

РЕСПУБЛИКАНСКОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР НАН БЕЛАРУСИ
ПО ЗЕМЛЕДЕЛИЮ»

РЕСПУБЛИКАНСКОЕ НАУЧНОЕ ДОЧЕРНЕЕ УНИТАРНОЕ
ПРЕДПРИЯТИЕ «ИНСТИТУТ ЛЬНА»

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СЕЛЕКЦИИ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО



аг. Устье, 2025

РЕСПУБЛИКАНСКОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР НАН БЕЛАРУСИ
ПО ЗЕМЛЕДЕЛИЮ»

РЕСПУБЛИКАНСКОЕ НАУЧНОЕ ДОЧЕРНЕЕ УНИТАРНОЕ
ПРЕДПРИЯТИЕ «ИНСТИТУТ ЛЬНА»



УТВЕРЖДАЮ:

директор
РУП «Институт льна»,
академик НАН Беларуси

И.А. Голуб И.А. Голуб
« » 2025 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СЕЛЕКЦИИ
ЛЬНА МАСЛИЧНОГО**

гг. Устье, 2025

УДК 633.854.54:631.527.53

Методические рекомендации по селекции льна масличного /
Е.Л. Андроник, Е.В. Иванова, Л.В. Снопина – Устье: Институт льна, 2025 –
25 с.

Методические рекомендации являются обобщенным опытом селекции льна масличного в РУП «Институт льна». Приведены основные направления селекции льна масличного, представлена схема селекционного процесса и методика проведения опытов, перечислены основные селекционные признаки и представлена методика их оценки, уделено внимание фонам, на которых проводится оценка и отбор, перечислены виды первичной документации.

Предназначена для специалистов в области селекции, работников научно-исследовательских учреждений, аспирантов и студентов агрономических специальностей высших учебных заведений, а также слушателей курсов повышения квалификации.

Одобрено и рекомендовано к изданию

Ученым советом РУП «Институт льна» (протокол №15 от 16.10.2025 г.)

Р е ц е н з е н т ы:

доктор сельскохозяйственных наук, профессор Э. П. Урбан;
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент Н. А. Дуктова

СОДЕРЖАНИЕ

ЗАДАЧИ И НАПРАВЛЕНИЯ СЕЛЕКЦИИ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО.....	5
ОБЪЕМЫ СЕЛЕКЦИОННЫХ ПИТОМНИКОВ	5
СХЕМА И МЕТОДИКА СЕЛЕКЦИОННОГО ПРОЦЕССА	6
СЕЛЕКЦИОННЫЕ ПРИЗНАКИ	13
ОЦЕНКА ЛЬНА МАСЛИЧНОГО НА УСТОЙЧИВОСТЬ К БОЛЕЗНЯМ	14
УЧЕТЫ И НАБЛЮДЕНИЯ В ПЕРИОД ВЕГЕТАЦИИ	17
ДОКУМЕНТАЦИЯ, ЗАПИСЬ И ОБРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ.....	20
МЕТОДЫ СОЗДАНИЯ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА	21
РАЗМНОЖЕНИЕ СЕМЯН НОВЫХ СОРТОВ.....	23
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	23
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	24

ВВЕДЕНИЕ

Лён масличный относится к важнейшим сельскохозяйственным культурам мирового земледелия. Хотя ведущей масличной культурой в Беларуси является яровой и озимый рапс, в последние годы растёт заинтересованность льном масличным. Благодаря высокой масличности (45-50%), потенциальной урожайности (2,0-2,5 т/га), небольшим затратам при выращивании и минимальном применении средств защиты культура является высококорентабельной.

Широкое применение семян льна и льняного масла обуславливает стабильный спрос на эту продукцию на внутреннем и внешнем рынках. В народном хозяйстве находят применение продукты, получаемые из всех частей растения этой культуры, в виду чего лён масличный считают безотходным. Ценность для перерабатывающей промышленности представляют семена льна масличного (свежее льняное масло характеризуется высоким йодным числом и применяется для изготовления натуральной олифы, различных масляных красок и лаков, клеенок, термоизоляционных проводов, линолеума и т. д.). Получаемый при отжиме масла льняной жмых является высококонцентрированным кормом для всех видов сельскохозяйственных животных и птицы. После первичной переработки стеблей льна выделяют костру, которую используют для производства бумаги, строительных плит, мебели и других бытовых изделий. Короткое волокно (пакля) используют для изготовления веревок, в строительстве, при производстве упаковочных материалов, утеплителя и др. В последние годы во всем мире возрос интерес к использованию льняного масла в пищу в связи с его лечебными свойствами, обусловленными высоким содержанием полиненасыщенных жирных кислот, а также к семенам с их уникальным биохимическим составом (богаты пищевыми волокнами, лигнанами, витаминами и другими ценными питательными элементами).

Ранние сроки сева (апрель), короткий период вегетации (около 90 суток), отсутствие общих патогенов делают лён масличный предшественником для большинства сельскохозяйственных культур, а также идеальной страховой культурой в случае гибели озимых. Значительным технологическим преимуществом в сравнении с зерновыми колосовыми является устойчивость культуры к осыпанию семян, что позволяет использовать при уборке как отдельный способ, так и прямое комбайнирование.

Многообразие направлений использования культуры обуславливает необходимость создания сортов льна масличного с различными хозяйственными и биологическими особенностями. В мировой селекционной практике используют межвидовую гибридизацию для получения новых гибридных форм, объединяющих в своей наследственности ценные качества родительских компонентов. Для создания современных сортов в институте льна, наряду с гибридизацией, используют химический мутагенез, селекцию пыльцы, электрофорез запасных белков семян.

После испытания и включения в реестр нового сорта встает задача его размножения, ибо цель будет достигнута лишь в том случае, если высокопродуктивный сорт займет необходимые посевные площади, т. е. будет внедрен в производство. Лаборатория селекции льна масличного РУП «Институт льна» обеспечивает размножение новых, переданных на испытание в ГСИ сортов и наращивает необходимые партии семян для ведения оригинального семеноводства культуры.

Рассматриваемые ниже методические рекомендации являются дальнейшим усовершенствованием организации и функционирования селекционного процесса *Linum usitatissimum* L. в лаборатории селекции льна масличного РУП «Институт льна».

ЗАДАЧИ И НАПРАВЛЕНИЯ СЕЛЕКЦИИ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО

Успешное выращивание льна масличного в первую очередь зависит от наличия сортов, адаптированных к условиям Республики Беларусь. РУП «Институт льна» - ведущее научное учреждение по селекции льна масличного в Беларуси.

Приоритетными направлениями и задачей селекции льна масличного в настоящее время являются создание сортов, имеющих высокие урожайность семян и качество продукции, обладающие устойчивостью к болезням и вредителям, сочетающие высокую отзывчивость на плодородие почвы и устойчивость к лимитирующим факторам среды. Для оценки адаптивного потенциала отечественных сортов проводят их экологическое испытание не только в Государственном сортоиспытании Республики Беларусь, но и в других странах ближнего и дальнего зарубежья (Россия, Узбекистан, Казахстан и др.) в рамках договоров о научно-техническом сотрудничестве.

Селекцию льна масличного ведут как на улучшение отдельных показателей (масличность, содержание полиненасыщенных жирных кислот, продуктивность, короткостебельность и т.п.), так и на комплекс хозяйственно-ценных признаков с учетом экологических условий зоны возделывания сорта и направления его использования.

Перспективными направлениями селекции льна масличного в РУП «Институт льна» являются:

- создание сортов для двухцелевого использования (на масло и волокно);
- создание короткостебельных сортов с высокопродуктивным соцветием;
- создание сортов различных групп спелости;
- создание сортов, устойчивых к комплексу основных болезней культуры;
- создание сортов, устойчивых к почвоутомлению;
- создание засухоустойчивых, холодоустойчивых и зимостойких сортов;
- создание маркерных сортов;
- создание адаптивных сортов.

ОБЪЕМЫ СЕЛЕКЦИОННЫХ ПИТОМНИКОВ

Объемы питомников селекции льна масличного представлены в таблице 1.

Основной метод создания генетического разнообразия - межсортовая гибридизация.

