

- 79627 - 79627

Цена 3 коп.



В помощь
изучающим
основы
агрозоохимии

И. С. Лупинович

**Роль
известкования почв
в повышении
их плодородия**

**Издательство „Урожай“
Минск 1964**

631.72

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА БССР
БЕЛОРУССКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ ПОЧВОВЕДЕНИЯ

И. С. Лупинович

РОЛЬ
ИЗВЕШТКОВАНИЯ ПОЧВ
В ПОВЫШЕНИИ
ИХ ПЛОДОРОДИЯ

72962

ИЗДАТЕЛЬСТВО «УРОЖАЙ»
МИНСК 1964

В предлагаемой брошюре дан анализ дерново-подзолистых кислых почв республики, приведены виды кислотности, методика определения ее.

На примерах показано влияние известкования кислых почв на повышение их плодородия и, следовательно, урожайности сельскохозяйственных культур.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Широкое развитие химической промышленности в нашей стране, увеличение производства минеральных удобрений и других химических препаратов ставит перед специалистами и всеми работниками сельского хозяйства большую и ответственную задачу — добиться наиболее эффективного их использования. Для этого необходимо прежде всего знать свои почвы, их физические и агрохимические свойства, почвенную карту, картограммы кислотности и известкования. Необходимо изучить биологические особенности возделываемых в хозяйстве сельскохозяйственных культур и их состав, отношение каждой культуры к реакции почвенной среды, потребность ее в питательных веществах и т. д.

В настоящее время в БССР уже закончено обследование почв колхозов и совхозов. Более 80% колхозов и совхозов имеет почвенные карты, к ним приложены текстовые характеристики описания морфологического строения, химического состава и свойств почв, картограммы кислотности. В ближайшие месяцы такие же материалы будут вручены всем

остальным хозяйствам. Материалы почвенно-агрохимических обследований земель колхозов и совхозов республики являются прочной основой для более эффективного использования минеральных и органических удобрений и рационального использования каждого участка земли.

В нашей республике преобладают дерново-подзолистые почвы, которые по своему происхождению в большей части являются кислыми*. Кислая и сильнокислая реакция почвенного раствора обуславливает появление целого ряда свойств почв, неблагоприятных для роста и развития сельскохозяйственных растений. С повышением кислотности увеличивается содержание подвижных форм алюминия и марганца, ядовитых для многих растений.

В кислых почвах, как правило, ухудшается структура и физические свойства, водопроницаемость, аэрация; увеличивается связность, прилипаемость и т. д.

В связи с кислой реакцией ослабевают деятельность полезных микроорганизмов, населяющих почву, и в том числе нитрифицирующих бактерий, свободно живущих в почве и усваивающих атмосферный азот, а также клубеньковых бактерий, развивающихся на корнях бобовых культур; микроорганизмов, разлагающих органическое вещество и др.

Повышенная кислотность резко уменьшает доступность для растений питательных эле-

ментов, особенно фосфора, калия, магния, молибдена.

Следовательно, по мере усиления кислотности почвы ухудшаются ее физические, агрохимические и биологические свойства и, как следствие, снижается плодородие. Устранить причину, ведущую к ухудшению свойств почв,— значит устранить избыточную кислотность. Практически это мероприятие доступно каждому хозяйству путем известкования почв.

Известкование почв в современной агрономической литературе рассматривают как химическую мелиорацию. Наряду с применением органических и минеральных удобрений оно является основным рычагом подъема урожайности всех сельскохозяйственных культур.

* Распределение площадей пахотных и кормовых угодий по группам кислотности дано в табл. 20.

КИСЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ, ЕЕ ИСТОЧНИКИ И ВИДЫ

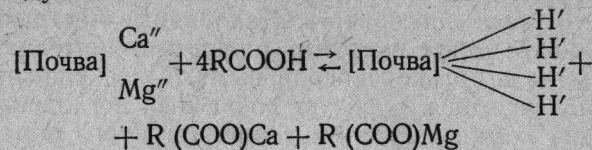
Больше половины площади пахотных угодий на территории БССР представлены дерново-подзолистыми почвами, имеющими кислую и сильноокислую реакцию почвенного раствора. Кислотность почв связана с историей их развития.

Там, где теперь распространены дерново-подзолистые почвы, в прошлом преобладали хвойные и смешанные леса. При достаточно большом количестве атмосферных осадков (в среднем около 600 мм в год) и незначительном испарении создавались условия, способствующие разложению органического вещества и вымыванию из почвы растворимых веществ.

Хвоя и мхи создают кислую среду, которая благоприятна для грибной микрофлоры. Важным условием формирования подзолистых почв является разложение органических остатков при участии грибной микрофлоры.

При грибном разложении лесной подстилки образуются перегнойные вещества кислого характера, среди которых особое значение имеет группа креновых кислот. Креновые кис-

лоты вступают во взаимодействие с почвой по следующей схеме:



В результате происходит насыщение твердой фазы почвы, или, вернее, ее так называемого поглощающего комплекса, водородом, и почва сильно подкисляется, а образующиеся кальциевые соли креновых кислот (апокренаты кальция) из почвенного раствора постепенно вымываются в нижние горизонты и грунтовые воды.

Здесь уместно остановиться более подробно на пояснении, что такое поглощательная способность почвы и ее поглощающий комплекс.

Под поглощательной способностью понимают способность почвы поглощать и удерживать в себе растворенные и взмученные в воде частички. Благодаря поглощательной способности почвы в той или иной степени удерживают в своей толще растворенные в воде вещества, образующиеся в результате протекающих в почве физико-химических и биологических процессов, и сберегают эти вещества для питания растений.

Установлено, что поглощательная способность почв прямо пропорциональна содержанию в них мельчайших, главным образом коллоидных частиц (больше всего которых содержится в глинистых почвах). Чем больше

почва содержит коллоидных частиц (размером меньше 0,002 мм), тем больше ее поглонительная способность. Коллоидные частички в почве могут быть минеральными, органическими и органо-минеральными. Совокупность этих частиц и образует почвенный поглощающий комплекс. От его количественного выражения (% соотношения к остальной твердой фазе почвы) по существу зависят все свойства почвы.

Одной из причин появления кислотности почвы является наличие в ней углекислого газа CO_2 , который образуется в результате различных биологических процессов.

