощью микро сита.

Ультразвуковая обработка обладает только ограниченным влиянием на распределение частиц по размерам. Ультразвуковая обработка приводит к дополнительному преобразованию ~ 10% твердой формы COD в sCOD для обоих рационов. Удельная энергия, необходимая для этого преобразования эквивалентна 1-5 кВт/ч/ кг сухого вещества (DM).

Низкое абсолютное увеличение в углеродном биологическом разложении в сочетании с высоким вкладом энергии, предполагает, что ультразвуковая обработка, кажется, не в состоянии представлять осуществимый вариант для увеличения углеродной биологической усвояемости в фекальных отходах для дальнейшей обработки.

### **Корма для установок замкнутого водоснабжения (УЗВ)**

**Kim S. Ekmann**

BioMar A/S, Mylius Erichsensvej 35, DK-7330 Brande, Denmark. [kse@biomar.dk](mailto:kse@biomar.dk)

Основное внимание при оптимизации рационов для традиционного рыбоводства сосредоточено на продуктивности рыбопродукции, корма для УЗВ должны быть оптимизированы для максимальной продуктивности, как рыбопродукции, так и механических/биологических фильтров для обеспечения оптимальных физических и химических параметров воды.

Настоящее исследование представляет собой объединение результатов от нескольких предыдущих испытаний, каждое из которых внесло свой вклад в оптимизацию одного или нескольких из следующих параметров:

- Оптимизация соотношения перехода белков в энергию усваиваемого рациона для сокращения чрезмерного катаболизма белка;
- Оптимизация аминокислоты рациона, чтобы уменьшить чрезмерный катаболизм белка / аминокислоты и улучшения удержания перевариваемого белка;
- Использование высоко усваиваемых сырьевых материалов для снижения фекальных отходов сухого вещества, фосфорных и азотистых соединений;
- Использование сырьевых материалов, которые обладают нейтральным или благоприятным воздействием на твердость фекального вещества, улучшение пассивного/механического удаления фекальных отходов;
- Улучшение усвояемости фосфора из рациона от источников овощных сырьевых источников с помощью фитазы.

Настоящее исследование проводилось на мальках радужной форели (*Onchorynchus mykiss*) и включало в себя одно испытание по питанию, определяющее кормовой коэффициент (FCR), удельную скорость роста (SGR) и потребление корма (FI), сопровождаемого испытанием усвояемости, определяющим усвояемость белка, липидов и безазотистое экстрактивное вещество. Испытания по усвояемости сопровождались испытанием в течение двух дней по замкнутой цепочке, позволяя оценивать жаберные и мочевинные выделения из организма в течение времени, что, в свою очередь, дало возможность сделать подсчеты азота и фосфора. На протяжении испытаний один стандартный рацион для форели был протестирован относительно двух предложенных вариантов рационов для УЗВ. Рыба кормилась двумя экспериментальными рационами, показавшими последовательно более низкие значения FCR (от 0,68 до 0,69) по сравнению с стандартным рационом (0,73). Полученные SGRs и FI были очень похожи на рыбный корм всех рационов (в диапазоне от 1,9 до 2,2%/г и 1,3 до 1,5% /г, соответственно). Белковая и фосфорная усвояемость двух экспериментальных рационов (от 92,4 до 93,4 % и от 74,7 до 75,1%, соответственно) были значительно выше, чем наблюдаемые в стандартном рационе (89,6% и 62,6%, соответственно), в то время как никаких существенных различий не было замечено в липидной усвояемости рационов (от 85,6 до 88,0%). В совокупности, эти пищевые меры позволили снизить количество азота, который выводится из организма через фекалии и жабры/мочу со значениями от 40,7 до 45,4% и от 16,4 до 20,9% на кг произведенной рыбы, соответственно, и уменьшить количество фосфора, выделяемого из организма посредством фекалий со значениями от 47,5 до 50,9% при использовании предлагаемых рационов для УЗВ. Значения по фосфору, выводимому посредством мочи, не различались между иными составами рациона.

### **Замена рыбной муки растительным белком: Влияния на реологию**

**Alexander Brinker**

Fisheries Research Station, Argenweg 50/1, 88085 Langenargen, Germany. [Alexander.Brinker @ lazbw.bwl.de](mailto:Alexander.Brinker@lazbw.bwl.de)

Одной из главных проблем в области устойчивого производства плотоядных видов рыбы является выход большего объема рыбы, чем потребляется в период выращивания стаи. Перспективным направлением исследований является замена компонента рыбной муки кормов растительным белком. Однако, есть некоторые неотъемлемые риски в разработке таких видов кормов, и серьезное внимание следует уделять не только питательному составу, но и механическому качеству получаемых фекальных отходов. Настоящее исследование, включающее в себя три обширных испытания с повторной обработкой. Исследование было направлено на изучение реологических свойств рыбных отходов, образующихся от рациона лососевых, в которых замена рыбной муки колебалась от нуля до 100 %. Все исследованные фекалии показали, что тиксотропный характер не зависит от рациона. Однако состав рациона оказал влияние на получаемую консистенцию фекальной структуры и её характеристику, при которых фекальные отходы изменяются, от вязкоупругой твердой формы в вязкоупругую жидкую форму. Осуществление 100% замены рыбной муки растительными белками приводит к такой форме фекалий, которые быстро распадаются на очень мелкие твердые частицы, которые угрожают жизнеспособности действий аквакультуры. Эта крайняя дестабилизация не может смягчаться путем добавления гуаровой камеди (0,3 % HV 109), гидротированный не крахмальный полисахарид, ранее доказавший свою высокую эффективность в стабилизации фекальных отходов при других обстоятельствах. Вероятное объяснение вовлекаемых эффектов растворения неизвестного эмульгатора обсуждается в данном отчете.

Кроме того, показано, что понимание взаимосвязи между активными компонентами кормов и механическими свойствами химуса и фекалий является ключевым фактором в решении некоторых проблемных свойств отходов аквакультуры. Механические улучшения в фекальной структуре увеличивают ликвидность частиц отходов, что способствует оптимизации качества воды.

### **Воздействия питания на фракции фекальных отходов атлантического лосося (*Salmo salar*)**

**Andries Kamstra<sup>1\*</sup>, Er H. Eding<sup>2</sup>, and Rob van de Ven<sup>1,2</sup>**

<sup>1)</sup> IMARES Yerseke, Korrिंगaweg 5, 4401 NT Yerseke, The Netherlands; <sup>2)</sup> Aquaculture & Fisheries Group, Wageningen University, De Elst 1, 6708 WD Wageningen, The Netherlands. andries.kamstra@wur.nl

Фекальные отходы не удаляются в процессе удаления твердых частиц системой, которая влияет на качество воды и производительность биологического фильтра в УЗВ. Фекальные отходы в УЗВ в основном удаляются посредством отсеивания. Таким образом, распределение фекальных частиц по размерам (PSD) является важным параметром для определения эффективности очистных операций. В литературе, определение в лабораторном масштабе разбиения фекальной частицы по размерам, было описано способом перемешивания фекального материала и последующего фракционирования. Тем не менее, большая часть этой работы имеет дело со взвешенными твердыми частицами, в то время как результаты приводятся с точки зрения химической потребности в кислороде (ХПК) фракционирования (твердой и растворимой формы), которых не хватает, в то время как ХПК является одним из основных параметров в конструкции системы. На распределение фекальных частиц по размерам и составу может повлиять состав рациона. Таким образом, целью данного исследования было: испытать влияние состава рациона на фракционирование отходов, принимая во внимание все фракции и соответствующие параметры.

Были составлены и испытаны три рациона: контрольный (1), контрольный со смесью добавленных связующих веществ (2), и альтернативный состав, содержащий больше растительных компонентов и ту же самую комбинацию связующих веществ (3). Рационы были испытаны в двух экземплярах, в шести идентичных УЗВ в течение 4 недель. В конце экспериментального периода фекальные отходы собирались путем рассеивания. Часть этого материала была использована для определения реологических параметров. Оставшаяся часть была использована в испытаниях по просеиваемости. Вязкость и эластичность фекалий определялась с помощью реометра типа MCR 301 (Anton Paar). Для определения просеиваемости фекальные отходы перемешивались с воздухом в течение 5 минут в 1 л деминерализованной воды. Показатели TS, N и COD были определены по 3 фракциям: > 280, от 1,2 до 280, и < 1,2 мкм. Промежуточную фракцию также анализировали на PSD с помощью установки DIPA2000.

Состав рациона оказал значительное влияние на фекальную реологию. Средняя вязкость (Па • с) составила 97, 146 и 279 для рационов 1, 2 и 3 в то время как эластичность (Па) в диапазоне от 438, 568 и до 1358, соответственно. Фракционирование COD показало значимую взаимосвязь между вязкостью и фракцией COD >280 мкм ( $y = 0.62x + 128,8$ ;  $R^2 = 0,68$ ). Около 50 % сухого вещества (DM) и COD во всех рационах были найдены во фракции <1,2 мкм. Фракция DM с размером частиц меньше, чем 40 мкм составила 75%, 64% и 71% для рационов 1, 2 и 3, соответственно. Практически любой материал, в диапазоне размеров от 60 до 280 мкм должен быть обнаружен. Рацион 3 продуцировал фекалии с большой долей очень мелких частиц, вероятно, происходящих из растительных компонентов в рационе питания. Эффективность очищения барабанных фильтров (100 мкм экран, обмен воды порядка 500л/кг корма) для COD на основе баланса массы составила 77%, 84% и 80% для рационов 1, 2 и 3, соответственно.

### **Факторы, влияющие на фекальную стабильность лососевых рыб: мета-анализ**

**Mark Schumann**

Fisheries Research Station, Argenweg 50/1, 88085 Langenargen, Germany.  
Mark.Schumann@lazbw.bwl.de

Взвешенные твердые вещества представляют собой серьезную проблему в управлении установкой замкнутого водоснабжения (УЗВ), с потенциальной возможностью воздействовать на эффективность системы в целом. Фекальные отходы являются основным источником взвешенных твердых веществ, а физико-химические свойства фекалий являются решающими в определении эффективности механической обработки и обуславливающими качество очищенной воды. Таким образом, существует необходимость, чтобы узнать больше о факторах, влияющих на фекальную стабильность. Главное место среди этих факторов занимает рецептура кормов, особенно учитывая индустрию аквакультуры, заменить рыбную муку в кормах для аквакультуры.

Мета-анализ был проведен на собранных данных из девяти независимых испытаний по кормлению для того, чтобы рассмотреть воздействие рецептуры корма и других потенциальных факторов на устойчивость фекалий радужной форели. Набор данных включает информацию, имеющую отношение к более чем 50 рационам, которые изменяются с точки зрения качества и количества макропитательных веществ и функциональных добавок, и их влияний на реологическую стабильность фекалий, располагаемую массу стаи и рост и эффективности корма. Стабильность фекалий, происходящая от использования всех рационов, измерялась с помощью технически идентичных реометров (Paar Phisica - UDS 200). Тип применяемой измерительной системы был MP-313 (пластина: диаметр 50 мм, 0°) с шириной зазора порядка 1 мм. Для анализа собранных данных использовались многомерные статистические методы.

Результаты демонстрируют влияние питательного и фекального состава, от переваримости кормов и размера рыбы на стабильность фекальных отходов. Кроме того, показано, что влияния некоторых факторов на фекальную стабильность могут быть частично компенсированы при использовании связующих веществ на основе растительных полисахаридов таких, как гуаровая камедь.

### **Новые молекулярные инструменты, показывающие микробный состав и функционирование по удалению азота системами очистки воды**

#### **Per Halkjær Nielsen**

Center for Microbial Communities, Department of Biotechnology, Chemistry and Environmental Engineering, Aalborg University, Aalborg, Denmark. [phn@bio.aau.dk](mailto:phn@bio.aau.dk)

Хорошо функционирующая установка очистки сточных вод от установки замкнутого водоснабжения или любого другого источника основывается на хорошей работе сообществ микроорганизмов. Эффективность обработки, качество воды и эксплуатационные расходы во многом зависят от микроорганизмов в системе, и как используются растения. За последние пять лет произошло впечатляющее развитие новых способов выращивания независимым образом в деле изучения этих сообществ, особенно относящееся к технологиям секвенирования ДНК/РНК. Это открывает новые возможности для изучения микробных сообществ, в том числе идентификации, количественного определения, функционирования и взаимодействий микроорганизмов.

Идентификация всех видов микроорганизмов теперь может быть надежно исследована с помощью нового способа, называемого последовательность 16S ампликон (16S секвенирование). Мы применили 16S секвенирование в нескольких системах, связанных с очисткой сточных вод и среди аналогичных в проекте «Микробная база данных для Датских установок очистки сточных вод» (или MiDas-DK). Этот проект был инициирован в 2006 году, чтобы улучшить наши знания о микроорганизмах в очистных сооружениях сточных вод с биологическим удалением азота и фосфора. Проект является результатом сотрудничества между Ольборгским университетом, датской ассоциацией по очистке сточных вод, консультантами и многими установками по очистке сточных вод (примерно 50 установок). Мы определили идентичность различных функциональных групп, осуществляющих операции нитрификации, денитрификации и другие процессы. Интересно, что опрос показал, что 60-80 % биомассы состояли из устойчивого ядра порядка 30 - 40 массовых видов, присутствующих на всех установках на протяжении всего исследования, хотя со значительными изменениями в распространенности. Подобные исследования до сих пор не были проведены в УЗВ, но мы ожидаем аналогичную тенденцию.

Важным итогом стало новое знание о «нормальном» микробном составе Датских установок по очистке сточных вод, стабильности популяций с течением времени и множеству факторов, которые влияют на них. Таким образом, это понимание в некоторых случаях может быть использовано для осуществления «конструкции» или манипуляций для того, чтобы удалить нежелательные виды или стимулировать развитие других видов для общего устранения недостатков и оптимизации очистных установок.

Функция микробных сообществ может быть выявлена с помощью других новых методов таких, как метагеномика и метатранскриптомика. Метагеномика, или экологическая геномика, предоставляет всеобъемлющую информацию обо всем микробном сообществе определенной

экологической системы, например, установки по очистки сточных вод с помощью секвенирования все ДНК после экстракции. Анализ метабеномов может дать исчерпывающую информацию о функциональных возможностях микробов, изучая их гены, и может рассматриваться в качестве основы, необходимой для исследования выраженных генов и белков (транскриптомика и протеомика), тем самым обеспечивая сведения об активных функциях микробов и, в конце концов, системы и производительности сконструированной системы. Исследований проведены в системах сточных вод до сих пор проведено не так много, так как они требуют большого времени, но результаты являются весьма перспективными, хотя существует много подводных камней. Интеграция всех этих способов известна под названием «микробиологические системы» и, как ожидается, произведет революцию в исследовании микробных сообществ в следующие годы.

### **Реакции, относящиеся к биологическому фильтру для интенсивной очистки воды в УЗВ Lars-Flemming Pedersen<sup>1\*</sup>, Remko Oosterveld<sup>2</sup>, and Per Bovbjerg Pedersen<sup>1</sup>**

<sup>1)</sup> Technical University of Denmark, DTU Aqua, Section for Aquaculture, The North Sea Research Centre, P.O. Box 101, DK-9850 Hirtshals, Denmark; <sup>2)</sup> Wageningen University, Aquaculture and Fisheries, the Netherlands. lfp@aqu.aqu.dtu.dk

Было выделено множество факторов оказывающих влияния на процесс нитрификации в биологических фильтрах и определяющих качество воды в УЗВ. В данном исследовании мы сравнили производительность нитрификации (мощности по удалению отходов и надежность) двух типов биологических фильтров – фильтры с неподвижным слоем (FB) и подвижным слоем (MB), (n = 4) и измеряется результирующее качество воды. Биологические фильтры (равные по размеру, скорости заполнения, удельной площади поверхности и гидравлической нагрузке заполнения) были подсоединены к одной и той же системе УЗВ, эксплуатируемой при постоянных условиях в течение более трех месяцев. После оценки характеристик нитрификации в установившемся состоянии, был введено преднамеренное химическое нарушение в УЗВ для того, чтобы принудить интенсивную очистку воды с помощью перекиси водорода (номинальная концентрация 50 мг/л) без обхода любого из четырех фильтров.

Уровни установившегося состояния были  $0,15 \pm 0,07$  мг по индексу TAN/л и  $0,23$  мг/л по  $\text{NO}_2\text{-N} \pm 0,04$ . После воздействия  $\text{H}_2\text{O}_2$ , индекс TAN показал увеличение уровня, достигая значения  $1,05$  мг TAN/л, и вернулся к уровню установившегося состояния в течение 10 часов. Для нитрата, увеличение более чем на десять раз в концентрации ( $2,82$  мг  $\text{NO}_2\text{-N}$ /л) наблюдалось в течение трех дней прежде чем постепенно возвращалось к прежним уровням, достигая их через семь дней после воздействия  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Гибель рыбы не произошла в ходе эксперимента. Ни при воздействии, ни после воздействия  $\text{H}_2\text{O}_2$  поведение рыбы и аппетит не изменились. Фильтры FB имели более высокое начальное значение TAN и скорость удаления нитритов ( $0,21$  г и  $0,23$  г TAN/м<sup>2</sup>/д  $\text{NO}_2\text{-N}$ /м<sup>2</sup>/д, соответственно) по сравнению с фильтром MB ( $0,16$  г TAN/м<sup>2</sup>/г и  $0,13$  г  $\text{NO}_2\text{-N}$ /м<sup>2</sup>/д). В время применения  $\text{H}_2\text{O}_2$  скорости нитрификации в фильтре FB сократились примерно на 40%, а в фильтре MB на 50%. После воздействия  $\text{H}_2\text{O}_2$ , нитрификация в FB, как было найдено, восстанавливается быстрее, чем в MB. Фильтр FB деградировал примерно на 20% больше, чем фильтр MB при той же самой нагрузке, в предположении значительного вклада от активного ила, предположительно присутствующего среди неподвижных элементов биологического фильтра. В общем, фильтр FB имел более высокий уровень удаления TAN по сравнению с фильтром MB, и тоже наблюдалось по чистому удалению нитратов относительно фильтра MB.

### **Микроэкраны и микрочастицы в аналогичных установках замкнутого водоснабжения Paulo Fernandes<sup>1\*</sup>, Lars-Flemming Pedersen<sup>1</sup>, and Per Bovbjerg Pedersen<sup>1</sup>**

<sup>1)</sup> Technical University of Denmark, DTU Aqua, Section for Aquaculture, The North Sea Research Centre, P.O. Box 101, DK-9850 Hirtshals, Denmark. pafe@aqu.aqu.dtu.dk

Накопление твердых частиц является основной сферой внимания в установках замкнутого водоснабжения (УЗВ). Крупные твердые частицы быстро удаляются из УЗВ, с помощью уста-

новки механических фильтров, которые, однако, могут привести к высокой фоновой концентрации микрочастиц в системе. Учитывая эти факторы, имеется серьезная недостача информации по микрочастицам, особенно относительно потенциальных сбоев работы системы, которые они могут индуцировать.

Это исследование изучает влияние четырех различных размеров ячейки (без сетки, 100, 60 и 20 мкм), в группах аналогичных УЗВ, по растворенным и веществам в твердой форме, кинетики нитрификации и темпах прироста при разведении радужной форели (*Onchorhynchus mykiss*). Фильтры промывались обратным потоком три раза в день, и эксплуатационные условия сохранялись на постоянном уровне в течение шести недель, при суточном уровне подачи корма порядка 250 г на систему, и результирующим нагрузкам по питанию порядка 3,1 кг на м<sup>3</sup> корма добавочной воды. В конце шестинедельного периода выполнялись интенсивные работы обратной промывки и испытания по нитрификации на биологическом фильтре.

При устройстве микроскопических экранов наблюдалось удаление частиц, и воздействие на другие параметры по сравнению с начальными условиями. Увеличение  $\beta$  - значения, более низкая удельная поверхность частиц и твердых органических веществ наблюдалась в конце испытаний в системах с фильтрованием. Кроме того, все они достигли стационарного состояния в отношении накопления мелких частиц, и время до достижения равновесия системы была снижено с уменьшением размера ячейки. Большинство параметров накопленных мелких частиц в контрольной группе и равновесие системы не было достигнуто в конце эксперимента. Данные после интенсивной промывки, выполненной после экспериментального периода, и далее поддерживали гипотезу устойчивого состояния в фильтрующих системах.