Схемы гибридизации составляют отдельно по каждому направлению селекции. Ежегодно получают до 200 комбинаций. На каждую комбинацию скрещивания кастрируют и опыляют не менее 5-10 цветков первого порядка в центре делянки. В питомниках $F_1 - F_3$ контролем служат исходные родительские формы. В селекционных питомниках в качестве контроля используют лучший районированный сорт, используемый при испытании сортов культуры в ГСИ республики (с 2023 года и по настоящее время – это сорт Славянин).

Начиная с питомника селекции 3-го года для каждого образца высевают параллельное размножение, что позволяет своевременно наращивать необходимый для высева последующих питомников объем семян.

Объемы заключительных питомников селекционного процесса (БКП и СИ) зависят от количества образцов, достоверно превысивших контроль по урожайности и другим селекционным признакам с учетом показателей качества семян.

Таблица 1 – Количество номеров, линий и образцов в основных селекционных питомниках льна масличного

питомник	поколение (F) высеваемых семян	наличие контроля, штук	количество повторности, штук	размер делянки	количество (номеров, популяций, образцов)
исходного материала		нет	1	0,5-1,0 м ²	
гибридизации		нет	1	0,5-1,0 м ²	60-80
гибридный	F ₁	да	1	0,5-1,0 рядок	до 120
отбора	F ₂ -F ₅	да	1-2	0,3-0,5 м ²	до 300 на одно поколение
селекционный 1-го и 2-го года	F ₆ -F ₇	да	1	0,3-0,5 м ²	до 500
селекционный 3-го года	F ₈ -F ₉	да	2	0,5 м ²	40-50
малый контрольный (МКП)	F ₉ - F ₁₀	да	2	1,0 м ²	50 -60
большой контрольный (БКП)	F ₁₀ - F ₁₁	да	3	5,0 м ²	30-40
селекционное сортоиспытание (СИ)	F ₁₁ -F ₁₃	да	4	10-20 м ²	25-30
экологическое испытание		да	4	10-25 м ²	до 25
фоны (инфекционные и др.)		да	1-2	0,1 -0,3 м ²	300-400

Для сортов, переданных в ГСИ, начинается оригинальное семеноводство. Общее количество отобранных растений в питомнике отбора составляет не менее 1000 штук.

СХЕМА И МЕТОДИКА СЕЛЕКЦИОННОГО ПРОЦЕССА

Основные селекционные испытания проводят в полевых условиях на высоком агротехническом фоне для получения здорового и развитого агроценоза, по лучшим предшественникам (пар, озимые зерновые). Формы, дозы и сроки внесения минеральных удобрений разрабатывают с учетом данных агрохимического анализа почвы. На всех этапах селекционного процесса обеспечивают максимальную механизацию выполняемых работ специальной малогабаритной техникой.

Материал, который находится в распоряжении селекционера, необходимо оценить по тем признакам и свойствам, на которые ведется селекция. Для этой цели закладывают полевые опыты, а также проводят лабораторную оценку количества и качества продукции.

Селекционный процесс по льну масличному развернут по полной схеме, и включает все нижеприведенные категории питомников (рисунок 1).

Питомник исходного материала. Первым и очень важным звеном в процессе создания новых сортов льна масличного является питомник исходного материала. В его состав могут входить сорта различного географического происхождения, селекционные образцы, гибриды, созданные непосредственно селекционерами, а также спонтанные и естественные мутанты, которые ежегодно возникают в селекционных и производственных

посевах льна масличного, содержат функциональные единицы наследственности и представляют фактическую или потенциальную ценность.

СХЕМА СЕЛЕКЦИОННОГО ПРОЦЕССА ЛЬНА МАСЛИЧНОГО

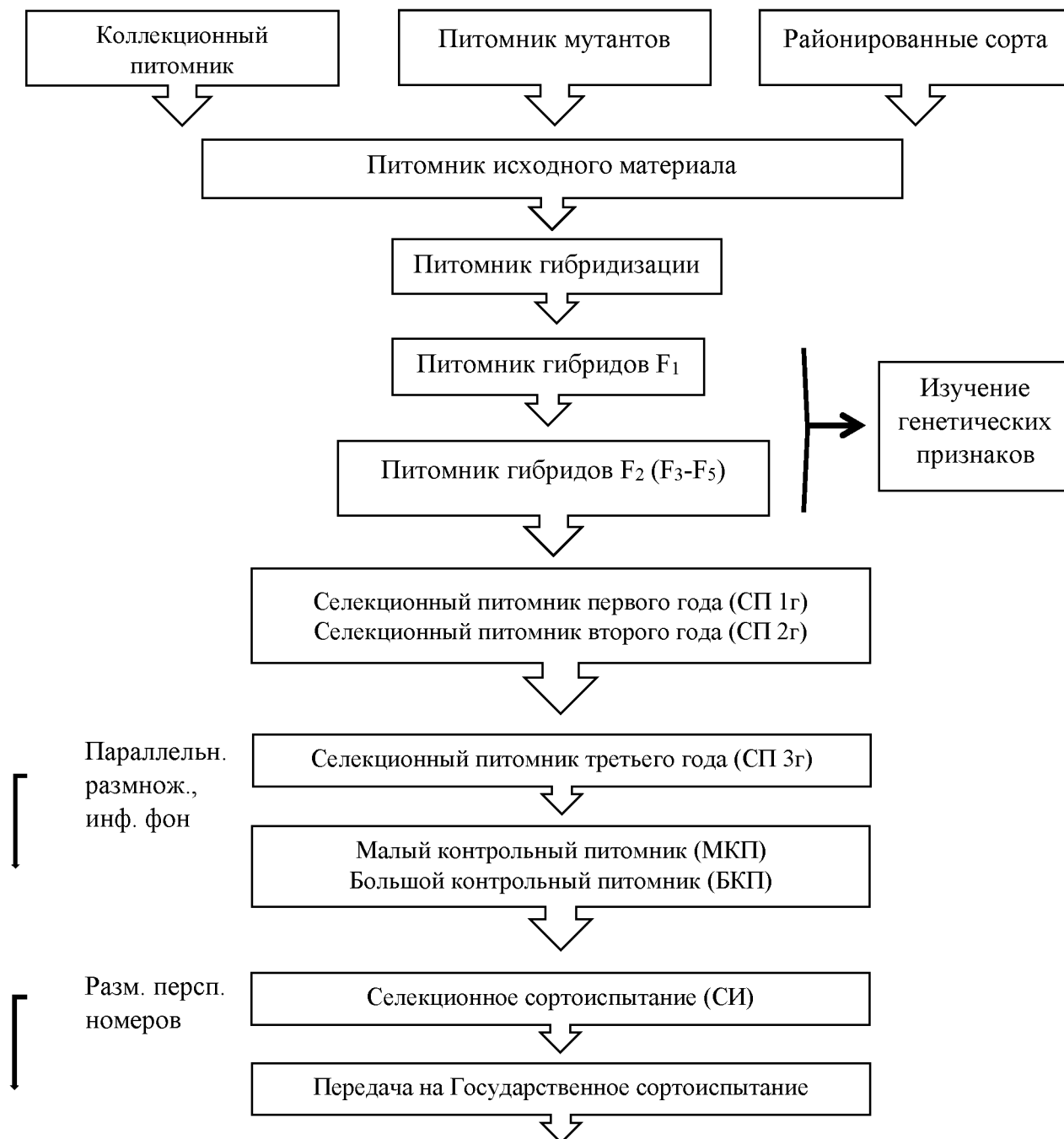


Рисунок 1 - Схема селекционного процесса льна масличного в РУП «Институт льна»

Исходным материалом служат и образцы, сохраняемые в коллекции льна масличного РУП «Институт льна» (лаборатория селекции льна масличного) которая в настоящее время насчитывает более 385 образцов. Генофонд льна масличного представлен коммерческими сортами отечественной и зарубежной селекции, возделываемые в настоящее время и сортами, снятыми с районирования; староместными сортами и кряжами; селекционным материалом (линии, отборы, гибриды, представляющие интерес в качестве источников

признаков); дикими формами; мутантными образцами. Присутствуют в коллекции и образцы с неизвестным статусом.

