

631.821

К. 332 г.ч.

965146

Белорусская Государственная Академия  
Сельского Хозяйства

Проф. О. К. ЗИХМАН-КЕДРОВ

ВЛИЯНИЕ ИЗВЕСТИ НА ПОДЗОЛИСТЫХ  
ПОЧВАХ СОГЛАСНО ДАННЫМ ВЕГЕТАЦИ-  
ОННЫХ ОПЫТОВ С ОВСОМ

Prof. O. K. SICHMANN-KEDROW

Wirkung des Kalkes auf Podsol-Böden nach  
Ergebnissen von Vegetations-versuchen mit Hafer

„Записок Белорусской Государственной Академии  
Сельского Хозяйства“, т. IV

10899  
Проверено 1967 г.

Горки, БССР  
Типография Академии  
1 9 2 7

631.82

man

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ  
 ДЛЯ СТУДЕНТОВ  
 СПЕЦИАЛЬНОСТИ «ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА»

Министерство образования Российской Федерации  
 Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
 «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва  
 (технический университет)»

Самара, 2004

УДК 62-50

ББК 62.01.01

631.82

К. И. К. 32

ИЗДАТЕЛЬСТВО «СГАУ»

Самара, 2004

ISBN 5-7400-0111-1

© Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (технический университет), 2004

БИБЛИОТЕКА  
 631.82  
 К. И. К. 32  
 ИР. 965146



10899

## VII.

## Действие извести на подзолистых почвах согласно данным вегетационных опытов с овсом.

Несмотря на ту исключительно важную роль, которую без сомнения должно сыграть известкование в деле поднятия плодородия ненасыщенных основаниями подзолистых почв всей нечерноземной полосы СССР—в частности почв Белоруссии—изучению вопросов, связанных с известкованием до последнего времени у нас в союзе уделялось недостаточно внимания. И кроме того при большей части работ с известью учитывался лишь общий эффект известкования той или другой почвы по урожаю полевых или вегетационных опытов. В частности, в связи с известкованием подзолистых почв у нас проведено мало вегетационных опытов, сопровождающихся более или менее детальными лабораторными исследованиями—лишь в последние годы стали чаще появляться такие работы, в которых путем дополнительных лабораторных исследований делались попытки более детально выяснить отдельные стороны сложного действия извести при вегетационных опытах<sup>1)</sup>. Между тем при углубленном изучении действия извести постановка такого рода работ крайне необходима, так как во многих случаях аналитическая обработка продуктов урожая и почвы дают возможность получить ответ на такие вопросы, которые при учете одного общего эффекта по урожаю, остаются неразрешенными.

Учитывая важное значение изучения вопросов, связанных с известкованием в условиях БССР, кафедра Агрономической и Органической Химии Белорусской Государственной С. Х. Академии и Агрохимический Отдел Горецкой С. Х. Опытной Станции наметили ряд работ в этой области, которые стоят в тесной связи с работами по изучению действия извести на подзолистых почвах, выполненных уже при кафедре Агрономической химии б. Горы-Горецкого С. Х. Института<sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> Д. Н. Прянишников. „Результаты некоторых опытов с известкованием“. Журнал Оп. Агр. 1903 г.

К. К. Гедройц. „Влияние известкования на доступность растениям фосфорной кисл. почвы и фосфорнокисл. удобр.“ Журн. Оп. Агр. 1905 г. А. 687

Д. Н. Прянишников. „К вопросу об известковании“. Сборник статей по известкованию под ред. Я. В. Самойлова. 1919 г.

Д. В. Дружинин. „Действие извести на почвенные процессы и урожай растений в полевых и вегетационных опытах“. Труды Научн. Инст. по удобр. Вып. 31. 1925 г.

Б. Голубев. „К вопросу об условиях отзывчивости почв на известкование в связи с положительным и вредным влиянием извести на развитие растений“. Из результ. вегет. оп. и лабор. работ., т. XIII. 1925 г.

А. Ф. Тюлин. „Разложение органического вещества и изменения в нитрификации и емкости поглощения в подзолистых почвах“. Тр. Научн. Инст. по Удобр. Вып. 33. 1926 г.

<sup>2)</sup> О. К. Зихман-Кедров. „О влиянии извести на физические, химические и биологические свойства почвы“. Записки Горы-Горецкого С. Х. Института. т. III. 1925 г.

Он же. „Некоторые данные биохимических процессов связанных с превращениями фосфора в подзолистых почвах“. Почвоведение. 1926 г., № 2.

В настоящей статье излагается одна из таких работ, проведенная общими силами Кафедры и Отдела, состоящая из вегетационных опытов и аналитических исследований продуктов урожая и почвы отдельных сосудов.

В связи с этой работой нами было поставлено четыре вегетационных опыта с чистой линией Шатиловского овса (033), при которых применялись четыре образца подзолистых почв района Горецкой С. Х. Опытной Станции: два образца почвы Стебутовского опытного поля, представляющей собой в отношении механического состава лёсовидный суглинок, суглино-супеси фольварка Иванова и супесь фольварка Дрибин.

Первый опыт, при котором выяснялось общее действие химически чистого препарата углекислого кальция без внесения других удобрений на всех четырех указанных выше образцах почв, был поставлен по следующей схеме:

1) Стебутовская почва № 1 без удобрений; 2) Стебутовская почва № 1 с  $\text{CaCO}_3$ ; 3) Стебутовская почва № 2 без удобрений; 4) Стебутовская почва № 2 с  $\text{CaCO}_3$ ; 5) Ивановская почва без удобрений; 6) Ивановская почва с  $\text{CaCO}_3$ ; 7) Дрибинская почва без удобрений; 8) Дрибинская почва с  $\text{CaCO}_3$ .

Углекислый кальций вносился из расчета 0,08%  $\text{CaO}$  от веса почвы, что соответствует обычно применяемой при полевых опытах норме на наших почвах—1800 килограмм на гектар.

Второй опыт был поставлен с целью более детального выяснения характера действия извести, в связи с чем здесь вносились в почву кроме углекислого кальция еще фосфорнокислосое, калийное и азотистое удобрения в виде:  $\text{NaH}_2\text{PO}_4\cdot\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{KCl}$  и  $\text{NaNO}_3$ . Опыт этот был поставлен с почвой Стебутовского опытного поля № 1 по следующей схеме:

1) Без удобрения, 2)  $\text{CaCO}_3$ ; 3) N; 4) N +  $\text{CaCO}_3$ ; 5) P; 6) P +  $\text{CaCO}_3$ ; 7) K; 8) K +  $\text{CaCO}_3$ ; 9) N + P; 10) N + P +  $\text{CaCO}_3$ ; 11) N + K; 12) N + K +  $\text{CaCO}_3$ ; 13) P + K; 14) P + K +  $\text{CaCO}_3$ ; 15) N + P + K; 16) N + P + K +  $\text{CaCO}_3$ .

Углекислый кальций вносился также, как при первом опыте из расчета 0,08%  $\text{CaO}$  от веса почвы;  $\text{NaH}_2\text{PO}_4\cdot\text{H}_2\text{O}$  из расчета 0,45 грамм  $\text{P}_2\text{O}_5$  на сосуд,  $\text{KCl}$ —1,35 грамм  $\text{K}_2\text{O}$  на сосуд и  $\text{NaNO}_3$ —0,9 грамм N на сосуд. При этом в сосуды с K + P по ошибке было внесено  $\text{NaH}_2\text{PO}_4\cdot\text{H}_2\text{O}$  в десять раз больше, чем полагалось. Поэтому результаты этих сосудов, помеченные звездочкой, нельзя считать нормальными.

При третьем опыте выяснялось действие различных известковых удобрений. Опыт этот был поставлен с образцом почвы Стебутовского Опытного Поля № 2 по следующей схеме: 1) Без удобрения; 2)  $\text{CaCO}_3$ ; 3)  $\text{CaO}$ ; 4)  $\text{CaSO}_4$ ; 5) Оршанская известь; Дрибинская известь.

Все известковые удобрения при этом опыте вносились так же, как при первом опыте из расчета 0,08%  $\text{CaO}$  от веса почвы.

Четвертый опыт был поставлен с тем же образцом почвы Стебутовского опытного поля № 2, что и третий опыт, с целью испытать действие различных норм углекислого кальция и Оршанской извести по следующей схеме:

1) Без удобрения; 2)  $\text{CaCO}_3$  средняя норма; 3)  $\text{CaCO}_3$  высокая норма; 4) Оршанская известь средняя норма; 5) Оршанская известь высокая норма.

При средней норме оба известковых удобрения вносились так же как при первых трех опытах из расчета 0,08%  $\text{CaO}$  от веса почвы, а при высокой норме из расчета 0,80%  $\text{CaO}$  от веса почвы.

Исследование почв, взятых для опыта, дало следующие результаты:

Таблица № 1.

Образец почвы	Стебутов- ская № 1	Стебутов- ская № 2	Иванов- ская	Дрибин- ская
Что определялось				
pH . . . . .	6,13	6,20	6,03	5,95
N—общее количество . . . . .	0,125 <sup>0/0</sup>	0,148 <sup>0/0</sup>	0,077 <sup>0/0</sup>	0,066 <sup>0/0</sup>
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0,127 „	0,116 „	0,094 „	0,088 „
„ растворимая в 1 <sup>0/0</sup> лимонн. кислоте	0,0131 <sup>0/0</sup>	0,0148 <sup>0/0</sup>	0,0091 <sup>0/0</sup>	0,0093 <sup>0/0</sup>
„ воднорастворимая . . . . .	0,00058 <sup>0/0</sup>	0,00049 <sup>0/0</sup>	0,00051 <sup>0/0</sup>	0,00052 <sup>0/0</sup>
Емкость поглощения в Са (Са, Mg, К, Н)	0,209 <sup>0/0</sup>	0,274 <sup>0/0</sup>	0,102 <sup>0/0</sup>	0,106 „
Поглощенный Са . . . . .	0,151 „	0,215 „	0,047 „	0,042 „
„ Mg . . . . .	0,021 „	0,025 „	0,013 „	0,015 „
„ К . . . . .	0,012 „	0,011 „	0,009 „	0,010 „
„ Н . . . . .	0,0009 <sup>0/0</sup>	0,0006 <sup>0/0</sup>	0,0014 <sup>0/0</sup>	0,0017 „
Гумус . . . . .	2,38 „	2,60 „	1,48 <sup>0/0</sup>	1,15 „
СО <sub>2</sub> . . . . .	—	0,05 „	0,04 „	0,04 „
Влагодность . . . . .	—	36,2 <sup>0/0</sup>	29,4 „	27,0 „
Частицы диаметра 1,00—0,25 м.м. . . . .	—	2,7 „	36,4 „	29,1 „
„ 0,25—0,05 „ . . . . .	—	11,0 „	17,6 „	33,4 „
„ 0,05—0,01 „ . . . . .	—	52,3 „	23,6 „	17,9 „
„ < 0,01 „ . . . . .	—	34,0 „	22,4 „	19,6 „

Химический состав взятых для наших опытов образцов Оршанской и Дрибинской извести по полученным нами при анализе данным следующий:

Химический состав известковых удобрений в <sup>0/0</sup>. Таблица № 2

Что определялось	Нерастворимый остаток	СаО	MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + +Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	СО <sub>2</sub>
Название удобрений					
Оршанская известь . . . . .	4,73	46,99	23,25	2,66	6,97
Дрибинская известь . . . . .	2,08	44,68	25,23	2,45	15,09

Как видно из приведенных данных об известковых удобрениях на

ряду с окисью кальция содержат также значительные количества окиси магния.