Темпы нитрификации нулевого порядка ( $k_{0a}$ ) были эквивалентны для всех систем ( $0,15 \pm 0,022$ ) и сравнимы с уровнем  $k_{0a}$  литературы, как правило, от 0,1 до 0,2 г·м<sup>-2</sup>·д<sup>-1</sup> в УЗВ. К сожалению, нет никакой доступной информации по кинетике 1-го порядка, так как выборка закончилась слишком рано, и содержит недостаточное количество образцов для решения. Более подробная информация относительно кинетики 1-го порядка смогла бы обеспечить адекватную доказательную базу внутреннего взаимодействия органических микрочастиц и биологических фильтров в УЗВ.

Микроскопические экраны оказали значительную эффективность при удалении соединений мелких частиц, но только тогда, когда сравнивались с системами без фильтра. Более того, 20 мкм ячейка сетки не значительно улучшала качество воды, о чем свидетельствует эквивалентный химический состав воды и соединений мелких частиц, по сравнению с очищением через 100 мкм ячейку. Обусловленное этим выравнивание систем фильтрования предполагается, связано с высокой скоростью удаления/продуцирования частиц и постоянных операций и условий, связанных с устойчивой нагрузкой от корма.

### **Влияния солености и физических упражнений на молодь атлантического лосося, выращенного в установках замкнутого водоснабжения (УЗВ) на земле**

**Bendik F. Terjesen<sup>1\*</sup>, Trine Ytrestøl<sup>1</sup>, Jelena Kolarevic<sup>1</sup>, Sara Calabrese<sup>2,3</sup>, Bjørn Olav Rossetland<sup>4</sup>, Hans-Christian Teien<sup>4</sup>, Åse Åtland<sup>5</sup>, Tom Ole Nilsen<sup>2</sup>, Sigurd Stefansson<sup>2</sup>, Sigurd O. Handeland<sup>6</sup>, and Harald Takle<sup>7</sup>**

<sup>1)</sup> Nofima AS, NO-6600 Sunndalsøra, Norway; <sup>2)</sup> Dept. of Biology, University of Bergen, Bergen, Norway; <sup>3)</sup> Marine Harvest Norway, Bergen, Norway; <sup>4)</sup> Norwegian University of Life Sciences, Ås, Norway; <sup>5)</sup> NIVA, Bergen, Norway; <sup>6)</sup> UNI Research, Bergen, Norway; <sup>7)</sup> Nofima AS, NO-1430 Ås, Norway. bendik.terjesen@nofima.no

Главный вопрос относительно УЗВ, располагаемых на земле, какая соленость необходима при выращивании постсмолтов атлантического лосося. Удаление CO<sub>2</sub> и TAN, будет менее эффективным в системах с морской воды (SW- УЗВ) по сравнению с систем с пресной водой (FW-УЗВ). Тем не менее, немного известно о влияниях солености на характеристику подрастающего лосося, его физиологию, созревание и необходимые условия содержания в УЗВ. Еще одним фактором является, что конструкция резервуаров для культуры будет оказывать влияние на гидравлику. Однако, оптимальная скорость подачи воды для подрастающего лосося в УЗВ не

известны. Более ранние исследования по изменениям в стадии малька пресная вода оказала благотворное влияние на рост и устойчивость к болезням. В Норвегии наземное производство недавно стало возможным до 1 кг по размеру вызревающих особей, основанных на снижении смертности садкового этапа и влиянии морской воды на естественного условия для лосося. Это исследование является частью более крупной программы по стадиям выращивания лосося в закрытых системах на суше и в море, финансируемой научно-исследовательским советом Норвегии, а также консорциум во главе с компанией Marine Harvest, Smøla Klekkeri og Settefisk и Grieg Seafood.

Мальки атлантического лосося ( $n = 600$  в резервуаре,  $68 \pm 1$  г/экз.) были размещены в двух резервуарах по  $3,2 \text{ м}^3$  для исследования (6 процедур в общей сложности), используя три УЗВ в Nofima центре рециркуляции в аквакультуре (Nofima Centre for Recirculation in Aquaculture). Все УЗВ имели относительно сравнимую нагрузку по питанию, ежедневный обмен объема системы порядка 28% и температуру  $12,2 \pm 0,8^\circ\text{C}$ . Соленность воды была либо 12, 22 либо 32 тыс. долей, а в резервуарах в рамках каждого значения солености регулировались, либо на  $\sim 1$  длину тела (BL) в секунду скорости воды (два резервуара), либо  $< 0,3 \text{ BL/c}$  (два резервуара). При этом оценивалось качество воды и эффективность удаления отходов. Среднее число  $\sim 250\text{г}$ ,  $450\text{г}$ ,  $850\text{г}$  по навеске рыбы, фиксировались показатели условий содержания и образцы тканей, физиологии крови и экспрессии генов.

Эффективность удаления  $\text{CO}_2$  была выше в УЗВ с соленостью 12 тыс. долей, по сравнению с 32 тыс. долями. Показатели массы тела (BW), SGR, и TGC были в значительной степени подвержены влиянию засоления и скорости воды. При 250 г, как упражнения, так и более низкая соленость повышала сердечный индекс. Рассчитанная на длительность испытаний, обработка 12 тыс. долями и  $1 \text{ BL/c}$  показала самый высокий темп роста (SGR, TGC) и BW, будучи значительно выше, чем при 32 тыс. долей. Обработка 32 тыс. долей показала более высокий уровень смертности (28,9 %) по сравнению с 22 тыс. долями (2,6%), а 12 тыс. долей (1,0%). Ни один из методов обработки не привел к какому-либо очевидному созреванию, на основе мужского гонадосоматического индекса, будучи в среднем порядка 0,05% от BW. Анализы условий содержания, физиологические показатели и экспрессия генов в процессе разработки. Как предварительное заключение, результаты показывают, что УЗВ для атлантического лосося должна включать использование пониженной солености и скоростей течения, благоприятствующих спокойным перемещениям подрастающей молодежи рыбы.

### **Фактическое качество воды и производительность по рыбе в промышленных системах УЗВ: результаты по производству атлантического лосося в Норвегии**

**Frode Mathiesen**

Grieg Seafood ASA, C. Sundtsgt. 17/19, P.O. Box 234 Sentrum, 5804 Bergen, Norway.  
[frode.mathisen@griegseafood.com](mailto:frode.mathisen@griegseafood.com)

С целью экономии воды, улучшения общего здоровья рыб и увеличения производительности, компания Grieg Seafood построила систему УЗВ для почти всех их производимых мальков. Первая площадка была открыта в 2008 году, а в 2014 году компания будет получать 7500 тонн продукции в УЗВ.

Опыт с системой УЗВ является положительным. Два-три месяца необходима, для того, чтобы созрели биологические фильтры и после этого система достигает полной мощности нитрификации, но затем система становится очень стабильной. Типичные уровни азота при полной схеме кормления составляют:  $0,6 \text{ мг/л TAN}$  и  $0,16 \text{ мг/л NO}_2\text{-N}$ . В отсутствие денитрификации, уровень  $\text{NO}_3$  контролируется, с помощью использования компонентного состава, как минимум 300 л на килограмм корма. Это до  $40 \text{ мг/л NO}_3\text{-N}$ . Затраты по электроэнергии в системе при этом сводятся к минимальным, а температура остается в на  $4\text{-}6^\circ\text{C}$  выше температуры воды на входе.

### **Влияния щелочности на (1) очистку двуокиси углерода в процессе каскадной аэрации и (2) удаление аммиака и накопления нитратов в биологических фильтрах с подвижным слоем**

**Steven T. Summerfelt<sup>1\*</sup>, Anne Zühlke<sup>2</sup>, Jelena Kolarevic<sup>3</sup>, Britt Kristin Megård Reiten<sup>3</sup>, Roger Selset<sup>3</sup>, Xavier Gutierrez<sup>3,4</sup>, and Bendik Fyhn Terjesen<sup>3</sup>**

<sup>1)</sup> Conservation Fund Freshwater Institute, Shepherdstown, WV, USA; <sup>2)</sup> University of Rostock, Rostock, Germany; <sup>3)</sup> Nofima, Sunndalsøra, Norway; <sup>4)</sup> NIVA Chile, Puerto Varas, Chile. [s.summerfelt@freshwaterinstitute.org](mailto:s.summerfelt@freshwaterinstitute.org)

Супер интенсивные установки замкнутого водоснабжения (WRAS), которые используют низкие скорости промывки, и включают в себя введение чистого кислорода для поддержки высоких плотностей посадки рыбы, все более часто встречаются при производстве лососевых рыб. При такие условия может быстро снижаться щелочность, происходит понижение pH, и что требует поддерживать безопасные уровни NH<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, и CO<sub>2</sub> в масштабах системы бассейнов. Установка по нитрификации потребляет около 0,16 кг NaHCO<sub>3</sub> на 1 кг корма, потребляемого рыбой. Недостаточная щелочность, уменьшает нитрификацию до 40 мг /л (как CaCO<sub>3</sub>), что является необходимым минимальным значением для нитрификации, как указано в литературе по сточным водам.

Исследование проводилось в местечке Нофима (Санндалсора) в двух системах повторной циркуляции воды - используемых для производства мальков атлантического лосося - для оценки влияния щелочности на очистку двуокси углерода (CO<sub>2</sub>) в течение каскадной аэрации, плюс удаления общего азотного аммиака (TAN) и нитрита азота (NO<sub>2</sub>-N) в пределах биологических фильтров с подвижным слоем. Поддерживалась щелочная обработка в значений 10, 70 и 200 мг/л с помощью контроллера pH и химических дозирующих насосов подающих бикарбонат натрия (NaHCO<sub>3</sub>). Каждая обработка повторялась три раза в каждой системе WRAS. Обе системы WRAS эксплуатировались на каждом уровне обработки в течение 2 недель, отбор проб качества воды проводился в течение каждой второй недели. Постоянная подача корма 24 кг/день/ на систему WRAS была предоставлена каждые 1-2 часа, и непрерывная подсветка, которые минимизировали суточные колебания качества воды. Водообмен и температура воды системы WRAS были 4,3 в сутки и 12,5 ± 0,5°C, соответственно.

Никаких различий не отмечалось в цифрах эффективности удаления TAN, которые варьировались от 41% до 50% каждой обработки или в накоплении NO<sub>2</sub>-N, которое в среднем составило от 0,41 до 0,58 мг/л, но было довольно изменчиво. Непрерывное подщелачивание, отвечает потребностям биологической нитрификации, даже при уровнях щелочности гораздо ниже, чем 10 мг/л. Никаких различий в эффективности очистки CO<sub>2</sub> не было выделено, средние значения эффективности колебались от 54 до 57 % через 2 м высотой аэрационные колонны с принудительным охлаждением. Тем не менее, показатель pH системы был значительно ниже при щелочности 10 мг/л. При изменении обработки, показатель pH был значительно ниже в значениях от 10 до 70 мг/л, по сравнению с 200 мг/л щелочности, что представляет важное значение для правильного дозированной щелочи.

**Эффект накопления углекислого газа на рост молоди палтуса (*Scophthalmus maximus*), культивируемого в установке замкнутого водоснабжения (УЗВ)**

**Kevin Torben Stiller<sup>1,2\*</sup>, Klaus Heinrich Vanselow<sup>1</sup>, Damian Moran<sup>3</sup>, Stefan Meyer<sup>2</sup>, and Carsten Schulz<sup>2</sup>**

<sup>1)</sup> Forschungs- und Technologiezentrum Westküste der Universität Kiel, Hafentörn 1, 25761 Büsum, Germany; <sup>2)</sup> Gesellschaft für Marine Aquakultur, Hafentörn 3, 25761 Büsum, Germany; <sup>3)</sup> Department of Biology, Lund University, Sölvegatan 35, 223 62 Lund, Sweden. [stiller@ftz-west.uni-kiel.de](mailto:stiller@ftz-west.uni-kiel.de), [stiller@gma-buesum.de](mailto:stiller@gma-buesum.de)

Накопление углекислого газа (CO<sub>2</sub>) в интенсивных системах УЗВ является результатом жизнедеятельности и влияет на продуктивность, однако, у нас мало понимания долгосрочных последствий влияния CO<sub>2</sub> на рост рыбы, в частности для морских видов. Длительное воздействие повышенной концентрации CO<sub>2</sub> оказывает тенденцию к снижению роста особей, но физиологические основы снижения веса является неясными. Мы использовали новую систему респирометрии в УЗВ для измерения роста, конверсии корма и метаболизма подрастающих мальков камбалы в течение двух месяцев. Использование долгосрочной автоматизированной респирометрии в сочетании с исследованием рациона питания позволило нам изучить воздействия CO<sub>2</sub> на рост особей, потребление корма, эффективность конверсии корма и потребление кислорода.

Респирометрическая система хозяйства УЗВ состояла из 10 сосудов (по 250 л) как отмечено в отчете Stiller et al. 2013 (Aquacult. Eng. 55: 23-31). Были проведены испытания трех концентраций CO<sub>2</sub>. Мы использовали уровни CO<sub>2</sub> 5, 26, 42 мг L<sup>-1</sup> (~ 3000, 15000, 25000 мкатм; pH 7,37, 6,44, 6,66), с помощью трех одинаковых резервуаров и одного контрольного резервуара без рыбы. Автоматизированный блок анализа химического состава воды производил замеры O<sub>2</sub>, pH, температуры, общего азотного аммиака и растворенного CO<sub>2</sub>. 14 особей тюрбо 55 г, плотность 3,1 кг м<sup>-3</sup>) в резервуаре поддерживались при солености порядка 20‰, карбонатной щелочности порядка 110 мг л<sup>-1</sup> и температуре 18°C в течение двух месяцев. Коммерческий рацион вводился один раз в день до полного насыщения, и остатки корма собирались из коллектора твердых веществ. Ежедневно обмен воды составлял около 10% от общего объема системы УЗВ. В то время как уровни CO<sub>2</sub> были испытаны в диапазоне предельно допустимых значений, результаты показали, что камбала переносит четкой эффект в зависимости от дозы для большинства измеряемых параметров. По сравнению с обработкой низкого уровня CO<sub>2</sub>, повышенные уровни CO<sub>2</sub> вызвали значительное уменьшение набора веса (25% и 55% сокращение веса). Кормовой коэффициент был значительно хуже на высоком уровне CO<sub>2</sub> по сравнению с более низкими концентрациями. Потребление корма, состояние рыбы и удельная скорость роста были сильно и негативно зависящими от дозы по отношению к воздействию CO<sub>2</sub>.

Наша минимальная воздействующая концентрация (26 мг л<sup>-1</sup>) считается ниже, чем в сообщенной концентрации для пятнистой трески и морского окуня (> 30 мг л<sup>-1</sup>), но выше, чем для лосося и атлантической трески (в обоих случаях ниже 16 мг л<sup>-1</sup>). Разница в приращении веса между процедурами, скорее всего, объясняется сокращением потребления корма. Долгосрочные испытания повышенного содержания CO<sub>2</sub> в крови и определение минимальных порогов влияния концентрации поможет разработчикам УЗВ соизмерить системы дегазации CO<sub>2</sub> для обеспечения оптимальных условий существования и условий производства.

### Пробиотики, как средство борьбы с болезнями в аквакультуре Lone Gram<sup>1\*</sup> and Paul D'Alvise<sup>1</sup>

<sup>1)</sup> Bacterial Ecophysiology and Biotechnology Group, Department of Systems Biology, Søtofts Plads bldg 221, DK-2800 Kgs. Lyngby, Denmark. gram@bio.dtu.dk

Бактериальные инфекции являются проблемой ведения аквакультуры и применение антибиотиков должно быть ограничено, чтобы снизить риск развития устойчивых к антибиотикам бактерий. Использование живых бактерий (пробиотиков), которые могут контролировать патогенные бактерии, представляет суть концепции, которая в настоящее время разрабатывается во многих областях (относительно здоровья человека, птицы, свиней, растений). Относительно аквакультуры несколько исследований по предложенным проблемам показали, что некоторые бактерии (*Pseudomonas*, *Vibrio*, *Roseobacter*) могут уменьшать смертность от патогенных бактерий и, следовательно, помочь в сокращении использования антибиотиков.

Кроме того, в морской ларвицидной культуре (относительно личинок), бактериальные заболевания являются ключевой проблемой, которая снижает выживаемость и экономическую эффективность производства в отношении подрастающей рыбы, и сдерживает внедрение новых видов и селекционных программ. Основным источником патогенных бактерий являются живые культуры кормовых ингредиентов, так как условно-патогенные бактерии процветают в благоприятных условиях при быстро возрастающей концентрации питательных веществ. Пробиотическая бактерия *Phaeobacter gallaeciensis* противодействует многим видам патогенных бактерий рыбы и проявила способность уменьшать концентрацию патогенных микробов *Vibrio* в гнотобиотических экспериментальных культурах, представляющих пищевую цепочку ларвицидной культуры (микроводоросли, коловратки, артемии). Кроме того, *Phaeobacter gallaeciensis* резко снижает смертность трески от *Vibrio*-инфицированных личинок.

Бактерии *Phaeobacter gallaeciensis*, которые зарождаются естественным образом в прибрежных водах и являются частью нормальной микробиотической среды для культуры рыбы и моллюсков, могут применяться профилактически на культурах мальков морской рыбы и живом корме, чтобы снизить заболеваемость бактериальными инфекциями.

**Доказательства роли ила в удалении веществ, придающих неприятный привкус, геосмина и 2- метилизоборнеола из установок замкнутого водоснабжения**

**Lior Guttman<sup>1</sup> and Jaap van Rijn<sup>1\*</sup>**

<sup>1)</sup> Department of Animal Sciences, The Robert H. Smith Faculty of Agriculture, Food and Environment, The Hebrew University of Jerusalem, P.O. Box 12, Rehovot 76100, Israel. jaap.vanrijn @ mail.huji.ac.il

Возникновение соединений неприятного вкуса геосмина и 2- метилизоборнеола (МІВ) является общим в индустриальной аквакультуре. Оба соединения, производимые циановыми бактериями, грибами и простыми бактериями (в основном актинобактериями), придают землисто - затхлый вкус воде даже если они присутствуют в очень низких (нанограммы на литр) концентрациях. Вследствие их гидрофобной природы, бактерии геосмин и МІВ быстро поглощаются богатой липидами тканью рыб, в то время, как их высвобождение из тканей происходит медленно. Обычные способы дезинфекции, такие как хлорирование и озонирование оказывают малое воздействие на концентрации геосмина и МІВ в воде. В настоящее время, выдерживание рыбы в чистой воде в течение нескольких дней до продажи на рынке чаще всего используется в качестве надежного избавления от неприятного привкуса рыбы.

В текущем исследовании, оба штамма производящие бактерии геосмина и МІВ были выделены из аэробной и богатой органическими веществами фильтра нитрификации и барабанного фильтра в закрытой системе циркуляции аквакультуры (УЗВ) для культуры тилапии. Было обнаружено, что бактериальные изоляты тесно связаны с бактериями *Streptomyces roseoflavus* и *Streptomyces thermocarboxidus*. Оба изолята были способны расти в аэробных, и точно также кислородно-ограниченных условиях с самой высокой продуктивностью геосмина и МІВ в соответствии с прежними условиями. Уменьшение уровней по геосмину и МІВ было найдено в бассейне фильтра УЗВ. Было обнаружено, что геосмин и МІВ сильно поглощаются илом в этом бассейне. Из параллельных трасс с не стерилизованным илом был сделан вывод, что, в дополнение к процессам физического / химического удаления, геосмин и МІВ деградировали биологически также в иле. Непрерывное обогащение сырого ила бактериями геосмина и МІВ привело к выделению трех бактериальных штаммов, способных расти вместе с МІВ или геосмином, в качестве единственных источников углерода и энергии. Бактериальные штаммы оказались тесно связанными с *Variovorax paradoxus*, *Rhodococcus sp.* и *Comamonas sp.* Все изоляты показали высокие темпы удаления геосмина и МІВ, когда эти соединения присутствовали в качестве единственного источника углерода и энергии в питательной среде. Добавление более доступных источников углерода привело к повышению темпов роста изолятов и более медленному удалению геосмина и МІВ. В то время как *Variovorax paradoxus*- подобный изолят проявил подобные темпы роста в аэробных и не насыщенных воздухом условиях, два других бактериальных штаммов росли быстро в аэробных условиях. С помощью флуоресцентной гибридизация в реальных условиях (FISH), распространенность бактерий, принадлежащих к родам *Rhodococcus* и *Comamonas*, было очевидно в шламе, полученном из ферментационного бассейна.