Пополнение коллекции осуществляется ежегодно посредством привлечения генотипов культуры из генетических банков и селекционно-семеноводческих учреждений Республики Беларусь и зарубежья; обмена образцами с отечественными и зарубежными НИУ, компаниями и фирмами, осуществляющими селекционную и семеноводческую работу с культурой; а также посредством создания собственных сортов и селекционного материала – доноров, линий, гибридов.

При пополнении коллекций новыми образцами используют различные источники информации:

- базы данных мировых генетических банков;
- отечественные и зарубежные публикации, включая каталоги, монографии, статьи в периодических научных изданиях;
- личные контакты селекционеров и генетиков и т. д.

Выявление ярко выраженного нового ценного признака у генотипа льна масличного, как правило, определяет его экономическую эффективность. Поэтому коллекционные образцы льна масличного проходят инвентаризацию согласно схеме (рисунок 2) и изучают по основным хозяйственно ценным признакам в полевых питомниках (рисунок 3), идентифицируют, описывают по фенотипу, и сопровождаемые необходимой документацией (актом передачи и паспортной базой данных) передают в Национальный банк генетических ресурсов Беларуси (г. Жодино) для хранения.

Посев коллекционных питомников (питомник изучения и питомник поддержания коллекции (или питомник пересева)) осуществляется ежегодно. Площадь делянки от 0,5 до 1,0 м² в 3-х кратной повторности (в зависимости от наличия семян и ценности материала). Ширина междурядий 10 см, норма высева 80 семян на 1 м погонный. Контроль высевают через 20 номеров. При изучении материала в данном питомнике учитывают продуктивность семян, продолжительность вегетационного периода, высоту растения и компактность соцветия, массу 1000 семян, устойчивость к осыпанию (растрескиваемость коробочек), содержание масла и белка в семенах, а также устойчивость к грибным, и другим болезням.

В начале и в конце каждого яруса высевают несколько защитных рядков, а также по 1 защитному ряду вдоль яруса с обеих сторон на расстоянии 10 см от учетной делянки. Каждый образец изучают от 3-х до 5-ти лет, что позволяет полнее оценить не только проявление селекционных признаков, но реакцию генотипа на изменяющиеся условия выращивания. Параллельно, на инфекционных фонах осуществляют оценку коллекционного материала на устойчивость к основным грибным болезням.

В течении вегетационного периода по каждому испытываемому образцу проводят фенологические наблюдения с оценкой состояния посевов и фиксированием календарных дат основных фаз развития растений культуры – от полных всходов до наступления полной спелости, описание морфологических признаков, оценку на устойчивость к неблагоприятным факторам среды (полегание и др.). Для идентификации образцов по фенотипическим признакам (окраска, размер, форма лепестков, тип коробочки, точечность чашелистика и др.) высевают сорта-эталон, согласно протоколу испытаний на отличимость, однородность и стабильность (*Linum usitatissimum* L.). Уборку коллекционных образцов осуществляют в фазу желтой (полной) спелости.

Изучение образцов в питомнике исходного материала является важным источником информации для подбора родительских форм для скрещиваний.



Рисунок 2 – Схема движения образца в коллекции РУП «Институт льна» (на светлом фоне обозначены мероприятия (этапы) осуществляемые однократно, на сером – систематически)



Рисунок 3 – Полевой коллекционный питомник льна масличного лаборатории селекции льна масличного: а – маркирование яруса; б - всходы; в - цветение; г - уборка (фото ориг., РУП «Институт льна»)

Питомник гибридизации. Формируют питомник из заранее подобранных материнских и отцовских форм, запланированных для комбинаций скрещивания. Родительские формы с разной продолжительностью вегетационного периода, для одновременного цветения высевают с интервалом 5-7 суток. Каждую гибридную комбинацию фиксируют в специальном журнале, в котором указывают номер комбинации скрещивания, родительские формы и дату опыления.

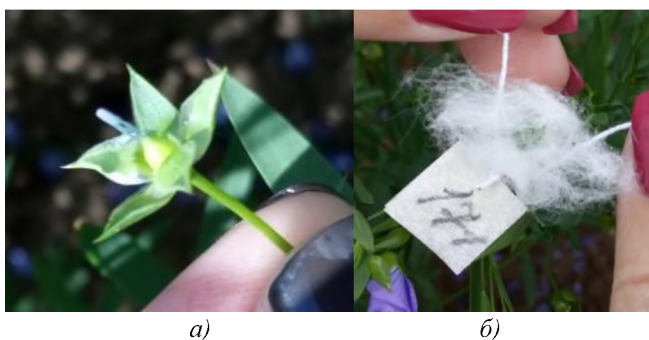


Рис. 3 – Моменты гибридизации льна масличного: а) кастрированный материнский бутон; б) закрепление этикетки с номером комбинации на опыленном бутоне

Кастрацию проводят накануне дня цветения в фазе окрашенного конуса бутона. Пинцет стерилизуют в спиртовом растворе, раскрывают 5 чашелистиков и, захватывают верхушку бутона, удаляют лепестки и тычиночные нити, затем закрывают чашелистики и изолируют кастрированный бутон ватой. Вату для изоляции используют стерильную, закрепляя на бутоне ватным жгутом. Оптимальное время для кастрации – между 16 и 19 ч, для опыления – с 6 до 9 ч утра следующего дня. Утром снимают изоляцию, раскрывают чашелистики и наносят пыльцу отцовской формы на материнское рыльце специальной кисточкой (или непосредственно пыльниками отцовской формы, для удобства удалив с венчика лепестки). Опыление проводят пылью родительской формы, которые собирают в стерильные пронумерованные чашки Петри непосредственно перед опылением. Чашки с цветками отцовской формы перед опылением допускается недолго хранить в тени. На опыленном материнском цветке закрывают чашелистики, снова изолируют ватой и навешивают бумажную этикетку размером 1,5 × 1,5 см с номером комбинации. Завязываемость при таком способе опыления и условии отсутствия осадков в период между кастрацией и опылением достаточно высокий (85-100%). Во время уборки гибридные коробочки срезают ножницами и складывают в бумажный пакет. На пакете указывают комбинацию скрещивания. В лаборатории подсчитывают число гибридных коробочек и семян в них по каждой комбинации и рассчитывают завязываемость.

Гибридный питомник F₁. Гибриды F₁ изучают в гибридном питомнике первого поколения на однострочных участках блоками по схеме. В каждый блок включают сорт-контроль, родительские формы и их гибриды. Посев однострочный (длина строки до 0,5 м), широкорядный с междурядьем 20 см для получения максимального количества гибридных семян с растения. В данном питомнике проводят генетический анализ с целью изучения характера наследования морфологических и других признаков.

Гибридные питомники F₂ – F₅. Гибриды F₂ также высевают разреженно, с междурядьем 20 см по той же схеме, что и гибриды F₁. Площадь делянки в этом питомнике варьирует в зависимости от количества семян, полученных в F₁. С F₂ начинают отбор элитных растений, который проводят в фазу полной спелости. Отбирают здоровые, хорошо развитые растения с компактным соцветием и количеством коробочек не менее 12-14 штук. В лабораторных условиях у отобранных растений определяют высоту, длину соцветия, число коробочек и семян на растении, количество семян в одной коробочке, массу семян с растения, массу 1000 семян и др. В питомнике F₂ проводят изучение наследования селекционно-ценных признаков и выделение трансгрессивных форм. Отобранный селекционный материал в F₂ последовательно изучают в гибридных питомниках F₃ – F₅ (рисунок 4) с ежегодной оценкой по комплексу селективируемых признаков.



Рисунок 4 – Вид гибридных питомников F_2 (а) и F_3 (б)

Селекционный питомник первого и второго года изучения (СП-1г. и СП-2г.) (рисунок 5). В питомниках проводят первичную оценку и отбор лучших потомств гибридных элитных растений. Питомники закладывают без повторений, площадью 0,3-0,5 м². Сорт-контроль размещают через каждые 20 номеров. Все номера в питомниках СП-1г. и СП-2г. высевают в один день. Каждую селекционную линию (делянку) в полевых условиях анализируют по продолжительности вегетации, выравненности, высоте растений и компактности соцветия, устойчивости к болезням и полеганию. Убирают питомник при наступлении у линий полной спелости, вытеребливая всю деланку. Снопы оставляют на естественное дозревание, а затем проводят их механический обмолот. После очистки семян учитывают продуктивность линий. В лабораторных условиях лучшие линии анализируют по основным хозяйственно-ценным признакам. После заключительной комплексной оценки с контролем проводят жесткий отбор перспективных линий, лучшие из которых переходят на следующий этап селекционной работы.



