

581.1

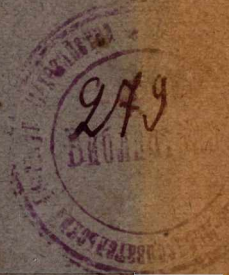
к. 524 в. р. - 577

984368

Белорусская Государственная Академия  
Сельского Хозяйства.

Проф. А. В. КЛЮЧАРЕВ и Р. Г. СТРАЖ.

Влияние роста зерновых злаков на  
реакцию почвы и реакции почвы на  
кислотность сока этих растений.



Prof. A. KLUTSCHAREFF und R. STRASCH.

Über den Einfluss des Wachstums der Getreidepflan-  
zen auf die Bodenreaction und der Bodenreaction  
auf die Saftazidität dieser Pflanzen.

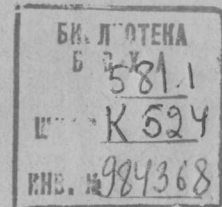
Из „Записок Белорусской Государственной Академии  
Сельского Хозяйства“ т. III.

Горки БССР.

Типография Академии

1 9 2 7

Привет



Handwritten signature or initials in the top right corner.

## Влияние роста зерновых злаков на реакцию почвы и реакции почвы на кислотность сока этих растений.

Работами О. Arrhenius<sup>1)</sup>, Coville<sup>2)</sup>, Hoagland<sup>3)</sup>, Nixon<sup>4)</sup>, Olsen<sup>5)</sup>, Oswald<sup>6)</sup>, Hiltner<sup>7)</sup>, König<sup>8)</sup>, Hasenbäumer<sup>9)</sup> и Krüger<sup>8)</sup>, Górski<sup>9)</sup> и Dabrowska<sup>10)</sup>, Домонтовича<sup>10)</sup> и др. вопрос о влиянии концентрации водородных ионов в водных и песчаных культурах и в почве на проростание семян, а также на рост и развитие различных растений уже достаточно выяснен; мы имеем таблицы optimum'ов роста и урожая для различных растений при различных рН субстрата. Вопрос же о влиянии растений на реакцию почвы далеко еще не ясен. В этом направлении можно отметить следующие работы. Arrhenius<sup>11)</sup> установлено, что при естественном распространении, растения влияют на кислотность почвы, образуя при отмирании перегной, соответствующий потребностям их оптимального развития. Так, сорные растения создают очень кислый гумус рН 3,5—5,0, сфагновые около этого, хвойные растения от 4—6, лиственные от 6—7. Hoagland<sup>12)</sup> в своих исследованиях с ячменем, горохом и огурцами наблюдал увеличение кислотности питательного раствора; König, Hasenbäumer и Krüger<sup>13)</sup> нашли, что овес почти не меняет реакцию почвы и из поставленных сосудов с овсом, маисом, горохом, клевером, гречихой, люпином и горчицей—различные растения разное влияли на реакцию почвы. Так напр., горох, люпин и гречиха сильно увеличивали кислотность почвы, зерновые растения изменили ее очень мало, клевер и горчица вели себя как зерновые. Японские ученые Shigeru, Osugi и Naotaka Soyama<sup>14)</sup> в своих двухлетних полевых опытах, отметили, что пробы с делянок с рисом давали щелочную реакцию даже тогда, когда поля были удобрены физиологически-кислыми солями, между тем как пробы с делянок с ячменем реагировали кисло. Górski и Dabrowska<sup>15)</sup>, работая с мотыльковыми, нашли, что растения могут изменить

Handwritten number '279' written vertically on the left margin.

<sup>1)</sup> O. Arrhenius. Kalkfrage, Bodenreaktion und Pflanzenwachstum. Leipzig 1926.

<sup>2)</sup> loc. cit. стр. 30.

<sup>3)</sup> loc. cit. стр. 31.

<sup>4)</sup> loc. cit. стр. 31.

<sup>5)</sup> loc. cit. стр. 32.

<sup>6)</sup> loc. cit. стр. 33.

<sup>7)</sup> loc. cit. стр. 29.