При наших опытах применялись сосуды из оцинкованной жести в 20 см в диаметре и 25 см. вышины, которые перед опытом были покрыты Дамаровым лаком. В качестве дренажа применялось битое бутылочное стекло. В эти сосуды помещалось Стебутовской почвы 7 килограмм, Ивановской—8 килограмм, Дрибинской—8<sup>1/2</sup> килограмм.

Набивка сосудов производилась от 17/VI по 19/VI, при чем почва доводилась до 40<sup>0/0</sup> влагоемкости. В течение опыта увлажнение все время поддерживалось в пределах между 50<sup>0/0</sup> и 70<sup>0/0</sup> от полной влагоемкости.

Посев был произведен 20/VI предварительно пророщенными семенами по 10 зерен на сосуд. С 24/VI по 28/VI продолжались всходы, 5/VII было произведено прорезывание, при чем было оставлено по 9 растений. Кущение продолжалось от II/VII по I/VIII, выбрасывание метелок от 8/VIII по 27/VIII, цветение с 15/VIII по 8/IX. Уборка была произведена 8/X в стадии полной спелости для зерен большинства растений.

После уборки урожай сушился при 30—40°C и измельчался на мельнице Эксельснор, отдельно зерно от соломы. Затем продукты урожая подвергались химическому анализу, при чем как в зерне, так и в соломе всех сосудов определялось содержание азота, фосфора и калия, а в урожае части сосудов кроме того—содержание кальция и магния.

Фосфорная кислота и калий определялись в золе—фосфорная кислота по методу Nyssens'a, а калий по кобальтнитритному методу, при чем как при приготовлении золы, так и при определении фосфора и калия в обычно применяемую методику были внесены некоторые изменения, которые описаны в одной из наших прежних работ (см. проф. О. К. Кедряу-Зіхман і А. Ю. Лявiцкі „Беларускія фасфарыты паводле даных вэгацыйных досьледаў з яравою пшаніцаю“. Запіскі Беларускай Дзяржаўнай Акадэміі, т. III 1927 г.

Кальций и магний определялись в золе об'емным методом.

Азот определялся по методу Кьельдаля.

Кроме анализа продуктов урожая лабораторному исследованию подвергались также водные вытяжки из почвы всех сосудов после уборки урожая.

В водных вытяжках из почвы всех сосудов определялась концентрация водородных ионов колориметрически по методу Михаэлиса, фосфорная кислота колориметрическим методом Дениже, нитратный азот также колориметрически и общая щелочность титрованием, и в вытяжках части сосудов кроме того определялся воднорастворимый гумус также титрованием.

Результаты наших опытов приводятся ниже на соответствующих таблицах, при чем результаты лабораторного исследования отдельных сосудов большей частью представляют собой среднее из двух или нескольких определений. Во всяком случае везде, где имеются заметные колебания между данными параллельных сосудов, цифра относящаяся к каждому параллельному сосуду является средним не менее, чем двух отдельных определений.

Результаты первого и второго опыта, приведенные в таблицах №№ 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, и 10, будут рассмотрены вместе.

Абсолютно сухая масса.

Таблица № 3

Внесено в почву.	Число стеблей.	Высота растений в см.	В граммах на сосуд.									°/о зерна		Вес 1000 зерен		
			Зерно			Солома			Зерно+солома							
			Отдельн. сосуды	Среднее	Отношение	Отдельн. со уды	Среднее	Отношение	Отдельн. сосуды	Среднее	Отношение	Отдельн. сосуды	Среднее	Отдельн. сосуды	Среднее	Отдельн. сосуды
<b>Стебутовская почва № 1</b>																
Без удобрения	10 102	6,98	7,12	100	8,24	8,47	100	15,22	15,58	100	45,9	45,7	33,0	32,8		
"	9 101	7,25	7,12	100	8,69	8,47	100	15,94	15,58	100	45,5	45,7	33,0	32,8		
CaCO <sub>3</sub> —10 gr.	14 105	7,79	7,79	109	10,53	10,53	124	18,32	18,32	117	42,4	42,4	31,5	31,5		
<b>Стебутовская почва № 2</b>																
Без удобрения	10 107	6,46	7,04	100	9,83	9,86	100	16,29	16,90	100	39,7	41,6	33,3	30,8		
"	9 113	7,17	7,04	100	9,88	9,86	100	17,05	16,90	100	41,9	41,6	27,3	30,8		
"	9 113	7,49	7,04	100	9,86	9,86	100	17,35	16,90	100	43,1	41,6	31,6	30,8		
CaCO <sub>3</sub> —10 gr	14 127	9,33	9,33	132	13,54	13,02	132	22,87	22,35	132	40,8	41,8	29,3	29,1		
"	10 125	9,33	9,33	132	12,49	13,02	132	21,82	22,35	132	42,7	41,8	28,9	29,1		
<b>Ивановская почва.</b>																
Без удобрения	12 77	3,24	3,45	100	4,68	4,71	100	7,92	8,15	100	40,9	42,2	31,4	28,5		
"	9 80	3,65	3,45	100	4,73	4,71	100	8,38	8,15	100	43,5	42,2	25,5	28,5		
CaCO <sub>3</sub> —11,43 gr.	14 82	4,36	4,19	121	6,89	6,05	129	11,25	10,24	126	38,7	41,1	31,6	29,9		
"	10 77	4,02	4,19	121	5,20	6,05	129	9,22	10,24	126	43,4	41,1	28,2	29,9		
<b>Дрибинская почва</b>																
Без удобрения	9 103	5,64	5,53	100	6,22	6,57	100	11,86	12,09	100	47,5	45,7	33,2	30,0		
"	9 98	5,41	5,53	100	6,91	6,57	100	12,32	12,09	100	43,9	45,7	26,8	30,0		
CaCO <sub>3</sub> —11,43 gr.	17 118	10,08	9,26	168	14,67	13,84	211	24,75	23,09	191	40,7	40,0	29,4	30,3		
"	12 115	8,43	9,26	168	13,00	13,84	211	21,43	23,09	191	39,2	40,0	31,2	30,3		

Таблицу № 4 смотри на стр. 215.

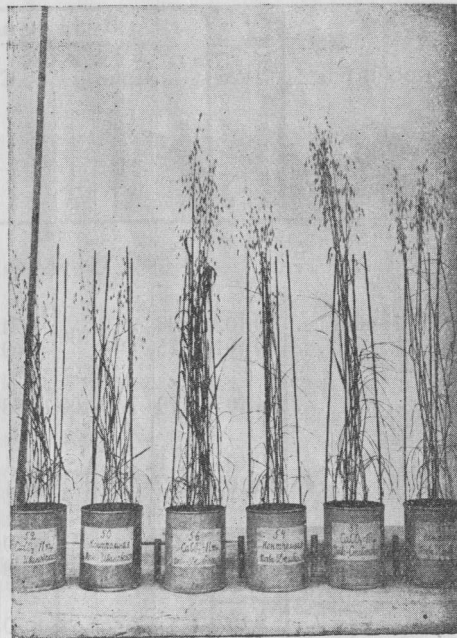
Рассматривая результаты, приведенные на таблицах № 3 и № 4 мы прежде всего видим, что известь, внесенная отдельно или в различных комбинациях с другими удобрениями, дала на всех почвах повышение как урожая зерна, так и урожая соломы. Наибольший эффект от известкования дали сосуды с Дрибинской почвой. При этом повышение урожая зерна связано с увеличением числа зерен как во всем урожае, так и отдельных растений. Что же касается влияния известки на вес и величину отдельных зерен, то в этом отношении, ясно выраженной закономерности нельзя установить. Нельзя также установить определенной закономерности относительно влияния известки на процент зерна в урожае. Далее мы видим, что при внесении углекислого кальция в большинстве случаев имело место усиление кущения и увеличение высоты растений. Кроме того, по данным наших наблюдений, не приведенным на этой таблице, известкование Дрибинской и Ивановской почвы способствовало удлинению периода вегетации.

Абсолютно сухая масса.

Таблица № 4.

