

631.8(022)

Б 851 т.

52.3982

5.1

ДРОВ-ЗИХМАН О. К., ЯРУСОВ С. С. КОРОЛЕВА Е. Ж.,
ВНИКОВА А. К., КОРЧАГИНА В. А., КОРАБЕЛЬЩИКОВА К. А.

ИЗВЕСТЬ

I

ОТЗЫВЧИВОСТЬ СЕЛЬСКО-ХОЗЯЙСТВЕННЫХ
РАСТЕНИЙ НА ИЗВЕСТКОВАНИЕ В СВЯЗИ
С ПОЧВЕННОЙ КИСЛОТНОСТЬЮ И СТЕПЕНЬЮ
НАСЫЩЕННОСТИ ПОЧВ. ОСНОВАНИЯМИ

БИБЛИОТЕКА
НАУЧ. АРХ. И ДОКУМЕНТОВ

№ 2132

1936

2ш, 4ч 1р4у

С.С.С.Р.—Н.К.З.
АКАДЕМИЯ СЕЛЬСКО-ХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК имени В. И. ЛЕНИНА ВСЕСОЮЗНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ УДОБРЕНИЙ, АГРОТЕХНИКИ И АГРО-
ПОЧВОВЕДЕНИЯ имени К. К. ГЕДРОЙЦА
THE LENIN ACADEMY OF AGRICULTURAL SCIENCES IN USSR
GEDROIZ INSTITUTE OF FERTILIZERS AND AGRO-SOIL SCIENCE

ТРУДЫ ВЫП. 5.

PROCEEDINGS, FASC 5.

КЕДРОВ-ЗИХМАН О. К., ЯРУСОВ С. С., КОРОЛЕВА Е. М., КОЖЕВНИКОВА, А. Н.,
КОРЧАГИНА, В. А., КОРАБЕЛЬЩИКОВА К. А.

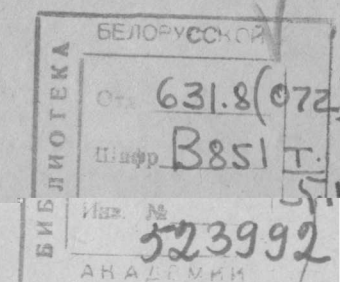
373
А-7

ИЗВЕСТЬ



I.

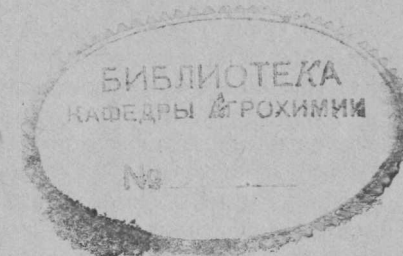
ОТЗЫВЧИВОСТЬ
СЕЛЬСКО-ХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ
НА ИЗВЕСТКОВАНИЕ
В СВЯЗИ С ПОЧВЕННОЙ КИСЛОТНОСТЬЮ
И СТЕПЕНЬЮ
НАСЫЩЕННОСТИ ПОЧВ ОСНОВАНИЯМИ.



523993
8.04.15

Редакционная коллегия:
И. Г. Дикусар, О. К. Кедров-Зихман, С. С. Ярусов
ИЗДАНИЕ ВИА имени К. К. ГЕДРОЙЦА Москва — 1934

ВВОДНАЯ ЧАСТЬ.



ВВЕДЕНИЕ.

Согласно учению К. К. Гедройца о почвенном поглощающем комплексе, состав обменных катионов в природных почвах является большей частью далеко неоптимальным. В связи с этим возникает важнейшая, имеющая огромное значение проблема искусственного изменения состава обменных катионов различных почв путем химической мелиорации. При разрешении проблемы исправления состава обменных катионов у ненасыщенных оснований почв с повышенным содержанием в почвенном поглощающем комплексе водородного иона и достаточным содержанием обменного магния прежде всего возникает вопрос о замене значительной части водородного иона кальцием, путем известкования, так как при оптимальном составе обменных катионов основным катионом должен быть кальций, а водород должен присутствовать в почвенном поглощающем комплексе в гораздо меньших количествах, чем кальций. Таким образом известкование является важнейшим из применяемых в настоящее время методов исправления состава обменных катионов ненасыщенных оснований почв. К. К. Гедройц (1) говорит: „На известкование нельзя смотреть лишь как на меру поднятия урожайности почвы, значение его гораздо шире. Как мною доказано и много раз указывалось, углекислый кальций, внесенный в почву в достаточном количестве (во всяком случае в большем, чем то нужно для создания оптимальных условий урожайности) предохраняет почву (в условиях достаточно влажного климата) от неминуемого в противном случае разрушения почвы и именно ее наиболее ценной для человека части — ее поглощающего комплекса. Известкование является не только временной, в целях повышения на ближайшее время урожайности почвы, но и коренной мелиорацией почвы“.

В высшей степени важную роль должно сыграть известкование почв при химизации социалистического земледелия СССР, особенно в нечерноземной полосе Союза, где преобладают ненасыщенные основаниями почвы с повышенной кислотностью. Правильно проведенное известкование этих почв должно коренным образом улучшить их агрономические свойства и создать условия, при которых минеральные и органические удобрения дадут значительно большее повышение урожайности, чем на неизвесткованных почвах. В частности, приведение подзолистых почв в культурное состояние (при котором — согласно результатам обследования, в целях химизации 25 млн. га эффективность минеральных удобрений значительно повышается) совершенно немыслимо без известкования этих почв. Таким образом рациональное использование тех колоссальных количеств минеральных удобрений, которые в течение второго пятилетия наша химическая промышленность даст социалистическому земледелию, может быть успешно осуществлено лишь при условии проведения в широком масштабе известкования ненасыщенных оснований кислых почв.

Осуществление постановления XVI партийного съезда о превращении потребляющей полосы в производящую теснейшим образом связано с массовым известкова-

нием этих почв, так как без устранения избыточной кислотности совершенно невозможно значительно повысить их производительность.

При разрешении проблемы продвижения пшеницы на север, выдвинутой по инициативе т. Сталина, массовое известкование подзолистых почв также должно сыграть видную роль, так как устранение излишней почвенной кислотности почвы самым существенным образом улучшит условия для произрастания этой ценной культуры в северной половине нашего Союза.

Однако, несмотря на такое огромное значение известкования почвы, практическая работа по проведению в жизнь этого важнейшего мероприятия в наших совхозах и колхозах в настоящее время стоит на очень низком уровне. Поэтому одной из самых важных задач при химизации социалистического земледелия является ликвидация тех крупных недостатков, которые в настоящее время имеют место при массовом известковании почвы.

Один из наиболее крупных недостатков современной работы по известкованию почвы состоит в том, что не учитываются в должной мере специфические особенности растений, намеченных к возделыванию на известкуемой почве. При устранении этого недостатка можно было бы значительно повысить качество работы по массовому известкованию почв не только у нас, где известкование почв в более или менее широком масштабе применяется сравнительно недолго, но и за границей, где массовое известкование почв уже давно внедрилось в практику сельского хозяйства.

Однако, для того, чтобы осуществить такой подход при практических мероприятиях по известкованию, учитывая в гораздо большей степени, чем сейчас, специфические особенности отдельных культур—необходимо сначала провести в широком масштабе исследования об отзывчивости с.-хоз. растений на известкование, так как, несмотря на значительное количество работ в этой области, этот вопрос еще нельзя считать достаточно выясненным.

ЦЕЛЕВАЯ УСТАНОВКА РАБОТЫ И ЛИТЕРАТУРНЫЕ ДАННЫЕ ПРЕЖНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ.

В виду недостатка и противоречивости имеющихся данных об отзывчивости культурных растений на известкование, группой извести Всесоюзного Института Удобрений и Агропочвоведения в 1932 году была поставлена работа с целью выяснения отношения ряда важнейших сельско-хозяйственных растений к известкованию почв в связи с почвенной кислотностью и степенью насыщенности почв основаниями.

По вопросу о влиянии почвенной кислотности и степени насыщенности почв основаниями на развитие сельско-хозяйственных растений, в общем, имеется уже довольно обширная литература, однако, несмотря на это, многие стороны этого вопроса, имеющие важнейшее значение при известковании почвы, еще не выяснены. В особенности это относится к актуальной кислотности почвы, относительно которой данные, полученные разными авторами, во многих случаях значительно отличаются друг от друга. Сводка данных, полученных при различных исследованиях по вопросу о влиянии актуальной кислотности на развитие отдельных сельско-хозяйственных растений приводится ниже¹.

Необходимо отметить, что приводимые ниже данные оптимальных значений актуальной кислотности для различных сельско-хозяйственных растений получены при опытах, проведенных в самых разнообразных условиях, чем отчасти приходится

¹ В приводимую здесь сводку включены также данные, полученные авторами настоящей работы при своих исследованиях.

Таблица 1

Оптимальная концентрация Н ионов для с.-х растений

Культуры и авторы исследований	Оптимальная актуальная реакция	Условия проведения опытов
<i>Пшеница</i>		
Arrhenius	5,5—6,5 (яровая) 6,3—7,6 (озимая)	Переги. суглинок
Trenel	6 —7	
Lemmermann	6,1—7,1	Супесчаная почва
Pirshle	5 —8	В водных культурах
Gehring	6,0—7,6	
Hiltner	6,8—8,0	
Paasch	7,0—7,4	
Gaza	6,8—7,6	На легких почвах
Метельский	5,3—7,2	В почвенных культурах
Tortensohn	7,0	Почвы
Kreybig	7,2—7,8	На суглинистой почве
Kreybig	6,4—6,9	На лессов. сугл.
Хейфец	5,7—6,5	Супесь (вег. опыт с извест. почв)
Рессель	Мало вынослива к кислотн.	
Бэр	Чувствит. к кислотн.	
Кедров-Зихман	6,5—7,3	При известковании подзолистых почв
<i>Ячмень</i>		
Arrhenius	От 7,0 до 7,8	Переги. суглин.
Trenel	7—8	
Hiltner	6—7	
Ostwald	7—8	
Paasch	7,0—7,4	
Schulz	6,0—8,0	Вегетационный опыт
Gehring	5,4—6,8	
Tortensohn	7,0	

Культуры и авторы исследований	Оптимальная актуальная реакция	Условия проведения опытов
Gaza	6,8—7,6	На легких почвах
Lemmermann	5,8—7,0	Супесчаная почва
Aso	6,3—7,0	На трех почвах с известью { На фоне мочевины фосфата кальция и сернокислого калия
Karpen	Нейтр.—слабо-щелочн.	На песчаной почве
Kreybig	6,1—6,5	Суглинок
"	7,6—8,2	На лесозв. суглинке
Хейфец	5,7—6,5	На супесчаной почве
Ольсен	6,1—7,8	На переги. почве
Ольсен	6,5—8,0	В водных культурах
Гартвел	Мало выносива к кислотн.	
Рессель	Тоже	
Бэр	Чувствит. к кисл.	
Pierre	более 6,2	На суглинистых почвах
Ярусов	6,5	На торфянистой почве
Кедров-Зихман	6,8—7,3	При известковании подзолистых почв
<i>Овес</i>		
Arrhenius	4,7—6,0 (1-й оптимум)	Перегинойный суглинок
Arrhenius	7,5—7,9 (2-й оптимум)	
Lemmermann	5,5—7,0	Супесчаная почва
Trenel	5—6	
Hiltner	5—6 и 7—8	
Ostwald	5,0—6,0 и 6. 7,5	
Gaza	6,0—7,0	На легких почвах
Schulz	5,5—7,9	Вегетационные опыты с почвами
Метельский	4,3 и 6,8	В почвенных культурах
Pirschle	5—6	В водных культурах

Культуры и авторы исследований	Оптимальная актуальная реакция	Условия проведения опытов
Kreybig	6,7—8,4	На лесовидной почве
Kreybig	6,2—6,9	На суглинист. почве
Хейфец	4,5—6,5	На супесчаной почве
Ярусов	7,7 и более (2-й оптимум)	На торф. и сугл. почвах
Домонтовичи Аболина	4,1 и 7,8—8,1	В почвенных культурах
Рессель	Выносив к кислотности	
Бэр	Очень выносив к кислотн	
Кедров-Зихман	7,0—7,7 (2-й оптимум)	При известковании подзолистых почв
<i>Рожь</i>		
Arrhenius	5,0—6,0	Переги. суглинок
Trenel	4—7	
Hiltner	5,0—7	
Gehring	5,4—6,4	
Lemmermann	5,1—7,6	Супесчаная почва
Tortensohn	6,0—6,5	На песчаной почве
Kreybig	7,5—7,6	На суглинистой почве
Gaza	5,5—8,0	На легких почвах
Olsen	6,0—6,5	
Кедров-Зихман	Около 7,4—7,5 (5,9—7,5)	При известковании подзолистых почв
Бэр	Очень выносл. к кислотн.	
<i>Просо</i>		
Pierre	4,8—6,6	Для суглинистых и супесчаных почв
Хейфец	4,7—4,9	Для супесчаной почвы
Бэр	Очень выносл. к кислотн.	
<i>Кукуруза</i>		
Pierre	4,8—6,7	Для суглинистых и супесчаных почв
Дикусар	5,5 (N-нитратов)	В текучих растворах
Salter	5,2	

Культуры и авторы исследований	Оптимальная актуальная реакция	Условия проведения опытов
Дикусар	7,0 (N—аммиачный)	В текучих растворах
Ярусов	6,8	На суглинистой почве
Pirschle	5,6	В водных культурах
Lemmermann	6,5—7,0	Супесчан. почв
Гартвелл	Выносив к кислотности	
Бэр	Тоже	
Кедров-Зихман	6,5—7,0	
<i>Рис</i>		
Pirschle	4,0—6,0	В водных культурах
Aso	3,8	В водных культурах
Aso	Не щелочнее 4,6—5,8	На 3 почвах с изв. (на фоне мочевины дифосфата Ca, K ₂ SO ₄)
<i>Гречиха</i>		
Olsen	4,0—7,8 (оптимум 7,1)	Изв. легк. почвы
Хейфец	4,9—5,7	На супесчаной почве
Pirschle	6,0 (N—нитратов.)	В водных культурах
Pirschle	7,0 (N—аммиачный)	В водных культурах
Бэр	Выносив к кислотн.	
Кедров-Зихман	7,0—7,4	При известковании подзолистых почв
<i>Бобы</i>		
Burkholder	Не ниже 5,0	Вег. и пол. опыты
Гартвелл	Выносив к кислотн.	
Рессель	Мало выносл. к кислотн.	
Бэр	Очень выносл. к кислотн.	
<i>Чечевица</i>		
Демиденко	5,5—7,2	Водная культура
Бэр	Выносив к кислотн.	

Культуры и авторы исследований	Оптимальная актуальная реакция	Условия проведения опытов
<i>Соя</i>		
Хейфец	5,7—6,5	На супесчаной почве
Демиденко	4,5—6,5	Водная культура
Dobert	7,1 и выше	
КОРМОВЫЕ		
<i>Клевер</i>		
Arrhenius	5,8—6,5	Перегиб. суглинок (реакция регулировалась H ₂ SO ₄ и NaOH)
Trenel	6—7	
Hiltner	6—8	Почвы (статист. мет.)
Ostwald	7 и более	
Tortensohn	6,0—6,5	
Gaza	7,0—8,0	На легких почвах
Kreybig	6,0—6,8	На суглинистой почве
Kreybig	6,0—7,5	На лессовидн. суглинке
Хейфец	5,7	На супесчаной почве
Ярусов	6,0	На суглинистой почве
Гартвелл	Легко выносив к кислотн.	
Бэр	Чувствит. к кислотности	
Кедров-Зихман	6,0—6,7	При известковании подзолистых почв
<i>Люцерна</i>		
Arrhenius	7,3—8,1	Перегиб. суглинок (реакция регулировалась H ₂ SO ₄ и NaOH)
Olsen	6,25—7,65 (опт. 6,65)	Изв. легкой почвы
Hiltner	6,8—8,0	
Ostwald	более 7,0	
Lemmermann	6,0—7,0	Супесчаная почва
Tortensohn	7,3—7,5	

Культуры и авторы исследований	Оптимальная актуальная реакция	Условия проведения опытов
Kreybig	8,3—8,7	На лессов. суглинке
Гартвелл	Мало выносил к кислотн.	
Бэр	Очень чувствит. к кислотн.	
<i>Вика</i>		
Lemmermann	Более 5,3	Супесчаная почва
Хейфец	5,7—6,5	На песчаной почве
Ярусов	6,7	На суглинистой почве
Демиденко	5,0—6,5	На торфяной почве
	5,7—6,5	Водная культура
Рессель	Мало выносил к кислотн.	
Кедров-Зихман	6,3—6,8	При известковании подзолистых почв
Бэр	Выносил к кислотности	
<i>Турнепс</i>		
Демиденко	6,0—6,5	Водная культура
<i>Люпин</i>		
Демиденко	5,5—6,5	Водная культура
Arrhenius	4—6	Супесчаная почва
Trenel	4—5	
Lemmermann	5—7	
Бэр	Очень выносил к кислотн.	
Рессель	Тоже	
<i>Брюква</i>		
Arrhenius	4,8—5,5	
Демиденко	6,0—6,5	Водная культура
<i>ЛУГОВЫЕ</i>		
<i>Тимофеевка</i>		
Arrhenius	4,8	Переги. суглинок
Ярусов	5,0	На торфяной почве

Культуры и авторы исследований	Оптимальная актуальная реакция	Условия проведения опытов
Хейфец	6,5	На супесчаной почве
Бэр	Выносил к кислотности	
<i>Донник</i>		
Хейфец	6,5	На супесчаной почве
Бэр	Чувствит. к кислотн.	
<i>Сараделла</i>		
Arrhenius	5,4—6,5	Переги. суглинок
Hiltner	6—7	
Lemmermann	4,5—7,0	
<i>Душистый колосок</i>		
Weiske	Кислая реакция	Легк. суглинок
Olsen	4,5—6,0	
<i>Канареечник</i>		
Weiske	Кислая реакция	Легк. суглинок
<i>Овсяница</i>		
Рессель	Очень выносил к кислотн.	
Бэр	Тоже	
<i>Бор разв.</i>		
Olsen	4,5—6,0	
<i>Лисохвост</i>		
Arrhenius	5,3—6,0	Переги. суглинок
Гартвелл	Мало выносил к кислотн.	
Рессель	Тоже	
Кедров-Зихман	7,0—7,5	При известковании подзолистых почв
<i>Мятлик</i>		
Weiske	Слабо кислая реакция Страдает от сильной кислот.	Легк. суглинок
Гартвелл	Мало выносил к кислотн.	
Бэр	Чувствит. к кислотн.	

Культуры и авторы исследований	Оптимальная актуальная реакция	Условия проведения опытов
<i>Райграсс</i> Кедров-Зихман . . .	6,8—7,5	При известковании подзолистых почв
<i>Костер</i> Weiske	Слабо кислая реакция (страдает от сильной кислот.)	Легкий суглинок
<i>Ежа</i> Гартвелл Кедров-Зихман . . .	Мало выносил к кислотн. 6,9—7,4	При известковании подзолистых почв
<i>Полевица</i> Olsen Гартвелл	6,5—8,0 Выносил к кислотности	
<i>Lotus</i> Weiske	Нейтральная реакция	Легкий суглинок
<i>Medicago</i> Weiske	Тоже	Легкий суглинок
ОВОЩНЫЕ		
<i>Картофель</i> Münter Arrhenius Trenel Hiltner Gahlenbeck Tortenssohn Kreybig Демиденко Lange Semmermann	Не ниже 5,5 4,9—5,6 5—6 5,2—7,0 5,6—7,1 5,0 5,4—6,8 6,0—6,5 Слабо кислая реакция 6,0—6,5	Почв. культуры с изв. Перегиб. суглинок На суглинистой почве Водная культура

Культуры и авторы исследований	Оптимальная актуальная реакция	Условия проведения опытов
Gaza	5,5—6,5	На легких почвах
Рёссель	Очень выносил к кислотн.	
Бэр	Тоже	
<i>Редиска</i>		
Демиденко	5,5—7,3	В водной культуре
Schulze	5,3—7,5	Вегет. опыт с почвами
Бэр	Очень выносил к кислотн.	
<i>Морковь</i>		
Демиденко	7,2	В водной культуре
Хейфец	4,9	На супесчаной почве
Нейтральная реакция		

Культуры и авторы исследований	Оптимальная актуальная реакция	Условия проведения опытов
Рессель	Очень вынослив к кислотн.	
Бэр	Вынослив к кислотности	
<i>Горох</i>		
Arrhenius	5,5—6,5	Перегн. сугл. ($H_2SO_4 + NaOH$)
Trenel	6—7	
Hiltner	6—7	Почвы
Метельский	5,7—6,7 (и до 7,7)	В почвенных культурах
Pirschle	6—7	Водная культура
Gaza	7,0—8,4	На легких почвах
Tortensohn	6,0—6,5	
Gahlenbeck	6,4—7,5	
Lange	Слабо кислая реакция	
Weiske	Тоже	Почв. культ.
Петербургский	6,5—6,6	На песч. почве
"	7,1—7,4 (6,8—7,1)	На сугл. почве
"	7,5—7,4 (7,3—7,6)	На черноземн. почве
Рессель	Мало вынослив к кислотн.	
Бэр	Вынослив к кислотности	
Кедров-Зихман	6,8—7,4	При известковании подзолистых почв
<i>Арбуз</i>		
Бэр	Очень вынослив к кислотн.	
<i>Тыква</i>		
Бэр	Вынослив к кислотности	
<i>Томаты</i>		
Gahlenbeck	5,6—7,1	
Демиденко	6,5—7,2	В водной культуре
Lange	Нейтральная реакция	

Культуры и авторы исследований	Оптимальная актуальная реакция	Условия проведения опытов
Weiske	Слабо кисл. (кислая реакция сильно вредит)	В почвен. культ.
Гартвелл	Очень вынослив к кислотн.	
Бэр	Вынослив к кислотности	
Кедров-Зихман	6,3—6,7	При известковании подзолистых почв
<i>Капуста</i>		
Wetzel	6,5—7,1	Вегет. опыт с пруд. илом
Lange	Нейтральная реакция	
Рессель	Вынослив к кислотности	
Бэр	Чувствит. к кислотности	
Кедров-Зихман	6,7—7,4	При известковании подзолистых почв
<i>Спаржа</i>		
Бэр	Очень чувствит. к кислотн.	
<i>Свекла</i>		
Lemmermann	6,2—7,0	Супесчаная почва
Raasch	7,0—7,4	
Hiltner	6,0—7,5	Почвы (стат. мет.)
Arrhenius	4,7—5,5	
Kreybig	7,6—8,5	На лессов. сугл.
Хейфец	5,7—6,5	На супесчаной почве
Рессель	Мало вынослив к кислотн.	
Бэр	Очень чувствит. к кислотн.	
Кедров-Зихман	6,3—6,9	При известковании подзолистых почв
<i>Сельдерей</i>		
Gahlenbeck	6,4—7,5	
Демиденко	5,5—6,5	В водных культурах

Культуры и авторы исследований	Оптимальная актуальная реакция	Условия проведения опытов
Lange	Нейтральная реакция	Суглинок
Weiske	Слабо щелочная реакция	
Бэр	Очень чувствит. к кислотн. (Сильно щелочная реакция вредит)	
Лук		
Gahlenbeck	6,4—7,9	В водной культуре В почв. культ.
Демиденко	6,5—7,2	
Weiske	Слабо щелочная реакция	
Бэр	Очень чувствит. к кислотн.	
Чеснок		В водной культуре
Демиденко	7,2	
Шпинат		Вегетац. опыт в почв. культурах
Schulze	5,9—8,0	
Бэр	Очень чувствит. к кислотн.	
Перец		В почвенных культурах
Бэр	Очень чувствит. к кислотн.	
Фасоль		
Gahlenbeck	6,7—7,4	
Lange	Слабо щелочная реакция	
Weiske	7,8	
ТЕХНИЧЕСКИЕ КУЛЬТУРЫ		
Лен		На супесчаной почве
Хейфец	5,7	

Культуры и авторы исследований	Оптимальная актуальная реакция	Условия проведения опытов
Домонтович - Аболина	5,9—6,5	Почвы
Кедров-Зихман	6,3—6,9	При известковании подзолистых почв
Конопля		На торфяной почве На супесчаной почве На водной культуре Почвы
Ярусов	5,9—7,3	
Хейфец	6,5	
Демиденко	6,0—7,3	
Бэр	Чувствит. к кислотности	При известковании подзолистых почв
Кедров-Зихман	7,1—7,4	
Кенаф		В водной культуре
Демиденко	6,0—7,3	
Хлопчатник		В водной культуре Почвы
Демиденко	5,5—7,3	
Бэр	Вынослив к кислотности	В водной культуре
Цикорий		
Демиденко	6,0—6,5	В водной культуре
Земляная груша		
Демиденко	6,0—7,3	В водной культуре
Подсолнук		
Демиденко	6,0—6,5	В водной культуре На супесчаной культуре
Хейфец	5,7	
Кедров-Зихман	6,2—7,0	При известковании подзолистых почв
Горчица		В водной культуре В водной культуре
Pirschle	6,0 (N—нитратов)	
Pirschle	7,0 (N—аммонийный)	

Культуры и авторы исследований	Оптимальная актуальная реакция	Условия проведения опытов
Демиденко	6,5—7,3	В водной культуре
Lemmermann	6,5—7,0	Супесчаная почва
Рессель	Мало выносил к кислотн.	
Бэр	Чувствит. к кислотности	
Кедров-Зихман	7,0—7,5	При известковании подзолистых почв
<i>Чай</i>		
Harrison	4,5—6,0	Почвы
<i>Табак</i>		
Andeson	5,0—5,6	В почвах (6. 2000 образ.)
Хейфец	5,7	Супесчан.
Бэр	Чувствит. к кислотности	
<i>Ранс</i>		
Демиденко	7,2	В водных культурах
<i>Клещевина</i>		
Демиденко	6,0—7,3	В водных культурах
<i>Свекла сахарная</i>		
Arrhenius	7,0—7,5 (optimum 7,4)	
Trenel	6—7	
Hiltner	6—8	
Gaza	7,0—7,6	На легких почвах
Демиденко	6,0—6,5	В водных культурах
Joret	7,2—7,5	На илистой почве
Tortensohn	7,3—7,5	
Kreybig	6,6—7,3	На суглинистой почве
Kreybig	7,6—8,5	На лессов. сугл.
Дикусар	5,5 (N—нитратов)	Текуч. раствор
Дикусар	7,0 (N—аммонийный)	Текуч. раствор
Бэр	Очень чувств. к кислотн.	

Культуры и авторы исследований	Оптимальная актуальная реакция	Условия проведения опытов
<i>Мак</i>		
Кедров-Зихман	6,8—7,2	При известковании подзолистых почв
<i>ПЛОДОВО-ЯГОДНЫЕ</i>		
<i>Яблоня</i>		
Gleisberg	5,5—5,8	В почв. культ. с изв.
<i>Малина</i>		
Бэр	Очень выносил к кислотн.	
<i>Крыжовник</i>		
Бэр	Выносил к кислотности	
<i>Виноград</i>		
Бэр	Тоже	
Есопоти	Слабо кислая реакция	Водная культура
<i>Черешня</i>		
Коновалов	Отзывч. на изв-ие	В почв. культ.
<i>Клубника</i>		
Бэр	Выносила к кислотности	
Cobby	Предпочит. кислую реакцию, но мирится и с щелочной	Наблюден. в поле
<i>Персики</i>		
Schaw	5,8—5,9	Вегет. опыт с известков. почвы
<i>Смородина</i>		
Бэр	Очень чувствит. к кислотн.	
Коновалов	Отзывчив на извест.	В почвенных культурах
<i>САДОВЫЕ</i>		
Примула Stork	6,5	
Азалия Gahlenbeck	3,5—4,8	
Цикламены	5,8—6,3	
Гортензия	5,6—6,2	

объяснить те многочисленные расхождения, которые здесь имеют место. При постановке этих опытов применялась самая разнообразная методика. Опыты проводились в условиях водных, песчаных и почвенных культур, а также в полевых условиях путем определения pH в почве из-под растений в производственных условиях на полях и лугах. Реакция среды регулировалась различными способами путем внесения различных веществ. При некоторых опытах в почву вносились различные питательные вещества и при работе с той или другой культурой, в качестве опытных растений применялись различные сорта растений.

В общем, на основании имеющихся по этому вопросу данных можно считать установленным, что концентрация водородных ионов оказывает весьма сильное влияние на развитие растений и что сельскохозяйственные растения неодинаково относятся к реакции среды. Но при этом оптимальные величины pH для отдельных сельскохозяйственных растений в сильной степени колеблются в зависимости от различных конкретных условий.

Что касается причин, обуславливающих изменения отношения сельскохозяйственных растений к реакции среды, то этому вопросу посвящен ряд исследований, при которых некоторые стороны этого сложного явления выяснены.

Работы лаборатории акад. Прянишникова (2) и других авторов достаточно ясно показали, что нельзя установить простой зависимости развития растений от pH среды при различном содержании в питательной смеси Ca и других катионов [опыт Домонтовича (3)] и при содержании различных форм азота [опыт Дикусара (4)]. По данным Lemmermann'a (5) высокая концентрация иона Ca в почвенном растворе способствует перемещению в кислую сторону интервала pH, благоприятного для роста того или иного сельскохозяйственного растения. Так, например, этим автором были установлены следующие величины pH в водной и солевой вытяжке, соответствующие оптимальному росту сельскохозяйственных растений в известкованной и неизвесткованной почве — легкой по механическому составу:

Таблица 2

pH в водной и солевой вытяжках из почвы, соответствующие оптимальному росту различных сельскохозяйственных растений

Культуры	pH водной вытяжки		pH солевой вытяжки	
	Неизвесткованные почвы	Известкованные почвы	Неизвесткованные почвы	Известкованные почвы
Рожь	От 5,1 и выше	От 4,6 и выше	От 4,5 и выше	От 4,0 и выше
Овес	" 5,5 "	" 5,8 "	" 4,5 "	" 3,5 "
Ячмень	" 5,8 "	" 5,2 "	" 4,5 "	" 4,5 "
Пшеница	" 6,1 "	" 6,0 "	" 5,6 "	" 5,3 "
Свекла	" 6,2 "	" 5,5 "	" 5,5 "	" 4,8 "
Сераделла	" 4,5 "	" 5,0 "	" 3,8 "	" 4,0 "
Кукуруза	" 6,5 "	" 5,5 "	" 3,8 "	" 4,5 "
Картофель	" 6,0 "	" 4,8 "	" 5,5 "	" 3,9 "
Люпин	" 6,0 "	" 5,0 "	" 4,5 "	" 4,0 "
Горчица	" 6,5 "	" 6,0 "	" 5,8 "	" 5,0 "

Из приведенных данных видно, что присутствие иона Ca (в известкованных почвах) значительно ослабляет вредное действие почвенной кислотности на рост растений.

Зависимость оптимальной для роста растений концентрации H-ионов в растворе от присутствия в нем других ионов теоретически вполне понятна. В самом деле — влияние ионов водорода на живую ткань, как и влияние любого другого иона, подвержено законам антагонизма (вредное влияние одного иона смягчается в присутствии другого одноименно заряженного иона). Отсюда вытекает, что нельзя изучать влияние концентрации H-ионов на рост растений, не изучая одновременно концентрации других ионов в питательном растворе.

Если зависимость роста растений от pH является изменчивой в водных культурах, то тем более сложной должна быть эта зависимость в почве. Работами лаборатории ак. Прянишникова, Центрального Ин-та Сахарной Промышленности и др. (6) было показано, что влияние актуальной реакции на рост растений в значительной степени зависит от буферных свойств почвы: на почвах с более значительной емкостью поглощения и большей буферной способностью растения легче переносят кислую реакцию, чем на почвах малобуферных, с низкой емкостью поглощения. Работой Aslander'a (7) было показано, что помимо буферных свойств почвы большое значение в вопросе о влиянии актуальной реакции на рост растений имеет концентрация почвенного раствора. На удобряемых почвах с более высокой концентрацией почвенного раствора, вредное влияние кислой реакции значительно смягчалось, по сравнению с неудобренными почвами. Этот же автор отмечает, что присутствующие в почвенном растворе катионы обладают защитным действием, смягчая вредное влияние кислой реакции на рост растений. Защитное действие возрастает вместе с валентностью катионов в ряду: Na, K, Mg, Ca, Fe. Присутствующие в растворе анионы, наоборот, усиливают вредное влияние кислой реакции: это действие анионов возрастает по мере уменьшения их валентности в ряду: PO_4 , SO_4 , Cl, NO_3 .

Работами Pierre (8) было показано, что значительно лучшую корреляцию с ростом растений (в кислом интервале pH) дает степень насыщенности почв основаниями (по сравнению с актуальной реакцией). По мнению этого автора, отзывчивость почв на известкование, в первую очередь, определяется степенью насыщенности почвы основаниями и лишь во вторую очередь концентрацией в почвенном растворе ионов кальция и H.

Значение степени насыщенности почвы основаниями (в частности, в вопросах известкования) объясняется, исходя из работ Mattson'a (9), показавшего, что степень насыщенности (при данном pH) зависит от относительной силы кислот и оснований, входящих в состав поглощающего комплекса и изоэлектрической точкой почвенных коллоидов.

Таким образом, мы видим, что целый ряд различных факторов оказывает существенное влияние на отношение сельскохозяйственных растений к реакции среды. Из этих факторов особенно сильное влияние на указанное явление оказывает концентрация иона кальция в питательной среде. Последнее обстоятельство имеет чрезвычайно важное значение с точки зрения известкования почвы, так как при известковании почвы, в почвенном растворе создается высокая концентрация ионов кальция. Так как устранение избыточной почвенной кислотности является одной из важнейших сторон сложного действия известки на почву и на развитие сельскохозяйственных растений, то получение устойчивой величины, определяющей, до какого предела для получения наиболее высокого эффекта от известкования, надо усреднять почвенную кислотность (оптимального pH), должно дать ценные указания для установления доз известки для отдельных культур. Поэтому, выяснение вопроса, при какой величине актуальной кислотности известкование почвы дает максимальный эффект при возделывании тех или иных сельскохозяйственных растений и насколько

эта величина устойчива при известковании различных почв, являлось одной и основных задач настоящей работы.

Сильное влияние на развитие растений оказывает также обменная кислотность почвы. Обменная кислотность, характеризуемая рН в солевой вытяжке, более устойчива, чем актуальная кислотность почвы. Так, например, по данным Lemmermann'a (5), простое промывание почвы дистиллированной водой резко изменило актуальную кислотность с рН 4,3 до рН 5,4, почти не изменив рН солевой вытяжки.

Ввиду того, что рН в солевой вытяжке и степень насыщенности почв основаниями представляют собой величины, более устойчивые для неизвесткованных почв, чем актуальная кислотность, то при определении потребности почв в известковании более целесообразно базироваться на этих величинах, чем на данных актуальной кислотности почв. При этом, обычно, принято считать, что почвы, имеющие рН в солевой вытяжке выше 5,5 в известковании не нуждаются; при рН от 4,5 до 5,5 средне нуждаются; при рН от 4,5 и кислее — сильно нуждаются. В зависимости от степени насыщенности основаниями, почвы, по нуждаемости в известковании, также принято делить на три группы. При степени насыщенности выше 70% почвы слабо нуждаются или не нуждаются в известковании; при степени насыщенности от 55 до 70% — средне нуждаются; при степени насыщенности ниже 55% — сильно нуждаются. При таком определении нуждаемости почв в известии, обычно совершенно не принимают во внимание особенностей тех культур, которые намечено возделывать после известкования данных почв. Между тем, как уже было выше указано, сельскохозяйственные растения относятся далеко неодинаково к известкованию, а максимальным урожаям различных культур далеко не всегда соответствуют одинаковые величины рН в солевой вытяжке и степени насыщенности основаниями. Однако, вопрос об отношении сельскохозяйственных растений к обменной кислотности, о которой можно судить по рН в солевой вытяжке, и степени насыщенности почв основаниями, еще недостаточно изучен. Имеющиеся по этому вопросу литературные данные — вместе с полученными при наших опытах данными — об оптимальных рН в солевой вытяжке и степени насыщенности почв основаниями для различных сельскохозяйственных растений приведены в помещенной ниже сводке (табл. 3).

Из рассмотрения этих данных видно, насколько отличаются друг от друга различные сельскохозяйственные растения в отношении оптимальных величин рН в солевой вытяжке и степени насыщенности почв основаниями. Отсюда следует, что при определении потребности почв в известии необходимо применять дифференцированный подход в зависимости от культур, для возделывания которых предназначается известкуемая почва. Поэтому выяснение величины рН в солевой вытяжке и степени насыщенности почв основаниями соответствующих максимальным урожаям различных культур, также является одной из основных задач, разрешение которых мы ставили себе целью при наших опытах. При этом необходимо также отметить, что данные этих опытов должны быть не только использованы с целью установления дифференцированного подхода к сельскохозяйственным растениям при разрешении вопроса о том, в какой степени нуждается данная почва в известковании или не нуждается вовсе; эти данные должны кроме того служить материалом для решения вопроса о том, насколько точно можно установить дозы известии, базирываясь на величинах рН в солевой вытяжке и степени насыщенности почв основаниями.

Значительно меньшее влияние, чем актуальная и обменная кислотность, оказывает, согласно имеющимся по этому вопросу немногим литературным данным, гидролитическая кислотность.

Тем не менее, с этой формой почвенной кислотности необходимо очень считаться при известковании почвы, так как при внесении в почву известии в количествах, соответствующих актуальной или обменной кислотности, нельзя в большинстве случаев полностью устранить вредную для растений избыточную кислотность почвы. Только при внесении значительно больших доз известии, соответствующих гидроли-

Таблица 3

Оптимальные для роста различных растений величины рН в солевой вытяжке и степени насыщенности почв основаниями

Растения и авторы исследований	Оптимальная		Характеристика почв
	рН в солевой вытяжке	Степень насыщенности	
<i>Рожь</i>			
Lemmermann	6,0—4,5	—	Супесчаная
Trenel	6,0—6,5	—	
<i>Овес</i>			
Lemmermann	4,5—6,0	—	Супесчаная
Trenel	6,0—6,5	—	
Langhard	6,0—6,5	—	
Кедров—Зихман	—	89—97	Подзолистая
Ярусов	4,6 (1 опт.)	—	Супесчаная
Ярусов	7,2 (2 опт.)	Более 90%	Суглинистая
Ярусов	7,5—8 (2 опт.)	„ 90%	Торфяная
Münter	6,2—7,4	—	Суглинистая
Хейфец	—	35—84	Супесчаная
<i>Пшеница</i>			
Lemmermann	6,0—5,6	—	Супесчаная
Münter	7,1—7,4	—	Суглинистая
Хейфец	—	60—84	Супесчаная
<i>Ячмень</i>			
Lemmermann	4,5—6,0	—	Супесчаная
Trenel	6,0—6,5	—	Суглинистая
Münter	5,0—7,4	—	Суглинок
„	7,4	—	Супесчаная
Ярусов	Более 6,2	Более 80%	Торфянистая
Хейфец	—	60—84	Супесь
Pierre	—	74—90	Суглинок
„	—	20—69	Супесчаная
Кедров-Зихман	6,1—7,2	88—97	Подзолистые почвы

Растения и авторы исследований	Оптимальная		Характеристика почв
	pH в солевой вытяжке	Степень насыщенности	
<i>Свекла столовая</i>			
Кедров-Зихман	5,4—6,0	73—83	Подзолистые
<i>Сераделла</i>			
Lemmermann	3,8—6,0	—	Супесчаная
<i>Люпин</i>			
Lemmermann	4,5—6,0	—	Супесчаная
<i>Горчица</i>			
Lemmermann	5,8—6,0	—	Супесчаная
Хейфец	—	60%	Супесчаная
<i>Картофель</i>			
Trenel	4,2—6,5		
Gehring	—	30—40% 70%	Супесчаная Суглинистая
Lemmermann	5,5—6,0	—	Супесчаная
<i>Свекла кормовая</i>			
Trenel	6,0—6,5	—	
Lemmermann	5,6—6,0	—	Супесчаная
Хейфец	—	60—84	Супесчаная
<i>Чечевица</i>			
Lemmermann	4,4—4,5	—	Супесчаная
<i>Просо</i>			
Pierre	—	57—90	Суглинистая
	—	23—72	Супесчаная
<i>Люцерна</i>			
Lemmermann	6,0—5,5	—	Супесчаная
<i>Клевер красный</i>			
Trenel	Более 4,7	—	
Ярусов	5,8—7,5	Более 65%	Суглинок
Хейфец	—	„ 60%	Супесчаная
<i>Кукуруза</i>			
Ярусов	6,3	—	Суглинистая
Pierre	—	49—70 18—55	Суглинистая Супесчаная
Lemmermann	5,8—6,0		

Растения и авторы исследований	Оптимальная		Характеристика почв
	pH в солевой вытяжке	Степень насыщенности	
<i>Вика</i>			
Ярусов	5,0—6,2	52—86	Суглинистая
Хейфец	—	60—84	Супесчаная
<i>Конопля</i>			
Ярусов	5,5—7,0	73—96	Торфянистая
<i>Тимофеевка</i>			
Ярусов	4,3—7,5	Более 45%	Торфянистая
Хейфец	—	84	Супесчаная
<i>Капуста</i>			
Wetzel	6,2—6,9	—	Прудов. ил
<i>Чай</i>			
Harrison	3,5—5,5	—	
<i>Томаты</i>			
Münter	5,0—6,0 7,1—7,4	—	Суглинистая Супесчаная
<i>Гречиха</i>			
Хейфец	—	48—50	Супесчаная
<i>Донник</i>			
Хейфец	—	84	Супесчаная
<i>Лен</i>			
Хейфец	—	60	Супесчаная
<i>Подсолнух</i>			
Хейфец	—	60	Супесчаная
<i>Табак</i>			
Хейфец	—	60	Супесчаная
<i>Соя</i>			
Хейфец	—	60—84	Супесчаная
<i>Морковь</i>			
Хейфец	—	48	

тической кислотности почв, можно усреднить основную массу почвенной кислотности и повысить в достаточной мере реакцию почвенного раствора.

Поэтому данные настоящей работы должны также ответить на вопрос о том, насколько точно можно устанавливать дозы извести для различных сельскохозяйственных растений, базируясь на данных о гидролитической кислотности почвы.

При большинстве работ, посвященных вопросу об отзывчивости сельскохозяйственных растений на известкование, изучалось главным образом влияние извести на общий урожай опытных растений и на урожай главных продуктов, ради которых эти растения возделываются. Что же касается качества урожая, то при изучении влияния известкования на сельскохозяйственные растения этому вопросу обычно уделяют очень мало внимания. Между тем, те немногочисленные данные, которыми мы в настоящее время по этому вопросу располагаем, говорят за то, что известкование почвы оказывает также сильное действие на химический состав и качество урожая сельскохозяйственных растений. Поэтому, при дальнейшем изучении вопросов известкования почвы в связи с возделыванием тех или иных сельскохозяйственных растений, должно быть отведено видное место вопросу о влиянии извести на качество урожая. В виду этого группа извести ВИА поставила себе целью при выполнении настоящей работы уделить также серьезное внимание и этому вопросу.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

При настоящей работе, проведенной группой извести Всесоюзного Института Удобрений и Агропочвоведения с целью выяснения отзывчивости сельскохозяйственных растений на известкование в зависимости от почвенной кислотности и степени насыщенности почв основаниями, применялась комбинированная методика, состоящая из вегетационных опытов, полевых опытов — и соответствующих лабораторных исследований. Главная часть вегетационных и связанных с ними и с полевыми опытами лабораторных исследований проводилась непосредственно при группе извести ВИА, а полевые опыты проводились на договорных началах при учебно-опытном совхозе овощного исследовательского института в Отрадном.

Кроме того, по такой же схеме, какая была принята для большей части опытов, проведенных непосредственно при ВИА, были проведены на договорных началах вегетационные и полевые опыты при Научно-Исследовательском институте Северного зернового хозяйства.

1. Вегетационные опыты.

Постановка опытов и уход за растениями в течение вегетационного периода.

Вегетационные опыты, проведенные при настоящей работе, были поставлены со следующими 4 почвами: почвой совхоза Отрадное, почвой Люберецкого опытного участка, почвой совхоза Клементьево, почвой Лихоборского участка, опытного поля Северного Зернового института и почвой Коптевского болота.

Из этих почв первые три являются подзолистыми почвами, различающимися между собой по формам кислотности и степени насыщенности основаниями, составу поглощенных катионов, содержанию гумуса и другим химическим свойствам, а также по механическому составу. В отношении механического состава почва совхоза Отрадное представляет собой тяжелый суглинок средне оподзоленный, почва совхоза Клементьево и Лихоборского участка средний суглинок, также средне оподзоленный, а почва Люберецкого опытного поля легкую супесь, средне оподзоленную. Четвертая почва — торфяная, значительно разложившаяся, с сильно выраженной кислотностью.

Данные анализа этих почв приводятся ниже на прилагаемой таблице 4.