**Очистные системы и методы для смягчения привкуса у атлантического лосося, культивируемого в установке замкнутого водоснабжения в коммерческих масштабах**

**John Davidson<sup>1\*</sup>, Kevin Schrader<sup>2</sup>, Bruce Swift<sup>3</sup>, Eric Ruan<sup>4</sup>, Jennifer Aalhus<sup>4</sup>, Manuel Juarez<sup>4</sup>, and Steven Summerfelt<sup>4</sup>**

<sup>1)</sup> The Conservation Fund's Freshwater Institute, Shepherdstown, West Virginia, USA; <sup>2)</sup> United States Department of Agriculture, Agriculture Research Service, University of Mississippi, USA; <sup>3)</sup> TRI-GEN Fish Improvement Ltd., Ponoka, Alberta, Canada; <sup>4)</sup> Lacombe Research Centre, Agriculture and Agri-Food Canada, Lacombe, Alberta, Canada. j.davidson@freshwaterinstitute.org

Рыба, культивируемая в условиях установки замкнутого водоснабжения (УЗВ), может накапливать землистый или затхлый привкус из-за привкуса соединений, геосмина и МІВ, которые производятся бактериями, процветающими в биологических пленках системы. В качестве общей практики, форель и лосось, культивируемые в пределах УЗВ выдерживаются в чистой воде, чтобы избавиться от неприятных запахов. Были проведены Три научных исследования для

оценки технологий и практической работы (SOPs) для оптимизации очищения от неприятного привкуса атлантического лосося выращиваемого в УЗВ.

В исследовании принимали участие особи атлантического лосося, культивируемого в УЗВ до 1-2 кг (1 исследование) и в промышленном масштабе УЗВ объема 150 м<sup>3</sup> до размера 3-5 кг (Исследования 2 и 3), были использованы в пределах 12 идентичных систем УЗВ (0,5 м<sup>3</sup>) для трех- и двухфакторных испытаний с целью оценки: 1) дезинфекции перекисью водорода (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) и фильтрации гранулированным активированным углем (GAC) потока компонентного состава, 2) те же самые обработки, как в исследовании 1, но с более крупными особями лосося, и 3) дезинфекции H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> очистительной системы и наличие/отсутствие аэрации рабочей среды. Для каждого исследования, очистной системы были использованы для культуры для установки покрытых биологическими. Рыба содержалась без корма в период выдерживания. Шесть особей лосося собирались из первой группы в 1й день, и были разделаны на филе для первоначальной оценки привкуса. После этого, филе и пробы воды были отобраны в суточных интервалах из биофильтра в течении 10 дней, чтобы оценить изменение привкуса.

Во время 1ого исследования, сильная концентрации привкуса по сравнению со всеми группами, подчеркивая необходимость начать с работу с очистительными системами без биологических пленок. Исследование 2 показало, что предварительная обработка систем с помощью H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> в сочетании с фильтрацией GAC воды компонентного состава привело к наибольшему снижению привкуса в воде и в филе лосося. Тем не менее, разовая дезинфекция H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> оказалась, что может быть не менее эффективной. Исследование 3 показало, что очистительные системы, которые дезинфицируются H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> и в которых отсутствует аэрация биофильтра были наиболее эффективными способами очистки концентраций от привкуса в мясе лосося по сравнению контрольной группой, которые не были продезинфицированы и в которых проводилась аэрация. Эти исследования показали, что избавление от привкуса в мясе атлантического лосося может быть оптимизирован в течение от 6 до 10 дней очистки при использовании SOPs, которые обеспечивают чистые и относительно свободные от биологической пленки системы. Аэрация биофильтра проводиться не должна, из-за проблем, связанных с эффективной очисткой, дезинфекцией и устранением бактерий, продуцирующих привкус. Кроме того, дезинфекция очистительных систем с использованием перекиси водорода проявляет тенденции улучшения удаления привкуса.

### **Предотвращение привкуса в рыбе ультразвуковой обработкой воды Hansup NamKoong<sup>1\*</sup>, Jan P. Schroeder<sup>2</sup>, G. Petrick<sup>3</sup>, and Carsten Schulz<sup>1,2</sup>**

<sup>1)</sup> Institute of Animal Breeding and Husbandry, Christian-Albrechts-Universität, Kiel, Germany; <sup>2)</sup> Gesellschaft für Marine Aquakultur (GMA) mbH, Hafentörn 3, 25761 Büsum, Germany; <sup>3)</sup> AIMES GmbH, Kösterberg 10, 24238 Selent, Germany. [hnamkoong@gma-buesum.de](mailto:hnamkoong@gma-buesum.de)

Наиболее распространенными химическими соединениями привкуса в аквакультуре являются 2- Methylisoborneol (2-MIB) и геосмин (ГСМ), которые являются вторичными метаболитами, выделяемые различными микроорганизмами, такими как цианобактерии или актиномицеты, которые существуют в большинстве аквакультур. В связи с высоким коэффициентом биологического накопления в богатой липидами ткани даже очень низкие концентрации 2-MIB и ГСМ в воде вызывают нежелательный землисто - затхлый запах и вкус мяса рыбы. Возникновение привкусов в рыбе приводит к потере качества и снижает конкурентоспособность продукта. Тем не менее, очищение привкусов путем перемещения рыбы в чистую, без запаха воду в течение определенного времени до сбора улова, является по прежнему надежным, но в высшей степени экономически и по времени затратным способом противодействовать наличию привкуса. До сих пор, альтернативные стратегии и процессы для эффективного предотвращения привкуса все еще отсутствуют.

Таким образом, целью данного исследования было изучение потенциала ультразвуковой обработки воды, чтобы уменьшить концентрацию соответствующих химических соединений привкуса в аквакультуре, находящейся в воде повторной циркуляции.

Таким образом, как пресная вода, так и соленая вода наблюдались с помощью 2-МІВ и ГСМ стандартов и обрабатывались в лабораторном масштабе ультразвуковым преобразователем на частоте 850 кГц в импульсном режиме.

Кроме того, образцы из промышленных замкнутых систем циркуляции аквакультуры, содержащих натуральные 2-МІВ и ГСМ были также обработаны. Химические соединения привкуса были экстрагированы с помощью жидкой экстракции, и концентрированные и анализируемые с помощью GC-MS. Кроме того, был исследован эффект солености на возможность устранения 2-МІВ и ГСМ с помощью ультразвуковой обработки. Результаты продемонстрировали, что ультразвуковая обработка воды значительно снижает испытываемые химические соединения привкуса, во всех испытываемых типах образцов, где сокращение по части ГСМ было несколько выше по сравнению с 2-МІВ. Добавление соли к образцам пресной воды улучшило значительно снижение обоих химических соединений привкуса с помощью ультразвуковой обработки. Таким образом, ультразвуковая обработка воды может обеспечить новую возможность для удаления химических соединений привкуса эффективно в замкнутых системах аквакультуры. Более того, добавление соли к пресной воде систем выращивания эвригалинных видов рыб, кажется, действенным методом для повышения эффективности удаления ультразвуковой очисткой воды по отношению к химическим соединениям геосмина и 2-МІВ в привкусе рыбы.

### **Долговременные воздействия нитратов, орто- фосфата и микрочастиц металлов (Fe, Zn, Cu, Co, Mn) на характеристики продуктивности и здоровье молоди тюрбо (*Psetta maxima*)** **Chris G.J. van Bussel<sup>1,2\*</sup>, Jan P. Schroeder<sup>2</sup>, and Carsten Schulz<sup>1,2</sup>**

<sup>1)</sup> Institute of Animal Breeding and Husbandry, Christian-Albrechts-Universität, Kiel, Germany; <sup>2)</sup> Gesellschaft für Marine Aquakultur mbH (GMA), Büsum, Germany. [chris.vanbussel@GMA-buesum.de](mailto:chris.vanbussel@GMA-buesum.de)

Для замкнутых систем аквакультуры (УЗВ) наблюдается тенденция по снижению уровней обмена воды. Следовательно, некоторые вещества накапливаются в системе циркуляции воды. Наиболее важные неорганические соединения, которые накапливаются - это нитраты, орто фосфаты и микроэлементы железа (Fe), цинка (Zn), меди (Cu), марганца (Mn) и кобальта (Co). Тем не менее, до сих пор последствия повышенного уровня этих веществ в воде в культуре морских видов рыбы являются неизвестными. Поэтому, были изучены влияния этих неорганических веществ на рост, утилизацию корма и некоторые параметры условий содержания морских видов рыб, на примере палтуса (*Psetta maxima*).

В 12 независимых системах УЗВ уровни содержания нитратов были увеличены добавлением раствора  $\text{NaNO}_3$  и  $\text{KCl}$ . В исследовании относительно дозы-реакции были оценены эффекты четырех различных уровней нитратов (4, 125, 250, и 500 мг/л по  $\text{NO}_3\text{-N}$ ) на производительность подрастающего палтуса. Рост был негативно линейно отрицательным при повышении концентрации нитратов. Влияния на здоровье рыб были одинарно наблюдаемы при дозе  $\geq 250$  мг/л  $\text{NO}_3\text{-N}$ . Параметры крови не были изменены, предполагая, что палтус способен сохранять гомеостаз вплоть до значений 500 мг/л  $\text{NO}_3\text{-N}$ .

Во втором исследовании относительно дозы-реакция эффекты четырех различных уровней орто- фосфата (4, 25, 50, 75 мг/л орто-Ф) изучались добавлением растворов  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$  и  $\text{KCl}$ . Было обнаружено, что уровни орто- Ф не будут отрицательно влиять на здоровье и рост камбалы вплоть до дозы 75 мг/л орто-Ф. Рыба, выращиваемая при дозе 25 мг/л орто-Ф, показала тенденцию к более высокому потреблению корма и росту по сравнению с контрольными группами, в предположении, что палтус способен отбирать и утилизировать фосфор водного происхождения.

В третьем исследовании, пять независимых систем УЗВ было смоделировано накопление металлов при пяти различных темпах обмена воды (между 1000 и 10 л/кг корма) путем добавления металлов в сульфатной форме. Накопление металлов (Fe, Zn, Cu, Co, Mn) не было негативно влияющим на рост палтуса вплоть до скоростей обмена воды как можно ниже при использовании 10 л/кг корма. Однако микроэлементы Zn, Co и Mn биологически накапливаются во всем теле палтуса, что приводит к снижению содержания сухого вещества.

Отрицательная линейная зависимость между концентрацией нитратов и темпами роста палтуса является основным фактором, ограничивающим интенсификацию использования системы УЗВ морского базирования. Орто фосфат безвреден для палтуса и не оказывает влияния на рост рыбы. Микроэлементы металлов водного происхождения биологически аккумулируются в палтуса, приводя к снижению содержания сухого вещества, но здоровье особей и их рост не затрагивается. Путем использования денитрификации должна быть возможной интенсификация уровня обмена воды УЗВ с палтусом до значений порядка 10 л/кг корма.

### **Вредоносное цветения водорослей в системе УЗВ**

**Per Andersen**

Orbicon A/S, Jens Juuls Vej 16, 8260 Viby J. Denmark. [pean@orbicon.dk](mailto:pean@orbicon.dk)

HABS = Harmful Algal Blooms (Вредоносное цветение водорослей – ВЦВ) возникает в системах УЗВ и вызывает гибель рыбы и/или имеет негативное влияние на производство рыбы и вызывает экономические потери. Никакие процедуры мониторинга ВЦВ не разрабатываются и не внедряются в УЗВ в настоящее время, и еще многое предстоит узнать о том, какие виды ВЦВ вызывают проблемы в УЗВ и как управлять / уменьшать развитие ВЦВ и оптимизировать производство. Будут представлены примеры ВЦВ в системах УЗВ, вызванных миксотрофными динофлагеллятами. Кроме того датский проект стратегических исследований по ВЦВ - рыбе (2012-2016г.г.) <http://www.habfish.dk/> со следующими целями будет вводиться в действие:

- Разработка молекулярных инструментов для быстрого и точного выявления и подсчета ихтиотоксичных водорослей в датских водах;
- Открытие новых ихтиотоксичных водорослей и разработка методов их идентификации и количественной оценки;
- Гораздо более глубокое понимание того, как рыба и мальки реагируют на ихтиотоксины от губительных для рыбы водорослей;
- Более глубокое понимание того, как рыба и мальки могут привыкнуть к ихтиотоксичным водорослям и возможного использования этих знаний в аквакультуре, чтобы избежать гибели рыб в будущем.

Положения «Подхода мониторинга ВЦВ в УЗВ» будут предлагаться для обсуждения в качестве необходимой отправной точки для дальнейшей разработки экономически эффективного управления УЗВ в связи с ВЦВ.

### **Озонирование в морских УЗВ: влияния остаточных окислителей на здоровье рыб и производительность биологического фильтра**

**Jan P. Schroeder<sup>1\*</sup>, Simon Klatt<sup>1</sup>, Stefan Reiser<sup>2</sup>, Sven Wuertz<sup>3</sup>, Reinhold Hanel<sup>2</sup>, and Carsten Schulz<sup>1,4</sup>**

<sup>1)</sup> Gesellschaft für Marine Aquakultur (GMA) mbH, Hafentörn 3, 25761 Büsum, Germany; <sup>2)</sup> Thünen-Institute of Fisheries Ecology, Hamburg, Germany; <sup>3)</sup> Leibniz Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries, Berlin, Germany; <sup>4)</sup> Institute of Animal Breeding and Husbandry, Christian-Albrechts-Universität, Kiel, Germany. [schroeder@gma-buesum.de](mailto:schroeder@gma-buesum.de)

В установках замкнутого водоснабжения (УЗВ) морского базирования, озон часто применяется для улучшения качества технической воды, а также для дезинфекции обработанной воды. Особенно необходимый для целей дезинфекции остаточный озон, может привести к быстрому образованию вторичных окислителей в морской воде, поскольку остаточный озон быстро вступает в реакцию с ионами галогена для образования галогенированных окислителей, суммируемые в качестве окислителей продуцируемых озоном (ОПО). ОПО являются гораздо более стабильными, чем сам озон и могут накапливаться в системе, что приводит к потенциальным вредным воздействиям на культивируемые организмы, а также на нитрифицирующие бактерии, находящиеся в биологическом фильтре. Знание специфичной чувствительности видов к этим ОПО и соответствующие безопасные значения являются важными требованиями для безопасного применения озона.

Таким образом, чувствительность различных объектов аквакультуры, таких как палтус (*Psetta maxima*) и тихоокеанские белые креветки (*Litopenaeus Vannamei*), а также нитрифицирующих

бактерий биологического фильтра по отношению к ОПО была исследована в серии острых и хронических экспериментов воздействия.

В то время как длительное воздействие на не выросших особей палтуса и особей тихоокеанской белой креветки ОПО при таких низких концентрациях, как 0,1 и 0,15 мг/л эквивалентно хлору, вызвало ухудшение здоровья и условий обитания, это отражалось в гистологических изменений в жабрах или виде окислительного стресса. Никаких значительных неблагоприятных воздействий нельзя было найти в концентрации 0,06 мг/л даже при хроническом воздействии, выявляя, что концентрация ОРО порядка  $\leq 0,06$  мг/л будет адекватным уровнем безопасности для испытываемых видов морской аквакультуры.

По сравнению с рыбой и креветками нитрифицирующие бактерии, используемые для биологической фильтрации подтвердили, чтобы они намного более терпимы к ОПО. Лабораторные эксперименты показали, что обездвиженность биологических переносчиков увеличивает толерантность испытываемых нитрифицирующих бактерий довольно резко, предполагая, что биологическая пленка будет достаточно защищать от ОПО. Эксперименты по длительному воздействию не могли выявить вредоносное воздействие на производительность биологического фильтра для ОПО концентраций вплоть до 0,15 мг/л в эквиваленте хлора, даже при постоянном воздействии. В противоположность этому, активность нитрифицирующих бактерий была увеличена при всех испытанных концентрациях ОПО по сравнению с контролем без озонирования. При окислении органических веществ, озон может способствовать подавлению гетеротрофных бактерий, приводящих к конкурентному преимуществу для автотрофных нитрифицирующих бактерий в биологическом фильтре. Согласно представленным результатам, в большей степени здоровье рыбы и условия обитания, выглядят ограничивающими факторами для озонной дозировки, нежели производительность биологического фильтра.

#### **Исследования по накоплению гормонов и раннего созревания атлантического лосося *Salmo Salar* в установке замкнутого водоснабжения с пресной водой**

**Christopher Good<sup>1\*</sup>, John Davidson<sup>1</sup>, Ryan L. Early<sup>2</sup>, Elizabeth Lee<sup>2</sup>, Gregory Weber<sup>3</sup>, and Steven Summerfelt<sup>1</sup>**

<sup>1)</sup> The Conservation Fund's Freshwater Institute, 1098 Turner Road, Shepherdstown, WV 25443 USA;

<sup>2)</sup> Department of Biological Sciences, University of Alabama, 300 Hackberry Lane, Tuscaloosa, AL 35401 USA; <sup>3)</sup> United States Department of Agriculture – Agriculture Research Service's National Center for Cool and Cold Water Aquaculture, 11876 Leetown Road, Leetown, WV 25430 USA. [c.good@freshwaterinstitute.org](mailto:c.good@freshwaterinstitute.org)

Недавние научно-исследовательские эксперименты по выращиванию атлантического лосося (*Salmo Salar*) товарной массы в наземной, закрытого типа, установке замкнутого водоснабжения указали, что раннее половое созревание самцов может быть проблематично в этой экологической среде. В одном исследовании рыба содралась в пресноводной воде, почти 75 % самцов созревали при массе тела 2 кг, и были отобраны для предотвращения последующего перезревания, поведенческих и экономических последствий, в то время как в соленой воде лосось выращивался до 4-6 кг по размеру. Поскольку раннее созревание может представлять собой серьезное препятствие для производителей, заинтересованных в повышении производства лосося в пресноводных УЗВ, последующие исследования были сосредоточены на исследовании этого феномена для достижения лучшего понимания и разработки стратегий по предотвращению или устранению раннего созревания. *Исследование 1:* Мы выращивали атлантического лосося до товарной массы в шести аналогичных УЗВ, эксплуатируемых в обоих режимах высоких или низких темпов обмена воды. В конце исследования, используя иммуноферментные энзимы, мы количественно определили уровни циркулирующих гормонов (кортизол, тестостерон, 11-кетотестостерон (11-КТ), прогестерон и эстрадиол) в воде системы УЗВ, чтобы определить влияние темпов обмена, а также биологической фильтрации, на уровни растворимых гормонов, которые воздействовали на рыбу. Тройные выборки воды были собраны в трех отдельных участках в каждой системе УЗВ: биологический фильтр предварительной обработки, последующий биологический фильтр, и на входе подготовленной воды. На момент подачи реферата на рассмотрение, предварительные результаты показали, что среди рассматриваемых гормонов,

только тестостерон был связан со значительно более высокими концентрациями в системе УЗВ с низким уровнем обмена по отношению к системе УЗВ с высоким уровнем обмена. Биологическая фильтрация сопровождалась существенным снижением концентрации 11-КТ, как УЗВ с низким уровнем, так и высоким уровнем обмена. Циркуляция концентраций тестостерона, 11-КТ, и эстрадиола была значительно выше, чем подготовленной воды. Большинство количественных концентраций кортизола и прогестерона существенно не различались между УЗВ и подготовленной водой. *Исследование 2:* Мы подвергали воздействию молодь атлантического лосося воздействию двух режимов фото периода (либо 24-часовое непрерывное освещение, либо 18 ч освещение и 6 ч темноты), чтобы определить, сопровождается ли режим обработки более высокими уровнями раннего мужского полового созревания. Примерно 350 г по размеру, 30 мужских особей (идентифицируемые после гибели) из каждой группы обработки были отобраны для плазменной количественной оценки 11-КТ; а оставшиеся экземпляры лосося были маркированы для определения экспериментальной когорты и затем выпущены в одну большую систему выращивания при непрерывном освещении. Последующие образцы плазмы будут собираться по мере того, как лосось вырастет до товарного размера. На момент представления реферата на рассмотрение, лабораторные результаты все еще поступали, и они будут доступны и подробно рассмотрены в ходе презентации конференции.

### **Датский Лосось: Краткий обзор**

**Mark Russel**

[Danish Salmon A/S, Søren Nordbys Vej 15, 9850 Hirtshals, Denmark. mru@markrussellaqua.com](mailto:mru@markrussellaqua.com)

Компания «Датский Лосось» (Danish Salmon) является новым объектом установки замкнутого водоснабжения, который базируется в гор. Хиртсхальс с целью производства 2000 тонн атлантического лосося в год. Краткое резюме по истории вопроса о проекте, планирование, строительство и текущее состояния будут представлены на конференции.