В состав органических веществ почвы входят азот, сера и фосфор, при окислении которых образуется определенное количество азотной, серной и фосфорной кислот, что также подкисляет почву.

При систематическом применении в больших количествах таких удобрений, как аммиачная селитра, сернокислый аммоний, хлористый калий и 30—40-процентная калийная соль, почва также подкисляется.

Избыточная кислотность почвы, как уже отмечалось, явление отрицательное, и с ней необходимо бороться, нейтрализуя почву путем известкования. Для того, чтобы успешнее вести борьбу с этим неблагоприятным свойством почвы, следует хорошо его изучить. Поэтому рассмотрим, какие же виды кислотности различают в почве и чем они обусловлены.

Выделяются два основных вида кислотности почвы: активная, или кислотность почвенного раствора, и потенциальная, вызываемая

особенностью твердой фазы почвы. Потенциальная кислотность в свою очередь делится на обменную и гидролитическую.

Схематически это можно изобразить следующим образом:



АКТИВНАЯ КИСЛОТНОСТЬ

Активная кислотность — это кислотность почвенного раствора или водной вытяжки из почвы. Она обусловлена наличием кислот в почвенном растворе. Если тем или иным способом выделить из почвы почвенный раствор и определить в нем кислотность или же подлить в почву небольшое количество дистиллированной воды, взболтать и затем в отстоявшемся растворе определить кислотность, то это и будет активная кислотность.

Активную кислотность выражают величиной рН.

Что же такое рН? Реакция раствора определяется соотношением концентрации ионов водорода H^+ и гидроксила OH^- . Если в растворе концентрация ионов водорода равна концентрации гидроксильных ионов, то такой раствор обладает нейтральной реакцией. Такое

равновесие ионов водорода и гидроксидов наблюдается в чистой дистиллированной воде. Опытным путем установлено, что в дистиллированной воде с нейтральной реакцией концентрации H^+ и OH^- равны между собой и равны десятиллионной ($\frac{1}{10\,000\,000}$, $\frac{1}{10^7}$ или 10^{-7}) доле грамма ионов в литре.

В любом растворе увеличение концентрации водородных ионов сопровождается равноценным уменьшением гидроксидных ионов. Поэтому для выражения реакции раствора можно ограничиться лишь обозначением концентрации ионов водорода. Таким образом, реакция каждого раствора может быть количественно измерена величиной концентрации водородного иона: чем больше эта концентрация, тем кислее раствор. При достижении же величины 10^{-7} реакция становится нейтральной.

Если концентрация ионов водорода становится меньше 10^{-7} (например, 10^{-8} , 10^{-9} и т. д.), то реакция щелочная, так как соответственно уменьшению концентрации ионов водорода увеличивается концентрация гидроксидных ионов.

Чтобы не иметь дело с громоздкими дробями, концентрацию ионов водорода, а этим самым и реакцию раствора принято выражать условно символом рН. Связь между рН и концентрацией ионов водорода представлена в табл. 1.

Чем меньше значение рН, тем больше концентрация ионов водорода и тем кислее реакция. Увеличение значения рН указывает на

Таблица 1

Реакция	Кислая				Нейтральная		Щелочная		
Концентрация ионов водорода (в г на 1 л)	$10^{-3} 10^{-4} 10^{-5} 10^{-6}$				$10^{-7} 10^{-8}$		$10^{-9} 10^{-10} 10^{-11}$		
рН	3	4	5	6	7	8	9	10	11

уменьшение кислотности и возрастание щелочности.

Активная кислотность почвы непосредственно влияет на развитие растений и почвенных микроорганизмов. Этот вид кислотности всегда находится в тесной связи с другим видом — обменной кислотностью.

ОБМЕННАЯ КИСЛОТНОСТЬ

Обменная кислотность — это та часть потенциальной кислотности, которая обнаруживается при взаимодействии почвы с растворами нейтральных солей (KCl , $NaCl$, $BaCl_2$).

В практике обычно рН в солевой вытяжке определяют при помощи прибора Алямовского. Он состоит из стандартной шкалы, комбинированного индикатора, набора необходимых пробирок и пипеток. Для определения берут навеску в 10 г воздушносухой почвы, переносят ее в коническую колбу емкостью 100 мл, приливают 25 мл 1 н. раствора KCl ,

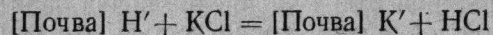
тщательно перемешивают, закрывают пробкой и оставляют на 18—24 часа. По окончании указанного срока осторожно, чтобы не взмутить жидкость, берут пипеткой 2,5 мл солевой вытяжки и помещают в пробирку, предварительно ополоснутую исследуемой вытяжкой. В эту же пробирку при помощи капельной пипетки доливают 0,15 мл комбинированного индикатора. Перемешивают индикатор с испытуемой жидкостью легким встряхиванием пробирки, не закрывая ее отверстия, чтобы не загрязнить раствор. Подбирают в стандартной шкале пробирку, окраска жидкости в которой соответствует цвету испытуемого раствора. Сравнивают окраски обоих растворов при помощи компаратора. Записывают значение рН эталона, цвет которого совпал с цветом исследуемой жидкости. Если окраска вытяжки окажется промежуточной между окраской двух рядом расположенных эталонов, берут среднее значение рН, обозначенное на них.

Пользуясь прибором Алямовского, значения рН определяют с точностью до 0,1.

В настоящее время большим распространением пользуется установка для определения рН потенциометрическим хингидронным методом с помощью лампового потенциометра ЛП-5. Метод электрического измерения дает возможность определять рН в мутных, окрашенных вытяжках, в густых суспензиях и непосредственно в почве — при естественном увлажнении, чего нельзя сделать колориметрическим методом. Большая точность (до 0,01) и быстрота определения обеспечили это-

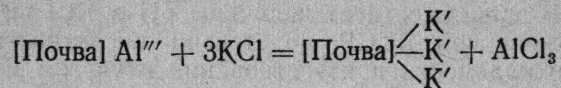
му методу широкое внедрение в агрохимические лаборатории и многие производства, связанные с переработкой сельскохозяйственных продуктов.