<sup>8)</sup> König, Hasenbäumer и Krüger. Landwirtsch. Jahrbüch. 1924, 58. 25. Рефер., Ztschr. f. Pfl. и Dng. 1924. A. P. 484.

<sup>9)</sup> Górski и Dabrowska. Roczniki nauk rolniczych i lesnych T. XV, 1925.

<sup>10)</sup> Домонтович. Н.-Агр. Ж. 24—25 г.г.

<sup>11)</sup> O. Arrhenius. Kalkfrage, Bodenreaktion und Pflanzenwachstum. Leipzig 1926.

<sup>12)</sup> Hoagland. Рефер. Ztschr. f. Pfl. и Dng. B. VII. H. 5. P. 308.

<sup>13)</sup> König, Hasenbäumer и Krüger. Loc. cit.

<sup>14)</sup> Shigeru, Osugi и Naotaka Soyama. Jahresbericht f. Agriculturchemie

<sup>15)</sup> Górski и Dabrowska. Roczniki nauk roln i lesn. T. XIV 1925.



Handwritten number '7299' at the bottom of the page.



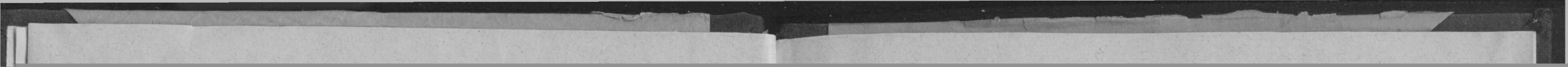
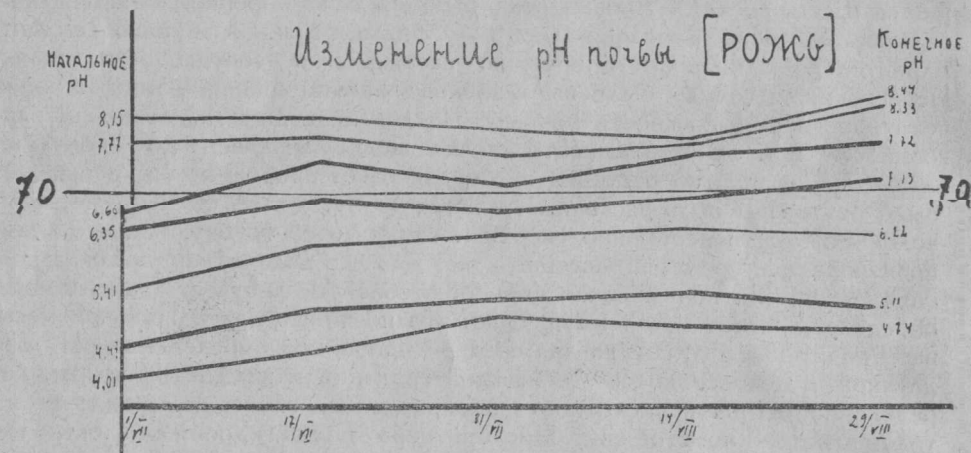


ТАБЛИЦА I.

Р О Ж Б												
Время определения реакции почвы												
Первоначальное рН	17/вп 26 г.			31/вп 26 г.			14/вп 26 г.			29/вп 26 г.		
	г	п	средн.	г	п	средн.	г	п	средн.	г	п	средн.
4,01	4,43	4,35	4,39	5,00	4,91	4,96	4,85	4,74	4,79	4,70	4,78	4,74
4,47	5,01	5,09	5,05	5,20	5,26	5,23	5,33	5,31	5,32	5,10	5,12	5,11
5,41	6,14	6,06	6,10	6,29	6,24	6,27	6,42	6,34	6,38	6,15	6,28	6,22
6,35	6,84	6,78	6,81	6,65	6,66	6,66	6,84	6,83	6,84	7,10	7,15	7,13
6,66	7,40	7,47	7,44	7,07	7,11	7,09	7,52	7,60	7,56	7,73	7,71	7,72
7,77	7,80	7,86	7,83	7,60	7,45	7,53	7,71	7,72	7,72	8,31	8,34	8,33
8,15	8,11	8,16	8,14	7,90	7,99	7,95	7,82	7,79	7,81	8,46	8,42	8,44

Графически же мы получим следующую картину изменения рН почвы под культурой ржи при различных градациях.