Таблица 4

Характеристика почв

№ по порядку	А н а л и з ы	Отраднѐе	Лихо- боры	Кле- ментьево	Люберцы	Торф
1	pH водной суспензии	5,4	6,1	6,1	5,5	3,3
2	pH солевой вытяжки	4,5	4,7	4,6	4,4	3,0
3	Гидролитическая кислотность в мил. экв. на 100 г почвы	5,3	3,0	2,3	5,5	66,0
4	Полная гидролитическая кислотность в мил/экв. на 100 г почвы	5,5	6,8	5,5	7,4	90,0
5	Обменная кислотность в мил/экв. на 100 г почвы	1,3	—	1,5	0,8	39,5
6	Сумма поглощ. основан. в мил/экв. на 100 г почвы	4,2	11,0	4,25	3,95	11,0
7	Степень насыщенности почв осно- ваниями по Капиену	43,5	78,4	46,0	39,9	16
8	Поглощенные основан. по Гедройцу в мил/экв. на 100 г почвы	3,0	—	4,0	3,0	—
9	Mg	1,5	—	0,65	1,2	—
10	Гумус по Кюппу в %/о	1,96	—	1,85	2,65	—
11	Емкость поглощения по Бобко-Ас- кинази в мил/экв. на 100 г почвы	—	—	6,4	—	—

Основная часть настоящей работы, проведенная при группе извести ВИАУ, состояла из трех отдельных опытов. Первый опыт был поставлен Кедровым-Зихман О. К., Кожевниковой А. Н. и Корабельщиковой К. А., при участии лаборанта Аносовой Н. В. Эта часть работы состояла из вегетационных опытов с почвой совхоза Отраднѐе и из полевого опыта в Отраднѐе, проведенного совместно с научным персоналом Овощного института, и из соответствующих лабораторных исследований почвы вегетационного и полевого опыта, фильтрата из поддонников Митчерлиховских сосудов и продуктов урожая вегетационных сосудов.

Второй опыт был выполнен Королевой Е. М. при участии, в первый период работы, студента — практиканта Куколкина, а затем — техника аналитика Девятовой. Эта часть работы состояла из вегетационных опытов, поставленных с почвой Люберецкого опытного поля и лабораторных исследований почвы, фильтрата из поддонников вегетационных сосудов и некоторых анализов продуктов урожая.

Третий опыт, выполненный Ярусовым С. С. при участии лаборанта Вишняковой, состоял из вегетационных опытов, поставленных с подзолистой почвой совхоза Клементьево и торфяной почвой Коптевского болота и из соответствующих лабораторных исследований этих почв и фильтрата из поддонника вегетационных сосудов.

Что касается организации работы, то каждая из этих серий опытов проводилась отдельной хозрасчетной бригадой, согласно предварительно разработанному и обсужденному на научно-производственном совещании рабочему плану с расчетом стоимости как всей работы каждой из этих бригад, так и отдельных частей работы.

Описание каждой отдельной серии наших опытов приводится ниже.*

Первый вегетационный опыт.

При первом вегетационном опыте, поставленном, как уже было выше отмечено, с тяжелой суглинистой почвой совхоза Отраднѐе, в качестве опытных растений были взяты следующие: 1) лен долгунец, 2) конопля, 3) мак, 4) ячмень (Винер), 5) овес (А 315), 6) вика, 7) клевер красный, 8) томаты (Король ранних), 9) свекла столовая (Египетская), 10) райграсс.

При этом овес и вика были посеяны вместе в виде вико-овсяной смеси. Опыт этот был поставлен по следующей схеме: 1) Без удобрений, 2) Известь по однократной гидролитической кислотности — степень насыщенности 100%, 3) NPK, 4) NPK + $\frac{1}{3}$ дозы извести по гидролитической кислотности 5) NPK + $\frac{2}{3}$ дозы извести по гидролитической кислотности, 6) NPK + $\frac{1}{1}$ дозы извести по гидролитической кислотности, 7) NPK + $\frac{2}{1}$ доза извести по гидролитической кислотности, 8) NPK + $\frac{4}{1}$ доза извести по гидролитической кислотности, 9) NPK + $\frac{6}{1}$ доза извести по гидролитической кислотности.

Внося различные количества извести при данном опыте, мы ставили себе целью не только выяснить, какие дозировки извести являются оптимальными для различных сельскохозяйственных растений, но и установить таким путем различные градации отдельных форм почвенной кислотности, степени насыщенности почвы основаниями, концентрации кальция в почвенном растворе и содержания поглощенного кальция, чтобы выяснить значение отдельных сторон сложного действия извести на различные растения.

Полное минеральное удобрение вносилось с целью устранения недостатка питательных веществ и влияния мобилизации питательных элементов, так как при недостатке питательных веществ, эти явления могли бы замаскировать действие извести, как фактора нейтрализации почвенной кислотности и повышения степени насыщенности почв основаниями.

Известь вносилась в виде молотого известняка, просеянного через сито с отверстием в $\frac{1}{4}$ мм, содержащего 87,4% CaCO_3 + MgCO_3 .

Минеральные удобрения вносились из расчета на обычный Митчерлиховский сосуд 0,5 г. действующего вещества (N, P_2O_5 , K_2O) в виде сульфата аммония 21,0% N, суперфосфата 16,48% P_2O_5 и хлористого калия 56,8 K_2O .

Для больших Митчерлиховских сосудов (24 кг почвы) количество вносимых минеральных удобрений соответствующим образом увеличивалось. Повторность при этом опыте была двукратная и четырехкратная, в зависимости от культуры и значения той или другой комбинации для выяснения изучаемого вопроса.

Приведенная ниже таблица дает представление о схеме опыта и повторности сосудов для различных растений (табл. 5).

Кроме того, при этом опыте в части сосудов для установления различных градаций почвенной кислотности применялась не углекислая известь, а едкая щелочь NaOH — с целью выяснения путем сравнения данных сосудов с известковой мукой и с едким натром, в какой мере действие той или другой дозы извести обуслов-

*) Вопросу о влиянии алюминия на развитие с.-х. растений будет уделено внимание при дальнейших исследованиях.

Таблица 5

Схема I вегетационного опыта
Почва—тяжелый суглинок

Культура	Повторность сосудов								
	Дозы извести в долях гидролитической кислотности								
	Без удобрения		фон NPK						
	0	1/1	0	1/3	2/3	1/1	2/1	4/1	6/1
Лен	3	3	3	2	2	3	2	2	3
Конопля	3	3	4	3	3	4	3	3	4
Ячмень	2	2	3	2	2	3	2	2	3
Вика+овес	2	2	3	2	2	3	2	2	3
Клевер	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Томаты	3	3	4	3	3	4	3	3	4
Свекла	3	3	4	3	3	4	2	3	4
Мак	2	2	3	2	2	3	3	2	3
Лен по NaOH	3	2	2	2	2	2	2	2	2
Вика+овес по NaOH	3	2	2	2	2	2	2	2	2

ливается нейтрализацией кислотности, и в какой, другими причинами, — изменением соотношения между ионами в почвенном растворе, концентрацией иона кальция, прямым действием извести и проч.

При этом дозы щелочи были установлены путем закладки предварительных опытов с компостами. К 100 г почвы, помещенной в стаканчике, прибавлялись различные количества раствора едкого натра и затем приливалась дистиллированная вода с таким расчетом, чтобы довести отношение почвы к воде до 1:2,5 и после 4-х дневного стояния определялось электрометрическим методом pH.

Исходя из полученных при этом предварительном опыте данных, были высчитаны количества едкого натра для установления определенных градаций pH в вегетационных сосудах, которые за время опыта несколько понизились.

Для большинства растений при этом опыте были взяты Митчерлиховские сосуды, вмещающие 6,5 и 7,5 кг воздушной сухой почвы. Лишь для томатов были взяты большие Митчерлиховские сосуды, вмещающие 24 кг почвы.

Набивка сосудов производилась с 25/V по 1/VI почвой, подсушенной до такого состояния, при котором ее можно было просеять через грохот с отверстиями 0,5 см.

Посев производился с 11/VI по 16/VI. При этом семена части опытных растений протравливались и проращивались. Для протравливания применялся 0,5% формалин, причем семена держались в формалине 3 минуты, после чего тотчас же промывались водопроводной водой до исчезновения запаха формалина.

Количество семян при посеве применялось различное, в зависимости от культуры и от качества семян. Через некоторое время после всходов, растения проре-

Таблица 6

Почва—тяжелый суглинок

Р а с т е н и е	Набивка	Обработка семян перед посевом		Глубина посева	Посев	Число высевных семян	Всходы	Время прорастания	Число оставшихся растений	Уборка
		протравливание	проращивание							
Лен	29/V	—	—	1,5	8/VI	40	15/VI	8/VI	20	30/VIII
Конопля	29/V	—	прораш.	1,5	16/VI	20	18/VI	3/VI	10	11/IX
Ячмень	28/V	протр.	„	1,5	12/VI	40	16/VI	20/VI	20	18/VIII
Вика + Овес	26/V	—	„	1,5	12/VI	20	15/VI	23/VI	10	19/VIII
	26/V	протр.	„	1,5	12/VI	20	15/VI	23/VI	10	19/VIII
Клевер	28/V	„	„	1,5	11/VI	60	13/VI	25/VI	25	18/VIII
Томаты	30/V	—	—	—	11/VI	1	—	—	1	8/X
Свекла	27/V	протр.	прораш.	2,0	13/VI	5	17/VI	4/VI	1	22/IX
Мак	1/VI	—	—	по поверхн.	29/VI	щепотка	2/VI	20/VIII	8	27/X
Лен по NaOH	31/V	—	—	1,5	12/VI	40	17/VI	15/VI	20	30/VIII
Вика + овес по NaOH	25/V	овес протр.	прораш.	1,5	12/VI	20 + 20	15/VI	23/VI	10 + 10	19/VIII
Райграсс	посев по ячм.	—	—	посев по пов.	10/VIII	щепотка	22/VIII	26/IX	25	28/X

живались, причем количество оставляемых растений в сильной степени колебалось, в зависимости от специфических особенностей культуры.

Поливка в течение вегетационного периода производилась дистиллированной водой. При этом первое время после посева (около 10 дней) почва поддерживалась лишь в достаточно влажном для прорастания семян и развития молодых растений состоянии, а в дальнейшем при поливке вода приливалась до полного увлажнения почвы сосуда и появления жидкости в поддоннике.

Для посадки томатов применялась та же рассада сорта „Король ранних“, что и при полевом опыте в совхозе Отрадное, причем в каждый сосуд высаживалось только одно растение. При заготовке рассады было обращено особенное внимание на то, чтобы подобрать растения, по возможности, одинаковые по величине и по крепости.

При этом опыте была оставлена серия сосудов без растений (компосты), охватывавшая все комбинации схемы. С этими сосудами во время опытов проделывались все те операции, что и с сосудами с растениями.

Важнейшие данные, имеющие отношение к посеву и уходу за растениями в течение вегетационного периода и к уборке приведены на прилагаемой таблице 6.

В течение вегетационного периода развитие льна шло нормально, причем уборка была произведена в стадии желтых коробок для большинства растений.

Конопля в течение вегетационного периода также развивалась вполне нормально. Отношение мужских растений к женским колебалось в пределах 6—4, 4—6. Урожай был убран в такой стадии вегетации, когда часть семян еще не вполне созрела. Поэтому учитывался лишь общий урожай.

Мак развивался нормально лишь в сосудах с известью. В сосудах с почвой без удобрений, из-за слишком высокой кислотности урожай мака получился ненормально низкий, в сосудах с NPK без извести растения хотя и взошли дружно, но затем стали хиреть и в середине августа погибли совсем.

Ячмень развивался вполне нормально и был убран в стадии полной спелости.

В вико-овсяной смеси в сосудах с NPK вико заглушалась овсом и дала ненормально низкие урожаи. В сосудах без удобрения и с одной известью эти явления заметным образом не проявились. Овес же развивался нормально.

Клевер красный развивался хорошо и дал два укоса. Первый раз клевер был убран в середине августа в стадии производственной зрелости, вначале побурения цветочных головок. Вторая уборка клевера была произведена в конце октября в несколько более ранней стадии развития.

Томаты были пущены в два ствола и развивались нормально, но дали довольно большие расхождения между параллельными сосудами. Во все сосуды с NPK с известью и без извести этой серии сосудов во время цветения томатов было внесено дополнительное удобрение с целью обеспечить растения достаточным количеством питательных веществ во время завязывания и развития плодов. Это дополнительное удобрение было внесено из расчета 0,65 г P_2O_5 и 0,7 г K_2O на сосуд в виде соответствующих растворов суперфосфата и калийной соли путем поливки почвы

В течение вегетационного периода в фильтрате из поддонников сосудов с растениями и с компостами систематически определялось pH колориметрическим методом, в среднем через каждые 15 дней.

Результаты этих анализов показали, что в колебаниях pH в фильтрате поддонников, которые были довольно значительны, никакой ясно выраженной закономерности не наблюдалось.

После уборки урожая, из всех сосудов были взяты пробы почвы и после доведения до воздушно-сухого состояния подвергнуты анализу. При этом во всех почвенных образцах определялось pH в водной суспензии, в почвах сосудов с компостами, с ячменем и со свеклой, кроме того: pH в солевой вытяжке (KCl) электрометрическим способом, содержание Са в водной вытяжке объемным методом, содержание поглощенного кальция по методу Геринга, гидролитическая кислотность по методу Каппена, сумма поглощенных оснований по методу Каппена-Гильковица. Кроме того, при этом вычислялась степень насыщенности основаниями по содержанию поглощенных кальция и магния и гидролитической кислотности.

Само собой разумеется, что применяя для определения гидролитической кислотности метод Каппена в известкованных почвах, мы не ожидали получить особенно точных результатов в отношении абсолютных значений соответствующих величин. Однако несмотря на неточность этих методов, при работе с известковыми почвами мы применили их при нашей работе потому, что полученные при этих исследованиях неточные результаты все же дали нам возможность сопоставить между собой различные сельскохозяйственные растения по отношению к гидролитической кислотности и степени насыщенности почв основаниями.

Кроме того, в целях выяснения влияния извести на качество урожая, в части сосудов этого опыта исследовались продукты урожая. При этом были произведены следующие определения: у льна в стеблях определялся выход волокна методом Бредемана и измерялась продуктивная длина и диаметр стебля, а в семенах определялся жир по методу взвешивания сухого остатка после экстрагирования жира эфиром. У конопли — в стеблях волокно, а в семенах жир теми же методами, что и у льна. В зерне и в соломе ячменя, овса и вики и в общем урожае клевера и райграсса определялось содержание сырого протеина по методу Кьельдаля. В плодах томатов определялась общая кислотность путем титрования растительного сока, полученного путем прессования плодов, актуальная кислотность в мякоти плодов электрометрическим путем, содержание инвертного сахара по методу Макса Мюллера и содержание сырого протеина в сухом веществе плодов по методу Кьельдаля, в свекле — содержание общего и инвертного сахара методом Макса Мюллера в корнях (в мякоти) и азота в ботве (в сухом веществе).

Данные, полученные при учете урожая и исследовании почвенных образцов и продуктов урожая этого опыта, приводятся на прилагаемых ниже таблицах и будут рассмотрены вместе с соответствующими данными других опытов.

Повторность в большинстве случаев была двукратная и трехкратная, а в нескольких случаях и четырехкратная.

Представление о схеме этого опыта и повторности для различных растений дает следующая таблица 7.

СХЕМА
II-го вегетационного опыта
Легкая супесь

Таблица 7

Культуры	Повторность сосудов								
	Дозы извести в долях гидролитической кислотности								
	Без удобрений		Ф о н / NPK						
	0	1/1	0	1/3	2/3	1/1	2/1	4/1	6/1
Лен	3	3	3	2	2	3	2	2	3
Конопля	3	3	4	3	3	4	3	3	4
Ячмень	2	2	3	2	2	3	2	2	3
Вика + овес	2	2	3	2	2	3	2	2	3
Клевер	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Томаты	3	3	4	3	3	4	3	3	—
Свекла	3	3	4	3	3	4	3	3	4

Так же, как первый, второй опыт был поставлен с Митчерлиховскими сосудами, причем для большинства растений были взяты сосуды обычного размера, вмещавшие 7 кг почвы Люберецкого опытного поля, а для томатов сосуды большего размера, вмещавшие 14 кг почвы.

Набивка сосудов, посев, уход за растениями во время вегетационного периода и уборка при втором опыте производились так же, как и при первом. При этом семена были взяты те же, что и при первом опыте, и таким же способом протравливались и проращивались. На следующей ниже таблице 8 приведены важнейшие сведения относительно посева, ухода за растениями в течение вегетационного периода и уборки при втором опыте.

При втором опыте лен в течение вегетационного опыта в сосудах с известью развивался хорошо и нападение блошки, имевшее место вскоре после появления всходов, заметным образом на развитии растений не отразилось. Растения же в сосудах с почвой без удобрения и с NPK без извести, вследствие избыточной кислотности сильно отстали в росте и листья их, в противоположность растениям на известкованной почве, имели бледно-желтую окраску, причем у растений сосудов с NPK это явление было выражено сильнее, чем у растений сосудов без удобрений.

Надо отметить, что при втором опыте с легкой супесчаной почвой Люберецкого опытного поля, обладающей значительно меньшей буферной способностью, чем тяжелый суглинок совхоза Отрадное, взятый для первого опыта, не только в данном случае у льна, но и у всех других опытных растений отрицательное действие избыточной почвенной кислотности проявилось значительно ярче, чем при первом

Таблица 8

Легкая супесь

Растение	Набивка сосудов	Обработка семян перед посевом		Глубина посева в см	Время посева	Сколько семян высеяно	Всходы	Время прорезывания	Число оставшихся растений	Уборка
		протравливание	проращивание							
Лен	29/V—4/VI	—	—	1,5	15/VI	40	17/VI	20/VII	25	8/IX
Конопля	29 VI	—	проращ.	1,5	16/VI	20	19/VI	9/VII	8	19/IX
Ячмень	31/V	протр.	„	1,5	13/VI	40	16/VI	23/VI	20	20/VIII
Вика + овес	31/V	—	„	1,5	26/VI	40	29/VI	20/VII	20	22/VIII
Клевер	21/V—8/VI	протр.	„	1,5	27/VI	40	30/VI	1/VIII	20	28/IX
Томаты	7/VI—13/VI	—	—	—	14/VI	1	Рас-сада	—	1	10/X
Свекла	29/V—5/VI	—	проращ.	2	16/VI	3	19/VI	29/VI	1	11/X

опыте, хотя по актуальной кислотности обе почвы мало отличались друг от друга: почва совхоза Отрадное pH 5,4, почва Люберецкого опытного поля pH 5,5.

Конопля так же, как и лен, развивалась нормально в сосудах с известкованной почвой, а в сосудах с почвой без извести растения заметно отстали в росте, особенно в сосудах с NPK без извести, в которых растения стали сохнуть, а листья почернели, скрутились и отпали. Конопля была убрана в стадии развития, когда семена еще не вполне созрели. Поэтому учитывался лишь общий урожай конопли.

Ячмень в большинстве сосудов развивался вполне нормально и был убран в стадии полной спелости. Исключение составляли растения в сосудах с NPK без извести, которые имели угнетенный вид с пожелтевшими преждевременно листьями и сохли, а колосья этих растений содержали значительно меньше зерен (10 — 12), чем колосья растений других сосудов.

В серии сосудов с вико-овсяной смесью овес во всех сосудах как с известкованной почвой, так и с почвой без извести развивался очень хорошо и не страдал от почвенной кислотности. Вика же заглушалась овсом и развивалась плохо. При этом в сосудах с неизвесткованной почвой растения сильно отстали в своем развитии от растений с известкованной почвой, что особенно ярко проявилось в сосудах с NPK без извести, в которых листья сильно почернели, засохли и растения почти погибли. По причинам технического порядка растения этой серии сосудов были убраны в зеленом состоянии, вследствие чего учитывался лишь общий урожай.

Клевер в большинстве сосудов развивался хорошо, хотя и был к концу вегетационного периода немного поражен мучнистой росой. Но в сосудах с NPK без извести растения развились ненормально слабо, достигли всего 51½ см высоты и имели в противоположность растениям сосудов с известкованной почвой желтоватую окраску. Растения сосудов с почвой без удобрений также имели несколько угнетенный вид. Уборка клевера была произведена в стадии производственной зрелости при начале побурения цветочных головок.

Развитие томатов при этом опыте отличалось своеобразным характером. В течение первой декады после посадки — растения имели крепкий, здоровый вид и начали давать вегетативные побеги и цветы. Затем наступило резкое изменение в их развитии, приостановился рост, нижние листья стали засыхать, скручиваться и отпадать, цветочные плети перестали цвести и также отпали. Кроме того, в сосудах с почвой без удобрений, с NPK без извести и с низшей дозой извести ($\frac{1}{3}$ дозы по гидролитической кислотности) наблюдался фиолетовый оттенок у листьев томатов который обычно объясняется недостатком фосфора. Однако это явление в наших опытах не наблюдалось у растений других сосудов, в которые было внесено столько же фосфора как в сосуды с одним NPK, и у растений сосудов с одной известью без NPK. Поэтому к данному случаю это обычное объяснение наличия фиолетовой окраски листьев томатов неприменимо, так как трудно себе представить, чтобы в результате мобилизации фосфорной кислоты в сосудах с известью без NPK накопилось больше фосфорной кислоты, чем было внесено в сосуды с NPK при постановке опыта ($1,5 \text{ г } P_2O_5$). Во всяком случае в наших опытах это явление скорее было связано с недостатком извести в почве и повышенной кислотностью, чем с недостатком фосфора. 13/VI в сосуды с NPK было внесено добавочное минеральное удобрение в количестве $0,7 \text{ г } P_2O_5$ и $0,7 \text{ г } K_2O$ на сосуд в виде тех же удобрений, что и при набивке сосудов. Болезненное состояние растений длилось около 15 дней, после чего растения постепенно окрепли, дали новые побеги, зацвели и с 25/VI стали давать плоды. При этом растения в сосудах с NPK без извести в течение всего вегетационного периода развивались очень плохо, имели угнетенный вид, почти засохли и дали только по одному плоду на каждое растение.

Свекла в сосудах с известью развивалась хорошо. В сосудах без удобрений и с NPK без извести через 5—6 дней после всходов растения стали отставать в своем развитии от остальных растений, а некоторое время спустя (около 2-х декад) совершенно перестали развиваться.

Томаты во втором опыте были пущены в один ствол, так как сосуды, взятые для томатов при втором опыте, были меньше, чем при первом (вместо 24 кг почвы вмещали всего 14 кг), а растения первое время после посадки чувствовали себя значительно хуже, чем при первом опыте.

При этом опыте так же, как и при первом опыте, в течение вегетационного периода один раз в декаду во всех сосудах с растениями и с компостами в фильтрате из поддонников производилось определение pH электрометрическим методом. В результате этих определений здесь так же, как и при первом опыте, никакой ясной закономерности в колебаниях pH в течение вегетационного периода не было замечено.

После уборки урожая были взяты образцы почв со всех сосудов как с растениями, так и с компостами для лабораторных исследований. После высушивания до воздушно сухого состояния во всех этих образцах было определено pH электрометрическим путем в водной суспензии; кроме того, в образцах почв из сосудов с ячменем и со свеклой pH в солевой вытяжке электрометрическим путем, и гидролитическая кислотность по методу Каппена, а в образцах почв из компостов: pH в солевой вытяжке электрометрическим методом и поглощенный кальций по методу Геринга.

Третий вегетационный опыт

Третий вегетационный опыт, как уже было выше отмечено, был поставлен с подзолистой почвой совхоза Клементьево, представляющей собой по механическому составу средний суглинок, и с торфяной почвой Коптевского болота.

При этом для части опыта с Клементьевской почвой применялись Митчерлиховские сосуды обычного размера, вмещавшие $5\frac{1}{2}$ кг этой почвы, и в качестве

опытных растений были взяты следующие культуры: красный клевер, кукуруза, овес и вика, причем последние два растения и в этом опыте были высеяны вместе в виде вико-овсяной смеси. Часть третьего опыта с Клементьевской почвой была поставлена по схеме: 1) без удобрения, 2) известь в дозе по полной гидролитической кислотности или 100% насыщенности основаниями, 3) NPK, 4) NPK + 36% доза извести по гидролитической кислотности или 70% насыщенности, 5) NPK + 73% доза извести по гидролитической кислотности или 85% насыщенности, 6) NPK + $\frac{1}{2}$ доза извести по гидролитической кислотности или 100% насыщенности, 7) NPK + $\frac{2}{1}$ доза извести по гидролитической кислотности, 8) NPK + $\frac{4}{1}$ доза по гидролитической кислотности. При этом известь вносилась в виде того же молотого известняка, а NPK в виде тех же минеральных удобрений по 0,5 г действующего вещества на сосуд, что и при первых двух опытах. Повторность была двухкратная и трехкратная.

Посев был произведен в общем так же, как и при первых двух опытах в течение 15 и 16 июня. Поливка производилась дистиллированной водой таким же способом, как при описанных уже выше опытах.

В вико-овсяной смеси в этом опыте вика также заглушалась овсом. Другие растения — овес, кукуруза и клевер развивались нормально.

Уборка клевера была произведена 19/VIII (в стадии цветения), вико-овсяной смеси — 20/VIII (в стадии полной спелости овса), кукуруза — 5/X (в начальной стадии образования початков).

Другая часть этого опыта с торфяной почвой была поставлена в обычных стеклянных сосудах в вегетационном домике ВИУА с коноплей, ячменем, вико-овсяной смесью и тимофеевкой по следующей схеме: 1) без удобрения, 2) известь по гидролитической кислотности, 3) NPK, 4) NPK + 28,5% доза извести по гидролитической кислотности или 40% насыщенности почвы основаниями, 5) NPK + 50% доза извести по гидролитической кислотности или 50% насыщенности, 6) NPK + 76% доза извести по гидролитической кислотности или 80% насыщенности, 7) NPK + $\frac{1}{1}$ доза извести по гидролитической кислотности или 100% насыщенности, 8) NPK + $\frac{1}{2}$ доза извести по гидролитической кислотности, 9) NPK + $\frac{2}{1}$ доза извести по гидролитической кислотности, 10) NPK + $\frac{4}{1}$ доза по гидролитической кислотности.

В серии сосудов с тимофеевкой известь вносилась еще в двух дозах (до 30% и до 70% насыщенности).

Кроме того, для выяснения вопроса о влиянии механического состава почвы на отношение растений к почвенной кислотности указанная выше схема проводилась также на торфяной почве, разбавленной песком.

Количество почвы в сосудах с коноплей и вико-овсяной смесью составляло 3 кг, с ячменем 3,8 кг и с тимофеевкой 1,75 кг (при влажности 191% к абсолютно сухой почве). Известь в сосудах этой части опыта с торфяной почвой вносилась в виде чистой извести, просеянной через сито $\frac{1}{4}$ мм и содержащей Са в форме Са (ОН)₂ = 39% и форме СаСО₃ = 10%. С целью избежать вредного действия извести в результате нарушения оптимального соотношения между Са и Mg (согласно теории ак. К. К. Гедройца), которое может иметь место при известковании сильно кислых почв, кроме одной извести в торфяную почву вносился также углекислый магний из расчета $\frac{Ca}{Mg} = \frac{4}{1}$ (т. е., примерно, в таком соотношении, в каком катионы Са и Mg часто содержатся в поглощающем комплексе неизвесткованных почв). Для NPK были взяты те же удобрения, что и при других опытах, о которых говорилось уже выше, в количестве 0,5 г действующего вещества на сосуд.

Посев растений в сосудах с торфяной почвой был произведен, в общем, таким же образом, как и при других опытах, описанных выше: конопля 14/VI, ячменя 15/VI, вико-овсяной смеси 26/VI и тимофеевки 29/VI. Поливка производилась

Таблица 9

СХЕМА
IV-го вегетационного опыта
Суглинок тяжелый

Дозы извести в долях гидролитической кислотности	Повторность сосудов								
	Без удобрений		Фон NPK						
	0	1/1	0	1/3	2/3	1/1	2/1	4/1	6/1
Культуры									
Пшеница	2	2	3	2	2	3	2	2	3
Ячмень	2	2	3	2	2	3	2	2	3
Горох	2	2	3	2	2	3	2	2	3
Вика+овес	2	2	3	2	2	3	2	2	3
Гречиха	2	2	3	2	2	3	2	2	3
Горчица	2	2	3	2	2	3	2	2	3
Ежа сборная	2	2	3	2	2	3	2	2	3
Лисохвост	2	2	3	2	2	3	2	2	3
Рожь	2	2	3	2	2	3	2	2	3
Подсолнух	4	4	4	4	4	4	4	4	4

Набивка сосудов, посев, уход за растениями в течение вегетационного периода и уборка при этом опыте производились, в общем так, как это описано выше при первом вегетационном опыте группы извести ВИА. Важнейшие данные об этих операциях приведены ниже на таблицах 10 и 11.

Таблица 10

Растение	Набивка сосудов	Обработка семян перед посевом		Время посева	Сколько семян		Всходы	Время прореживания	Уборка
		Протравливание	Прореживание		Высеяно	Оставлено			
Пшеница	5/VI	протрав.	прореж.	13/VI	30	20	15/VI	22/VI	1/IX
Ячмень	7/VI	"	"	13/VI	30	20	15/VI	23/VI	29/VIII
Горох	8/VI	"	"	15/VI	20	8	17/VI	19/VI	28/VIII
Вика+овес	10/VI	протрав. овес	"	15/VI	20+20	10+10	18/VI	27/VI	5/IX
Гречиха	9/VI	—	"	15/VI	15	5	19/VI	27/VI	15/VIII
Горчица	15/VIII	—	"	15/VIII	35	25	17/VIII	25/VIII	20/IX

дистиллированной водой из расчета 75% от полной влагоемкости почвы (полная влагоемкость 336% к абсолютно сухой почве). Уход за растениями в течение вегетационного периода производился как обычно. Уборка конопли была произведена 15/IX (в стадии созревания), ячменя 16—17/VIII, вико-овсяной смеси — 30/VIII, тимофеевки — 29/VIII (в стадии колошения) с учетом общей массы урожая.

При третьем вегетационном опыте так же, как при первых двух, производились определения pH в фильтрате из поддонников колориметрическим методом и аналитические исследования образцов почв, взятых из сосудов после уборки растений.

При этом в образцах почв определялось pH в водной суспензии и в солевой вытяжке элетрометрическим путем, гидролитическая кислотность по методу Каппена, поглощенный кальций по методу Ярусова. На основании данных, полученных при определении гидролитической кислотности и поглощенного кальция в образцах почв после уборки урожая и содержания поглощенного магния в почве до опыта вычислялась степень насыщенности почвы основаниями.

Четвертый вегетационный опыт.

При Северном зерновом научно-исследовательском институте в 1932 году, на договорных началах с ВИА, руководителем сектора химизации О. К. Кедровым-Зихман вместе со старшим научным сотрудником В. А. Корчагиной также была выполнена работа с целью выяснения отношения сельскохозяйственных растений, главным образом зерновых культур, к известкованию в связи с почвенной кислотностью и степенью насыщенности почв основаниями. Работа эта состояла из вегетационных опытов и связанных с этими опытами лабораторных исследований.

Вегетационные опыты были поставлены с двумя подзолистыми почвами — с тяжелым суглинком совхоза Отрадное, с которым был поставлен первый вегетационный опыт группы извести ВИА для увязки обоих опытов, и со средним суглинком Лихоборского участка опытного поля Зернового института. Как видно из приведенной выше таблицы 4, эти почвы отличались друг от друга не только по механическому составу, но и по химическому составу, в частности — по значениям отдельных форм почвенной кислотности и степени насыщенности основаниями. В качестве опытных растений при этом опыте были взяты следующие: 1) яровая пшеница, 2) ячмень (Винер), 3) овес (А 315), 4) вика, 5) горох (Виктория), 6) гречиха, 7) подсолнечник (масличный), 8) горчица, 9) рожь озимая, 10) лисохвост, 11) ежа сборная. При этом, так же, как и при других вегетационных опытах, о которых говорилось выше, овес и вика были высеяны вместе в виде вико-овсяной смеси.

Вегетационные опыты Зернового института были поставлены по такой же схеме, как первые два вегетационных опыта группы извести ВИА, причем все удобрения — известь и NPK — вносились в виде тех же форм и в таких же количествах, как при этих опытах.

При этих опытах также применялись Митчерлиховские сосуды, причем для подсолнечника были взяты большие сосуды, вмещавшие 24 кг почвы, а для остальных растений сосуды обычного размера, вмещавшие 7,0 кг сухой почвы.

Повторность при этом опыте также была двукратная, трехкратная и четырехкратная, в зависимости от культуры и значения той или другой комбинации удобрений.

Данные о схеме и повторности сосудов приведены ниже на прилагаемой таблице 9.

Таблица 11

Растение	Набивка сосудов	Обработка семян перед посевом		Время посева	Сколько семян высеяно	Всходы	Время прорежив.	Число оставлен.
		Протравливание	Прореживание					
Рожь	—	протрав.	прореж.	10/IX	25	14/IX	5/V	10
Ежа сборная	—	"	"	20/VIII	40	5/IX	25/X	10
Лисохвост	—	"	"	20/VIII	40	2/IX	25/X	10
У б о р к а								
Рожь	—		29/VII		—	—	—	—
Ежа сборная	—		I укос— 5/VII		—	—	—	—
			II укос—10/IX		—	—	—	—
Лисохвост	—		I укос— 2/VII		—	—	—	—
			II укос—29/VII		—	—	—	—

Развитие пшеницы в течение вегетационного периода, в общем, шло нормально и более или менее одинаково в сосудах с обеими почвами. Имевшее место заболевание мучнистой росой на развитие растений заметным образом не отразилось, так как благодаря свободной расстановке сосудов это заболевание удалось быстро ликвидировать путем опыления серным цветом. Разница между дозами извести стала намечаться лишь в период выхода в трубку.

Ячмень развивался нормально на обеих почвах. Появлявшаяся тля своевременно убиралась и не повредила развитию растений.

В вико-овсяной смеси так же, как и при всех соответствующих опытах группы извести ВИУА, овес заглушил вику, в результате чего овес развивался нормально и дал хороший урожай, а вика развивалась ненормально.

Горох развивался хорошо на обеих почвах. Заболеваний никаких не было. Развитие зеленой массы гороха во всех сосудах шло дружно, равномерно и быстро, но цветение продолжалось месяц с лишним до самой уборки (с 24/VII по 27/VIII), в результате чего было убрано вместе с вполне созревшими лопатками довольно много зеленых.

Гречиха была высеяна лишь на одной почве—Лихоборского участка. Развитие гречихи шло нормально. Никаких заболеваний не было. До цветения гречиха развивалась медленно и достигла всего высоты около 10 см. В начале цветения (7/VII) гречиха стала быстро развиваться, причем растения сосудов без удобрения и с NPK без извести стали заметно отставать, но затем эта разница в развитии растений в сосудах с известкованной и неизвесткованной почвой в значительной степени сгладилась, главным образом, в результате интенсивного развития цветочных ветвей.

Развитие отдельных растений подсолнечника шло неодинаково, во многих сосудах опередившие в своем развитии растения угнетали отставшие в росте растения, в результате чего в ряде случаев наблюдалась резкая разница между отдельными растениями, независимо от схемы опыта. Но в общем, в боль-

шинстве случаев растения развились хорошо, а отмеченное отрицательное явление не помешало проявиться действию отдельных доз извести и NPK.

После уборки гречихи в освободившиеся сосуды с почвой совхоза Отрадное была посеяна 15/VIII горчица. Горчица развивалась нормально. Имевшее место нападение блохи не оказало заметного вреда развитию растений. Из всех взятых для этого опыта растений горчица проявила себя как наиболее отзывчивое на известкование растение. Действие извести ясно сказалось даже на всходах а при дальнейшем развитии растения в сосудах с почвой без извести и с низшими дозами извести сильно отстали; в сосудах же с NPK без извести растения почти погибли.

В сосуды с почвой Лихоборского участка после уборки гороха 10/IX была посеяна озимая рожь. При наступлении морозов сосуды с рожью были поставлены на зиму в подвал, где температура поддерживалась около 4—7° С. В этом подвале рост ржи окончательно не прекратился. Поэтому развившиеся этиолированные растения были срезаны и 23/III сосуды перенесены в другое помещение с температурой около 0° С.

10/IV сосуды были выставлены в вегетационный домик. Первое время, в связи с холодной температурой, растения развивались медленно. 10/IV в стадии начала колошения было внесено поверхностно дополнительное полное минеральное удобрение (NPK) в количестве 0,25 г действующего вещества на сосуд в виде соответствующих растворов тех же удобрений, которые вносились при набивке сосудов. Разница между различными дозами извести стала намечаться при выходе растений в трубку и вполне ясно выявилась во время колошения, причем растения при высоких дозах извести развивались значительно лучше, чем при низких. После выноса сосудов из подвала, развитие растений шло нормально. Никаких заболеваний не было. Убрана рожь была 29/VII в стадии полной спелости.

В сосудах из-под ячменя на обеих почвах был посеян лисохвост. При наступлении холодов сосуды были перенесены в подвальное помещение, в котором температура в среднем держалась около 4—7° С. В этом помещении лисохвост почти не развивался и в общем перезимовал хорошо. После выноса в вегетационный домик, а затем под сетку лисохвост, в общем, развивался нормально, — сначала в связи с холодами медленно, а затем, по мере повышения температуры, быстрее. 2/VII растения были убраны в стадии окончания цветения.

После уборки пшеницы в освободившиеся сосуды с обеими почвами была посеяна ежа сборная. Уход за этим растением, в общем был такой же, как за лисохвостом. В своем поведении в различных стадиях вегетации это растение также мало отличалось от лисохвоста. Уборка этого растения была произведена 2/VII в стадии производственной зрелости.

В течение вегетационного периода при этом опыте также во всех сосудах определялось pH в фильтрате из поддонников колориметрическим методом. В результате этих исследований было установлено, как и в опытах группы извести ВИУА, при каких значениях актуальной кислотности развивались в различных сосудах отдельные опытные растения. Какой-либо ясно выраженной закономерности в колебаниях pH в течение вегетационного периода не было обнаружено.

Так же, как при описанных выше опытах ВИУА, и при этом опыте после уборки растений были взяты образцы почв из сосудов для исследований аналитического характера. При этих исследованиях производились, в общем, те же определения, что и при лабораторных исследованиях, связанных с вегетационными опытами группы извести ВИУА—pH в водной суспензии, pH в солевой вытяжке, сумма поглощенных оснований, гидролитическая кислотность и вычисление на основании данных двух последних определений степени насыщенности основаниями.

Кроме того продукты урожая части сосудов этого опыта также подвергались аналитической обработке с целью выявления действия извести на качество урожая сельскохозяйственных растений.

КОНОПЛЯ (Торфяная почва Коптевского болота)



Рис. 1.

КОНОПЛЯ (Легкая супесь Люберецкого опытного участка)

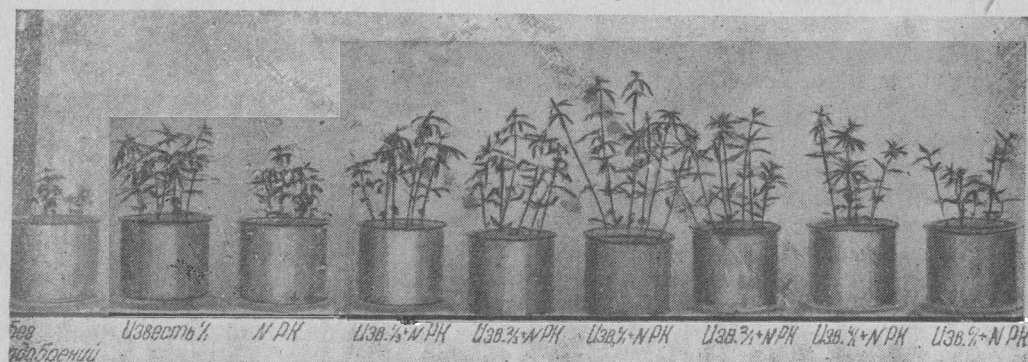


Рис. 2.

КОНОПЛЯ (Тяжелый суглинок совхоза „Отрадное“)



Рис. 3.

РОЖЬ (средний суглинок опытн. поля Т. с.-х. А.)

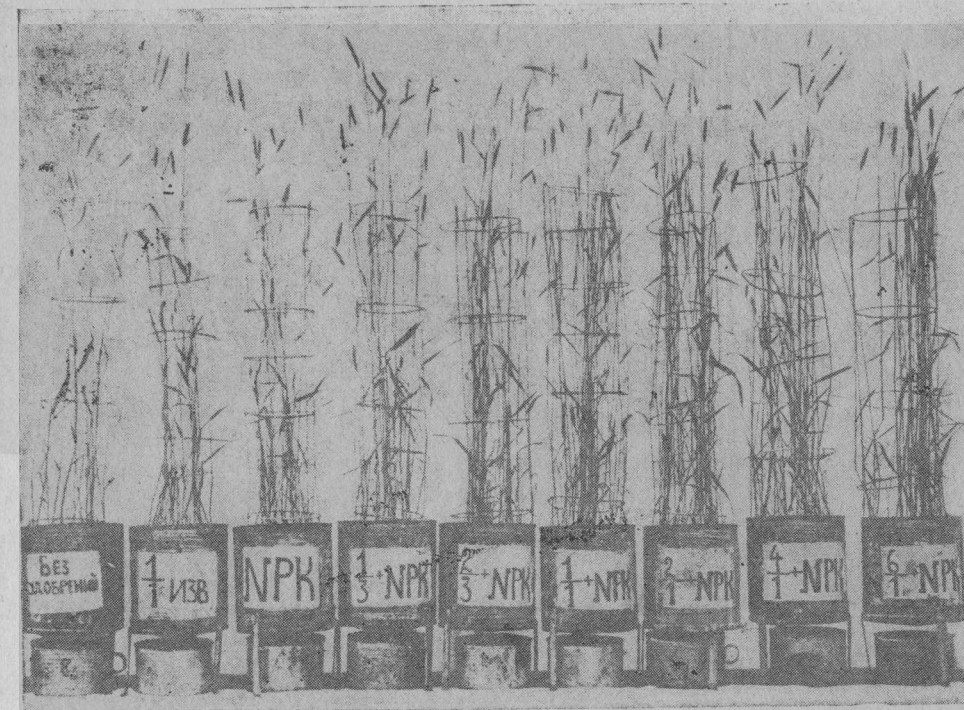


Рис. 4.

КЛЕВЕР КРАСНЫЙ (Тяжелый суглинок совхоза „Отрадное“)



Рис. 5.

II. Полевые опыты

Как уже было выше упомянуто, в состав настоящей работы входили также полевые опыты, поставленные на договорных началах с Овощным исследовательским институтом в совхозе Отрадное на том же тяжелом суглинке, который был взят

СВЕКЛА ЕГИПЕТСКАЯ (Легкая супесь Люберец. оп. поля)



Рис. 6.

для вегетационных опытов. Этих полевых опытов было три. Поставлены они были по следующей схеме, близкой к основной схеме вегетационных опытов: 1) без удобрения, 2) известь по однократной гидролитической кислотности ($1/1$), 3) NPK,

ГОРЧИЦА (средний суглинок опыт. поля Т. с.-х. А.)



Рис. 7.

4) $NPK + 1/1$ дозы извести по гидролитической кислотности, 5) $NPK + 1/2$ доза извести по гидролитической кислотности, 6) $NPK + 1/1$ доза извести по гидролит. кислотности, 7) $NPK + 2/1$ доза извести по гидролит. кислотности, 8) $NPK + 3/1$ доза извести по гидролитической кислотности.

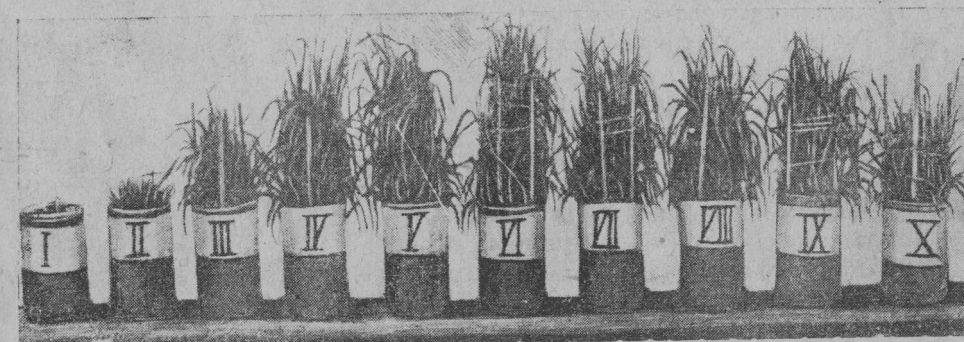
КУКУРУЗА (средний суглинок совхоза Клементьево, Московск. обл.)



0	изв. по гидр. к-ти	NPK	NPK + изв. 36% гидр. к-ти	NPK + изв. 73% гидр. к-ти	NPK + изв. 100% гидр. к-ти	NPK + изв. 200% гидр. к-ти	NPK + изв. 400% гидр. к-ти
---	--------------------	-----	---------------------------	---------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------

Рис. 8.

ТИМОФЕЕВКА (Торфяная почва Коптевского болота)



NPK + изв.: 0	18%	28%	50%	64%	76%	100%	150%	200%	— 400% гидр. к-ти
---------------	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------	-------------------

Рис. 9.