### **Новый физико-химический подход к эффективной и экономичной эксплуатации пресноводной УЗВ**

**Ori Lahav**

[Faculty of Civil and Environmental Engineering Technion - Israel Institute of Technology Haifa 32000, Israel. agori@techunix.technion.ac.il](mailto:agori@techunix.technion.ac.il)

Обсуждение будет сосредоточено на новом физико-химическом процессе для удаления аммиака и (потенциально) фосфора из пресноводной установки замкнутого водоснабжения (УЗВ). Для прояснения стимула для развития нового процесса, обычные способы удаления азота и фосфора из УЗВ будут рассмотрены, а их преимущества / недостатки обсуждаются в свете нового подхода.

Описанный способ основан на непрерывном выделении основания  $\text{NH}_4^+$  из воды системы УЗВ с использованием колонок ионного обмена. Вредные вещества, после выделения, регенерируются путем одновременного химического поглощения и непрямого электрохимического окисления аммиака непосредственно в газообразный азот. Данная концепция требует поддержания воды в бассейне при  $\text{pH} < 7$ , чтобы обеспечить высокую концентрацию  $\text{NH}_4$  и в то же время не ограничивая концентрацию  $\text{NH}_3$ . Подход включает преимущества (1) независимость от температуры, потенциальных влияний хищных бактерий и химических токсинов, (2) не требуется период запуска, и система может быть отключена и по желанию, и (3) рыба выращивается в воде с гораздо более низкой концентрацией бактерий, что делает возможным как снижение болезней, так и привкуса. Ограничения процесса включают тот факт, что концепция может быть реализована только в пресной воде, а не в системах с соленой водой (из-за стадии ионного обмена), и что атмосферный воздух должен быть использован для подачи кислорода (в связи с низким показателем  $\text{pH}$ , поддерживаемым в воде бассейна, которая требует эффективной очистки от  $\text{CO}_2$ ).

После первоначального описания обсуждение будет сосредоточено на результатах, полученных от 51 суточной эксплуатации 500 литровой опытно-экспериментальной системы УЗВ для начального подтверждения новой концепции. Описанная система была загружена 105 особями тилапии (начальный вес 35,8 г), и эта рыба содержалась при высоком уровне концентрации TAN (от 10 до 23 мг N л<sup>-1</sup>) и плотности посадки рыбы до значения 20 кг м<sup>-3</sup>. Концентрации NH<sub>3</sub> (водная) в аквариуме поддерживалась ниже предполагаемого порога токсичности (0,1 мг N л<sup>-1</sup>) за счет использования воды при низком показателе pH (6,5-6,7). Низкое значение pH привело к эффективной зачистке воздуха от CO<sub>2</sub> и низкой результирующей CO<sub>2</sub> (водн.) концентрации (< 7 мг л<sup>-1</sup>). В связи с эффективным удалением твердых веществ, нитрификация не поддерживалась в системе и измеренные концентрации нитритов и нитратов были очень низкими. Система эксплуатировалась успешно, сначала при 10%, а затем на уровне 5% от суточной скорости обмена подготовленной воды. Рыба росла со скоростью, идентичной для ее установленного потенциального роста и не было никаких признаков стресса или болезни. Нормированные эксплуатационные расходы, рассчитанные на основе данных, полученных из опытной эксплуатации, составили 7,28 центов за кг корма для рыбы. Результаты показали, что процесс будет весьма реализуемым как с точки зрения эксплуатационных, так и экономических расходов.

**Удаление азота из рециркулирующей воды и отработанного шлама в морской УЗВ с помощью частичной денитрификации и анаэробного окисления аммония**  
**Purazen Chingombe<sup>1</sup>, Yvonne Schneider<sup>2</sup>, Taavo Tenno<sup>3,4\*</sup>, Sheila Kvindesland<sup>5</sup>, and Bernhard Wett<sup>6</sup>**

<sup>1</sup>) Centre for Sustainable Aquatic Research, Department of Biosciences, College of Science, Swansea University, Singleton Park, Swansea, SA2 8PP, UK; <sup>2</sup>) Institute for Sanitary Engineering and Waste Management (ISAH), Leibniz Universitaet Hannover, Welfengarten 1, 30167 Hannover, Germany; <sup>3</sup>) aqua consult Ingenieur GmbH, Mengendamm 16, D-30177 Hannover, Germany; <sup>4</sup>) Institute of Chemistry, University of Tartu, 14a Ravila St., 50411 Tartu, Estonia; <sup>5</sup>) Teknologisk Institutt, Forusbeen 10, 4033 Stavanger, Norway; <sup>6</sup>) ARAconsult Unterbergerstrasse 1, Innsbruck, 6020, Austria. Taavo@quaconsult.ee

Проект *DeammRecirc* ставит целью разработку процесса деаммонификации для удаления азота из оборотной воды в индустриальной аквакультуре после недавнего успеха в использовании анаэробного окисления аммония (анаммокс) для удаления азота в других видах обработки сточных вод. Поскольку бактерии анаммокса превращают аммоний с нитритом в двуазотистый газ, по проекту была разработана конфигурация процесса, позволяющая удаление азота из воды и ила в УЗВ хозяйствах.

Для постепенной адаптации DEMON<sup>®</sup> - шлама из водоочистной установки к типичным условиям в УЗВ хозяйствах, были задействованы лабораторного масштаба системы с посевом бактерий, снижающих серу (SBR). После этого стабильные характеристики преобразования анаммокса были достигнута с начальными условиями (25°C, водных отходов с NaNO<sub>2</sub>), граничные условия были изменены, чтобы исследовать влияние низких значений температуры (25-15°C), высоких концентраций солей (из пресной воды в соленую воду) и связывание анаммокса с частичной денитрификацией для разрушения NO<sub>3</sub>.

Пробы воды и шлама от AAL (хозяйства по морскому окуню) были проанализированы на предмет азотистых и органических соединений. Образцы ила были обследованы на анаммокс бактерий посредством флуоресцентной гибридизация на месте (FISH) и темпы подкисления и денитрификации. Материальные балансы для N и C были использованы для разработки концепции обработки *DeammRecirc* и модели (программного обеспечения BioWIN) с обработкой шлама УЗВ и воды путем подкисления, частичной денитрификации и анаммокса.

Прототип *DeammRecirc* был реализован в опытно-промышленной системе УЗВ (Европейский морской окунь), включая начальное обогащения анаммокс бактериями из ила (контролируя экспериментами по обогащению <sup>15</sup>N и PCR) и оптимизации подкисления / частичной денитрификации.

Поэтапная адаптация бактерий анаммокс к низкой температуре (15°C), позволила минимизировать снижение активности преобразования. Напротив, повышение солености выше 10‰ привело к необратимой потере деятельности анаммокс. Таким образом, для морских систем УЗВ, бактерии анаммокс должны были быть выращены из растений конкретного посева. После 4 месяцев обогащения (дозирования азота и ограничении органики), наличие бактерий анаммокс (тесно связанных с *Candidatus Scalina Wagnera*) было доказано. После 10 месяцев работы экспериментальной установки, азотные нагрузки составляли 2,2 г/день NH<sub>4</sub>-N и 1,1 г/день NO<sub>2</sub>-N. Показатель COD, освобожденный подкислением, использовался для частичной денитрификации до 90 % от первоначальной концентрации, связанной с NO<sub>2</sub>-NO.

Тем не менее, было выпущено аммиака, меньше, чем ожидалось.

Проект продемонстрировал, что обогащение морского анаммокса от рыбного отработанного шлама возможно и предложена стратегия передаваемого обогащения. Исследования частичной денитрификации и подкисления шлама позволили лучше контролировать производство нитрита, но достаточная поставка количества аммония требует больше исследований для повышения эффективности удаления азота.

### **Снижение выделения отходов от УЗВ: Выработка летучих жирных кислот из анаэробного активного ила за счет метода добавления или подкормки, и потенциал шлама как источника биометана**

**Karin I. Suhr<sup>1\*</sup>, Carlos O. Letelier<sup>1</sup>, and Ivar Lund<sup>1</sup>**

<sup>1)</sup> Technical University of Denmark, DTU Aqua, Section for Aquaculture, The North Sea Research Centre, P.O. Box 101, DK-9850 Hirtshals, Denmark. [ksu@aqu.dtu.dk](mailto:ksu@aqu.dtu.dk)

Твердые отходы из установок замкнутого водоснабжения (УЗВ) будучи насыщенными питательными веществами и органическим веществом создают опасность для местной экосистемы, если очистка не выполняется должным образом. Тем не менее, биологически доступный углерод в шламе также представляет субстрат для биологического удаления биогенных веществ (N и P), или устойчивой горючей энергии при накоплении в качестве метана.

В этом исследовании, выход летучих жирных кислот (ЛЖК) от анаэробного сбраживания (AD) твердых отходов из системы УЗВ по выращиванию радужной форели измерялся по методологии от партии и подачи партии.

Партия (B) AD продолжалась в течение 20 дней (в трех повторях), и реакторы AD подпитки партии (FB) выдерживались при 1,25, 5 и 10 дней по времени гидравлического удерживания (в двух экземплярах). Потенциал биологического метана (BMP) ила была оценен с помощью анализа, предложенного Angelidaki et al. 2009.

Производство ЛЖК было самым быстрым на время 1-1,25 дней времени удерживания (B: 79,9 ± 15,0 мг ЛЖК/г TVS0/d1 а FB: 66,6 ± 6,8 мг ЛЖК/г TVS0/d1.25 против B: 31,7 ± 3,4 мг ЛЖК/TVS0 г /сут.5 и FB: 26,4 ± 3,1 мг ЛЖК/г TVS0 /д.5), и не четкий эффект примененного метода был очевидным по выходу ЛЖК, измеренного в течении 10 дней (B: 162,1 ± 12,5 мг ЛЖК/г TVS0) или 10 дней HRT (FB: 166,9 ± 26,4 мг ЛЖК/г TVS0). При B AD, два из трех повторов показали дальнейшее увеличение выхода ЛЖК в течении 10 дней и достигало максимума 216,6 ЛЖК ± 4,8 мг/г TVS0, принимая во внимание, отклонение партии, выраженное потреблением ЛЖК. Деградация органического вещества выделяется при AD растворимого N и P. Изначально в несброженный шлам, только 6 - 9% азота и фосфора присутствовали в качестве общего аммиака N (TAN) и орто-Ф, но после 10 дней AD, TAN составило 24% и 17% от общего Кьельдаль-N, и орто-Ф 53% и 44% от общего P в стадии B и F, соответственно.

Потенциал биологического метана шлама показал среднее значение 318 ± 29 STP мл CH<sub>4</sub>/г TVS<sub>0</sub>. Это соответствует выходу 0,91 г метана-COD/г TVS, и был примерно в четыре раза выше, чем максимальный выход ЛЖК от AD (216,6 мг VFA/г TVS ≈ 0,23 г ЛЖК-COD/г TVS). Это предполагает, что после извлечения ЛЖК для использования в процессах удаления биогенных веществ биологическим путем, генерирование биологического метана, в конечном счете, следует, чтобы в полной мере использовать имеющийся органический углерод.

### **Примеры способов сгущения шлама от промышленного производства**

**Bjarne Hald Olsen**

Billund Aquakulturservice A/S, Kløvermarken 27, 7190 Billund, Denmark. [bjarne@billund-aqua.dk](mailto:bjarne@billund-aqua.dk)

Технология УЗВ известна как экологически чистая и эффективная для интенсивного рыбоводства в бассейнах. Существует еще проблема в том, чтобы уменьшить объем выбросов шлама, производимого механическими и биологическими фильтрами внутри системы УЗВ. Будут приведены примеры различных методов сгущения шлама.

**Конструкция «Реактора денитрификации самостоятельной очистки от внутреннего газа» и ее применение в УЗВ при выращивании судака (*Sander Lucioperca*)**

**Andreas Müller-Belecke<sup>1\*</sup> and Ulrich Spranger<sup>2</sup>**

<sup>1)</sup> Institute of Inland Fisheries Potsdam-Sacrow, Im Königswald 2, 14469 Potsdam, Germany; <sup>2)</sup> Kunststoff-Spranger GmbH, Reißiger Gewerbering 9, 08525 Plauen, Germany. [andreas.mueller-belecke@ifb-potsdam.de](mailto:andreas.mueller-belecke@ifb-potsdam.de)

Первые реакторы денитрификации доказали свою функциональность в коммерческих установках замкнутого водоснабжения (УЗВ). Тем не менее, происходят случаи засорения из-за низких гидравлических нагрузок, необходимых для выполнения без кислородных условий для успешного процесса денитрификации в УЗВ, что затрудняет регулировку стабильных рабочих условий в пределах реакторов денитрификации с неподвижным слоем. Реакторы, работающие на основе активного ила, требуют тщательного гидравлического управления и /или сложных конфигураций для удержания ила.

Чтобы разработать денитрификационный реактор с низким уровнем обслуживания, был сконструирован закрытый фильтр с подвижным слоем, приводимый в действие путем рециркуляции газа окисленным кислородом. Реактор денитрификации самостоятельной очистки от внутреннего газа (реактор SID) объемом 0,65 м<sup>3</sup>, имеющий объем подвижного слоя 0,39 м<sup>3</sup>, был соединен с системой УЗВ полупромышленного масштаба для производства судака (*Sander Lucioperca*). Этот вид рыбы выдерживает негативные условия окружающей среды (как, например, NO<sub>3</sub>-N концентрации выше примерно 68 мг л<sup>-1</sup>) при стремительном сокращении потребления корма. В разных сериях экспериментов, реактор SID эксплуатировался с денатурированным этанолом, метанолом, уксусной кислотой или глицерином в качестве источников углерода и с изменением режимов работы.

Засорение безопасно предотвращалось 40 секундной рециркуляцией внутреннего газа дважды в час, при условии непрерывной, не требующей обслуживания эксплуатации с требованием предельной энергии. При входных (УЗВ) и выходных NO<sub>3</sub>-N концентрациях в диапазоне от 49 мг • л<sup>-1</sup> и 12 мг • л<sup>-1</sup>, средние темпы денитрификации были определены в значениях от 199 г до 235 г по NO<sub>3</sub>-N на 1 м<sup>3</sup> объема подвижного слоя в эксперименте для всех испытываемых источников углерода. Тем не менее, не было обнаружено никаких отрицательных эффектов на потребление корма выращиваемого судака только при использовании метанола. Изменение режима работы на непрерывную циркуляцию слоя фильтра на входе NO<sub>3</sub>- N концентраций 26 мг • л<sup>-1</sup>, производительность денитрификации достигла значений 451 г NO<sub>3</sub>-N на 1м<sup>3</sup> объема подвижного слоя за день. Применение SID реактора позволило сократить обмен пресной воды в системе УЗВ для судака от 600 л до 70 л (-88 %) и сократить буфер бикарбоната натрия от 182 г до 31 г (83%) на кг поступающего питания. Простая и надежная эксплуатация реактора SID должна помочь создать контролируемую денитрификацию в качестве обычной стадии очистки в системе УЗВ.

**Расход воды, очистка промышленных стоков и нагрузка отходов в проточных и рециркуляционных системах для производства лососевых в Канаде - Исландии - Норвегии**  
**Asbjørn Bergheim<sup>1\*</sup>, Helgi Thorarensen<sup>2</sup>, Andre Dumas<sup>3</sup>, Arvid Jøsang<sup>4</sup>, O. Alvestad<sup>4</sup>, and Frode Mathisen<sup>4</sup>**

<sup>1)</sup> IRIS – International Research Institute of Stavanger, Norway; <sup>2)</sup> Holár University College, Iceland; <sup>3)</sup> Coastal Zones Research Institute, Canada; <sup>4)</sup> Grieg Seafood ASA, Norway. [Asbjorn.Bergheim@iris.no](mailto:Asbjorn.Bergheim@iris.no)

На основе проекта, финансируемого компанией NORA «Системы аквакультуры завтрашнего дня» и текущего мониторинга на рыбноводных заводах «Grieg Seafood's», потребление воды и нагрузки стоков от наземных ферм по производству молоди лосося и гольца были обследованы подготовленными специалистами. В исследование включены, как проточные системы (ПС) с или без обработки воды в конце цикла, так и установки замкнутого водоснабжения (УЗВ). Потребление воды уменьшается от 1% до 3% в УЗВ по сравнению с таким же в проточной системе. Что касается нагрузки по промышленным стокам, попытки удаления в объектах УЗВ значительно снизили нагрузку. Эффективно работающие предприятия ПС, достигающие высокой утилизации кормов при удалении твердых веществ в конце цикла, также указывают на низкую нагрузку промышленных стоков близко подходящей к уровням в УЗВ хозяйствах. Высокая степень различия между хозяйствами, тоже была продемонстрирована.

Таблица: Потребление воды, потребление электроэнергии и сброс отходов от УЗВ и ПС хозяйств для производства лососевых рыб (диапазоны в скобках: Норвегия - Канада, ежемесячно макс. – мин. на протяжении всего года. Исландия, на основе хозяйства, максимум - минимум).

Параметр, На кг производимой рыбы	Норвежская УЗВ <sup>а</sup>	Канадская УЗВ <sup>а</sup>	Норвежская ПС <sup>а,б</sup>	Исландская ПС <sup>с</sup>
Потребление воды, м <sup>3</sup>	0,8	0,3	22,0 (20 – 25)	95,0 (38 - 330)
Потребление электроэнергии, кВтч	4,1	20,0	-	4,3 (0,0 – 9,7)
Нагрузка по отходам,г:				
Взвешенные твердые вещества	16,6 (3,9 – 60)	52,2	20,9	806 (41 – 1612)
БПК <sub>5</sub>	8,5 (2,7 – 26)	-	13,8	14,1 (5,4 – 36)
Общий фосфор	2,3 (1,2 – 6,2)	-	2,3	-
Общий азот	19,7 (9,4 – 80)	-	24,0	72,3 (26 – 115)

<sup>а)</sup> Норвежско-канадские хозяйства УЗВ и ПС: предприятия по получению малька «Grieg Seafood's».

<sup>б)</sup> ПС с обработкой воды в конце цикла.

<sup>с)</sup> Исландские хозяйства ПС: 9 ферм по производству молоди, смолтов и пост-смолтов атлантического лосося и арктического гольца.

### Контейнерное решение УЗВ для гибкой и легкой установки в производственных системах аквакультуры

#### Jacob Bregnballe

AKVA group Denmark A/S, Navervej 10, DK-7000 Fredericia, Denmark. [jbregnballe@akvagroup.com](mailto:jbregnballe@akvagroup.com)

Контейнерное решение для установок замкнутого водоснабжения (УЗВ) было разработано, чтобы упростить установку при минимальном времени наладку. Система состоит из секции механической фильтрации, биологического фильтра, фильтра микроскопических частиц, насосов, системы сигнализации и центра управления электродвигателями, полностью оборудованная внутри 40-футового контейнера с установкой дегазации на крыше. Общая максимальная емкость составляет 225 кг корма в день при расходе воды в резервуарах для рыбы порядка 400 м<sup>3</sup> в час. Система может быть объединена с существующим оборудованием на месте или она может быть оснащена дополнительным внешним оборудованием, таким как платформы подачи кислорода, УФ обработки, обработки сбрасываемой воды в конце производственного цикла и т.д. Вследствие подвижности системы она служит в качестве полностью гибкой альтернативы стационарной установки системы УЗВ. Она идеально подходит для новичков в технологии УЗВ, и может быть использована на начальном этапе производства более крупных производственных систем или когда дополнительная обработка воды действительно необходима на существующих хозяйствах.

### **Производительность биологического фильтра нитрификации в аналогичных УЗВ при различной солености**

**Thomas Cavrois<sup>1</sup> and Lars-Flemming Pedersen<sup>2\*</sup>**

<sup>1)</sup> Institut National des Sciences et Techniques de la Mer, CNAM, Cherbourg, France; <sup>2)</sup> Technical University of Denmark, DTU Aqua, Section for Aquaculture, The North Sea Research Centre, P.O. Box 101, DK-9850 Hirtshals, Denmark. lft@aqu.dtu.dk

В нескольких исследованиях обращалось внимание на потенциальное влияние солености на содержание аммиака и удаление нитратов в биологических фильтрах аквакультуры. В этом исследовании мы проверяли достоверность общего правила, утверждающего, что производительность нитрификации в соленой воде снижается на треть по сравнению с пресноводными системами.