Механизм определения обменной кислотности можно представить в виде следующей схемы:

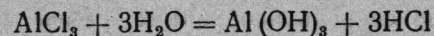


то есть происходит обменная реакция, в результате которой катион калия соли KCl вытесняет из почвенного поглощающего комплекса водород H, а сам становится на его место. Этот вид кислотности поэтому и получил название обменной.

Обменная кислотность может возникать за счет поглощенного почвой алюминия, который при взаимодействии с нейтральной солью переходит в раствор в виде хлористого алюминия по следующей схеме:



Соль AlCl_3 под действием воды, которая в почве всегда имеется в тех или иных количествах, разлагается с образованием соляной кислоты и подкисляет почву:



Обменная кислотность оказывает большое влияние на реакцию почвенного раствора, так как при взаимодействии с катионами почвен-

ного раствора увеличивается активная кислотность. Поэтому для нейтрализации почвенного раствора надо нейтрализовать не только активную, но и обменную кислотность.

Особенно важным является знание обменной кислотности почвы при использовании растворимых минеральных удобрений. Если при внесении таких удобрений почва обладает высокой обменной кислотностью, то может произойти взаимодействие между катионами солей удобрений и почвенным поглощающим комплексом, в почвенный раствор перейдет обменный водород и алюминий, и реакция становится более кислой, что может отрицательно сказаться на развитии растений.

Поэтому, применяя минеральные удобрения, необходимо предварительно определить обменную кислотность почвы, и если она велика, то необходимо известковать почву.

В зависимости от величины рН в КСl вытяжке почвы БССР по степени кислотности и нуждаемости в известковании с учетом их механического состава делятся на пять групп (табл. 2).

Если в хозяйстве имеется картограмма кислотности почв, составленная на основании величины рН в КСl вытяжке, и на ней отмечены почвы всех пяти групп, то известковать в первую очередь необходимо почвы первой группы, затем второй и т. д.

Дозы внесения извести в зависимости от рН в КСl вытяжке и механического состава почвы приведены в табл. 3.

Таблица 2

Определение степени кислотности и нуждаемости почв в известковании по величине рН в КСl вытяжке

Почвы				
песчаные и супесчаные	легкосуглинистые		средне- и тяжелосуглинистые	
	группы	рН в КСl	группы	рН в КСl
I <4,3 4,4—4,6 4,7—5,2 5,3—5,6 >5,6	I	<4,4	I	<4,6
	II	4,5—4,8	II	4,7—5,2
	III	4,9—5,4	III	5,3—5,6
	IV	5,5—5,8	IV	5,7—6,2
	V	>5,8	V	>6,2
торфяно-болотные	глинистые		торфяно-болотные	
	группы	рН в КСl	группы	рН в КСl
I <4,0 4,1—4,5 4,6—5,0 5,1—5,5 >5,5	I	<4,5	I	<4,0
	II	4,6—5,0	II	4,1—4,5
	III	5,1—5,5	III	4,6—5,0
	IV	5,6—6,0	IV	5,1—5,5
	V	>6,0	V	>5,5

Таблица 3

Дозы извести CaCO_3 в зависимости от pH в КСл
и механического состава почвы, т/га

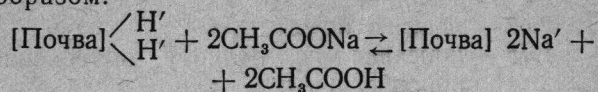
Механический состав почв	pH солевая					
	4,5 и мень- ше	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4—5,5
Песчаные	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	1,0
Супесчаные	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,5
Легкосуглинистые	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,5
Среднесуглинистые	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0
Тяжелосуглинистые	6,5	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0
Глинистые	7,0	6,5	6,0	5,5	5,0	4,5

ГИДРОЛИТИЧЕСКАЯ КИСЛОТНОСТЬ

Гидролитической кислотностью называется та часть потенциальной кислотности, которая обнаруживается при взаимодействии почвы с раствором гидролитически щелочных солей, т. е. солей, которые под действием воды разлагаются с образованием щелочной реакции. Примером такой соли может служить уксуснокислый натрий CH_3COONa .

Катионы гидролитически щелочной соли вытесняют из почвенного поглощающего комплекса большое количество ионов водорода, так как в данном случае вытесняются те ионы водорода, которые способны к обмену в кислой и нейтральной среде, и дополнительно вытесняются ионы, способные вступать в обменные реакции в щелочной среде.

Схематически реакцию гидролитической кислотности можно представить следующим образом:



Гидролитическая кислотность обычно больше обменной. Ее определение дает наиболее полную картину почвенной кислотности. Поэтому при известковании почв необходимо прежде всего руководствоваться определением гидролитической кислотности.

Для определения гидролитической кислотности берут навеску 40 г воздушносухой почвы, пропущенной через сито с диаметром отверстий 1 мм. Навеску помещают в колбу емкостью 250—500 мл и приливают в нее 100 мл 1 н. раствора уксуснокислого натрия CH_3COONa . Колбу закрывают пробкой и содержимое взбалтывают в течение 1 часа на ротаторе. Полученную суспензию тотчас же фильтруют через сухой складчатый фильтр. Берут 50 мл прозрачного фильтрата и титруют в присутствии 2—3 капель фенолфталеина 0,1 н. раствором щелочи до исчезающей в течение 1 минуты слабо-розовой окраски. Результат высчитывают по формуле:

$$H = \frac{a \cdot K \cdot 100 \cdot 100 \cdot 1,75}{50 \cdot 40 \cdot 10},$$

где

a — количество щелочи, израсходованной на титрование;

K — поправка к титру щелочи;

100 — для перехода на 100 г почвы;

20962

- 100 — для перехода на весь фильтрат;
- 50 — количество вытяжки, взятой для титрования;
- 40 — навеска почвы;
- 1,75 — поправка на полноту вытеснения ионов H и Al ;
- 10 — для перехода от миллилитров к миллиэквивалентам.

Дозу извести для известкования почвы на основании определения гидролитической кислотности устанавливают следующим образом: величину гидролитической кислотности H , которая выражается в миллиграмм-эквивалентах на 100 г почвы, умножают на коэффициент 1,5 и получают количество тонн $CaCO_3$, необходимое на 1 га.