Рисунок 5 – Селекционный питомник СП-2г.

Селекционный питомник третьего года изучения (СП-3г.). Селекционные линии в питомнике СП-3г. кроме учета проявления селекционных признаков, изучают на устойчивость к болезням (фузариозу, антракнозу и др.) на инфекционно-провокационных фонах. Площадь деланки питомника составляет 0,5 м². Контролем служит районированный сорт. В начале и в конце каждого яруса высевают защитные рядки. Вдоль каждого яруса с обеих сторон на расстоянии 10 см от учетной деланки высевают еще один защитный рядок. Линии в питомнике параллельно размножают на ярусах с междурядьем 20 см. Уборку линий проводят при наступлении полной спелости, снопы оставляют на естественное дозревание, а затем проводят их механический обмолот. После очистки семян учитывают продуктивность линий. У лучших номеров питомника определяют содержания масла и белка, а также жирно-кислотный состав масла. Браковку селекционных линий 3-го года селекции проводят после сравнения с контролем по комплексу селекционно-ценных признаков. Лучшие линии, которые по ряду показателей существенно превышают контроль, переводят в контрольный питомник.

Малый контрольный питомник (МКП). В питомнике лучшие селекционные номера изучают в 2-х кратной повторности на делянках 1 м². Норма высева, ширина междурядий и учеты как в предыдущем питомнике. Начиная с данного питомника в лабораторные анализы включают определение содержания масла и белка в семенах, жирно-кислотного состава масла. Полученные экспериментальные данные обрабатывают математически. Линии, которые по основным хозяйственным показателям существенно превышают контроль, переводят в следующий питомник.

Большой контрольный питомник (БКП). В этом питомнике учетная площадь делянки составляет 5 м², повторность 3-х кратная, номера размещают методом рандомизации (рисунок 6а). Посев проводят сеялкой точной высева Winterstager, норма высева расчетная для каждого образца. Для испытаний используют семена, соответствующие требованиям посевного стандарта. В период вегетации за растениями осуществляют необходимый уход. Фенологические наблюдения и учеты проводят по каждому изучаемому номеру по методике государственного сортоиспытания. Для учета густоты стояния растений, сохранности к уборке, учета болезней в полевых условиях на каждой делянке закладывают две пробных площадки размером 1 м.п. Площадки выделяют после появления полных всходов и отмечают их невысокими колышками. Во время цветения проводят сортовую прочистку. Перед уборкой проводят жесткую браковку селекционных номеров, поражаемых в сильной степени болезнями, склонных к полеганию, не выровненных по высоте и др. Убирают линии при достижении ими фазы желтой спелости. Параллельно номера испытывают на инфекционно-провокационном фоне.

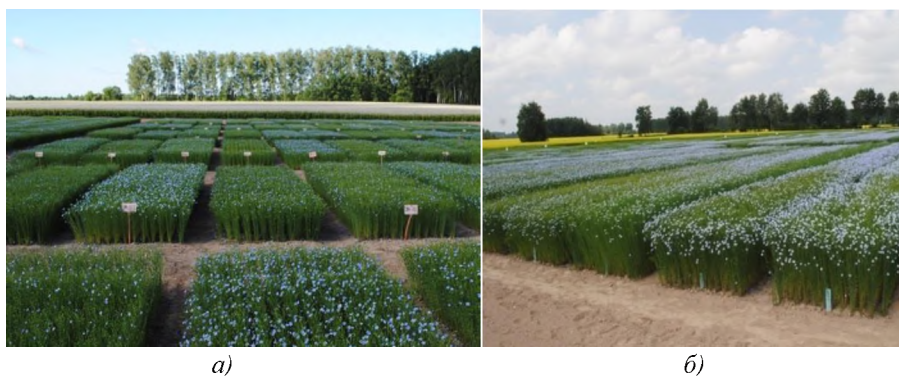


Рисунок 6 – Вид питомников: а) большой контрольный; б) селекционное сортоиспытание

Селекционное сортоиспытание (СИ) является заключительным этапом при оценке селекционных номеров в научном учреждении. Задачей питомника является максимально точная в условиях полевого опыта в течение 3-х лет сравнительная оценка по комплексу хозяйственно-ценных признаков. Размещение линий в повторениях осуществляется методом рандомизации. Фенологические наблюдения и учеты проводят по каждому изучаемому номеру по методике государственного сортоиспытания. Высевают линии в один день сеялкой точной высева Winterstager. Площадь учетной делянки 20 м², повторность – трех- четырехкратная (рисунок 6б). Не учетную площадь делянки составляют защитки по 0,5 м с обеих сторон делянки. На делянках в 2-х повторениях, как и в БКП, отмеряют учетные площадки по 1 п.м. Во время цветения проводят сортовую прочистку. Перед уборкой проводят жесткую браковку селекционных линий (поражение болезнями, полегание, стеблестой не выровнен по высоте и др.). Убирают линии при достижении ими фазы желтой спелости тереблением с последующей ручной вязкой снопов. Снопы после естественного просыхания обмолачивают на специальной сноповой молотилке, ворох при необходимости досушивают и проводят очистку семян на

селекционной малогабаритной семяочистительной машине. Образцы анализируют по комплексу морфологических, биологических, физиологических и др. признаков. Данные обрабатывают статистически. По результатам трехлетнего испытания и сравнения с контролем лучшие линии передают в Государственное сортоиспытание.

Одновременно с оценкой в селекционном сортоиспытании несколько номеров, которые планируются для передачи в государственное сортоиспытание, высевают на площади 0,2-0,3 га для предварительного размножения. Рядом высевают сорт - контроль. Одновременно оценивают производственные показатели нового сорта при полном сохранении генетической чистоты. Оцениванию подлежат выравненность стеблестоя, степень полегания, качество комбайновой уборки и другие признаки.

СЕЛЕКЦИОННЫЕ ПРИЗНАКИ

Количество признаков, по которым ведут селекцию льна масличного достаточно объемный и включает более 30 количественных и качественных наименований:

- урожайность (продуктивность) семян;
- продолжительность вегетационного периода;
- продолжительность периода «всходы-начало цветения»;
- продолжительность периода «начало цветения – конец цветения»;
- продолжительность периода «конец цветения – полная спелость»;
- общая высота растения;
- длина технической части стебля;
- длина соцветия;
- количество коробочек на растении;
- количество семян на растении;
- количество семян в коробочке;
- масса 1000 семян;
- масса семян с растения;
- число растений на ед. площади;
- устойчивость к осыпанию;
- дружность созревания;
- компактность соцветия;
- растрескивание коробочек;
- засухоустойчивость;
- холодоустойчивость;
- содержание масла;
- жирно-кислотный состав масла;
- йодное число;
- окраска бутона и венчика;
- окраска пыльников;
- окраска верха тычиночной нити;
- окраска пестика у основания;
- зазубренность края лепестка;
- складчатость лепестка;
- размер и форма венчика;
- бахромчатость ложной перегородки коробочки;
- окраска семян;

- устойчивость к полеганию;
- устойчивость к болезням (фузариоз, бактериоз, антракноз, пасмо и др.).

Однако, для селекционеров, занимающихся созданием новых сортов любой культуры, важно выделить хозяйственно ценные признаки, которые являются ключевыми для улучшения продуктивности и качества сельскохозяйственной продукции. У льна масличного к ним относят:

Урожайность (продуктивность) семян, которая определяется количеством коробочек и семян на растении, количеством семян в коробочке и их размером, массой семян с растения и массой 1000 семян, а также числом растений на единицу площади;

Продолжительность вегетационного и межфазных периодов – время активного роста растений, в течение которого они полноценно развиваются и формируют семена. Показатели оказывают влияние на продуктивность растений и характеризуют отзывчивость образцов на условия возделывания;

Общая высота растения, длина технической части стебля и длина соцветия. Высокий стеблестой у льна масличного может полегать, что ведет к потере части урожая и снижению его качества, а высота растений менее 40 см создает трудности при механизированной уборке и увеличивает потери семян. Длина технической части стебля важна в том случае, когда создают сорта для двойного использования (на масло и волокно). Стебли льна масличного, также, как и стебли льна-долгунца, содержат в лубяной части целлюлозу, что дает возможность получать новые инновационные материалы (целлюлоза, высококачественная бумага, композиционные материалы и др.). Поэтому селекция, направленная на создание сортов льна двойного использования, актуальна. Длина соцветия имеет тесную прямую связь с продуктивностью растения, однако его величина у селекционируемых растений не должна превышать 1/3 части высоты растения.