В качестве опытных растений были взяты: столовая свекла-египетская, томаты — „Король ранних“ и капуста „Слава“. Известь была внесена в виде того же молотого известняка, который был взят для вегетационных опытов. При этом норма извести, соответствующая однократной гидролитической кислотности, для участка со свеклой равнялась — 9,0 тонн, для участка с томатами — 8,5 тонн и для участка с капустой — 8,8 тонн.

Полное минеральное удобрение (NPK) применялось в виде кислого набора следующих форм удобрений: серно-кислого аммония, суперфосфата и сильвинита. При этом минеральные удобрения, входившие в состав NPK, вносились согласно нормам, принятым в хозяйстве под указанные культуры. Под свеклу они вносились из расчета на гектар: N — 60 кг, P_2O_5 — 60 кг, K_2O — 120 кг; под томаты: N — 60 кг, P_2O_5 — 90 кг, K_2O — 120 кг; под капусту: N — 90 кг, P_2O_5 — 90 кг, K_2O — 160 кг. Площадь делянок под свеклой и капустой составляла 750 м², а под томатами 500 м².

Все полевые работы проводились так же, как на производственных участках совхоза. Ниже отмечаются все важнейшие моменты проведения этих полевых опытов.

При опыте со свеклой.

- 1) Осенняя вспашка нови трактором.
- 2) Дискование весной — 12/V.
- 3) Внесение извести под фрезу.
- 4) Внесение минеральных удобрений конной сеялкой 25/V.
- 5) Посев конной сеялкой — 26/V.
- 6) Появление первых всходов — 4/VI.
- 7) Массовое появление всходов — 7/VI.
- 8) Разбивка корки после посева вручную — 12/VI.
- 9) Рыхление конным планетом — 8/VII, 9/VII.
- 10) Прорывка, посадка, прополка вручную — 10/VII, 15/VII.
- 11) Рыхление конным планетом — 23/VII.
- 12) Полка вручную — 2/VIII.
- 13) Рыхление конным планетом — 8/VIII.
- 14) Уборка — 20/IX — 21/IX.

При опыте с томатами.

- 1) Осенняя вспашка нови трактором.
- 2) Первое весеннее дискование — 13/V.
- 3) Внесение извести, второе весеннее дискование после внесения извести и боронование — 26/V.
- 4) Внесение минеральных удобрений — 4/VI.
- 5) Высадка рассады — 8/VI.
- 6) Посадка растений — 15/VI.
- 7) Начало цветения — 20/VI — 21/VI.
- 8) Массовое цветение — 25/VI — 28/VI.
- 9) Начало образования плодов — 6/VII — 7/VII.
- 10) Сбор плодов в стадии розовой спелости в пять сроков: 1-й сбор — 8/VIII; 2-й — 14/VIII; 3-й — 19/VIII; 4-й — 25/VIII; 5-й — 3/IX.

При опыте с капустой.

- 1) Осенняя вспашка нови трактором.
- 2) Вспашка весной после предварительного дискования — 15/V.
- 3) Внесение извести — 16/V — 17/V.

4) Внесение минеральных удобрений с 20/V — 21/V.

5) Высадка рассады — 22/V — 23/V.

6) Рыхление конным планетом — 2 раза в течение вегетационного периода.

7) Окучивание конным окучником один раз в течение вегетационного периода.

8) Уборка в три срока: 1 сбор — 21/VII, 22/VII; 2-й — 31/VII — 1/VIII; 3-й — 16/VIII.

С делянок полевых опытов в течение вегетационного периода и после уборки урожая брались пробы почв для аналитической обработки. Полученные при наших полевых опытах урожайные данные и результаты анализа почвенных образцов приводятся ниже вместе с данными вегетационных опытов при рассмотрении соответствующих культур.

Эти полевые опыты были проведены как общая работа обоих институтов, в которой со стороны Овощного института принимали участие следующие лица: ученый специалист Н. М. Родников, научный сотрудник Мейснер и аспирант Белкина.

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЫТОВ

Данные учета урожая вегетационных и полевых опытов, результаты лабораторных исследований образцов почв из сосудов после уборки урожая, образцов почв, взятых с делянок полевых опытов и растительных продуктов урожая всех трех вегетационных опытов группы извести ВИА и вегетационного опыта сектора химизации Северного зернового института приведены ниже на соответствующих таблицах.

ЛЕН.

Из данных учета урожая льна, приведенных на таблицах 12 А и Б и графике I, мы видим, что все дозы извести на обеих почвах значительно повысили

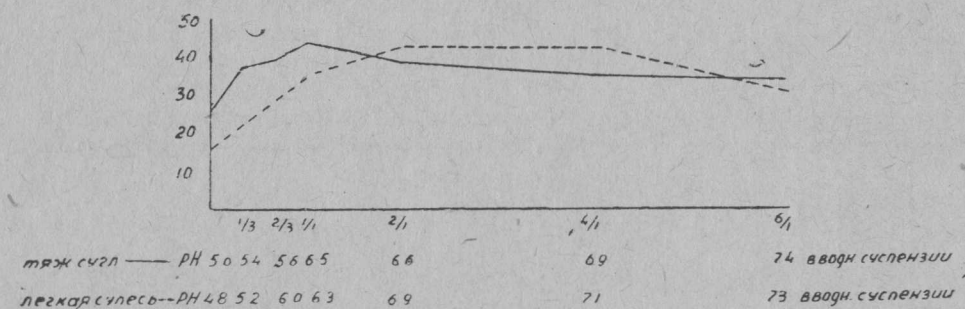


График I. Лен.

общий урожай, урожай соломы и урожай семени льна как на удобренном, так и на удобренном фонах.

При этом на фоне NPK по мере повышения доз извести повышаются также урожаи льна до определенного предела, а затем при дальнейшем увеличении доз извести, урожаи начинают постепенно понижаться, но и при самой высокой дозе извести, соответствующей шестикратной гидролитической кислотности, урожаи льна на обеих почвах выше, чем урожаи в сосудах с известкованной почвой.

Максимальное повышение общего урожая, урожая соломы и урожая семян

Таблица 12-А

Почва: тяжелый суглинок
Лен по CaCO_3

Урожайные и аналитические данные	Д о з ы и з в е с т и								
	Без удобрен.		NPK						
	0	1/1	0	1/3	2/2	1/1	2/1	4/1	6/1
Урожай общий в г	17,4	26,7	26,3	36,9	39,6	43,4	36,4	35,2	34,2
„ „ в %/о	100	155	151,7	211	227	250	209	209	196
Зерно в г	3,2	5,8	4,6	8,6	9,1	9,6	8,4	6,9	9,6
„ „ в %/о	100	184	143	270	285	308	263	218	302
Солома в г	12,3	17,1	18,1	23,1	24,6	26,8	22,6	20,1	20,9
„ „ в %/о	100	139	147	188	200	218	181	163	170
pH в водной суспензии	5,6	6,8	5,0	5,4	5,5	6,5	6,6	6,9	7,4
pH в фильтрате	6,9	6,9	6,0	6,2	6,4	6,8	7,2	6,9	7,5
Гидрол. кисл. в мил. экв. . . .	3,9	0,8	5,5	3,4	1,8	1,1	0,6	0,6	0,6
Степень насыщенности	47,9	93,0	47,2	65,2	82,2	89,6	95,7	97,3	98,2

Таблица 12-Б

Легкая супесь
Лен по CaCO_3

Урожайные и аналитические данные	Д о з ы и з в е с т и								
	Без удобрен.		NPK						
	0	1/1	0	1/3	2/3	1/1	2/1	4/1	6/1
Общий в г	22,4	34,6	15,8	21,8	28,6	34,6	42,6	41,8	31,0
„ „ в %/о	100	154	71	97	128	155	189	187	138
Зерно в г	4,1	5,5	0,8	2,9	4,8	6,3	5,8	5,1	3,9
„ „ в %/о	100	134	19	71	118	154	148	123	94
Солома в г	11,2	16,4	10,2	10,6	13,5	17,9	20,2	19,7	16,9
„ „ в %/о	100	146	91	95	120	159	181	176	150
pH в водной суспензии	5,6	6,6	4,8	5,2	6,0	6,3	6,9	7,1	7,3
Гидр. кисл. в мил. экв. . . .	6,2	1,0	7,1	6,0	3,8	2,1	0,9	0,8	0,8

Из данных аналитического исследования почвы на этой таблице 12 видно, что этим наибольшим урожаем соответствуют близкие значения рН в водной суспензии — 6,5 и 6,9 для общего урожая и урожая соломы. Близкие этим величинам значения актуальной кислотности для оптимальных доз извести были установлены также при ряде других вегетационных и полевых опытов, о чем можно судить по данным, приведенным в таблице 13.

Таблица 13

Optimum рН для развития льна на известкованной почве по данным различных опытов

	Дозы извести в долях гидролитической кислотности	рН
Горецкая с.-х. опытная станция (полевой опыт)	1,2	6,7
Витебская льняная зональная станция (полевой опыт)	0,5	7,0
Люберецкий оп. участок (полевой опыт)	0,5	6,7
ВИУА вегетационные опыты		
1) Тяжелый суглинок совхоза Отрадное	1,0	6,5
2) Легкая супесь Люберецкого оп. поля	2,0	6,9
3) Средний суглинок совхоза Клементьево	1,0	6,9
4) Суглинок Крюковского оп. участка	1,23	6,5
5) Средне оподзоленный суглинок Московской Зон. станции	1,67	6,6

основаниями для наибольшего общего урожая и урожая соломы при этом опыте для обеих почв близки между собой, подобно рН в водной суспензии, но для урожая семян льна — значительно расходятся.

Сопоставляя между собой приведенные на этой таблице величины рН в водной суспензии, гидролитической кислотности, степени насыщенности основаниями, полученные при анализе почвенных проб из сосудов после уборки урожая, мы видим, что действие извести в этом опыте более всего определяется величиной актуальной кислотности, так как по мере повышения доз извести, после оптимальной дозы, на обеих почвах имеет место повышение значений рН, в то время как цифровые значения гидролитической кислотности, степени насыщенности основаниями при этом очень мало меняются.

За это говорят также результаты, полученные в серии сосудов этого опыта с почвой совхоза Отрадное, где градации рН устанавливались не путем внесения извести, а путем прибавления к почве раствора едкого натра (см. таблицу 14).

Таблица 14

Почва: тяжелый суглинок
Лен по NaOH

Урожайные и аналитические данные	см ³ $\frac{2}{1}$ н. NaOH								
	Без удобрений		NPK						
	0	27,5	0	5,5	16,5	27,5	55,0	87,5	110,0
Урожай в г.	17,4	18,4	25,8	29,0	30,3	30,6	32,9	37,3	36
„ в ‰	100	106	143	167	174	176	189	214	201
Стеблей в г.	12,7	13,7	16,3	20,8	20,4	19,8	21	23,3	21,5

Останавливаясь на этой серии сосудов (с прибавлением раствора щелочи), следует обратить внимание на то обстоятельство, что здесь урожай льна в общем был несколько ниже, чем в сосудах с известью на той же почве, например, наибольший общий урожай 37,3 г вместо 43,4 г, но общая картина величины урожая в зависимости от градации значений актуальной кислотности, была такая же, как и у серии сосудов с молотым известняком.

Основываясь на результатах наших исследований и считая, как это обычно принято, что при pH в солевой вытяжке¹ 5,5 и выше обменная кислотность в почве отсутствует, можно принять, что при возделывании льна на большей части подзолистых почв, требующих известкования, наилучшими условиями в отношении почвенной кислотности для развития этого растения являются такие, когда в почве устанавливается pH в водной суспензии 6,3—6,9, отсутствует обменная кислотность и большая часть гидролитической кислотности, при степени насыщенности основаниями 75—85%.

Переходя далее к рассмотрению результатов полученных при морфологическом и химическом анализе продуктов урожая льна, приведенных ниже на таблицах 15 А и Б, мы видим следующую картину.

Почва: тяжелый суглинок
Льно-волокно и жир

Аналитические данные	Д о з ы и з в е с т и								
	Без удобрен.		NPK						
	0	1/1	0	1/3	2/3	1/1	2/1	4/1	6/1
Волокно: %/о содержание . .	14,62	14,97	14,35	14,63	14,42	14,93	13,60	12,20	12,19
„ абсол. содержание . . .	1,80	2,56	2,59	3,38	3,54	4,00	3,03	2,45	2,54
Жир: %/о содержание	37,20	36,54	37,20	—	38,04	38,64	—	38,65	37,97
„ абсол. содержание	1,18	2,13	1,70	—	3,44	3,79	—	2,68	3,65
Морфологический анализ льна									
Продуктивная длина стеблей .	75	68	71	74	76	68	68	55	66
Диаметр стеблей льна	1,57	1,61	1,73	2,02	2,07	1,90	1,87	1,71	1,67

Почва: легкая супесь
Морфологический анализ льна

Аналитические данные	Д о з ы и з в е с т и								
	Без удобрен.		NPK						
	0	1/1	0	1/3	2/3	1/1	2/1	4/1	6/1
Продуктивная длина стеблей в см	53,3	55,0	50,5	51,3	54,1	55,2	52,4	49,5	47,7
Диаметр стеблей в см	1,51	1,79	1,45	1,48	1,53	1,66	1,65	1,66	1,52

¹ О величине pH в солевой вытяжке можно судить по данным таблицы 66 А и Б для почвы без растений (компостов).

Под влиянием извести, внесенной в низких и умеренных дозах (ниже двойной по гидролитической кислотности), продуктивная длина и диаметр стеблей льна в большинстве случаев несколько увеличились. Лишь при самых высоких дозах извести наблюдается уменьшение продуктивной длины и диаметра стеблей льна и то не во всех случаях.

Выход волокна льна под влиянием известкования почвы при количествах извести, не превышающих дозы соответствующей однократной гидролитической кислотности, заметным образом не изменился. При более высоких дозах извести, выход волокна несколько понизился по сравнению с выходом волокна в растениях соответствующих сосудов без извести.

Абсолютное содержание волокна в урожае льна под влиянием извести, внесенной в дозах, не превышающих двойную гидролитическую кислотность, повысилось.

Процент жира в семенах льна под влиянием известкования заметным образом не изменился — на фоне NPK наметилась лишь слабая тенденция к повышению процентного содержания жира.

Абсолютное содержание жира в урожае семени льна под влиянием известкования во всех случаях заметно повысилось.

Под влиянием едкого натра (табл. 16), диаметр стеблей повысился лишь при градациях pH, начиная с 6,1, а продуктивная длина в большинстве случаев не изменилась.

На выход волокна в стеблях и процент жира в семенах льна ясно выраженного влияния щелочи на основании полученных нами данных нельзя установить (табл. 16).

Почва: тяжелый суглинок
Лен (волокно и жир) по NaOH

Аналитические данные	см ³ $\frac{2}{1}$ н. NaOH								
	Без удобрен.		NPK						
	0	27,5	0	5,5	16,5	27,5	55,0	87,5	110,0
Волокно: %/о содержание . .	14,64	14,66	13,90	12,76	12,59	14,76	15,32	11,20	20,26
„ абсол. содержание . . .	1,80	2,0	2,27	2,66	2,59	2,92	3,22	2,62	2,64
Жир: %/о содержание	37,20	36,11	36,59	—	35,40	34,78	36,98	37,44	37,14
„ абсолютное содержание .	1,18	1,05	1,64	—	1,58	2,09	2,30	2,43	2,0
Морфологический анализ льна									
Продуктивная длина стеблей .	75	78	73	72	72	72	72	72	60
Диаметр стеблей льна	1,57	1,47	1,61	1,66	1,63	1,72	1,75	1,81	1,69

В общем, из приведенных здесь данных исследования продуктов урожая льна мы видим, что действие едкого натра на морфологический и химический состав льна — на качество урожая — при данном опыте существенным образом не отличалось от действия извести. Это обстоятельство также говорит за то, что основным в действии извести на лен является нейтрализация почвенной кислотности, так как

в других отношениях, кроме понижения почвенной кислотности, оба эти вещества (известь и едкий натр) — по своему действию на почву и на растение резко отличаются друг от друга.

Заканчивая рассмотрение данных наших вегетационных опытов с известкованием почвы под лен, мы считаем необходимым обратить внимание на то обстоятельство, что полученные нами результаты в общем стоят в согласии с данными, полученными при ряде других вегетационных и полевых опытов не только в отношении влияния извести на урожай льна, но и на качество продуктов этого урожая — например, с данными, полученными аспирантом группы извести Захаровым (10), при обработке результатов вегетационного опыта, проведенного на почве Долгопрудного опытного поля с данными, полученными при полевом опыте, проведенном в 1929 году при Горькой сельскохозяйственной опытной станции (11), данными, полученными при опыте, проведенном в 1931 году при ряде зональных станций Института Ленного хозяйства, при опытах, проведенных Научным Институтом Удобрения (НИУ) на Люберецком опытном поле (12) и пр. (табл. 17 и 18).

Таблица 17

Последствие извести на урожай льна (полевой опыт Горькой с/х оп. станции).

Нормы извести	0	1,6 т (0,6 г. к.)	3,2 т (1,2 г. к.)	6,4 т (2,4 г. к.)	12,8 т (4,8 г. к.)	25,6 т (9,6 г. к.)
Солома в ц/га	17,1	19,7	20,5	16,8	11,1	2,8
„ в %/о	100	115	117	98	65	22
Семя в ц/га	4,9	5,2	6,4	4,6	2,3	0,8
„ в %/о	100	106	121	94	27	16
Волокно в %/о	14,2	15,8	17	16,2	15,1	15,5
pH	5,50	6,14	6,69	6,92	7,40	7,72

Таблица 18

Влияние последствие извести на урожай льна: почва ЛОУ

Схема опыта	Водная сусп.	Солевая сусп.	Общий вес в г. на сосуд	В %/о по отн. к контр.	Урожай зерна		Урожай соломы	
					В г на сосуд	В %/о к контр.	В г. на сосуд	В %/о к контр.
0	5,77	4,47	7,22	100	2,00	100	4,02	100
НРК	6,19	4,86	20,19	276,0	5,01	250	10,31	256,4
НРК + $\frac{1}{2}$ CaCO ₃ . .	6,65	5,33	25,88	358,4	8,05	402	12,93	309,2
НРК + $\frac{1}{4}$ CaCO ₃ . .	7,32	6,13	24,65	349,3	7,19	359,5	11,56	287,5
НРК + $\frac{2}{4}$ CaCO ₃ . .	7,36	6,17	21,87	306,0	6,15	307,5	9,57	236,5
НРК + $\frac{4}{4}$ CaCO ₃ . .	—	—	24,66	341,5	7,23	361,5	10,87	270,4
$\frac{1}{2}$ CaCO ₃	—	—	7,90	109,4	2,23	111,50	4,11	102,2
$\frac{1}{4}$ CaCO ₃	7,39	6,21	9,69	139,2	2,72	136,0	4,45	118,1
$\frac{2}{4}$ CaCO ₃	—	—	8,84	122,4	2,60	130	4,05	100,7
$\frac{4}{4}$ CaCO ₃	7,53	6,40	9,20	127,4	2,35	117,5	4,42	109,9

Из таблицы 17 мы видим, что известкование почвы (последствие извести) в опыте Горькой опытной станции оказало на урожай льна в общем такое же действие, как при наших опытах, а качество урожая льна, под влиянием извести при не слишком высоких дозах, заметно улучшилось.

Таким образом мы видим, что при полевом опыте Горькой опытной сельскохозяйственной станции при посеве льна третьей культурой известкование почвы в общем дало такую же картину, как при наших вегетационных опытах. Наиболее высокий урожай был получен при pH водной суспензии 6,7 при некотором повышении выхода волокна под влиянием известкования.

Такое согласие данных наших опытов с другими опытами говорит за то, что те положения, которые мы считаем возможным выдвинуть на основании полученных нами результатов, правильны.

Из наших данных, прежде всего, следует, что путем правильно проведенного известкования подзолистых почв с избыточной кислотностью можно при культуре льна добиться весьма значительного повышения урожая этого растения, не ухудшая качества его продукции (или даже повышая таковую) и создать условия, при которых минеральные удобрения дадут гораздо более высокий урожай, чем на неизвесткованных почвах.

На кислых подзолистых почвах не только нет никакого основания избегать применения известкования при культуре льна из-за „вредного“ действия извести, но, напротив того, в льноводческих совхозах и колхозах известкование подзолистых почв с повышенной кислотностью должно найти широкое применение, как одно из основных мероприятий по коренному улучшению агрономических свойств этих почв и повышению урожайности социалистических полей, так как вредное действие извести проявляется лишь при неправильном проведении этого мероприятия. В настоящее время, когда в результате ряда мероприятий партии и правительства по поднятию сельского хозяйства СССР, среди которых особенно важное значение имеет организация политотделов при совхозах и МТС, мы имеем определенный сдвиг в улучшении агротехники в совхозах и колхозах — вполне возможно правильное проведение известкования в льноводческих хозяйствах, при котором исключена возможность проявления вредного действия извести.

Основываясь на данных, полученных при наших вегетационных опытах и лабораторных исследованиях при сопоставлении их с данными других опытов с известкованием почвы под лен и данными практики известкования почвы при культуре льна в различных хозяйствах, можно дать объяснение имеющих нередко место случаев вредного действия извести при возделывании льна.

Из данных этих опытов мы видим, что в условиях вегетационного опыта при хорошем перемешивании извести с почвой наибольшие урожаи льна получаются при pH—6,5—6,9, устанавливающихся при дозах извести, соответствующих одной-двукратной и двойной гидролитической кислотности и даже при более высоких дозах, при которых в практике сельского хозяйства мы нередко встречаемся с вредным действием извести при возделывании льна, особенно при непосредственном внесении извести под лен. Такую разницу в действии извести в условиях вегетационного опыта и в полевых условиях можно объяснить менее совершенным перемешиванием извести с почвой в полевых условиях, чем в вегетационном сосуде. При плохом перемешивании с почвой извести, внесенной даже в оптимальной дозе, в поле создается чрезвычайно пестрая картина в отношении актуальной кислотности. Рядом с местом с оптимальным значением pH в нескольких сантиметрах от него и даже ближе могут находиться точки, в которых величина pH будет значительно ниже или выше оптимума. В результате этого на таком поле, где известь плохо перемешана с почвой, урожай льна может быть пониженный и пестрый. Пестрота в отношении развития растений действительно — если не всегда, то во всяком случае очень часто — наблюдается в полевой обстановке при вредном действии извести

на лен. Соответственно этому, основным приемом в борьбе с вредным действием извести должно являться отодвигание времени посева льна от момента внесения извести, чтобы дать возможность извести хорошо перемешаться с почвой пахотного горизонта, в результате обработки почвы под предшествующие льну культуры, возделываемые после известкования почвы. В виду этого, как правило, лен следует сеять не раньше, чем третьей культурой после известкования почвы.

Перенесение центра тяжести, в борьбе с вредным действием извести при культуре льна, на уменьшение дозы извести нельзя признать целесообразным, так как и при низких дозах извести без отодвигания времени посева льна от момента внесения извести — хотя и в меньшей степени, чем при высоких — может иметь место пестрота в отношении величины рН в поле, при которой будут встречаться и величины рН, значительно более высокие, чем оптимальные, хотя и несколько реже, чем при внесении высоких доз извести. Следовательно, одно уменьшение дозы извести без отодвигания срока посева льна от момента внесения извести не может дать гарантии против вредного действия извести и в то же время значительно ухудшает условия развития других культур, занимающих видное место в льняных севооборотах, для которых оптимальными являются более высокие дозы извести — клевер, зерновые культуры. Поэтому мы считаем целесообразным применять при возделывании льна дозы извести, соответствующие $\frac{3}{4} - \frac{1}{1}$ гидролитической кислотности с тем, чтобы, как это уже было выше отмечено, сеять лен не раньше, чем третьей культурой после внесения извести.

Но лучше всего устанавливать дозу извести при возделывании льна (так же, как при возделывании других культур) не по гидролитической кислотности, а по кривым титрования, внося известь в почву в таких количествах, при которых устанавливается реакция среды, соответствующая рН в водной суспензии около 6,5.

Сопоставляя данные урожая льна, соответствующие сосудам без удобрения (0), с одной известью (1/1), с NPK и с NPK + доза извести по гидролитической кислотности (1/1), мы видим, что при совместном внесении извести и минеральных удобрений действие извести на обеих почвах значительно усилилось. Действие минеральных удобрений при этом на тяжелом суглинке почвы совхоза Отрадное также значительно усилилось, а на легкой супеси Люберецкого опытного поля со слабо выраженной буферной способностью имевшее здесь место отрицательное действие полного минерального удобрения заменилось сильно выраженным положительным действием. При этом необходимо отметить, что при наших опытах лен проявил себя среди других опытных растений как культура, при которой на известкованной почве эффективность минеральных удобрений (кислый набор NPK) повышается сильнее, чем при возделывании большинства других растений.

Поэтому для рационального использования тех громадных количеств минеральных удобрений, которые наша химическая промышленность даст в течение второй пятилетки сельскому хозяйству СССР для химизации социалистических полей, весьма значительная часть которых пойдет в льноводческие совхозы и колхозы, крайне важно своевременно провести известкование подзолистых почв с избыточной кислотностью в льноводческих хозяйствах, а не откладывать проведение этого мероприятия в этих хозяйствах в последнюю очередь.

Сопоставляя между собой указанные выше данные наших опытов относительно действия извести и минеральных удобрений, интересно отметить, что они очень наглядно показывают, насколько плодородие почвы зависит от воздействия человека, вооруженного достижениями современной техники, и, в данном случае, от химизации почвы. Мы видим, что без внесения удобрений при культуре льна Люберецкая почва дает более высокий урожай льна, чем почва Отрадного — 22,43 г на сосуд против 17,43 г. При внесении же минеральных удобрений более высокий урожай дает уже почва Отрадного, — 26,27 г против 15,84 г урожая на

Люберецкой почве. А при совместном внесении извести и минеральных удобрений обе почвы уравниваются и дают близкие по величине урожаи. Почва Отрадного дает урожай в 43,40 г, почва Люберецкого участка в 42,55 г на сосуд.

КОНОПЛЯ.

Из данных, полученных при учете урожая конопли, приведенных на таблицах 19—А, Б и В рис. 1, 2 и 3 (стр. 42) и на графике II, мы видим, что урожай сосудов с известкованной почвой во всех случаях как на удобренном, так и на неудобренном фоне значительно выше урожая сосудов с почвой без извести. При этом на фоне полного

Таблица 19-А

Конопля Почва: тяжелый суглинок

Урожайные и аналитические данные	Д о з ы и з в е с т и								
	0	1/1	NPK						
			0	1/3	2/3	1/1	2/1	4/1	6/1
Общий урожай в г	8,2	22,0	18,0	24,7	26,2	27,2	38,7	38,4	41,6
„ „ в %/о	100	284	221	303	319	333	474	471	484
рН в водной суспензии	5,7	6,7	4,8	5,7	6,2	6,3	7,1	7,3	7,3
рН в фильтрате	6,1	7,1	5,2	6,0	6,0	6,6	7,3	7,5	7,4
Гидролитическая кислотность в м. экв.	3,9	0,8	5,5	3,4	1,8	1,1	0,6	0,6	0,6
Степень насыщенности	47,9	93,0	47,2	65,2	82,2	89,7	95,7	97,3	98,2

Таблица 19-Б

Конопля Почва: легкая супесь

Урожайные и аналитические данные	Д о з ы и з в е с т и								
	0	1/1	NPK						
			0	1/3	2/3	1/1	2/1	4/1	6/1
Общий урожай в г	3,4	10,4	1,7	6,7	22,5	27,1	29,6	28,0	28,5
„ „ в %/о	100	304	50	197	651	794	871	819	833
рН в водной сусп.	5,2	6,6	4,4	5,1	5,7	6,3	7,0	7,4	7,5
Гидролитическая кислотность в м. экв.	6,2	1,0	7,2	6,0	3,8	2,1	0,9	0,8	0,8
Степень насыщенности	39,9	85,6	36,5	44,3	57,9	72,8	87,6	87,8	87,8

Таблица 19-В

Конопля

Почва: торфяная почва Коптевского болота

Урожайные и аналитические данные	Д о з ы и з в е с т и в ‰								
	Без удобрения		NPK						
	0	100	0	28	50	76	100	150	200
Урожай воздушно- сухой массы									
Общий в г	—	14,5	—	19,7	19,0	27,3	29,3	30,8	—
„ в ‰	—	74	—	100	97	139	149	156	—
pH водной сусп.	—	—	3,6	4,5	4,8	5,9	6,5	7,3	—
pH солевой сусп.	—	—	3,0	3,8	4,3	5,4	6,2	7,0	—
Гидролитическая кислотность в м. экв. на 100 г почвы .	—	—	60	49	39	19	14	3	—
Степень насыщенности основа- ниями в ‰	—	—	16	31	45	73	80	96	—

минерального удобрения на тяжелом суглинке совхоза Отрадное, по мере повышения доз извести, урожай конопли в большинстве случаев возрастает вплоть до

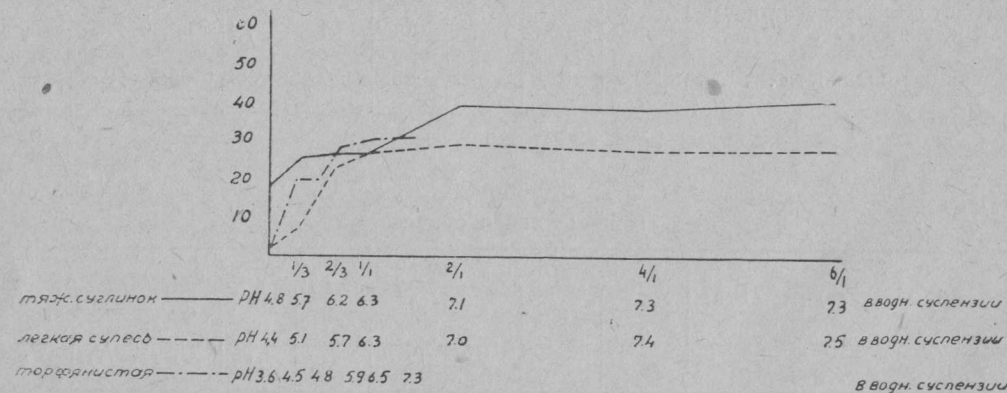


График II. Конопля.

самой высокой дозы, соответствующей шестикратной гидролитической кислотности включительно.

На легкой супеси Люберецкого опытного поля урожаи повышаются вплоть до двойной дозы по гидролитической кислотности включительно, а при дальнейшем повышении доз извести имело место небольшое — почти в пределах ошибки опыта — падение урожаев. На торфяной почве Коптевского болота урожаи конопли возрастают вплоть до самой высокой дозы извести, которой здесь, является доза, соответствующая двойной гидролитической кислотности. Поэтому о возможности

дальнейшего повышения урожая конопли путем внесения более высоких доз извести в серии сосудов с торфяной почвой мы не можем судить.

Сопоставляя между собой величины урожаев конопли на всех трех почвах с соответствующими данными наших аналитических исследований образцов почв и фильтрата из поддонников, мы видим, что здесь так же, как и при льне наибольшим урожаям соответствуют близкие значения pH в водной суспензии (7,3, 7,0 и 7,0), установившиеся в почве сосудов с наибольшим урожаем конопли в течение вегетационного периода, не смотря на резкую разницу в свойствах почв и в абсолютных количествах внесенной извести.

Между величинами гидролитической кислотности и степени насыщенности почв основаниями, установившимися в различных почвах при наибольших урожаях конопли, также не наблюдается значительных расхождений.

В отношении требований к почвенной кислотности на основании полученных нами данных коноплю следует отнести к группе растений, которые лучше всего развиваются при pH водной суспензии, равной 7,0 — 7,3, когда устранена не только вся обменная кислотность, но и почти вся гидролитическая кислотность при степени насыщенности основаниями 85 — 90%.

Что касается вопроса о совместном внесении в почву извести и минеральных удобрений, то из приведенных на этой таблице данных видно, что при совместном внесении извести и минеральных удобрений получились значительно более высокие урожаи, чем при внесении одной извести и одних минеральных удобрений. При внесении минеральных удобрений без извести взятые для опыта подзолистые почвы вели себя неодинаково: в то время как на тяжелом суглинке совхоза Отрадное NPK дало значительное повышение урожая, на легкой супеси Люберецкого опытного поля, напротив того, имело место понижение урожая. Соответственно этому на Люберецкой почве под влиянием известкования отрицательный эффект NPK заменился значительным положительным эффектом. На почве Отрадное при дозе извести, соответствующей однократной гидролитической кислотности, NPK дало на известкованной почве хотя и довольно значительное повышение урожая конопли, но меньшее, чем на неизвесткованной почве.

Данные, полученные при наших вегетационных опытах, конечно, не могут быть чисто механически распространены на полевые условия, особенно в количественном отношении, но во всяком случае они вполне ясно говорят нам, что при известковании подзолистых почв с повышенной кислотностью минеральные удобрения дают более высокие урожаи конопли, чем на неизвесткованных почвах.

Из данных аналитических исследований продуктов урожая конопли, приведенных на таблице 20, мы видим, что известкование почвы без внесения минеральных

Анализ конопли (волокно и жир)

Таблица 20

Почва: тяжелый суглинок

Аналитические данные	Д о з ы и з в е с т и								
	0	1/1	NPK						
			0	1/3	2/3	1/1	2/1	4/1	6/1
Волокно в 0/00									
Мужские стебли	12,2	12,8	12,2	11,8	14,5	14,5	16,2	14,8	14,4
Женские стебли	11,5	11,8	9,3	11,1	10,9	12,2	12,6	11,1	11,7
Жир в семенах конопли . . .	30,8	28,3	32,7	—	33,8	32,7	—	33,0	32,3

удобрений не повлияло заметным образом на процентное содержание волокна ни в матерке, ни в поскони, а на фоне NPK повысило процент волокна почти во всех случаях как в матерке, так и в поскони. Далее мы видим здесь, что на процентное содержание жира в семенах конопли известкование в общем заметным образом не повлияло.

Заканчивая рассмотрение полученных при наших опытах данных относительно действия извести на коноплю, мы считаем необходимым отметить, что эти данные стоят в согласии с результатами ряда полевых опытов.

В общем, на основании наших данных при сопоставлении их с данными других работ надо признать, что при возделывании конопли на подзолистых почвах с повышенной кислотностью известкование почвы должно сыграть крайне важную роль, как мероприятие, путем применения которого можно значительно повысить урожай конопли и улучшить качество продуктов ее урожая. При этом особенно важно заметить, что путем известкования почвы можно повысить урожай конопли при применении минеральных удобрений, которые наряду с органическими удобрениями должны найти широкое распространение в коноплеводческих совхозах и колхозах. Социалистические поля для успешного возделывания конопли должны быть окультурены. При этом окультуривании кислых подзолистых почв крупных социалистических коноплеводческих хозяйств известкование почвы должно сыграть особенно важную роль, так как без внесения в достаточном количестве извести не только нельзя устранить избыточную кислотность этих почв, но нельзя без этого также создать условий для накопления органического вещества в этих почвах и улучшить их физические свойства. На кислых торфяных почвах известкование почвы при возделывании конопли также должно найти широкое применение.

При известковании почвы под коноплю (как и под другие растения) крайне важное значение имеет вопрос о дозе извести, который для конопли нельзя считать вполне разрешенным.

Согласно данным наших опытов конопля не боится и самых высоких доз извести, вплоть до дозы, соответствующей шестикратной гидролитической кислотности и даже может дать при этой дозе на тяжелых почвах максимальный эффект.

Но как уже было отмечено, дальнейшее повышение количества извести выше дозы, соответствующей двойной гидролитической кислотности, согласно нашим данным может на легких почвах дать даже некоторое, хотя и небольшое, понижение урожая по сравнению с урожаем при дозе по двойной гидролитической кислотности, а на тяжелых почвах повышение урожая при дозах более высоких, чем доза по двойной гидролитической кислотности, получается лишь немного большее, чем при дозе извести по двойной гидролитической кислотности и поэтому не может себя экономически оправдать.

В общем, исходя из данных наших опытов, и принимая во внимание также результаты других исследователей, мы считаем возможным рекомендовать при известковании почвы под коноплю повысить дозу извести, обычно рекомендуемую для большинства с.-х. растений (по однократной гидролитической кислотности) до дозы, соответствующей двойной гидролитической кислотности. Но наиболее правильным мы считаем вносить под коноплю известь в таком количестве, при котором устанавливается рН около 7,0, основываясь при определении дозы извести на буферной способности почв.

ЯЧМЕНЬ.

Рассматривая таблицу 21 (А, Б, В, Г, Д) и график III с данными, полученными при учете урожая ячменя всех наших вегетационных опытов, мы видим, что известкование всех почв способствовало повышению общего урожая зерна, урожая соломы ячменя как на удобренном (NPK), так и на не удобренном фоне. При этом

Таблица 21-А

Ячмень Почва тяжелый суглинок (опыт I).

Урожайные и аналитические данные	Д о з ы и з в е с т и								
			NPK						
	0	1/1	0	1/3	2/3	1/1	2/1	4/1	6/1
Урожай общий в г	18,5	42,7	41,7	57,4	62,3	69,7	67,9	74,2	73,3
„ „ в %/о	100	230	225	310	336	377	367	401	396
Зерно в г	9,0	21,5	20,8	24,5	27,7	32,0	32,2	34,7	32,8
„ в %/о	100	224	218	256	288	335	337	363	345
Солома в г	9,0	21,2	20,9	32,9	34,6	37,7	35,7	39,5	40,5
„ в %/о	100	237	234	367	387	421	399	441	450
Отношение зерна к соломе .	1,07	1,01	0,82	0,75	0,80	0,85	0,90	0,88	0,97
рН в водной сусп.	5,7	6,6	5,3	5,8	6,1	6,3	6,5	7,0	1,7
рН в фильтрате	5,8	6,8	5,4	5,9	6,6	6,6	7,2	7,2	7,2
рН в солевой вытяжке	4,4	5,9	4,4	4,7	4,9	5,4	5,9	6,8	6,9
Гидролитическая кислотность в м. экв.	3,7	1,7	5,0	3,0	1,8	1,7	1,1	0,9	0,6
Степень насыщенности	52,2	85,9	51	70,2	83,0	85,8	92,7	91,2	98,2

Таблица 21-Б

Ячмень Тяжелый суглинок (опыт IV).

Урожайные и аналитические данные	Д о з ы и з в е с т и								
	Без фона NPK		Ф о н NPK						
	0	1/1	0	1/3	2/3	1/1	2/1	4/1	6/1
Общий урожай в г на сосуд	22,5	34,0	54,5	53,5	58,0	58,0	60,5	58,5	49,1
Общий урожай в %/о на сосуд	100	152	242	238	258	258	269	260	218
Зерна г	10,1	15,7	24,8	28,3	27,5	27,4	27,5	25,4	17,0
„ %/о	100	155	246	281	272	274	272	252	169
Солома г	12,4	18,3	29,7	25,2	30,5	30,6	33,0	36,0	32,0
„ %/о	100	153	245	209	246	247	267	301	258
Отношение зерна к соломе .	0,82	0,84	0,83	1,11	0,89	0,89	0,84	0,69	0,58
рН в водной сусп.	5,7	6,9	5,4	5,9	6,6	6,8	7,0	7,4	7,5
рН в фильтрате	5,8	6,8	5,2	6,2	6,4	6,6	7,1	7,4	7,5
Гидролитическая кислотность в м. экв.	3,92	0,77	5,49	3,36	1,31	1,09	0,65	0,65	0,65
Степень насыщенности	47,9	93,1	47,2	65,3	82,2	89,7	95,7	97,3	98,2

Таблица 21-В

Ячмень Средний суглинок (II)									
Урожайные и аналитические данные	Д о з ы и з в е с т и								
	Без фона NPK		Ф о н NPK						
	0	1/1	0	1/3	2/3	1/1	2/1	4/1	6/1
Общий урожай в г на сосуд	22,5	23,5	52,2	51,3	47,0	54,0	57,5	60,5	58,6
Общий урожай в %/о на сосуд	100	104	232	228	209	240	255	269	260
Зерно г	10,5	10,9	18,8	22,4	23,5	24,1	24,5	24,5	24,8
„ в %/о	100	104	179	212	223	230	233	233	236
Солома г	12,0	12,6	33,4	28,9	23,5	29,9	33,0	36,0	33,8
„ в %/о	100	105	278	240	195	248	275	299	281
Отношение зерна к соломе . .	0,87	0,98	0,57	0,77	1,0	0,81	0,74	0,67	0,73
pH в водной суспензии . . .	6,0	6,9	6,0	6,2	6,3	6,8	7,2	7,3	7,6
pH в фильтрате	6,1	6,9	5,7	6,2	6,5	6,6	6,9	7,1	7,2
Гидролитическая кислотность в м. экв.	1,80	0,60	2,20	1,1	0,86	0,62	0,60	0,43	0,43
Степень насыщенности . . .	78,5	95,5	77,1	87,7	89,9	94,0	95,4	97,5	98,3

Таблица 21-Г

Ячмень Почва: легкая супесь									
Урожайные и аналитические данные	Д о з ы и з в е с т и								
	Без фона NPK		Ф о н NPK						
	0	1/1	0	1/3	2/3	1/1	2/1	4/1	6/1
Урожай общий в г	18,4	27,9	9,6	40,6	42,2	42,6	51,2	57,3	48,1
„ „ в %/о	100	152	52	221	229	231	278	311	261
Зерно в г	6,0	12,1	3,4	18,4	19,6	19,8	20,5	22,7	18,9
„ в %/о	100	202	58	307	327	330	342	380	315
Солома в г	12,4	15,8	6,2	22,2	22,6	22,8	30,7	34,6	29,2
„ в %/о	100	127	49	178	181	183	246	276	233
Отношение зерна к соломе . .	0,48	0,76	0,47	0,82	0,86	0,86	0,66	0,89	0,69
pH в водной суспензии . . .	5,7	6,8	4,9	5,6	5,9	6,6	7,2	7,3	7,4
pH в солевой вытяжке	4,9	6,5	4,6	5,0	5,7	6,3	6,9	7,2	7,3
Гидролитическая кислотность в м. экв.	4,3	1,0	5,4	4,0	2,6	1,5	0,6	0,5	0,5
Степень насыщенности . . .	39,9	85,6	36,5	44,3	57,9	72,8	87,6	87,8	87,8

Таблица 21-Д

Ячмень Почва: Торфяная Коптевского болота									
Урожайные и аналитические данные	Д о з ы и з в е с т и								
	Без удобрения		NPK						
	0	100	0	18	28	50	76	100	
Урожай возд. сухой массы									
Общий в г	—	—	0,0	4,0	22,3	49,3	55,0	60,8	
„ в %/о	—	—	—	100	557	1230	1375	1520	
Зерна в г	—	—	0,0	0,0	0,0	20,7	23,8	25,3	
„ в %/о	—	—	—	—	—	100	115	122	
Соломы в г	—	—	0,0	4,0	22,3	28,6	31,2	35,5	
„ в %/о	—	—	—	100	557	715	780	887	
pH водной суспензии	—	—	3,6	4,0	4,5	4,8	5,9	6,5	
pH солевой вытяжки	—	—	3,0	3,7	3,8	4,3	5,5	6,2	
Гидролитическая кислотность в мил. экв. на 100 г почвы	—	—	60	—	49	39	19	14	
Степень насыщенности почвы осно- ваниями в %/о	—	—	16	—	31	45	73	80	

на фоне минеральных удобрений на всех подзолистых почвах по мере повышения доз извести наблюдается постепенное повышение урожая, в большинстве случаев вплоть до дозы, соответствующей четырехкратной гидролитической кислотности

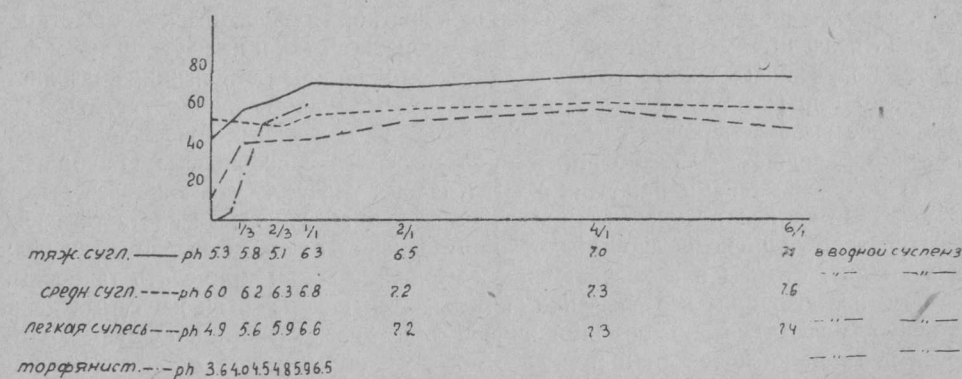


График III. Ячмень.

включительно, а при последней наиболее высокой дозе (по шестикратной гидролитической кислотности) имеет место некоторое понижение урожая. Далее из этих данных видно, что наибольшим урожаем на всех подзолистых почвах, несмотря на различие в свойствах и в абсолютных количествах внесенной извести, соответствуют близкие значения актуальной кислотности — pH в водной суспензии — 7,0, 7,0, 7,3, 7,3.