Пример. Допустим, что гидролитическая кислотность почвы $H=3$ м-экв. Тогда доза извести для известкования 1 га этой почвы будет равна $3 \times 1,5 = 4,5$ т. Однако следует иметь в виду, что известковать почву приходится, как правило, не 100-процентной извешью, а различными известковыми материалами, в которых содержание извести колеблется. Поэтому надо предварительно определить содержание извести в известковом туке и соответственно увеличить количество удобрения.

СТЕПЕНЬ НАСЫЩЕННОСТИ ПОЧВ ОСНОВАНИЯМИ

Реакция почвы зависит не только от обменной и гидролитической кислотности, но и от того, какая часть от всей емкости погло-

щения почвы приходится на поглощенные основания (Ca , Mg) и какая на водород и алюминий.

Поэтому важным моментом при характеристике почвы является величина степени насыщенности ее основаниями. Степень насыщенности основаниями показывает, какая часть от общей емкости поглощения приходится на поглощенные основания.

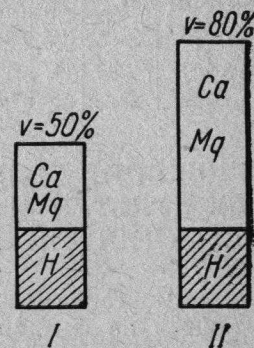
Если обозначить буквой H гидролитическую кислотность (как наиболее общую форму кислотности), буквой S — сумму поглощенных оснований (Ca , Mg и др.), то емкость поглощения, которую обозначим буквой T , будет равна $H+S$.

Степень насыщенности основаниями V , выраженная в процентах, может быть вычислена следующим образом:

$$V = \frac{S}{T} \cdot 100\% \text{ или } V = \frac{S}{H+S} \cdot 100\%.$$

Имея одну и ту же гидролитическую кислотность, но разную степень насыщенности основаниями, почвы могут быть в разной степени кислыми. Это можно пояснить следующей схемой.

При одной и той же величине гидролитической кислотности почва I будет более кислой, чем почва II, так как у почвы II на долю кислотно-



сти приходится лишь небольшая часть от всей емкости поглощения.

Поэтому при решении вопроса известкования почвы необходимо учитывать степень насыщенности основаниями.

Степень кислотности почвы и необходимости в известковании в зависимости от величины V определяется по таблице 4.

Таблица 4

Определение степени кислотности и необходимости почв в известковании по величине насыщенности основаниями V , %

Почвы									
песчаные и супесчаные		легкосуглинистые		средне- и тяжело-суглинистые		глинистые		торфяно-болотные	
V	группа	V	группа	V	группа	V	группа	V	группа
< 40	I	< 45	I	< 55	I	< 60	I	< 35	I
40—55	II	45—65	II	55—70	II	60—75	II	40—55	II
55—65	III	65—75	III	70—80	III	75—85	III	55—70	III
65—75	IV	75—85	IV	80—90	IV	85—95	IV	70—80	IV
> 75	V	> 85	V	> 90	V	> 95	V	> 80	V

ОТНОШЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР И МИКРООРГАНИЗМОВ К РЕАКЦИИ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ

Все растения и микроорганизмы, различающиеся по физиологической природе, требуют определенных условий реакции внешней

среды. Примеры оптимальных интервалов pH для важнейших почвенных микроорганизмов показаны в таблице 5.

Таблица 5

Оптимальные интервалы pH для почвенных микроорганизмов

Микроорганизмы	Интервалы pH
<i>Asotobacter</i>	6,5—7,5
Клубеньковые бактерии клевера и люцерны	6,0—7,0
<i>Clostridium Pasteurianum</i>	6,5—7,3
Различные почвенные грибы	4,0—5,0

Таким образом, для бактерий оптимальной внешней средой является нейтральная и слабокислая реакция, а для грибов — кислая (так, при pH меньше 5,4 азотобактерий в почве почти не развивается). Многими исследователями установлено, что высокая концентрация водородных ионов очень сильно сказывается на понижении активности бактерий, разлагающих органическое вещество почвы и увеличивающих содержание в ней усвояемых минеральных веществ.

Как видно из таблицы 6, такие растения, как кукуруза, яровая и озимая пшеница, ячмень, сахарная свекла, клевер, горох, капуста, хорошо развиваются при нейтральной и слабокислой реакции среды и трудно переносят повышенную кислотность почв. Только картофель, овес, рожь и некоторые другие культуры могут развиваться и на кислых почвах.

Таблица 6

Отношение сельскохозяйственных культур
к реакции почвенного раствора

Культуры	рН водной вытяжки	
	Основной интервал	Широкий интервал
Яровая и озимая пшеница	6,0—7,5	—
Кукуруза	6,0—7,0	—
Ячмень	6,5—7,5	—
Рожь и овес	5,5—6,5	4,5—7,5
Гречиха	4,7—7,5	—
Просо	5,5—7,5	—
Лен	5,9—6,5	5,0—7,0
Клевер и горох	6,0—7,0	5,5—7,5
Люпин	5,0—6,0	4,5—6,9
Сераделла	5,0—6,3	4,7—7,0
Картофель	5,0—5,5	4,5—6,5
Томаты	6,3—6,7	—
Свекла сахарная	6,3—7,5	—
Капуста	6,7—7,4	—
Тимофеевка	5,0—6,5	4,5—7,8
Райграс	7,0—7,5	—
Лисохвост	6,5—7,5	6,0—7,5
Ежа сборная	6,9—7,4	—

Следует отметить, что особенно плохо переносят повышенную кислотность почв молодые растения сельскохозяйственных культур. У развивающихся растений нередко нарушает-

ся углеводный и белковый обмен и процессы фотосинтеза. В условиях кислой среды избыток водородных ионов оказывает и непосредственное отрицательное действие на растения. Через корневую систему водород поступает в клетки и при избытке его в клеточном соке нарушается весь ход ферментативных биохимических процессов. Следует отметить исключительно большое влияние реакции среды на протекающие в почве процессы превращения азота. По данным профессора А. В. Петербургского (табл. 7), при рН 2,9 нитрификация совершенно не протекала.

Таблица 7

рН	2,9	3,8	4,5	5,4	5,8	6,5
Нитратный азот в мг на 100 г почвы	Следы	1,9	2,3	4,1	5,9	6,1

Слабо развивались процессы нитрификации при рН 3,8—4,5, и лишь начиная с рН 5,4 нитрификация заметно усиливалась. Наиболее интенсивно она протекала при рН 6,5.