Содержание масла и белка в семенах. Масло содержится во всех частях семян льна. Масличность некоторых образцов достигает до 52% и существенно изменяется в зависимости от условий вегетации. Протеины в семенах льна масличного являются вторым компонентом после липидов по содержанию (до 28%), что позволяет считать это сырье перспективным для получения разнообразных белковых продуктов, для добавления в рацион сельскохозяйственных животных. Содержание белка в семенах сортов льна масличного определяется сортом и зависит от места и условий выращивания.

Жирно-кислотный состав масла. В состав льняного масла входят пять жирных кислот: пальмитиновая, стеариновая, олеиновая, линолевая и линоленовая. Насыщенные пальмитиновая и стеариновая кислоты вместе составляют около 10 %, ненасыщенные: олеиновая – 20-25 %, линолевая – 10-15%, линоленовая-50-70%. Их соотношение определяет направление использования масла. Техническое масло должна содержать максимальное количество линоленовой кислоты и иметь высокое йодное число. Пищевое масло должно содержать как можно больше олеиновой и линолевой кислот.

Устойчивость к полеганию, дружность созревания и нерастрескиваемость коробочек характеризуют пригодность номера к механизированной уборке.

ОЦЕНКА ЛЬНА МАСЛИЧНОГО НА УСТОЙЧИВОСТЬ К БОЛЕЗНЯМ

Одним из этапов в селекционных исследованиях является оценка на устойчивость к наиболее вредоносным и распространенным болезням. Симптомы проявления заболеваний в зависимости от фазы развития льна имеют различия. Для выделения из популяций биотипов, устойчивых против той или иной болезни, используют искусственные

инфекционные фоны, которые располагают вдали от массовых посевов льна. Искусственные оценочные фоны подразделяют на инфекционные (естественные и искусственные) и провокационные.

Провокационный фон – это создание условий, благоприятствующих возникновению патологического процесса:

✓ изменением сроков сева, с целью смещения фаз развития растения, способствующего инфицированию в период наибольшего распространения вредного организма;

✓ путем повторного посева после восприимчивого сорта льна, что способствует накоплению инфекции на участке (для почвенной инфекции);

✓ увеличением глубины заделки семян, что продлевает период нахождения проростка в почве, а, следовательно, и период инфицирования почвенной инфекцией;

✓ изменением микроклимата – повышение влажности в посевах способствует распространению патогена и облегчает процесс заражения;

✓ обсевом испытуемых образцов восприимчивыми сортами – накопителями инфекции (не менее 30% площади).

При создании инфекционного фона необходимо учитывать следующие аспекты:

✓ предрасположенность растений к заражению;

✓ уровень инфекционной нагрузки;

✓ жизнеспособность патогена;

✓ условия среды.

Учет поражения растений льна масличного в период вегетации проводят в три срока:

1-ый – фаза всходов – «ёлочка», высота растений льна до 10 см (ВВСН 10-29) – для выявления антракноза, кальциевого хлороза, фузариоза и крапчатости;

2-ой – бутонизация – цветение (ВВСН 51-69) – для выявления антракноза, кальциевого хлороза, фузариоза, полиспороза, «пасмо» на листьях и стеблях;

3-ий – перед уборкой, желтая спелость льна (ВВСН 81-99) – для выявления антракноза, септориоза (пасмо), аскохитоза, фузариоза.

Основными показателями учета проявления возбудителя болезни на посевах льна служат распространение и развитие. Распространение - количество пораженных растений (проявление на стеблях, листьях, коробочках или на всех органах растений одновременно) в процентах. Развитие болезни – интенсивность поражения (размер некроза, или гибель растения) вегетативных и репродуктивных органов в процентах или баллах.

Распространенность (P) и развитие болезни (R) определяют по формулам:

Распространенность болезни (P):

$$P = n/N \times 100$$

P – распространенность болезни, %;

n – число пораженных или погибших растений, экз.;

N – общее число учтенных растений, экз.

Развитие болезни (R):

$$R = (\sum (a \times b)) / (N \times K) \times 100$$

R – развитие болезни, %;

a – число больных растений, экз.;

b – соответствующий балл их поражения;

N – общее количество учетных растений, экз.;

K – высший балл шкалы учета

Для формирования инфекционных фонов составляют синтетические популяции патогенов из штаммов различной вирулентности и географического происхождения.

Инфекционный фузариозный фон создают методом заражения почвы либо чистой культурой фузариума *Fusarium Oxysporum L.*, которую для поддержания работы фона вносят ежегодно в день посева из расчета 100 г/м² на глубину 6-7 см, либо зараженной

фузариозом льносолемой из расчета 3-5 г на погонный метр ряда, на глубину 6-7 см (за 5-6 дней до посева с последующим обильным поливом почвы). Пораженную фузариозом льносолему собирают с различных географических зон льносеяния.

Характеристику сортообразцов по степени устойчивости дифференцировали по следующим параметрам: со степенью развития фузариозного увядания до 20% - устойчивые, с 20% до 30% - слабо поражаемые; с 30% до 50% - средне поражаемые и свыше 50% - сильно поражаемые.

Стабильная оценка и жесткий отбор гибридного материала по устойчивости к фузариозному увяданию с использованием искусственных популяций патогена, начиная с ранних этапов селекции, обеспечили высокую эффективность селекционной работы на устойчивость к данному заболеванию.

Инфекционный фон к антракнозу создают путем инокуляции посева до появления полных всходов (при появлении семядолей у 50% растений образцов) в утренние часы суспензией спор *Colletotrichum lini* плотностью 750 тыс. спор в 1 куб. см до образования мелких капелек суспензии на семядолях.

Приготовление суспензии спор гриба осуществляют непосредственно перед инокуляцией в лабораторных условиях путем смыва стерилизованной водой трехнедельной культуры *Colletotrichum lini* в чашках Петри. Исходную суспензию, полученную от смыва, разбавляют водой до оптимальной плотности. Непосредственно перед инокуляцией посеvy обильно поливают водой из леек из расчета 5 л на 1 кв. м. Норма расхода споровой суспензии – 16 мл на 100 растений. Сразу после инокуляции над ярусом натягивают изоляторы из полипропилена, избегая их контакта с растениями, и по краям присыпают почвой, оставляя под полипропиленом гигрометр и термометр и выдерживают в условиях влажной камеры в течении 48 часов. Учет развития антракноза осуществляют тогда, когда восприимчивый стандарт поражен в сильной степени, обычно на 8-9 сутки после инокуляции по следующей шкале:

0 – отсутствие поражения - без симптомов, либо точечные некрозы на семядолях (растения высокоустойчивые);

1 – слабая степень поражения – на семядолях некрозы размером до 1 мм, на настоящих листьях точечные некрозы, на стеблях – единичные оранжевые штрихи (устойчивые растения);

2 – средняя степень поражения – отмирание одной семядоли или крупные, постепенно увеличивающиеся пятна средним диаметром более 1 мм на обеих семядолях, возможны коричнево-оранжевые пятна на стеблях (растения слабо восприимчивые);

3 – сильная степень поражения – отмирание семядолей или поражение точки роста, язвы и перетяжки на стебле и гипокотиле (растения восприимчивые);

4 – очень сильная степень поражения – гибель растений (растения сильно восприимчивые).

Степень развития болезни подсчитывают по общепринятой формуле, приведенной выше.

Классификацию генотипов по устойчивости к антракнозу по показателю степени развития болезни: развитие болезни до 30% – устойчивый, 31–50% – среднеустойчивый, развитие болезни свыше 51% и более – неустойчивые.