Количественное значение рН в солевой вытяжке, гидролитической кислотности и степени насыщенности основаниями у этих почв при наибольших урожаях расходятся в общем несколько больше, чем величины рН в водной суспензии, а поэтому эти величины являются менее характерными для наибольших урожаев ячменя и оптимальных доз извести для этого растения, чем рН в водной суспензии. Содержание поглощенного кальция и концентрации кальция в водной вытяжке в почве совхоза „Отрадное“ в сосудах с ячменем по мере повышения доз извести также постепенно повышается — сначала значительно, а затем, начиная с дозы по двойной гидролитической кислотности, заметно слабее. В общем же связь между урожаями ячменя и этими величинами при наших опытах с ячменем проявилась менее отчетливо, чем с актуальной кислотностью почв.

Очень близкие к нашим результатам данные были получены (13) при известковании легких почв. Этот исследователь получил для ячменя оптимум актуальной кислотности, соответствующий рН 6,8 — 7,6.

В общем данные наших опытов говорят за то, что ячмень при рН в водной суспензии почвы 6,8—7,3 лучше всего развивается, когда устранена вся обменная кислотность и почти вся гидролитическая кислотность и при 85—95% насыщенности основаниями.

Данные этой таблицы, кроме того, показывают, что торфяная почва, резко отличающаяся от остальных подзолистых почв, стоит особняком и наибольший урожай на этой почве получен при дозе, соответствующей однократной гидролитической кислотности при рН—6,5.

Минеральные удобрения (NPK) без извести значительно повысили как урожай зерна, так и урожай соломы ячменя на всех суглинистых разностях подзолистых почв, но понизили на легкой супесчаной почве с малой буферной способностью вследствие сильного подкисления реакции, как это видно из данных определения актуальной кислотности. При совместном внесении с известью минеральные удобрения на всех почвах дали гораздо более высокий урожай с NPK, чем на почве без извести. При этом в большинстве случаев прибавка урожая по NPK на известкованной почве больше, чем на почве без извести. Урожай ячменя при совместном внесении извести и минеральных удобрений в большинстве случаев также выше урожаев, полученных при внесении в почву одной извести, но на обеих суглинистых почвах известь, внесенная в дозе, соответствующей однократной гидролитической кислотности, дала лишь незначительную прибавку как на удобренном, так и на неудобренном фоне. В общем полученные данные говорят за то, что при известковании подзолистых почв с ясно выраженной кислотностью минеральные удобрения могут дать значительно более высокие урожаи ячменя, чем на неизвесткованных почвах, в особенности на легких почвах со слабо выраженной буферной способностью (таблица 21).

Из полученных нами при этих опытах данных следует, что наиболее высокие общие урожаи ячменя получаются при очень высокой дозе извести, соответствующей четырехкратной гидролитической кислотности. Однако из этого факта отнюдь нельзя делать вывода, что мы и в хозяйственных условиях должны применять такие высокие дозы извести при возделывании ячменя, так как из этих же самых данных видно, что разница между урожаями ячменя при дозе извести по четырехкратной гидролитической кислотности и при дозе по двойной и даже однократной гидролитической кислотности небольшая, а поэтому применение таких высоких доз извести (по четырехкратной гидролитической кислотности) не может себя оправдать в условиях с.-х. производства. В виду этого мы считаем целесообразным рекомендовать применять в условиях с.-х. производства, если это не может повредить другим растениям севооборота, при возделывании ячменя дозу извести, от однократной, до полуторной гидролитической кислотности. Наиболее же целесообразно определять дозу извести для ячменя, устанавливая соответствующим методом количество, которое может довести реакцию почвы до рН около 6,5—6,7.

Относительно того, как известкование влияет на качество урожая ячменя, данные таблицы 22 говорят нам следующее. На почве без NPK в урожае зерна ячменя под влиянием известкования повысилось процентное и абсолютное содержание сырого протеина, а на фоне NPK процентное содержание сырого протеина даже понизилось, но абсолютное содержание его повысилось. В соломе ячменя повысилось лишь абсолютное содержание сырого протеина, а процентное содержание протеина понизилось (табл. 22). Процентное и абсолютное содержание жира в уро-

Ячмень
Содержание сырого протеина

Таблица 22

Схема опыта	Зерно		Солома	
	%/о содержания	абс. сод. в г на сосуд	%/о содержания	абс. сод. в г на сосуд
0	8,75	0,81	4,88	0,44
1/1 изв.	11,88	2,56	4,56	0,94
NPK	11,81	2,44	6,00	1,25
NPK + 1/3 изв.	—	—	—	—
NPK + 2/3 „	—	—	—	—
NPK + 1/1 „	9,88	3,13	4,50	1,69
NPK + 2/1 „	—	—	—	—
NPK + 4/1 „	—	—	—	—
NPK + 6/1 „	10,50	3,44	4,811	1,81

Содержание жира в зерне

Схема опыта	%/о содержания жира	Абсолютное содержание жира
0	1,47	0,15
1/1 изв.	1,42	0,22
NPK	1,43	0,35
NPK + 2/3 изв.	1,56	0,43
NPK + 1/1 „	1,49	0,41
NPK + 2/1 „	1,70	0,47
NPK + 4/1 „	1,70	0,43
NPK + 6/1 „	1,68	0,29

жае зерна ячменя под влиянием известкования в большинстве случаев заметно повысилось, особенно при высоких дозах извести. Таким образом путем известкования почвы можно не только повысить урожай ячменя, но и улучшить его качество.

ЯРОВАЯ ПШЕНИЦА

На таблице 23 А и Б и на графике IV приведены данные урожая пшеницы на тяжелом суглинке почвы совхоза Отрадное и на среднем суглинке Лихоборского участка опытного поля Северного зернового института. Из этих данных мы видим, что известкование почвы во всех случаях дало повышение урожая зерна и урожая соломы яровой пшеницы, причем на фоне NPK наибольший урожай на Отрадненском тяжелом суглинке получился при дозе извести по двойной гидролитической кислотности при рН в водной суспензии 7,1, а на Лихоборском среднем суглинке при дозе извести по четырехкратной гидролитической кислотности при рН = 7,3. Таким образом, здесь наибольшие урожаи пшеницы получились на обоих почвах при близких значениях актуальной кислотности — рН 7,1 — 7,3.

При этом необходимо отметить, что на почве Лихоборского участка при дозе извести по однократной гидролитической кислотности при рН 6,8 получился почти такой же общий урожай, как при оптимальной дозе по четырехкратной гидролитической кислотности при рН 7,3.

Близкие к нашим данные приводит Gaza (13), согласно которому при известковании легких почв для пшеницы был найден оптимум актуальной кислотности в пределах 6,8 — 7,6.

Большинством других исследователей, изучавших вопрос об отношении пшеницы к почвенной кислотности в связи с известкованием почвы, также получены данные, близкие к нашим.

Пшеница Тяжелый суглинок

Урожайные и аналитические данные	Д о з ы и з в е с т и								
	Без фона NPK		Ф о н NPK						
	0	1/1	0	1/3	2/3	1/1	2/1	4/1	6/1
Общий урожай в г на сосуд	17,0	38,7	45,5	48,5	51,2	54,3	61,0	59,0	57,0
Общий урожай на сосуд %/о	100	228	268	285	301	319	359	347	335
Зерно г	6,7	14,4	17,4	17,2	18,5	20,7	24,0	25,3	20,5
%/о	100	216	259	256	276	309	358	377	306
Солома г	10,30	24,30	28,10	31,3	32,70	33,60	37,0	33,70	36,50
%/о	100	236	282	304	317	326	359	327	354
Отношение зерна к соломе	0,65	0,59	0,62	0,54	0,57	0,61	0,55	0,75	0,56
рН в водной суспензии	5,8	6,9	5,4	5,9	6,3	6,6	7,1	7,3	7,3
рН в фильтрате	5,7	6,9	5,4	5,7	6,3	6,7	7,2	7,4	7,4
рН в солевой вытяжке	5,6	6,2	4,5	5,2	5,6	6,1	6,6	6,9	7,0
Гидролитическая кислотность в м. экв.	3,92	0,77	5,49	3,33	1,86	1,09	0,65	0,65	0,65
Степень насыщенности	47,9	93,0	47,2	65,3	82,2	89,7	97,5	97,5	98,2

Таблица 23-Б

Пшеница Средний суглинок (II) Лихоборы

Урожайные и аналитические данные	Д о з ы и з в е с т и								
	Без фона		Ф о н NPK						
	0	1/1	0	1/3	2/3	1/1	2/1	4/1	6/1
Общий вес	17,0	25,0	19,0	48,5	47,5	48,5	40,5	48,6	48,0
Отношение в %	100	147	112	285	279	285	238	286	282
Вес зерна	5,35	9,2	7,2	17,3	15,0	16,0	11,4	15,0	14,4
Отношение в %	100	174	135	327	280	303	215	282	274
Вес соломы	11,70	15,85	11,85	31,2	32,0	32,5	29,10	33,50	33,6
Отношение в %	100	134	101	265	274	278	247	286	287
Отношение зерна к соломе	0,45	0,57	0,59	0,55	0,46	0,50	0,39	0,45	0,43
рН в водной суспензии	6,2	7	5,9	6,5	6,5	6,8	6,2	7,3	7,3
рН в фильтрате	6,3	6,9	5,7	6,1	6,3	6,9	7,2	7,3	7,6
рН в солевой вытяжке	5,50	6,27	5,07	5,64	5,84	6,05	6,40	6,6	6,92
Гидролитическая кислотность в м. экв.	2,21	1,04	2,25	1,28	1,68	1,32	0,77	0,53	0,33
Степень насыщенности	81,0	92,9	78,2	85,9	87,2	90,5	94,1	97,2	98,2

Согласно полученным нами данным, яровую пшеницу следует отнести к группе сельскохозяйственных растений, для нормального развития которой необходимо рН

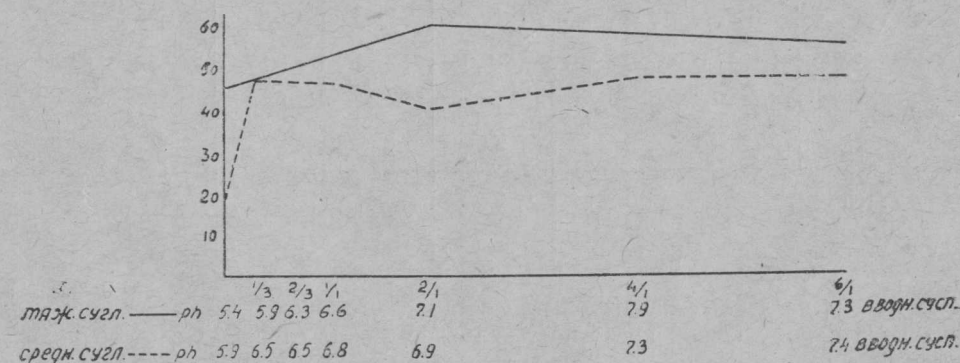


График IV. Пшеница.

в водной суспензии почвы 6,5 — 7,3, отсутствие обменной кислотности и большей части гидролитической при 85 — 95% насыщенности почвы основаниями.

При полевом опыте, поставленном в 1933 году нами на опытном поле Северного зернового института на договорных началах между ВИУА и Северным зерновым институтом, наиболее высокий урожай яровой пшеницы был получен при самой высокой дозе извести, каковой в этом опыте является доза, соответствующая двойной гидролитической кислотности.

В качестве рекомендуемой для применения в условиях сельско-хозяйственного производства, при возделывании пшеницы, можно принять дозу, соответствующую полуторной гидролитической кислотности, при которой должно установиться рН около 6,7 в водной суспензии.

При совместном внесении извести и минеральных удобрений, как говорят нам рассматриваемые данные урожая пшеницы, получились более высокие урожаи, чем при внесении в почву одной извести или одних минеральных удобрений (табл. 23).

Далее из данных анализа продуктов урожая пшеницы, приведенных на таблице 24, мы видим, что как на удобренном фоне, так и на удобренном, под влиянием известкования в урожае зерна и соломы пшеницы увеличилось и процентное, и абсолютное содержание сырого протеина (табл. 24).

Таблица 24

Пшеница
Содержание сырого протеина

С х е м а	З е р н о		С о л о м а	
	%/о содер- жания	абс. сод. в г на сосуд	%/о содер- жания	абс. сод. в г на сосуд
0	6,75	0,45	4,75	0,92
1/1 изв.	18,0	2,59	7,74	1,88
NPK	15,0	2,61	3,38	0,95
NPK + 1/3 изв.	16,38	2,90	5,38	1,84
NPK + 2/3 „	16,38	3,03	6,05	1,98
NPK + 1/1 „	16,0	3,31	8,39	2,82
NPK + 2/1 „	16,0	3,84	8,58	3,17
NPK + 4/1 „	20,5	5,19	9,69	3,27
NPK + 6/1 „	27,5	5,64	—	—

В общем из данных наших опытов следует, что путем известкования подзолистых почв с повышенной кислотностью можно добиться значительного поднятия урожаев пшеницы и увеличения количества наиболее ценной части, содержащейся в урожаях пшеницы, — протеина, вещества, определяющего качество зерна и соломы пшеницы, как пищевого продукта и кормового вещества.

Рассматривая данные наших опытов относительно влияния известкования почвы на развитие яровой пшеницы, необходимо обратить также внимание на то обстоятельство, что при этих опытах имело место значительное повышение урожая пшеницы — даже на почве Лихоборского поля, степень насыщенности которой выше 70% (78%). Факт положительного действия извести на этой почве на пшеницу и, как мы увидим ниже, на некоторые другие культуры, и то обстоятельство, что ряд культур дал на этой почве наибольший урожай при таких высоких дозах извести, при которых степень насыщенности значительно превышает 70%, все это заставляет

нас подвергнуть сомнению то положение, которым в настоящее время принято руководствоваться при обследовании почв на потребность в извести, а именно — что почвы, обладающие степенью насыщенности большей, чем 70%, не нуждаются или мало нуждаются в известковании. Это положение должно быть в самое ближайшее время проверено, так как в случае, если наши предположения оправдаются, необходимо будет пересмотреть самый подход к установлению нужды почвы в извести.

Хорошее действие одной извести и притом даже на почве с довольно большой насыщенностью говорит за то, что повышение урожая пшеницы под влиянием известкования почвы обуславливалось не только непосредственным действием на пшеницу нейтрализации определенной части почвенной кислотности, но и связано с процессом мобилизации питательных веществ в почве.

Полученные нами данные относительно действия извести на развитие яровой пшеницы говорят также за то, что известкование подзолистых почв с повышенной кислотностью должно сыграть крайне важную роль при разрешении поставленной перед сельским хозяйством СССР, по инициативе тов. Сталина, важнейшей проблемы продвижения на север пшеницы. Прежде всего, устранение избыточной почвенной кислотности кислых подзолистых почв само по себе должно, согласно данным наших опытов, весьма значительно улучшить условия для произрастания такого растения, как пшеница, для которого оптимальной реакцией среды, как показали наши исследования, является рН 6,8 — 7,3. Затем то обстоятельство, что пшеница хорошо использует накапливающиеся в почве под влиянием известкования питательные вещества (что следует из данных этих опытов) также говорит за то, что известкование подзолистых почв должно способствовать продвижению пшеницы на север. Наконец известкование подзолистых почв должно сыграть, как это уже было выше указано, крайне важную роль при окультивировании почв с повышенной кислотностью, а окультивирование наших подзолистых почв должно существенно улучшить условия для укрепления пшеницы в нечерноземной полосе Союза.

ОЗИМАЯ РОЖЬ.

Из данных учета урожая озимой ржи, посеянной осенью 1932 года на тяжелом суглинке совхоза Отрадное, на таблице 25 мы видим, что хотя это растение зарекомендовало себя как нечувствительное к почвенной кислотности, известкование почвы дало значительное повышение урожая зерна и соломы ржи как на удобренной почве, так и на фоне NPK. При этом по мере повышения доз извести повышались также урожаи ржи вплоть до двойной дозы по гидролитической кислотности, а дальнейшее повышение доз извести дало некоторое понижение урожая ржи по сравнению с наибольшим урожаем при двойной дозе по гидролитической кислотности — при рН в водной суспензии 7,0.

Под влиянием известкования в большинстве случаев имело также место повышение отношения зерна к соломе.

Совместное внесение извести и минеральных удобрений дало большее повышение урожая ржи, чем при внесении в почву одной извести и одного NPK. При этом одни минеральные удобрения без извести дали весьма значительное повышение урожая зерна и урожая соломы ржи, что говорит за то, что это растение не является чувствительным к почвенной кислотности. Но резко выраженное положительное действие извести на фоне NPK говорит за то, что не смотря на это рожь все же определенно предпочитает менее кислую реакцию. Соответственно этому следует считать, что положительное действие извести на развитие ржи обуславливается не только мобилизацией питательных веществ, как обычно принято думать, но и понижением почвенной кислотности, несмотря на то, что рожь значительно лучше пере-

Таблица 25

Озимая рожь

Урожайные и аналитические данные	Д о з ы и з в е с т и								
	Без фона		Ф о н NPK						
	0	1/1	0	1/3	2/3	1/1	2/1	4/1	6/1
Общий урожай в г на сосуд . .	11,2	18,6	22,4	30,6	30,9	31,8	39,8	39,3	34,8
Общий урожай на сосуд %/о . .	100	165	201	274	277	285	357	352	312
Зерно в г	3,9	7,5	8,4	12,8	11,0	11,6	16,5	15,8	12,8
" в %/о	100	195	217	334	286	297	428	411	334
Солома в г	7,3	11,1	14,3	17,8	19,9	20,2	23,5	23,4	22,0
" в %/о	100	152	193	243	271	277	319	321	301
Отношение зерна к соломе . .	0,53	0,67	0,59	0,72	0,55	0,56	0,71	0,67	0,58
pH в водной суспензии	5,7	6,7	4,7	5,9	6,5	6,7	7,0	7,4	7,5
pH в фильтрате	5,6	6,9	5,3	5,7	6,2	6,4	7,1	7,2	7,4
Гидролитическая кислотность в м. экв.	3,9	0,77	5,49	3,36	1,86	1,09	0,65	0,65	0,65
Степень насыщенности	47,9	93,0	47,2	65,3	82,2	89,7	95,7	97,3	98,3

носит повышенную почвенную кислотность, чем большинство других сельскохозяйственных растений.

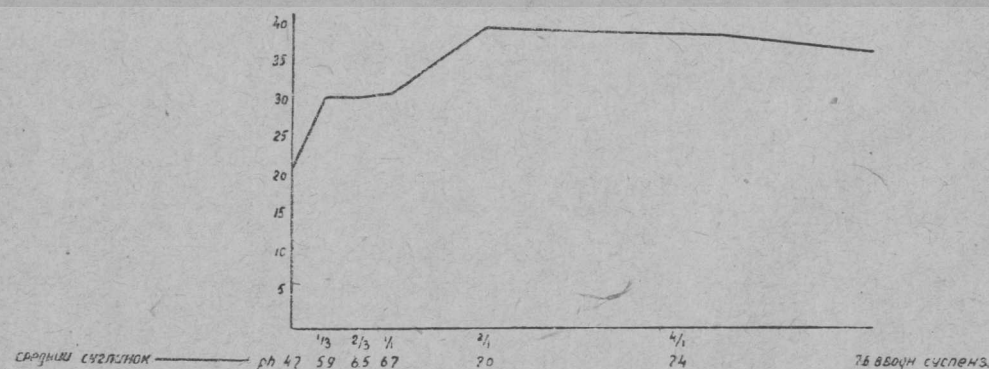


График V. Рожь.

Полученные нами результаты относительно действия извести на развитие озимой ржи, в общем, стоят в согласии с данными ряда других работ.

При полевом опыте, проведенном на Люберецком опытном поле Д. М. Хеффец и М. Н. Власовой (14), наибольший урожай ржи был получен при высокой

дозе извести в 18 тонн, превышающей дозу извести по двойной гидролитической кислотности, при которой имел место наиболее высокий урожай при наших опытах (табл. 26).

Таблица 26

Прибавки урожая ржи (в зерне) от разных доз извести за 2 ротации севооборота на Люберецком опытном участке (данные в ц/га)

Урожай контроля	Прибавки по дозам CaCO_3					
	2,25 га	4,5 га	9 га	13,5 га	18 га	22,5 га
19,2	2,9	5,6	5,8	8,5	10,2	10,2

Согласно данным ряда опытов с дозами извести под рожь, собранным Н. И. Алямовским (15), в большинстве случаев наиболее высокие урожаи были получены при больших дозах извести, значительно превышающих обычную для большинства растений дозу извести, соответствующую однократной гидролитической кислотности.

Из зарубежных исследований, при которых отношение ржи к почвенной кислотности изучалось в связи с известкованием почвы, следует отметить опыты Olsen'a и Lemmermann'a (13).

Olsen при известковании легких почв пришел к выводу, что благоприятным условием в отношении почвенной кислотности для развития озимой ржи соответствуют величины актуальной кислотности от pH 4,7 до 7,6 при оптимальном pH—6,25. Lemmermann, основываясь на данных, полученных при известковании супесчаной почвы, установил интервал значений актуальной кислотности, при которых создаются благоприятные условия для озимой ржи в границах от pH 5,1 до pH—7,0.

Оба эти исследователя устанавливают широкий интервал в значении pH, обеспечивающий благоприятные условия для развития ржи, что стоит в согласии с нашими данными. Но в пределах этого интервала оптимум pH для ржи, полученный Olsen'ом (pH 6,25) несколько отличается от полученного нами (pH—7,0). Повидимому, для таких малочувствительных к почвенной кислотности растений, каким является рожь, оптимальные значения pH даже на известкованных почвах представляют собой величины, менее устойчивые, чем величины pH для большинства других растений, более чувствительных к повышенной кислотности. Кроме того, это явление может зависеть от разницы в условиях постановки обоих опытов, например, от применения разных сортов ржи.

Согласно данным, полученным одним из нас (Кедровым—Зихманом вместе с А. Ю. Левицким) при полевом опыте, поставленном с целью выяснения влияния извести на развитие озимой ржи на Стебутовском опытном поле б. Белорусской государственной с-х. Академии, известкование почвы значительно повысило как урожай зерна и соломы ржи, так и содержание белка в урожае зерна и в урожае соломы ржи (16). При этом опыте под влиянием жженой извести, внесенной в количестве соответствующем $1/2$ дозы по гидролитической кислотности, имело место повышение урожая зерна ржи на 31% и урожая соломы на 44%. При аналитической обработке продуктов урожая этого опыта было установлено, что белка в урожае зерна делянки без извести содержится 12,7%, а в урожае зерна известкованной делянки 12,8%. В урожае соломы делянки без извести содержится белка 2,8%, а в урожае соломы известкованной делянки 3,3%.

При этом опыте было также найдено, что под влиянием извести в урожае ржи, главным образом в урожае соломы, имело место повышение содержания P_2O_5 , CaO и MgO .

В общем полученные при этом опыте результаты говорят за то, что под влиянием известкования почвы может иметь место не только повышение урожая ржи, но и улучшение ее пищевых и кормовых качеств.

В общем, основываясь на полученных нами результатах и на данных других исследований, можно считать, что наиболее благоприятными в отношении почвенной кислотности условиями для произрастания ржи являются такие, когда устанавливается рН в водной суспензии около 7,0 и устранена вся обменная кислотность и большая часть гидролитической кислотности и при 85—96% степени насыщенности почвы основаниями. При этом, однако, надо принять во внимание, что рожь может хорошо развиваться и в более кислой среде, когда в почве имеются в наличии значительные количества не только гидролитической кислотности, но и обменной кислотности и при меньшей насыщенности почвы основаниями.

Основной же дозой извести для применения в сельско-хозяйственном производстве при культуре ржи надо считать дозу, соответствующую полуторной гидролитической кислотности, дозу, при которой рН в водной суспензии почвы устанавливается около 6,7.

ВИКО-ОВСЯНАЯ СМЕСЬ.

На таблице 27 А, Б, В, Г, Д, где приведены данные учета урожая вико-овсяной смеси, мы видим следующую картину.

Таблица 27-А

Вико-овсяная смесь

Почва: тяжелый суглинок (опыт 1)

Урожайные и аналитические данные	Д о з ы и з в е с т и								
	Без удобрений		NPK						
	0	1/1	0	1/3	2/3	1/1	2/1	4/1	6/1
Общий урожай в г	36,6	54,0	56,0	57,6	57,0	60,4	65,5	69,0	66,1
„ „ в %/о	100	148	153	157	156	163	179	188	180
рН в водной суспензии	5,6	6,1	5,2	5,7	6,3	6,3	6,7	7,0	7,3
рН в фильтрате	6,2	7,1	5,2	6,4	7,0	7,0	7,5	7,5	7,6
Гидролитическая кислотность в м. экв.	3,9	0,8	5,5	3,4	1,8	1,1	0,6	0,6	0,6
Степень насыщенности	47,9	93,0	47,2	65,2	82,2	89,6	95,7	97,3	98,2

Таблица 27-Б

Оградное. Тяжелый суглинок

Урожайные и аналитические данные	Д о з ы и з в е с т и								
	Без удобрений		Ф о н NPK						
	0	1/1	0	1/3	2/3	1/1	2/1	4/1	6/1
Общий вес в г	22,5	29,0	36,3	36,0	38,0	46,0	45,0	47,0	49,1
„ „ в %/о	100	128	161	160	169	204	200	209	217
Вес зерна в г	6,4	7,8	3,9	7,2	5,7	9,6	10,5	15,4	12,2
„ „ в %/о	100	123	61	113	90	151	165	241	192
Вес соломы в г	16,1	21,2	32,4	28,8	32,3	36,4	34,5	39,2	36,8
„ „ в %/о	100	131	200	178	200	225	214	202	228
Отношение зерна к соломе	0,39	0,37	0,12	0,25	0,18	0,26	0,33	0,47	0,33
рН в водной вытяжке	5,6	6,8	5,5	6,0	6,5	6,7	7,1	7,4	7,5
рН в фильтрате	6,0	6,6	5,8	6,6	6,8	6,9	7,0	7,2	7,3
Гидролитическая кислотность в м. эквив.	3,92	0,77	5,49	3,36	1,86	1,09	0,65	0,65	0,65

Таблица 27-В

Вико-овсяная смесь

Почва: средний суглинок Клементьевского совхоза

Урожайные и аналитические данные	Дозы извести в %/о от гидролитич. кислотн.							
	Без удобрения		NPK					
	0	100	0	36	73	100	200	400
Общий урожай возд. сух. массы в г	27,7	26,9	40,7	48,8	51,5	52,8	57,1	58,1
Общий урожай возд. сух. массы в %/о	100	97,1	146,9	176,2	185,9	190,6	206,1	209,7
рН в водной суспензии	6,2	7,4	6,1	6,2	7,2	7,3	7,6	7,7
рН в водной вытяжке	6,6	7,4	6,3	6,7	7,1	7,4	7,6	7,6
рН в солевой суспензии	4,6	6,7	4,6	5,0	5,7	6,2	7,1	7,2
Гидролитическая кислотность в м. экв. на 100 г. почвы	—	—	4,0	3,65	2,35	1,15	0,4	0,2
Степень насыщен. основан. в %/о	—	—	45	52	73	86	96	98

Вико-овсяная смесь
Почва: средний суглинок (II)

Таблица 27-Г

Урожайные и аналитические данные	Д о з ы и з в е с т и								
	Без фона NPK	Ф о н							
	0	0	1/3	2/3	1/1	2/1	4/1	6/1	
Общий вес в г	25,0	31,6	32,5	37,0	48,0	40,7	41,5	50,5	53,0
в %	100	124	170	148	180	162	167	226	212
Вес зерна в г	9,5	10,3	11,1	12,4	12,8	12,2	11,5	11,6	12,2
в %	100	108	121	130	134	128	120	121	127
Вес соломы в г	15,5	20,9	31,5	24,6	32,1	28,4	29,6	48,9	40,2
в %	100	134	200	158	208	184	191	290	263
Отношение зерна к соломе	0,61	0,49	0,35	0,50	0,38	0,43	0,37	0,26	0,29
pH в водной суспензии	6,10	6,80	5,80	6,17	6,45	6,58	7,07	7,20	7,30
pH в фильтрате	6,2	6,8	6,0	6,4	6,6	6,8	7,0	7,4	7,5
Гидролитическая кислотность в м. экв.	1,80	0,60	2,20	1,10	0,86	0,62	0,60	0,43	0,43
Степень насыщенности	78,5	95,7	77,1	87,70	89,9	94,0	95,4	97,5	98,3

Вико-овсяная смесь
Почва: легкая супесь

Таблица 27-Д

Урожайные и аналитические данные	Д о з ы и з в е с т и								
	Без удобрений		NPK						
	0	1/1	0	1/3	2/3	1/1	2/1	4/1	6/1
Общий урожай в г	16,0	20,0	17,4	23,3	21,7	25,7	28,0	29,5	27,5
в %	100	126	109	146	158	161	175	185	172
pH в водной суспензии	5,5	6,6	4,8	5,3	5,8	6,3	7,0	7,3	7,4
Гидролитическая кислотность в м. экв.	6,2	1,0	7,2	6,0	3,8	2,1	0,9	0,8	0,8
Степень насыщенности	39,9	85,6	36,5	44,3	57,9	72,8	87,6	87,8	87,8

Под влиянием известкования общий урожай вико-овсяной смеси в большинстве случаев как на удобренном фоне, так и на фоне NPK, на всех вариантах опыта почвах повышается, причем в большинстве случаев на фоне NPK, по мере увеличения дозы известки до определенного предела, повышается также и урожай.

При этом наибольшие общие урожаи на различных почвах были получены при различных дозах известки по гидролитической кислотности—в большинстве случаев высоких, но при довольно близких значениях pH в водной суспензии, а после уборки урожая 7,0—7,5—7,7—7,2—7,3.

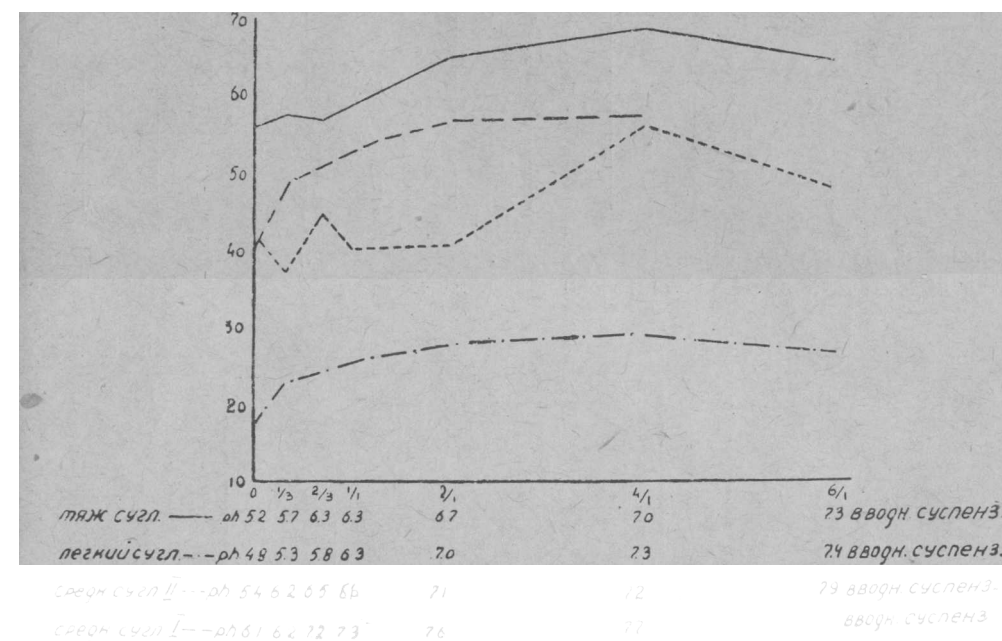


График VI. Вико-овсяная смесь.

При серии сосудов с торфяной почвой более высоких доз известки, чем двойная по гидролитической кислотности, не вносилось, а поэтому полученные в этом случае данные не могут быть сравнимы с данными наибольших урожаев, полученных на других почвах.

Как уже было выше отмечено, с вико-овсяной смесью была так же, как со льном, поставлена серия сосудов, в которой градации кислотности устанавливались не при помощи известки, а путем прибавления раствора едкого натра (см. табл. 28).

Как видно из данных этой таблицы, наиболее высокий общий урожай вико-овсяной смеси в сосуде с едким натром был получен при величине pH в водной суспензии, равной 6,7.

Урожай вико-овсяной смеси в большинстве случаев при совместном внесении известки и минеральных удобрений также получились более высокие, чем при внесении этих удобрений порознь.

Положительное действие известки на вико-овсяную смесь отмечено также при ряде полевых опытов. Так, например, согласно данным многолетних опытов НИХ на Люберецком опытном поле как при непосредственном внесении углекислой известки под растение, так и при последствии известки имело место значительное повышение урожая вико-овсяной смеси, которое увеличивалось по мере повышения

Таблица 28

Вико-овсяная смесь по NaOH
Почва: тяжелый суглинок

См ³ 2N NaOH	Без удобрений		NPK						
	0	27,5	0	5,5	16,6	27,5	55,0	87,5	110,0
Общий урожай в г	36,6	40,9	49,4	50,8	52,0	55,4	59,7	63,6	58,1
" " в %/о	100	111,7	137,7	141,3	144,8	151,3	163,1	174,0	161,5
pH в фильтрате	5,8	6,4	5,0	5,4	5,6	6,1	6,4	6,7	7,0

доз извести. вплоть до самой высокой при этом опыте, двойной по гидролитической кислотности дозы включительно (табл. 29).

Таблица 29

С х е м а	1930 год ¹				% растений в смеси	
	Урожай овса		Урожай вики		Овес	Вика
	в г на сосуд	в ⁰ / ₁₀₀ от 1/ ₁ дозы CaCO ₃	в г на сосуд	в ⁰ / ₁₀₀ от 1/ ₁ дозы CaCO ₃		
KPN	25,5	123	6,5	58	80	20
KPN + ¹ / ₂ дозы CaCO ₃	18,9	91	18,7	167	50	50
KPN + ¹ / ₁ "	20,8	100	11,2	100	65	35
KPN + ² / ₁ "	24,9	120	8,3	74	75	25
KPN + CaSO ₄	23,8	114	7,2	64	77	23

ОВЕС

Рассматривая данные учета урожая овса (в вико-овсяной смеси) на таблице 30 А, Б, В, Г, Д, Е и на графике VII мы в общем наблюдаем такую же картину в отношении общего урожая, как и при вико-овсяной смеси. Как уже было выше отмечено, овес заглушал вику и поэтому, в основном, отношение вико-овсяной смеси к изучаемым факторам определялось овсом, с той лишь разницей, что наиболее высокие урожаи в большинстве случаев соответствовали шестикратным по гидролитической кислотности дозам извести, а не четырехкратным.

¹ Из неопубликованных данных С. С. Ярусова (приводится общий вес урожая).

Таблица 30-А

Овес

Почва: тяжелый суглинок (опыт I)

Урожайные и аналитические данные	Д о з ы и з в е с т и							
	Без удобрений		Ф о н NPK					
	0	1/1	0	1/3	2/3	1/1	2/1	4/1
Общий урожай в г	21,3	31,3	48,5	48,4	44,8	55,5	52,1	60,7
" " в %/о	100	147	228	228	211	261	245	285
pH в водной суспензии	5,6	6,1	5,2	5,7	6,3	6,3	6,7	7,0
pH в фильтрате	6,2	7,1	5,2	6,4	7,0	7,0	7,5	7,5
Гидролитическая кислотность в м. экв.	3,9	0,8	5,5	3,4	1,8	1,1	0,6	0,6
Степень насыщенности	47,9	93,0	47,2	65,2	82,2	89,7	95,7	97,3

Таблица 30-Б

Тяжелый суглинок (опыт IV)

Урожайные и аналитические данные	Д о з ы и з в е с т и							
	Без удобрений		Ф о н NPK					
	0	1/1	0	1/3	2/3	1/1	2/1	4/1
Общий вес в г	14,0	18,2	31,3	27,5	32,0	30,5	30,0	41,5
" " в %/о	100	129	224	196	229	218	215	296
Зерно в г	3,8	3,6	3,4	4,2	3,2	6,1	3,5	13,9
" в %/о	100	95	89	111	84	161	92	366
Солома в г	10,2	14,6	27,9	23,3	28,8	24,4	26,5	27,6
" в %/о	100	142	274	228	283	139	260	271
pH в водной суспензии	5,6	6,8	5,5	6,0	6,6	6,7	7,1	7,4
pH в фильтрате	6,0	6,6	5,8	6,6	6,8	6,9	7,0	7,2
Гидролитическая кислотность в м. экв.	3,92	0,77	5,49	3,36	1,86	1,09	0,65	0,65
Степень насыщенности в %/о	4,79	93,0	47,2	65,2	82,2	89,7	95,7	97,5

Таблица 30-В

Овес
Средний суглинок II

Урожайные и аналитические данные	Д о з ы и з в е с т и								
			Ф о н NPK						
	0	1/1	0	1/3	2/3	1/1	2/1	4/1	6/1
Общий вес в г	8,0	8,5	27,2	29,0	33,5	32,4	31,5	35,0	37,0
" " в %/0/0	100	106	313	363	413	404	394	438	463
Зерно в г	2,0	2,2	6,5	8,5	9,4	9,8	8,7	8,7	8,3
" в %/0/0	100	110	325	425	470	488	435	435	417
Вес соломы в г	6,0	6,3	20,7	20,5	24,1	22,6	22,8	26,3	28,7
" " в %/0/0	100	105	345	342	402	376	380	438	478
Отношение зерна к соломе .	0,33	0,32	0,31	0,41	0,39	0,43	0,38	0,33	0,29
pH в водной суспензии . . .	6,1	6,8	5,8	6,1	6,4	6,6	7,07	7,2	7,3
pH в фильтрате	6,2	6,8	6,0	6,4	6,6	6,8	7,0	7,4	7,5
pH в солевой вытяжке	1,8	0,6	2,2	1,1	0,8	0,6	0,6	0,4	0,4
Гидролитическая кислотность .	78,5	95,5	77,1	81,7	89,9	94,0	95,4	97,5	98,3

Таблица 30-Г

Овес
Почва средний суглинок I Клементьевского совхоза

Урожайные и аналитические данные	Дозы извести в %/0/0 от гидролитич. кислотн.							
	Без удобрения		NPK					
	0	100	0	36	73	100	200	400
Общий урожай возд. сух. массы в г	15,7	20,1	36,8	37,8	40,0	41,4	49,9	51,7
Общий урожай возд. сух. массы в %/0/0	100	128	234	241	255	264	318	329

Таблица 30-Е

Овес
Почва торфянистая Коптевского болота

Урожайные и аналитические данные	Дозы извести в ‰ от гидrolитической кислотн.								
	Без удобрения		NPK						
	0	100	0	28	50	76	100	150	200
Общий урожай воздушно сух. массы в г	0,0	24,0	0,0	24,0	23,2	27,6	27,5	32,7	34,4
Общий урожай воздушно сух. массы в ‰	—	100	—	100	97	115	115	136	143
Зерна в г	0,0	1,5	0,0	0,0	2,2	3,5	3,3	3,1	2,1
„ в ‰	—	68	—	—	100	159	150	141	95
Соломы в г	0,0	22,7	0,0	24,0	21,0	24,1	24,2	29,6	32,3
„ в ‰	—	95	—	100	88	100	101	123	135
pH в водной суспензии . . .	—	—	3,6	4,5	4,8	5,9	6,5	7,3	7,9
pH в солевой суспензии . . .	—	—	3,0	3,8	4,3	5,5	6,2	7,0	7,5
Гидролитическая кислотность в м. экв. на 100 г почвы	—	—	60	49	39	19	14	3	—
Степень насыщенности основа- ниями	—	—	16	31	45	73	80	96	—

Таблица 30-Д

Овес
Почва: легкая супесь

Урожайные и аналитические данные	Д о з ы и з в е с т и							
			NPK					
	0	1/1	0	1/3	2/3	1/1	2/1	4/1
Общий урожай возд. сух. массы в г	12,0	13,3	16,8	18,8	19,2	19,6	20,6	21,8
Общий урожай возд. сух. массы в %/0/0	100	111	140	156	160	163	172	182
Зерна в г	3,8	4,0	4,7	5,3	5,9	6,3	7,0	7,4
" в %/0/0	100	105	124	139	155	166	184	195
Соломы в г	8,2	9,3	12,1	13,5	13,3	13,3	13,6	14,4
" в %/0/0	100	113	146	163	162	162	166	176
Отношение зерна к соломе	0,46	0,44	0,45	0,47	0,49	0,50	0,52	0,52
pH в водной суспензии	4,0	4,7	5,0	5,0	5,2	5,2	5,4	5,4
pH в солевой вытяжке	1,0	0,8	1,0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Гидролитическая кислотность	80,0	83,8	80,5	81,3	81,9	82,8	87,0	87,8

Что касается урожаев зерна и урожаев соломы отдельно, то по причинам, указанным выше, соответствующие данные приводятся не для всех почв.

Наибольший урожай зерна овса на тяжелом суглинке совхоза Отрадное при IV опыте был получен при четырехкратной дозе по гидролитической кислотности при pH 7,4, а на среднем суглинке совхоза Кlementьево при двойной гидролитической кислотности и при pH — 7,6.

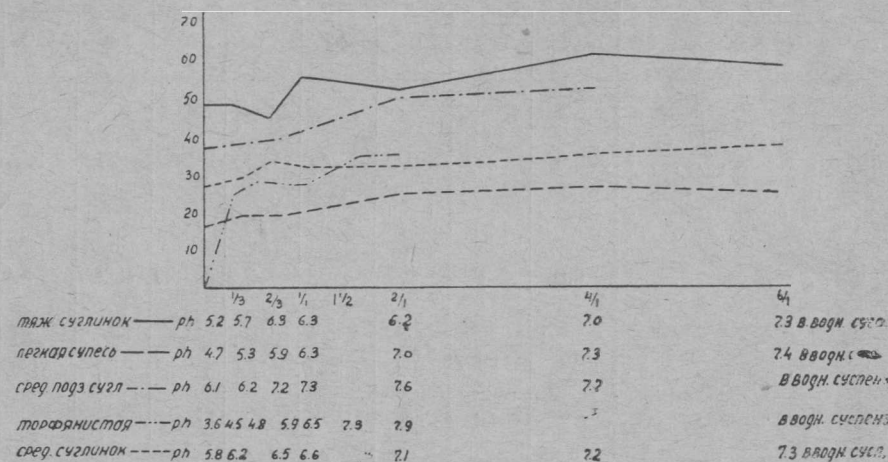


График VII. Овес.

На почве Лихоборского бугра для зерна наибольший урожай получился при дозе извести, соответствующей однократной гидролитической кислотности при pH—6,6, что же касается урожая соломы, то в этом отношении в большинстве случаев наблюдается такая же картина, как и в отношении общего урожая овса. На торфяной почве наибольший общий урожай овса был получен при двойной дозе по гидролитической кислотности при pH—7,9. В серии сосудов с прибавлением к почве раствора едкого натра (см. табл. 31) наибольший урожай зерна и соломы овса получился при pH в водной суспензии 6,7

Таблица 31

Овес по NaOH									
Почва: тяжелый суглинок									
См³ 2N NaOH	0	27,5	NPK						
			0	5,5	16,5	27,5	55,0	87,5	110,0
Общий урожай в г	21,3	21,4	44,0	44,3	45,1	46,4	51,3	59,9	57,6
„ „ в %/о	100	100	207	208	212	218	241	281	270
pH в фильтрате	5,8	6,4	5,0	5,4	5,6	6,1	6,4	6,7	7,0

Рассматривая полученные при наших вегетационных опытах данные относительно урожая овса, необходимо отметить, что овес является единственным растением, которое на легкой супеси Люберецкого опытного поля со слабой буферной способностью не только не понизило, но даже значительно повысило урожай при внесении кислого набора полного минерального удобрения, но под влиянием извести, внесенной на фоне NPK, дало еще большее повышение урожая с наибольшим урожаем при очень высокой дозе извести, соответствующей четырехкратной гидролитической кислотности. Таким образом, овес зарекомендовал себя при наших опытах, как растение, мало чувствительное к повышенной почвенной кислотности, но в то же время предпочитающее слабо-щелочную реакцию. Подходя к вопросу с точки зрения изучения влияния почвенной кислотности на сельскохозяйственные растения при известковании почв, мы при настоящих опытах не занимались специально выяснением отношения овса к актуальной почвенной кислотности в кислом интервале pH, где рядом исследователей также констатирован оптимум pH для овса.

Величины гидролитической кислотности и степени насыщенности почв основаниями в различных почвах после уборки урожая при наибольших урожаях овса расходятся между собой больше, чем величины pH в водной суспензии.

На основании наших данных овес (см. табл. 32) надо отнести к группе сельскохозяйственных растений, которые дают наибольшие урожаи при pH в водной суспензии почвы 7,0—7,5 и устранении всей обменной и основной массы гидролитической кислотности при степени насыщенности основаниями 85—95%.