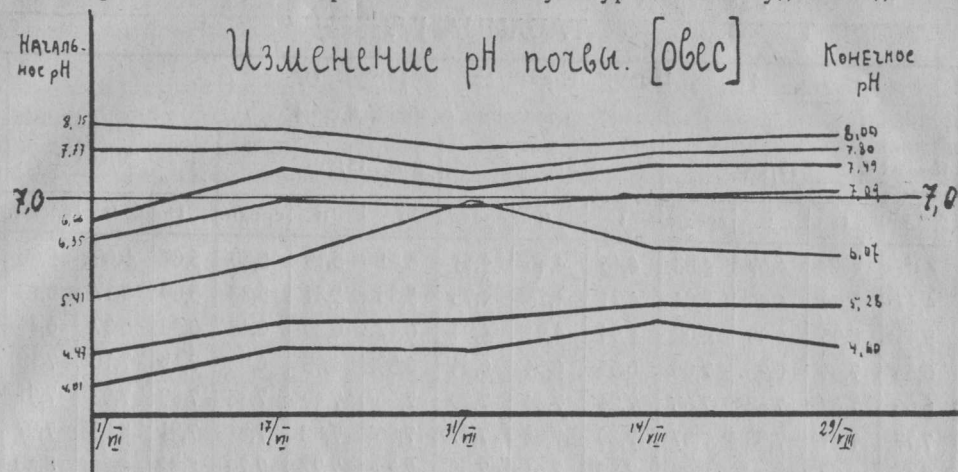


Почва с овсом дала следующие данные:

ТАБЛИЦА II.

О В Е С												
Время определения реакции почвы												
Первоначальное рН	17/вп			31/вп			14/вп			29/вп		
	г	п	средн.	г	п	средн.	г	п	средн.	г	п	средн.
4,01	4,58	4,62	4,60	4,54	4,58	4,56	5,13	5,04	5,09	4,55	4,65	4,60
4,47	4,93	5,01	4,97	4,96	5,05	5,01	5,28	5,27	5,28	5,26	5,30	5,28
5,41	5,94	6,04	5,99	5,93	6,15	6,04	6,17	6,16	6,17	6,00	6,13	6,07
6,35	6,96	6,96	6,96	6,89	6,82	6,85	7,00	7,03	7,02	7,01	7,18	7,09
6,66	7,45	7,42	7,44	7,11	7,19	7,15	7,52	7,45	7,49	7,47	7,50	7,49
7,77	7,82	7,77	7,80	7,36	7,44	7,40	7,70	7,72	7,71	7,85	7,75	7,80
8,15	8,09	8,10	8,10	7,73	7,80	7,77	7,94	7,86	7,90	8,05	7,94	8,00

Кривая изменения рН почвы под культурой овса будет след.