УЧЕТЫ И НАБЛЮДЕНИЯ В ПЕРИОД ВЕГЕТАЦИИ

Наблюдения за ростом и развитием растений начинают с момента посева и проводят на каждой делянке опыта. Продолжительность вегетационного периода определяют от полных всходов до наступления желтой спелости.

При фенологических наблюдениях отмечают:

- дату посева;
- полные всходы (появление над поверхностью почвы семядольных листьев и конуса нарастания у 75–80 % растений от высеянных (рисунок 7а));
- фазу «ёлочка» (наступает примерно через 15 сут. после появления всходов, растение имеет 5-6 пар настоящих листьев (рисунок 7б));
- быстрый рост (прирост стебля в сутки составляет 3-5 см, длительность периода 12-20 сут. (рисунок 7в));
- бутонизацию (появление в пазухах верхних листьев одного-двух маленьких бутонов (рисунок 7г));
- начало цветения (цветет 10% растений делянки или номера: наблюдения по цветению ведут утром до 9 часов (рисунок 7д));
- массовое цветение (цветет примерно 75% растений делянки или номера (рисунок 7е));
- конец цветения (доцветают около 10% растений делянки, основная масса растений сформировали коробочки (рисунок 7ж)),
- зеленую спелость (65-75% коробочек хорошо выполнены, с семенами нормальной величины; стебли, коробочки и семена зеленые (рисунок 7з));
- раннюю желтую спелость (65-75% коробочек желто-зеленые, семена бледно-зеленые с желтым носиком; остальные коробочки желтые, бурые или зеленые; стебли зеленовато-желтые (рисунок 7и));
- желтую спелость (около 50% коробочек желтые с желтыми семенами, остальные бурые с коричневыми семенами или желто-зеленые с бледно-зелеными семенами, стебли желтые (рисунок 7к));
- полную спелость (все коробочки бурые с твердыми коричневыми с блеском семенами, при встряхивании растения семена «гремят» в коробочках (рисунок 7л));
- дату уборки.

В период цветения в журнале фенологических наблюдений отмечают также окраску цветка и пыльников, размер венчика и его форму, другие признаки габитуса растения.

Перед уборкой урожая глазомерно определяют одновременно ли созревают растения льна масличного на делянке в баллах: 5 баллов - выравненность хорошая (отстает в созревании не более 5-10% растений); 3 балла - выравненность средняя (отстает в созревании менее 25 % растений); 1 балл - выравненность плохая (отстает в созревании более 25 % растений).

Полевую всхожесть растений определяют путем подсчёта числа растений через 15 суток после наступления фазы полных всходов и последующего выражения его в процентах от количества высеянных семян.

Растения с учетных площадок БКП и СИ вытеребливают перед началом уборки и связывают в снопики с каждого повторения отдельно, этикируют. Они необходимы для учёта густоты стояния и высоты растений, а также определения пораженности болезнями растений в полевых условиях. Высоту растений на мелкоделяночных посевах измеряют в трех местах делянки либо у элитных растений (гибридные питомники) в лабораторных условиях.



Рисунок 7 – Основные фазы роста и развития льна масличного: а) всходы; б) «елочка»; в) быстрый рост; г) бутонизация; д) начало цветения; е) массовое цветение; ж) конец цветения; з) зеленая спелость; и) ранняя желтая спелость; к) желтая (полная) спелость

Селекционные номера по устойчивости к полеганию оценивают, начиная с первого проявления признака на посевах и до уборки урожая. Оценку проводят как в день проявления признака, так и через 5-10 дней (учет способности номера подниматься). Учет проводят по каждому номеру, сорту, повторности отдельно и выражают в баллах:

5 балл - сорта неполегающие;

4 балл - сорта, полегающие, но выпрямившиеся и полегавшие в слабой степени и местами;

3 балл - сорта со средней степенью полегания;

2 балл - сорта с сильным полеганием, затрудняющим механизированную уборку;

1 балл - сорта, очень склонные к полеганию, сильно полегшие задолго до уборки и непригодные для машинной уборки.

В случае необходимости оценку сортов проводят с точностью до 0,5 балла. Заключительную оценку устойчивости сорта к полеганию проводят перед уборкой, учитывая предыдущие наблюдения и оценки, длительность полеглого состояния, пригодность его к механизированной уборке. Затем выводят среднюю устойчивость к полеганию за вегетационный период в целом.

Наряду с оценкой полегания в баллах, по каждому номеру отмечают дату полегания и фазу вегетации растений, а также записывают, при каких метеорологических условиях отмечено полегание, как посев оправлялся от полегания, тип (корневое, стеблевое и др.) и характер полегания (сплошное, пятнами, с различным наклоном растений и т. п.).

Оценку устойчивости селекционного материала к неблагоприятным факторам среды за вегетационный период (заморозки, засуха и др.) проводят по состоянию посевов одновременно для всех номеров во всех повторениях в баллах. Посевы на делянках, где нет заметных повреждений, оценивают 5-ю баллами, посевы, на которых уцелели лишь отдельные растения, или посевы, близкие к полной гибели (от заморозков, засухи) — 1-м

баллом. Промежуточное состояние посевов и растений оценивают соответствующими баллами 4, 3, 2.

В период засухи проводят ежедневные наблюдения за состоянием опытных посевов. Визуальную оценку состояния посевов проводят, когда имеется дифференциация между номерами. При этом, кроме оценки посевов и растений в баллах, приводят описание внешних признаков повреждений растений: свертывание верхней части листьев; их увядание в дневные часы; восстановление тургора ночью; пожелтение и засыхание листьев, стеблей, соцветий, завязи и т. д. Контролируют и отмечают, как отдельные сорта оправляются после повреждений, вызванных неблагоприятными условиями.

Признак «растрескиваемость коробочек» оценивают с начала созревания путем тщательного осмотра растений. Разница в устойчивости сортов особенно проявляется, когда в период созревания дождливая погода чередуется с жаркой и ветреной.

Наблюдения за осыпаемостью семян у селекционных генотипов проводят также перед молотьюбой и оценивают в баллах: неосыпающийся сорт характеризуют баллом 5, слабо осыпающийся — 4, средне осыпающийся — 3, осыпающийся выше среднего — 2 и сильно осыпающийся — 1.

Проводят оценку по устойчивости к прорастанию семян на корню и в валках, оценивают в баллах: 5 — не прорастает, 4 — прорастает слабо, 3 — прорастает средне, 2 — прорастает выше среднего, 1 — прорастает сильно.

Наряду с этим оценивают номера на обмолачиваемость в баллах: 5 — обмолачиваемость отличная, 4 — хорошая, 3 — средняя, 2 — ниже среднего и 1 — плохая.

Взаимодействие генотипа и среды определяет фенотип, который изучает селекционер. Учет метеорологических условий проводят ежегодно. Данные температуры, количества выпавших осадков, влажности воздуха и др. селекционеры получают от ближайшей метеорологической станции или пункта, а также путем собственных наблюдений.

Уборка и учет урожая — заключительная часть опыта. Уборку, перевозку, сушку, обмолот, очистку, взвешивание урожая и другие работы организуют так, чтобы не допустить засорения одного номера другим и потерь урожая. Важно правильно установить, срок уборки каждого номера в отдельности в зависимости от срока его созревания. Преждевременная уборка приведет к недобору урожая, а запоздание связано с потерями, ухудшением технологических показателей и качества семян. Урожай контрольного питомника и сортоиспытания убирают механизировано, а остальных питомников — вручную, вытеребивая растения и связывая их в снопы. Снопы ставят на досушивание, а затем в сухую, безветренную погоду обмолачивают в поле (либо свозят для обмолота в селекционной сарай). Семена из обмолоченных снопов после очистки хранят в мешочках или бумажных пакетах, обозначая их внутренними и внешними этикетками с указанием питомника, шифра образца и года урожая. В лаборатории семена взвешивают, а вес заносят в журнал учета. Одновременно со взвешиванием семян с участков БКП и СИ, отбирают пробы семян для определения влажности. С учетом влажности вносят поправку на величину урожая семян с участка.