Таким образом, чем ближе реакция почвенного раствора к нейтральной, тем сильнее развиваются процессы нитрификации. Путем известкования можно довести реакцию почвы до слабокислой или нейтральной и тем самым создать наиболее благоприятные условия для процессов нитрификации и разложения органического вещества и улучшения питания растений (процессы аммонификации, нитрифика-

ции, мобилизации фосфорной кислоты; атмосферного азота и развития ризосферных микроорганизмов). При известковании почв устраняется отрицательное действие подвижных соединений алюминия, а также избытка марганца.

При снижении pH почвенного раствора до 5,5 вредное действие подвижного алюминия и марганца ликвидируется. Это можно проследить по данным анализов (табл. 8) дерново-глеевой супесчаной почвы, развивающейся на рыхлой супеси, подстилаемой песком (Ивацевичи, БССР).

Таблица 8

Горизонт	Глубина взятия об- раза, см	pH	Подвижный	
			Al ₂ O ₃ , мг на 100 г почвы	Mg, мг на 100 г почвы
A _п — пахотный гумусовый	2—13	5,3	4,70	10
A ₁ — гумусовый	23—33	5,6	3,31	5
B _{1g} — вымывания оглеенный	38—48	6,1	0,49	Следы
B _{2g} — вымывания оглеенный	70—80	6,2	0,20	»
C _g — почвообразующая по- рода	100—110	6,3	0,17	»

В одном из опытов Белорусского института почвоведения, заложенном на участке «Щемыслица», известь была внесена из расчета 1/2 гидролитической кислотности (таблица 9).

Таблица 9

Глубина взятия образца, см	pH в KCl суспензии		Гидролитичес- кая кислот- ность		Сумма погло- щенных осно- ваний		Степень насы- щенности ос- нованиями, %		Подвижный Al, мг на 100 г почвы
	I	II	I	II	I	II	I	II	
0—25	4,6	5,0	4,49	2,28	1,8	5,13	28,6	64,2	5,51
									0,74

Примечание. I — до известкования; II — после известкования.

Приведенные в таблице 9 данные подтверждают, что известкование действительно устраняет подвижный алюминий из почвенного раствора, повышает степень насыщенности почв основаниями и уменьшает кислотность почв. Известкование резко улучшает физические, физико-химические и биологические свойства почвы. В опыте Московской областной опытной станции под влиянием известкования процент водопрочных агрегатов увеличился с 63,4 до 87,0%. В результате улучшился водно-воздушный режим почвы и, кроме того, при обработке почвы тяговое усилие трактора снижалось на 10—15%.

При внесении извести происходит мобилизация усвояемых форм азота, фосфора и калия. При внесении извести на поля совхоза «Боровичи» (БССР) из расчета дозы по полной гидролитической кислотности содержа-

ние подвижной P_2O_5 увеличилось с 5,84 мг до 8,8 мг на 100 г почвы.

Это происходит в результате вытеснения кальцием железа и алюминия из соединений с фосфорной кислотой и образования более легкорастворимых кальциевых солей фосфорной кислоты. Кальций, внесенный при известковании почв, вступает во взаимодействие с поглощающим комплексом и вытесняет поглощенный ион калия. В результате образуются доступные для усвоения сельскохозяйственных растений соединения калия.

Центральной лабораторией известкования почв Всесоюзного института удобрений и агропочвоведения установлен ряд новых положений по эффективности известкования. В частности, известкование способствует переходу в усвояемую форму молибдена. Недостаток этого микроэлемента в почве не только снижает урожай, но и в сильной степени ухудшает его качество.

Установлено также, что эффективность известкования в значительной степени зависит от наличия в почве доступных для растений соединений бора, валовое содержание которого в верхних горизонтах не превышает 9—10 мг на 1 кг почвы. Под влиянием известия соединения бора переходят в менее доступные для растений состояния. Поэтому ухудшается питательный режим растений. Следовательно, для усиления эффективности известкования необходимо внесение борного удобрения.

При известковании устанавливаются более благоприятные для растений отношения кальция и водорода в поглощающем комплек-

се и в почвенном растворе. Однако для хорошего развития растений необходимы благоприятные соотношения между всеми ионами. Исследования академика К. К. Гедройца показали, что особенно важное значение имеет соотношение между кальцием и магнием, причем обменного магния в поглощающем комплексе и почвенном растворе содержится обычно меньше, чем нужно растениям. Поэтому для получения более полного эффекта от известкования необходимо не только устранить избыточную кислотность, но и определить благоприятные соотношения между кальцием и магнием. Установлено, что при внесении известковых удобрений высокое содержание магния в них полезно для большинства растений (табл. 10).

Таблица 10

Влияние соотношений кальция и магния на урожай ячменя

Внесено в почву (в % от гидролитической кислотности)	Общий урожай		Зерно	
	в г/сосуд	в % к контролю	в г/сосуд	в % к контролю
0 Ca + 0 Mg	26,7	100	10,6	100
100 Ca + 0 Mg	44,5	167	16,5	155
75 Ca + 25 Mg	47,6	178	20,9	196
50 Ca + 50 Mg	43,5	162	18,7	176
25 Ca + 75 Mg	52,5	196	26,4	248
0 Ca + 100 Mg	25,2	94	0	—

ДЕЙСТВИЕ ИЗВЕСТКОВАНИЯ КИСЛЫХ ПОЧВ НА ПОВЫШЕНИЕ УРОЖАЙНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

В Белоруссии накоплен довольно большой опытный материал по выяснению действия известкования почв на повышение урожайности сельскохозяйственных культур.

Наиболее длительные исследования по этому вопросу проведены на экспериментальной базе «Устье» Белорусского научно-исследовательского института земледелия К. Т. Старовойтовым под руководством академика АН БССР В. И. Шемпеля. Приводим некоторые результаты опытов на дерново-подзолистых почвах (табл. 11).