Внесено в почву	Число стеблей	Высота растений в см.	В граммах на сосуд									°/о зерна		Вес 1000 зерен		
			Зерно			Солома			Зерно+солома							
			Отдельн. сосуды	Среднее	Отношение	Отдельн. сосуды	Среднее	Отношение	Отдельн. сосуды	Среднее	Отношение	Отдельн. сосуды	Среднее	Отдельн. сосуды	Среднее	Отдельн. сосуды
<b>Стебутовская почва № 1.</b>																
Без удобрений	10 102	6,98	7,12	100	8,24	8,47	100	15,22	15,58	100	45,9	45,7	33,0	32,8		
"	9 101	7,25	7,12	100	8,69	8,47	100	15,94	15,58	100	45,5	45,7	33,0	32,8		
CaCO <sub>3</sub>	14 105	7,79	7,79	109	10,53	10,53	124	18,32	18,32	117	42,4	42,4	31,5	31,5		
N	9 103	7,11	8,27	116	9,11	10,61	125	16,22	18,88	121	43,9	43,9	30,8	34,3		
"	10 105	9,42	8,27	116	12,11	10,61	125	21,53	18,88	121	43,8	43,9	37,8	34,3		
N+CaCO <sub>3</sub>	13 120	12,05	11,43	161	14,59	15,34	181	26,64	26,77	172	45,2	42,7	29,8	32,2		
"	19 107	10,81	11,43	161	16,08	15,34	181	26,89	26,77	172	40,2	42,7	34,6	32,2		
P	9 107	6,35	6,59	93	8,70	8,41	99	15,05	15,00	97	42,3	44,0	30,0	32,2		
"	9 102	6,83	6,59	93	8,11	8,41	99	14,94	15,00	97	45,7	44,0	34,3	32,2		
P+CaCO <sub>3</sub>	9 110	8,87	8,87	125	10,62	10,46	123	19,49	19,33	124	45,5	45,9	31,6	32,9		
"	9 116	8,87	8,87	125	10,30	10,46	123	19,17	19,33	124	46,2	45,9	34,2	32,9		
K	9 97	5,93	6,23	87	7,45	7,86	93	13,38	14,08	90	44,2	44,2	34,9	34,1		
"	9 98	6,52	6,23	87	8,26	7,86	93	14,78	14,08	90	44,1	44,2	33,2	34,1		
K+CaCO <sub>3</sub>	13 115	10,44	10,42	146	11,96	12,67	150	22,40	23,09	148	46,6	45,2	33,0	32,3		
"	14 115	10,39	10,42	146	13,38	12,67	150	23,77	23,09	148	43,7	45,2	31,6	32,3		
N+P	9 114	8,82	8,55	120	13,14	12,19	144	21,96	20,73	133	43,8	43,1	36,9	34,8		
"	9 111	8,27	8,55	120	11,23	12,19	144	19,50	20,73	133	42,4	43,1	32,7	34,8		
N+P+CaCO <sub>3</sub>	13 127	12,53	13,02	183	15,55	15,92	188	28,08	28,94	186	44,6	45,0	34,4	34,3		
"	13 127	13,50	13,02	183	16,29	15,92	188	29,79	28,94	186	45,3	45,0	34,1	34,3		
N+K	10 115	9,94	9,74	137	11,70	12,01	142	21,64	21,75	140	46,0	44,8	34,0	33,4		
"	12 110	9,53	9,74	137	12,32	12,01	142	21,85	21,75	140	43,6	44,8	32,8	33,4		
N+K+CaCO <sub>3</sub>	11 120	11,13	12,36	174	12,65	15,49	183	23,78	27,85	179	46,9	44,7	32,3	31,3		
"	18 127	13,59	12,36	174	18,33	15,49	183	31,92	27,85	179	42,5	44,7	30,2	31,3		
P+K	9 117	6,16	6,32	89	9,19	9,96	118	15,35	16,28	105	40,0	38,9	32,0	30,8		
"	9 115	6,48	6,32	89	10,73	9,96	118	17,21	16,28	105	37,7	38,9	29,6	30,8		
P+K+CaCO <sub>3</sub>	10 115	6,48	7,04	99	9,51	10,62	125	15,99	17,66	113	40,0	39,7	32,0	30,0		
"	12 115	7,60	7,04	99	11,73	10,62	125	19,33	17,66	113	39,3	39,7	27,9	30,0		
N+P+K	11 120	9,26	10,25	144	12,79	14,06	166	22,05	24,30	156	42,0	42,2	32,3	31,6		
"	14 120	11,23	10,25	144	15,32	14,06	166	26,55	24,30	156	42,3	42,2	30,9	31,6		
N+P+K+CaCO <sub>3</sub>	12 127	12,15	14,04	197	15,75	18,61	220	27,90	32,65	210	43,5	43,0	31,7	33,0		
"	18 127	15,93	14,04	197	21,47	18,61	220	37,40	32,65	210	42,5	43,0	34,3	33,0		

Об общем эффекте известкования при первом опыте на различных подзолистых почвах может дать наглядное представление прилагаемый снимок (1) сосудов перед уборкой.



Что касается других удобрений внесенных в почву Стебутовского опытного поля № 1, то при внесении азотнокислого натрия отдельно или вместе с другими удобрениями повысился урожай зерна и урожай соломы, а при внесении хлористого калия, как урожай зерна так и урожай соломы понизились. Можно полагать, что при внесении хлористого калия в почве устанавливалось неблагоприятное для растения отношение калия к кальцию, так как при внесении вместе с хлористым калием углекислого кальция урожай зерна и урожай соломы не только не понизились, но наоборот повысились и притом на величину большую, чем при внесении одного углекислого кальция.

Кроме того при внесении азотнокислого натрия отдельно или в различных комбинациях с другими удобрениями, число зерен, как во всем урожае, так и в отдельных растениях повысилось, а при внесении хлористого калия напротив того понизилось.

На высоту растений внесение азотнокислого натрия оказало положительное влияние, а монофосфат натрия и хлористый калий заметного влияния не оказали. При совместном внесении различных удобрений (N, P, K, Ca) во всех случаях имело место заметное увеличение высоты растений.

Результаты анализа продуктов урожая первого и второго опыта приведены ниже на таблицах №№ 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 и 12.

Таблицы № 5 и № 6 смотри на стр. 217 и 218.

Рассматривая результаты определения азота на таблицах № 5 и № 6 мы видим, что, на процентное содержание азота в зерне внесение в почву одного углекислого кальция заметного влияния не оказало, при внесении же углекислого кальция совместно с другими удобрениями в почву Стебутовского Опытного Поля в большинстве случаев в сосудах с известкованной почвой, наблюдается некоторое понижение процента азота в зерне по сравнению с сосудами с неизвесткованной почвой. Процентное же содержание азота в соломе настолько сильно колеблется, что на основании полученных данных определенной закономерности в этом отношении установить нельзя. Абсолютные количества азота как в урожае зерна, так и в урожае соломы под влиянием известкования увеличились. Из других удобрений азотнокислый натрий повысил общее содержание азота в зерне, а фосфорнокислый натрий и хлористый калий на общее содержание азота в урожае зерна не повлияли. Абсолютные же количества азота в урожае соломы под влиянием фосфорнокислого удобрения понизились.

N

Таблица № 5.

Внесено в почву	% содержание						Абсолютные количества в миллиграммах на сосуд								
	Зерно			Солома			Зерно		Солома		Зерно + солома				
	Отдельные сосуды	Среднее	Отношение	Отдельные сосуды	Среднее	Отношение	Отдельные сосуды	Среднее	Отношение	Отдельные сосуды	Среднее	Отношение			
Стебутовская почва № 1.															
Без удобрений . . . . .	2,66	2,44	100	0,47	0,56	100	186	173	100	39	48	100	225	221	100
" . . . . .	2,21			0,65			160			56			216		
CaCO <sub>3</sub> . . . . .	2,59	2,59	106	0,68	0,68	121	202	202	117	73	73	152	275	275	124
Стебутовская почва № 2.															
Без удобрений . . . . .	2,33			0,55			151			54			205		
" . . . . .	2,25	2,25	100	0,28	0,38	100	161	158	100	28	36	100	189	195	100
" . . . . .	2,18			0,27			163			27			190		
CaCO <sub>3</sub> . . . . .	2,26	2,22	99	0,33	0,31	82	211	207	131	45	41	114	256	248	127
" . . . . .	2,18			0,29			203			36			239		
Ивановская почва.															
Без удобрений . . . . .	3,19	2,90	100	1,04	0,76	100	103	99	100	49	36	100	152	135	100
" . . . . .	2,60			0,47			95			22			117		
CaCO <sub>3</sub> . . . . .	3,17	3,06	105	1,40	1,36	179	138	128	129	96	83	231	234	211	156
" . . . . .	2,94			1,32			118			69			187		
Дрибинская почва.															
Без удобрений . . . . .	2,63	2,45	100	0,51	0,42	100	148	135	100	32	27	100	180	162	100
" . . . . .	2,26			0,32			122			22			144		
CaCO <sub>3</sub> . . . . .	2,25	2,30	94	0,48	0,54	129	227	212	157	71	74	274	298	286	177
" . . . . .	2,34			0,59			197			77			274		

Таблицы № 7 и № 8 смотри на стр. 219 и 220.

Из результатов определения фосфора на таблицах № 7 и № 8 видно, что внесение углекислого кальция на процентное содержание фосфора в зерне не оказало влияния. Что же касается процентного содержания фосфора в соломе, то здесь прежде всего обращают на себя внимание очень значительные колебания между данными параллельных сосудов, а затем приходится также констатировать, что в этом отношении каждая почва вела себя по своему.

В сосудах со Стебутовской почвой имело место понижение процента фосфора в соломе под влиянием известкования. В сосудах с Дрибинской почвой напротив того, в соломе сосудов с известкованной почвой процент фосфора выше, чем в сосудах с почвой без известки. На основании данных, полученных с Ивановской почвой, нельзя составить определенного представления о влиянии известкования на процент фосфора в соломе вследствие больших колебаний между результатами параллельных сосудов с почвой без известки.

N.

Таблица № 6.

Внесено в почву	% содержание						Абсолютные количества в миллиграммах на сосуд								
	Зерно			Солома			Зерно			Солома			Зерно+солома		
	Отдельные сосуды	Среднее	Отношение	Отдельные сосуды	Среднее	Отношение	Отдельные сосуды	Среднее	Отношение	Отдельные сосуды	Среднее	Отношение	Отдельные сосуды	Среднее	Отношение
Стебутовская почва № 1.															
Без удобрения . . .	2,66	2,44	100	0,47	0,56	100	186	173	100	39	48	100	225	221	100
" . . . . .	2,21			0,65			160			56			216		
CaCO <sub>3</sub> . . . . .	2,59	2,59	106	0,68	0,68	121	202	202	117	73	73	152	275	275	124
N . . . . .	2,73	2,87	118	0,46	0,38	68	194	239	138	42	39	81	236	277	125
" . . . . .	3,00			0,29			283			35			318		
N+CaCO <sub>3</sub> . . . . .	2,59	2,72	112	0,60	0,83	148	312	310	179	88	129	269	400	439	199
" . . . . .	2,85			1,05			308			169			477		
P . . . . .	2,33	2,47	101	0,37	0,36	64	148	163	94	32	30	63	180	193	87
" . . . . .	2,61			0,35			178			28			206		
P+CaCO <sub>3</sub> . . . . .	2,37	2,38	98	0,36	0,36	64	210	211	122	38	38	79	248	249	113
" . . . . .	2,39			0,36			212			37			249		
K . . . . .	2,64	2,83	116	0,43	0,49	88	156	183	106	32	39	81	188	221	100
" . . . . .	3,02			0,54			209			45			254		
K+CaCO <sub>3</sub> . . . . .	2,40	2,44	100	0,50	0,39	70	251	255	147	60	49	102	311	303	137
" . . . . .	2,48			0,28			258			37			295		
N+P . . . . .	2,77	2,71	111	0,54	0,48	86	244	231	133	71	59	123	315	290	131
" . . . . .	2,64			0,41			218			46			264		
N+P+CaCO <sub>3</sub> . . . . .	2,59	2,59	100	0,51	0,52	93	324	337	195	79	82	171	403	419	190
" . . . . .	2,59			0,52			350			85	82	171	435	419	190
N+K . . . . .	2,95	2,97	122	0,49	0,76	136	293	290	168	57	92	192	250	381	172
" . . . . .	2,99			1,02			286			126			412		
N+K+CaCO <sub>3</sub> . . . . .	2,70	2,52	103	0,43	0,48	96	300	300	170	54	77	160	354	386	175
" . . . . .	2,33			0,53			317			100			417		
*P+K . . . . .	2,45	2,45	100	0,59	0,52	93	151	155	90	54	51	106	205	206	93
" . . . . .	2,45			0,44			159			47			206		
*P+K+CaCO <sub>3</sub> . . . . .	2,62	2,37	98	0,71	0,63	113	170	166	96	67	65	135	237	231	105
" . . . . .	2,12			0,54			161			63			224		
N+P+K . . . . .	2,75	2,66	109	0,45	0,48	86	255	272	157	57	67	140	312	339	153
" . . . . .	2,57			0,50			289			77			366		
N+P+K+CaCO <sub>3</sub> . . . . .	2,41	2,51	103	0,37	0,50	89	293	355	205	58	97	202	351	451	204
" . . . . .	2,61			0,63			416			135			551		