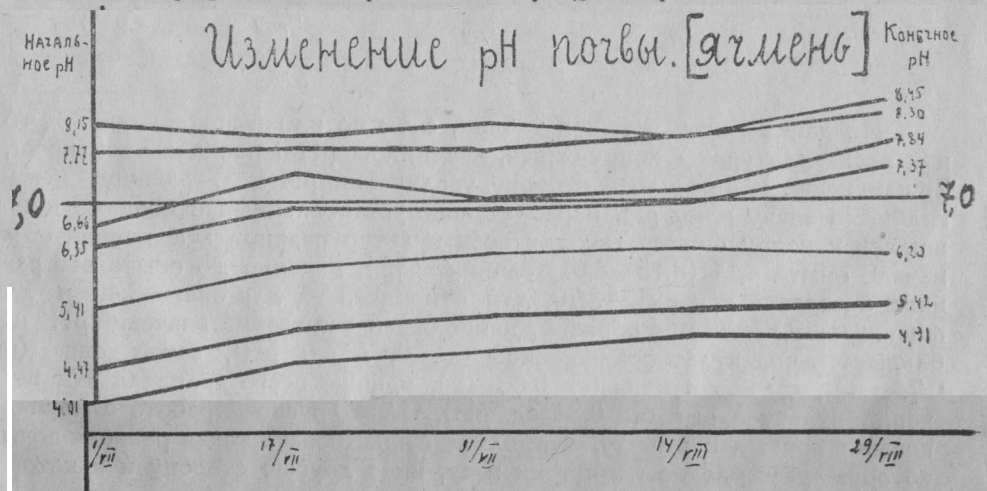


Для почвы с ячменем получались следующие данные:

ТАБЛИЦА III.

Я Ч М Е Н Ь												
Время определения реакции почвы												
Первоначальное рН	17/вп			31/вп			14/вп			29/вп		
	г	п	средн.	г	п	средн.	г	п	средн.	г	п	средн.
4,01	4,63	4,52	4,58	4,79	4,75	4,77	4,92	4,93	4,93	4,95	4,86	4,91
4,47	5,01	5,09	5,05	5,28	5,22	5,25	5,36	5,34	5,35	5,57	5,26	5,42
5,41	5,99	6,05	6,02	6,18	6,24	6,21	6,25	6,29	6,27	6,17	6,22	6,20
6,35	6,88	6,89	6,89	6,86	6,79	6,83	6,98	6,92	6,95	7,31	7,42	7,37
6,66	7,45	7,36	7,41	7,04	6,97	7,01	7,12	7,18	7,15	7,86	7,81	7,84
7,77	7,79	7,79	7,79	7,80	7,74	7,77	7,89	8,04	7,97	7,34	7,26	8,30
8,15	7,95	7,99	7,97	8,12	8,16	8,14	7,89	7,92	7,90	8,44	8,46	8,45

Или графически получается следующая картина:

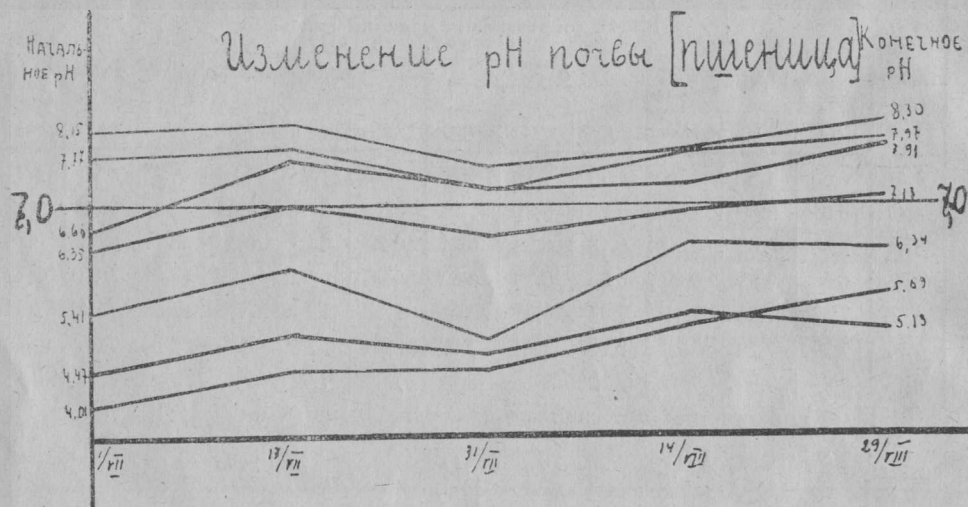


Наконец, рН почвы с пшеницей изменилось следующим образом:

ТАБЛИЦА IV.