Таблица 11

Влияние навоза и известкования
на урожай ячменя, ц/га

Варианты опыта (дозы в т/га)	Урожай	
	зерна	прибавка
Контроль	12,0	—
Известь 6	15,9	3,9
Навоз 40	21,5	9,5
Навоз 40 + известь 6	24,8	12,8
Навоз 20	19,6	7,6
Навоз 20 + известь 6	21,6	9,6

Из таблицы видно, что на дерново-сильно-подзолистых суглинистых почвах, где рН в пахотном горизонте около 5, внесение 6 т доло-

митовой муки увеличивает урожай ячменя почти на 4 центнера.

По непосредственной эффективности 6 т извести, внесенной по фону 20 т навоза, дает такой же урожай ячменя, как и по фону 40 т навоза.

Еще более высокие прибавки урожая получены при внесении извести и навоза под озимую пшеницу (табл. 12).

Таблица 12

Варианты опыта (дозы в т/га)	Урожай, ц/га	
	зерна	прибавка
Контроль (без навоза и извести)	4,9	—
Навоз 40	20,2	15,3
Известь 6	14,2	9,3
Навоз 40 + известь 6	26,0	21,1

Внесение 40 т навоза и 6 т извести на 1 га обеспечило урожай озимой пшеницы 26 ц, то есть прибавку по сравнению с контролем на 21,1 ц.

При известковании почв повысилась эффективность минеральных удобрений (таблица 13).

Опытные данные, полученные на экспериментальной базе «Устье», представляют большую ценность, так как изучение эффективности известкования кислых почв ведется на стационаре длительное время, внесение извести сочетается с различными органическими и минеральными удобрениями и изучается в системе севооборотов. В таблице 14 приве-

Таблица 13

Варианты опыта	Урожай, ц/га		Прибавка, ц/га	
	озимой пшеницы	ячменя	озимой пшеницы	ячменя
Контроль	5,9	11,4	—	—
Минеральные удобрения (N ₆₀ P ₉₀ K ₉₀) без извести	13,4	18,4	7,5	7,0
Известь 8 т на 1 га	10,8	16,5	—	—
Минеральные удобрения (N ₆₀ P ₉₀ K ₉₀) по известкован- ной почве	19,6	25,2	8,8	8,7

дены некоторые данные о влиянии разных доз извести в севообороте на урожай сельскохозяйственных культур (зерновые единицы в ц/га).

Таблица 14

Культура	Без из- вести	По извести		
		2 т/га	4 т/га	8 т/га
Озимая рожь 1953 г.	20,8	22,5	23,7	26,0
Картофель 1954 г.	69,5	73,0	72,7	73,2
Кукуруза 1955 г.	35,4	43,6	49,0	49,8
Ячмень 1956 г.	61,4	66,2	68,0	66,1
Озимая пшеница 1958 г.	36,6	44,4	48,0	44,7
Травы 1-го года 1959 г.	13,3	17,1	18,3	20,3

На кислых дерново-подзолистых суглинистых почвах экспериментальной базы «Устье» (рН=4,6, Н=4,75; V=29,5) эффективными

оказались все изучаемые дозы извести. Увеличение дозы извести с 2 до 8 т на гектар обеспечило повышение прибавки урожая озимой ржи с 1,7 ц до 5,2 ц на 1 га, кукурузы с 8,2 до 14,4 ц, озимой пшеницы с 7,8 до 8,1 ц.

В 1958 году наибольшая эффективность известкования получена при выращивании озимой пшеницы и ячменя при дозе извести 4 т/га.

Действие разных доз извести на сумму урожаев (ц/га) культур первой ротации севооборота в этом же хозяйстве показано в таблице 15 (1948—1957 гг.).

Таблица 15

Варианты опыта	Навоз + NPK		NPK	
	Сумма 6 урожаев	Прибавка от извести	Сумма 6 урожаев	Прибавка от извести
Без извести	251,4	—	238,3	—
Известь 1/4 Н	299,2	47,8	278,6	40,3
Известь 1/2 Н	313,5	62,1	301,4	63,1
Известь 1/1 Н	313,8	62,4	315,4	77,1

Если известь вносили по фону навоза и NPK из расчета 1/2 гидролитической кислотности, то в первой ротации севооборота известкование обеспечило получение такого же количества продукции, как и по полной гидролитической кислотности за первую ротацию восьмипольного севооборота.

По фону минеральных удобрений (NPK) наибольшее количество продукции получено

при известковании из расчета по полной гидrolитической кислотности.

Установлено, что известь, внесенная по гидrolитической кислотности, оказывает положительное действие на протяжении двух и более ротаций севооборота, т. е. больше 15 лет.

Интересные данные получены кандидатом сельскохозяйственных наук К. И. Сониной по эффективности удобрений под кукурузу на фоне извести, внесенной в 1946 г. (табл. 16). Опыт заложен в 1961 г.

Таблица 16

Внесено удобрений (дополнительно к фону), т/га	Урожай кукурузы, ц/га			
	средний	прибавка от извести	початков	в центнерах кормовых единиц
Фон	290,5	—	49	58
Известь	385,0	94,5	73,9	77
Навоз 40	414,9	—	82,4	82,8
Навоз 20 + торф 20	423,0	—	70,7	84,6
Торф 40	363,0	—	68,1	72,6
Торф 80	385,9	—	89,9	77,0
Навоз 40 + известь	541,2	126,3	101,7	108,2
Торф 40 + известь	421,3	58,3	78,0	84,2
Навоз 20 + торф 20	503,4	80,4	100,9	100,6
Торф 80 + известь	420,4	34,5	91,7	84,0

В качестве фона вносили аммиачную селитру — 3 ц, суперфосфат — 3 ц и хлористый калий — 2 ц на 1 га.

Эти данные убедительно показывают, насколько велика роль известкования кислых почв в повышении эффективности органических и минеральных удобрений и увеличении урожая сельскохозяйственных культур и особенно кукурузы. На известкованном фоне, где действие извести продолжалось уже 15 лет, 40 т навоза или торфяно-навозной смеси с дополнительным внесением 8 ц минеральных удобрений обеспечили урожай кукурузы более 500 ц с 1 га. При этом урожай початков составил более 100 ц с 1 га. Влияние извести сказалось не только на повышении урожая кукурузы, но и на улучшении качества его за счет увеличения содержания протеина и каротина.