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

Таблица № 7

Внесено в почву.	% содержание						Абсолютные количества в миллиграммах на сосуд.								
	Зерно			Солома			Зерно			Солома			Зерно+солома		
	Отдельн. сосуды	Среднее	Отношение	Отдельн. сосуды	Среднее	Отношение	Отдельн. сосуды	Среднее	Отношение	Отдельн. сосуды	Среднее	Отношение	Отдельн. сосуды	Среднее	Отношение
Стебутовская почва № 1															
Без удобрения . . .	1,31	1,24	100	0,37	0,47	100	91	88	100	30	30	100	121	141	100
" . . . . .	1,17			0,57			85			75			160		
CaCO <sub>3</sub> . . . . .	1,19	1,19	96	0,44	0,44	94	93	93	106	46	46	87	139	139	99
Стебутовская почва № 2															
Без удобрения . . .	1,25	1,28	100	0,79	0,70	100	81	90	100	78	69	100	159	159	100
" . . . . .	1,25			0,62			89			61			150		
" . . . . .	1,35			0,69			101			68			169		
CaCO <sub>3</sub> . . . . .	1,13	1,19	93	0,34	0,33	47	105	110	122	46	43	62	151	153	96
" . . . . .	1,24			0,32			115			40			155		
Ивановская почва.															
Без удобрения . . .	1,27	1,21	100	0,35	0,25	100	41	42	100	16	12	100	57	53	100
" . . . . .	1,14			0,15			42			7			49		
CaCO <sub>3</sub> . . . . .	1,29	1,24	102	0,36	0,34	136	56	52	124	25	21	175	81	73	138
" . . . . .	1,18			0,32			47			17			64		
Дрибинская почва															
Без удобрения . . .	1,13	1,14	100	0,13	0,11	100	64	63	100	8	7	100	72	70	100
" . . . . .	1,14			0,09			62			6			68		
CaCO <sub>3</sub> . . . . .	1,16	1,10	104	0,20	0,25	225	117	110	175	29	34	186	146	143	204
" . . . . .	1,21			0,20			122			38			140		

Таблицу № 8 смотри на стр. 220.

Абсолютные количества фосфора, извлеченные урожаем зерна из сосудов с известкованной почвой, в большинстве случаев больше количества фосфора, извлеченного из почвы без внесения извести. В соломе же мы имеем повышение абсолютного количества извлеченного урожаем фосфора под влиянием известкования лишь в сосудах с Ивановской и с Дрибинской почвой, а в сосудах со Стебутовской почвой, напротив того в большинстве случаев урожаем сосудов с известкованной почвой извлечено меньше фосфора, чем урожаем сосудов с почвой без углекислого кальция.

Неодинаковое влияние известкования на содержание фосфора в соломе овса в зависимости от взятой для опыта почвы находит себе объяснение в различном содержании доступного растениям фосфора в этих почвах, о котором можно судить по лимонорастворимой фосфорной кислоте (см. табл. № 1 стр. 212).

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Таблица № 8.

Внесено в почву	%, содержание						Абсолютные количества в миллиграммах на сосуд								
	Зерно			Солома			Зерно			Солома			Зерно+солома		
	Отдельные сосуды	Среднее	Отношение	Отдельные сосуды	Среднее	Отношение	Отдельные сосуды	Среднее	Отношение	Отдельные сосуды	Среднее	Отношение	Отдельные сосуды	Среднее	Отношение
Стебутовская почва № 1.															
Без удобрения . . .	1,31	1,24	100	0,37	0,47	100	91	88	100	30	53	100	121	141	100
" . . . . .	1,17			0,57			85			75			160		
CaCO <sub>3</sub> . . . . .	1,19	1,19	96	0,44	0,44	94	93	93	106	46	46	87	139	139	99
N . . . . .	1,29	1,27	102	0,33	0,27	57	92	105	119	30	27	51	122	132	94
" . . . . .	1,25			0,20			118			24			142		
N+CaCO <sub>3</sub> . . . . .	1,21	1,22	98	0,20	0,23	49	146	140	159	29	36	68	175	175	124
" . . . . .	1,23			0,26			133			42			175		
P . . . . .	1,31	1,32	106	1,06	0,91	194	83	87	99	92	77	145	175	164	116
" . . . . .	1,33			0,75			91			61			152		
P+CaCO <sub>3</sub> . . . . .	1,36	1,32	106	0,68	0,64	136	121	112	127	72	67	126	193	179	127
" . . . . .	1,27			0,60			103			62			165		
K . . . . .	1,26	1,27	102	9,45	0,33	70	72	78	89	34	26	50	106	103	74
" . . . . .	1,27			0,21			83			17			100		
K+CaCO <sub>3</sub> . . . . .	1,22	1,22	98	0,26	0,22	47	127	127	144	31	27	51	158	154	110
" . . . . .	1,21			0,17			126			23			149		
N+P . . . . .	1,37	1,36	110	0,80	0,81	172	121	118	134	105	98	185	226	216	153
" . . . . .	1,34			0,81			115			91			206		
N+P+CaCO <sub>3</sub> . . . . .	1,25	1,25	101	0,43	0,40	85	157	163	185	67	63	120	224	226	160
" . . . . .	1,24			0,36			168			59			227		
N+K . . . . .	1,24	1,23	99	0,18	0,26	55	123	120	136	21	31	60	144	151	107
" . . . . .	1,22			0,33			116			41			157		
N+K+CaCO <sub>3</sub> . . . . .	1,20	1,19	96	0,23	0,21	45	133	146	166	29	31	60	162	177	126
" . . . . .	1,17			0,18			159			33			192		
*P+K . . . . .	1,39	1,42	115	2,86	2,72	579	86	90	102	263	270	510	349	359	255
" . . . . .	1,44			2,57			93			276			369		
*P+K+CaCO <sub>3</sub> . . . . .	1,37	1,35	109	3,31	2,94	626	89	95	108	315	308	581	404	403	286
" . . . . .	1,33			2,56			101			300			401		
N+P+K . . . . .	1,25	1,25	101	0,70	0,55	117	106	123	140	89	75	142	195	197	140
" . . . . .	1,24			0,39			139			60			199		
N+P+K+CaCO <sub>3</sub> . . . . .	1,25	1,24	100	0,31	0,24	51	152	173	197	49	42	80	201	215	153
" . . . . .	1,22			0,16			194			34			228		

Как выяснилось из наших прежних работ<sup>1)</sup>, известкование может оказывать на почвенный фосфор двойного рода влияние. Известь переводит трудно-растворимые формы органических и минеральных соединений почвенного фосфора (напр. FePO<sub>4</sub>) в более легко-растворимые формы фосфатов кальция, повышая таким образом содержание доступного для растений фосфора в почве. Но она же понижает содержание наиболее доступного для растений воднорастворимого фосфора, переводя его в двух- и трикальцевые соли фосфорной кислоты, которые хотя и вполне доступны растениям, но все же поступают в корни последних менее легко, чем воднорастворимые соединения фосфора.

При опытах с Ивановской и Дрибинской почвами, с малым содержанием доступного растениям фосфора, хорошо реагирующих на фосфор, очевидно большее значение для растений имели первого рода процессы повышения содержания легко-растворимой фосфорной кислоты под влиянием известкования. При опытах со Стебутовской почвой, содержащей значительно большие количества доступной растениям фосфорной кислоты и слабо реагирующей или вовсе не реагирующей на фосфор, где растение и без того имело достаточно для своего развития фосфора, повышение содержания соединений фосфора растворимых в слабо-кислотных корневых выделениях, но нерастворимых в почвенном растворе, имеющее место при известковании не имело для растения того значения, как при опытах с бедными фосфором Ивановской и Дрибинской почвами. Здесь напротив того, больше дают себе знать второго рода процессы перевода известью фосфора почвенного раствора в менее легко-растворимое состояние, затруднившие поступление в растение излишних не необходимых для развития последнего количество фосфора, которые накопились в соломе овса сосудов с неизвесткованной Стебутовской почвой.

Другие удобрения (N, P, K) на процентное содержание фосфора в зерне заметного влияния не оказали—даже внесение монофосфата натрия в ненормально больших количествах повысило процент фосфора в зерне всего лишь на 0,18%. Зато в урожае соломы мы имеем очень значительные колебания содержания фосфора в зависимости от внесенных удобрений. Внесение азотнокислого натрия и хлористого калия способствовало понижению содержания фосфора в соломе, а внесение монофосфата натрия без углекислого кальция напротив того значительно повысило процент и абсолютные количества фосфора в соломе. На этой таблице обращают на себя внимание результаты сосудов с высокой нормой фосфорной кислоты. В то время, как процентное содержание фосфора в зерне пры повышении содержания фосфорной кислоты в почве почти не изменилось, процент фосфора в соломе сильно повысился. В соломе урожая этих сосудов в противоположность обычно наблюдаемой картине, процент фосфора даже выше (приблизительно в два раза) процента фосфора в зерне. Такая способность соломы злаков, особенно соломы овса, накапливать значительные количества фосфора, была уже отмечена в ряде других работ<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> О. К. Кедров-Зихман. I. с.

<sup>2)</sup> В. Буткевич. Отчет С.-Х. Лаб. Мин. Земл. при Лесном Ин—те за 1898 г. И. Якушкин. „Легко извлекаемый фосфор в растениях и обеспеченность фосфорнокислого питания“. Жур. Оп. Agr. т. XIV, стр. 118, 1915 г.

И. Савин. „К вопросу об определении плодородия почв путем анализа растений“. Журн. Оп. Agr. т. XVII, стр. 1, 1916 г.