Двенадцать идентичных долгосрочно эксплуатируемых экспериментальных систем УЗВ объемом 1,7 м<sup>3</sup> с погруженным биологическим фильтром с неподвижным слоем были использованы для исследования. После четко определенного равновесия нитрификации в пресной воде (очищенная вручную УЗВ, сопровождаемая постоянными рабочими условиями до тех пор, пока не будет устойчивого состояния), все двенадцать УЗВ были опорожнены и предназначены для одной из четырех концентраций солености (0, 11, 22 и 32 тыс. долей) и заполнены новой подготовленной водой. Радужная форель были вновь запущена при плотности 18 кг м<sup>3</sup> (пресноводная акклиматизированная форель передавалась к значениям 0 и 11 тыс. долей. Акклиматизированная радужная форель 32 тыс. долей передавалась к 22 и 32 тыс. долям) и подвергалась постоянному режиму подачи нагрузки при 320 л подготовленной воды на кг корма. Производилось ежедневное измерение TAN, нитритов и нитратов в начальной стадии, показывая переходное накопление аммиака (все ниже 1,2 мг TAN/л) в УЗВ, эксплуатируемой при солености 22 и 32 тыс. долей. Уровни нитритов в пресной воде и 11 п.п. солености были равными и не увеличивались (< 0,40 мг N/л), в то время, как базовая концентрация нитритов временно достигла 2,0 мг N/л, в 22 п.п. и производилась обработка до уровней ниже 0,4 мг N/л в течение трех дней. В противоположность этому, накопленная концентрация нитрита в течение длительного периода во всех трех УЗВ на 32 п.п. и снижалась до уровня 16 мг N/л до того, как были установлены низкие уровни нитритов. Рыба хорошо чувствовала себя в пресной воде и в прерывистой солености, где ухудшенный аппетит и смертность были установлены в двух из трех высоких уровней солености УЗВ. В исследование была включена оценка характеристики нитрификации в плане всплесков TAN полной системы и отдельных экспериментов групповых пиков при испытании колонизированных элементов биологического фильтра из четырех групп солености системы УЗВ.

### **Количественная оценка дыхания и темпов выделения у европейского омара (*H. gammarus*)**

**Asbjørn Drengstig<sup>1\*</sup>, Asbjørn Bergheim<sup>2</sup>, Stig Westerlund<sup>2</sup>, and Ann-Lisbeth Agnalt<sup>3</sup>**

1) Norwegian Lobster Farm AS, Stavanger, Norway; 2) IRIS - International Research Institute of Stavanger, Stavanger, Norway; 3) Institute of Marine Research, Bergen, Norway. ad@hobas.no

Рыбоводческое хозяйство наземного расположения требует знания по ключевым параметрам, как кормовой коэффициент (КК), потребление кислорода, выделительные значения по двуокиси углерода (CO<sub>2</sub>) и общему количеству аммиака (TAN). В настоящее время существует дефицит знаний среди прочих темпов дыхания и экскреции Европейского омара. Все это настоятельно требует критериев определения размеров для систем водоподготовки в установках замкнутого водоснабжения (УЗВ). Согласно работам Wickins и Lee (2002), желательные уровни качества воды для когтистых омаров будут температура от 18 до 22°C, соленость от 28 до 35 ‰, выше 6,4 мг O<sub>2</sub>/л, рН порядка от 7,8 до 8,2 и менее 14 мкг N/л, как не ионизированный аммиак.

Предприятие по разведению Норвежского омара провела несколько предварительных исследований, нацеленных на определение темпов дыхания и экскреции. Исследования показали сильные колебания потребления кислорода у омаров разного размера при температуре 19°C. Большая изменчивость потребления кислорода при различных размерах также продемонстрировала быструю приспособляемость к новым условиям. Стресс влияет на темпы дыхания, увеличива-

ясь примерно в два раза относительно стандартных темпов. Анализ аммиака показал, как и ожидалось, более высокую удельную скорость экскреции с точки зрения мг TAN/кг х мин для молодых особей по сравнению с почти взрослыми особями. Тем не менее, повторная выборка тех же размерных групп продемонстрировала значительное колебание от одного положения для испытания к другому. Увеличение частоты выделения у группных особей положительно коррелируется с повышенным потреблением кислорода.

Предприятие по разведению Норвежского омара находится на стадии осуществления крупного исследования совместно с IRIS и Институтом морских исследований по определению диапазона оптимальных и критических/ пороговых уровней ключевых параметров качества воды для европейского омара.

### **Динамическая модель рыбоводной емкости в установках замкнутого водоснабжения Pau Prat<sup>1\*</sup> and Benedek Gy Plósz<sup>1</sup>**

<sup>1)</sup> Department of Environmental Engineering (DTU Environment), Technical University of Denmark, Miljøvej Building 113, DK-2800 Kongens Lyngby, Denmark. papb@env.dtu.dk

Датское законодательство (Danish Ministry of Environment, 2012) недавно установило лимиты выбросов для систем аквакультуры на основе общего азота (TN), общего фосфора (TP) и органических веществ. Таким образом, будущий рост установок замкнутого водоснабжения (УЗВ) в настоящее время оспаривается более устойчивым и экологически ответственным производством.

Система УЗВ была изучена с точки зрения проектирования и эксплуатации. Эксперименты были проведены с целью оптимизации рецептуры кормления, роста рыбы и компонентов обработки, чтобы увеличить возможности этой системы для культивирования рыбы. Также система УЗВ может исследоваться посредством моделирующих экспериментов. Компоненты обработки были изучены и смоделированы в их областях устройства, и они могут быть связаны с моделью бассейна для рыбы (Wik et al., 2009, Pedersen et al., 2012). Адекватная модель бассейна для рыбы должна быть как можно более простой, но достаточно комплексной для того, чтобы описать особенности, показанные данными измерений.

Активированное семейство шлама (ASM) повсеместно принято для моделирования очистных сооружений на основе биологической очистки. Общая математическая формулировка, применяемая в этих моделях, представляет собой матрицу Gujer с процессами стехиометрии и кинетики, а также описание органических веществ в разработке устройств очистки воды на основе устройства ХПК (Henze et al., 2000). Модель УЗВ на основе активированной модели шлама использует преимущества моделей, уже разработанных в областях проектирования очистки воды (например, биологические пленки).

Это исследование представляет подход моделирования для процессов, происходящих в бассейне для рыбы, которыми являются: потери корма в толще воды, потребление корма рыбой, рост рыб, пересадки рыбы и дыхание рыбы. Эти процессы были реализованы в платформе симуляции WEST® (MikebyDHI). Новая категория модели была разработана на основе общего языка для понятий, номенклатуры и матрицы обозначений ASM1 (Henze et al., 2000).

Полный вариант доклада представит детальное описание смоделированных процессов и значений, используемых для параметров модели и темпов процессов, которые были получены от McKenzie et al., (2007) для выращивания радужной форели. Результаты моделирования сравниваются с данными, включенными в работах Dalsgaard and Pedersen (2011) and Pedersen et al., (2012). Результаты моделирования показывают, что система УЗВ может быть смоделирована, включая динамику в бассейнах для рыбы и установках обработки. Представленная модель может быть адаптирована к другой системе аквакультуры.

Модель представляет исследователям и практическую возможность определить лучшие стратегии управления и эксплуатации для улучшения системы УЗВ. Модель может быть использована для выбора установок очистки для облегчения увеличения производства рыбы при низких затратах по охране окружающей среды.

**Установка замкнутого водоснабжения для производства высокой плотности глубоководных веслоногих копепод *Acartia tonsa* (Dana)**

**Minh Vu Thi Thuy<sup>1\*</sup>, Gunvor Øie<sup>2</sup>, and Helge Reinertsen<sup>1</sup>**

<sup>1)</sup> Department of Biology, Centre of Fisheries and Aquaculture, Norwegian University of Science and Technology, (NTNU), Trondheim, Norway; <sup>2)</sup> SINTEF Fisheries and Aquaculture AS, SINTEF Sealab, Trondheim, Norway. minhvu@ruc.dk

Глубоководные, веслоногие ракообразные *Acartia tonsa* (Dana) являются одним из наиболее перспективных видов ракообразных для морской ларвикультуры. Этот вид обладает широким диапазоном толерантности к температуре и солености. Имея малый размер, они могут продуцировать яйца в состоянии покоя. Все их науплисы, копеподиты и взрослые особи могут использоваться в качестве превосходного корма для морских личинкообразных видов. Тем не менее, биомасса и продуцирование яиц ракообразными видами ограничено, в основном, за счет проблем их культивирования при высокой плотности посадки.

Развитие установок замкнутого водоснабжения (УЗВ) в последние десятилетия открыло новую систему культивирования, которая как ожидается, обеспечит более стабильные условия окружающей среды, чтобы способствовать получению *A. Tonsa* при высокой плотности. Данное исследование было начато для предварительного применения в УЗВ для производства *A. Tonsa*. Прямоточная рыбоводная система (ПС) был также параллельно отработана для оценки потенциала УЗВ по сравнению с ПС.

Как система УЗВ, так и система ПС (3 повтора в системе) были созданы в том же самом окружении, чтобы обеспечить равные условия. Начальные плотности ракообразных составляли 20000 науплий на л<sup>-1</sup> для исследования роста и развития в ранней фазе и 5000 экз на л<sup>-1</sup> в копеподитных и взрослых этапах для тестирования способности воспроизводства. Особи *A. Tonsa*, которые питались одноклеточными водорослями *Rhodomonas baltica*, были зарегистрированы в течение четырех недель в триплете 50 л садков в каждой системе. Параметры качества воды регистрировались ежедневно по значению температуры, кислорода, рН, солености, частицам, и каждые пять дней по азотосодержащим отходам и бактериям через весь экспериментальный период в обеих системах. Неожиданно, соотношение вылупления яиц было ниже в системе УЗВ по сравнению с ПС, что могло быть объяснено более высокой концентрацией нитрита, нитрата и бактерий, включая *Vibrio* spp, гемолитические бактерии и быстрорастущие бактерии. Науплии *A. Tonsa* культивировали в обеих системах УЗВ и ПС имели подобные показатели выживания, роста и размножения, но науплии превращались в копеподитов быстрее в УЗВ (110 часов) по сравнению с ПС (158 часов). Это может быть признаком для возможностей культивирования или поддержания науплий *A. Tonsa* и ранних стадий развития копеподит при более высоких плотностях перед кормлением личинок морских видов. Система УЗВ также нуждается в дальнейшей оптимизация качества воды с помощью компонента фильтра денитрификации для стабилизации культивирования копепод и также требуется реализация режима деятельности по борьбе с болезнями.

**Последние достижения в рамках интенсивного выращивания глубоководных веслоногих копепод *Acartia tonsa* (Dana) в установке замкнутого водоснабжения**

**Per M. Jepsen<sup>1\*</sup>, Jacob K. Højgaard<sup>1</sup>, Guillaume Drillet<sup>2</sup>, Mohamed-Sofiane Mahjoub<sup>2</sup>, Moloud Rais<sup>2</sup>, Aliona Novac<sup>3</sup>, Johannes Schjelde<sup>1</sup>, Claus Andersen<sup>1</sup>, and Benni W. Hansen<sup>1</sup>**

<sup>1)</sup> Department of Environmental Social and Spatial Change, Roskilde University, Universitetsvej 1, 4000 Roskilde, Denmark; <sup>2)</sup> DHI Singapore, DHI Water & Environment (S) Pte. Ltd., 1 CleanTech Loop, CleanTech One #03-05, 637141 Singapore; <sup>3)</sup> Faculty of Biology, "Alexandru Ioan Cuza" University of Iasi, Romania. pmjepsen@ruc.dk

Датская аквакультура в последние годы сосредоточена на выращивании новых видов морских рыб. Одна из основных задач для выращивания морских видов рыб лежит в области разработки соответствующих рационов для личинок этих рыб. Веслоногие виды и их личиночные стадии науплии хорошо зарекомендовали в качестве идеального живого корма для различных морских видов. Копеподиты и науплии являются превосходными в качестве живого корма по сравнению с коловратками и артемией, как с точки зрения питательной ценности и поведения, так и размера.

В 1980-годы копеподы *Acartia tonsa* (Dana) были выловлены в датском проливе Эресунн и были исследованы и поддерживаются в культурах до сих пор. Интересная черта, связанная с этими видами состоит в том, что яйца могут быть погружены в состояние покоя, когда яйцо может храниться в течение одного года, сходно как цисты артемии. Это наиболее перспективный метод хранения для распределения яиц копеподов по объектам аквакультуры по всему миру. Яйца могут вылупляться и науплий можно скормить личинкам морских рыб (миногам).

Ограничение состоит в том, что культуры копепод для производства яиц являются после 30 лет исследований до сих пор не стабильными в достаточно большой мере для массового производства яиц. Недавно уникальные копеподы были разведены в установке замкнутого водоснабжения (УЗВ) в Роскилдском университета (Дания), которая была построена как часть проекта IM-PAQ «Совершенствование производства мальков рыб аквакультуры высокого качества». Мы представляем недавнее достижение в рамках культуры УЗВ для копепод, и урок, извлеченный из разведения данного вида. Далее мы представляем физические и биологические ограничения культуры с точки зрения качества воды ( $\text{NH}_3$ ), химических и физических плотностей копепод, и их влияние на производство яиц (плодовитость).

Мы обнаружили, что  $\text{NH}_3$  негативно воздействует на культуры науплий при уровнях выше 30 мкг  $\text{NH}_3 \text{ л}^{-1}$ , и взрослые культуры на уровнях выше 477 мкг  $\text{NH}_3 \text{ л}^{-1}$ . С точки зрения химических и физических плотностей производство яиц было ограничено при плотностях выше 2000 взрослых особей на  $\text{л}^{-1}$ .

### Аквапоника на основе геотермальной энергии

#### Ragnheidur Inga Thorarinsdottir

SVINNA-Engineering Ltd. - Fannafold 61 - 112 Reykjavík, Iceland; University of Iceland, Sæmundargötu 2, 101 Reykjavík, Iceland. [svinna@svinna.is](mailto:svinna@svinna.is); [rith@hi.is](mailto:rith@hi.is)

Название аквапоника является сочетанием из слов аквакультура и гидропоника. Сточные воды от производства рыбы используются в качестве ресурсов в плодоовощной продукции, где растения отбирают питательные вещества и, следовательно, очищают воду, прежде чем та возвращается к рыбе. Таким образом, аквапоника является ресурсосберегающей системой производства питания замкнутого цикла, подражая самой природе. Автор Rakocy и его коллеги из Университета Виргинских островов провели обширное научное исследование по аквапонике (Rakocy, 2009; 2002; 1999a,b; Rakocy et al., 2009; 2006; 2004; 2001), благодаря чему в последние годы интерес к аквапонике резко увеличился. Европейский финансируемый проект находится в начальной стадии сотрудничества с партнерами из Исландии, Дании и Испании. В Исландии общая цель заключается в реализации жизнеспособной коммерческой аквапонике со стабильным производством круглый год при использовании геотермального тепла и дополнительного освещения в зимний период.

Методология по аквапонике в основном базируется на трех технологиях: выращиваемые слои, питательные пленки (NFT) и системы плавучих плотов (Bernstein, 2011). Выращиваемый слой представляет собой системы на основе рабочей жидкой среды, в то время как корни растений растут прямо в воду в NFT (в тонком слое воды), а плотовые системы это плавающие плиты в больших резервуарах для воды. Эти последние системы работают хорошо, но нуждается в фильтрации, чтобы избежать накопления рыбных отходов на корнях растений. В системе на основе водной среды произрастающий слой становится системой фильтрации для всех продуктов отхода. Более того, выращиваемый слой на основе водной среды почти не имеет ограничений на типы растений, которые можно выращивать. Питательные пленки и плотовые системы имеют более низкие уровни питательных веществ из-за удаления твердых частиц, и здесь нет достаточной возможности, чтобы перенести крупные растения. Тем не менее, эти системы удобны для небольших растений, таких как салат, зелень и травы. Bernstein (2011) предполагает, что системы гибридной аквапонике, включая, как на основе водной среды, так и плотовые или пленочные системы, будут оптимальным решением. Поскольку сегодня эти типы гибридных систем находятся в стадии первых дней развития, литература предлагает скудные данные по оптимальным решениям.

Основные вопросы исследования сосредоточили внимание на оптимизации экономической выгоды от аквапонике по сравнению с традиционным сельским хозяйством и методами садо-

водства. Это включает в себя сравнение различных видов рыб и видов растений, соответственно. Кроме того, холодноводные (лососевые) и тепловодные (тилапии) виды доступные в Исландии (Dalsgaard et al., 2013), будут оцениваться на пригодность для систем аквапоники. Целостный подход также включает проектирование системы, альтернативное питание в виде ряски и насекомых, оценки освещения и использования геотермальной энергии и других возобновляемых источников энергии. Конструкция системы и первые шаги вперед будут представлены.

### **Единица процессов аквакультуры и производственные системы: показатели эффективности, анализ и оценка**

**John Colt**

Northwest Fisheries Science Center, 2725 Montlake Boulevard East, Seattle, WA 98112, USA.  
John.Colt@noaa.gov

Характеристики процессов установки и систем производства могут быть измерены в самых разнообразных единицах. Выбор единиц измерения производительности особенно критичен, когда разные виды или производственные системы подлежат сравнению. Для единичных процессов, таких как биологические фильтры или аэраторы, производительность должна быть измерена с точки зрения массы добавленного соединения (или удаленного), разделенную на общую потребляемую энергию. В идеале, потребление энергии должно основываться на непосредственном измерении энергопотребления и измеренном рабочем цикле. Количество опубликованных статей с этим типом информации по энергопотреблению очень мало из-за отсутствия оборудования, проблем безопасности и эксплуатационных ограничений. Как правило, потребление энергии основывается на информации о мощности на заводской табличке и предполагаемом рабочем цикле. Для некоторых систем, может быть возможным, чтобы настроить потребление энергии индивидуального компонента на основе потребления энергии общей системой. Характеристики массового обмена единичных процессов являются лучшим документальным свидетельством для лабораторных и экспериментальных установок. Производительность коммерческих установок может быть значительно меньше, чем для небольших систем и не воспроизводится. Отсутствие измеренного потребления энергии и данных массопереноса существенно влияет на нашу возможность, чтобы сравнить различные варианты исполнения.

Производительность систем производства включает в себя кормовой коэффициент (FCR), удельную скорость роста (SGR), и общее увеличение веса. Другие показатели эффективности могут быть основаны на выходных показателях целых животных (общее приращение веса, приращение сухого веса, приращение белка, и валовая энергия). Могут использоваться выходные данные по туше (приращение веса в шкуре, съедобные увеличение веса, сухой вес пищевого набора веса, и съедобная энергия белка) и входных данных (сырой вес корма, сухой вес корма, энергетическое содержание и содержание белка). Существует небольшое соглашение о том, какие из этих показателей эффективности или их числа являются наиболее важными.

Оценка жизненного цикла (LCA) предлагает международный стандартный метод для оценки глобального воздействия продукта или процесса на окружающую среду. Для производственных систем, неопределенности в значениях на месте по потреблению энергии, как рассмотрено выше, могут иметь значительное влияние на точность оценки воздействия. Кроме того, потенциальное воздействие метана и продуцирование закиси оксида может быть значительным в бассейнах, протоках, и системе повторного использования. Оценка этих последствий потребует непосредственного измерения темпов продуцирования газа и характеристических коэффициентов.

### **Процессы по повышению энергетической эффективности в низконапорных системах и аэрации циркулирующей воды в системах круглых резервуаров**

**Steven T. Summerfelt<sup>1</sup>\*, Timothy Pfeiffer, Lauren Jescovitch, Ethan Metzgar, and Dane Schiro**

<sup>1</sup>Conservation Fund Freshwater Institute, 1098 Turner Road, Shepherdstown, West Virginia 25443, USA. s.summerfelt@freshwaterinstitute.org

Контроль растворенного кислорода и углекислого газа, как правило, являются первыми двумя параметрами качества воды по ограничению производства рыбы в установках замкнутого водо-

снабжения. Обычные технологии передачи газа для систем аквакультуры требуют значительного капиталовложения при повышенном спросе на электроэнергию. Кроме того, пневматическая аэрация в круглом бассейне может создавать помехи гидродинамике и скорости потока воды, а также и эффективности фракционирования твердых веществ в спускном отверстии снизу по центру резервуара. Для повышения энергетической эффективности перекачивания и аэрации воды в системах замкнутой циркуляции, на основе круглых резервуаров при сохранении гидродинамики в резервуарах с рыбой, была произведена разработка и оценивание трех процессов, которые обеспечивают высокий расход воды и технологию слабого напора для обеспечения обмена газа в непосредственной близости от бассейна с рыбой. Первый процесс в его реализации включает в себя пневматический насос подачи сбоку, встроенный в стенку резервуара с рыбой. Второй процесс в его реализации включает в себя рабочий аэратор, установленный в верхней части подъемной камеры в том же самом проеме боковой стенки. Реализация третьего процесса включает в себя каскадную колонку с принудительной вентиляцией, и центробежный насос небольшого гидравлического напора, установленный в том же проеме боковой стенки. Все три технологии «аэрации бокового проема в стенке» создали простую систему частичного повторного использования воды и были апробированы при присоединении к панели 1,2 м высотой стекловолоконной стенки цилиндрического резервуара, диаметром 3,7 м. Результаты, включая скорость перекачки, эффективность переноса диоксида углерода и кислорода, потребление электроэнергии будут сообщаться, и противопоставляться для каждого из процессов аэрации через проем боковой стенки. Будут в дальнейшем обсуждаться потенциальные возможности по повышению энергетической эффективности в установках замкнутого водоснабжения путем совершенствования перекачки низкого давления и процессов переноса газа.