Согласно данным таблицы 32 и 32-А, известь оказала также заметное действие на качество урожая овса. Под влиянием известкования почвы без внесения NPK в урожае

Таблица 32

Овес
Содержание сырого протеина

Схема опыта	Зерно		Солома	
	%/о содержания	Абс. содерж. в г н/с.	%/о содержания	Абс. содерж. в г н/с.
С	9,63	0,69	3,00	0,38
1/1 изв.	13,06	1,38	4,00	0,81
NPK	11,81	1,94	—	—
NPK + 1/3 изв.	—	—	—	—
NPK + 2/3 „	—	—	—	—
NPK + 1/1 „	11,88	2,25	2,50	0,94
NPK + 2/1 „	—	—	—	—
NPK + 4/1 „	12,88	2,69	—	—
NPK + 6/1 „	10,19	2,00	3,69	1,38

Таблица 32-А

Овес
Содержание жира в зерне

Схема опыта	% содержание жира	Абсолютное содержание
0	3,14	0,12
1/1 изв.	2,90	0,10
НРК	1,81	0,06
НРК + 1/3 изв.	2,50	0,11
НРК + 2/3 „	2,59	0,08
НРК + 1/1 „	2,30	0,14
НРК + 2/1 „	2,79	0,10
НРК + 4/1 „	3,39	0,47
НРК + 6/1 „	3,08	0,29

зерна и в урожае соломы овса повысилось процентное и абсолютное содержание сырого протеина. На фоне НРК получилась неясная картина.

Процентное и абсолютное содержание жира в урожае зерна овса под влиянием известкования на неудобренном фоне мало изменилось, а на фоне НРК заметным образом повысилось.

Вопросу об отношении овса к известкованию и к почвенной кислотности посвящено в общем много работ, состоящих как из вегетационных, так и из полевых опытов. Данные этих работ в большинстве случаев не стоят в противоречии с нашими данными, если принять во внимание специфические особенности условий, при которых проводились различные опыты.

Из полученных при этих исследованиях результатов приведем здесь в таблице 33 данные, полученные НИУ на Люберецком опытном поле Хейфец и Власовой (14) (табл. 33).

Таблица 33

Урожай овса на первый и второй год после внесения извести
(данные в кг на делянку)

Годы	Средний урожай (зерна)	без удобр.	CaCO ₃			НРК	KPN + CaCO ₃		
			1/2	1/1	2/1		1/2	1/1	2/1
1931	Ср. урожай . . .	0,53	0,61	8,50	0,60	1,08	0,98	1,11	1,17
	Прибавка абсол. .	—	0,08	0,05	0,07	0,55	0,45	0,58	0,64
	Прибавка в % от контрол. . .	—	15	9	13	114	185	119	121
1932	Ср. урожай . . .	0,19	0,235	0,380	0,380	0,646	0,874	0,971	0,917
	Прибавка абсол. .	—	0,044	0,117	0,189	0,455	0,685	0,780	0,726
	Прибавка в % от контрол. . .	—	23	61	99	238	357	408	380

Согласно этим данным, как и по данным ряда других опытов с известкованием почвы под овес, последствие извести при возделывании овса дает более высокий положительный эффект, чем действие извести при непосредственном внесении под овес. В частности, при последствии весьма значительное повышение урожая овса имело место при совместном внесении извести и минеральных удобрений, большее, чем сумма повышений урожая при внесении одной извести и одних минеральных удобрений.

При этом наибольший урожай овса был получен при наиболее высокой дозе извести по двойной гидролитической кислотности.

Так как овес зарекомендовал себя как растение мало чувствительное к почвенной кислотности, то наблюдаемое довольно часто сильное положительное действие извести на развитие овса приходится объяснить в значительной степени мобилизацией питательных веществ под влиянием известкования почвы.

Исходя из наших данных и принимая во внимание результаты других исследований, в частности результаты полевых опытов, для применения в сельск.-хоз. производстве можно в качестве оптимальной дозы извести рекомендовать полуторную дозу по гидролитической кислотности, так как дальнейшее повышение дозы извести не всегда дает настолько значительные прибавки урожая, чтобы оно экономически оправдало себя. Точнее, под овес следует вносить известь в таком количестве, при котором установится рН в водной суспензии около — 6,7.

ВИКА

Вика в вико-овсяной смеси, как уже было выше указано, при наших опытах угнеталась овсом, а поэтому везде дала пониженные урожаи, в связи с чем отклонения величин урожаев параллельных сосудов и расхождения между данными, полученными для различных почв, здесь значительно больше, чем у других культур, взятых в качестве опытных растений при наших исследованиях. Но в общем все же полученные нами данные дают возможность установить некоторые закономерности в отношении отзывчивости вики к известкованию, почвенной кислотности и степени насыщенности почв основаниями (табл. 34).

Таблица 34-А

Вика

Почва: тяжелый суглинок (опыт № 1)

Урожайные и аналитические данные	Д о з ы и з в е с т и								
	0	1/4	НРК						
			0	1/3	2/3	1/1	2/1	4/1	
Общий урожай в г	15,3	23,3	7,5	9,2	12,2	12,8	13,4	8,3	8,5
„ в %	100	152	49	60	79	83	87	54	
рН в водной суспензии	5,6	6,1	5,2	5,7	6,3	6,3	6,7	—	5,5
Гидролитическая кислотность в м. экв.	3,9	0,8	5,5	3,4	1,8	1,1		1,0	7,3
Степень насыщенности	47,9	93,0	47,2	65,2	82,2	89	0,6	0,6	0,6
							95,7	97,3	98,2

Вика
Средний суглинок Клементьевского совхоза (I)

Таблица 34-Б

Урожайные и аналитические данные	Дозы извести в ‰ от гидролитич. кислотности							
	Без удобрения		NPK					
	0	100	0	36	73	100	200	400
Общий урожай возд. сух. массы в г.	12,0	6,8	3,9	11,0	11,5	11,4	7,2	6,4
Общий урожай возд. сух. массы в ‰	100	57	33	92	96	95	64	53
Зерна в г.	2,7	0,8	0,4	3,0	3,0	2,9	1,1	0,9
„ в ‰	100	30	15	111	111	107	41	33
Соломы в г.	9,3	6,0	3,5	8,0	8,5	8,5	6,1	5,5
„ в ‰	100	65	38	86	91	91	66	59
pH в водной суспензии	6,2	7,4	6,1	6,2	7,2	7,3	7,6	7,7
pH в водной вытяжке (в поддон.)	6,6	7,4	6,3	6,7	7,1	7,4	7,6	7,6
pH в солевой суспензии	4,6	6,7	4,6	5,0	5,7	6,2	7,1	7,2
Гидролитическая кислотн. в м. экв. на 100 г почвы	—	—	4,0	3,65	2,35	1,15	0,4	0,2
Степень насыщенности основаниями в ‰	—	—	45	52	73	86	96	93

Вика
Легкая супесь

Таблица 34-В

Урожайные и аналитические данные	Д о з ы и з в е с т и								
	Без удобр.		NPK						
	0	1/1	0	1/3	2/3	1/1	2/1	4/1	6/1
Общий урожай в г.	3,9	6,7	0,6	4,5	5,5	6,2	3,5	3,1	2,7
в ‰	100	171	16	113	140	156	90	78	68
pH водн. сусп.	5,5	6,6	4,7	5,3	5,9	6,3	7,0	7,3	7,4
Гидрол. кисл. в м. экв.	6,2	1,0	7,2	6,0	3,8	2,1	0,9	0,8	0,8
Степ. насыщенности	39,9	85,6	36,5	44,3	57,9	72,8	87,6	87,8	87,8

Вика
Почва торфянистая Коптевского болота

Таблица 34-Г

Урожайные и аналитические данные	Дозы извести в ‰ от гидрол. кислотности							
	Без удобр.		NPK					
	0	100	0	28	50	76	100	150
Общий урожай возд. сух. массы в г.	0,0	4,9	0,0	3,8	10,4	9,3	10,2	5,1
Общий урожай возд. сух. м. сы в ‰	—	129	—	100	274	245	268	134
Зерна в г.	0,0	0,9	0,0	0,5	2,8	2,4	3,0	0,4
„ в ‰	—	130	—	100	530	480	600	80
Соломы в г.	0,0	4,0	0,0	3,3	7,6	6,9	7,2	4,7
„ в ‰	—	121,2	—	100	290,3	209,1	218,2	142,4
pH водн. сусп.	—	—	3,6	4,5	4,8	5,9	6,5	7,3
pH сол. сусп.	—	—	3,0	3,8	4,3	5,5	6,2	7,0
Гидрол. кислотн. в м. экв. на 100 г почвы	—	—	60	49	39	19	14	3
Степ. насыщенности	—	—	16	31	45	73	80	96

Из данных, приведенных на таблице 34 А, Б, В, Г, и на графике VIII мы видим, что в большинстве случаев известкование повысило урожай вика как на

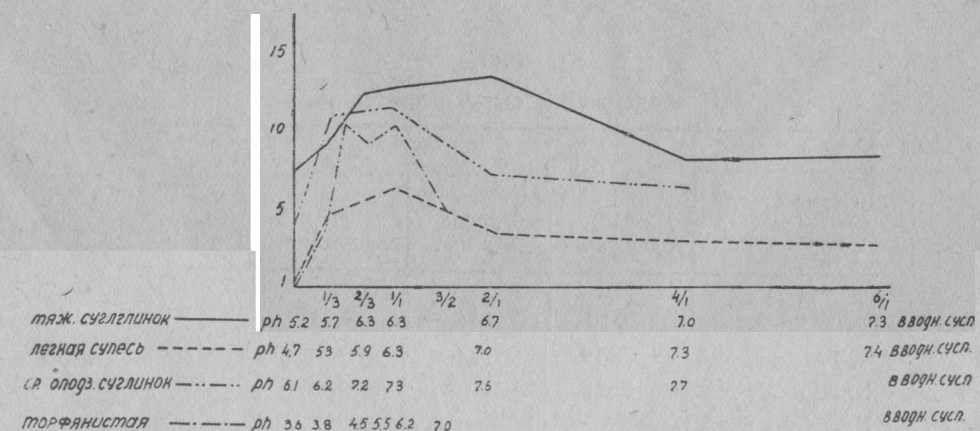


График VIII. Вика.

неудобренной почве, так и на удобренной. Исключение составляют сосуды с почвой совхоза Отрадное и Лихоборского поля при опытах Зернового института, где угнетение вика овсом особенно сильно сказалось и где вследствие этого получились

неясные результаты, которые поэтому при подытоживании полученных данных не будут приниматься во внимание.

Наибольший общий урожай вики по фону NPK на тяжелом суглинке на почве „Отрадное“ был получен по дозе извести, соответствующей двойной гидролитической кислотности, на среднем суглинке совхоза Клементьево при 73% дозы по гидролитической кислотности и на Люберецкой супеси при дозе по однократной гидролитической кислотности. Эти максимальные урожаи вики на различных почвах получились при величинах pH в водной суспензии, которые расходились между собой несколько больше, чем при других растениях в наших опытах 6,7 — 7,2 — 6,3.

На торфяной почве наибольший урожай вики был получен по дозе извести, соответствующей половине гидролитической кислотности при pH 4,8.

Величины гидролитической кислотности и степени насыщенности основаниями при наибольших урожаях для различных почв разошлись еще более, чем величины pH.

При устранении почвенной кислотности путем внесения едкого натра наибольший урожай вики был получен при pH в фильтрате 6,1 (см. табл. 35).

Вика по NaOH
Почва: Тяжелый суглинок

см ³ 2N NaOH	Без удобрений		NPK						
	0	27,5	0	5,5	16,5	27,5	55,0	87,5	110,0
Общий урожай в г	15,3	19,4	5,4	6,5	6,9	9,0	8,4	3,7	0,5
„ „ в %	100	127	35	43	45	59	55	24	3
pH в фильтрате	5,8	6,4	5,0	5,4	5,6	6,1	6,4	6,7	7,0

Вика
Содержание сырого протеина

Схема опыта	Зерно		Солома	
	% содержание	абс. содер. в г н/с.	% содержание	абс. содер. в г н/с.
0	30,50	1,75	4,75	0,44
1/1 изв.	32,19	3,06	7,81	1,06
NPK	26,69	0,75	5,94	0,25
NPK + 1/3 изв.	—	—	—	—
NPK + 2/3 „	—	—	—	—
NPK + 1/1 „	30,31	1,88	7,63	0,56
NPK + 2/1 „	—	—	—	—
NPK + 4/1 „	—	—	—	—
NPK + 6/1 „	31,56	0,88	8,63	0,38

Оптимальными условиями для развития вики в отношении почвенной кислотности являются такие, при которых pH в водной суспензии почвы равняется величине 6,3 — 6,8 и отсутствует обменная кислотность и часть гидролитической кислотности, при степени насыщенности основаниями 70 — 85%.

В качестве оптимальной дозы извести для применения в производственных условиях при возделывании вики можно рекомендовать дозу, соответствующую однократной гидролитической кислотности или точнее дозу извести, при которой устанавливается pH в водной суспензии около 6,5.

Из данных таблицы 36 видно, что под влиянием известкования почвы качественный состав вики улучшился как на неудобренной, так и на удобренной NPK почве. При внесении извести повысилось процентное и абсолютное содержание сырого протеина в урожае зерна и в урожае соломы этого растения (табл. 36).

ГОРОХ

Из данных таблицы 37 А и Б и графика IX видно, что известь повысила урожай зерна и соломы гороха во всех сосудах как на Отрадненском тяжелом суглинке, так и на Лихоборском среднем суглинке, причем наибольшие общие урожаи и урожай соломы были получены на первой почве по дозе извести, соответствующей четырехкратной гидролитической кислотности при pH в водной вытяжке 7,4, а на второй почве по дозе извести, соответствующей шестикратной гидролитической кислотности также при pH 7,4. Таким образом, здесь мы имеем наибольшие урожаи на обеих почвах при одинаковых значениях актуальной кислотности, несмотря на значительную разницу в дозах извести по гидролитической кислотности. Кроме того, в этом опыте наибольшим урожаем гороха соответствуют

Горох
Тяжелый суглинок

Урожайные и аналитические данные	Д о з ы и з в е с т и								
	Без удобрений		Ф о н NPK						
	0	1/1	0	1/3	2/3	1/1	2/1	4/1	6/1
Общий вес г	25,3	68,0	42,0	50,0	62,50	64,0	75,0	78,5	60,8
в %	100	264	166	194	248	253	297	311	241
Вес зерна г	10,0	26,6	10,5	15,5	19,3	20,7	28,3	23,1	21,3
в %	100	266	105	155	193	207	283	231	213
Вес соломы г	15,3	42,4	31,5	34,5	43,2	43,3	46,7	55,4	39,5
в %	100	278	207	220	286	284	306	363	252
Отношение зерна к соломе	0,65	0,62	0,33	0,45	0,45	0,48	0,61	0,48	0,54
pH в фильтрате	6,0	7,0	5,8	6,4	6,7	6,9	7,1	7,4	7,5
pH в солевой вытяжке	5,4	6,0	4,5	5,2	5,4	5,9	6,4	6,8	7,2
Гидролитическая кислотность	3,92	0,77	5,49	3,36	1,86	1,09	0,65	0,65	0,65
Степень насыщенности	4,79	93,0	47,0	65,3	82,2	89,7	95,7	97,3	98,2

Горох
Средний суглинок II

Таблица 37-Б

Урожайные и аналитические данные	С х е м а о п ы т а								
	Без удобрений		Ф о н NPK						
	0	1/1	0	1/3	2/3	1/1	2/1	4/1	6/1
Общий урожай на сосуд г . . .	20,5	37,8	42,50	51,0	57,50	55,60	51,0	59,3	60,8
Общий урожай на сосуд в %	100	185	207	249	281	271	249	283	297
Зерна в г	7,50	14,15	14,50	20,50	21,40	20,8	21,40	21,2	21,3
" в %	100	187	193	273	285	277	285	283	284
Солома в г	13,0	23,70	28,0	30,50	36,10	34,8	28,6	38,10	39,50
" в %	100	182	215	234	278	268	228	293	304
Отношение зерна к соломе	0,57	0,60	0,52	0,66	0,59	0,59	0,71	0,56	0,54
pH в водной суспензии	6,1	6,0	5,7	5,9	6,2	6,3	6,7	6,7	7,2
pH в фильтрате	6,2	7,0	5,8	6,2	6,5	6,8	7,0	7,4	7,4
pH в солевой вытяжке	5,5	6,2	5,0	5,4	5,6	5,9	6,2	6,5	7,0
Гидролитическая кислотность в м. экв.	1,8	0,60	2,20	1,10	0,86	0,62	0,60	0,43	0,43
Степень насыщенности	—	95,5	77,1	87,7	89,9	94,0	95,4	97,5	98,3

также близкие значения pH в солевой вытяжке для обеих почв (6,8 и 7,0) гидролитической кислотности 0,65 и 0,65 и степени насыщенности основаниями (98,2 — 97,3). Наибольшие урожаи зерна гороха на обеих почвах были получены по дозе извести, соответствующей двойной гидролитической кислотности также при близких

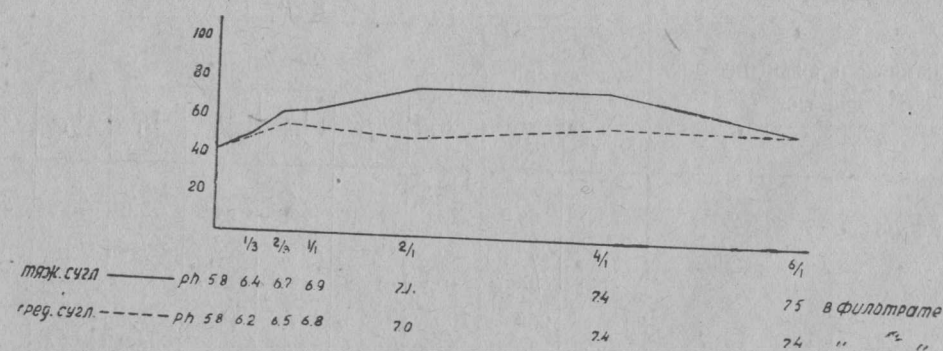


График IX. Горох.

значениях pH в водной вытяжке (7,1 — 7,0), солевой вытяжке (6,4 и 6,2), гидролитической кислотности и степени насыщенности основаниями. Основываясь на полученных нами данных, надо признать, что для создания оптимальных условий для развития гороха необходимо, чтобы в почве установилось pH в водной суспензии около 6,8 — 7,4, отсутствовала обменная кислотность и

во всяком случае большая часть гидролитической кислотности при 85 — 95% насыщенности основаниями. Однако, при этом необходимо отметить, что горох в то же время не является растением, чувствительным к почвенной кислотности, так как при наличии достаточного количества питательных веществ он может успешно развиваться и при довольно высокой кислотности почвы, когда в почве не только имеется значительная гидролитическая кислотность, но и обменная кислотность. Минеральные удобрения и известь, внесенные порознь, дали значительное повышение урожаев. При совместном внесении извести и минеральных удобрений получались на обеих почвах урожаи более высокие, чем при внесении NPK. По сравнению же с урожаями, полученными при внесении одной извести по однократной гидролитической кислотности, совместное внесение извести с минеральными удобрениями (NPK) дало более высокий урожай только на среднем суглинке Лихоборского поля, а на тяжелом суглинке совхоза Отрадное при этом получился урожай даже несколько меньший, чем по одной извести.

В общем же на основании данных наших опытов и данных, полученных при других работах, надо признать совместное внесение в почву извести с минеральными удобрениями при возделывании гороха вполне целесообразным.

Что касается характера действия извести на развитие гороха, основываясь на данных наших опытов, надо полагать, что положительное действие извести на горох обусловлено прежде всего мобилизацией питательных элементов, особенно фосфорной кислоты под влиянием известкования, так как при кислой реакции в сосудах с одним NPK имело место значительное повышение урожая гороха, а действие одной извести на почве совхоза Отрадное без удобрений проявилось даже сильнее чем по фону NPK. Однако, развиваясь нормально, при довольно высокой почвенной кислотности, горох все же явно предпочитает реакцию, близкую к нейтральной.

Из данных, полученных Хейфец Д. М и Власовой Н. М. (14) при полевом опыте на Люберецком опытном поле, также следует, что действие извести на горох в значительной степени обуславливается мобилизацией питательных веществ почвы под влиянием известкования.

Таблица 38

Горох
Содержание сырого протеина

Схема опыта	Д о з ы и з в е с т и			
	З е р н о		С о л о м а	
	%/о содерж.	Абсол. содерж. в г н/с	%/о содерж.	Абсол. содерж. в г н/с
0	12,8	1,31	8,94	1,38
1/1 изв.	20,56	5,44	9,50	4,06
NPK	15,75	1,69	8,94	2,81
NPK + 1/1 изв.	26,75	5,63	10,38	4,50
NPK + 2/1 "	29,75	8,13	10,31	4,81
NPK + 4/1 "	29,44	6,88	10,94	6,06
NPK + 6/1 "	29,75	6,31	11,13	4,38

Необходимо также отметить, что при наших опытах с горохом, в большинстве случаев под влиянием известкования почвы, имело место некоторое повышение отношения зерна к соломе.

Проведенные при наших опытах лабораторные исследования продуктов урожая гороха показали, что под влиянием известкования как на неудобренном фоне, так и на фоне NPK увеличилось процентное и абсолютное содержание сырого протеина (табл. 38).

Следовательно, путем известкования подзолистых почв с повышенной кислотностью можно не только повысить урожай гороха, но и улучшить его качество, как пищевого и кормового продукта.

Для применения в сельско-хозяйственном производстве при известковании почв под горох, основываясь на наших данных и данных, полученных при других опытах, можно рекомендовать вносить известь, исходя из полуторной или двойной гидролитической кислотности, при которой должно установиться рН в водной суспензии около 6,8 — 7,0. Но при этом необходимо отметить, что с одной стороны более низкие дозы извести, меньшие, чем рекомендуемая доза, могут давать значительное повышение урожая гороха, а с другой стороны более высокие дозы могут дать еще большее повышение урожая.

КЛЕВЕР.

Согласно приведенным на таблице 39 А, Б и В, на рис. 5 (стр. 43) и графике X урожайным данным, известь на всех трех подзолистых почвах, тяжелом и среднем суглинках и супеси, во всех сосудах повысила урожай клевера. При этом, как уже было выше указано, на Отраденской почве (тяжелом суглинке) было убрано два урожая, давшие (оба вместе) значительно большее количество зеленой массы, чем урожай на обеих других почвах. Наибольшие урожаи клевера были получены на различных почвах при различных дозах извести (при выражении последних в долях

Клевер

Почва тяжелый суглинок

Урожайные и аналитические данные	Д о з ы и з в е с т и								
	Без удобрения		Ф о н NPK						
	0	1/1	0	1/3	2/3	1/1	2/1	4/1	6/1
Общий урожай в г	29,5	45,9	32,7	40,8	51,4	55,0	49,1	42,9	46,2
" в %/о	100	155,5	110,8	143,1	174,2	186,4	166,4	145,4	156,6
рН в водной суспензии	5,6	6,4	4,7	5,7	5,8	6,3	6,5	7,1	7,2
рН в фильтрате	6,0	6,9	6,0	6,0	6,2	6,7	7,3	7,4	7,4
Гидролитическая кислотность в мил. экв.	3,9	0,8	5,5	3,4	1,8	1,1	0,6	0,6	0,6
Степень насыщенности	47,9	93,0	47,2	65,2	82,2	89,7	95,7	97,3	98,2

Таблица 39-Б

Клевер

Почва: среднесуглинистая. Клементьевского совхоза

Удобрения и дозы извести в процентах от гидролитической кислотности	Без удобр.		Ф о н NPK					
	0	100	0	36	73	100	200	400
Общий урожай возд. сух. массы в г	22,7	30,3	23,0	35,8	32,9	34,4	34,0	28,6
Общий урожай возд. сух. массы в %/о	100	103	101	158	145	152	150	126
рН водной суспензии	6,8	7,5	5,6	6,3	7,0	7,3	7,6	7,8
рН водной вытяжки (в поддонниках)	6,6	7,5	5,8	6,6	7,0	7,6	7,7	7,7
рН солевой суспензии	5,7	7,0	4,8	5,8	6,3	7,0	—	8,0
Гидролитическая кислотность в м. экв. на 100 г почвы	—	—	4,0	3,6	2,3	1,1	0,4	0,2
Степень насыщенности основаниями в %/о	—	—	45	52	52	73	96	88

Таблица 39 В

Клевер

Почва легкая супесь

Урожайные и аналитические данные	Д о з ы и з в е с т и								
	Без удобр.		Ф о н NPK						
	0	1/1	0	1/3	2/3	1/1	2/1	4/1	6/1
Общий урожай в г	10,8	21,5	1,4	20,2	31,4	29,0	28,9	23,9	22,8
Общий урожай в %/о	100	199	13	187	291	269	268	221	212
рН в водной суспензии	5,5	6,6	4,7	5,7	6,3	6,5	7,2	7,4	7,5
Гидрол. кисл. в мил. экв. . . .	6,2	1,0	7,2	6,0	3,8	2,1	0,9	0,8	0,8
Степень насыщенности	39,9	85,6	36,5	44,3	57,9	72,8	87,6	87,8	87,8

гидролитической кислотности) на Отраденской при однократной 1/1 гидролитической кислотности при обоих укосах, на Клементьевской (средний суглинок) при дозе соответствующей 36% гидролитической кислотности, на Люберецкой (супесь) при дозе соответствующей 2/3 (66,7%) гидролитической кислотности. Но тем не менее величины рН в водной суспензии, установившиеся в различных почвах при максимальных урожаях клевера, не расходятся между собой 6,3, 6,3 и 6,3.

Близкое значение рН в водной суспензии (6,0) при наиболее высоком урожае клевера было найдено аспирантом группы извести Захаровым (10) при исследовании почвы сосудов из-под растений вегетационного опыта, проведенного в 1932 году

НИУ на договорных началах с ВИУА с почвой Долгопрудного опытного поля, представляющей собой средний суглинок (см. табл. 39).

Значения гидролитической кислотности и степени насыщенности основаниями для обеих почв, соответствующие наиболее высоким урожаям клевера, расходятся при нашем опыте, в противоположность величинам рН в водной суспензии, довольно резко. При клевере особенно отчетливо выявилось, что наиболее характерным признаком для оптимальных доз извести, определяющим в основном величину урожая клевера при известковании почв в условиях обеспеченности растений питательными веществами, является реакция среды.

Под влиянием NPK урожай клевера на суглинистой почве несколько повысился, а на легкой супеси понизился. При совместном внесении в почву извести и минеральных удобрений во всех случаях получился урожай более высокий, чем по одной извести и по одним минеральным удобрениям. При этом на легкой супе-

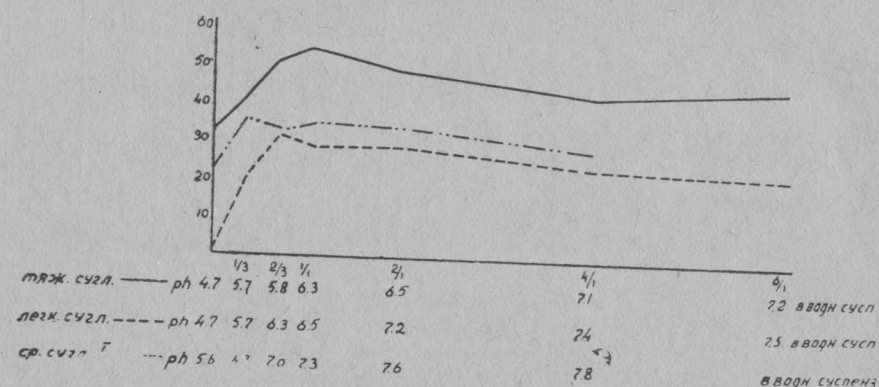


График X. Клевер.

чаной почве Люберецкого опытного поля со слабо выраженной буферной способностью под влиянием кислого набора NPK растения почти погибли, а при совместном внесении в почву NPK с известью в результате устранения избыточной кислотности имело место резкое повышение урожая. При высоких дозах извести ($4/1$ и $6/1$) и более высокой реакции среды урожай клевера на этой почве значительно понизился. На тяжелом суглинке Отрадного при высоких дозах извести также имело место понижение урожая клевера, хотя и менее резко выраженное, чем на Люберецкой супеси. Таким образом, из наших данных следует, что клевер является таким растением, которое явно предпочитает слабо кислую реакцию и очень страдает от сильно кислой реакции. При доведении реакции среды путем устранения кислотности до нейтральной или слабо щелочной также имело место понижение урожая клевера, но гораздо меньшее, чем при подкислении реакции среды ниже оптимальной реакции.

Соответственно этому клевер следует отнести к группе растений, для которых оптимальными в отношении почвенной кислотности являются такие условия, когда в почве устанавливается рН в водной суспензии 6,0 — 6,7, отсутствует обменная кислотность и отсутствует часть гидролитической кислотности при степени насыщенности основаниями 55 — 85.

Из данных определения азота в урожае клевера мы видим, что под влиянием извести процентное содержание сырого протеина понизилось как на удобренном, так и на удобренном фоне, но абсолютное содержание протеина в урожае клевера при этом повысилось (табл. 40).

Таблица 40

Клевер
Содержание сырого протеина

Дозы извести	Аналитические данные	
	%/о содержание	Абсолютное содержание в г н/с.
0	20,00	5,88
$1/1$ изв.	16,75	7,69
NPK	23,44	7,69
NPK + $1/3$ изв.	—	—
NPK + $2/3$	—	—
NPK + $1/1$	15,69	8,63
NPK + $2/1$	—	—
NPK + $4/1$	—	—
NPK + $6/1$	19,06	8,81

Изучением вопроса о влиянии извести на содержание протеина в урожае клевера вегетационных опытов, проведенных по схеме близкой к схемам наших опытов при НИУ на договорных началах с ВИУА, занимался аспирант группы извести Захаров, выполняя свою аспирантскую работу в нашей лаборатории. При этом им были получены следующие данные (табл. 41).

Согласно данным этой таблицы, при исследованиях Захарова выяснилось, что под влиянием известкования почвы повысилось абсолютное содержание сырого протеина в урожае клевера как на известкованной, так и на неизвесткованной почве. Процентное же содержание, согласно его данным, под влиянием известкования на фоне NPK понизилось, но на удобренном не только не понизилось, как это имело место при наших опытах, но даже повысилось.

Таким образом, сопоставляя данные, полученные при обоих этих исследованиях, мы видим, что процентное содержание протеина под влиянием известкования может повыситься или понизиться в зависимости от условий, при которых развивался клевер, но понижение протеина не бывает настолько значительным, чтобы при этом уменьшилось абсолютное содержание протеина в урожае.

Положительное действие извести на клевер наблюдалось также при ряде полевых опытов. Так, например, влияние извести на развитие клевера изучалось в течение нескольких лет Московской областной сельскохозяйственной опытной станцией.

При этом полевом опыте известь дала значительное повышение урожая и клевера первого года, и клевера второго года, но оптимальная доза извести для клевера при этом отчетливо не выявилась.

В общем, основываясь на наших данных и данных других работ, можно принять в качестве основной нормы извести для клевера дозу, соответствующую однойкратной гидролитической кислотности или, точнее, дозу, при которой устанавливается рН в водной суспензии данной почвы около 6,5. Однако, при этом надо отметить, что повышение этой дозы (даже в несколько раз) обычно хотя и является экономически невыгодным, но может дать повышение урожая клевера.

Название почвы	pH		Титролит. кислотн. в Са на 100 г почвы	Урожай клевера		Содержание протеина в %/о/о	Белка в %/о	Содержание сырого жира в %/о	Содержание сырой клетчатки в %/о	Содержание			Урожайные и аналитические данные
	Водный	Солевой		В г на сосуд	В %/о по отно-шению к контр.					Безазотистого экстр. вещества в %/о/о	MgO в золе в %/о/о	СаO в золе в %/о/о	
Д.О.П. Дернов. сильно подзолистый, лесовидный, суглинок по механ. сост. крупно пылев. суглинок	5,30	4,23	0,086	10,57	100	17,53	9,87	2,02	19,60	40,01	7,40	11,32	0
	4,56	4,16	0,117	12,22	115,6	19,68	14,18	2,14	19,62	37,56	8,51	11,42	NPK(N - (NH ₄) ₂ SO ₄)
	5,16	4,52	0,088	20,44	193,3	19,60	11,68	2,05	19,80	37,45	11,28	17,78	NPK + 1/2 CaCO ₃
	6,01	5,22	0,055	24,86	235,2	18,03	11,53	2,86	19,57	38,22	11,57	21,87	NPK + 1/1 CaCO ₃
	6,28	5,21	0,012	18,89	178,7	18,16	10,03	2,39	22,36	34,63	9,78	24,64	1/1 CaCO ₃
	7,09	6,91	0,0040	20,27	191,7	16,10	11,31	2,69	22,68	31,83	8,86	21,69	2/1 CaCO ₃
	7,29	7,27	0,0025	17,47	168,2	21,20	12,40	2,80	22,33	30,20	10,93	25,94	4/1 CaCO ₃

Наибольший урожай клевера был получен при $\text{NPK} + \frac{2}{1} \text{CaCO}_3$ урожаи = 28,16 в г на соуд, в 0,0%—266,4

Поэтому дозу извести для клевера следует устанавливать в зависимости от севооборота. Там, где наряду с клевером в севообороте имеются культуры, не переносящие высоких доз извести, не следует стремиться увеличивать дозу извести, хотя клевер и зарекомендовал себя как известколюбивое растение. Например, при культуре льна дозу извести, даже соответствующую $\frac{3}{4}$ по гидролитической кислотности, можно считать вполне достаточной для получения урожаев клевера, близких к наибольшим для данной почвы. Напротив того, при возделывании клевера в животноводческих хозяйствах в одном севообороте с кормовыми культурами доза извести может быть значительно повышена, например, до двойной по гидролитической кислотности без опасения вызвать значительное понижение урожая клевера, хотя оптимальной для клевера является доза, не превышающая однократной гидролитической кислотности при внесении извести под покровное растение.

Свекла

На таблице 42 А и Б и рис. 6 (стр. 44) мы видим, что на тяжелом суглинке почвы Отрадное извести во всех случаях как на неудобренном фоне, так и на фоне NPK , сильно повысила урожай корней и урожай ботвы столовой свеклы, а на легкой супесчаной почве Люберецкого опытного поля в сосудах без извести как без внесения минеральных удобрений, так и на фоне NPK свекла даже совершенно погибла. Наибольший общий урожай свеклы и наибольший урожай корней на обеих почвах на фоне NPK при этом получились по дозе, соответствующей однократной гидролитической кислотности при близких значениях pH в водной суспензии в 6,3 и 6,5. Значение pH в солевой вытяжке, гидролитической кислотности, степени насыщенности основаниями в почве после уборки растений при этом опыте со свеклой для обеих почв при наибольших урожаях также получились более близкие, чем при

Таблица 42-А

Свекла									
Почва: тяжелый суглинок									
Урожайные и аналитические данные	Д о з ы и з в е с т и								
	Без удобрений		фон NPK						
	0	1/1	0	1/3	2/3	1/1	2/1	4/1	6/1
Общий урожай в г	27,2	141,5	84,7	144,0	228,9	278,6	248,2	256,4	234,8
„ „ в ‰	100	520	311,4	530	768	1025,6	913	943,6	863
Корней в г	13,4	110,3	45,4	83,7	161,7	209,0	183,6	176,1	169,7
„ в ‰	100	848,4	339	625,6	1207	1560	1370	1314	1266,2
Ботвы в г	13,8	31,3	39,3	60,3	67,2	69,6	64,6	80,3	65,1
„ в ‰	100	230	291	437	493	504	468	582	472
pH в водной суспензии . . .	5,3	6,0	4,5	5,0	5,5	6,3	6,8	7,0	7,3
pH в фильтрате	6,6	6,6	4,7	4,9	6,2	6,5	6,9	7,4	7,5
pH в солевой вытяжке . . .	4,2	5,5	3,9	4,1	4,6	5,4	6,5	6,6	6,8
Гидролитическая кислотность в м. экв.	5,6	1,2	5,6	4,7	3,1	1,9	0,8	0,6	0,6
Степень насыщенности	54,8	89,7	41,9	54,5	71,3	82,9	94,6	97,6	98,3

Свекла столовая
Почва: легкая супесь

Таблица 42-Б

Урожайные и аналитические данные	Д о з ы и з в е с т и								
	Без удобрений		фон NPK						
	0	1/1	0	1/3	2/3	1/1	2/1	4/1	6/1
Общий урожай в г	0,6	73,6	1,8	50,3	118,9	147,1	120,4	116,1	116,0
„ „ в %/о	1,2	146,3	3,6	100	236,3	292,4	239,4	230,8	230,6
Корней в г	0	47,4	0	17,9	65,3	103,4	75,0	72,6	73,5
„ в %/о	0	264,5	0	100,0	364,1	576,6	468,3	404,9	409,9
Ботвы в г	0,6	26,2	1,8	32,4	53,6	43,7	45,4	43,5	43,2
„ в %/о	1,85	81	5,24	100	165	135	140	134	133
pH в водной суспензии . . .	5,34	7,0	5,2	5,7	6,1	6,5	7,1	7,3	7,5
pH в солевой вытяжке . . .	4,7	6,7	4,6	4,9	5,5	6,0	6,8	7,2	7,3
Гидролитическая кислотность в м. экв.	6,2	0,9	5,8	5,2	3,2	2,0	0,7	0,6	0,6
Степень насыщенности	39,9	85,6	36,5	44,3	57,9	72,8	87,6	87,8	87,8

большинстве других растений. Наибольший урожай ботвы на Люберецкой почве был получен по дозе извести, соответствующей 2/3 дозы по гидролитической кислотности, на Отраденской почве по четырехкратной дозе от гидролитической кислотности.

Свекла—корень
Почва: Тяжелый суглинок

Таблица 43

Схема опыта	Д о з ы и з в е с т и								
	Без удобр.		NPK						
	0	1/1	0	1/3	2/3	1/1	2/1	4/1	6/1
Инвертный сахар									
%/о содержания	0,32	0,34	0,41	—	—	0,56	0,46	0,36	0,66
Абсол. содержание	0,03	0,08	0,05	—	—	0,27	0,14	0,09	0,17
Общий сахар									
%/о содержания	16,50	14,10	12,89	—	—	12,55	12,48	14,54	8,49
Абсол. содержание	1,49	3,27	1,42	—	—	5,12	3,78	3,78	2,25
Корень: сырого прот.									
%/о содержания	—	5,25	10,31	—	7,06	7,63	10,88	10,38	12,94
Абсол. содержание	—	1,19	1,13	—	2,50	3,38	3,63	2,69	3,44
Ботва: сырого протеина									
%/о содержания	8,38	11,56	9,19	—	—	9,63	18,00	—	16,13
Абсол. содержание	1,13	3,63	3,63	—	—	6,89	11,63	—	—

Сравнивая урожай свеклы, полученные на почве совхоза Отрадное при совместном внесении извести в дозе по однократной гидролитической кислотности с минеральными удобрениями (NPK), с урожаями, полученными на почве с одной известью и с одним минеральным удобрением, мы видим, что в первом случае получились значительно более высокие урожаи, чем во втором. При этом совместное внесение извести и минеральных удобрений на почве Отрадного дало прибавку, значительно превосходящую сумму прибавок, полученных при внесении извести и минеральных удобрений порознь. На Люберецкой почве это явление выразилось еще более сильно, особенно в отношении усиления эффективности минеральных удобрений, которые при совместном внесении с известью дали большой положительный эффект вместо резко выраженного отрицательного эффекта на известкованной почве (растения совсем погибли).

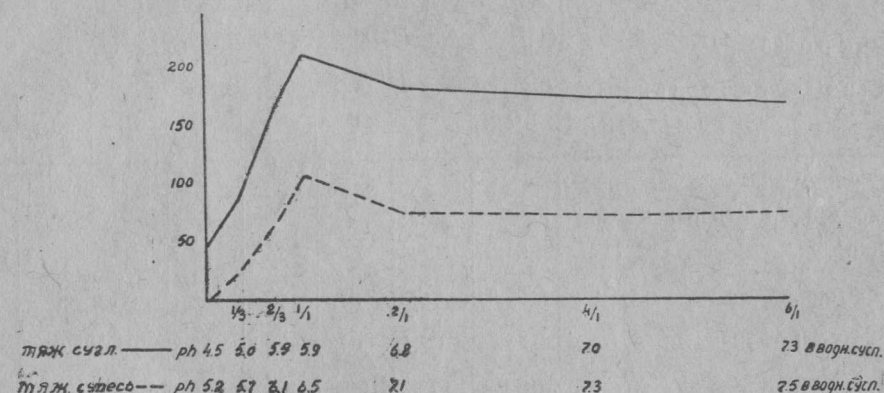


График XI. Свекла.

Здесь — как и в ряде других случаев — мы имеем дело с ярко выраженным синтезом действия двух факторов (не суммирования) — явлением, особенно красноречиво говорящим против теории независимого действия отдельных факторов.

Таким образом, на основании полученных нами данных столовую свеклу надо отнести к растениям, при возделывании которых можно особенно рекомендовать совместное применение извести и минеральных удобрений. За это в общем говорят также результаты полевых опытов, проведенных в совхозе Отрадное (табл. 44) и на Люберецком опытном участке.

Данные аналитической обработки продуктов урожая свеклы (таблица 43) говорят нам, что в отношении процентного содержания общего и инвертного сахара в урожае корней свеклы получалась неясная картина. Абсолютное же содержание как общего, так и инвертного сахара в урожае корней свеклы при этом значительно повысилось.

Процент сырого протеина в корнях свеклы при низших дозах извести (ниже дозы по двойной гидролитической) на фоне NPK под влиянием известкования, понизился, но не настолько, чтобы понизить общее содержание протеина в урожае корней свеклы.

В ботве свеклы и процентное, и абсолютное содержание сырого протеина под влиянием известкования повысилось во всех случаях, как на неудобренном фоне, так и на фоне NPK.

Таким образом, из полученных нами данных при исследовании качества продуктов урожая свеклы видно, что путем известкования подзолистых почв с повышенной кислотностью можно не только повысить урожай столовой свеклы, но и

улучшить качество ее корней, как пищевого продукта, и ботвы, как кормового вещества.

В связи с нашей работой, как уже было выше отмечено, со столовой свеклой был поставлен также полевой опыт в совхозе Отрадное на договорных началах с Овощным институтом на той же почве, которая была взята для вегетационного опыта, по схеме, близкой к схеме вегетационного метода.

Данные учета урожая этого опыта и результаты лабораторных исследований почвенных образцов, взятых с опытных деленок, приводятся ниже на таблицах 44 и 45.

Свекла (полевой опыт)
Почва: тяжелый суглинок

Таблица 44

Урожайные и аналитические данные	Д о з ы и з в е с т и							
	Без удобр.		фон NPK					
	0	1/1	0	1/1	1/2	1/1	2/1	3/1
Урожай корней в центнерах на га:								
I-я повторн.	31,5	69,4	68,2	51,2	91,7	92,6	100,6	87,2
II-я повторн.	50,3	76,8	61,0	97,4	98,7	90,3	99,6	111
Средняя из 2-х повторн.	40,9	73,1	64,6	74,3	95,2	91,4	100	99,1
%0/0	100	179	158	182	233	223	245	242
pH в водной суспензии	5,8	6,8	5,2	6,0	6,1	6,5	6,9	7,1
Гидролитическая кислотн. в м. экв.	4,1	1,2	3,4	2,0	1,5	1,2	0,8	0,7
Степень насыщенности	55,9	93,1	50,7	82,3	87,4	92,2	96,6	97,6

Из приведенных на таблице 44 данных мы видим, что и при полевом опыте известь сильно повысила урожай столовой свеклы, как на неудобренной почве, так и на фоне NPK. Наибольший урожай корней свеклы на фоне NPK при полевом опыте получился по дозе извести, соответствующей двойной гидролитической кислотности при pH 6,9. При совместном внесении извести и минеральных удобрений, как это показывают приведенные на рассматриваемой таблице данные, в условиях полевого опыта также получился урожай корней свеклы более высокий, чем при внесении в почву одной извести и одних минеральных удобрений. То обстоятельство, что наибольший урожай свеклы при полевом опыте был получен при более высокой дозе извести и при более высоком значении pH, чем при вегетационном, можно объяснить тем, что в условиях полевого опыта известь с почвой в течение вегетационного периода не успела настолько полно прореагировать, как в условиях вегетационного опыта. Поэтому особенно в начальную стадию своего развития свекла на деленке с дозой извести по двойной гидролитической кислотности фактически развивалась при условиях, соответствующих менее высокой дозе извести. Можно полагать, что значения pH в водной суспензии, полученные нами при нашем анализе образцов почвы полевого опыта, несколько выше чем те, при которых свекла фактически развивалась в поле, так как в процессе самого определения величины акту-

Динамика pH, гидролитической кислотности и степени насыщенности основаниями полевого опыта со свеклой

Таблица 45

Аналитические данные	17/V до внесения извести			17/VI											
	pH	Гидр. кисл.	Степень насыщен.	pH	Гидр. кисл.	Степень насыщен.	pH	Гидрол. кислотн.	Степень насыщен.	pH	Гидрол. кислотн.	Степень насыщен.	pH	Гидрол. кислотн.	Степень насыщен.
Дозы извести															
0	5,1	5,08	50	5,1	3,96	60	5,3	0,03	65	5,1	3,68	58	5,1	3,98	46
1/1 изв.	5,0	5,19	49	6,6	1,23	94	6,7	0,77	96	6,7	1,57	91	6,6	0,85	96
NPK	4,8	5,28	51	4,9	3,52	53	5,5	3,70	63	5,1	3,0	68	5,5	3,52	68
NPK + 1/4 изв.	5,1	4,79	53	6,1	2,43	88	5,8	2,31	89	5,8	1,83	82	—	2,20	78
NPK + 1/2	5,3	5,05	48	6,3	1,67	88	5,9	1,74	84	5,9	1,55	86	6,1	1,41	88
NPK + 1/1	5,1	5,15	44	6,3	1,48	83	6,3	0,81	96	6,7	1,36	90	6,1	1,25	90
NPK + 2/1	5,3	4,43	51	6,9	0,71	97	6,4	0,91	95	7,0	1,12	95	6,9	0,77	97
NPK + 3/1	5,3	4,35	57	6,9	0,79	98	7,0	0,84	98	7,0	0,84	97	7,2	0,73	97

Урожай столовой свеклы в первый и второй год после внесения извести
(Данные в г на деланку)

Таблица 46

Годы	Урожайные данные	Без удобрения	Д о з ы и з в е с т и						
			CaCO ₃			KPN	KPN + CaCO ₃		
			¹ / ₂	¹ / ₁	² / ₁		¹ / ₂	¹ / ₁	² / ₁
1931	Средний урожай	0,02	0,04	0,08	0,21	0,37	1,02	1,25	0,9
	Прибавка абс.	—	0,02	0,06	0,19	0,35	1,00	1,23	0,83
1932	Средний урожай	0,01	0,49	0,57	0,51	0,13	1,59	1,75	2,09
	Прибавка абс.	—	0,48	0,56	0,50	0,12	1,58	1,74	2,08

альной кислотности могла прореагировать с почвой и та часть извести, которая в поле в течение вегетационного периода не успела вступить в реакцию с почвой.