Внесено в почву	%/о содержание						Абсолютные количества в миллиграммах на сосуд								
	Зерно			Солома			Зерно			Солома			Зерно+солома		
	Отдельные сосуды	Среднее	Отношение	Отдельные сосуды	Среднее	Отношение	Отдельные сосуды	Среднее	Отношение	Отдельные сосуды	Среднее	Отношение	Отдельные сосуды	Среднее	Отношение
Стебуровская почва № 1.															
Без удобрений . . .	0,91	0,91	100	2,58	2,29	100	63	64	100	213	194	100	276	258	100
" . . . . .	0,90			2,00			65	64		174			239		
CaCO <sub>3</sub> . . . . .	0,91	0,91	100	2,09	2,09	91	71	71	111	220	220	113	291	291	113
Стебуровская почва № 2.															
Без удобрений . . .	0,89			2,47			57			243			300		
" . . . . .	0,97	0,93	100	2,23	2,35	100	69	65	100	227	234	100	296	299	100
" . . . . .	0,92			2,36			69			233			302		
CaCO <sub>3</sub> . . . . .	0,89			1,94	1,98	84	83	85	131	263	269	115	346	354	118
" . . . . .	0,93	0,91	98	2,02			87			275			362		
Ивановская почва.															
Без удобрений . . .	0,87	0,89	100	2,06	2,00	100	28	31	100	96	94	100	124	124	100
" . . . . .	0,90			1,93			33			91			124		
CaCO <sub>3</sub> . . . . .	0,86	0,87	98	1,61	1,68	83	37	36	119	111	101	108	148	137	110
" . . . . .	0,88			1,74			35			90			125		
Дрибинская почва.															
Без удобрений . . .	0,92	0,96	100	2,37	2,37	100	52	53	100	147	156	100	199	209	100
" . . . . .	1,00			2,37			54			164			218		
CaCO <sub>3</sub> . . . . .	0,87	0,87	91	1,43	1,57	66	88	81	153	209	215	138	297	296	142
" . . . . .	0,87			1,70			73			221			294		

Таблицу № 10 смотри на стр. 223.

На приведенных выше таблицах № 9 и № 10 мы видим, что внесение углекислого кальция в почву не повлияло на процентное содержание калия в зерне. Процент калия в соломе, под влиянием известкования понизился, согласно закону известково-калийного питания Эренберга<sup>1)</sup>.

Абсолютные количества калия, извлеченного как урожаем зерна, так и урожаем соломы под влиянием известкования в большинстве случаев повысились.

Относительно влияния других удобрений прежде всего приходится отметить, что внесение их точно так же, как внесение углекислого кальция, не оказало заметного влияния на процентное содержание калия в зерне, за исключением комбинации K+P (с ненормально большим количеством фосфора), при которой наблюдается некоторое повышение процента калия в зерне. На процентное содержание калия в соломе, внесение монофосфата натрия заметного влияния не оказало, при внесении азотнокислого натрия процент калия в соломе понизился, а при

<sup>1)</sup> P. Ehbner. „Das Kalk-Kali-Gesetz“. Landw. Jahrbücher LVI Heft 1. 1919.

Внесено в почву	%/о содержание						Абсолютные количества в миллиграммах на сосуд								
	Зерно			Солома			Зерно			Солома			Зерно+солома		
	Отдельные сосуды	Среднее	Отношение	Отдельные сосуды	Среднее	Отношение	Отдельные сосуды	Среднее	Отношение	Отдельные сосуды	Среднее	Отношение	Отдельные сосуды	Среднее	Отношение
Стебуровская почва № 1.															
Без удобрений . . .	0,91	0,91	100	2,58	2,29	100	63	64	100	213	194	100	276	258	100
" . . . . .	0,90			2,00			65	64		174			239		
CaCO <sub>3</sub> . . . . .	0,91	0,91	100	2,09	2,09	91	71	71	111	220	220	113	291	291	113
N . . . . .	0,98	0,91	100	1,72	1,72	75	70	75	117	157	182	94	227	257	100
" . . . . .	0,84			1,71			79			207			286		
N+CaCO <sub>3</sub> . . . . .	0,89	0,85	93	1,33	1,42	62	107	97	152	195	219	113	302	316	127
" . . . . .	0,80			1,51			86			243			329		
P . . . . .	0,92	0,94	103	1,92	2,15	94	58	62	97	167	180	93	225	241	94
" . . . . .	0,95			2,37			65			192			257		
P+CaCO <sub>3</sub> . . . . .	0,97	0,94	103	2,02	2,06	90	86	83	130	214	215	111	300	298	116
" . . . . .	0,90			2,09			80			215			295		
K . . . . .	0,97	0,93	102	4,43	4,41	193	57	58	91	330	346	178	387	404	156
" . . . . .	0,89			4,38			58			362			420		
K+CaCO <sub>3</sub> . . . . .	0,86	0,88	97	4,15	4,15	181	90	92	144	498	527	272	588	619	240
" . . . . .	0,90			4,15			93			556			649		
N+P . . . . .	0,92	0,92	101	1,63	1,57	69	81	78	122	214	191	98	295	270	105
" . . . . .	0,92			1,50			76			168			244		
N+P+CaCO <sub>3</sub> . . . . .	0,86	0,87	94	1,35	1,33	58	108	113	177	210	212	109	318	325	126
" . . . . .	0,87			1,31			117			214			331		
N+K . . . . .	0,99	0,95	104	3,13	2,94	128	98	92	144	366	353	182	464	445	172
" . . . . .	0,90			2,75			86			339			425		
N+K+CaCO <sub>3</sub> . . . . .	0,87	0,86	94	3,27	3,10	137	97	106	166	414	476	245	511	582	226
" . . . . .	0,85			2,93			115			537			652		
*P+K . . . . .	1,03	1,04	114	3,53	3,53	154	63	66	103	324	352	181	387	417	162
" . . . . .	1,05			3,53			68			379			447		
*P+K+CaCO <sub>3</sub> . . . . .	1,03	1,02	112	3,77	3,59	157	67	72	112	358	379	195	425	451	175
" . . . . .	1,00			3,41			76			400			476		
N+P+K . . . . .	0,91	0,91	100	2,77	2,79	122	84	93	145	355	392	202	439	485	188
" . . . . .	0,91			2,80			102			428			530		
N+P+K+CaCO <sub>3</sub> . . . . .	0,96	0,92	101	3,00	2,90	127	117	128	200	473	537	277	590	665	259
" . . . . .	0,87			2,80			138			601			739		

внесении хлористого калия заметно повысился, при чем наибольшее повышение имело место при внесении одного хлористого калия (93%) несколько меньшее (81%), при комбинации K+CaCO<sub>3</sub>, далее следует комбинация K+P (54%) и наконец комбинация K+N—28%. При таком понижении процента калия в соломе, при совместном внесении хлористого калия с другими удобрениями, мы, очевидно, имеем дело с проявлением антогонизма катионов—калия при KCl с одной стороны и кальция при CaCO<sub>3</sub> натрия при NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>·H<sub>2</sub>O и NaNO<sub>3</sub> с другой.

На абсолютные количества калия в урожае зерна, внесение фосфорнокислого и калийного удобрения заметного влияния не оказало, а внесение азотистого удобрения повысило общее содержание калия в урожае зерна. Наибольшее повышение общего содержания калия в урожае соломы (100%) мы имеем при комбинации K+N+P+CaCO<sub>3</sub>. На абсолютные количества калия в урожае соломы ни азотистое, ни фосфорнокислое удобрения заметного влияния не оказали, калийное же удобрение дало значительное повышение общего содержания калия в урожае соломы, особенно при совместном внесении с другими удобрениями (K+P+N+CaCO<sub>3</sub>—177%).

Кальций и магний за недостатком материала, к сожалению, удалось определить лишь в части образцов урожая и на основании полученных результатов нельзя составить себе вполне ясного представления о влиянии различных условий опыта на накопление этих элементов в овсе. Результаты определения кальция и магния в продуктах урожая приводятся ниже на общих для обоих опытов таблицах № 11 и № 12.

Таблицу № 11 смотри на стр. 225.

Из приведенных на таблице № 11 результатов мы видим, что на процент кальция в зерне известкование заметного влияния не оказало, в то время как процент кальция в соломе под влиянием углекислого кальция повысился, особенно в урожае сосудов с Ивановской и с Дрибинской почвой. Абсолютные количества кальция в урожае зерна и в урожае соломы под влиянием известкования также повысились.

При совместном внесении в почву азотнокислого натрия, фосфорнокислого натрия и хлористого калия имело место понижение процента кальция в соломе, очевидно, в силу антогонизма между катионами: кальцием с одной стороны и натрием и калием—с другой.

Таблицу № 12 смотри на стр. 226.

Как видно из результатов анализа, приведенных на таблице № 12 на процент магния в зерне известкование заметного влияния не оказало. Относительно влияния известки на процентное содержание магния в соломе, на основании полученных результатов нельзя составить ясного представления. Из этих же результатов видно, что абсолютные количества магния в урожае зерна и в урожае соломы под влиянием известкования увеличились.

Кроме того мы видим здесь, что совместное внесение в почву азотнокислого натрия, фосфорнокислого натрия и хлористого калия способствовало понижению процента магния в соломе. Очевидно здесь мы имеем дело с таким же антогонизмом между катионами, какой мы наблюдали выше, рассматривая таблицу № 11 по отношению к кальцию.

Результаты анализа водной вытяжки первого и второго опыта приводятся ниже на таблицах № 13 и № 14.

Таблицу № 13 смотри на стр. 227.

CaO.

Таблица № 11.

Внесено в почву	% содержание						Абсолютные количества в миллиграммах на сосуд								
	Зерно			Солома			Зерно		Солома		Зерно+солома				
	Отдельные сосуды	Среднее	Отношение	Отдельные сосуды	Среднее	Отношение	Отдельные сосуды	Среднее	Отношение	Отдельные сосуды	Среднее	Отношение			
Стебуровская почва № 1.															
Без удобрений . . . . .	0,18	0,17	100	1,27	1,34	100	12,5	11,7	100	104,6	113,2	100	117,1	129,9	100
„ . . . . .	0,15			1,40			10,9			121,7			132,6		
CaCO <sub>3</sub> . . . . .	—	—	—	1,52	1,52	117	—	—	—	165,3	165,3	146	—	—	—
N . . . . .	0,13	0,13	77	—	—	—	9,2	9,2	79	—	—	—	—	—	—
N+CaCO <sub>3</sub> . . . . .	0,15	0,15	88	—	—	—	18,1	17,2	147	—	—	—	—	—	—
„ . . . . .	0,15			—	—	—	16,2			—	—	—	—	—	—
P . . . . .	0,13	0,13	77	—	—	—	8,3	8,3	71	—	—	—	—	—	—
P+CaCO <sub>3</sub> . . . . .	0,15	0,15	88	—	—	—	13,3	13,3	114	—	—	—	—	—	—
K . . . . .	—	—	—	1,35	1,35	101	—	—	—	100,6	100,6	89	—	—	—
K+CaCO <sub>3</sub> . . . . .	0,16	0,16	94	1,51	1,51	113	16,7	16,7	143	180,6	180,6	160	197,3	197,3	152
N+P+CaCO <sub>3</sub> . . . . .	0,15	0,15	88	—	—	—	20,3	20,3	173	—	—	—	—	—	—
N+P+K . . . . .	0,14	0,14	82	0,96	0,93	69	13,0	14,4	123	122,8	129,6	114	135,8	143,9	111
„ . . . . .	0,14			0,89			15,7			136,3			152,0		
N+P+K+CaCO <sub>3</sub> . . . . .	0,16	0,19	112	1,12	1,06	79	19,4	26,5	226	176,4	195,5	173	195,8	222,0	171
„ . . . . .	0,21			1,00			33,5			214,7			248,2		
Стебуровская почва № 2															
Без удобрений . . . . .	—	—	—	1,17	—	—	—	—	—	115,0	—	—	—	—	—
„ . . . . .	0,16	0,16	100	1,28	1,21	100	11,5	11,8	100	127,5	119,3	100	139,0	133,2	100
„ . . . . .	0,16			1,17			12,0			115,4			127,4		
CaCO <sub>3</sub> . . . . .	—	—	—	1,37	—	—	—	—	—	185,5	—	—	—	—	—
„ . . . . .	0,14	0,14	87	1,28	1,33	113	13,1	13,1	111	159,9	172,7	145	173,0	173,0	130
Ивановская почва.															
Без удобрений . . . . .	—	—	—	0,83	0,83	100	—	—	—	38,8	38,8	100	—	—	—
CaCO <sub>3</sub> . . . . .	—	—	—	1,74	1,74	210	—	—	—	119,9	119,9	309	—	—	—
Дрибинская почва.															
Без удобрений . . . . .	—	—	—	1,09	1,09	100	—	—	—	71,6	71,6	100	—	—	—
CaCO <sub>3</sub> . . . . .	—	—	—	1,47	1,55	142	—	—	—	215,5	213,1	297	—	—	—
„ . . . . .	—	—	—	1,62			—	—	—	210,6			—	—	—

MgO.