Лабораторные анализы. В лабораторных условиях проводят следующие анализы: определение влажности семян (в двух повторениях) для внесения поправки при определении урожайности (базовая влажность хранения льна масличного составляет 12%), фитопатологическая экспертиза посевного материала, масличности, массы 1000 семян, жирно-кислотного состава масла; определение морфологических показателей элитных растений гибридов.

Фитопатологическая экспертиза посевного материала льна масличного под урожай будущего года проводится биологическим методом посредством анализа семян во влажной камере и на питательной среде (картофельно-глюкозный агар – КГА). Разные модификации биологического метода позволяют установить зараженность семян льна фузариозом, антракнозом, бактериозом, крапчатостью и сапротрофными грибами, вызывающими плесневение семян. Оценка зараженности семян болезнями проводится в соответствии с межгосударственным стандартом ГОСТа 12044-93 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями»

Содержание масла в семенах определяют методом сухого остатка по С. В. Рушковскому или на лабораторном ИФ-анализаторе-1050.

Содержание жирных кислот в масле-методом газо-жидкостной хроматографии. Жирно-кислотный состав масла определяют в питомниках СИ, БКП, МКП, СП 2-3г, коллекционном питомнике.

Массу 1000 семян определяют во всех питомниках путем отсчета двух проб по 1000 семян на счетчике семян либо вручную. Допустимое расхождение между пробами - 0,1 г.

Определение средней высоты растения, длины технической части стебля, среднего количества коробочек и семян с одного растения проводят по 20-40 растениям каждого повторения, номера.

ДОКУМЕНТАЦИЯ, ЗАПИСЬ И ОБРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ

Для правильного понимания и научного объяснения результатов исследований, хранения и публикации экспериментальных данных необходимо вести первичную документацию. Все документы (полевые журналы, научные отчеты, протоколы совещаний, комиссий по приемке опытов и другие первичные научные материалы постоянного хранения) переплетают и хранят бессрочно. В селекционной работе применяют следующие виды первичной документации:

Посевные ведомости - составляют на все селекционные питомники при подготовке к посеву. В них записывают порядковый номер образца, его происхождение, порядковый номер предыдущего года, под которым он был отмечен в полевом журнале.

Полевой журнал является основным первичным документом. Записывают номер селекционного поля, агрохимические показатели почвы, дату посева, дату всходов, проводимые агротехнические мероприятия и мероприятия по уходу за посевами. В этом журнале на основании визуальной полевой оценки селекционных образцов дают короткое описание основных морфологических особенностей наиболее ценных номеров и проводят их оценку в баллах. Сюда также заносят результаты оценки всех селекционных признаков и фенологические наблюдения, фенотипическое проявление признаков и т.д.

Журнал биохимических анализов. В него вносят данные по содержанию масла в семенах, содержания жирных кислот в масле.

Данная первичная документация сохраняется.

Статистическая обработка полученных данных. При обработке данных фенологических наблюдений за всеми питомниками вычисляют продолжительность вегетационного периода и разницу в сутках по сравнению с контролем. Урожай семян в питомниках БКП и СИ по каждому повторению указывают в центнер с гектара с точностью до 0,1. После расчета урожайности семян по повторениям, выводят среднее для всех повторений. В БКП и СИ урожай семян приводят к стандартной влажности (12%). Статистическую обработку данных проводят методом дисперсионного анализа.

Обработанные данные используют для дальнейшего целенаправленного отбора и формирования питомников, а также для составления отчетов и подготовки научных публикаций. Основным методическим требованием к полевым опытам является высокая достоверность получаемых результатов, служащих основой для оценки селекционного материала.

МЕТОДЫ СОЗДАНИЯ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА

Селекция льна масличного в РУП «Институт льна» осуществляется как традиционными (гибридизация и отбор из гибридной популяции), так и новейшими (селекция пыльцы, экспериментальный мутагенез) методами, позволяющими создавать сорта разнонаправленного использования и адаптивности к климатическим условиям Беларуси.

Одна из наиболее сложных проблем современной селекции культурных растений – их улучшение по количественным признакам. Гибридизация позволяет получать максимально широкую вариативность сочетаний родительских, прежде всего количественных, признаков. Ускорению селекционного процесса способствует обмен селекционным материалом между научно-исследовательскими учреждениями, а также расширение экологического испытания новых перспективных сортов.

Для расширения генетического разнообразия льна успешно применяют метод индуцированного мутагенеза. Воздушно-сухие семена обрабатывают химическими мутагенами NaN_3 (азид натрия), НММ (N-метил-N-нитрозомочевина), НЭМ (N-этил-N-нитрозомочевина) в дозах от 0,006 до 0,025%. Раствор мутагена должен превышать по объему количество семян в 10 раз. Экспозиция выдержки семян в растворе мутагена составляет до 18 часов. После обработки промывают в течение 30 минут в проточной холодной воде и сразу высевают в грунт. Частота и спектр полученных мутаций существенно превышают спонтанную мутабельность выходных линий. Отбор мутаций проводят в поколениях M_2 и M_3 . При обработке НММ по сравнению с НЭМ появляется значительно больше количество типов мутаций. Среди индуцированных мутантных линий чаще всего встречаются мутации окраски лепестков венчика и хлорофильные изменения. Наряду с изменением морфологии растений, использованные мутагены приводят к появлению мутаций на биохимическом уровне, в том числе с повышенным содержанием масла в семенах и его измененным жирнокислотным составом. При выборе оптимальных доз и концентраций химических мутагенов необходимо учитывать факторы, которые оказывают влияние на чувствительность семян к мутагену и выход полезных мутаций. Следует помнить, что разные генотипы льна неодинаково реагируют на действие различных мутагенов.

Отбор холодостойких генотипов льна на стадии зрелого пыльцевого зерна основан на дифференциальной чувствительности мужского гаметофита к пониженной температуре. Для проведения отбора можно использовать гибридные растения, родительские формы, которые существенно отличаются по холодостойкости. Кастрация бутонов и сбор пыльцы проводится по общепринятой методике. Собранная пыльца монослоем размещается на предметном стекле и в чашках Петри хранится в холодильнике при температуре 3-7 °С в течение 7-10 суток, после чего используется для опыления. В результате в опылении участвуют, главным образом, холодостойкие генотипы льна (пыльца), сохранившие свою жизнеспособность и способность к оплодотворению, при выдержке на в условиях пониженных температур.

Способ повышения засухоустойчивости льна масличного основан на подборе пыльцы, устойчивой к повышенной температуре. Как исходный материал могут использоваться межсортовые гибриды, родительские формы, которые существенно отличаются по устойчивости к засухе. Сбор пыльцы проводят утром. С помощью препаровальной иглы пыльцу из пыльников вытряхивают на предметное стекло, после чего ее равномерно распределяют по поверхности монослоем. Затем стекло с пыльцой помещают в термостат и прогревают при температуре 35 °С в течение 1-2 часов. Прогревание пыльцы при более высокой температуре нежелательно, поскольку уже при 45 °С в течение короткого времени пыльца полностью теряет свою жизнеспособность. После прогревания пыльцу используют для опыления. Предлагаемый способ позволяет значительно повышать засухоустойчивость расщепляющихся популяций спорофитов, увеличивая в несколько раз у них, по сравнению с обычным опылением свежесобранной пыльцой, количество засухоустойчивых генотипов.

Использование метода электрофореза в селекции и семеноводстве льна масличного позволяет:

- четко идентифицировать морфологически неразличимые сорта и биотипы льна;
- усилить защиту авторских прав селекционера на сорта льна масличного путем создания комплексного биохимического паспорта сорта;
- проводить сортовой контроль и сортовой идентификацией в семеноводстве в процессе пересева семян, установление биотипов; контроль генетической конституции семян (содержание, соотношение биотипов в сорте);
- устанавливать и исключать из структуры сорта нетипичные формы, для стабилизации генетической конституции сорта и улучшения его хозяйственно-биологических характеристик;
- устанавливать подлинность сорта в ходе арбитражного контроля, контролировать сохранение генетической структуры сорта;
- формировать партии семян на соответствие эталону в семеноводстве, проводить биохимическую паспортизацию сортов льна масличного, устанавливать однородность и стабильность сорта.

Использование вышеупомянутых методических подходов позволило создать высокопродуктивные сорта льна масличного, адаптированные к условиям Республики Беларусь (таблица 2).