Поэтому приведенные на таблице 45 данные относительно динамики актуальной кислотности на различных деланках опытного участка со свеклой не отличаются большой точностью. Но во всяком случае точность этих исследований вполне достаточна для того, чтобы составить себе ясное представление о том, насколько отличались друг от друга в отношении актуальной кислотности отдельные деланки

Таблица 47-А

Томаты

Почва: тяжелый суглинок

Урожайные и аналитические данные	Д о з ы и з в е с т и								
	Без удобрен.		фон NPK						
	0	1/1	0	1/3	2/3	1/1	2/1	4/1	6/1
Урожай плодов в г	—	—	539,7	588,5	656,5	744,2	689,2	386,8	382,1
" " в %/о	—	—	100	109	121,6	137,9	127,7	71,7	70,8
Урожай ботвы в г	—	—	59,9	62,4	71,0	65,2	72,5	70,2	68,5
" " в %/о	—	—	100	104	118	109	121	117	114
pH в водной суспензии . . .	—	—	4,8	5,4	5,6	6,4	6,7	6,9	7,0
pH в фильтрате поддонников	—	—	5,8	6,1	6,3	6,6	6,4	6,7	6,9
Гидролитическая кислотность в м. экв. на 100 г почвы .	—	—	5,5	3,4	1,9	1,1	0,6	0,6	0,6
Степень насыщенности	—	—	47,2	65,2	82,2	89,6	95,7	97,3	98,2

Таблица 47-Б

Почва: легкая супесь

Урожайные и аналитические данные	Д о з ы и з в е с т и								
	Без удобрен.		фон NPK						
	0	1/1	0	1/3	2/3	1/1	2/1	4/1	6/1
Общий урожай плодов в г . .	128,0	197,1	20,9	160,1	238,1	408,4	264,8	121,5	—
" " в %/о	100	150	16,3	125	186	319	206,8	95,2	—
pH в водной суспензии . . .	5,3	6,5	4,6	5,4	5,8	6,3	6,8	7,1	—
Гидролитическая кислотность в м. экв.	6,2	1,0	7,2	6,0	3,8	2,1	0,9	0,8	—
Степень насыщенности	39,9	85,6	36,5	44,3	57,9	72,8	87,6	87,8	—

ненормально малый урожай. Наибольшим урожаям плодов томатов так же, как урожаям других растений, на обеих почвах соответствуют близкие значения pH в водной суспензии—6,4 и 6,3. Одна известь на Люберецкой почве дала также положительный эффект, а на Отраденской почве растения сосудов с одной известью были повреждены и их урожайные данные здесь не приводятся. На почве Отрадного известкование почвы при дозах, не превышающих двойную по гидролити-

101

в течение вегетационного периода. Из этих данных мы видим, что под влиянием известкования актуальная кислотность понизилась, при чем более высоким дозам извести соответствует большее понижение кислотности. Далее мы видим, что актуальная кислотность установилась в течение первого же месяца после внесения извести в почву, что в течение вегетационного периода величины pH в водной суспензии колебались, но не очень сильно и что какой либо определенной закономерности относительно колебания значений актуальной кислотности в течение вегетационного периода на основании полученных нами данных нельзя установить.

Что касается гидролитической кислотности и степени насыщенности основаниями, то здесь в общем мы наблюдаем ту же картину, что и при актуальной кислотности с той лишь разницей, что гидролитическая кислотность по мере увеличения доз извести не повысилась, а понизилась.

При полевом опыте НИУ 1931 и 1932 гг. (на Люберецком опытном участке) известь согласно данным, приведенным Хейфец и Власовой, (14) также дала значительные прибавки урожая корней столовой свеклы как на неудобренном фоне, так и на фоне NPK. При этом, как видно из приведенных на таблице 46 данных этого опыта наибольшие урожаи получились по однократной и по двукратной гидролитической кислотности.

В общем, сопоставляя данные вегетационных и полевых опытов и принимая во внимание высказанные выше соображения, мы считаем, что интервалом оптимальных значений актуальной кислотности для столовой свеклы является pH 6,3—6,9, и что для произрастания столовой свеклы необходимо устранение всей обменной и части гидролитической кислотности при степени насыщенности основаниями 70—80%.

В качестве нормы извести для применения в условиях сельско-хозяйственного производства при возделывании столовой свеклы можно рекомендовать дозу соответствующую однократной или полуторной по гидролитической кислотности или лучше всего дозу, при которой устанавливается в почве pH (в водной суспензии) от 6,5 до 6,7.

ТОМАТЫ.

На таблице 47—А и Б и на графике XII мы видим, что урожай плодов томатов на фоне NPK на обеих почвах под влиянием известкования при всех дозах

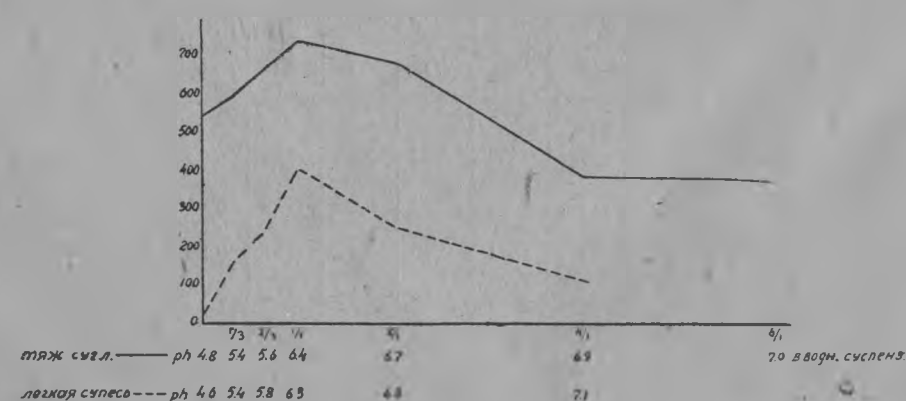


График XII. Томаты.

извести повысился, особенно на Люберецкой почве, где одни минеральные удобрения оказали отрицательное действие. Здесь в сосудах с NPK без извести получился

ческой кислотности, повысило урожай ботвы, при чем наибольший урожай получился по дозе, соответствующей 2/1 гидролитической кислотности при pH 6,7.

Из приведенных здесь данных видно, что на известкованной почве минеральные удобрения (NPK) дали значительно большие урожаи плодов и ботвы томатов, чем при внесении в почву одних минеральных удобрений (NPK) без извести. Из данных учета урожая плодов сосудов с Люберецкой почвой кроме того видно, что при совместном внесении извести и минеральных удобрений получились значительно более высокие урожаи, чем по одной извести.

При дальнейшем повышении доз извести сверх оптимальной на обеих почвах имело место значительное понижение урожая плодов. Таким образом данные наших опытов говорят за то, что устранением избыточной кислотности у кислых подзолистых почв путем известкования можно добиться значительного повышения урожая плодов томатов. Однако, при этом нельзя применять слишком высоких доз извести, так как при избытке извести может иметь место отрицательное действие последней. Очень распространенное мнение о том, что томаты мало отзывчивы на известкование почвы очевидно основано на том, что оптимум актуальной кислотности для томатов довольно низок, расположен в слабо кислом интервале pH (около 6,5). Поэтому с таким мнением о неотзывчивости томатов на известкование можно согласиться лишь по отношению к слабо кислым почвам и при условии обеспечения томатов в достаточном количестве питательными веществами.

Вообще же при внесении даже в слабо кислые почвы умеренных доз извести, последняя может оказать положительное действие на развитие томатов в результате мобилизации питательных веществ.

Величины гидролитической кислотности и степени насыщенности основаниями для обеих почв при наибольших урожаях дали значительно большее расхождение, чем расхождения pH в водной суспензии.

Что касается вопроса о влиянии извести на качество томатов, то из полученных нами данных при аналитических исследованиях плодов томатов, приведенных на таблице 48, мы видим следующую картину.

Таблица 48

Томаты (инвертный сахар)
Почва тяжелый суглинок

Аналитические данные	Д о з ы и з в е с т и				
	Без удобрений		NPK		
	0	1/1	0	1/1	2/1
Инвертный сахар					
%/о содержание	1,84	2,38	2,77	2,91	3,34
Абсолютное содержание в г на сосуд . . .	0,53	1,05	1,02	1,30	1,20
Сырой протеин					
%/о содержание	11,50	14,88	17,31	18,19	20,88
Абсолютное содержание в г на сосуд . . .	3,31	6,56	6,38	8,62	7,50
Кислотность					
Актуальн. (pH)	4,3	4,3	4,1	4,3	4,4
Общая в %/о	0,26	0,25	0,35	0,38	0,35

Общая кислотность плодов томатов под влиянием минеральных удобрений значительно повысилась, а известкование заметного влияния на величину общей кислотности как на удобренной почве, так и на фоне NPK не оказало. Актуальная кислотность в плодах томатов под влиянием известкования на удобренном фоне заметным образом не изменилась, а на фоне NPK несколько понизилась. Процентное и абсолютное содержание инвертного сахара и сырого протеина в урожае плодов томатов под влиянием известкования повысилось как на удобренном, так и на удобренном (NPK) фоне.

Таким образом полученные нами данные вполне определенно говорят за то, что при правильном известковании почв можно получать урожаи плодов томатов лучшего качества, чем при возделывании этой культуры на неизвесткованных почвах, нуждающихся в известковании.

Данные учета урожая полевого опыта, составляющего часть нашей работы, поставленного в совхозе Отрадное на том же тяжелом суглинке, который применялся нами при вегетационных опытах по схеме близкой к схеме вегетационных опытов, а также данные лабораторных исследований образцов почв, взятые с делянок полевого опыта в течение вегетационного периода, приводятся ниже на табл. 49 и 50.

Из приведенных данных видно, что при полевом опыте на фоне NPK все дозы извести дали повышение урожая плодов томатов. При этом наибольший урожай приходится на фоне NPK на двойную дозу извести по гидролитической кислотности при pH — 6,7. Таким образом наибольший урожай плодов томатов при полевом опыте получился при дозе извести, выраженной в долях гидролитической кислотности вдвое большей, чем при вегетационных опытах, но значения pH в водной суспензии при наибольших урожаях вегетационных опытов и полевого опыта очень близки 6,4, 6,3 и 6,7. То обстоятельство, что при полевом опыте наибольший урожай получился при более высокой дозе извести, чем при вегетационном, можно объяснить так же, как при опыте со свеклой, плохим перемешиванием извести с почвой в поле в течение первого года, вследствие чего известь не успела

Таблица 49

Томаты (полевой опыт)
Почва: тяжелый суглинок

Урожайные и аналитические данные	Д о з ы и з в е с т и							
	Без удобрений		Фон NPK					
	0	1/1	0	1/4	1/2	1/1	2/1	3/1
Урожай плодов в центнерах на га:								
1-я повторность	33,6	30,0	52,0	42,7	40,1	48,6	46,7	53,7
2-я повторность	46,2	46,4	47,9	55,3	65,4	50,6	64,5	54,2
Среднее из 2-х повторностей	39,9	39,7	50,0	49,0	52,7	49,6	55,6	54,0
„ 2-х „ %/о	100	99,6	125,1	122,8	132,1	124,2	139,4	135,3
pH в водной суспензии	5,4	6,3	5,2	5,5	5,7	6,4	6,7	6,9
Гидролитическая кислотн. в м. экв.	3,9	1,4	3,3	2,5	2,0	1,4	0,9	0,9
Степень насыщенности	54,7	92,2	51,0	78,6	84,7	90,4	95,5	96,8

Динамика pH, гидролитической кислотности и степени насыщенности основаниями полевого опыта с томатами

Аналитические данные	26/V до внесения извести			2/VII	23/VII			15/VIII			3 IX			23/IX		
	pH	Гидр. кисл.	Степень насыщен.	Гидр. кисл.	pH	Гидр. кисл.	Степень насыщен.	pH	Гидр. кисл.	Степень насыщен.	pH	Гидр. кисл.	Степень насыщен.	pH	Гидр. кисл.	Степень насыщен.
Дозы извести																
0	5,2	5,20	55	4,14	5,0	4,20	57	5,5	3,37	66	5,3	3,93	62	5,3	4,20	61
1/1 изв.	5,2	4,72	55	1,40	6,1	1,76	87	7,0	—	—	6,4	1,10	—	6,0	2,45	79
NPK	5,2	5,18	50	3,18	5,2	3,34	69	5,3	3,25	66	5,2	3,46	65	5,2	4,26	63
NPK + 1/4 изв.	5,2	4,69	55	2,63	5,28	2,08	83	5,5	2,73	75	5,5	2,77	74	5,5	3,95	64
NPK + 1/2	5,5	5,0	53	1,46	5,7	1,50	89	6,0	2,38	81	5,7	2,54	78	6,4	3,20	70
NPK + 1/1	5,3	4,98	49	1,40	6,2	1,51	89	6,6	1,41	92	6,5	1,25	94	—	2,31	78
NPK + 2/1	5,2	5,30	52	1,07	6,4	1,30	93	6,8	0,85	96	6,7	0,95	95	—	1,53	89
NPK + 3/1	5,6	4,50	43	0,85	6,5	0,89	95	7,0	1,12	97	6,9	0,82	98	6,6	0,95	93

достаточно прореагировать с почвой. В результате этого растения, особенно в течение первой части вегетационного периода, развивались в условиях, соответствующих более низкой дозе извести, чем та, которая была внесена при закладке опыта.

На **неудобренном фоне** известкование почвы при опыте с томатами не дало повышения урожая.

При НИУ на легкой супесчаной почве Люберецкого опытного поля также был проведен в 1931 и 1932 гг. полевой опыт, при котором получились следующие результаты, приведенные в работе Хейфец и Власовой (14) (табл. 51).

Урожай томат в первый и второй год после внесения извести

Годы	Урожайные данные	Без удобрения	Д о з ы и з в е с т и						
			CaCO ₃			KPN	KPN + CaCO ₃		
			1/2	1/1	2/1		1/2	1/1	2/1
1931	Средний урожай в г.	0,94	1,46	1,40	1,33	1,77	2,55	2,32	2,23
	Прибавка абс.	—	0,52	0,46	0,39	0,83	1,61	1,38	1,29
	Прибавка в % от контр.	—	55	49	41	88	171	147	137
1932	Средний урожай в г.	0,18	0,19	0,52	0,74	0,08	0,59	0,76	0,43
	Прибавка абс.	—	0,01	0,34	0,56	0,10	0,41	0,53	0,25
	Прибавка в % от контрол.	—	5,5	189	311,1	55	224	294,4	133

Таблица 50

Из этих данных видно, что на легкой супеси Люберецкого поля все дозы извести дали положительный эффект, причем на **неудобренном фоне** наибольший урожай был получен в первый год при самой низкой дозе соответствующей 1/2 гидролитической кислотности, а второй по самой высокой дозе, соответствующей двойной гидролитической кислотности, на **удобренном же NPK фоне** в оба года наибольший урожай был получен по дозе извести, соответствующей **однократной гидролитической кислотности**.

Учитывая данные, полученные нами при наших вегетационных опытах, полевом опыте и лабораторных исследованиях, а также приведенные выше результаты опыта НИУ и других учреждений, следует в качестве рекомендуемой для применения в сельскохозяйственном производстве признать дозу извести, соответствующую **однократной гидролитической кислотности**, хотя наиболее высокий урожай при нашем полевом опыте получился при дозе, соответствующей **двойной гидролитической кислотности**. К такому выводу мы приходим, основываясь не только на данных наших вегетационных опытов, но и на внимательном изучении данных полевого опыта, при котором на одной из параллельных делянок по дозе, соответствующей **однократной гидролитической кислотности**, получился пониженный урожай очевидно из-за случайных причин, так как ближайшая низшая доза извести дала даже более высокий урожай и так как на другой параллельной делянке по **однократной дозе** по гидролитической кислотности был получен даже более высокий урожай, чем по **двойной дозе** по гидролитической кислотности.

Наиболее целесообразным надо признать внесение извести при культуре томатов в таких количествах, при которых в почве устанавливается pH в водной суспензии около — 6,5.

Что касается вопроса о совместном внесении извести и минеральных удобрений при возделывании томатов, то данные полевого опыта так же, как и рассмотренные выше данные наших вегетационных опытов, говорят за целесообразность такого приема, так как и здесь при совместном внесении в почву извести и минеральных удобрений (NPK) был получен более высокий урожай, чем при внесении извести и NPK в отдельности.

Из данных наших лабораторных исследований образцов почв, взятых в течение вегетационного периода с делянок полевого опыта с томатами (см. табл. 49) мы видим в общем ту же картину, что и при опыте со свеклой.

При известковании почвы и внесении кислого набора полного минерального удобрения актуальная кислотность почвы в полевых условиях резко меняется, при чем более высоким дозам извести соответствует большее понижение кислотности. Кроме того, из этих данных видно, что актуальная кислотность различных делянок опытного участка, установившись в течение первого месяца после внесения извести в дальнейшем за время вегетационного периода мало менялась, и что в колебаниях значений актуальной кислотности в течение вегетационного периода какой-либо определенной закономерности не наблюдалось.

Все сказанное относительно актуальной кислотности можно отнести также и к гидролитической кислотности и степени насыщенности почв основаниями, с той лишь разницей, что гидролитическая кислотность под влиянием извести не повышалась, а понижалась.

Основываясь на полученных нами данных при учете урожая томатов и исследовании образцов почв, взятых после уборки урожая из вегетационных сосудов и в течение вегетационного периода делянок опытного участка, можно сделать вывод, что наилучшие условия для произрастания томатов в отношении почвенной кислотности создаются при актуальной кислотности, соответствующей pH в водной суспензии 6,3—6,7, когда устранена вся обменная кислотность и часть гидролитической кислотности при 70—80% насыщенности основаниями.

КАПУСТА

С капустой вегетационных опытов в 1932 г. не было, а данные учета урожая полевого опыта, проведенного в совхозе Отрадное на договоренных началах, помещенные на таблице 52 и на графике XIII, говорят нам следующее.

Капуста (полевой опыт)
Почва: Тяжелый суглинок

Таблица 52

Урожайные и аналитические данные	Д о з ы и з в е с т и							
	Без удобрений		NPK					
	0	1/1	0	1/4	1/2	1/1	2/1	3/1
Урожай кочнов в центнерах на га:								
1-ая повторность	76,0	89,4	85,1	86,6	90,0	92,3	98,1	99,5
2-ая повторность	71,4	86,9	105,9	102,0	107,9	105,5	110,8	111,1
Среднее из 2-х повторностей	73,7	88,1	95,5	94,3	99,4	99,9	104,4	105,3
В %/о	100	111	129	128	135	135	141	143
pH в водной суспензии	5,6	6,5	5,2	5,7	5,9	6,4	6,8	7,0
Гидролит. кислотность в м. экв.	3,9	1,4	3,3	2,5	2,0	1,4	0,9	0,9
Степень насыщен.	54,7	92,2	51,0	78,6	84,7	90,4	95,5	96,8

Известкование почвы дало повышение урожая капусты как на удобренном, так и на удобренном фоне. При этом наибольший урожай был получен по самой

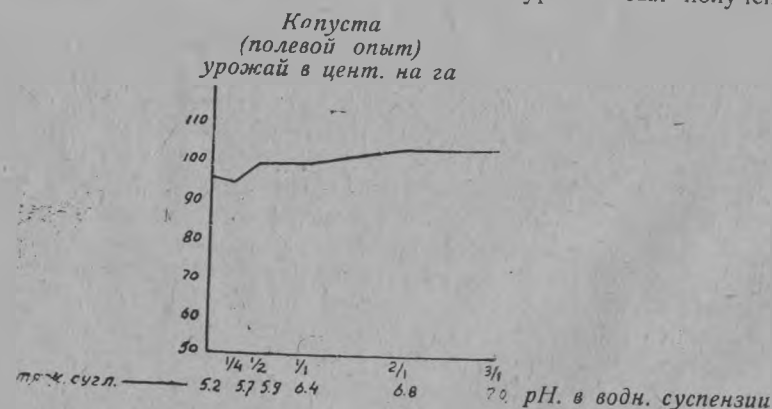


График XIII. Капуста.

высокой дозе извести, соответствующей трехкратной гидролитической кислотности при pH в водной суспензии 7.0.

Хотя у нас вегетационные опыты с капустой отсутствовали, а при полевом опыте более высоких доз извести также не было, но в виду того, что тройная доза по гидролитической кислотности дала урожай, лишь немного превышающий урожай полученный по двойной дозе (в пределах ошибки опыта), можно полагать, что дальнейшее увеличение доз извести не дало бы значительного повышения урожая.

Поэтому можно считать, что наибольшему урожаю капусты при известковании почвы должна соответствовать величина pH в водной суспензии около pH—7,0, как это имело место при нашем опыте. Близкие к этой величине pH получены, как оптимальные для капусты Wetzel'a. Согласно данным этого исследователя оптимальные условия в отношении реакции среды для развития капусты соответствуют интервалу pH 6,5—7,1. Другой исследователь, занимавшийся этим вопросом, Lange, (13), также пришел к заключению, что оптимальной реакцией среды для капусты является нейтральная.

Соответственно полученным нами данным, капусту следует отнести к группе растений, для наилучшего развития которых реакция среды в почве должна соответствовать pH 6,7—7,4, должна быть устранена вся обменная кислотность и почти вся гидролитическая кислотность при 85—95% насыщения почвенного комплекса основаниями.

В качестве основной нормы извести для применения в условиях сельскохозяйственного производства при возделывании капусты можно рекомендовать дозу не меньше двойной по гидролитической кислотности или, точнее, дозу извести, при которой устанавливается pH 7,0—7,2.

МАК.

Из приведенных на таблице 53 и на графике XIV данных мы видим, что известкование почвы оказало сильное действие на развитие мака. На почве без

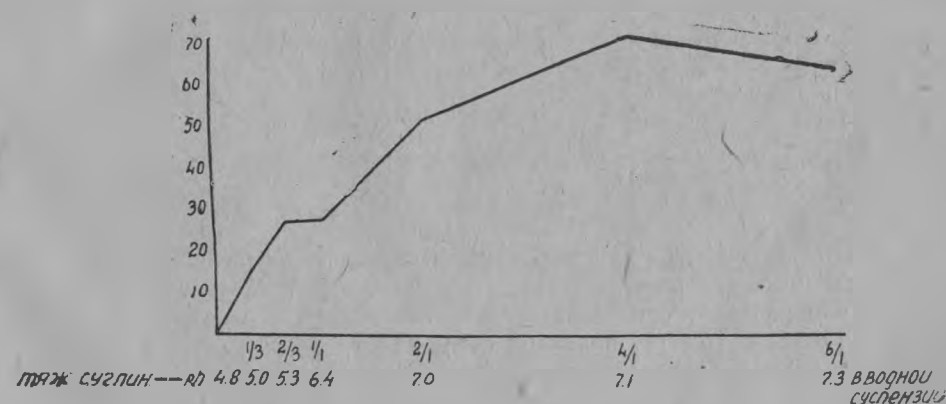


График XIV. Мак.

извести и без NPK получился ничтожно малый урожай мака, а на почве с NPK без извести растения совершенно погибли. На известкованных же делянках растения развивались очень хорошо, причем по мере увеличения доз извести повышался общий урожай и урожай семян мака, вплоть до четырехкратной дозы по гидролитической кислотности, которая дала наибольший урожай при pH в водной суспензии 7,1. Затем при шестикратной дозе извести по гидролитической кислотности имело место некоторое понижение урожая по сравнению с наибольшим.

При наших опытах мак зарекомендовал себя, как самое чувствительное из всех наших опытных растений к почвенной кислотности и очень отзывчивое к известкованию почвы.

Поэтому мак следует отнести к группе тех растений, для развития которых оптимальные условия в отношении почвенной кислотности создаются при рН в водной суспензии почвы 6,8—7,2 и полном отсутствии обменной кислотности и основной массы гидролитической кислотности и при 85—95% насыщенности основаниями.

Совместное внесение извести с минеральными удобрениями дало значительно более высокий урожай, чем одна известь, и изменило резкий отрицательный эффект минеральных удобрений (растения совсем погибли) в значительный положительный эффект (таблица 53).

Мак
Почва: тяжелый суглинок

Таблица 53

Урожайные и аналитические данные	Д о з ы и з в е с т и								
	Без удобр.		Фон NPK						
	0	1/1	0	1/3	2/3	1/1	2/1	4/1	6/1
Общий урожай в г	2,7	16,4	0	14,8	26,6	26,6	51,3	68,9	29,0
„ „ в %/о	100	607,0	0	548	1000	1000	1910	2552	1074
Семян в г	0,07	1,6	0	2,1	3,7	2,6	0,9	0,3	0,2
„ в %/о	100	2286	0	3000	5285	3714	1286	429	286
рН в водной суспензии . . .	5,5	6,5	4,8	5,0	5,7	6,4	7,0	7,1	7,3
рН в фильтрате	6,1	6,9	5,3	5,8	6,2	6,2	6,5	6,8	7,3
Гидролитическая кислотность в м. экв.	3,9	0,8	5,5	3,4	1,8	1,1	0,6	0,6	0,6
Степень насыщенности . . .	47,9	93,0	47,2	65,2	82,2	89,6	95,7	97,3	98,2

Согласно данным наших опытов в качестве дозы извести, рекомендуемой для применения в условиях сельскохозяйственного производства, следует признать дозу не меньшую, чем двойная по гидролитической кислотности, точнее, дозу, при которой в почве устанавливается рН в водной суспензии 7,0—7,2.

Путем известкования почвы можно значительно улучшить условия для культуры мака на подзолистых почвах с повышенной кислотностью,

ГОРЧИЦА.

Из приведенных на таблице 54 и на графике XV урожайных данных горчицы мы видим, что известкование почвы во всех случаях как на удобренном фоне, так и на фоне NPK дало значительное повышение урожая горчицы, причем на фоне NPK по мере увеличения доз извести увеличивались и прибавки урожая вплоть до самой высокой дозы, соответствующей шестикратной гидролитической кислотности. При этом наибольшие урожаи горчицы соответствовали рН в водной

Таблица 54

Горчица
Почва: тяжелый суглинок

Урожайные и аналитические данные	Д о з ы и з в е с т и								
	Без удобр.		Фон NPK						
	0	1/1	0	1/3	2/3	1/1	2/1	4/1	6/1
Общий урожай в г на сосуд .	1,6	3,6	1,0	1,4	2,6	4,0	5,90	7,30	7,70
Общий урожай в %/о на сосуд	100	229	79	90	166	256	381	471	497
рН в водной суспензии . . .	5,6	6,7	5,0	5,5	5,8	6,3	6,6	7,1	7,1
рН в фильтрате	6,0	6,9	5,7	5,9	6,1	6,6	7,0	7,4	7,4
Гидролитическая кислотность в м. экв.	3,9	0,8	5,5	3,4	1,8	1,1	0,6	0,6	0,6
Степень насыщен в м. экв.	49,9	93,0	47,0	65,0	82,2	89,7	95,7	97,3	98,2

суспензии 7,1. Из этих данных видно, что одно минеральное удобрение (NPK) значительно понизило урожай горчицы, вследствие повышения почвенной кислотности под влиянием кислого набора полного минерального удобрения. Это понижение урожая горчицы в результате внесения кислого набора минеральных удобрений не ликвидировалось и при низшей дозе извести, соответствующей 1/3 и гидро-

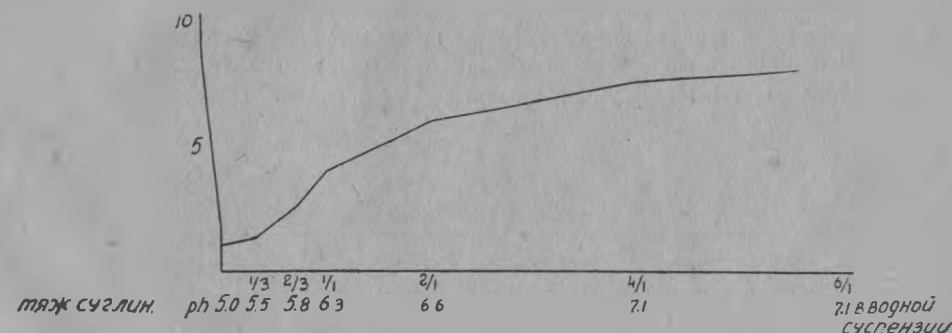


График XV. Горчица.

литической кислотности. Такое понижение урожая под влиянием минеральных удобрений при наших вегетационных опытах систематически имело место почти у всех опытных растений на легкой супеси Люберецкого опытного поля со слабо выраженной буферной способностью, но на тяжелом суглинке совхоза Отрадное, на котором поставлен наш опыт с горчицей, наблюдалось лишь у очень немногих растений. Из этого следует, что горчица является растением в высшей степени чувствительным к почвенной кислотности и хорошо отзывавшимся на известкование почвы. Совместное внесение извести в дозе, соответствующей однократной гидролитической кислотности и минеральных удобрений, дало значительно большее повышение урожая, чем одно минеральное удобрение, и лишь немного большее, чем

одна известь, внесенная в той же дозе. Отмеченные выше факты говорят за то, что положительный эффект известкования почвы под горчицу обуславливается прежде всего устранением избыточной почвенной кислотности. Это, однако, не значит, что мобилизация питательных веществ под влиянием известкования почвы при возделывании горчицы не играет никакой роли (табл. 54).

На основании полученных нами данных следует, что наилучшими для развития горчицы условиями в отношении почвенной кислотности являются такие, когда в почве устанавливается рН в водной суспензии 7,0—7,5, отсутствует обменная кислотность и устранена основная масса гидролитической кислотности при 85—95% насыщенности почвы основаниями.

При полевом опыте, проведенном НИУ в 1931 г. на Люберецком опытном поле на фоне полного минерального удобрения, известь также дала значительное повышение урожая горчицы, причем наибольший урожай был получен при самой большой дозе извести — двойной по гидролитической кислотности.

В качестве основной дозы для применения при известковании почв в условиях сельско-хозяйственного производства может служить доза не меньше двойной по гидролитической кислотности или, точнее, доза извести, при которой в почве устанавливается реакция, соответствующая рН в водной суспензии около 7,0—7,2.

При этом надо иметь в виду, что и более низкие дозы извести (около одной-двухкратной дозы по гидролитической кислотности) могут дать также значительные, хотя и меньшие, чем при этой дозе, прибавки урожая, а с другой стороны путем внесения больших количеств извести можно получить еще большее повышение урожая. Поэтому эта доза может быть повышена или понижена в зависимости от условий работы, причем особенно необходимо считаться с отношением к почвенной кислотности и к известкованию других растений севооборота.

ПОДСОЛНЕЧНИК.

На таблице 55 и на графике XVI, где приведены данные учета урожая подсолнечника, мы видим, что на неудобренной почве имело место ясно выраженное повышение общего урожая и урожая семян подсолнечника. На фоне НРК извест-

Таблица 55

Подсолнечник
Средний суглинок П

Урожайные и аналитические данные	Д о з ы и з в е с т и								
	Без удобр.		Фон НРК						
	0	1/1	0	1/3	2/3	1/1	2/1	4/1	6/1
Общий урожай на сосуд в г.	44,17	107,3	88,9	54,76	104,2	85,5	91,4	70,5	32
Общий урожай на сосуд в %/о	100	244	202	124	237	194	208	160	73,1
Семена в г	11,93	24,63	13,23	13,52	30,66	32,50	34,00	25,00	30,22
Семена в %/о	100	206	111	113	257,0	273	286	209	253
рН в водной суспензии	5,8	6,9	5,6	6,0	6,2	6,3	6,4	6,9	7,0
рН в фильтрате	6,0	6,9	5,8	6,1	6,2	6,4	6,6	7,0	7,2
Гидрол. кислотн. в мил. экв.	1,8	0,6	2,2	1,1	0,9	0,6	0,6	0,4	0,4
Степень насыщен.	78,5	95,7	77,1	87,7	89,9	94,0	95,4	97,5	93,8

кование почвы в большинстве случаев дало понижение общего урожая подсолнуха. Исключение составляют дозы, соответствующие $2/3$ и $2/1$ гидролитической кислотности. При первой из этих доз известь дала заметное, а при второй — незначительное повышение общего урожая подсолнуха. Урожай семян напротив того, под влиянием известкования во всех случаях повысился как на неудобренном, так и на удобренном фоне. При этом наибольший общий урожай и урожай семян подсолнечника был получен по дозе $2/1$ гидролитической кислотности при рН в водной суспензии 6,4 (табл. 55).

При полевом опыте НИУ, проведенном на Люберецком опытном поле, наибольший урожай подсолнечника на фоне НРК был получен при дозе извести, соответствующей $1/2$ гидролитической кислотности.

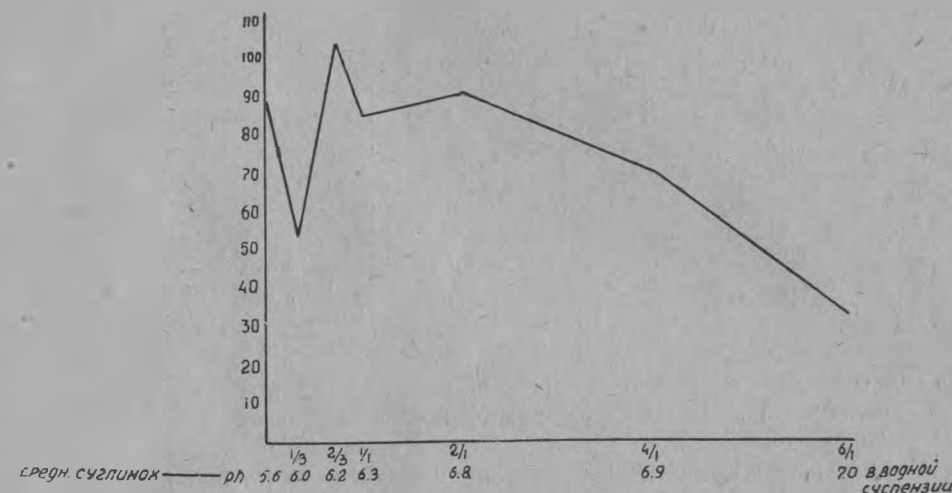


График XVI. Подсолнух.

На основании полученных нами результатов и данных других исследований, приходится считать, что оптимальными для развития подсолнечника условиями в отношении почвенной кислотности являются такие, при которых в почве устанавливается рН в водной суспензии 6,2—7,0 обменная кислотность не устранена полностью и не устранена также часть гидролитической кислотности при степени насыщенности основаниями около 55—85%.

Что касается влияния известкования почвы на качество урожая подсолнуха, то полученные нами при анализе семян подсолнуха результаты говорят следующее. На неудобренном фоне под влиянием известкования процентное содержание жира в семенах подсолнуха понизилось, но не настолько, чтобы понизить абсолютное содержание жира в урожае семян подсолнуха, которое при этом, напротив того, заметно повысилось. На фоне НРК под влиянием известкования во всех случаях, за исключением $1/3$ дозы по гидролитической кислотности имело место повышение и процентного и абсолютного содержания жира в урожае семян подсолнуха.

Таким образом, согласно данным наших опытов, положительное действие известкования почвы на общий урожай подсолнуха проявляется, главным образом, на неудобренной почве, как результат мобилизации питательных веществ под влиянием извести, а на удобренном фоне положительное действие извести на развитие зеленой массы подсолнуха проявляется сравнительно слабо.

Подсолнух
Содержание жира в зерне

Дозы извести	Аналитические данные	
	‰/‰ содержание	Абсолютное содержание в г н/с.
0	49,17	2,52
1/1 изв.	41,40	5,57
НРК	34,86	2,29
НРК + 1/3 изв.	34,87	2,12
НРК + 2/3 „	37,10	5,94
НРК + 1/1 „	40,89	6,95
НРК + 2/1 „	41,99	8,48
НРК + 4/1 „	40,72	5,11
НРК + 6/1 „	37,46	6,02

Зато наши данные говорят очень красноречиво за то, что путем известкования почв с повышенной кислотностью можно повысить урожай семян подсолнуха как на неудобренном фоне, так и при совместном внесении в почву извести с минеральными удобрениями и улучшить качество семян, которые под влиянием одних минеральных удобрений могут заметно ухудшиться.

При разрешении вопроса о дозе извести для применения в с.-х. производстве необходимо считаться с тем обстоятельством, что для общего урожая подсолнуха оптимальная доза извести, согласно полученным нами данным должна быть ниже, чем для урожая семян. Поэтому при возделывании подсолнуха в качестве силосного растения ради зеленой массы можно рекомендовать вносить под это растение известь в количестве, соответствующем от 1/2 до 3/4 гидролитической кислотности или в количестве, при котором в почве устанавливается рН в водной суспензии 6,2—6,3, а при возделывании подсолнуха на семена дозу, соответствующую однократной или полукратной по гидролитической кислотности или количеству извести, при котором устанавливается рН 6,5—6,7.

КУКУРУЗА.

Из приведенных данных таблицы 57 и графика XVII видно, что на фоне НРК на среднем суглинке совхоза Клементьево под влиянием извести значительно повысился урожай кукурузы. При этом наибольший урожай был получен при дозе извести, соответствующей двойной гидролитической кислотности при рН в водной суспензии 6,8 (табл. 57).

Согласно данным, полученным при наших опытах, кукуруза должна быть отнесена к группе растений, которые лучше всего развиваются при устранении всей обменной кислотности и большей части гидролитической кислотности и почти полной насыщенности почвы основаниями. При полевых опытах НИУ в 1932 г. на

Кукуруза
Почва: Средний суглинок Клементьевского совхоза

Удобрения и дозы извести в ‰/‰ от гидрол. кислотности	Без удобрения		Фон НРК					
	0	100	0	36	73	100	200	400
Общий урожай. возд. сух. массы в г .	40,6	39,9	89,6	104,1	109,1	109,4	160,2	122,7
Общий урожай. возд. сух. массы в ‰/‰ .	100	98	177	256	269	269	395	302
рН водной суспензии	5,9	6,8	5,1	5,3	6,1	6,5	6,8	7,3
рН солевой суспензии	4,4	6,5	4,4	5,1	5,3	6,2	—	6,4
Гидрол. кислот. в мил. экв. на 100 г почвы	—	—	4,0	3,65	2,35	2,15	0,4	0,2
Степень насыщ. основаниями в ‰/‰ .	—	—	45	52	73	86	96	98

Люберецком опытном участке наибольший урожай кукурузы был получен так же, как при нашем опыте при двойной дозе извести по гидролитической кислотности, как на неудобренной делянке, так и на фоне НРК.

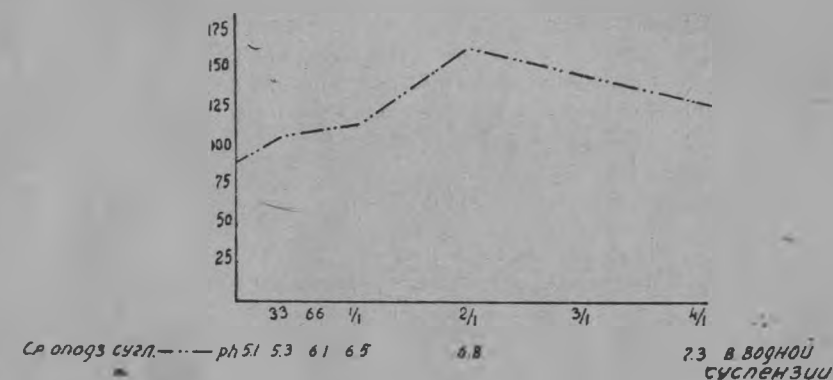


График XVII. Кукуруза.

Полученные при этом опыте данные, взятые из работы Д. М. Хейфец и Н. М. Власовой, (14) приводятся ниже на таблице 58.

Урожай кукурузы после внесения CaCO₃ на второй год

Урожайные данные	Д о з ы и з в е с т и							
	Без удобрения	CaCO ₃			KPN	KPN + CaCO ₃		
		1/2	1/1	2/1		1/2	1/1	2/1
Средний урожай г	2,6	2,4	2,8	2,8	3,6	4,6	5,1	5,5
Прибавка збс.	—	— 0,2	0,2	0,2	1,0	2,0	2,5	2,9
Прибавка в ‰ от контроля . . .	—	— 8	8	8	38	77	—	—

При внесении извести в эту почву по двойной гидролитической кислотности при относящемся к этой же работе вегетационном опыте рН в водной суспензии при нескольких растениях соответствовал величине 6,5. Таким образом, есть основание полагать, что при полевом опыте НИУ наибольший урожай кукурузы был получен также при величине актуальной кислотности, близкой к той, которая установилась при максимальном урожае в нашем опыте.

Полученные нами данные относительно оптимума актуальной кислотности для кукурузы стоят также в согласии с данными Lemmerman'a (13), который при известковании супесчаной почвы нашел, что оптимальная реакция среды для кукурузы соответствует интервалу рН от 6,5 до 7,0.

В общем, полученные при нашем опыте данные, как и данные других исследований, говорят за то, что наилучшими в отношении почвенной кислотности условиями для развития кукурузы являются следующие — рН в водной суспензии 6,5—7,0, полное отсутствие обменной кислотности и устранение основной массы гидролитической кислотности при степени насыщенности 80—90%.

В качестве оптимальной дозы извести для применения в сельскохозяйственном производстве, основываясь на данных наших опытов и результатах других исследований, можно рекомендовать дозу, соответствующую полуторной или двойной гидролитической кислотности, точнее, дозу, при которой в почве устанавливается реакция, соответствующая рН в водной суспензии 6,8—7,0.

Более или менее значительных отступлений от этой дозы как в сторону повышения, так и в сторону понижения, нельзя рекомендовать, так как при этом может иметь место понижение эффекта от известкования.

При возделывании кукурузы в северной половине СССР в качестве силосного растения известкование подзолистых почв с повышенной кислотностью должно найти широкое применение в хозяйствах животноводческого направления.

ГРЕЧИХА.

Из урожайных данных таблицы 59 и на графике XVIII видно, что под влиянием известкования почвы Отрадного, без внесения минеральных удобрений имело место

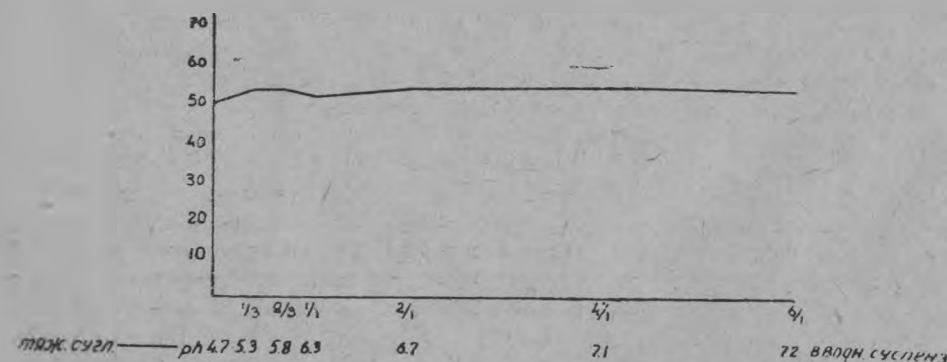


График XVIII. Гречиха

значительное повышение как урожая зерна, так и урожая соломы гречихи, а на фоне НРК известкование почвы дало значительно меньшие прибавки. При этом урожаи зерна дали большие прибавки, особенно на высоких дозах извести, чем урожаи соломы. Последние при низших дозах извести ($1/3$ и $2/3$ по гидролитической кислотности) были даже несколько меньше, чем при внесении одних мине-

Таблица 59

Гречиха
Почва: тяжелый суглинок

Урожайные и аналитические данные	Д о з ы и з в е с т и								
	Без удобр.		Ф о н НРК						
	0	$1/1$	0	$1/3$	$2/3$	$1/1$	$2/1$	$4/1$	$6/1$
Общий урожай в г на сосуд .	21,5	32,5	50,0	53,50	53,5	52,0	54,5	55,50	55,70
Общий урожай в %/о на сосуд	100	151	233	249	249	242	253	258	259
Зерно в г	7,9	14,4	18,0	21,9	22,4	19,5	20,8	25,3	24,1
„ в %/о	100	183	229	279	285	248	264	322	307
Солома в г	13,7	18,2	32,0	31,6	31,1	32,5	33,7	30,2	31,6
„ в %/о	100	133	234	231	228	237	247	221	231
Отношение зерна к соломе .	0,57	0,78	0,56	0,69	0,72	0,60	0,61	0,83	0,76
рН в водной суспензии . . .	5,5	6,6	4,7	5,3	5,8	6,3	6,7	7,1	7,2
рН в фильтрате	6,0	7,0	5,8	6,0	6,3	6,8	7,1	7,5	7,5
Гидролитическая кислотность в м. экв.	1,8	0,4	2,2	1,1	0,9	0,6	0,6	0,4	0,4
Степень насыщенности	47,9	92,1	47,2	65,3	82,2	89,7	95,7	97,3	98,2

ральных удобрений без извести. Наибольший урожай зерна гречихи на фоне НРК был получен при четырехкратной дозе извести по гидролитической кислотности при рН в водной суспензии 7,1, наибольший урожай соломы при двойной дозе по гидролитической кислотности при рН — 6,7, а наибольший общий урожай при дозе по шестикратной гидролитической кислотности при рН — 7,2.