Таблица № 12.

Внесено в почву	% содержание						Абсолютные количества в миллиграммах на сосуд										
	Зерно			Солома			Зерно		Солома		Зерно+солома						
	Отдельные сосуды	Среднее	Отношение	Отдельные сосуды	Среднее	Отношение	Отдельные сосуды	Среднее	Отношение	Отдельные сосуды	Среднее	Отношение					
Стебуповская почва № 1.																	
Без удобрений . . .	0,27	0,26	100	—	0,40	100	18,8	18,1	100	—	34,8	34,8	100	—	52,2	52,2	100
” . . . . .	0,24			0,40	0,40	100	17,4	18,1	100	—	34,8	34,8	100	—	52,2	52,2	100
CaCO <sub>3</sub> . . . . .	—	—	—	0,35	0,35	88	—	—	—	—	36,9	36,9	106	—	—	—	—
N . . . . .	0,27	0,27	104	—	—	—	19,2	19,2	106	—	—	—	—	—	—	—	—
N+CaCO <sub>3</sub> . . . . .	0,23	0,25	96	—	—	—	27,7	28,5	157	—	—	—	—	—	—	—	—
” . . . . .	0,27			—	—	—	29,2	28,5	157	—	—	—	—	—	—	—	—
P . . . . .	0,27	0,27	104	—	—	—	17,1	17,1	94	—	—	—	—	—	—	—	—
P+CaCO <sub>3</sub> . . . . .	0,26	0,26	100	—	—	—	23,1	23,1	128	—	—	—	—	—	—	—	—
K . . . . .	—	—	—	0,42	0,42	105	—	—	—	—	31,3	31,3	90	—	—	—	—
K+CaCO <sub>3</sub> . . . . .	0,24	0,24	92	0,35	0,35	88	25,1	25,1	138	—	41,9	41,9	120	—	67,0	67,0	128
N+P+CaCO <sub>3</sub> . . . . .	0,25	0,25	96	—	—	—	33,8	33,8	187	—	—	—	—	—	—	—	—
N+P+K . . . . .	0,25	0,25	96	0,23	0,19	48	23,2	25,7	142	—	29,4	26,2	75	—	52,6	51,9	99
” . . . . .	0,25			0,15	0,19	48	28,1	25,7	142	—	23,0	26,2	75	—	51,1	51,9	99
N+P+K+CaCO <sub>3</sub> . . . . .	0,24	0,24	92	0,25	0,22	55	29,2	33,7	186	—	39,4	40,1	115	—	68,6	73,8	141
” . . . . .	0,24			0,19	0,22	55	38,2	33,7	186	—	40,8	40,1	115	—	79,0	73,8	141
Стебуповская почва № 2.																	
Без удобрений . . .	—	—	—	0,30	0,32	100	—	—	—	—	29,5	31,2	100	—	—	—	—
” . . . . .	0,25	0,25	100	0,33	0,32	100	17,9	18,3	100	—	32,6	31,2	100	—	50,5	50,4	100
” . . . . .	0,25			0,32			18,7			—	31,6			—	50,3		
CaCO <sub>3</sub> . . . . .	—	—	—	0,37	0,33	103	—	—	—	—	50,1	42,6	137	—	—	—	—
” . . . . .	0,24	0,24	96	0,28	0,33	103	22,4	22,4	122	—	35,0	42,6	137	—	57,4	57,4	114
Ивановская почва.																	
Без удобрений . . .	—	—	—	0,32	0,32	100	—	—	—	—	15,0	15,0	100	—	—	—	—
CaCO <sub>3</sub> . . . . .	—	—	—	0,40	0,40	125	—	—	—	—	27,6	27,6	184	—	—	—	—
Дрибинская почва.																	
Без удобрений . . .	—	—	—	0,35	0,35	100	—	—	—	—	23,0	23,0	100	—	—	—	—
CaCO <sub>3</sub> . . . . .	—	—	—	0,31	0,35	100	—	—	—	—	45,5	47,5	207	—	—	—	—
” . . . . .	—	—	—	0,38			49,4			—	49,4			—	—	—	—

Таблица № 13.

Данные анализа водных вытяжек.

Внесено в почву	pH		В мгр. на 1 кгр. абс. сух. почвы							
			НСО <sub>3</sub>		Воднорастворимый гумус		NO <sub>3</sub>		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	
	Отдельные сосуды	Среднее	Отдельные сосуды	Среднее	Отдельные сосуды	Среднее	Отдельные сосуды	Среднее	Отдельные сосуды	Среднее
Стебуповская почва № 1.										
Без удобрения . . .	6,13	6,13	74	74	97	85	23,5	23,5	5,8	5,8
” . . . . .	—	—	—	—	73	85	—	—	—	—
CaCO <sub>3</sub> . . . . .	6,41	6,41	121	121	129	129	20,0	20,0	4,6	4,6
Стебуповская почва № 2.										
Без удобрения . . .	6,20	6,20	85	78	89	87	39,0	50,0	4,8	4,9
” . . . . .	—	—	—	—	90	87	—	—	—	—
” . . . . .	6,20		70	78	83	87	60,0	50,0	5,0	4,9
CaCO <sub>3</sub> . . . . .	6,45	6,45	142	142	90	90	17	17	3,6	3,6
” . . . . .	—	—	—	—	—	90	—	—	—	—
Ивановская почва.										
Без удобрения . . .	6,05	6,03	44	42	71	71	0	9	5,1	5,1
” . . . . .	6,00		39	42	71	71	18	9	5,1	5,1
CaCO <sub>3</sub> . . . . .	6,27	6,27	117	101	102	103	19	24	3,5	3,6
” . . . . .	6,27		85	101	103	103	28	24	3,7	3,6
Дрибинская почва.										
Без удобрения . . .	5,95	5,95	39	38	91	83	0	4,3	5,2	5,2
” . . . . .	5,95		37	38	75	83	8,5	4,3	5,1	5,2
CaCO <sub>3</sub> . . . . .	6,30	6,30	—	88	100	99	0	0	4,0	4,0
” . . . . .	6,30		—	88	98	99	0	0	3,9	4,0

Таблицу № 14 смотри на стр. 228.

Из этих результатов (таблицы № 13 и № 14) видно, что в связи с внесением углекислого кальция во всех образцах почвы понизились концентрация водородных ионов и содержание фосфорной кислоты в водной вытяжке и повысились общая щелочность и содержание воднорастворимого гумуса. Относительно влияния известкования на содержание нитратного азота в водной вытяжке получилась неясная картина.

При внесении азотнокислого натрия сильно повысилось содержание нитратов в водной вытяжке. При внесении фосфорнокислого натрия имело место некоторое понижение концентрации водородных ионов и повышение содержания фосфорной кислоты в водной вытяжке. При внесении хлористого калия наблюдается некоторое небольшое повышение концентрации водородных ионов.

Что касается отдельных образцов почв, с которыми ставились наши опыты, то в обоих образцах почвы Стебуповского опытного поля концен-

Данные анализа водных вытяжек. Таблица № 14.

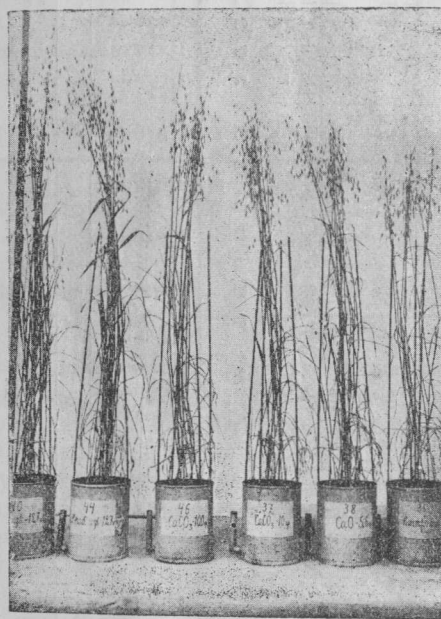
Внесено в почву	pH		В мгр. на 1 кгр. абс. сух. почвы					
	Отдельные соуды	Среднее	HCO <sub>3</sub>		NO <sub>3</sub>		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	
			Отдельные соуды	Среднее	Отдельные соуды	Среднее	Отдельные соуды	Среднее
Стебутовская почва № 1.								
Без удобрения	6,13	6,13	74	74	23,5	23,5	5,8	5,8
"	—	—	—	—	—	—	—	—
CaCO <sub>3</sub>	6,41	6,41	121	121	20,0	20,0	4,6	4,6
N	6,08	6,09	74	75	466,0	466,0	4,7	5,4
"	6,10	6,10	76	76	—	—	6,1	6,1
N+CaCO <sub>3</sub>	6,40	6,44	156	155	611,0	478,0	3,7	4,1
"	6,47	6,47	153	153	345,0	345,0	4,5	4,5
P	6,18	6,20	49	51	26,6	26,6	11,5	11,4
"	6,22	6,22	52	52	—	—	11,2	11,2
P+CaCO <sub>3</sub>	6,43	6,43	132	130	—	24,4	5,3	5,9
"	6,43	6,43	127	127	24,4	24,4	6,5	6,5
K	6,05	6,07	52	54	33,3	16,7	5,2	5,4
"	6,09	6,09	56	56	сл.	сл.	5,5	5,5
K+CaCO <sub>3</sub>	6,25	6,25	110	111	сл.	сл.	3,8	4,0
"	6,25	6,25	111	111	сл.	сл.	4,1	4,1
N+P	6,15	6,13	81	77	417,0	421,0	10,0	9,7
"	6,10	6,10	73	73	425,0	425,0	9,4	9,4
N+P+CaCO <sub>3</sub>	6,47	6,42	181	160	363,0	566,0	8,9	8,1
"	6,37	6,37	138	138	769,0	769,0	7,3	7,3
N+K	6,10	6,10	81	80	294,0	294,0	5,3	5,5
"	6,10	6,10	79	79	294,0	294,0	5,7	5,7
N+K+CaCO <sub>3</sub>	6,40	6,40	155	157	339,0	378,0	4,7	5,2
"	6,40	6,40	159	159	417,0	417,0	5,7	5,7
*P+K	6,28	6,29	112	116	42,5	34,6	62,3	62,5
"	6,30	6,30	120	120	26,6	26,6	62,6	62,6
*P+K+CaCO <sub>3</sub>	6,47	6,51	363	292	65,7	65,5	36,8	37,7
"	6,55	6,55	220	220	65,2	65,2	38,6	38,6
N+P+K	6,08	6,08	83	81	358,0	412,0	9,1	8,9
"	6,07	6,07	78	78	465,0	465,0	8,7	8,7
N+P+K+CaCO <sub>3</sub>	6,43	6,43	171	172	—	434,0	4,4	4,4
"	6,43	6,43	173	173	434,0	434,0	4,4	4,4
P+N без раст.	5,98	5,98	51	51	833,0	833,0	9,6	9,6

трация водородных ионов несколько ниже, чем в почвах Ивановской и Дрибинской, а общая щелочность несколько выше.