На экспериментальной базе Института почвоведения «Щемяслица» кукуруза, высеянная в 1961 году по фону 30 т навоза + $N_{30}P_{60}K_{90}$ дала урожай 200 ц/га, а в 1963 году на этом же участке по фону извести получено по 365 ц/га, хотя год был менее благоприятный для кукурузы, чем 1961.

Известкование положительно влияет на технические культуры, в частности на лен. Это подтверждают опыты профессора Р. Т. Вильдфлуша (Белорусская сельскохозяйственная академия), проведенные в 1963 г. (табл. 17).

Таким образом, известкование способствовало увеличению эффективности минеральных удобрений и повышало урожай семян и льно-

Таблица 17

Варианты опыта	Урожай льна, ц/га	
	семян	соломки
Без удобрений	2,72	14,33
Известь 1/2 Н + N ₈₀ P ₈₀ K ₁₂₀	6,02	32,05
Известь 1/1 Н + N ₈₀ P ₈₀ K ₁₂₀	7,71	38,75
N ₈₀ P ₈₀ K ₁₂₀ (без извести)	5,55	26,90

соломки. Аналогичные результаты получены и по вариантам опыта, где вносили минеральные и органические удобрения.

Приведенные выше примеры показывают исключительно важную роль известкования дерново-подзолистых суглинистых почв в изменении их физико-химических свойств, повышении активности микроорганизмов и, как следствие, увеличении эффективности удобрений, урожайности сельскохозяйственных культур и улучшении качества получаемой продукции.

Дерново-подзолистых суглинистых пахотных почв, которые нуждаются в известковании, в республике насчитывается свыше 1 500 000 га. Кроме того, около 900 тыс. га пахотных земель относится к почвам легкого механического состава — супесчаным и песчаным.

Это тоже кислые почвы, требующие известкования. Однако они очень отличаются от суглинистых. У них меньше глинистых частиц (у супесчаных до 20%, а у песчаных менее 10%) и перегноя. Поэтому и поглотительная

способность почв легкого механического состава значительно меньше, чем суглинистых и глинистых.

В силу этих особенностей при внесении извести для нейтрализации кислотности в почвах легкого механического состава происходит быстрая смена реакции почвенного раствора, которая неблагоприятно сказывается на протекающих микробиологических процессах и условиях развития растений. Поэтому, если при известковании всех почв более эффективно применение органических и минеральных удобрений, то на супесчаных и песчаных почвах известкование должно, как правило, применяться в первую очередь совместно с органическими удобрениями.

При внесении извести и органических удобрений на легких почвах высокую и устойчивую эффективность на урожай сельскохозяйственных культур оказывают и минеральные удобрения. На Гродненской областной сельскохозяйственной опытной станции на дерново-подзолистой супесчаной почве, развитой на супеси, подстилаемой с глубины 50—60 см моренным суглинком, имеющей рН 5,4 и содержащей K₂O 6,2 мг и P₂O₅ меньше 5 мг на 100 г почвы, проводится изучение системы удобрений в трех пятипольных севооборотах с сахарной свеклой, а также изучаются различные дозы органических и минеральных удобрений по известковому фону и без внесения извести. В качестве известковых материалов в первом поле севооборота под горох был внесен мел местной залежи в количестве 3 т на гектар.

Известкование оказало эффект на все культуры севооборота — горох, озимую рожь, сахарную свеклу, бобы и ячмень. Получены средние прибавки урожая 10,1 ц кормовой единицы с 1 га. Каждая тонна внесенной в почву извести была оплачена приростом урожая культур севооборота в среднем на 3,4 кормовой единицы.

На дерново-подзолистых супесчаных почвах Полесской опытной станции при внесении 20 т навоза и минеральных удобрений (1 ц аммиачной селитры, 1,5 ц суперфосфата, 1 ц калийной соли) на известковом фоне получен урожай ржи 27,4, а без извести 24 ц/га. Прибавка при внесении извести — 3,4 ц ржи. Урожай картофеля, под который было внесено 20 т/га торфонавозного компоста, по известковому фону составил 124, а без извести 98,5 ц/га.

Еще большее значение имеет совместное внесение извести с органическими удобрениями на дерново-подзолистых песчаных почвах. Это хорошо иллюстрируется данными бывшего Скрыгаловского опытного поля. Известь вносилась по фону навоза. По навозу, внесенному в количестве 36 т под озимую рожь, был получен урожай зерна 15,8 ц/га. Внесение 1,5 т извести повысило урожай до 19,5 ц/га, т. е. прибавка составила 3,7 ц/га. При внесении 18 т/га навоза урожай ржи составил только 6 ц/га, а при дополнительном внесении 1,5 т извести — 5,1 ц, т. е. на 0,9 ц ниже.

Таким образом, внесение извести без органических удобрений не может обеспечить хи-

мической мелиорации песчаных почв. Поэтому очень правильно поступают те хозяйства, которые известь вывозят не на поля, а на участок, где добывается торф на удобрение. После профилирования участка известь равномерно распределяется по его поверхности (навозоразбрасывателем) из расчета, чтобы 1 т извести приходилась на 10 т добываемой торфокрошки. При добыче торфокрошки известь тщательно перемешивают с торфом, компостируют с навозом и затем вносят в почву.

Этот способ известкования совместно с органическими удобрениями на базе торфа хорошо освоен в колхозе «Советская Белоруссия» Несвижского района. Колхозники на собственном опыте убедились в эффективности такого метода известкования. Через два года в этом хозяйстве все пахотные почвы будут иметь только нейтральную и слабокислую реакцию. На произвесткованных почвах в хозяйстве получают наиболее высокую эффективность от внесения минеральных удобрений и устойчивые урожаи сельскохозяйственных культур.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИЗВЕСТКОВАНИЯ

По данным М. Ф. Корнилова, известкование различных по степени кислотности почв в полевом, прифермском и овощном севооборотах дает чистый доход (табл. 18).

Таблица 18

Чистый доход от известкования в различных севооборотах

Севообороты	Кислотность поч- вы	Доза извест- ти, т/га	Стоимость приба- вок урожая за 1-ю ротацию севообо- рота, руб.	Расходы на извест- кование, руб. на 1 га	Чистый доход с 1 га, руб.
8-польный поле- вой	Сильная и средняя	3,0	270,8	16,5	254,3
	Слабая	2,0	99,5	11,0	88,5
6-польный при- фермский	Сильная и средняя	4,0	370,8	22,0	348,8
	Слабая	3,0	172,9	16,5	156,4
7-польный овощ- ной	Сильная и средняя	4,0	993,3	22,0	971,3
	Слабая	3,0	431,2	16,5	414,7

Каждый затраченный на известкование рубль приносит хозяйству доход до 20 руб. (табл. 19).