При совместном внесении извести и минеральных удобрений получился общий урожай и урожай соломы значительно более высокий, чем по одной извести, но лишь немного превышающий урожай по одному НРК. Урожай зерна на фоне НРК под влиянием известкования почвы повысился больше, чем урожай соломы, но все же значительно меньше, чем на удобренном фоне — при одинаковых дозах извести.

Этот факт говорит за то, что гречиха является растением мало чувствительным к почвенной кислотности, и что положительный эффект известкования почвы под это растение в основном обуславливается мобилизацией питательных веществ.

В общем, данные наших вегетационных опытов и лабораторных исследований почвы из сосудов после уборки урожаев говорят за то, что наилучшими условиями в отношении почвенной кислотности для развития гречихи являются такие, когда в почве устанавливается рН в водной суспензии 7,0—7,4 устранена вся обменная кислотность и почти вся гидролитическая кислотность при 85—95% насыщенности основаниями. Но это растение может нормально развиваться и давать хороший урожай, хоть и немного меньший и при более кислой реакции среды, когда в почве имеются в наличии значительные количества обменной и гидролитической кислотности при степени насыщенности почвы около 65—80%.

За это говорят также данные Olsen'a (13), полученные при известковании легкой почвы. Этот исследователь нашел, что оптимум актуальной кислотности для гречихи соответствует pH—7,1, но констатировал также, что это растение может нормально развиваться при очень широком интервале pH от 4,0 до 7,8.

Данные этой таблицы кроме того показывают, что отношение зерна к соломе гречихи при нашем опыте под влиянием известкования во всех случаях заметно повысилось особенно при высоких дозах (табл. 59).

При полевом опыте НИУ на Люберецком опытном поле, согласно данным, приведенным в работе Хейфец и Власовой (14) (см. табл. 60), урожай гречихи под влиянием известкования почвы также повысился как на неудобренном, так и на удобренном (NPK) фоне. При этом наиболее высокие урожаи получены при самой высокой дозе извести, применявшейся при этом опыте, соответствующей двойной гидролитической кислотности (табл. 60).

Таблица 60

Действие извести на урожай гречихи на фоне минеральных удобрений и без них (данные в кг на делянку)

Урожайные данные	Без удобрения	Д о з ы и з в е с т и						
		CaCO ₃			NPK + CaCO ₃			
		1/2	1/1	2/1	0	1/2	1/1	2/1
Средний урожай	1,16	1,36	1,32	1,44	1,60	2,02	2,12	2,33
Прибавка абс.	—	0,2	0,16	0,28	0,44	0,86	0,96	1,17
Прибавка в % от контроля . . .	—	17	14	24	38	74	83	101

Эти данные говорят за то, что на сильно подзолистых почвах со слабо выраженной буферной способностью положительный эффект известкования почвы под гречиху в очень значительной степени зависит от нейтрализации избыточной почвенной кислотности, несмотря на то, что гречиха является растением, мало чувствительным к кислотности.

Устранение избыточной почвенной кислотности оказывает в этом случае не непосредственное действие, а косвенное, которое проявляется в усилении процессов мобилизации питательных элементов.

Основываясь на приведенных выше данных вегетационных полевых опытов и принимая во внимание также результаты других не приведенных здесь опытов, в качестве основной дозы извести для применения в сельско-хозяйственном производстве при возделывании гречихи можно рекомендовать дозу от однократной до двойной по гидролитической кислотности в зависимости от отзывчивости на известкование других растений севооборота или, правильнее, дозу, доводящую pH почвы в водной суспензии до 6,5—7,0.

При этом необходимо отметить, что при культуре гречихи применение извести без минеральных удобрений — одной или совместно с органическими удобрениями имеет гораздо большее значение, чем при возделывании большинства других растений.

ТИМОФЕЕВКА.

Тимофеевка при наших опытах была внесена только на торфяной почве, которая в ряде случаев вела себя несколько иначе, чем остальные-подзолистые почвы.

Таблица 61

Тимофеевка
Почва: Торфяная Коптевского болота

Урожайные и аналитические данные	Дозы извести % от гидролитической кислотности.											
	Без удобр.		фон NPK									
	0	100	0	18	28	50	64	76	100	150	200	400
Общий урожай, возд. сух. массы в г	—	—	0,0	1,0	10,5	18,8	15,2	15,6	15,3	13,7	13,5	7,0
Общий урожай, возд. сух. массы в %	—	—	—	100	1050,0	1880,0	1520,0	1560,0	1530,0	1370,0	1350,0	700,0
pH в водной суспензии	—	—	3,6	4,0	4,5	4,8	5,4	5,9	6,5	7,3	7,9	8,1
pH в солевой суспензии	—	—	3,0	3,7	3,8	4,3	4,8	5,5	6,2	7,0	7,5	8,0
Гидрол. кислотн. в м. экв. на 100 г почвы	—	—	60	—	49	39	—	19	14	3	1	—
Степень насыщен. основаниями	—	—	16	—	31	45	—	73	80	96	—	—

Поэтому, приводя здесь на таблице 61, на графике XIX и на рис. 9 (стр. 45) полученные при наших вегетационных опытах данные, мы все же не считаем их сравнимыми во всех отношениях с данными, полученными на подзолистых почвах.

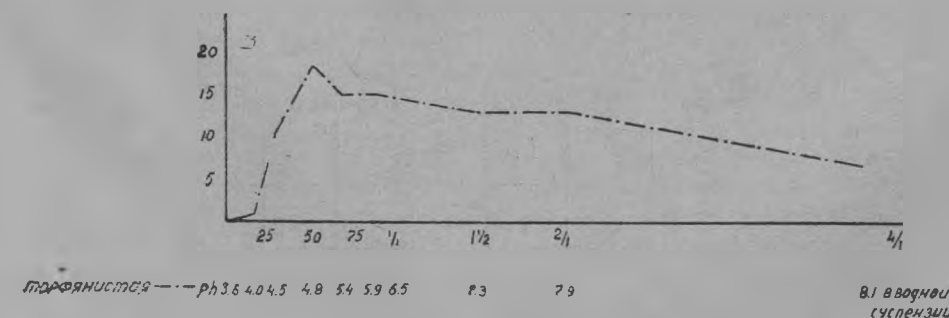


График XIX. Тимофеевка.

При этом опыте на неизвесткованной почве при внесении кислого набора NPK растения совершенно погибли. Наиболее высокий урожай по фону NPK был получен

по дозе извести, соответствующей $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ от гидролитической кислотности при рН в водной суспензии 4,8.

Согласно нашим данным наилучшими в отношении почвенной кислотности условиями для развития тимфеевки являются такие, когда имеется в наличии обменная кислотность и часть гидролитической кислотности.

Поэтому в качестве основной дозы извести для применения на торфяных почвах при возделывании тимфеевки в условиях сельскохозяйственного производства можно рекомендовать дозу, соответствующую $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ гидролитической кислотности, значительные отступления от которой в ту или другую сторону могут повлечь за собой понижение урожая по сравнению с этой рекомендуемой дозой.

При вегетационном опыте М. Д. Хейфец и М. Н. Власовой (14) с легкой супесчаной подзолистой почвой Люберецкого опытного участка НИУ наибольший урожай тимфеевки был получен по дозе извести, соответствующей двойной гидролитической кислотности при 84% степени насыщенности основаниями и при рН — 6,5 в водной суспензии.

Таким образом данные последнего опыта говорят за то, что при известковании подзолистых почв оптимальная доза извести и оптимальная величина актуальной кислотности должна быть несколько выше, чем для исследованной нами торфяной почвы.

Соответствующими данными для точного установления оптимальной дозы извести под тимфеевку на подзолистых почвах, мы в настоящее время в достаточной мере не располагаем, но в расчеты ориентировочной дозы извести для применения в производстве на подзолистых почвах при возделывании тимфеевки можно рекомендовать дозу, соответствующую однократной гидролитической кислотности или дозу, при которой устанавливается рН в водной суспензии около 6,5.

РАЙГРАСС.

Хотя райграсс при наших опытах и не успел полностью развиться, но все же полученные нами данные, приведенные на таблице 62 и на графике XX дают возможность судить об отношении этого растения к известкованию и почвенной кислотности.

Райграсс

Почва: Тяжелый суглинок

Урожайные и аналитические данные	Д о з ы и з в е с т и								
	Без удобрений		NPK						
	0	$\frac{1}{1}$	0	$\frac{1}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{2}{1}$	$\frac{4}{1}$	$\frac{6}{1}$
Общий урожай в г	0,95	1,46	1,66	0,79	2,48	3,13	4,45	2,65	3,28
Общий урожай в %	100	154	175	83	261	330	469	279	345
рН в фильтрате	5,8	6,9	5,4	6,2	6,9	7,1	7,4	7,4	7,5

Под влиянием известкования общий урожай райграсса повысился во всех сосудах, за исключением сосудов с дозой извести, соответствующей $\frac{1}{3}$ гидролити-

ческой кислотности, причем наибольший урожай был получен по двойной дозе по гидролитической кислотности при рН в фильтрате поддонников 7,5.

Совместное внесение извести и минеральных удобрений дало значительно более высокий урожай, чем одна известь и одно NPK.

По отношению к почвенной кислотности райграсс должен быть отнесен к растениям, которые лучше всего развиваются при рН в водной суспензии 7,0 — 7,4,

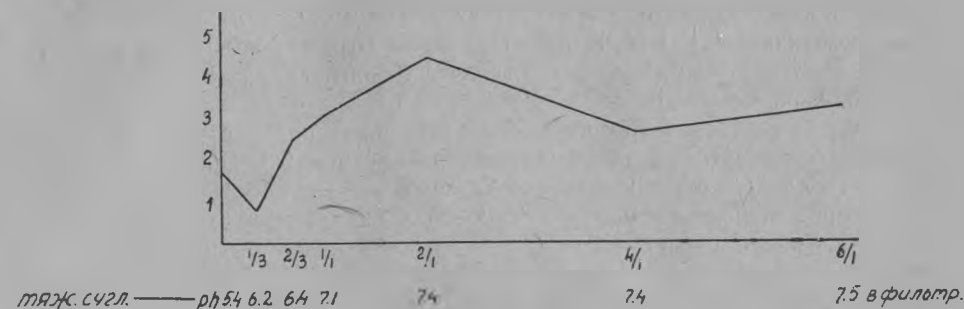


График XX. Райграсс.

устранении всей обменной кислотности и почти всей гидролитической и при 85 — 95% насыщении почвы основаниями.

Дозой, рекомендуемой для сельскохозяйственного производства, надо признать дозу от однократной до двойной по гидролитической кислотности, дозу, при которой в почве устанавливается рН в водной суспензии 6,5 — 7,0. Ближайшая к ней низшая доза $\frac{1}{1}$ по гидролитической кислотности, и ближайшая высшая $\frac{4}{1}$ по гидролитической кислотности, дали значительно менее высокие урожаи, чем при этой дозе.

Как видно из данных таблицы 63, процентное и абсолютное содержание сырого протеина под влиянием известкования в урожае райграсса на удобренной почве повысились. На фоне NPK при этом повысилось лишь абсолютное содержание протеина, а процентное, напротив того, понизилось (см. табл. 63).

Райграсс

Содержание сырого протеина

Дозы извести	Аналитические данные	
	% содержание	Абсолютное содержание в г н/с.
0	11,88	0,13
$\frac{1}{1}$ изв.	13,50	0,19
NPK	12,31	0,19
NPK + $\frac{1}{3}$ изв.	—	—
NPK + $\frac{2}{3}$	—	—
NPK + $\frac{1}{1}$	7,44	0,25
NPK + $\frac{2}{1}$	—	—
NPK + $\frac{4}{1}$	—	—
NPK + $\frac{6}{1}$	8,06	0,25

Таким образом, путем известкования можно повысить количество питательных веществ в урожае райграсса, а при определенных условиях и повысить качество урожая.

ЛИСОХВОСТ

Данные таблицы 64 А и Б и график XXI показывают нам, что на обеих почвах, тяжелом суглинке Отрадного и среднем суглинке Лихоборского бугра, при внесении в почву одной извести без NPK имело место некоторое повышение общего урожая лисохвоста. На фоне NPK под влиянием известкования на Отраденской почве имело место значительное повышение урожая во всех случаях, а на почве Лихоборского бугра повышение урожая имело место лишь при внесении доз извести не меньших, чем однократная по гидролитической кислотности. При низших дозах на этой почве ($1/3$ и $2/3$ по гидролитической кислотности), напротив того, имело даже место некоторое понижение урожая. Такое понижение урожая на фоне NPK при низких дозах извести наблюдается довольно часто и может быть объяснено следующим образом: во-первых при таких низких дозах извести достаточно, чтобы сделать менее доступным для растений фосфор внесенных удобрений, но еще недостаточно для того, чтобы улучшить заметным образом условия для развития растений путем понижения почвенной кислотности; во-вторых, при таких низких дозах отрицательное действие могло быть вызвано тем обстоятельством, что при таких условиях в почвенном растворе может оказаться достаточно ионов кальция для того, чтобы в результате антагонизма между ионами кальция и аммония ухудшилось азотное питание растений и в то же время эти дозы извести еще слишком малы для того, чтобы проявилось в достаточной мере положительное действие извести в результате понижения почвенной кислотности. Могут, конечно, при этом иметь место и оба указанных явления одновременно. Кроме того при опыте одного из нас (С. С. Ярусова), а также при опыте аспиранта группы извести Гусева такое понижение урожая при низких дозах извести сопровождалось понижением содержания нитратов в почве (17).

Таблица 64-А

Урожайные и аналитические данные		Д о з ы и з в е с т и							
		Без удобр.		Фон NPK					
		0	$1/1$	0	$1/3$	$2/3$	$1/1$	$2/1$	$4/1$
Общий урожай в г на сосуд:									
I укос		5,08	6,11	13,08	16,31	17,63	22,38	23,03	23,48
II укос		3,08	6,43	3,99	6,05	5,31	7,79	10,11	9,65
Сумма 2-х укосов		8,16	12,54	17,07	22,36	22,94	30,17	33,14	29,56
В %		100	154	209	274	281	369	403,1	362,2
pH в водной суспензии		5,7	6,9	5,4	5,9	6,6	6,8	7,0	7,4
pH в фильтрате		6,1	6,1	5,4	5,8	6,4	6,6	7,0	7,1
Гидр. кислотн. в м. экв.		3,9	0,8	5,5	3,4	1,86	1,1	0,6	0,6
Степень насыщ. в м. экв.		47,9	49,3	47,2	65,3	82,2	89,7	95,7	97,3

Таблица 64-Б

Урожайные и аналитические данные		Д о з ы и з в е с т и							
		Без удобрений		Фон NPK					
		0	$1/1$	0	$1/3$	$2/3$	$1/1$	$2/1$	$4/1$
Общий урожай в г на сосуд:									
I укос		5,81	6,67	16,73	11,45	15,35	19,77	18,30	16,06
II укос		4,47	5,56	5,19	4,95	5,65	7,14	6,35	6,72
Сумма 2-х укосов		10,28	13,23	21,92	16,40	21,00	26,91	24,65	22,78
В %		100	118	213	159	204	261	239	221
pH в водной суспензии		6,0	6,9	6,0	6,2	6,3	6,0	7,2	7,3
pH в фильтрате		6,0	6,8	5,8	5,9	6,0	6,3	7,0	7,2
Гидр. кислотн. в м. экв.		1,8	0,6	2,2	1,1	0,9	0,6	0,6	0,4
Степень насыщ. в м. экв.		78,5	95,7	77,1	87,7	89,9	94,0	95,4	97,5

Наибольшие урожаи лисохвоста на обеих почвах были получены при самой высокой дозе извести, соответствующей шестикратной гидролитической кислотности, при близких значениях pH в водной суспензии — 7,5 и 7,5.

ЛИСОХВОСТ

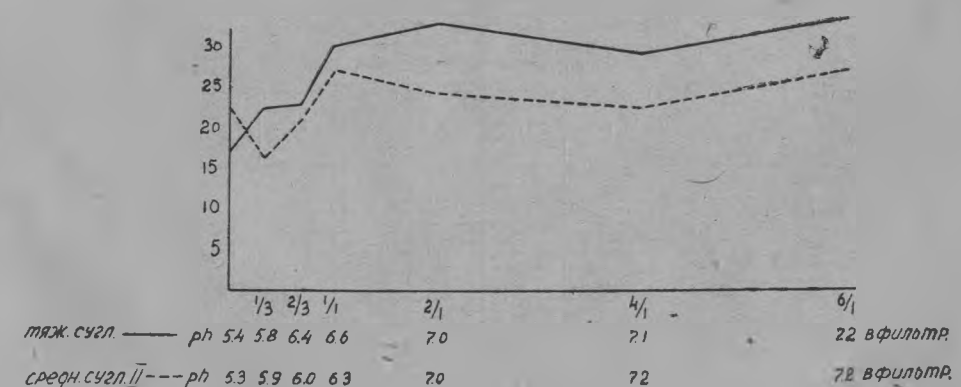


График XXI. Лисохвост.

При совместном внесении в почву извести и минеральных удобрений на обеих почвах имело место значительно большее повышение урожая, чем при внесении в почву одних минеральных удобрений, но лишь сравнительно немного больше, чем при внесении в почву одной извести (табл. 64).

Приведенные здесь данные наших вегетационных опытов говорят нам за то, что положительное действие извести при культуре лисохвоста в основном обуславливается устранением почвенной кислотности, хотя это растение и не может быть

поставлено в первом ряду среди растений, страдающих от повышенной почвенной кислотности. Например, оно значительно лучше переносит повышенную кислотность почвы, чем такие растения, как горчица, мак. Мобилизация питательных веществ под влиянием известкования почвы для лисохвоста, повидимому, имеет гораздо меньшее значение, чем устранение избыточной кислотности.

Далее, из данных наших опытов следует, что лучше всего лисохвост развивается при рН в водной суспензии около 7,0—7,5, полном устранении обменной кислотности и почти полном устранении гидролитической кислотности и 85—95% насыщенности основаниями. Но при этом надо принять во внимание, что лисохвост развивается хорошо и при значительно более кислой реакции в пределах рН в водной суспензии 6,5—7,5 и при наличии обменной кислотности.

Однако, несмотря на то, что при наших опытах лисохвост дал наибольший урожай при очень высокой дозе извести, соответствующей шестикратной гидролитической кислотности, для применения в условиях сельскохозяйственного производства приходится рекомендовать значительно меньшую дозу извести, а именно от однократной до двойной по гидролитической кислотности, дозу, при которой в водной суспензии почвы устанавливается рН около 6,5—7,0, так как повышение количества извести сверх этой дозы влечет за собой лишь сравнительно небольшое увеличение урожая и более высокие дозы не могут себя экономически оправдать.

ЕЖА СБОРНАЯ

Из данных таблицы 65 А и Б и графика XXII мы видим, что под влиянием известкования обеих почв, — тяжелого суглинка совхоза Отрадного и среднего суг-

Ежа сборная
Почва: Тяжелый суглинок

Урожайные и аналитические данные	Д о з ы и з в е с т и								
	Без удобрения		Фон NPK						
	0	1/1	0	1/3	2/3	1/1	2/1	4/1	6/1
Общий урожай на сосуд:									
I укос	4,12	8,86	13,79	—	17,33	17,76	24,14	23,15	20,25
II укос	4,05	8,17	6,46	—	7,08	8,15	9,65	9,17	8,35
Сумма 2-х укосов	8,17	17,03	20,25	—	24,41	25,91	33,79	32,32	28,60
В %	100	208	247	—	298	317	413	395	350
рН в водной суспензии	5,8	6,9	5,4	5,9	6,3	6,6	7,1	7,3	7,3
рН в фильтрате	6,2	6,8	5,4	6,0	6,4	6,6	7,0	7,2	7,2
рН в водной вытяжке	4,6	6,2	4,5	5,2	5,6	6,1	6,6	6,9	7,0
Гидр. кислотн. в м. экв.	3,92	6,77	5,49	3,33	1,86	1,09	0,65	0,65	0,69
Степень насыщ. в м. экв.	47,9	93,0	47,2	65,3	88,2	89,7	95,7	97,5	98,2

Ежа сборная
Почва: Средний суглинок II

Урожайные и аналитические данные	Д о з ы и з в е с т и								
	Без удобрения		Фон NPK						
	0	1/1	0	1/3	2/3	1/1	2/1	4/1	6/1
Общий урожай на сосуд:									
I укос	4,03	6,99	13,48	13,97	17,57	17,82	19,56	21,48	20,1
II укос	4,90	6,63	5,75	6,36	5,32	6,68	6,40	7,74	7,6
Сумма 2-х укосов	8,93	13,62	19,23	20,33	22,89	24,50	25,96	29,22	27,7
В %	100	155	215	226	256	274	290	327	310
рН в водной суспензии	6,2	7,0	5,9	6,5	6,5	6,8	6,9	7,3	7,4
рН в фильтрате	6,3	6,8	5,6	5,8	6,4	6,7	6,9	7,2	7,4
рН в соляной вытяжке	5,5	6,2	5,1	5,6	5,8	6,1	6,4	6,6	6,9
Гидр. кислотн. в м. экв.	2,21	1,04	2,25	1,98	1,98	1,32	0,77	0,53	0,53
Степень насыщ. в м. экв.	81,0	92,9	78,2	85,9	87,2	94,1	97,2	—	—

линка Лихоборского бугра, во всех случаях имело место значительное повышение урожая ежи сборной, причем наибольший урожай на Отраденской почве был получен

ежа сборная

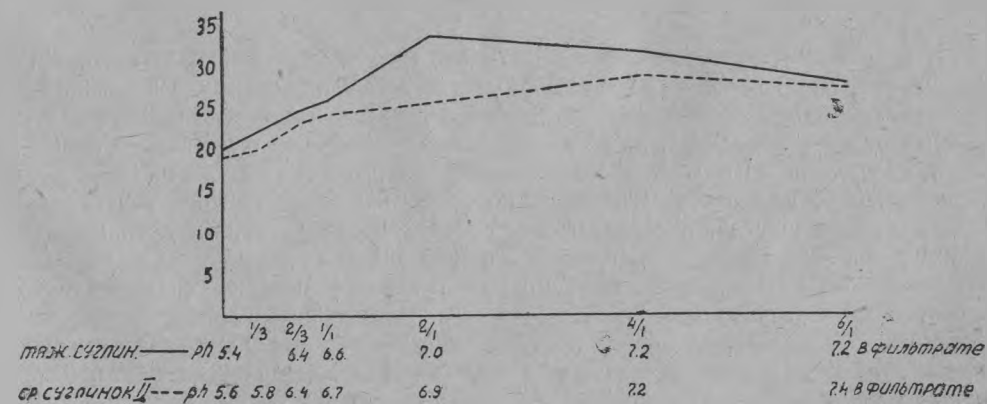


График XXII. Ежа сборная.

при двойной дозе извести по гидролитической кислотности при рН в водной суспензии 7,1, а на Лихоборской почве при четырехкратной при рН — 7,3. Таким образом наибольшим урожаем ежи на обеих почвах соответствуют близкие величины рН в водной суспензии, несмотря на то, что дозы извести при этих наибольших урожаях при выражении их как в весовых единицах, так и в долях гидролитической кислотности, значительно отличаются друг от друга.

При совместном внесении в почву извести и минеральных удобрений на обеих почвах получились урожаи ежи сборной значительно большие, чем при внесении в почву одной извести или одних минеральных удобрений (табл. 65 А и Б).

Основываясь на урожайных данных наших вегетационных опытов и лабораторных исследованиях почвы из сосудов после уборки урожая, можно полагать, что положительное действие извести на развитие ежи сборной зависит как от мобилизации питательных веществ под влиянием известкования почвы, так и от устранения излишней кислотности, хотя ежа может нормально развиваться и при довольно сильно выраженной кислотности почвы, если она обеспечена в достаточной степени питательными веществами.

В отношении почвенной кислотности согласно нашим данным, наиболее благоприятными для развития ежи сборной являются условия, при которых рН водной суспензии почвы устанавливается около 6,9—7,4, когда устранена вся обменная кислотность и основная масса гидролитической кислотности при 85—95% насыщенности основаниями.

Наилучший дозой извести для применения в производственных условиях под ежу сборную, согласно нашим данным следует считать двойную дозу по гидролитической кислотности, дозу, при которой устанавливается рН в водной суспензии известкованной почвы около 7,0. При этом, однако, необходимо иметь в виду, что и более низкие дозы, начиная с $\frac{2}{3}$ дозы по гидролитической кислотности и более высокие дозы вплоть до шестикратной включительно, могут дать значительное повышение урожая ежи, хотя и меньшее, чем при рекомендуемой нами дозе, соответствующей двойной гидролитической кислотности.

Обобщение результатов проведенных опытов.

Рассмотрев приведенные выше данные наших опытов, мы видим что в отношении к почвенной кислотности среди наших опытных растений мы наблюдаем большое разнообразие.

В отношении актуальной кислотности это разнообразие прежде всего проявляется в том, что каждому растению соответствует свой оптимум значения рН, обеспечивающий при достаточном содержании питательных веществ в почве и при наличии других необходимых для этого условий наилучшее развитие растений.

В отношении оптимальных значений рН для различных растений при наших опытах выяснилось, что эти оптимумы, которые, как это правильно установлено целым рядом исследований, представляют собой вообще величины довольно непостоянные, при известковании почв, когда в почвенном растворе имеются значительные количества иона кальция (оказывающего на оптимум рН особенно сильное влияние), напротив того, довольно устойчивы. Сопоставляя урожайные данные наших опытов и результаты наших лабораторных исследований, полученных нами для различных растений, мы видим, что оптимальные значения рН в водной суспензии и водной вытяжке (фильтрате поддонников) известкованных почв при обеспеченности растений питательными веществами дают наиболее ясное представление об отношении растений к известкованию почвы.

рН в солевой вытяжке определялось лишь для некоторой части растений, но на основании полученных нами данных можно в общем считать, что значения рН в хлоркалевой вытяжке могут дать такое же представление об отношении растений к известкованию почвы, как и рН водной суспензии или водной вытяжки.

Таким образом, полученные при наших опытах данные говорят за то, что при решении вопроса о дозах извести, при которых в условиях обеспеченности пита-

тельными веществами путем внесения минеральных удобрений, различные растения дают наибольший урожай, прежде всего следует базироваться на оптимальных значениях актуальной кислотности соответствующих этим наибольшим урожаям.

Такие близкие величины актуальной кислотности для разных подзолистых почв при наибольших урожаях получались не только при сравнении между собой данных, относящихся к различным почвам нашего вегетационного опыта, но в большинстве случаев и при сопоставлении между собой данных наших вегетационных опытов с данными полевых опытов.

В большинстве случаев при сравнении между собой данных, соответствующих наибольшим урожаям, полученным на различных почвах, дозы извести в долях гидролитической кислотности, определенной в почве, до постановки опытов, величины гидролитической кислотности и степени насыщенности, а также содержание поглощенного кальция и концентрации кальция в водной вытяжке почвы после уборки урожая расходятся между собой значительно больше, чем соответствующие величины актуальной кислотности. Поэтому, несмотря на тесную связь, которая имеет место между этими величинами и актуальной почвенной кислотностью в известкованных почвах, они менее пригодны для выяснения вопроса об отзывчивости сельскохозяйственных растений на известкование почвы, чем рН водной или солевой суспензии.

При выяснении вопроса о дозах извести, обеспечивающих наиболее высокие урожаи различных сельскохозяйственных растений на неудобренных почвах и при удобрении почв органическими удобрениями, когда положительное действие извести в очень значительной степени обуславливается мобилизацией питательных веществ (наряду с другими сторонами действия извести), также в основном следует базироваться на оптимальных значениях актуальной кислотности. Мобилизация питательных элементов почвы под влиянием известкования в очень значительной степени, особенно при внесении в почву органических удобрений, обуславливается имеющим при этом место усреднением почвенной кислотности и, кроме того, понижение почвенной кислотности и при этих условиях оказывает сильное непосредственное действие на развитие многих сельскохозяйственных растений.

Вопрос о том, насколько совпадают между собой в обоих случаях оптимальные значения рН для известкованных почв, нельзя считать уже в достаточной степени выясненным и в этом направлении у нас ведутся дальнейшие исследования. Но в общем, основываясь на имеющихся в настоящее время по этому вопросу данных, можно считать, что для растений, чувствительных к почвенной кислотности, оптимальные величины актуальной кислотности для почв, удобренных минеральными удобрениями, и для неудобренных или почв, удобренных органическими удобрениями, должны быть близки между собой. Для растений же нечувствительных (вернее, мало чувствительных) к почвенной кислотности, эти величины могут значительно отличаться друг от друга. Для обеспечения развития процессов мобилизации питательных элементов в неудобренных почвах и в почвах, удобренных органическими удобрениями, оптимальные величины рН для таких растений могут оказаться выше, чем в случае обеспечения растений питательными веществами в виде минеральных удобрений.

Хотя при выполнении настоящей работы мы не ставили себе целью выяснения методических вопросов, но полученные нами данные по вопросу об отношениях сельскохозяйственных растений к почвенной кислотности в связи с известкованием дают нам возможность высказать некоторые соображения по вопросу о методах определения потребности почв в извести.

Прежде всего, исходя из того, что сельскохозяйственные растения неодинаково относятся к почвенной кислотности и к известкованию почвы, необходимо категорически подчеркнуть, что при известковании почвы надо значительно больше учитывать специфические особенности отдельных растений, чем это делается в настоящее время, и прежде всего с этим обстоятельством необходимо считаться при установле-

нии доз извести. То обстоятельство, что в настоящее время при установлении дозировки извести с особенностями отдельных растений очень мало считаются, является одним из главных недостатков современного известкования. Между тем исправление этого недостатка наряду с ликвидацией ряда других недочетов современной практики известкования почв могло бы поднять качество работы по известкованию на значительно большую высоту не только у нас, в СССР, но и в тех странах за границей, где дело известкования почв проводится пока более тщательно, чем у нас.

Отсюда возникает вопрос о выборе методов для определения доз извести, так как далеко не все применяемые в настоящее время для этой цели методы отличаются достаточной даже для практических целей точностью.

На этот вопрос данные наших исследований дают вполне определенный ответ в том смысле, что не только для разрешения в целом вопроса об отношении отдельных растений к известкованию, и при установлении доз извести в отдельных конкретных случаях в условиях сельскохозяйственного производства наиболее целесообразно базироваться на оптимальных для отдельных растений величинах почвенной кислотности. Поэтому, исходя из наших данных, надо признать наиболее правильным — положить в основу методов определения доз извести принцип кривых титрования, которому и следует отдать предпочтение перед различными другими принципами, в том числе и перед принципом определения гидролитической кислотности, на котором базируется ряд очень распространенных современных методов установления доз извести.

Что касается того, какому из современных методов, базирующихся на принципе кривых титрования, надо отдать предпочтение, или в каком направлении следует изменять эти методы, то до окончания работы по проверке существующих и разработке новых методов определения потребности почв в извести, которая в настоящее время ведется при группе извести ВИУА, этот вопрос надо считать открытым.

По своему отношению к почвенной кислотности обычно принято различать три группы растений:

- 1) Растения, страдающие от повышенной кислотности.
- 2) Растения, не чувствительные к повышенной почвенной кислотности.
- 3) Растения, предпочитающие кислую реакцию.

Данные наших исследований говорят за то, что такое деление далеко не охватывает все то разнообразие отношений к почвенной кислотности сельскохозяйственных растений, которое наблюдалось и при наших опытах.

Растения, страдающие от повышенной кислотности, согласно данным наших опытов, могут быть подразделены на следующие три подгруппы:

1. Растения, страдающие от повышенной кислотности, урожаи которых постепенно повышаются, по мере устранения почвенной кислотности путем внесения все больших и больших доз извести, вплоть до установления актуальной реакции почвы, соответствующей рН в водной суспензии 7,0—7,5 и выше. К этой подгруппе могут быть отнесены следующие растения: мак, горчица, капуста.

2. Растения, страдающие от повышенной почвенной кислотности, которые дают некоторое повышение урожая после устранения части кислотности, но на дальнейшее понижение актуальной кислотности почвы, путем увеличения доз извести, не реагируют или реагируют очень слабо (увеличение доз извести не сопровождается дальнейшим повышением урожая). К этой группе следует отнести такие растения, как конопля, ячмень, пшеница.

3. Растения, страдающие от повышенной почвенной кислотности, которые по мере усреднения последней, путем внесения все увеличивающихся доз извести, дают сначала все большие и большие урожаи, вплоть до определенного предела, но затем, урожаи начинают падать, становясь все ниже и ниже, по мере дальнейшего увеличения доз извести. Эта подгруппа наиболее полно представлена нашими опытными растениями. В нее входят следующие из этих

растений: лен, клевер, вика, столовая свекла, томаты, кукуруза, райграсс, тимopheevka.

Положительное действие извести на развитие всех растений этой группы обуславливается как понижением почвенной кислотности, так и мобилизацией питательных веществ почвы.

Поэтому известкование почвы с избыточной кислотностью при возделывании растений этой группы должно найти широкое применение как на почвах, удобренных минеральными и органическими удобрениями, так и на почвах неудобренных.

При этом, при возделывании растений первой подгруппы, в большинстве случаев целесообразно применять повышенные дозы извести, соответствующие полуторной или двойной гидролитической кислотности, при которых устанавливается рН в водной суспензии около 7,0 и выше.

Для растений второй подгруппы следует применять умеренные или повышенные дозы, в зависимости от специфической особенности растений, от однократной до двойной дозы извести по гидролитической кислотности, при которых устанавливается рН в водной суспензии около 6,5—7,0, а в некоторых случаях и выше.

При возделывании растений третьей подгруппы известь надо применять в умеренных или пониженных дозах от $1/2$ до полуторной дозы по гидролитической кислотности, при которых должно устанавливаться рН в водной вытяжке около 6,0—6,8.

Группа нестрадающих от повышенной почвенной кислотности растений также может быть разбита на три подгруппы.

1. Растения, не чувствительные к повышенной почвенной кислотности, но реагирующие на известкование почвы постепенным повышением урожаев по мере увеличения доз извести до четырехкратной и шестикратной и дающие при этом наиболее высокие урожаи при реакции, близкой к нейтральной или даже слабо щелочной.

На наличие этой подгруппы среди нечувствительных к повышенной кислотности растений мы считаем необходимым обратить особенное внимание, так как ее обычно игнорируют. Обычно принято считать, что все растения, нечувствительные к повышенной кислотности, не отзывчивы на известкование почвы, или если они и реагируют положительно на известкование почвы, то только в связи с мобилизацией питательных веществ под влиянием извести. Между тем, данные наших опытов, а также некоторые данные других исследований вполне ясно говорят за то, что ряд растений при обеспеченности их питательными веществами развиваются вполне нормально, даже при довольно сильной почвенной кислотности (что отличает их от растений первой группы), но в то же время реагируют положительно на усреднение почвенной кислотности путем известкования и дают значительно более высокие урожаи при реакции нейтральной и даже слабо щелочной, чем при кислой. При возделывании таких растений известкование должно найти широкое применение как на неудобренных почвах, так и на почвах, удобренных минеральными и органическими удобрениями. При возделывании растений этой подгруппы целесообразно применять повышенные по сравнению с большинством других сельскохозяйственных растений дозы извести от однократной до двойной дозы по гидролитической кислотности, при которых должен установиться рН в водной суспензии около 6,5—7,0 и выше. Представителями этой подгруппы растений являются следующие растения: горох, овес, лисохвост, ежа, рожь.

2. Растения нечувствительные к повышенной кислотности, не реагирующие ни положительно, ни отрицательно, или реагирующие очень слабо на усреднение кислотности путем известкования. Из наших опытных растений к этой подгруппе может быть отнесена лишь гречиха.

Согласно предварительным урожайным данным опытов 1933 г., проведенных аспирантом Бельским, другим типичным представителем этой подгруппы растений надо считать также просо.

Таблица 66-А

Данные анализа почвы Тяжелый												
	Компосты									Я ч		
	Без удобрения		NPK	Фон NPK						Без удобрения		NPK
	0	1/1		1/3	2/3	1/1	2/1	4/1	6/1	0	1/1	
pH в водной суспензии	5,15	6,4	4,41	5,01	5,84	6,54	6,92	6,94	7,21	5,73	6,58	5,27
pH солевой выт.	4,6	5,5	4,4	4,7	5,1	5,8	6,4	6,5	7,1	4,4	5,9	4,3
Гидрол. кислотн. в мил. экв.	3,922	0,770	5,495	3,360	1,855	1,085	0,643	0,648	0,648	3,710	1,637	5,005
Степень насыщен. основаниями	47,91	93,2	47,29	65,25	82,19	89,65	95,60	97,29	98,19	62,21	85,93	51,49
Поглощ. Са в мил. экв.	4,002	6,552	4,401	4,807	5,577	6,006	7,651	8,052	8,487	—	—	—
Воднор. Са в 0,0	0,023	0,023	0,023	0,030	0,035	0,040	0,048	0,051	0,053	—	—	—

Данные анализа почвы
Легкая супес

	Компосты									Я ч		
	Без удобрения		NPK	Фон NPK						Без удобрения		NPK
	0	1/1		1/3	2/1	1/1	2,1	4/1	6/1	0	1/1	
pH в водной суспензии	5,2	6,5	4,5	5,3	5,8	6,4	7,0	7,1	7,2	5,7	6,8	4,9
pH солевой вытяжки	4,7	6,2	4,4	4,8	5,2	5,8	6,4	6,9	7,0	4,9	6,5	4,6
Гидролитичес. кислотность в мил. экв.	6,25	1,02	7,15	5,95	3,85	2,15	0,87	0,83	0,83	4,32	0,99	5,40
Степень насыщенности	39,9	85,6	36,5	44,3	57,9	72,8	87,6	87,8	87,8	39,9	85,6	36,5
Поглощенной Са в мил. экв. . .	2,194	4,096	1,954	2,742	3,016	3,376	4,147	4,017	4,006	—	—	—

после уборки урожая
суглинок

	мень						Свекла									
	Фон NPK						Без удобрения		NPK							
	Фон NPK						Без удобрения		NPK							
	1/2	2/3	1/1	2/1	4/1	6/1	0	1/1	0	1/3	2/3	1/1	2/1	4/1	6/1	
	5,8	6,1	6,3	6,5	6,9	7,1	5,3	6,0	4,5	5,0	5,5	6,3	6,8	7,0	7,3	
	4,8	4,8	5,4	5,9	6,8	6,9	4,2	5,5	3,9	4,1	4,6	5,4	6,4	6,6	6,8	
	3,010	1,759	1,715	1,120	0,945	0,648	4,586	1,208	5,612	4,655	3,098	1,930	0,799	0,613	0,611	
	70,22	83,01	70,70	92,73	96,41	98,24	54,84	89,71	41,90	54,47	71,34	82,91	94,63	97,64	98,31	
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

Таблица 66-Б

после уборки урожая
чаная почва

	мень						Свекла									
	Фон NPK						Без удобрения		Фон NPK							
	Фон NPK						Без удобрения		Фон NPK							
	1/3	2/3	1/1	2/1	4/1	6/1	0	1/1	0	1/3	2/3	1/1	2/1	4/1	6/1	
	6,60	5,9	6,6	7,2	7,3	7,4	5,3	7,0	5,2	5,7	6,1	6,5	7,1	7,3	7,5	
	5,0	5,7	6,3	6,9	7,2	7,3	4,7	6,7	4,6	4,9	5,5	5,9	6,8	7,2	7,3	
	3,98	2,55	1,45	0,60	0,46	0,46	5,62	0,95	5,80	5,15	3,19	2,0	0,67	0,60	0,58	
	44,3	57,9	72,8	87,6	87,8	87,8	39,9	85,6	36,5	22,3	57,9	72,8	87,6	87,8	87,8	
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

Положительное действие извести на эту группу растений является следствием не устранения почвенной кислотности, а проявлением других сторон положительного действия извести — прежде всего мобилизации питательных веществ.

Поэтому, при возделывании растений этой подгруппы известкование может быть рекомендовано прежде всего на неудобренных почвах и на почвах, удобренных органическими удобрениями. При удобрении почвы минеральными удобрениями известкование почвы следует применять в тех случаях, когда другие сельскохозяйственные растения, входящие в севооборот, не переносят повышенной почвенной кислотности или вообще хорошо отзываются на известкование почвы.

Известь при культуре растений этой подгруппы следует вносить в количествах, соответствующих дозе от однократной до двойной по гидролитической кислотности, в зависимости от отношения к известкованию почвы других растений севооборота, при pH в водной суспензии около 6,5 — 7,0.

3. Растения нечувствительные к почвенной кислотности, развивающиеся при наличии достаточного количества питательных веществ хорошо, при довольно кислой реакции среды, отзываются положительно на известкование, лишь при устранении некоторой (обычно небольшой) части кислотности у сильно кислых почв путем внесения невысоких доз извести. На дальнейшее повышение доз извести сверх известного предела эти растения реагируют определенно отрицательно еще при кислой реакции среды.

Из наших опытных растений представителем этой подгруппы является подсолнук.

При недостатке питательных веществ известь может оказать значительное положительное действие на развитие растений этой подгруппы, зависящее прежде всего от мобилизации питательных веществ почвы, но иногда в некоторой степени также от усреднения избыточной кислотности.

Под растения этой подгруппы известкование целесообразно применять как на неудобренных почвах, так и на почвах удобренных органическими удобрениями и минеральными удобрениями в умеренных дозах, соответствующих однократной гидролитической кислотности, доводящих pH в водной суспензии до pH 6,5 — 6,7.

Растений третьей группы, предпочитающих повышенную кислотность, среди наших опытных растений в 1932 г. не было. Типичными представителями растений этой группы надо считать люпин, картофель. Согласно данным Хейфеца и Власовой (14), к этой группе растений должен быть отнесен также подсолнук, но при наших опытах это растение по фону NPK при низкой дозе извести ($2/3$ по гидролитической кислотности) и на неудобренной почве по однократной дозе извести по гидролитической кислотности дало заметное повышение урожая. В виду этого, а также в виду того, что подсолнук прекрасно развивается на черноземных почвах, богатых углекислой известью с реакцией, близкой к нейтральной, мы считаем более целесообразным отнести его к третьей подгруппе второй группы растений.

Вопрос об отношении к известкованию почв растений третьей группы надо считать еще недостаточно выясненным.

При лабораторных исследованиях образцов почв, взятых из вегетационных сосудов, нами были проведены для части сосудов исследования по несколько расширенной схеме, согласно которой, кроме тех анализов, которые производились в почве сосудов из-под большинства растений, определялось еще содержание поглощенного кальция по методу Геринга и содержание кальция в водной вытяжке по весовому методу. Такие исследования по расширенной схеме были проведены в тяжелом суглинке совхоза Отрадное и легкой супеси Люберецкого опытного участка сосудов без растений, сосудов со столовой свеклой и с ячменем. Полученные при этом результаты анализа вместе с соответствующими данными относительно pH в водной суспензии, pH в солевой вытяжке, гидролитической кислотности и степени насыщенности основаниями, приведены выше на таблице 66 А и Б.

Как видно из приведенных в этой таблице данных, величины pH в водной суспензии и в солевой вытяжке по мере повышения доз извести постепенно увеличиваются вплоть до самой высокой дозы (по шестикратной гидролитической кислотности) включительно. Соответствующие величины гидролитической кислотности, степени насыщенности основаниями, содержания поглощенного кальция и содержания кальция в почвенном растворе повышаются при увеличении доз извести в большинстве случаев лишь до дозы извести, соответствующей двойной по гидролитической кислотности включительно, а при дальнейшем повышении доз извести по сравнению с величинами, соответствующими этой дозе, не изменяются, или изменяются очень мало. Поэтому положительное или отрицательное действие известкования при высоких дозах извести, превышающих дозу, обеспечивающую предельное насыщение почвы основаниями — может быть объяснено в основном понижением актуальной кислотности, которое при этом имеет место.