Таблица 2 - Районированные сорта льна масличного РУП «Институт льна»

Сорт	Год районирования	Максимальная урожайность семян, ц/га (данные ГСИ)	Особенности сорта
Брестский	2012	25,8	Двухцелевого направления – семена, волокно
Опус	2013	27,4	Позднеспелый
Илим	2013	30,6	Раннеспелый, крупносемянный
Салют	2014	29,6	Адаптивный, контроль в ГСИ с 2014 по 2022 год, запатентован
Фокус	2017	26,4	Раннеспелый
Дар	2020	23,2	Измененный жирно кислотный состав масла
Визирь	2021	27,5	Устойчив к болезням
Альянс	2021	30,5	Адаптивный
Бонус	2022	28,6	Раннеспелый
Славянин	2022	20,8	Адаптивный, контроль в ГСИ с 2023 года, запатентован
Крок	в ГСИ с 2023г	35,4	Устойчив к болезням, первый мутантный сорт

РАЗМНОЖЕНИЕ СЕМЯН НОВЫХ СОРТОВ

Селекционные номера, достоверно превосходящие по результатам сортоиспытания контроль по продуктивности, качеству, устойчивости к биотическим и абиотическим условиям среды, передаются на государственное сортоиспытание.

После передачи сорта на ГСИ, которое проводит ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений», учреждением-оригинатором на следующий год проводят посев питомника размножения (ПР) нового сорта семенным материалом, полученным в предшествующем году в питомнике параллельного размножения селекционного сортоиспытания (ПР СИ).

В питомнике размножения используют сплошной посев с густотой стояния растений 600-800 шт./м². При этом каждый год пересевается новая партия обновленных семян.

Во время вегетации осуществляют жесткий негативный отбор посредством сортовых и видовых прополок, фитопрочисток и удаления полегшего стеблестоя. Перед уборкой проводят отбор типичных для сорта растений в необходимом количестве (поставка семенного материала сорта в ГСИ для испытаний и посева питомника ПР в последующем году). Посев питомника размножения нового сорта продолжается 2 года. Далее происходит наращивание партий оригинальных семян согласно схемы первичного семеноводства культуры.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В РУП «Институт льна» комплексный подход по оптимизации функционирования отдельных этапов селекционного процесса позволил обеспечить высокую результативность селекции. Сорта льна масличного занимают в республике более 80% посевных площадей. В 2025 году на полях республики возделывали семь сортов льна масличного селекции РУП «Институт льна», которые занимают площадь 2 269 га (или 82,7 % от общей площади льна масличного).

В настоящее время с селекционным процессом лаборатории селекции льна масличного, помимо подходов, изложенных в настоящих методических указаниях изучают возможность использования индекса урожая (НИ); совершенствуют технологии закладки селекционных питомников путём оптимизации расположения контролей и линий отдельных комбинаций скрещиваний.

Таким образом, целенаправленное изучение приёмов, методов, элементов воздействия на отдельные этапы селекционного процесса сотрудниками лаборатории приводят к повышению эффективности (результативности) селекции отечественных сортов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Возделывание льна масличного: отраслевой регламент / В. А. Прудников [и др.] // Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных культур, технических и кормовых растений: сб. отрасл. регл. / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»; рук. разработ.: Ф.И. Привалов [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2022. – 530 с.
2. Генетические основы селекции растений: в 4 т. / науч. ред.: А.В. Кильчевский, Л.В. Хотылева. – Минск: Беларус. навука, 2010. – Т.2: Частная генетика растений. – 552 с.; Кошкин, Е.И. Физиология устойчивости сельскохозяйственных культур / Е. И. Кошкин. – Москва: Дрофа, 2010 – 638 с.
3. Геномная биотехнология оценки и отбора селекционного материала льна масличного по комплексу генов, контролирующим соотношение жирных кислот в масле семян / В.А. Лемеш [и др.]. – Минск, 2016. – 25 с.
4. ГОСТ 10857-64. Семена масличные. Методы определения масличности [Текст]. С изменением № 1, утвержденным в июле 1986 г. – Взамен ГОСТ 3040-55 в части определения содержания сырого жира в масличных семенах (п. 76); введ. 1964 – 07 – 01. – Москва: Стандартинформ, 2010. – 6 с.
5. ГОСТа 12044-93 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезням: межгосударственный стандарт: дата введения 21-10-1993 / Госстанарт России – Изд. Официальное. - Москва: Стандартинформ, 2011. – 57 с.
6. ГОСТ 30418-96. Масла растительные. Метод определения жирнокислотного состава [Текст]. Минск: Межгосуд. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – Введ. 1998 – 01 – 01. – Москва: ИПК Издательство стандартов, 2001. – 7 с.
7. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Мин-во с.-х. и прод. РБ, ГУ «Гл. гос. Инспекция по семеноводству, карантину и защите растений»; отв. ред. А.В. Пискун [и др.]. – Минск, 2020. – 742 с. – Режим доступа: <https://ggiskzr.by/reestr/>. – Дата доступа: 29.01.2025.
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). — 5-е изд., доп. и перераб. — М.: Агропромиздат, 1985. — 351 с.
9. Идентификация типичных продуктивных растений льна масличного с применением общепринятого отбора и многомерных статистических методов / Е. Л. Андроник, Е.В. Иванова, М.Е. Маслинская, Устье: РУП «Институт льна», 2020. – 35 с.
10. Использование морфофизиологических критериев отбора исходного материала льна масличного в селекции: монография. / Е. Л. Андроник, Е. В. Иванова, Н. А. Дуктова // Нац. акад наук Беларуси, Ин-т льна. – Минск: Беларуская навука, 2023. – 181с.
11. Использование белковых маркеров семян в селекции и семеноводстве льна масличного: рекомендации / Н.А. Дуктова [и др.]. – Горки: БГСХА, 2014. – 58 с.
12. Каталог Национального генетического фонда зерновых, зернобобовых, крупяных, масличных, технических, прядильных, кормовых растений / Привалов Ф.И., Гриб С.И., Матыс И.С. [и др.] / РУП «Научно-практический центр по земледелию. – Минск: ИВЦ Минфина, 2020. – 572 с.
13. Классификатор вида *Linum usitatissimum* L. (лен) / В.З. Богдан [и др.]. – Устье, 2012. – 15 с.
14. Мережко, А. Ф. Система генетического изучения исходного материала для селекции растений: метод. указания / А. Ф. Мережко. – Л.: ВИР, 1984. – 70 с.

15. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск первый. Общая часть (Москва, 2019);
16. Методика отбора элитных растений льна масличного / И.А. Голуб [и др.]. – Устье, 2013. – 11 с.
17. Методические указания по селекции льна-долгунца / А. Р. Рогаш [и др.] / Торжок, 1987. – 31 с.
18. Методические указания по фитопатологическим работам со льном-долгунцом / Л. В. Караджеева [и др.], Москва: Колос, 1969. – 32 с.
19. Методические указания по изучению коллекции льна (*Linum usitatissimum* L.) / Богдан В.З. [и др.]. – Устье: РУП «Институт льна», 2011. – 11 с.
20. Методические указания по селекции льна / под ред. В. Ф. Козловской. – Москва, 2004. – 43 с.
21. Метод оценки селекционного материала льна масличного с использованием многомерного анализа / Е.Л. Андроник [и др.]. – а.г. Устье: РУП «Институт льна», 2018 г. – 28 с.
22. Рекомендации по оригинальному и элитному семеноводству льна масличного: рекомендации / Е.Л. Андроник [и др.] – аг. Устье, 2016. – 22 с.
23. Селекция льна масличного: методические указания / авт.-сост.: В.О. Лях, И.О. Полякова. – Запорожье, 2008. – 37 с.
24. Семена льна. Идентификация и оценка качества на основе белковых маркеров: методика определения и краткий каталог белковых формул / Н. А. Дуктова, С. В. Егоров, Е. Л. Андроник. – Горки: БГСХА, 2015. – 54 с.
25. UPOV TG/57/6 "Guidelines for the conduct of tests for distinctness, homogeneity and stability". Оригинал на английском языке от 20.10.95г.; COBORU/NO/M-34/1 от 26.02.88г.