### **Насосы для рециркуляции**

**Mikael Zacho Jensen**

Grundfos DK A/S, Martin Bachs Vej 3, DK-8850 Bjerringbro, Denmark. [mzjensen@grundfos.com](mailto:mzjensen@grundfos.com)

Презентация будет сосредоточена на трех пунктах по отношению к насосам УЗВ:

- Примеры энергетических вопросов особого внимания, при разработке установки замкнутого водоснабжения, которые видны из перспектив насосного оборудования.
- Что происходит с потреблением энергии, когда насосы управляются преобразователем частоты.
- Короткое введение по испытательной установке в двух приложениях: механической очистки и кислородных конусов.

### **Новая программа на основе сети интернет и оперативная система мониторинга качества воды для хозяйств УЗВ**

**Tapio Kiuru<sup>1\*</sup>, Anna-Maria Eriksson-Kallio<sup>2</sup>, and Henna Lampinen<sup>3</sup>**

Arvotec, Ruukintie 45, FI-79620 Huutokoski, Finland; <sup>2)</sup> Finnish Food Safety Authority Evira, Finland; <sup>3)</sup> VTT Technical Research Centre of Finland, Finland. [tapio@arvotec.fi](mailto:tapio@arvotec.fi)

Качество воды, связанное с проблемами здоровья рыбы, представляется весьма различным в традиционной аквакультуре и в установках замкнутого водоснабжения. В то время, как воздействие отдельных параметров качества воды на здоровье рыб в традиционной аквакультуре являются достаточно хорошо известными, то значительно меньше известно о комбинациях воздействий на здоровье рыбы различных параметров качества воды, и способности рыбы адаптироваться к водным условиям, существующим в УЗВ. Часть проблемы в поиске причинной связи между параметрами воды и возможного заболевания и / или изменения показателей условий содержания состояла в отсутствии оперативных систем мониторинга качества воды. Финский комитет продовольственной безопасности Эвира, компания «Arvo-Tec» и Центр технических исследований VTT Финляндии начали исследовательский проект длительностью два года под названием «Оперативный мониторинг параметров воды и здоровье рыбы в УЗВ промышленного масштаба», целью которого является получение лучшего понимания причинных связей по качеству воды и здоровью рыбы в УЗВ промышленного масштаба. Проект состоит из двух частей: 1) нахождение подходящих датчиков для оперативного мониторинга параметров воды (наиболее важно: аммиака, нитритов, нитратов, диоксида углерода и взвешенных твердых ве-

ществ), и 2) нахождение причинной связи между параметрами воды и возможным заболеванием и/или изменением показателей условий обитания по радужной форели. Первая часть проекта показала потенциальные возможности в использовании новой технологии датчиков, что привело к новому инновационному объединению оперативной системы мониторинга качества воды и системы управления кормлением. Во второй части проекта два производственных цикла (10 г-800 г) радужной форели повторяются в коммерческом предприятии УЗВ, и параметры качества воды и показатели здоровья рыбы (плавниковый индекс, гистопатология, бактериология, паразитология) будут подлежать сравнению.

**Плотность выращивания в сочетании с температурой воды, влияющие на условия обитания мальков атлантического лосося и производительность в течение интенсивного производства в установке замкнутого водоснабжения (УЗВ)**

**Jelena Kolarevic<sup>1\*</sup>, Grete Baeverfjord<sup>1</sup>, Harald Takle<sup>2</sup>, and Bendik Fyhn Terjesen<sup>1</sup>**

<sup>1)</sup> Nofima, NO-6600 Sunndalsøra, Norway; <sup>2)</sup> Nofima, NO-1432 Ås, Norway. [jelena.kolarevic@nofima.no](mailto:jelena.kolarevic@nofima.no)

Установки замкнутого водоснабжения (УЗВ) становятся важной частью производства атлантического лосося по всему миру. Возможности для увеличения производства на данном количестве воды, более стабильные условия окружающей среды для рыбы и повышение биологической безопасности являются некоторыми из преимуществ, которые являются привлекательными, как для промышленности, так и широкой общественности. Тем не менее, инвестиционные затраты и экономическая рентабельность диктуют желание дальнейшей активизации производства в УЗВ. В этом исследовании мы нацеливались на установление предельной плотности для мальков атлантического лосося во время стадии пресной воды в УЗВ.

Мальки атлантического лосося с начальным весом 80 г были расселены в двух УЗВ в Нофимском Центре рециркуляции в аквакультуре (NCRA). Системы УЗВ эксплуатировались при разных температурах: 12-13°C и 14-15°C, при средней разнице между системами порядка 2,3°C в течение всего срока исследований. Вода из каждой системы УЗВ была предоставлена в шести восьмиугольных резервуарах емкостью 3,2 м<sup>3</sup>. Три резервуара на одну систему УЗВ были заселены с начальной плотностью посадки рыбы 30 кг/м<sup>3</sup>, а три других резервуара были с плотностью посадки до 60 кг/м<sup>3</sup>. В течение двенадцати недель испытаний производился регулярный отбор проб рыбы и воды и выполнялся мониторинг показателей условий обитания рыбы.

Результаты показывают, что плотность посадки рыбы является критическим фактором для условий обитания рыбы в УЗВ. Никаких признаков побочных эффектов не наблюдалось вплоть до значения 100 кг/м<sup>3</sup>. Тем не менее, при плотности посадки рыбы 120 кг/м<sup>3</sup> в резервуарах высокой плотности, рыба в резервуарах с высокой температурой и при высокой плотности проявляла паническое поведение, сопровождаемое через короткое время возникновением высокой смертности. Во всех точках отбора проб измеренные параметры качества воды оставались в пределах рекомендуемых единиц. Экспертиза внешних показателей условий обитания по окончании исследований показала, что рыба в резервуарах низкой плотности при обоих значениях температуры (приближающихся к 70 - 80 кг/м<sup>3</sup>) оставалась в хорошем состоянии, в то время как в резервуарах высокой плотности при обоих значениях температуры показала признаки ухудшенных условий обитания. Не было дифференцированного отклика по росту, связанного со значением температуры, плотностью посадки рыбы, вплоть до размеров 150 г (около 100 кг/м<sup>3</sup> в резервуарах высокой плотности), после которого рост рыбы в резервуарах высокой плотности показал признаки торможения, и наблюдался дифференцированный отклик между температурными группами. Важно исследовать эту тему дальше, поскольку предполагаются большие последствия для проектирования, размеров и эксплуатации производства мальков в УЗВ.

**Усвояемость питательных веществ и рост радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*) ухудшаемые краткосрочным воздействием умеренного избыточного общего давления газа от перенасыщения азота**

**Peter Vilhelm Skov<sup>1\*</sup>, Lars-Flemming Pedersen<sup>1</sup>, and Per Bovbjerg Pedersen<sup>1</sup>**

<sup>1)</sup> Technical University of Denmark, DTU Aqua, Section for Aquaculture, The North Sea Research Centre, P.O. Box 101, DK-9850 Hirtshals, Denmark. [pvs@aqu.dtu.dk](mailto:pvs@aqu.dtu.dk)

Избыточные уровни растворенного газообразного азота ( $N_2$ ) могут наблюдаться в установках замкнутого водоснабжения, в результате действия аэрации, локализованных осуществлений денитрификации, или от недостаточной дегазации подготовленной воды. Если уровни растворенного  $N_2$  являются достаточно высокими, или если кислород ( $O_2$ ) также поддерживается на уровне или выше уровня насыщения, это приводит к перенасыщению в общем давлении газа (TGP). В зависимости от уровня серьезности, общее давление газа выше насыщения может привести к травме газовыми пузырьками, что очевидно при визуальном осмотре рыбы.

Физиологические воздействия субклинических уровней TGP не очень хорошо известны и не были исследованы для радужной форели. При использовании модифицированной системы Guelph, которая позволяет манипуляцию уровней растворенного газа, настоящее исследование проверило воздействие перенасыщения  $N_2$ , при или без одновременного избытка ОДГ, на усвояемость питательных макроэлементов, рост, кормовой коэффициент перевода и стоимость роста.

Перенасыщение  $N_2$  (давление 22 мм рт. ст.) без полного перенасыщения газа (DTGP -6 мм рт.ст.) не имело значительного воздействия на потребления корма, кормовой коэффициент или рост рыбы. Краткосрочное (16 дней) воздействие перенасыщения  $N_2$  (давление 36 мм рт.ст.) в сочетании с DTGP 23 мм рт. ст. не влияет на потребление корма, а также не вызывает губительных воздействий или каких либо видимых изменений в поведении. Избыток TGP тем не менее, значительно уменьшает видимую липидную усвояемость, кормовой коэффициент, и коэффициент теплового расширения, по сравнению с контрольными обработками, в которых  $N_2$  и  $O_2$  сохранялись ниже уровня насыщения. В дополнение к значительному снижению имеющейся обменной энергии (потребление энергии с поправкой на фекальные потери), эта группа также показала значительно более высокую стоимость роста.

Приведенные результаты предполагают, что даже умеренное перенасыщение TGP негативно повлияет на производство аквакультуры из-за двойного влияния на поглощение энергии и энергетические расходы, по всей вероятности, вызванные общей реакцией на воздействие растворенных газов. Продолжение эксперимента выше течение 25 дней ограничилось некоторыми существенными различиями производственных переменных факторов, в предположении, что радужная форель подвергаемая средним уровням избыточного TGP на более длительные периоды, будет в состоянии приспособиться в той или иной степени.

### Дальнейшее развитие УЗВ в коммерческом хозяйстве

#### Oscar Garay

Salmones Magallanes S.A., Gabriela Mistral 657, Puerto Natales, Reg. XII, Chile. [ogaray@salmonesmagallanes.cl](mailto:ogaray@salmonesmagallanes.cl)

Растущий спрос на морепродукты на общемировом уровне превратил индустрию аквакультуры в перспективную отрасль развития бизнеса. Особенно это перспективно в отношении выращиваемого в хозяйствах лосося. Однако, имеются значительные риски, связанные со средой, относительно которой производитель имеет ограниченный контроль. Именно в этом направлении индустрия аквакультуры обратила свое внимание на разработку систем, позволяющих применить более устойчивый контроль окружающей среды, таких как те, что необходимы для улучшения качества воды. Такое обращение, которое обеспечивает единообразные количественные и качественные результаты, конкурентоспособность и жизнеспособность, напрямую связано с технологическими достижениями.

С первого шага развития УЗВ в Дании тридцать лет назад и до сих пор были достигнуты большие успехи в системах замкнутой циркуляции. Количество рыбоводческих предприятий УЗВ увеличились резко за последнее десятилетие по всему миру и используются в производстве различных водных организмов и возрастающем числе промышленных систем. Данная презентация демонстрирует взгляд на прогресс систем УЗВ и то, чего мы можем ожидать в среднесрочной и долгосрочной перспективе в будущем.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 8 (К ГЛАВЕ 20) ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НИЗКОЙ ИН- ТЕНСИВНОСТИ В ТЕХНОЛОГИИ АКВАКУЛЬТУРЫ

**Николай Барулин, Виталий Плавский**

В последнее время исследования ученых направлены на изучение влияния низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ) на процессы жизнедеятельности животных, в т.ч. и рыб. Результаты исследований с успехом внедряются в различных отраслях сельского хозяйства, в т.ч. и в животноводстве. Однако в области аквакультуры данное направление по-прежнему носит экспериментальный характер, т.к. сопряжено с определенными трудностями, связанными с зависимостью фоточувствительности икры разных видов рыб от оптических характеристик, эволюционно-выработанных адаптаций, а также стадий эмбрионального развития. Вместе с тем интенсивное развитие лазерных технологий, обеспечивающих получение излучения в широком диапазоне длин волн, интенсивностей и режимов воздействия, открывает новые горизонты для исследователей.

В работе приведены многолетние обобщенные данные по изучению влияния оптического излучения низкой интенсивности на различные биологические процессы осетровых рыб. Исследования проводились в период с 2006 по 2014 год в условиях аквакультурных комплексов Республики Беларусь, работающих по принципу установки замкнутого водоснабжения. В ходе наших исследований был установлен не только высокий стимулирующий эффект оптического (в том числе лазерного) излучения, но было показано, что эмбрионы рыб являются удобной моделью для оценки стимулирующего эффекта и изучения фотофизических процессов, происходящих в животной клетке.

### **Фотофизические процессы, определяющие биологическую активность оптического излучения низкой интенсивности**

В данных исследованиях изучены механизмы фотофизических процессов, определяющие биологическую активность (а, следовательно, и терапевтическое действие) низкоинтенсивного излучения видимой области спектра. С использованием лазерных и светодиодных источников одинаковой интегральной интенсивности изучена роль когерентности и поляризации света в реализации его биологического действия.

В качестве объектов исследования выбраны эмбрионы осетровых рыб (оплодотворенная икра) на стадии органогенеза (рисунок 20\_8.1). Для воздействия оптическим излучением увлажненная оплодотворенная икра на стадии органогенеза помещалась в чашку Петри в виде монослоя. В качестве источников излучения использовались гелий-неоновые лазеры ЛГН-111 (НПО «Полярон», г. Львов, Украина) с  $\lambda = 632,8$  нм, а также светодиодные источники квазимонохроматического красного (с максимумом при  $\lambda = 631$  нм,  $\Delta\lambda = 15$  нм) и широкополосного (полихроматического) белого излучения,  $\lambda = 420-800$  нм. Режим работы всех источников – непрерывный. При необходимости воздействия линейно-поляризованным излучением между светодиодом и объектом воздействия устанавливался поляризатор. Плотность мощности во всех вариантах воздействия составляла  $P = 2,9 \pm 0,2$  мВт/см<sup>2</sup>, что согласно нашим исследованиям является оптимальным значением для стимуляции эмбрионального и постэмбрионального развития осетровых рыб.

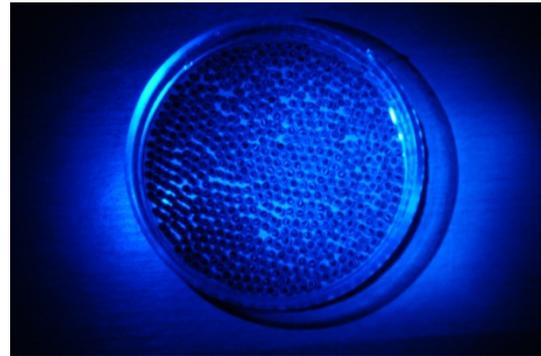
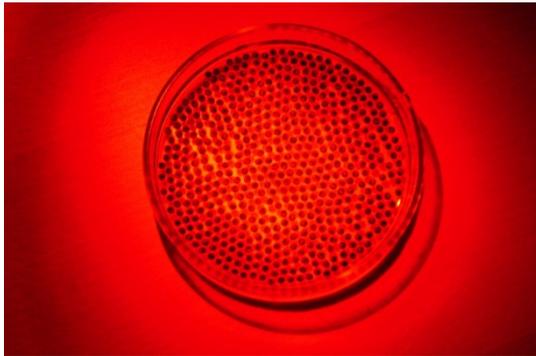


Рисунок 20\_8.1 Объект исследований: а – эмбрионы осетровых рыб на 24 стадии развития, б – воздействие оптического излучения красного области спектра на эмбрионы рыб, в – воздействие оптического излучения синей области спектра на эмбрионы рыб



Рисунок 20\_8.2 Пятидесятисуточная молодь осетровых рыб

Показано, что кратковременное воздействие низкоинтенсивного излучения видимой области спектра на эмбрионы осетровых рыб способно оказывать пролонгированное действие на эмбриональное и постэмбриональное развитие рыб, регистрируемое через 50 суток после процедуры облучения (рисунок 20\_8.2). Биологические эффекты (размерно-весовые характеристики и показатели жизнестойкости рыб к неблагоприятным условиям среды обитания), индуцируемые линейно-поляризованным излучением монохроматического лазерного (гелий-неоновый лазер,  $\lambda = 632,8$  нм,  $\Delta\lambda \approx 0,02$  нм) и квазимонохроматического светодиодного ( $\lambda = 631$  нм,  $\Delta\lambda = 15$  нм) источников, практически не отличаются. Переход к широкополосному линейно-поляризованному излучению (белый светодиод,  $\lambda = 420-800$  нм) сопровождается снижением биологического действия. По результатам исследований воздействия на эмбрионы линейно-поляризованного и неполяризованного излучения светодиодного источника, а также линейно-

циркулярно- и неполяризованного излучения гелий-неонового лазера, сделан вывод об определяющем значении типа поляризации в реализации биологического действия излучения. При этом максимальный стимулирующий эффект (на размерно-весовые характеристики и показатели жизнестойкости молоди рыб) наблюдается при воздействии линейно-поляризованного излучения; фотобиологический эффект, индуцируемый в том же дозовом интервале светом естественной поляризации (т.е. неполяризованным), значительно менее выражен; величина стимулирующего действия циркулярно-поляризованного излучения занимает промежуточное значение. На основании приведенных, а также ранее полученных данных сделан вывод, что среди фотофизических процессов резонансной и нерезонансной природы (ориентационное действие света; действие градиентных сил; диполь-дипольные взаимодействия; термооптические процессы), способных вызывать фотобиологические эффекты, зависящие от таких лазероспецифических характеристик, как поляризация и когерентность, определяющее влияние в изучаемых в настоящей работе процессах принадлежит ориентационному действию света и диполь-дипольным взаимодействиям. Причем ориентационное действие может проявляться для анизотропных сред с жидкокристаллическим характером упорядочения (прежде всего, доменов мембран и мультиферментных комплексов) как в условиях отсутствия резонансного поглощения, так и для слабо поглощающих структур, и инициировать изменение их конформации, а соответственно и функциональных характеристик. Однако наличие слабого поглощения на длине волны воздействующего излучения значительно усиливает чувствительность указанных надмолекулярных систем к структурным переходам, индуцированным ориентационным действием поляризованного излучения. Показано, что одна из причин противоречивости данных различных авторов о роли когерентности и поляризации оптического излучения в реализации его биологического действия состоит в отличающихся на 2-3 порядка интенсивностях и дозовых нагрузках, при которых выполнены указанные исследования. Кроме того механизм реализации биологической активности излучения может изменяться в зависимости от спектрального диапазоне воздействующего фактора. Можно ожидать, что в зависимости от интенсивности, длины волны воздействующего излучения и типа его поляризации регуляторные эффекты реализуются по различным фотофизическим и фотохимическим механизмам.

В результате проведенных исследований были разработаны следующие способы:

*Способ повышения устойчивости стандартной молоди осетровых рыб к дефициту кислорода*

Способ повышения устойчивости стандартной молоди осетровых рыб к дефициту кислорода, основанный на стимулирующем действии лазерного излучения, отличающийся тем, что на эмбрионы осетровых рыб на стадии органогенеза воздействуют в непрерывном режиме поляризованным лазерным излучением инфракрасной области спектра с длиной волны  $\lambda = 0,81 \pm 0,02$  мкм плотностью мощности  $P = 2,9 \pm 0,2$  мВт/см<sup>2</sup> в течение 30-90 с.

*Способ повышения терморезистентности стандартной молоди осетровых рыб*

Способ повышения терморезистентности стандартной молоди осетровых рыб, заключающийся в том, что на эмбрионы осетровых рыб на стадии органогенеза воздействуют в течение 30-90 с импульсным поляризованным лазерным излучением ближней инфракрасной области спектра с длиной волны  $\lambda = 850 \pm 20$  нм, длительностью импульса  $\tau = 10 \pm 1$  мс, скважностью  $Q = 2 \pm 0,1$  при средней плотности мощности  $P = 2,7 \pm 0,2$  мВт/см<sup>2</sup>.