Аналогичные показатели экономической эффективности известкования дерново-подзолистых среднесуглинистых почв получены в колхозе «Советская Белоруссия» Горецкого района Могилевской области (табл. 21).

Таким образом, эффективность известкования кислых почв бесспорна и высока. Необходимо только повсеместно наладить высококачественное осуществление этого важнейшего в деле технического прогресса земледелия

Таблица 19

Эффективность известкования почв за продолжительный период действия этого мероприятия (по Шредеру)

Где проведено известкование почв	Дозы извест- ти, т/га	Продолжитель- ность учета действия, годы	Доход за время учета действия извест- ти, руб.	Затраты на из- весткование, руб. на 1 га	Доход от каж- дого затрачен- ного рубля, руб.
Колхоз «Вперед»	6,0	7	3140	150	20,90
ЦОС ВИУА	7,0	14	5271	411	11,80
Смоленская опытная стан- ция	4,5	24	3850	250	15,36
Менделеевское опытное поле	7,8	28	6670	450	14,82

и сельского хозяйства в целом мероприятия. Нужно помнить, что только на почвах со слабнокислой и нейтральной реакцией почвенного раствора можно получить наибольшую эффективность от внесения минеральных и органических удобрений, от внедрения лучших сортов сельскохозяйственных культур, от механизации растениеводства.

Распределение площадей пахотных и кормовых
(ориентировочные данные Института почвоведения,

Название областей	Всего	Группа почв			
		Паш			
		I	II	III	IV
Брестская	751,1 100	112,7 15	262,9 35	187,8 25	112,6 15
Витебская	1202,6 100	84,2 7	396,8 33	360,8 30	180,4 15
Гомельская	943,0 100	188,6 20	235,7 25	311,2 33	113,2 12
Гродненская	895,4 100	295,5 33	268,6 30	179,1 20	89,5 10
Минская	1256,1 100	439,6 35	377,0 30	188,3 15	150,7 12
Могилевская	1074,0 100	268,5 25	375,9 35	322,2 30	53,7 5
Итого	6122,2 100	1389,1 22,6	1916,9 31,3	1549,4 25,5	700,1 11,4

Примечание. Группы: I—сильнокислые почвы (рН мень культуры; II—среднекислые (рН 4,6—роха, клевера, пшеницы, кукурузы; III—возделывании ячменя, сахарной свеклы; ные почвы (рН 6,0), не нуждаются в из

Таблица 20

угодий в БССР по группам кислотности
Н. П. Булгаков) на 6/1 1964 г., тыс. га и %

по кислотности						
ня		Сенокосы и пастбища				
V	Всего	I	II	III	IV	V
75,1 10	679,7 100	34,0 5	68,0 10	68,0 10	101,9 15	407,8 60
180,4 15	717,3 100	43,0 6	100,3 14	143,5 20	143,5 20	287,0 40
94,3 10	761,7 100	114,2 15	76,2 10	114,2 15	152,4 20	304,7 40
62,7 7	341,2 100	34,1 10	17,1 5	51,2 15	51,2 15	187,6 55
100,5 8	643,9 100	128,8 20	96,6 15	96,6 15	128,8 20	193,1 30
53,7 5	509,3 100	50,9 10	76,4 15	76,4 15	152,8 30	152,8 30
566,7 9,2	3653,1 100	405,0 11,1	434,6 11,9	549,9 15,1	730,6 20,0	1533,0 41,9

ше 4,5), требуют первоочередного известкования под все 5,0), известкование необходимо при возделывании го-слабокислые (рН 5,1—5,5), известкование необходимо при IV—близкие к нейтральным (рН 5,6—6,0); V—нейтраль-весткования.

Таблица 21

Культура	Год	Площадь известкованного участка, га	Доза извести, т/га	Урожай, ц/га			Стоимость прибавки, руб.	Затрачено на известкование, руб.	Чистый доход, руб.
				по извести	без извести	прибавка			
Озимая рожь	1955	15	3	12,0	7	5	42,5	6	75,5
Овес	1956	—	—	11,0	5	6	39,0	—	—
Озимая рожь	1956	12	3	13,0	7	6	55,0	6	75,0
Овес	1957	—	—	10,0	6	4	26,0	—	—
Клевер 1-го года	1956	20	0,5	30,0	15	15	48,0	1,5	97,7
Клевер 2-го года	1957	—	—	32,0	16	16	51,2	—	—
Яровая пшеница	1957	20	4	15,0	6,5	8,5	72,0	8	95,5
Овес	1958			12,0	7	5	32,5	—	—
Кукуруза	1958	100	1,5	420	130	290	174,0	3,5	170,5

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Кислотность почвы, ее источники и виды	6
Активная кислотность	9
Обменная кислотность	11
Гидролитическая кислотность	16
Степень насыщенности почв основаниями	18
Отношение сельскохозяйственных культур и микроорганизмов к реакции внешней среды	20
Действие известкования кислых почв на повышение урожайности сельскохозяйственных культур	28
Экономическая эффективность известкования	37

Лупинович Иван Степанович

**РОЛЬ ИЗВЕСТКОВАНИЯ
ПОЧВ В ПОВЫШЕНИИ ИХ ПЛОДОРОДИЯ**

Редактор Р. Боровикова
Художественный редактор П. Барздыко
Технический редактор Р. Тимощук
Корректор Т. Харитонович

АТ 06702. Сдано в набор 9/III-1964 г. Подп. к печати 28/III-1964 г.
Формат 70×90¹/₃₂. Физ. печ. л. 1,375. Усл. печ. л. 1,6.
Уч.-изд. л. 1,21. Тираж 20 000 экз. Зак. 122. Цена 3 коп.

Издательство «Урожай» Государственного комитета
Совета Министров БССР по печати.
Минск, Инструментальный пер., 11

Полиграфический комбинат им. Якуба Коласа
Государственного комитета Совета Министров БССР по печати.
Минск, Красная, 23.