Результаты третьего и четвертого опытов, при которых выяснялось действие различных известковых удобрений, внесенных в одинаковых количествах по CaO и влияние различных норм этих удобрений на почве Стебутовского опытного поля расположены ниже на общих для обоих опытов таблицах № 15 и № 16.

Из данных таблицы № 15 (см. стр. 230) видно, что действие извести при этих опытах в общем имеет такой же характер, как и при первых двух опытах. Далее мы также видим, что все испытанные химически чистые препараты (CaCO<sub>3</sub>, CaO, CaOS<sub>1</sub>), внесенные в равных количествах (по CaO) дали в общем одинаковое повышение урожая зерна и урожая соломы. Оршанская и Дрибинская известь, внесенные в таких же количествах (по CaO) дали больший эффект, чем химически чистые препараты. Это обстоятельство можно объяснить тем, что в Оршанской и Дрибинской извести, полученной обжиганием доломитизированных известняков, мы имеем благоприятное для развития растений отношение кальция к магнию (см. стр. 212).

Химический состав продуктов урожая сосудов с различными известковыми удобрениями в общем также близок, за исключением соломы урожая сосудов с Оршанской и с Дрибинской известью, где содержание магния значительно выше, чем в соломе сосудов с химически чистыми препаратами.



Приводимый здесь снимок дает наглядное представление о действии различных известковых удобрений.

Результаты анализа водной вытяжки из почвы сосудов третьего и четвертого опыта после уборки урожая приводятся ниже на таблице № 16 (см. стр. 231).

Из данных этой таблицы мы видим, что все известковые удобрения, за исключением типа, понизили концентрацию водородных ионов в

БИБЛИОТЕКА  
Б С Х А  
ШЕФ



Содержание воднорастворимого гумуса под влиянием всех известковых удобрений кроме гипса повысилось. При внесении гипса в почву содержание воднорастворимого гумуса, наоборот, понизилось. Наиболее высокое содержание воднорастворимого гумуса мы имеем в почве сосудов с высокой нормой Оршанской извести с самой низкой концентрацией водородных ионов и с самой высокой щелочностью.

Что касается влияния различных известковых удобрений на изменение содержания нитратов в водной вытяжке, то полученные нами при этих опытах данные не дают возможности говорить об определенной закономерности. Здесь наблюдаются резкие колебания между данными отдельных параллельных сосудов, при чем на ряду с повышением имеет место и понижение содержания нитратов под влиянием известкования. Наибольшее повышение нитратов дали сосуды с высокой нормой Оршанской извести.

Содержание воднорастворимой фосфорной кислоты под влиянием всех известковых удобрений, также как при первых двух опытах понизилось.

Рассмотрев таким образом все полученные нами результаты, мы можем констатировать, что действие извести при наших опытах было весьма разносторонне. Эти результаты в общем подтверждают правильность тех выводов, к которым мы пришли при наших прежних работах<sup>1)</sup> по изучению действия извести на наших подзолистых почвах, состоящих из лабораторных исследований в сосудах без растений.

Основываясь на данных настоящей работы, мы можем объяснить действие извести при наших опытах следующим образом:

Известкование наших подзолистых почв, способствуя понижению кислотности среды, усиливает биологические процессы, ведущие к разрушению органического вещества и минерализации заключающихся в нем питательных веществ. За это говорит повышение содержания воднорастворимого гумуса и повышение абсолютных количеств, извлеченных урожаем различных питательных веществ под влиянием известкования. На ряду с указанным выше явлением могло иметь место и повышение содержания питательных веществ в доступной для растений форме при внесении извести в результате чисто химических и физико-химических процессов. В частности результаты настоящей работы говорят за правильность положения, выставленного нами на основании результатов прежних работ нашей лаборатории, согласно которому известкование наших подзолистых почв ведет к повышению в них содержания доступной растениям фосфорной кислоты. А именно, при изложенных здесь опытах имело место повышение процента фосфора в соломе овса и повышение абсолютных количеств фосфора, извлеченных урожаем овса под влиянием известкования подзолистых почв, реагирующих на фосфор.

Но весь эффект известкования при наших опытах не может быть объяснен указанными явлениями. В противоречии с этим стоит, напр., то обстоятельство, что при внесении гипса в почву получилось такое же повышение урожая и такой же химический состав последнего, как при других известковых удобрениях, хотя здесь нельзя предполагать такого же повышения минерализации органического вещества почвы в результате усиления соответствующих биологических процессов, так как кислотность среды при внесении гипса не только не понизилась, но даже повысилась, а содержание воднорастворимого гумуса понизилось.

Данные наших опытов говорят за то, что в весьма значительной

<sup>1)</sup> О. К. Зихман-Кедров I. с.

степени этот эффект зависел также от установления при внесении извести в почву благоприятного для развития растений отношения между различными ионами, в частности между калием и кальцием. В большинстве случаев на ряду с повышением урожая под влиянием извести имело место понижение процента калия и повышение процента кальция в соломе овса. Кроме того, при внесении одного хлористого калия в почву имело место понижение урожая, а при внесении хлористого калия вместе с углекислым кальцием напротив того—повышение значительно большее, чем то, которое дал один углекислый кальций, при чем и здесь процент калия в соломе понизился, а процент кальция повысился.

Наконец, можно полагать, что положительный эффект известкования зависел также от непосредственного действия извести, как одного из важнейших питательных веществ, особенно на Дрибинской и Ивановской почвах, где наблюдается значительное повышение процента кальция в соломе под влиянием известкования.

На физические свойства почвы, согласно результатам наших исследований, которые за недостатком места здесь не приводятся, известкование при наших вегетационных опытах заметного влияния не оказало.

Полученные при наших опытах результаты дают нам также право высказать некоторые соображения по поводу вредного действия высоких норм извести на подзолистых почвах. Поскольку при высокой норме углекислого кальция (0,8% CaO), давшей в общем лишь небольшое понижение концентрации водородных ионов имело место такое же повышение урожая при таком же химическом составе последнего, как при средней норме (0,08% CaO), можно полагать, что на наших подзолистых почвах вредное действие высоких норм извести нельзя объяснить повышением концентрации солей кальция и нарушением физиологического равновесия между ионами кальция и калия согласно закону известково-калийного питания Эренберга<sup>1)</sup>. Напротив того, то обстоятельство, что при высокой норме Оршанской извести (равной по CaO высокой норме углекислого кальция), давшей сильное понижение концентрации водородных ионов растение (овес) совсем не могло развиваться, говорит за то, что главной причиной вредного действия извести в условиях наших опытов является сильно щелочная реакция (РН—8,4), при которой, согласно данным анализа водной вытяжки при этих опытах и данным других исследований нашей лаборатории с той же подзолистой почвой Стебутовского опытного поля, протекают ненормально бурно процессы разрушения органического вещества почвы и нитрификации с накоплением больших количеств нитритов. Если бы главной причиной вредного действия высоких норм извести было нарушение физиологического равновесия ионов в результате повышения концентрации иона Ca, то при внесении Оршанской извести вредное действие извести должно было бы меньше проявиться, чем при внесении углекислого кальция, так как в Оршанской извести ион кальция уравнивается ионом магния, что в углекислом кальции не имеет место. Высказанные нами здесь соображения в общем стоят в согласии с теми выводами, к которым пришел А. Ф. Тюлин в своих работах по изучению вредного действия извести на подзолистых почвах Московской губ.<sup>2)</sup> Считаю здесь также уместным отметить

<sup>1)</sup> Ehrenberg. I. с.

<sup>2)</sup> А. Ф. Тюлин. „К изучению причин вредного действия высоких доз извести“. Труды Научн. Инст. по Удобр. Вып. 18. 1923 г.

Он же. Вредное действие высоких доз извести на подзолистых почвах“. Труды Научн. Инстит. по Удобр. Вып. 26 1925 г.

что согласно предварительным результатам, полученным нами при других еще не законченных опытах с известкованием аналогичные явления, хотя и менее резко выраженные имели место также при внесении высоких норм извести в полевой обстановке на наших подзолистых почвах — здесь во многих случаях при значительном повышении содержания воднорастворимого гумуса, аммонийного, нитритного и нитратного азота имело место понижение урожая по сравнению с контрольными деланками, хотя растение овса и развивалось вполне нормально.

Результаты изложенной работы, полученные в условиях вегетационных опытов с овсом с применением трех подзолистых почв, могут быть охвачены следующим резюме:

1. При внесении углекислого кальция во все взятые для опыта подзолистые почвы имело место повышение урожая зерна и урожая соломы.

2. Наибольшее повышение урожая зерна и урожая соломы имело место при внесении Оршанской и Дрибинской извести, что можно объяснить благоприятным для развития растений отношением кальция к магнезию в этих удобрениях.

3. Углекислый кальций, окись кальция и гипс дали одинаковое повышение урожая зерна и урожая соломы.

4. Увеличение количеств внесенного в почву углекислого кальция от 0,08% CaO до 0,80% CaO от веса почвы не оказало заметного влияния на повышение урожая зерна и урожая соломы.

5. При увеличении количеств Оршанский извести от 0,08% CaO до 0,80% CaO от веса почвы растение (овес) совершенно не могло развиваться.

6. Главной причиной вредного действия высокой дозы извести на подзолистой почве в условиях опыта является сильно щелочная реакция среды, обуславливающее ненормально бурное протекание биологических процессов, а не нарушение физиологического равновесия между ионами кальция и калия.

7. На процент зерна в урожае, величину и вес отдельных зерен известкование заметного влияния не оказало.

8. Известкование способствовало кущению и увеличению высоты растений.