*Способ повышения токсикоустойчивости стандартной молоди осетровых рыб*

Способ повышения токсикоустойчивости стандартной молоди осетровых рыб, основанный на стимулирующем действии лазерного излучения, отличающийся тем, что на эмбрионы осетровых рыб на стадии органогенеза воздействуют поляризованным лазерным излучением инфракрасной области спектра с длиной волны  $\lambda = 0,81 \pm 0,02$  мкм с частотой модуляции 50 Гц, плотностью мощности  $P = 2,9 \pm 0,2$  мВт/см<sup>2</sup> в течение 30-90 с.

*Способ стимуляции размерно-весовых показателей молоди осетровых рыб*

Способ стимуляции размерно-весовых показателей молоди осетровых рыб, основанный на воздействии на эмбрионы осетровых рыб на 24-й стадии их развития оптическим излучением красной области спектра в непрерывном режиме, отличающийся тем, что воздействуют поляризованным излучением светодиодного источника с длиной волны  $\lambda = 630 \pm 10$  нм, плотностью мощности  $P = 2,9 \pm 0,2$  мВт/см<sup>2</sup> в течение 30-90 с.

### Влияние лазерного излучения на производителей осетровых рыб

С целью изучения влияния лазерного излучения на воспроизводительную функцию осетровых осуществляли воздействие лазерным излучением на кровеносную систему производителей (рисунки 20\_8.3). Производителей подвергали воздействию коллимированного поляризованного лазерного излучения красной области спектра. Воздействие осуществляли с помощью терапевтического лазерного аппарата «Айболит КН-15». Длина волны излучения лазера  $\lambda = 670$  нм, мощность излучения на выходе аппарата  $W = 8-10$  мВт, площадь светового пятна на поверхности жаберных лепестков  $S = 0,2$  см<sup>2</sup>, плотность мощности излучения, воздействующего на жаберные лепестки рыб,  $P = W/S = 40-50$  мВт/см<sup>2</sup>. Экспозиция на каждую точку 60 сек. Воздействие осуществляли на 4-5 точек с каждой стороны, то есть под каждую жаберную крышку. Общая продолжительность лазерной процедуры 8-10 минут в день, ежедневно в течение 5 дней. Особи контрольной группы проходили все вышеназванные процедуры за исключением воздействия лазерного излучения.

Проведенные нами исследования показали, что воздействие на производителей осетровых рыб коллимированным поляризованным лазерным излучением красной области спектра с длиной волны  $\lambda = 670$  нм в преднерестовый период приводит к повышению репродуктивных качеств, а также к повышению эффективности воспроизводства осетровых в целом: у самок наблюдается увеличение процента ответа на гормональные инъекции, повышение оплодотворяемости икры и дальнейшего выживания личинок на ключевых стадиях эмбрионального и постэмбрионального развития, по отношению к группе, которые не подвергались такому воздействию (контрольная группа); у самцов наблюдалось увеличение процента ответа на гормональные инъекции, увеличение объема эякулянта, а также повышение подвижности сперматозоидов и визуального качества спермы, по отношению к контрольной группе.



Рисунок 20\_8.3 Различные методы воздействия оптического излучения на кровеносную систему производителей осетровых рыб: а – внутривенное воздействие, б – наджаберное воздействие

### Влияние оптического излучения на сперматозоиды рыб

С целью изучения влияния оптического излучения на подвижность сперматозоиды осетровых осуществляли воздействие лазерным излучением на сперму рыб. Воздействие осуществлялось непрерывным или модулированным поляризованным излучением лазерных и светодиодных источников в видимой и ближней инфракрасной области спектра, плотностью мощности  $P = 3,0 \pm 0,2$  мВт/см<sup>2</sup>. Излучатель аппарата располагался таким образом, чтобы размер светового пятна соответствовал размеру слоя облучаемой спермы. После воздействия на сперму оптическим излучением она помещалась на хранение в прохладное затемненное место. Температура хранения не более 4-5 °С. По истечении 24 часов проводилось определение времени активности

сперматозоидов (время поступательного движения сперматозоидов после активации водой). У каждой пробы время поступательного движения определяется не менее 3-х раз. По результатам полученных данных определяли величину стимулирующего действия физических факторов:  $\gamma = (t_o/t_k) \times 100\%$ , где  $t_o$  – время поступательного движения сперматозоидов после активации водой через 24 часа хранения после воздействия физических факторов (опытная группа),  $t_k$  – время поступательного движения сперматозоидов после активации водой через 24 часа хранения без воздействия оптического излучения (контрольная группа). Также осуществляли оценку показателей подвижности (CASA анализ) и морфологию сперматозоидов.

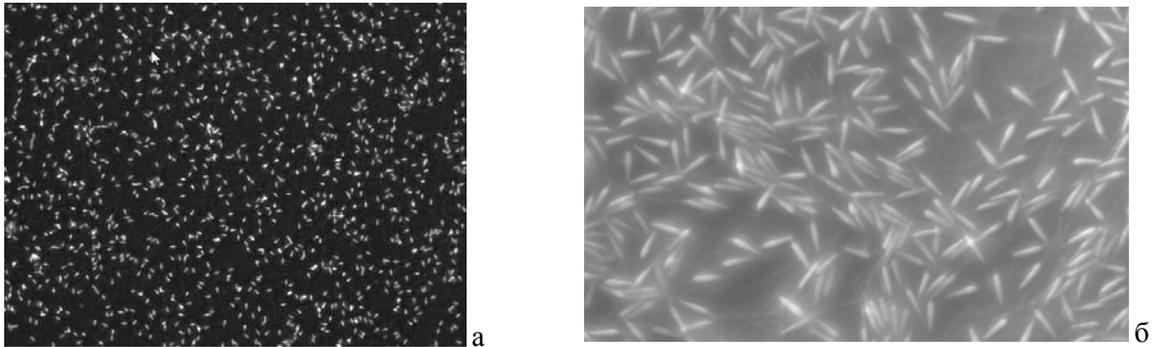


Рисунок 20\_8.4 Оценка влияние оптического излучения на сперматозоиды осетровых рыб производили на основании показателей подвижности (а, CASA анализ) и морфологии (б)

В результате проведенных исследований были разработаны следующие способы:

#### Способ обработки спермы рыб

В основу изобретения положено стимулирующее действие на сперматозоиды осетровых рыб двух физических факторов: лазерного излучения и постоянного магнитного поля. Для повышения эффективности искусственного воспроизводства осетровых рыб за счет повышения качества спермы самцов, на нее воздействуют поляризованным лазерным излучением красной области спектра с длиной волны  $\lambda = 670 \pm 20$  нм, плотностью мощности  $P = 3,0 \pm 0,2$  мВт/см<sup>2</sup> в сочетании с магнитным полем индукцией  $50 \pm 5$  мТл течения 20-30 с, что приводит к увеличению времени подвижности сперматозоидов после активации водой и значительно повышает вероятность успешного оплодотворения икры.

#### Способ обработки спермы осетровых рыб

Способ обработки спермы осетровых рыб, отличающийся тем, что на сперму воздействуют поляризованным оптическим излучением с длиной волны 450-1270 нм, модулированным по интенсивности частотой 50-60 Гц при плотности мощности 0,5-100 мВт/см<sup>2</sup> в течение времени, обеспечивающего энергетическую дозу 60-180 мДж/см<sup>2</sup>.

Таким образом, представленные данные свидетельствуют, что оптическое излучение низкой интенсивности (как лазерное, так и излучение светодиодных источников) может эффективно использоваться в технологии аквакультуры осетровых рыб в качестве стимулирующего фактора при воздействии на эмбрионы и половые продукты (сперму) рыб, а также на кровеносную систему производителей (самок и самцов), повышая их репродуктивные качества и эффективность воспроизводства.

### **Лазерная и светодиодная аппаратура для повышения эффективности инкубации икры ценных видов рыб в рыбоводных промышленных комплексах**

Проведенные исследования послужили основой для создания типоряда лазерно-оптических приборов на основе полупроводниковых лазеров и светодиодов для облучения икры рыб, инкубирующейся в неподвижном положении, и в аппаратах Вейса.

Исследования выполнялись в 2012 – 2015 годах на рыбоводном промышленном комплексе УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» (г. Горки, Могилевская обл.), а также в осетровом хозяйстве фермерского хозяйства «Василек» (Дзержинский р-н, Минская обл.). Данные хозяйства работают по технологии УЗВ. Оплодотворенную икру рыб (осетровых

и лососевых) получали заводским методом воспроизводства с искусственным регулированием условий выращивания. Полученную икру помещали в инкубационные аппараты Вейса или в инкубаторы лоткового типа, в зависимости от используемой технологии, и подвергали световому воздействию с использованием разработанных лазерно-оптических приборов (опытная группа) или не подвергали такому воздействию (контрольная группа). Внешний вид технологических установок для светового воздействия на икру в инкубаторе лоткового типа и в инкубационном аппарате Вейса представлен на рисунке 20\_8.5 и рисунке 20\_8.6

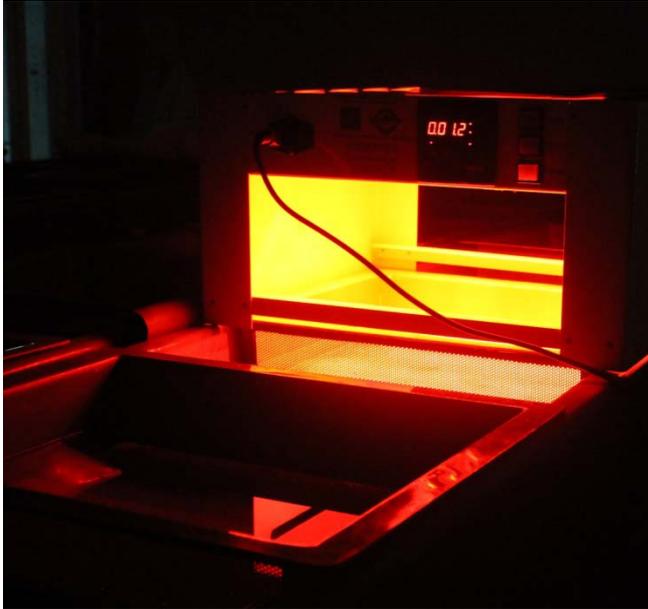


Рисунок 20\_8.5 Внешний вид технологической установки для светового воздействия на икру в инкубационном аппарате лоткового типа



Рисунок 20\_8.6 Внешний вид технологической установки для светового воздействия на икру в инкубаторе Вейса

Технологическая установка для светового воздействия на икру в инкубаторе Вейса включает открытую сверху, прозрачную герметичную емкость с нижним патрубком для подачи воды и патрубком в виде сливного носика для ее сброса, расположенным вблизи верхней кромки емкости. Над открытой герметичной емкостью расположен модуль оптического излучения, обращенный излучающей частью к воде, заполняющую емкость, таким образом, что диаграмма направленности излучения перпендикулярна плоскости поверхности воды. Модуль оптического излучения выполнен на базе матрицы светодиодных источников различного спектрального диапазона с оптическими преобразователями пучка излучения, формирующими на поверхности воды световое пятно, соответствующее внутреннему диаметру герметичной емкости. При этом модуль питания и управления параметрами воздействующего излучения и его длительностью обеспечивает комбинированное последовательное воздействие поляризованным излучением различного спектрального диапазона и регулирование длительности паузы между воздействиями.

Воздействие излучением полупроводниковых лазеров или излучением светодиодных источников осуществляли на определенных стадиях онтогенеза, в рекомендуемых дозировках, в зависимости от конкретного вида рыб.

В таблице 20\_8.1 приведены значения выхода 1-дневных личинок из оплодотворенной икры осетровых для контрольной и опытной группы.

Таблица 20\_8.1 Выживаемость 1-дневных личинок из оплодотворенной икры под воздействием поляризованного излучения

Группы	Процент выживших личинок на стадии выклева	Достоверность отличий от контроля
Контрольная	69±2,7	-
Опытная	85,4±4,3	P< 0,001

Из представленных данных следует, что воздействие на икру осетровых рыб поляризованным излучением приводит с высокой степенью достоверности к повышению (по сравнению с контрольной группой) выхода личинок из оплодотворенной икры.

Стимулирующее действие излучения не только сказывается на выходе 1-дневных личинок из оплодотворенной икры, но и приводит к увеличению в 1,3–1,4 раза (по сравнению с контрольной группой) размерно-весовых показателей молоди рыб, полученных из облученной икры.

В таблице 20\_8.2 приведены размерно-весовые показатели 50-ти дневной молоди осетровых рыб для контрольной и опытной групп.

Таблица 20\_8.2 Размерно-весовые показатели 50-ти дневной молоди осетровых рыб под воздействием лазерно-оптического прибора

Группы	Средняя масса, M, мг	Величина стимулирующего действия, $\gamma_m$ %	Средняя длина, L, мм	Величина стимулирующего действия, $\gamma_d$ %
Контрольная	530,3±8,2	100	44,0±0,9	100
Опытная	735,6±10,0	138,7±7,7*	58,5±0,8	132,9±0,6*

*Достоверность отличий от контроля\* - p < 0,05*

Видно, что, инкубация оплодотворенной осетровой икры в разработанной технологической установке при периодическом воздействии оптическим излучением приводит к достоверному увеличению размерно-весовых показателей молоди рыб.

Таким образом, разработанные нами технологические установки для периодического светового воздействия на икру рыб в инкубаторе лоткового типа и в инкубационном аппарате Вейса обеспечивают повышение эффективности искусственного воспроизводства и выращивания ценных видов рыб за счет увеличения выживаемости эмбрионов и личинок, стимуляции размерно-весовых показателей молоди рыб, а также оптимизации технологии товарной аквакультуры при низкой стоимости оборудования для ее реализации.

**СОДЕРЖАНИЕ**

<b>ВВЕДЕНИЕ</b>	10
<b>1. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТА</b>	12
1.1 Нормативно-правовая база реализации проектов международной технической помощи	12
1.2. Характеристика программы развития региона Балтийского моря на 2007 – 2013 гг	12
1.3. Характеристика проекта Аквабест	14
<b>2. ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ ПО АКВАКУЛЬТУРЕ БЕЛАРУСИ</b>	17
<b>3. КОДЕКС ПОВЕДЕНИЯ В АКВАКУЛЬТУРЕ РЕГИОНА БАЛТИЙСКОГО МОРЯ</b>	19
<b>РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОЕКТА АКВАБЕСТ В ОБЛАСТИ ПРИРОДООХРАННОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЙ БАЗЫ В АКВАКУЛЬТЕ</b>	
<b>4. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ АКВАКУЛЬТУРЫ В РЕГИОНАХ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ. ОБЩИЙ ОБЗОР ЗАКОНОДАТЕЛЬНОЙ БАЗЫ</b>	26
4.1 Введение	26
4.1.1 Общие сведения	26
4.1.2 Подход, используемый проектом Аквабест	26
4.1.3 Характер данного отчета	26
4.1.4 Информационные источники	27
4.2 Опыт нормативно-правового регулирования участников проекта	27
4.2.1 Исследование	27
4.2.2 Позиция регионов и участников проекта	27
4.3 Правовые рамки	29
4.4 Требования процедурного характера	29
4.4.1 Типы лицензии, требуемые для особых видов аквакультуры	29
4.4.2 Лимитные значения лицензирования	30
4.4.3 Длительность процедуры	30
4.4.4 Участие общественности	30
4.4.5 Оценка воздействия на окружающую среду	31
4.5 Условия получения лицензии	31
4.5.1 Требования к заявлению на получение разрешения (лицензии)	31
4.5.2 Ограничения мощностей, производственных ресурсов и объемов производства	31
4.5.3 Период действия	31
4.5.4 Свобода действий	31

4.6 Инструменты экономики	32
4.6.1 Концепция экономического инструмента	32
4.6.2 Система экономических инструментов	32
4.6.3 Особые системы	32
4.7 Общие выводы	33
4.7.1 Ограничение информации	33
<b>5. ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ АКВАКУЛЬТУРЫ В РЕГИОНЕ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ. РАМКИ, ПРАКТИКА И ФЕРМЕРСКИЕ ВЗАИМООТНОШЕНИЯ</b>	35
5.1 Введение	35
5.2 Правовая база аквакультуры и порядок получения разрешений в Северных странах	36
5.2.1 Комплекс нормативно-правовой базы аквакультуры в Северных странах	36
5.2.2 Процедуры получения разрешений в Северных странах	36
5.2.2.1 Общий обзор правовых рамок системы разрешений в Северных странах, а также основные сходства	36
5.2.2.2 Основные различия и проблемы в системе получения разрешений	37
5.2.2.3 Доступные решения	38
5.2.3 Условия получения разрешений и дискреционные полномочия органов в Северных странах	38
5.2.3.1 Основные сходства в условиях получения разрешений	38
5.2.3.2 Различия и проблемы в условиях получения разрешений	38
5.2.3.3 Доступные решения	38
5.2.4 Планы землепользования аквакультуры и положения географического расположения в Северных странах	38
5.2.4.1 Основные сходства, различия и проблемы	38
5.2.4.2 Доступные решения	39
5.3 Правовая база аквакультуры и порядок получения разрешений в Эстонии и Латвии	39
5.3.1 Комплекс нормативно-правовой базы аквакультуры	39
5.3.1.1 Общий обзор правовых рамок	39
5.3.1.2 Основные сходства и различия	41
5.3.1.3 Основные проблемы и возможные решения	41
5.3.2 Процедуры получения разрешений	41
5.3.2.1 Общий обзор правовых рамок системы разрешений	41
5.3.2.2 Основные различия и проблемы в системе получения разрешений	43
5.3.2.3 Основные проблемы и возможные решения	44
5.3.3 Условия выдачи разрешений и рассмотрение	45
5.3.3.1 Общий обзор правовых рамок	45
5.3.3.2 Основные сходства и различия	46
5.3.3.3 Основные проблемы и возможные решения	46
5.4. Фермерские взаимоотношения и вклад в развитие экологического регулирования и пути разрешения	46
5.4.1 Предпосылки и подход	46

5.4.2 Проблемы предпринимателя в применении различных областей законодательства	47
5.4.3 Вклад производителей в природоохранное получение разрешений	48
5.4.4 Меры по снижению барьеров в процедуре выдачи разрешений	49
5.5 Обсуждение	50
5.6 Список использованных источников	51
<b>6. ДОБРОВОЛЬНЫЕ СХЕМЫ ОТВЕТСТВЕННОСТИ В АКВАКУЛЬТУРЕ РЕГИОНА БАЛТИЙСКОГО МОРЯ</b>	52
6.1 Вводная часть	52
6.2 Краткий анализ текущего состояния схем устойчивого развития аквакультуры в регионе Балтийского моря	53
6.2.1 Предпосылки	53
6.2.2 Проведение анализа	53
6.2.3 Результаты	53
6.2.3.1 Общие замечания	53
6.2.3.2 Местные продукты питания	53
6.2.3.3 Органическое производство	55
6.2.3.4 Эко-сертификация	56
6.3 Поиск тройного выигрыша в сертификации аквакультуры РБМ	57
6.3.1 Введение	57
6.3.2 Экономические предпосылки и обзор литературы	58
6.3.2.1 Сертификация и асимметрия информации	58
6.3.2.2 Экономические последствия с точки зрения различных заинтересованных сторон	58
6.3.2.3 Современная литература	59
6.3.3 Устойчивое развитие и специфические вопросы аквакультуры РБМ	61
6.3.4 Предварительная оценка тройного выигрыша РБМ	62
6.4 Заключительные замечания	62
6.5. Список использованных источников	63
<b>7. УСТАНОВЛЕННЫЙ ПОРЯДОК ПОЛУЧЕНИЯ РАЗРЕШЕНИЯ НА СОЗДАНИЕ МОРСКИХ САДКОВЫХ ХОЗЯЙСТВ НА АЛАНДСКИХ ОСТРОВАХ И В ФИНЛЯНДИИ</b>	64
7.1 История вопроса	64
7.1.1 Производство Финской аквакультуры	64
7.1.2 Краткая история	65
7.2 Разрешения, необходимые для аквакультуры	66
7.2.1 Экологическое разрешение	66
7.2.2 Требования по локализации	67
7.2.3 Разрешения на строительство и водопользование	68
7.2.4 Оценка воздействия на окружающую среду	69
7.3 Процесс получения экологического разрешения	70
7.3.1 Общая продолжительность процесса выдачи разрешений	70
7.3.2 Продолжительность с прошлого разъяснения к решению по разрешению	71
7.3.3 Срок действия разрешения	71
7.4 Отклонение заявок на получение разрешений	72
7.4.1 Отклонение заявок на расширение производства	73
7.4.2 Причины отклонений	73