К другим формам почвенной кислотности — обменной и гидролитической, с.-х. растения также предъявляют неодинаковые требования, зависящие от биологических свойств каждого отдельного растения.

Согласно урожайным данным наших вегетационных и полевых опытов и результатам наших лабораторных исследований (определения гидролитической кислотности в почве сосудов после уборки урожая) наши опытные растения по своему отношению к обменной и гидролитической кислотности с.-х. растений, при возделывании их на наиболее часто распространенных разностях подзолистых почв, могут быть разбиты на следующие три группы:

1. Растения, дающие наиболее высокие урожаи при наличии в почве обменной и ясно выраженной гидролитической кислотности. К этой группе могут быть отнесены следующие растения: тимофеевка и подсолнечник.

2. Растения, дающие наиболее высокие урожаи при отсутствии в почве обменной кислотности и при ясно выраженной гидролитической кислотности. К этой группе относится большая часть наших опытных растений, а именно: лен, вика, красный клевер, кукуруза, свекла столовая, томаты.

3. Растения, дающие наиболее высокие урожаи при отсутствии в почве обменной кислотности и при слабо выраженной гидролитической кислотности. К этой группе следует отнести такие растения: конопля, мак, горчица, гречиха, овес, ячмень, пшеница яровая, горох, райграсс, капуста, рожь озимая, лисохвост, ежа сборная.

При этом, однако, необходимо отметить, что такое деление носит устойчивый характер лишь у тех растений, которые дают максимальный урожай при ясно выраженной оптимальной дозе извести (резко выраженном оптимуме pH). Но для целого ряда других растений, у которых величины урожаев не меняются резко в зависимости от доз извести или градации почвенной кислотности, это деление носит неустойчивый или условный характер. Так, например, гречиха может развиваться как при наличии, так и при отсутствии обменной и гидролитической кислотности, при чем изменение содержания последней формы почвенной кислотности в почве также не оказывает значительного влияния на развитие этого растения. Подобным же образом овес или горох дают максимальный урожай при отсутствии обменной кислотности, и слабо выраженной гидролитической кислотности, но могут также давать хорошие урожаи (лишь немного ниже максимальных) при наличии весьма ясно выраженной гидролитической кислотности и обменной кислотности.

Что касается вопроса о влиянии с.-х. растений на почвенную кислотность, то полученные при наших исследованиях данные не дают достаточно точного ответа на этот вопрос. Поэтому, от освещения этого явления мы воздерживаемся.

Степень насыщенности почв основаниями при известковании без сомнения должно оказывать существенное влияние на развитие растений на известкованных почвах. Однако, данные относительно степени насыщенности основаниями, получен-

ные применяемыми нами методами определения гидролитической кислотности по Каппену и сумме поглощенных оснований в известкованных почвах не отличаются особенной точностью и не дают возможности достаточно детально выяснить этот вопрос.

Но во всяком случае, полученные нами данные относительно влияния степени насыщенности основаниями дают возможность высказать следующие соображения.

Действие извести в очень значительной мере определяется той степенью насыщенности почв основаниями, которая устанавливается при известковании почв, но не исключительно ею. За это говорит то обстоятельство, что как при наших опытах, так и при ряде других исследований наблюдалось для многих растений заметное повышение или понижение урожаев при постепенном увеличении доз извести и при дозах, значительно превышающих те количества извести, при которых имело место наиболее полное насыщение почв основаниями.

Кроме, того, то обстоятельство, что наибольшие урожаи при наших опытах во многих случаях получались при дозах извести значительно превышающих те количества ее, которые необходимы для полного насыщения почв основаниями, заставляют нас поднять вопрос о том, насколько обоснованными являются градации степени насыщенности почв основаниями, которых принято придерживаться при решении вопроса о степени нуждаемости почв в известковании. В особенности возникают сомнения относительно правильности отнесения к группе не нуждающихся или слабо нуждающихся в известковании всех почв, у которых степень насыщенности основаниями превышает 70% в то время, как максимальные урожаи в очень многих случаях получаются при дозах извести значительно больших, чем те количества извести, которые необходимы для насыщения почвы не только до 70%, но и для полного насыщения.

За то, что цифра в 70% насыщенности не является тем пределом, за которым почва не нуждается или лишь слабо нуждается в известковании говорят весьма красноречиво также данные, полученные нами при известковании одной из взятых для наших опытов почвы — среднего суглинка Лихоборского бугра. Несмотря на то, что эта почва обладает степенью насыщенности выше 70% (78%), известкование этой почвы как без внесения удобрений, так и при внесении NPK дало в большинстве случаев значительный положительный эффект, как при описанных выше вегетационных опытах, так и при полевых опытах.

Поэтому мы считаем, что вопрос о том, какие градации степени насыщенности почв основаниями следует считать предельными величинами для установления степени нуждаемости почв в извести требуют постановки дальнейших исследований.

Этот вопрос имеет в высшей степени актуальное значение, так как при обследовании и при составлении карт известкования, мы в настоящее время базируемся на данных о степени насыщенности почв основаниями.

Полученные нами данные дают также возможность высказать определенные соображения по вопросу о совместном применении извести и минеральных удобрений. Конечно, нельзя считать, что при совместном внесении в почву извести и минеральных удобрений в полевых условиях будет в каждом отдельном случае иметь место такая же картина, как при наших вегетационных опытах, так как влияние известкования почвы на эффективность минеральных удобрений в сильной степени зависит от конкретных условий применения извести и минеральных удобрений, а эти условия при вегетационном опыте значительно отличаются от условий полевой обстановки. Но сопоставление данных наших вегетационных опытов, полученных для различных растений на разных почвах между собой и с данными полевых опытов дает нам возможность судить о различных сторонах действия извести на эффективность минеральных удобрений при внесении их в почву при различных условиях, которые могут при этом иметь место в полевой обстановке, довольно точно.

Из данных наших исследований прежде всего ясно видно, что влияние известкования на эффективность минеральных удобрений в весьма сильной степени зависит от свойств почвы, особенно ее кислотности и буферности и свойств возделываемых растений. Особенно отчетливо это проявляется при сопоставлении урожайных данных и результатов лабораторных исследований, относящихся к тяжелому суглинку совхоза Отрадное с значительной буферной способностью с соответствующими данными относящимися к легкой супеси Люберецкого опытного участка со слабо выраженной буферной способностью.

На легкой супеси при внесении в почву минеральных удобрений у большинства растений урожай резко понизился, по сравнению с урожаем, полученным в сосудах с неудобренной почвой (лен, конопля, ячмень, вика) или даже совершенно погиб (столовая свекла) в результате сильного подкисления почвы и лишь овес дал на удобренной NPK почве более высокий урожай, чем на неудобренной почве.¹ При внесении же минеральных удобрений и извести на этой почве обычно имело место значительное повышение урожая, большее, чем повышение урожая при внесении в почву одной извести. На тяжелом суглинке, напротив того, при внесении одних минеральных удобрений урожай большинства этих же растений значительно повысился по сравнению с урожаем сосудов на неудобренной почве (лен, конопля, ячмень, овес, столовая свекла); лишь вика, мак и горчица дали при этом урожаи более низкие, чем на неудобренной почве.²

При совместном внесении извести и минеральных удобрений в эту почву у всех растений получился урожай более высокий, чем при внесении извести и минеральных удобрений отдельно. Но при этом растения вели себя неодинаково в том отношении, что часть их при совместном внесении в почву извести и минеральных удобрений дала большее повышение, чем сумма повышения от одной извести и одних минеральных удобрений (лен, ячмень, вика, столовая свекла), а другая часть меньшее (конопля, овес).

Таким образом, из приведенного выше сопоставления урожайных данных, относящихся к обоим названным почвам, мы видим насколько пестрая картина в отношении совместного действия извести и минеральных удобрений может иметь место в зависимости от свойств почвы и свойств растений.

Но действие минеральных удобрений при совместном внесении в почву с известью зависит не только от свойств почвы и растений, но и от других условий.

Согласно ряду данных других исследований, действие минеральных удобрений при совместном внесении с известью в сильной степени зависит также от формы минеральных удобрений и влажности.

Как положительное, так и отрицательное явление известкования почвы на действие минеральных удобрений согласно данным наших опытов в полевых условиях проявляется несколько слабее, чем в условиях вегетационного опыта, но при систематическом применении высоких доз минеральных удобрений оно должно усиливаться и в полевых условиях приближаться к тому, что мы наблюдаем в условиях вегетационного опыта.

В общем из полученных нами данных видно, что при изучении вопроса о совместном внесении в почву извести и минеральных удобрений мы встречаемся с целым рядом в высшей степени сложных явлений. В наших опытах этот вопрос затронут лишь попутно и на основании полученных нами данных мы можем получить лишь общее представление о том, как ведут себя отдельные с-х. растения при сов-

¹ При этом могло иметь место как непосредственное действие избыточной кислотности, так и косвенное действие последней, связанное с активизацией почвенного алюминия.

² В сосудах с удобренной почвой дали меньшие урожаи, чем в сосудах с неудобренной почвой также еще несколько растений (мак, горчица), которые, однако, на легкой супеси не были высеяны, а поэтому не могут быть приняты во внимание при сопоставлении урожайных данных для обеих почв.

местном внесении в почву извести и минеральных удобрений. Но для каждого отдельного растения совместное действие извести и минеральных удобрений может проявиться различно в зависимости от конкретных условий применения этих удобрений. Поэтому в виду чрезвычайной актуальности этого вопроса в связи с настоятельной необходимостью улучшить качество работы по массовому известкованию почв в условиях с.-х. производства и рационализировать работу с минеральными удобрениями таким образом, чтобы получить максимальный эффект от применения на сельскохозяйственных полях СССР тех громадных количеств минеральных удобрений, которые все в большем и большем количестве отпускает сельскому хозяйству нашего Союза наша туковая промышленность, необходимо по вопросу о совместном внесении извести и минеральных удобрений развернуть в широком масштабе исследовательскую работу как в направлении углубленного изучения отдельных сторон этого вопроса, так и в направлении испытания действия минеральных удобрений при совместном внесении с известью в полевых условиях на различных почвенных разностях при возделывании различных с.-х. растений.

Такое широкое изучение этого вопроса тем более необходимо, что те данные, которыми мы располагаем в настоящее время говорят за то, что при совместном внесении в почву минеральных удобрений с известью они дают обычно большее повышение урожая различных культур, чем на неизвесткованной почве, но эффективность их (в узком смысле этого слова) при этом усиливается далеко не во всех случаях, а лишь тогда, когда правильно учтены конкретные условия применения этих удобрений.

Из полученных при наших исследованиях данных также видно, что известкование почвы может оказать сильное действие не только на повышение урожая различных с.-х. растений, но и на химический состав и качество урожая. Полученные нами по этому вопросу данные прежде всего говорят о том, что в этом отношении действие извести проявляется различно в зависимости от того, о какой культуре идет речь и от конкретных условий применения извести.

Рассматривая данные химического анализа продуктов урожая различных опытных растений, прежде всего следует отметить, что при внесении извести в почву без минеральных удобрений в большинстве случаев известкование повышает процентное и абсолютное содержание сырого протеина в растениях в результате главным образом мобилизации почвенного азота под влиянием извести, повышая таким образом качество урожая этих растений, как пищевого и кормового продукта. Данные других работ говорят за то, что при этом повышается также содержание P_2O_5 и CaO в урожае растений, что также следует рассматривать, как улучшение качества пищевых и кормовых продуктов (10, 11, 20).

При внесении извести совместно с NPK процентное содержание сырого протеина в урожае с.-х. растений повышается гораздо реже. При этом часто, напротив того, имеет место даже понижение процента протеина вследствие того, что мобилизация азота под влиянием известкования при наличии в почве достаточного количества азота, внесенного с NPK не могла оказать в этом отношении положительного действия, а накопление органического вещества под влиянием извести и минеральных удобрений шло более усиленным темпом, чем накопление азота. Однако, обычно при этом, несмотря на понижение процентного содержания сырого протеина, абсолютное содержание последнего в урожае заметным образом повышается вследствие повышения урожая.

Полученные нами данные, а также данные других исследований говорят за то, что под влиянием известкования обычно имеет место повышение абсолютного содержания сахаристых веществ, а процентное содержание этих веществ при этом может увеличиться или уменьшиться в зависимости от конкретных условий применения извести, причем различные растения могут себя вести при этом различным образом в зависимости от своих биологических свойств.

Согласно нашим данным, полученным при анализе, а также данным других исследований под влиянием известкования почвы может иметь место понижение актуальной кислотности в плодах томатов, что надо также рассматривать, как положительное влияние извести на качество урожая (21).

Влияние известкования на выход волокна при наших опытах проявлялось у льна и конопли неодинаково. На выход волокна у льна дозы извести, не превышающие дозы по однократной гидролитической кислотности, заметным образом не влияли, а при более высоких дозах извести имело место понижение выхода волокна. У конопли на неудобренном фоне известь на выход волокна не повлияла, но на фоне NPK выход волокна под влиянием извести значительно повысился. При других исследованиях, посвященных этому вопросу, было констатировано как повышение, так и понижение выхода волокна у льна под влиянием известкования, а также отсутствие действия извести на выход волокна. При этом заметное понижение процента волокна было констатировано в большинстве случаев лишь при высоких дозах, обычно значительно превышающих оптимальные дозы извести для этого растения (22, 23, 24).

В общем на основании данных наших исследований и данных, полученных при других работах, можно считать, что при правильном применении извести нет никаких оснований бояться ухудшения качества урожая льна, а напротив того, есть основания думать, что после более углубленного изучения этого вопроса известкование почвы можно будет проводить таким образом, чтобы при этом повышался выход волокна у волокнистых растений.

Влияние извести на содержание жиров в урожае различных опытных растений также проявилось различным образом в зависимости от биологических особенностей растений. У одних растений — лен, конопля — процент жира под влиянием извести заметным образом не изменился, а у других — ячмень, овес, подсолнух — в большинстве случаев повысился. Абсолютное же содержание жира в соответствующих продуктах урожая в большинстве случаев повысилось у всех исследованных в этом отношении растений.

При наших опытах вопрос о влиянии извести на качество урожая с.-х. растений был затронут лишь попутно и только в отношении некоторых важнейших веществ, определяющих качество урожая различных с.-х. растений. Из полученных нами данных видно, что действие извести в этом отношении может проявляться в различных направлениях в зависимости от культуры и различных конкретных условий, при которых применяется известь.

Вопрос этот также чрезвычайно актуален и требует дальнейшего детального изучения. Однако, на пути такого изучения химического состава с.-х. растений в связи с известкованием, серьезным препятствием является недостаточность тех знаний, какими мы в настоящее время располагаем в отношении физиологической стороны процессов образования в растительном организме тех веществ, которые определяют качество урожая различных с.-х. растений.

Поэтому, крайне важно в дальнейшем при организации исследовательской работы в области сельского хозяйства заострить внимание на эту сторону вопроса. так как в противном случае изучение вопроса о влиянии извести на химический состав с.-х. растений и на качество их урожая не может выйти из стадии накопления материала и не может таким образом быть поднято на более высокую ступень в теоретическом отношении.

Полученные нами при известковании ненасыщенных основаниями кислых подзолистых почв результаты вегетационных и полевых опытов и лабораторных исследований в связи с данными других работ дают нам возможность сделать следующие выводы.

РЕЗЮМЕ И ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ.

1. Сельско-хозяйственные растения значительно отличаются друг от друга по своему отношению к известкованию почвы и дают на известкованных ненасыщенных основаниями подзолистых почвах наибольшие урожаи при различных значениях рН в водной суспензии, рН в солевой вытяжке, гидролитической кислотности, степени насыщенности основаниями, содержания поглощенного кальция и концентрации ионов кальция в почвенном растворе в почве после уборки урожая растений.

2. При известковании подзолистых почв оптимальные для развития сельскохозяйственных растений значения актуальной кислотности—интервал рН в водной суспензии — в условиях достаточной обеспеченности растений питательными веществами путем внесения кислого набора минеральных удобрений соответствуют следующим величинам:

1. Лен	6,3—6,9
2. Конопля	7,1—7,4
3. Ячмень	6,8—7,3
4. Пшеница яр.	6,5—7,3
5. Рожь озимая	7,5—7,4 (5,9—7,5)
6. Овес	7,0—7,7
7. Вика	6,3—6,8
8. Горох	6,8—7,4 (6,4—7,5)
9. Клевер	6,0—6,7
10. Свекла стол.	6,3—6,9
11. Томаты	6,3—6,7
12. Капуста	6,7—7,4
13. Мак	6,8—7,2
14. Горчица	7,0—7,5
15. Подсолнечник	6,2—7,0
16. Гречиха	7,0—7,4 (4,7—7,5)
17. Кукуруза	6,5—7,0
18. Тимофеевка	5,0 ¹ —
19. Райграсс	6,8—7,5
20. Лисохвост	7,0—7,5 (6,5—7,5)
21. Ежа сборная	6,9—7,4

3. По своему отношению к актуальной кислотности в связи с известкованием подзолистых почв, растения могут быть разбиты на три группы, из которых первые две могут быть в свою очередь разбиты на три подгруппы:

I группа: растения, страдающие от повышенной почвенной кислотности.

А. Подгруппа. Растения, страдающие от повышенной почвенной кислотности, урожаи которых постепенно повышаются по мере устранения почвенной кислотности путем внесения все больших и больших доз извести, вплоть до установления реакции почвы, соответствующей рН 7,0 и выше — мак, горчица, капуста.

¹ Для торфяной почвы

Б. Подгруппа. Растения, страдающие от повышенной почвенной кислотности, которые дают некоторое повышение урожая, после устранения части кислотности, но на дальнейшее понижение почвенной кислотности путем увеличения доз извести не реагируют или реагируют очень слабо. Конопля, ячмень, пшеница.

В. Подгруппа. Растения, страдающие от повышенной почвенной кислотности, которые по мере усреднения последней, путем внесения все увеличивающихся доз извести сначала постепенно повышают урожай. Но, достигнув некоторой максимальной величины еще в кислом интервале рН, урожаи этих растений при дальнейшем увеличении доз извести начинают падать. Лен, клевер, вика, свекла столовая, томаты, кукуруза, райграсс, тимфеевка.

II группа. Растения, нечувствительные к повышению почвенной кислотности.

А. Растения, не чувствительные к повышенной почвенной кислотности, но реагирующие на известкование почвы постепенным повышением урожая по мере увеличения доз извести, вплоть до установления реакции почвы, близкой к нейтральной или даже слабо щелочной. Горох, овес, лисохвост, ежа сборная, рожь озимая.

Б. Растения, не чувствительные к повышенной почвенной кислотности и не реагирующие на усреднение почвенной кислотности путем известкования ни положительно ни отрицательно или реагирующие слабо. Гречиха.

В. Растения, не чувствительные к повышенной реакции почвы, но реагирующие положительно на известкование и постепенно повышающие свои урожаи, по мере увеличения доз извести до некоторой максимальной величины в кислом интервале рН, а затем на дальнейшее увеличение доз извести реагирующие определенно отрицательно. Подсолнечник.

III группа. Растения, предпочитающие кислую реакцию.

4. По своему отношению к обменной и гидролитической кислотности с-х. растения могут быть распределены на следующие три группы:

I группа. Растения, дающие наиболее высокие урожаи при наличии в почве ясно выраженной обменной и гидролитической кислотности. Тимофеевка, подсолнечник.

II группа. Растения, дающие наиболее высокие урожаи при устранении обменной кислотности и при наличии ясно выраженной гидролитической кислотности. Кукуруза, вика, клевер красный, лен, свекла столовая, томаты.

III группа. Растения, дающие наиболее высокие урожаи при устранении обменной кислотности и наличии слабо выраженной гидролитической кислотности: конопля, мак, горчица, гречиха, овес, ячмень, пшеница яровая, рожь озимая, горох, райграсс, капуста, лисохвост, ежа сборная.

5. При внесении известковой муки на фоне НРК в ненасыщенные основаниями подзолистые почвы, значительно отличающиеся по формам почвенной кислотности, степени насыщенности основаниями, содержанию гумуса и механическому составу наибольшим урожаем растений, полученных на различных почвах, соответствуют близкие значения рН в водной суспензии и в солевой (КСI) вытяжке. Соответствующие максимальным урожаем величины, характеризующие степень насыщенности основаниями, гидролитическую кислотность, содержание поглощенного кальция, концентрации ионов кальция в почвенном растворе, определенные в различных почвах, после уборки урожая расходятся между собой заметно больше. Наибольшие расхождения дают при этом величины доз извести для различных почв, выраженные в долях гидролитической кислотности, определенной в этих почвах до постановки опыта и при выражении этих доз извести в процентах насыщенности почв основаниями и в весовых единицах.

6. Степень насыщенности почв основаниями, содержание поглощенного кальция и концентрация кальция в водной вытяжке, а также гидролитическая кислотность при известковании ненасыщенных основаниями подзолистых почв повышаются по

мере увеличения доз извести, вплоть до дозы, соответствующей двойной гидролитической кислотности. При дальнейшем повышении доз извести в большинстве случаев соответствующие величины мало меняются, оставаясь близкими к величинам, соответствующим двойной гидролитической кислотности.

Поэтому положительное или отрицательное действие известкования при высоких дозах извести — выше дозы, обеспечивающей предельное насыщение почвы основаниями — может быть объяснено главным образом понижением актуальной кислотности, которое при этом имеет место.

7. При известковании ненасыщенных основаниями подзолистых почв, наибольшие урожаи многих с.-х. растений часто получают при дозах извести более высоких, чем доза, соответствующая 70% насыщенности основаниями. Поэтому возникает вопрос о проверке положения, согласно которому почвы со степенью насыщения основаниями выше 70% относятся к ненуждающимся и слабо нуждающимся в известковании.

8. При установлении доз извести при известковании почвы необходимо гораздо больше, чем это имеет место в настоящее время, учитывать отзывчивость к известкованию отдельных растений, которые намечено возделывать на этих почвах. При этом при разрешении вопроса относительно оптимальных доз извести для отдельных растений надо положить в основу оптимальные для развития этих растений на известкованных почвах рН в водной суспензии и в солевой вытяжке.

9. При установлении степени нуждаемости почв в известковании по рН в солевой вытяжке и степени насыщенности основаниями неизвесткованных почв также необходимо принимать во внимание отношение отдельных с.-х. растений к извести и исходить при этом из различных предельных величин в зависимости от того, какие растения намечено возделывать на данной почве.

10. Данные полевых и вегетационных опытов относительно отзывчивости отдельных с.-х. растений на известкование в общем не противоречат друг другу. Однако, при части полевых опытов наиболее высокие урожаи получились при более высоких дозах извести (выраженных в долях гидролитической кислотности), чем для вегетационных опытов, в результате плохого перемешивания почвы в течение первого года в условиях полевого опыта. Но при этом максимальные урожаи в полевых и вегетационных опытах получились при близких значениях рН в водной суспензии.

11. Эффективность минеральных удобрений при совместном внесении с известью зависит от конкретных условий, при которых эти удобрения применяются: прежде всего от свойств почвы — особенно от ее кислотности и буферности — биологических свойств возделываемых растений, формы применяемых удобрений и влажности почвы. В подавляющем большинстве случаев минеральные удобрения при совместном внесении с известью дают на ненасыщенных основаниями почвах более высокие урожаи, чем на почве без извести. Но получающиеся при этом прибавки урожая могут быть в зависимости от конкретных условий в каждом отдельном случае большие или меньшие, чем с мма прибавок у ожаев, пол чви

и и
э м
12. я ы
и л м
й л е
т п н м
13. м м ел
ш б н - м ы
т ий н н , м й
ки и вы н щ почвы м

14. Известкование почвы может оказать сильное влияние на химический состав и на качество урожая сельскохозяйственных растений, что при наших опытах проявилось в следующем:

А. У большинства опытных растений при внесении в почву одной извести без минеральных удобрений повысилось процентное и абсолютное содержание сырого протеина в результате мобилизации почвенного азота под влиянием известкования. При совместном же внесении извести с минеральными удобрениями повысилось в большинстве случаев лишь абсолютное содержание протеина, а процентное содержание во многих случаях даже понизилось.

Б. Известкование почвы во многих случаях способствовало повышению отношения зерна к соломе.

В. В урожае корней столовой свеклы под влиянием извести процентное содержание общего и инвертного сахара заметным образом не изменилось, но абсолютное содержание этих веществ в урожае повысилось. В урожае корней свеклы повысилось абсолютное содержание протеина, а в урожае ботвы повысилось как абсолютное, так и процентное содержание протеина.

Г. В урожае плодов томатов под влиянием извести повысилось процентное и абсолютное содержание инвертного сахара и сырого протеина, а актуальная кислотность на фоне НРК понизилась.

Д. На выход волокна льна известкование почвы при дозах извести, не превышающих дозы по однократной гидролитической кислотности заметным образом не повлияло, а при более высоких дозах извести имело место понижение выхода волокна. На процентное содержание жира в урожае семян льна известкование почвы мало повлияло, но абсолютное содержание жира при этом значительно повысилось.

Е. Процентное содержание волокна в урожае мужских и женских растений конопли при внесении в почву одной извести не изменилось, а при совместном внесении извести и минеральных удобрений заметно повысилось. Процентное содержание жира в урожае семян конопли под влиянием известкования заметным образом не изменилось.

Ж. Процентное и абсолютное содержание жира в урожае зерна ячменя, овса и подсолнечника под влиянием известкования в большинстве случаев заметно повысилось.

15. Известкование ненасыщенных основаниями подзолистых почв с избыточной кислотностью является одним из важнейших мероприятий по химизации сельского земледелия СССР, при правильном осуществлении которого можно не только коренным образом улучшить агрономические свойства колхозных и совхозных полей и повысить их урожайность, но и улучшить качество урожая сельскохозяйственных растений и усилить эффективность минеральных удобрений.

Verhalten der landwirtschaftlichen Pflanzen zur Kalkung in Zusammenhang mit Bodenazidität und Sättigungsgrad der Böden.

Zusammenfassung.

Die vorliegende Arbeit, die beim Kalklaboratorium des Wissenschaftlichen Instituts für Düngung und Bodenkunde im Jahre 1932 ausgeführt wurde, hatte den Zweck, das Verhalten der landwirtschaftlichen Pflanzen zur Bodenkalkung, Bodenazidität und zum Sättigungsgrad der basenarmen Podsolböden zu untersuchen. Diese Arbeit bestand aus Vegetations- und Feldversuchen sowie analytischen Laboratoriumsuntersuchungen. Auf Grund der Ergebnisse sind folgende Schlussfolgerungen zu ziehen.

1. Die Kulturpflanzen verhalten sich der Bodenkalkung gegenüber sehr verschieden und können auf basenarmen Podsolböden Höchstserträge liefern, wobei die nach der Ernte ermittelten pH-Werte (in wässriger Aufschwemmung und KCl gemessen), sowie die hydrolytische Azidität und der Sättigungsgrad, je nach der Menge des absorbierten Kalziums und der Konzentration der Ca-Ionen der Bodenlösung, ebenfalls verschieden sein werden.

2. Bei der Kalkung der Podsolböden entspricht der für die Entwicklung der Kulturpflanzen optimale aktive Aziditätszustand — der Spielraum für pH in Bodenaufschwemmung mit Wasser — bei genügender Nährstoffversorgung der Pflanzen unter Anwendung saurer Düngemittel folgenden Werten:

1. Flachs	6,3—6,9
2. Hanf	7,1—7,4
3. Gerste	6,8—7,3
4. Sommerweizen	6,5—7,3
5. Winterroggen	7,5—7,4 (5,9—7,5)
6. Hafer	7,0—7,7
7. Wicke	6,3—6,8
8. Erbsen	6,8—7,4 (6,4—7,5)
9. Klee	6,0—6,7
10. Zuckerrüben	6,3—6,9
11. Tomaten	6,3—6,7
12. Kohl	6,7—7,4
13. Mohn	6,8—7,2
14. Senf	7,0—7,5
15. Buchweizen	7,0—7,4 (4,7—7,5)
16. Sonnenblumen	6,2—7,0
17. Mais	6,5—7,0
18. Timothygras	5,0 ¹
19. Raygras	6,8—7,5
20. Wiesenfuchsschwanz	7,0—7,5 (6,5—7,5)
21. Knautgras	6,9—7,4

¹ Auf Torfböden.

3. In Zusammenhang mit der Kalkung der Podsolböden können die Pflanzen ihrem Verhalten nach zu der aktiven Bodenazidität in drei Gruppen eingeteilt werden, deren ersten zwei — wiederum in drei Untergruppen zerfallen.

Gruppe I: Pflanzen, die unter hoher Bodenazidität leiden.

Untergruppe A: Pflanzen, die unter hoher Bodenazidität leiden und deren Erträge allmählich zunehmen können, sobald der Aziditätszustand des Bodens durch ansteigende Kalkgaben bis zu einer Bodenreaktion herabgesetzt wird, deren Säuregehalt einem pH-Werte von 7,0 und höher entspricht. Zu dieser Untergruppe gehören: Mohn, Senf und Kohl.

Untergruppe B: Pflanzen, die unter hoher Bodenazidität leiden und nach Verminderung der letzten eine gewisse Ertragshöhe erreichen können, jedoch auf die weitere Abnahme der Bodenazidität durch zunehmende Kalkgaben entweder gar nicht oder nur äusserst schwach reagieren. Hierher gehören: Hanf, Gerste und Weizen.

Untergruppe C: Pflanzen, die unter hoher Bodenazidität leiden und nach erfolgter Abnahme derselben durch zunehmende Kalkgaben ihre Erträge zunächst allmählich steigern, jedoch nach Erreichung des kritischen Wertes innerhalb der Pendelweite der sauren Reaktion die Ernteerträge bei fortgesetzt steigenden Kalkgaben wiederum senken.

Zu dieser Untergruppe zählen: Flachs, Klee, Wicke, Rote Rüben, Tomaten, Mais, Timothy- und Raygras.

Gruppe II. Pflanzen, die sich der hohen Bodenazidität gegenüber als unempfindlich zeigen.

Untergruppe A: Pflanzen, die gegen hohe Bodenazidität unempfindlich sind, jedoch auf die Bodenkalkung durch eine allmähliche Ertragssteigerung, je nach Massgabe der Kalkdüngung, solange reagieren, bis die Bodenreaktion neutral oder selbst schwach alkalisch wird.

Hierzu zählen: Erbsen, Hafer, Wiesenfuchsschwanz, Knautgras und Winterroggen.

Untergruppe B: Pflanzen, die sich der hohen Bodenazidität gegenüber als unempfindlich zeigen und auf die Abnahme der Bodenazidität infolge der Kalkung weder negativ noch positiv reagieren.

Hierher gehört der Buchweizen.

Untergruppe C. Pflanzen, die infolge hoher Bodenazidität leiden, aber auf zunehmende Kalkgaben durch steigende Erträge bis zu einem gewissen kritischen pH-Wert innerhalb der Pendelweite der sauren Reaktion positiv reagieren, um dann aber bei fortgesetzt steigenden Kalkgaben wiederum negativ zu reagieren.

Zu dieser Gruppe gehört die Sonnenblume.

Gruppe III: Pflanzen, die eine saure Bodenreaktion bevorzugen.

4. Ihrem Verhalten nach gegenüber der hydrolytischen und Austauschazidität können die Kulturpflanzen in folgende drei Gruppen eingeteilt werden:

Gruppe I: Pflanzen, die bei deutlich ausgeprägter hydrolytischer und Austauschazidität des Bodens Höchstserträge liefern können.

Hierzu gehören: Timothygras und Sonnenblumen.

Gruppe II: Pflanzen, die nach beseitigter Austauschazidität und bei deutlich ausgeprägter hydrolytischer Azidität Höchstserträge liefern können: Mais, Wicke, Sonnenblumen, roter Klee, Tomaten, Rote Rüben.

Gruppe III: Pflanzen, die bei beseitigter Austauschazidität und bei schwach ausgeprägter hydrolytischer Azidität Höchstserträge liefern können.

Diese Gruppe umschliesst: Hanf, Mohn, Senf, Buchweizen, Hafer, Gerste, Sommerweizen, Winterroggen, Erbsen, Raygras, Kohl, Wiesenfuchsschwanz und Knautgras.

5. Bei der Zufuhr von Kalkmehl in mit NPK gedüngte basenarme Podsolböden, die sich voneinander erheblich durch die Bodenazidität, der Sättigungsgrad, sowie der Humusgehalt und ihre mechanische Zusammensetzung unterscheiden, entsprechen den auf den verschiedenen Böden erzielten Höchstserträgen naheliegende pH-Werte, in Wassersuspension und KCl-Lösung gemessen.

Die den Höchstserträgen entsprechenden Werte, welche für den Sättigungsgrad sowie für die hydrolitische Azidität, die absorbierte Kalziummenge und die Ca-Ionenkonzentration in der Bodenlösung bezeichnend sind und in den verschiedenen Böden nach der Ernte bestimmt wurden, wiesen wesentlich grössere Unterschiede auf. Die grössten Unterschiede für die verschiedenen Böden bestanden aber hier in der Höhe der anzuwendenden Kalkgaben in Bruchteilen der hydrolytischen Azidität, die den Böden vor der Kalkung entsprach. Ebenso wurden keine bessere Resultate erzielt bei der Bestimmung der Kalkgaben in Prozenten des Sättigungsgrades des Bodens, sowie auch in Gewichtseinheiten.

6. Der Sättigungsgrad der Böden, die absorbierte Kalziummenge, sowie die Ca-Konzentration, in Wasserauszug gemessen, und die hydrolitische Azidität basenarmer Podsolböden steigen infolge der Kalkung solange, bis die gestaffelten Kalkgaben eine Höhe erreichen, die der doppelten hydrolitischen Azidität entspricht. Die weitere Steigerung der Kalkgaben verursacht zumeist eine nur geringfügige Verschiebung der entsprechenden Werte, die den Werten der doppelten hydrolitischen Azidität nahe bleiben. Deshalb ist die Erklärung für die positive bzw. negative Wirkung der Kalkgaben, die den vollen Sättigungsgrad übertreffen, hauptsächlich in der hier stattfindenden Abnahme der aktiven Azidität zu suchen.

7. Bei der Kalkung basenarmer Podsolböden werden oft durch die Anwendung von Kalkgaben, die einen Sättigungsgrad von 70% übertreffen, Höchstserträge erzielt. Deswegen ist zu prüfen, ob ein Boden mit einem Sättigungsgrad von 70% als nicht oder wenig kalkbedürftig zu betrachten ist.

8. Vor der Anwendung dieser oder jener Kalkgaben ist dem Kalkbedarf der einzelnen Pflanzen eine weit grössere Beachtung zu widmen, als dies bisher geschah. Um die erforderlichen optimalen Kalkgaben richtig zu erfassen, sind in den betreffenden Böden die für die regelrechte Entwicklung der Pflanzen optimalen pH-Werte, in Wassersuspension und KCl gemessen, rechtzeitig zu bestimmen.

9. Bei der Bestimmung des Kalkbedarfs auf Grund der pH-Werte, in Salzauszug gemessen, und des Sättigungsgrades der ungekalkten Böden, ist vor allem auch das Verhalten der einzelnen Pflanzen dem Kalk gegenüber zu berücksichtigen; als Anhaltspunkt kann dabei der Kalkbedarf der anzubauenden Pflanzen dienen.

10. Was das Verhalten der einzelnen Pflanzen gegenüber der Kalkung anbetrifft, so widersprechen im allgemeinen die Ergebnisse der Gefässversuche denen der Feldversuche nicht. Ein Teil der Feldversuche lieferte jedoch Höchstserträge bei höheren Kalkgaben (in Bruchteilen der hydrolitischen Azidität bestimmt) als die, welche bei den Gefässversuchen sich am besten bewährten. Dies ist auf die ungenügende Vermischung des Bodens mit Kalk im ersten Jahre des Feldversuches zurückzuführen.

Bei den Höchstserträgen der Gefäss- und Feldversuche wurden jedoch annähernd gleiche pH-Werte in Wassersuspension gefunden.

11. Die Wirksamkeit der Kunstdünger, die dem Boden gleichzeitig mit der Kalkdüngung zugeführt werden, wird durch die bei der Düngieranwendung obwaltenden Verhältnisse bedingt. Vor allem spielt hier eine ausschlag-

gebende Rolle die Bodenbeschaffenheit, besonders der Aziditätszustand und das Pufferungsvermögen des Bodens, sowie die biologischen Eigenschaften der betreffenden Pflanzen, die Formen der in Anwendung kommenden Düngemittel und die Bodenfeuchtigkeit.

In den meisten Fällen werden auf basenarmen Böden durch die gleichzeitige Anwendung von Kunstdünger und Kalk höhere Erträge erzielt als dort, wo der Boden nicht gekalkt wurde. Die erzielten Mehrerträge können dabei, je nach den oben erwähnten allgemeinen Verhältnissen, entweder höher oder geringer sein, als die Gesamtsumme der Mehrerträge, die bei der Anwendung von nur Kalk- und nur Kunstdünger erhalten wurden, oder aber sie können dieser Gesamtsumme gleich sein.

12. Bei der Anwendung auf basenarmen Podsolböden saurer Kunstdünger steigt die aktive, hydrolytische und Austauschazidität, während der Sättigungsgrad sich in diesen Fällen meistens senkt.

13. Bei der separaten Zufuhr allgemein üblicher Kalkgaben oder bei der gleichzeitigen Anwendung von Kalk und starker Gaben saurer Kunstdünger nimmt die Bodenazidität ab, wogegen der Sättigungsgrad steigt.

14. Durch die Kalkung kann die chemische Zusammensetzung der landwirtschaftlichen Pflanzen und die Qualität der Ernteprodukte günstig beeinflusst werden. Dies kam bei unserem Versuch folgenderweise zum Ausdruck:

A. Erfolgte die Kalkzufuhr ohne Anwendung von Kunstdüngemitteln, so steigerte sich bei den meisten Versuchspflanzen der prozentische und absolute Rohproteingehalt infolge der Aufschliessung des Bodenstickstoffs. Bei der gleichzeitigen Anwendung von Kalk und Kunstdünger steigerte sich dagegen in den meisten Fällen der absolute Proteingehalt, während der prozentische Proteingehalt sich öfters senkte.

B. Bei dem Körner-Strohverhältniss kann die Kalkung eine Steigerung zugunsten des Körnerertrages bewirken.

C. Der prozentische Gehalt des Gesamt- und Invertzuckers der Rüben wurde durch die Kalkung nicht beeinflusst, während der absolute Gehalt dieser Stoffe sich steigerte.

D. Bei den Tomaten erhöhte sich infolge der Kalkung der prozentische und absolute Invertzuckergehalt sowie der Rohproteingehalt, während die aktive Azidität nach der NPK-Grunddüngung abnahm.

E. Auf den prozentischen Flachsfaserertrag hatten die entsprechend der einfachen hydrolytischen Azidität verabfolgten Kalkgaben keinen merklichen Einfluss, jedoch drückten stärkere Kalkgaben den Faserertrag herab.

Auf den prozentischen Fettgehalt der Körner wirkte die Kalkung nur gering, jedoch erhöhte sie hier erheblich den absoluten Fettertrag.

F. Auf den prozentischen Fasergehalt männlicher und weiblicher Hanfpflanzen hatte die Kalkung an und für sich keinen Einfluss, während bei gleichzeitiger Zufuhr von Kalk und Kunstdünger hier eine beträchtliche Steigerung erfolgte. Der prozentische Fettgehalt der Hanfkörner wurde durch die Bodenkalkung fast gar nicht verändert.

G. Der prozentische und absolute Fettgehalt der Gerste und Sonnenblumen erfuhr unter dem Einfluss der Kalkdüngung eine erhebliche Steigerung.

15. Die Kalkung basenarmer, übermässig saurer Podsolböden gehört zu den wichtigsten Massnahmen der sozialistischen Landwirtschaft der Sowjetunion. Die regelrechte Durchführung dieser Massnahme wird nicht allein die Bodenbeschaffenheit in den Kollektiv- und Sowjetwirtschaften radikal verbessern und ihre Ertragsfähigkeit fördern, sondern auch die Qualität der Ernteproduktion erhöhen und die Wirksamkeit der Kunstdünger steigern.

Использованная литература

1. К. К. Гедройц. Почвенные обменные катионы и растение. Удобрение и урожай 1931. № 11—12, стр. 1047.
2. Д. Н. Прянишников. О влиянии реакции почвы на рост растений. Удобрение и урожай 1931. № 1, стр. 53.
3. М. К. Домонтович. О физиологическом антагонизме кислот и нейтральных солей. Из результатов вегетац. опытов и лабор. работ 1923, т. XII.
4. И. Г. Дикусар. Аммиак, нитриты и нитраты, как источник азота для сахарной свеклы при различных pH питательной среды в условиях текучих растворов. Из результатов вег. опытов и лаб. работ 1928, т. XIV, стр. 287.
- Он же. Сравнительное действие нитратов и солей аммония на рост растений в зависимости от концентраций водородного иона и кальция в питательной смеси. Научно-Агрономич. журнал 1929. № 1, стр. 74.
- Он же. Дальнейшее изучение сравнительного действия солей, аммония и нитратов в зависимости от питательной смеси. Журн. Сахарн. промышленности 1931, № 7—8.
- Он же. J. G. Dikussar. Die Wirkung des Ammoniumsulfates und des Salpeters auf die Entwicklung d. Zuckerrübe und Mais in Abhängigkeit von der chemischen Zusammensetzung der Nährlösung. Landw. Jahrbücher 1930. 13. Bd. v.
5. Lemmermann и Fresenius. Beziehungen zwischen Reaktionszustand des Bodens und Pflanzenwachstum. Verhandl. d. II Kom. d. Internat. Kongresses f. Bodenkunde.
6. Т. Т. Демиденко. Влияние концентрации Н-ионов на рост, урожай и положение так называемой изоэлектрической точки у протеинов культурных растений. Научно-Агрономич. журнал. 1929, № 9.
7. A. Aslander. Die Abhängigkeit unserer Kulturpflanzen von der Reaktion und dem Nährstoffgehalt des Bodens. Zeitschrift f. Pfl. Düng. und Bodenkunde Band 23 H. 5/6 1932, стр. 362.
8. N. H. Pierre. Hydrogen ion concentration. Alluminium concentration in the soil solution and Percentage base saturation as factors affecting Plant Growth on acid soils. Soil Science 1931, III.
9. S. Mattson. The Laws of soil colloidal Behavior Soil Science. XII, 1932.
10. Захаров. Влияние извести на качество урожая льна и клевера. 1934 (рукопись).
11. О. К. Кедров-Зихман. Известь и лен. Лен и конопля. 1932.
12. С. В. Щерба. Известкование и лен. Удобрение и урожай. 1929, № 1.
13. Verhandlungen d. IV Commission d. II Internat. Kongresses f. Bodenkunde. 1932.
14. Д. М. Хейфец и М. Н. Власова. Известь и с.-х. растения. Труды ВИАУ. 1934.
15. Н. И. Алямовский. Актуальная и обменная кислотность почв и отзывчивость культурных растений на известкование. Труды ВИАУ. 1934.
16. O. Sichmann-Kedrow. Die Kalkung der podzollboden Weissrusslands als ein Mittel zur Hebung ihrer Fruchtbarkeit Verhandlungen d. IV Commission d. II Internat. Kongresses f. Bodenkunde. 1932.
17. С. С. Ярусов. Действие извести на эффективность минер. удобр. на почвах подзолистой зоны. Т. 2-й изв. Труды ВИАУ (печатается).
18. О. К. Кедров-Зихман. „Влияние извести на процесс мобилизации фосфорной кислоты“. Научно-Агрономич. журнал № 3, стр. 1. 1928.
19. Д. А. Аскинази и С. С. Ярусов. К вопросу о влиянии извести на мобилизацию фосфорн. к-ты в почве. Тр. НИУ. Вып. 57. 1928.
20. О. К. Кедров-Зихман. Уплыв вапнаванна подзолистых глеб на мобілізацію пажнычных вясчестваву. Працы Беларуска. Акад. Навук 1934.
21. О. Э. Кедрова-Зихман. „Влияние минеральных удобрений на урожай, химический состав и качество томатов в связи с известкованием. Из результатов вегетационных опытов и лабор. работ т. XVI.
22. О. К. Кедров-Зихман и Г. Ю. Ключарева. Известкование подзолистых почв. БССР при культуре льна. (Неопубликов. рукопись).
23. С. В. Щерба. Оп. на Крюковском участке. Труды НИУ. Выпуск 106.
24. Д. В. Дружинин. Отношение льна долгуна к известкованию подзолистых почв Из результатов вегет. оп. и лаб. работ 1930. т. XI стр. 173.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Вводная часть	
Введение	3
Целевая установка работы и литературные данные прежних исследований	4
Экспериментальная часть	
Вегетационные опыты	27
Полевые опыты	46
Результаты опытов:	
Лен	48
Конопля	57
Ячмень	60
Яровая пшеница	66
Озимая рожь	69
Вико-овсяная смесь	72
Овес	76
Вика	83
Горох	87
Клевер	90
Свекла столовая	95
Томаты	100
Капуста	106
Мак	107
Горчица	108
Подсолнечник	110
Кукуруза	112
Гречиха	114
Тимофеевка	117
Райграсс	118
Лисохвост	120
Ежа сборная	122
Обобщение результатов проведенных опытов	124
Выводы	136
Резюме на немецком языке	140
Список литературы	144