9. На химический состав зерна овса известкование заметного влияния не оказало.

10. Химический состав соломы овса под влиянием извести заметно изменился, при чем имело место понижение процента калия и повышение процента кальция, согласно закону известково-калийного питания. Процент фосфора в урожае соломы сосудов с Дрибинской почвой, реагирующей на фосфор, повысился, а в соломе сосудов со Стебутовской почвой, где фосфор не в минимуме, в большинстве случаев понизился. При внесении в почву Оршанской и Дрибинской извести, кроме того повысился процент магнезия в соломе.

11. Урожаем зерна и урожаем соломы сосудов с известкованной почвой извлечены большие количества азота, калия, кальция и магнезия, чем урожаем сосудов с почвой без извести. Кроме того урожаем зерна сосудов с известкованной почвой извлечено также больше фосфора, чем урожаем сосудов с неизвесткованной почвой во всех случаях, а урожаем соломы извлечено больше фосфора лишь из сосудов с Ивановской и с Дрибинской почвой.

12. При внесении в почву углекислого кальция, окиси кальция, Оршанской извести и Дрибинской извести в водной вытяжке имело место понижение концентрации водородных ионов и содержания фосфорной кислоты и повышение общей щелочности, и содержание воднорастворимого гумуса. а при внесении гипса — повышение концентрации водородных ионов и понижение общей щелочности, содержания фосфорной кислоты и содержания воднорастворимого гумуса.

13. Действие извести носило разносторонний характер, — оно выразилось в понижении кислотности среды, в усилении биологических процессов, ведущих к разрушению органического вещества почвы, в мобилизации важнейших питательных веществ, в изменении отношения между различными ионами, в благоприятном для развития растений направлении и в непосредственном действии кальция, как питательного вещества.

14. Внесение азотнокислого натрия в почву Стебутовского опытного поля способствовало повышению урожая зерна и урожая соломы, понижению содержания фосфора и калия в соломе, повышению содержания азота в зерне и повышению содержания нитратного азота в водной вытяжке.

15. При внесении монофосфата натрия в почву Стебутовского опытного поля имело место понижение содержания азота в соломе, повышение содержания фосфора в соломе, понижение концентрации водородных ионов и повышение содержания фосфорной кислоты в водной вытяжке.

16. При внесении хлористого калия в почву Стебутовского опытного поля, имело место значительное повышение содержания калия в соломе и некоторое небольшое повышение концентрации водородных ионов в водной вытяжке.

В этой работе принимали участие: химик Горецкой С. Х. Опытной Станции А. Ю. Левицкий, ассистентка кафедры Агрономической и Органической химии Ольга Зихман и студенты-практиканты И. А. Ризов и А. А. Лесюкова, работая при постановке опытов, наблюдая за сосудами в течение вегетационного периода и выполняя многочисленные анализы продуктов урожая и почвы, связанные с настоящей работой. А. Ю. Левицкий кроме того оказал мне очень существенную помощь своим участием в обработке полученного цифрового материала.

Чистая линия овса с которой ставились эти опыты была любезно представлена нам кафедрой Селекции, за что считаю необходимым выразить свою признательность проф. К. Г. Ренарду и ассистенту Г. Р. Рего.

*Проф. О. К. Зихман-Кедров.*

## Die Einwirkungen des Kalkes auf Padsol-Böden nach den Ergebnissen von Vegetationsversuchen mit Hafer.

Die hier angeführte Arbeit bildet einen Teil der Arbeiten, welche vom Lehrstuhl der Agrikultur- und Organischen Chemie an der Weissruthenischen Landwirtschaftlichen Staats-Akademie und von der Agrikulturchemischen Abteilung der Gorkischen Landwirtschaftlichen Versuchs-Station in Aussicht genommen worden waren, mit der Absicht, die Einwirkung von Kalk auf die podsolirten und Podsolböden Weissrutheniens näher zu erforschen.

Die Arbeit besteht aus Vegetationsversuchen, angestellt mit der reinen Zuchtlinie von Schatilowschem Hafer 033 unter Anwendung von vier podsolirten Böden aus dem Bezirk der Gorkischen Ldw. Versuchs-Station, wobei ausser der Berechnung des Ernteertrages einer chemischen Untersuchung die Produkte des Ertrages an Körnern und Stroh und je weilig der Boden eines jeden Gefässes nach den Einheitsmassen des Ertrages unterzogen wurden.

Die solcher Art erhaltenen Ergebnisse können in folgender Zusammenfassung kurz zusammengestellt werden.

1. Bei einer Zugabe von kohlen-saurem Kalk fand bei allen zum Versuch verwandten Padsol-Böden eine Erhöhung des Ertrages an Korn und der Ausbeute an Stroh statt.

2. Die allerhöchste Zunahme des Ertrages an Korn und der Ausbeute an Stroh wurde durch Beigabe von Orschaschem und Dribinschem Kalk hervorgerufen, was sich durch die für die Entwicklung der Pflanzen günstigen Verhältnisse von Calcium und Magnesium in diesen Düngemitteln erklären lässt.

3. Kohlen-saures Calcium, Calciumoxyd und Gyps erhöhten in gleicher Weise den Kornertrag und die Ausbeute an Stroh.

4. Eine Erhöhung der dem Boden beigegebenen Menge an kohlen-saurem Kalk von 0,08% CaO bis 0,80% CaO von Gewicht des Bodens verursachte keinen merkbaren Einfluss auf eine Ertragszunahme an Korn und ein Anwachsen der Strohausbeute.

5. Bei einer Steigerung der Gabe an Orschaschem Kalk von 0,08% CaO bis auf 0,80% CaO vom Gewicht des Bodens konnten sich die Pflanzen (Hafer) überhaupt nicht mehr entwickeln.

6. Als Hauptgrund für die schädliche Einwirkung erhöhter Beigaben von Kalk auf einem Podsolboden unter den gegebenen Versuchsbedingungen ist die stark alkalische Reaktion des Bodens, welche einen abnormal stürmischen Verlauf der biologischen Vorgänge zur Folge hat, nicht aber die Störung in dem physiologischen Gleichgewicht von Calcium und Kalium, zu betrachten.

7. Auf den Prozentgehalt des Kornes im Ertrage, auf die Grösse und das Gewicht der einzelnen Körner übte das Kalken keinen merkbaren Einfluss aus.

8. Die Kalkung begünstigte das Bestockungsvermögen und das Höhenwachstum der Pflanzen.

9. Auf die chemische Zusammensetzung des Haferkornes äusserte das Kalken keinen nennenswerten Einfluss.

10. Die chemische Zusammensetzung des Strohs veränderte sich unter der Einwirkung des Kalkens erheblich wobei eine Abnahme des Prozentgehaltes an Kali und eine Zunahme des Calciumgehaltes eintrat, entsprechend

2741

dem Kalk-Kaligesetz, der Gehalt an Phosphor im Strohertrage der Gefässkulturen mit Dribinschem Boden der auf eine Phosphorgabe hin reagierte, stieg, während derselbe im Stroh der Gefässe mit Stebutischen Boden, in welchem sich Phosphor nicht im Minimum befindet, in der Mehrzahl der Fälle eine Abnahme aufwies. Bei einer Beigabe von Orschaschem und Dribinschem Kalk in den Boden stieg ausserdem noch der Gehalt an Magnesium im Stroh dem Procentgehalt nach.

11. Durch die Ernteerträge an Korn und durch die Ausbeute an Stroh wurden in den Gefässen mit gekalkten Böden denselben grössere Mengen von Stickstoff, Kalium, Calcium und Magnesium entzogen, als durch die Ernteerträge der Gefässe mit gekalkten Böden. Ausserdem wurde die Kornernte der Gefässe mit gekalkten Böden ebenfalls mehr Phosphor dem Boden entzogen, als durch den Ernteertrag der Gefässe mit ungekalkten Böden und zwar in allen Fällen ohne Ausnahme; durch den Strohertrag hingegen wurde mehr Phosphor nur aus den mit Iwanowoschen und Dribinschen Böden beschickten Gefässen dem Boden entnommen.

12. Bei einer Beigabe zum Boden von kohlen-saurem Kalk Calciumoxyd, von Orschaschem Kalk und von Dribinschem Kalk trat im wässerigen Auszuge eine Herabminderung der Concentration der Wasserstoffionen und des Gehaltes von Phosphorsäure ein, zugleich eine Steigerung der Gesamtalkalität und des Gehaltes an wasserlöslichem Humus; bei einer Beigabe von Gyps jedoch eine Verstärkung der Concentration der Wasserstoffionen, eine Herabminderung der Gesamtalkalität, des Gehaltes an Phosphorsäure und des Gehaltes an wasserlöslichem Humus.

13. Die Einwirkung des Kalkes äusserte sich in verschiedener Art—sie wies eine Herabminderung der Acidität des Bodens auf, eine Verstärkung der biologischen Vorgänge, welche eine Zerstörung der organischen Bestandteile des Bodens herbeiführten, ferner eine Mobilisation aller wichtigsten Pflanzennährstoffe, eine Veränderung der Beziehungen verschiedener Ionen in einen für die Entwicklung der Pflanzen günstigen Sinne und endlich eine unmittelbare Einwirkung des Calciums, als eines Pflanzennährstoffes.

14. Eine Zugabe von salpetersaurem Natrium in den Boden des Stebutischen Versuchsfeldes hatte einen günstigen Einfluss auf die Zunahme des Ertrages an Korn und der Ausbeute an Stroh, führte zu einer Herabsetzung des Gehaltes an Phosphor und Kali im Stroh, und zu einem Ansteigen des Stickstoffgehaltes im Korn und schliesslich zu einer Steigerung des Gehaltes an Nitratstickstoff in der wässerigen Lösung.

15. Beim Einbringen von einbasisch-phosphorsäurem Natrium in den Boden des Stebutischen Versuchsfeldes findet eine Herabsetzung des Stickstoffgehaltes im Stroh statt, desgleichen eine Ansteigen des Phosphorgehaltes im Stroh, eine Verminderung der Wasserstoffionen und eine Erhöhung des Gehaltes an Phosphorsäure im wässrigem Auszuge.

16. Beim Einbringen von Kaliumchlorid in den Boden des Stebutischen Versuchsfeldes fand eine erhebliche Verstärkung des Gehaltes von Kali im Stroh und eine unbedeutende Verstärkung der Concentration von Wasserstoffionen im wässerigen Auszuge statt.

An der Ausarbeitung vorliegender Arbeit nahmen ausserdem regen Anteil: der Agrikulturchemiker der Gorkischen Ldw. Versuchs Station, A. I. Lewizky, die Assistentin des Lehrstuhles für Agrikulturchemische und Organische Chemie der Weissruthenischen Sdw. Staatsakademie Olga Sichmann, und die Praktikanten Student I. Risow und Studentin A. Lesjukowa.

Prof. Oskar Sichmann-Kedrow.