7.4.3	Качество воды по законодательству и на практике	75
7.5	Подведение итогов обсуждения	76
7.6	Вывод	78
7.7	Список использованных источников	78
<b>8.</b>	<b>ПОТЕНЦИАЛ РАЗВИТИЯ ДЛЯ МОТИВАЦИОННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ АКВАКУЛЬТУРЫ: ПРИМЕР АЛАНДСКИХ ОСТРОВОВ</b>	<b>80</b>
8.1	Пример Аландских островов: исходные пункты	80
8.1.1	Предпосылки	80
8.1.2	Цели и планы правительства Аландских островов в уменьшении выбросов нутриентов: изменение за последний 10 лет	81
8.1.3	Перспективы ЕС и стратегия аквакультуры Аландских островов	82
8.1.4	Перспективы производителей Аландских островов	83
8.1.5	Законодательные перспективы	84
8.1.5.1	Закон о воде	84
8.1.5.2	«Раздел ограничения» и нормы качества	84
8.1.5.3	Профицит улучшения	85
8.1.6	Перспективы применения	87
8.1.6.1	Экологическое разрешение для аквакультуры	87
8.1.6.2	Аргументы против пункта 5 раздела 9 Закона о воде	87
8.2	Шаги вперед	89
8.2.1	Методы работы до сегодняшнего дня - диалог	89
8.2.2	Предложения для включения мотивационного регулирования аквакультуры	89
8.2.2.1	Принципы рамочной директивы ЕС по воде	89
8.2.2.2	Как решать норму качества	90
8.2.2.3	Как использовать и развивать профицит улучшений	91
8.2.2.4	В открытом море: урегулированная система	94
8.2.2.5	Меры компенсации	96
8.3	Выводы	99
8.4	Список использованных источников	100
	<b>РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОЕКТА АКВАБЕСТ В ОБЛАСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ПЛАНИРОВАНИЯ В АКВАКУЛЬТУРЕ</b>	
<b>9.</b>	<b>ТЕХНИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ ДЛЯ БАЛТИЙСКОЙ КУЛЬТУРЫ МИДИЙ</b>	<b>103</b>
9.1	Область назначения данного технического руководства	103
9.2	Описание биофизических и технических требований, необходимых для выбора соответствующего оборудования	103
9.2.1	Список текущих дел для планирования рабочей площадки для мидий	103
9.2.2	Обзор мировых технологий для культуры мидий выше уровня дна	106
9.2.3	Подведение итогов технологиям для культуры мидий выше уровня дна – за и против	114
9.2.4	Технические требования для выбора производственных способов культивирования мидий вне дна	114
9.2.4.1	Определения якорей и швартовки	114
9.2.4.2	Типы постоянной швартовки, используемые при постановке на якорь	115
9.2.4.3	Логистика установки, относящаяся к массивному якорному креплению для пришвартовывания	116
9.2.4.4	Логистика и альтернативные способы для обращения с тяжелыми бетонными блоками	117

9.2.4.5 Тросы, используемые для основных ярусов (тросы коллектора) и якорей	121
9.2.4.6 Причалные тросы и способы поддержания ярусов под натяжением	124
9.2.4.7 Влияние размера судна на обслуживание инфраструктуры швартовки	125
9.3 Технология выращивания	125
9.3.1 Типы ярусов	126
9.3.2 Поверхностные модели ярусов	130
9.3.3 Трубный и сетчатый сбор икры, механизированная уборочная система	131
9.3.4 Принципы плавучести и плавучесть тросов	133
9.4 Ведение хозяйства	139
9.4.1 Сбор личинок мидий	139
9.4.2 Современные технологии по прореживанию, сортировке и сбору урожая	140
9.4.3 Альтернативные варианты для автоматизированного сеточного уборочного механизма и щеточной очистной системы	143
9.4.4 Сортировка мидий и плотность посадки	145
9.4.5 Способы посадки	146
9.4.6 Последние вопросы перед инвестированием и запуском	149
9.5 Оценка по моллюскам	150
9.5.1 Содержание ценной информации для данного руководства	150
9.5.2 Критерии для успеха и устойчивого развития	151
<b>10. ТЕХНОЛОГИЯ МОРСКИХ РЫБОВОДНЫХ ФЕРМ, НАХОДЯЩИХСЯ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ</b>	152
10.1 Введение	152
10.1.1 Понятие морской аквакультуры	152
10.1.2 Измерение условий производства и стандарты оборудования	153
10.2 Технология работы морской аквакультуры	153
10.2.1 Садки, сети и причал	153
10.2.1.1 Плавающая гибкая садковая система	153
10.2.1.2 Плавающая жесткая садковая система	155
10.2.1.3 Погруженные и полупогруженные системы	156
10.2.1.4 Сети	158
10.2.1.5 Швартовка	159
10.2.2 Система кормления	159
10.2.3 Суда и оборудование	160
10.2.4 Оборудование экологического мониторинга, система раннего предупреждения и электричество	161
10.2.5 Разработка проекта и сдача его «под ключ»	162
10.3 Особенности производства в условиях балтийского моря	162
10.3.1 Зимние условия	162
10.3.2 Волны и глубина	163
10.3.3 Адаптация производственного цикла	163
10.4 Конкуренентоспособность и проблемы морского хозяйства	163
10.4.1 Конкуренентоспособность	163
10.4.2 Проблемы исследования и разработки	164
10.5 Список использованных источников	165
<b>11. МЕСТА В ОКРУГЕ КАЛЬМАР, ПОДХОДЯЩИЕ ДЛЯ РАЗВЕДЕНИЯ МИДИЙ: РЕЗУЛЬТАТЫ СОБРАНИЙ ПО ОБСУЖДЕНИЮ ДАННОЙ ТЕМАТИКИ В 2013 ГОДУ</b>	166

11.1 Введение	166
11.1.1 Основные сведения	166
11.1.2 Цель	166
11.2 Планирование и проведение собраний	167
11.2.1 Приглашенные организации и люди	167
11.2.2 Проведение собраний	168
11.3 Мнения, сформулированные по результатам собраний	169
11.3.1 Муниципалитет Вестервик	169
11.3.2 Муниципалитет Оскарсхамн	169
11.3.3 Муниципалитет Монстерас	170
11.3.4 Муниципалитет Кальмар	170
11.3.5 Муниципалитет Боргхольм	170
11.3.6 Муниципалитет Морбиланга	171
11.4 Пригодные места для размещения ферм по выращиванию мидий	171
11.4.1 Выявленные проблемы	171
11.4.2 Устойчивость площадок для экспериментов	171
11.5 Предлагаемый план действий	172
11.6 Необходимость оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС)	172
11.7 Обсуждение	173
11.8 Список использованных источников	174
<b>12. ИНВЕСТИЦИИ В МОРСКИЕ РЫБОВОДНЫЕ ХОЗЯЙСТВА БАССЕЙНА БАЛТИЙСКОГО МОРЯ И ИХ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ</b>	175
12.1 Введение	175
12.1.1 Морское рыбоводство	175
12.1.2 Почему необходимо переходить к морским рыбоводческим хозяйствам?	175
12.1.3 Территориальный план рыбоводства Финляндии: растущие предприятия по производству пищевых пород рыбы в море	176
12.1.4 Современное рыбоводство и общая глобальная система производства в море, логистика	176
12.1.5 Необходимость в анализе инвестиций в морское рыбоводство в бассейне Балтийского моря	177
12.2. Производство и производственные условия в северной части Балтийского моря	177
12.2.1 Общие и специфические производственные условия в северной части Балтийского моря	177
12.2.2 Конкретные местные условия в анализе отдельного случая размещения инвестиций	178
12.2.3 Общий подход к морскому рыбоводству в бассейне Балтийского моря: перемещение оборудования в укрытие перед появлением льда	179
12.3. Тип инвестиций	180
12.3.1 Садки	180
12.3.2 Сети	181
12.3.3 Кормление	181
12.3.3.1 Вариант 1. Кормление с использованием баржи	181
12.3.3.2 Вариант 2. Кормление с лодки	182
12.3.4 Швартовка	182
12.3.4.1 Тип якорного оборудования в зависимости от свойств морского дна	182
12.3.4.2 Зависимость швартовного оборудования от напряжения и веса	182

12.3.5 Рабочие лодки	183
12.3.6 Прочее производственное оборудование	184
12.3.6.1 Очистка и обслуживание сетей	184
12.3.6.2 Системы датчиков	184
12.3.6.3 Система кормления и программное обеспечение производственного планирования	185
12.4. Инвестиционные расходы и стоимость монтажа	185
12.4.1 Морское рыбоводческое хозяйство: инвестиционные расходы	185
12.4.2 Как условия влияют на инвестиционные расходы	186
12.4.3 Эксплуатационные расходы морских рыбоводческих хозяйств	187
12.4.3.1 Логистика и экономия за счет роста производства	187
12.4.3.2 Влияние условий производства и способов кормления на развитие, выживание и эффективность кормления рыбы	187
12.5 Оценка рисков	187
12.5.1 Производственные риски	187
12.5.1.1 Средства защиты от птиц и тюленей, выход рыбы из садков	187
12.5.1.2 Сильные штормы, ветер и волны	188
12.5.1.3 Лед	188
12.5.1.4 Швартовка и характеристики морского дна	188
12.6 Заключение. Необходимость исследований	188
12.7 Список использованных источников	189
<b>13. ПЛАНИРОВАНИЕ ФЕРМЕРСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ОТКРЫТОЙ МОРСКОЙ ЧАСТИ ВОКРУГ АЛАНДСКИХ ОСТРОВОВ</b>	190
13.1 Введение	190
13.2 Общие сведения	190
13.2.1 Законодательные основы	191
13.2.2 Текущая ситуация	191
13.3 Материалы и методы	192
13.3.1 Руководящие указания для составления карты ГИС Arc.	192
13.3.2 Моделирование	192
13.3.3 Подготовка к зиме	194
13.4 Результаты	194
13.4.1 Результаты ГИС Arc	194
13.4.2 Результаты модели BEVIS	195
13.4.3 Подготовка к зиме	195
13.5 Обсуждение	195
13.6 Результаты исследований различных вариантов размещения ферм	196
13.7 Список использованных источников	200
<b>РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОЕКТА АКВАБЕСТ В ОБЛАСТИ КОРМЛЕНИЯ РЫБЫ В РЕГИОНЕ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ</b>	
<b>14. ПРОИЗВОДСТВО МИДИЕВОЙ МУКИ ИЗ МИДИЙ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ</b>	202
14.1 Введение	202
14.2 Хозяйства по разведению мидий в Балтийском море	202
14.3 Экспериментальный завод по производству муки из мидий	203
14.4 Новый технологический процесс по производству муки из мидий	204
14.5 Использование мидиевой муки в производстве кормов для рыб	205

14.6 Заключение	205
14.7 Список использованных источников	205
<b>15. МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ИНГРЕДИЕНТОВ РЫБНОГО КОРМА ИЗ МЕСТНОГО ИСТОЧНИКА НА КОНЦЕНТРАЦИЮ ФОСФОРА В БАЛТИЙСКОМ МОРЕ</b>	207
15.1 Введение	207
15.2 Модель потоков фосфора на рыбоводных фермах в Балтийского моря	209
15.2.1 Предпосылки модели, значения параметров и ограничения	209
15.2.2 Сценарии модели	211
15.3 Результаты	213
15.3.1 Текущая методика состава корма – сценарии 0 и 0b	213
15.3.2 Рыбная мука для корма из Балтийского моря– сценарии 1, 2 и 2b	213
15.3.3 Альтернативные местные ингредиенты – сценарии 3 и 4	214
15.3.4 Аквакультура в пресной воде – сценарии 5 и 6	215
15.4 Обсуждение	215
15.5 Список использованных источников	217
<b>16. СОСТОЯНИЕ АРКТИЧЕСКОГО ГОЛЬЦА, ПИТАЮЩЕГОСЯ ИНГРЕДИЕНТАМИ ИЗ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ</b>	218
16.1 Введение	218
16.2 Материалы и методы	221
16.2.1 Корма	221
16.2.2 Долгосрочное исследование	222
16.2.2.1 Рыба и ее разведение	222
16.2.2.2 Постановка эксперимента	222
16.2.2.3 Органолептическая оценка	223
16.2.2.4 Цвет мяса рыбы	224
16.2.2.5 Содержание жира в филе	224
16.2.3 Тест на предпочтение пищи	224
16.2.3.1. Рыба и ее разведение	224
16.2.3.2 Постановка эксперимента	224
16.2.4 Оценка рыбной муки и рыбьего жира из Балтийского моря	225
16.2.4.1 Рыба и ее разведение	225
16.2.4.2 Постановка эксперимента	225
16.2.4.3 Корма	225
16.2.5 Управление данными	227
16.2.5.1 Долгосрочное исследование	227
16.2.5.2 Тест на предпочтение пищи	227
16.2.5.3 Оценка рыбной муки и рыбьего жира из Балтийского моря	227
16.3 Результаты	227
16.3.1 Долгосрочное исследование	227
16.3.1.1 Рост	227
16.3.1.2 Генетические эффекты	228
16.3.1.3 Цвет мяса рыбы	229
16.3.1.4 Содержание жира в филе	230
16.3.1.5 Органолептическая оценка	230
16.3.2 Тест на предпочтение пищи	231

16.3.3 Оценка рыбной муки и рыбьего жира из Балтийского моря	232
16.3.3.1 Липиды	232
16.3.3.2 ЭРОД-активность	232
16.3.3.3 Экспрессия генов	232
16.4. Обсуждение	232
16.5 Список использованных источников	234
<b>17. ОЦЕНКА СЫРЬЯ ДЛЯ КОРМОВ НА ОСНОВЕ РЫБЫ В СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ</b>	235
17.1 Введение	235
17.2 Пелагические рыбы в Балтийском море	235
17.2.1 Сельдь ( <i>Clupea harengus</i> )	236
17.2.2 Шпрот ( <i>Sprattus sprattus</i> )	238
17.2.3 Трехиглая колюшка ( <i>Gasterosteus aculeatus</i> )	240
17.3 Карповые рыбы Финских прибрежных вод	240
17.3.1 Акустические исследования на мелководье	240
17.3.2 Предварительная оценка биомассы	242
17.3.2.1 Залив Pikkalanlahti	242
17.3.2.2 Залив Mynälahti	243
17.3.3 Рост леща и плотвы	244
17.4 Список использованных источников	245
<b>РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОЕКТА АКВАБЕСТ В ОБЛАСТИ ТЕХНОЛОГИЙ ЗАМКНУТОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ</b>	
<b>18. УДАЛЕНИЕ АЗОТА ИЗ УСТАНОВОК ЗАМКНУТОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ (УЗВ) В РЫБОВОДНЫХ ХОЗЯЙСТВАХ ПРИБРЕЖНЫХ РАЙОНОВ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ</b>	247
18.1 Введение	247
18.2 Цикл азота	250
18.3 Денитрификация в установках замкнутого водоснабжения (УЗВ)	251
18.3.1 Реакторы денитрификации	253
18.3.2 Одноступенчатая денитрификация в УЗВ	254
18.3.2.1 Опытная УЗВ реактором очистки в месте сброса	254
18.4 Удаление азота на фермах УЗВ для прибрежных ферм балтийского моря – Обсуждение и перспективы	257
18.5 Список использованных источников	258
<b>19. РУКОВОДСТВО ПО СОСТАВЛЕНИЮ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ ПРОЕКТОВ ПО АКВАКУЛЬТУРЕ</b>	260
<b>20 РЫБОВОДНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВНЕДРЕНИЕ ДАТСКИХ РЕЦИРКУЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ В АКВАКУЛЬТУРУ БЕЛАРУСИ</b>	264
20.1 Цель обоснования	264
20.2 Окружающая среда и экология	264
20.3 Состояние рыбоводства Беларуси	266
20.3.1 Заболевания рыб	267
20.3.2 Текущее состояние, планы развития и сдерживающие факторы	267
20.3.3 Текущее состояние и сдерживающие факторы развития	268
20.4. Рынки искусственно выращенной рыбы	268
20.4.1 Импорт и экспорт искусственно выращенной рыбы	268

20.4.2 Переработка и профиль продукта	268
20.5 Конкурентоспособность цен	269
20.5.1 Стоимость продукции	269
20.6 Предпосылки для развития образцовых хозяйств датского типа	269
20.6.1 Требования, разрешение, авторизация в Дании	269
20.6.2 Общий SWOT-анализ «Окружающая среда /аквакультура»	269
20.6.3 Потребность в земле (на примере Дании)	270
20.6.4 Энергетические требования (на примере Дании)	270
20.6.5 Качество воды	270
20.6.6 Количество воды	270
20.6.7 Образование и исследование	271
20.6.8 Подходящий климат для рыбоводства в холодной воде	272
20.7 Описание стандартное образцовой форелевой датской системы	272
20.7.1 Общее описание	272
20.7.2 Стратегии производства	272
20.7.2.1 План	272
20.7.2.2 Территория	272
20.7.2.3 Источник воды	273
20.8 Оценка стоимости	273
20.8.1 Инвестиции	273
20.8.3 Оценки объемов производства	273
20.8.4 Оценка расходов на различные технологии рециркуляции	273
20.9 Окружающая среда и законодательство	274
20.9.1 Воздействие окружающей среды	274
20.9.2 Типы отходов	274
20.9.3 Сокращение отходов	274
20.9.4 Биологические и химические риски окружающей среды	275
20.9.5 Проектные риски	275
20.10 Окончательное заключение	275
20.10.1 Человеческие ресурсы	275
20.10.2 Экономическая и финансовая целесообразность	275
20.10.3 Экологичная технология	276
20.10.4 Заключительные комментарии оценки целесообразности	276
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 1 (К ГЛАВЕ 20) ПРОЕКТНОЕ ОПИСАНИЕ МОДЕЛИ №3 РЫБОВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА НА ОСНОВЕ ПАРАЛЛЕЛЬНО СОЕДИНЕННЫХ КАНАЛОВ</b>	277
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 2 (К ГЛАВЕ 20) СТАНДАРТНЫЙ МОДУЛЬ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ЛОСОСЕВЫХ РЫБ</b>	286
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 3 (К ГЛАВЕ 20) АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЗАПИСКА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПОСЕЩЕНИЯ ТОВАРНЫХ ФОРЕЛЕВЫХ КАНАЛЬНЫХ СИСТЕМ БЕЛАРУСИ</b>	296
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 4 (К ГЛАВЕ 20) ОСНОВЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ УСТАНОВОК ЗАМКНУТОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ КАНАЛЬНОГО ТИПА</b>	301
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 5 (К ГЛАВЕ 20) РАЗВЕДЕНИЕ ПРЕСНОВОДНОЙ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ В ДАНИИ</b>	347

<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 6 (К ГЛАВЕ 20) ПРИМЕРЫ УСТАНОВОК ЗАМКНУТОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ, ПЕРСПЕКТИВНЫХ ДЛЯ АКВАКУЛЬТУРЫ БЕЛАРУСИ</b>	371
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 7 (К ГЛАВЕ 20) СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ТЕХНОЛОГИЯХ ЗАМКНУТОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ</b>	392
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 8 (К ГЛАВЕ 20) ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НИЗКОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ В ТЕХНОЛОГИИ АКВАКУЛЬТУРЫ</b>	420

Научное издание

**Барулин Николай**  
**Абрахамссон Дэвид**  
**Банарделли Йон и др.**

**Инновационные методы и технологии устойчивого  
развития аквакультуры в регионе Балтийского моря**

Ответственный за выпуск *Н. В. Барулин*

Подписано в печать 11.03.2014. Формат 60×84<sup>1/8</sup>. Бумага офсетная. Печать цифровая. Усл. печ. л. 50,9. Уч.-изд. л. 40,5. Тираж 100 экз. Зак. 215

Издательское частное унитарное предприятие «Экоперспектива».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий № 1/199 от 20.02.2014.  
Ул. Рыбалко, 9, оф. 22, 220033, г. Минск.

Отпечатано на участке копировально-множительной техники  
полиграфического центра «Печатник» ИП Лобанов С.В.  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий № 790325245 от 31.05.2006.  
П-кт Димитрова, 4/16, 213407, Могилевская обл., г. Горки.