П Ш Е Н И Ц А												
Время определения реакции почвы												
Первоначальное рН	17/vii			31/vii			14/viii			29/viii		
	t	ii	средн.	t	ii	средн.	t	ii	средн.	t	ii	средн.
4,01	4.49	4.57	4.53	4.45	4.56	4.51	5.21	5.19	5.20	5.69	5.69	5.69
4,47	5.09	4.99	5.04	4.71	4.78	4.75	5.35	5.31	5.33	5.09	5.17	5.13
5,41	5.95	6.09	6.02	4.94	4.94	4.94	6.47	6.39	6.43	6.30	6.37	6.34
6,35	7.04	6.95	7.00	6.54	6.54	6.54	6.89	6.95	6.92	7.15	7.10	7.13
6,66	7.67	7.68	7.68	7.24	7.34	7.29	7.26	7.40	7.33	7.89	7.92	7.91
7,77	7.81	7.93	7.87	7.39	7.34	7.37	7.86	7.82	7.84	7.91	8.03	7.97
8,15	8.28	8.22	8.25	7.55	7.61	7.58	7.75	7.77	7.76	8.32	8.28	8.30

Кривая же изменения рН почвы под культурой пшеницы представится в следующем виде:



Из данных всех четырех таблиц, а также из графиков видно: 1) что при всех культурах к концу опыта, изменилось рН первоначальной почвы, 2) изменение произошло в сторону увеличения рН и 3) разница между крайними значениями рН, первоначально установленных в почвах уменьшилась к концу опыта. Так для всех культур разница эта равнялась в начале опыта 4,14 (8,15—4,01) единицам рН, в конце же опыта эта разница оказалась для ржи—3,70, для ячменя—3,54, для овса—3,40 и для пшеницы—3,17. Таким образом, наибольшее сближение значений рН наблюдается под культурой пшеницы (на 0,97 ед. рН), затем овса (на 0,74 ед.), дальше ячменя (на 0,60 ед.), меньше всего сблизил эти значения культура ржи (на 0,34 ед. рН). Górski в своей работе с мотыльковыми пришел к выводу, что должна существовать такая реакция почвы, которую растение не меняет ни в ту, ни в другую сторону и к которой

растение стремится привести почву. Arrhenius на основании своих многочисленных опытов говорит, что большинство растений имеет два optimum'a роста, которые он объясняет зависимостью роста растений не только от более активных Н—ионов, но и менее активных ОН—ионов, противоположно действующих; а если это так, то рост растений имеет две вершины, происшедшие от приближения двух кривых: одной, представляющей рост и концентрацию Н—ионов и другой—тот же рост и концентрацию ОН—ионов. Постараемся найти соотношение между optimum'ом роста каждого из взятых растений и реакцией почвы, полученной нами в конце опыта. Если мы через графики проведем прямую, проходящую через нейтральную реакцию почвы (рН=7), то все конечные значения рН почвы при всех культурах разделятся на две части, при чем в верхней части графика разместятся четыре конечных значения рН—щелочные, а в нижней три значения рН—кислые. Интересно отметить, что кривые каждой части графика направляются, за небольшим исключением, в разные стороны от нейтральной линии, причем как-бы стремятся образовать две группы. Отсюда видна возможность двух optimum'ов Arrhenius'a. И если допустить это, то наши кривые по одну и другую сторону от нейтральной линии должны где-то сойтись в одной точке которая отметит некоторое значение рН, являющееся оптимальным для данного растения, при чем одна точка будет находиться ниже рН=7, другая выше рН=7. Постараемся найти эти точки, а для этого, выведя средние арифметические для каждой из указанных групп конечных значений рН для каждого растения отдельно, найдем их отклонения, а затем их истинные средние. Словом, подвергнем наши конечные значения рН математической обработке методами вариационной статистики. Вычисления для каждой культуры представим в следующих таблицах.

ТАБЛИЦА V.

Р О Ж Ь							
рН почвы к концу опыта	$\pm D$	$D_2$	$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum D^2}{n-1}}$	$m = \pm \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$	$M \pm m$	$p = \pm \frac{100m}{M} \%$	$\frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}$
8,44	+0,49	0,2401					4,9
8,33	+0,38	0,1424	$\pm 0,60$	$\pm 0,30$	7,95 $\pm 0,30$	$\pm 3,7\%$	
7,72	-0,23	0,0529					
7,13	-0,82	0,6724					
$M_1 = 7,95$							
6,22	+0,86	0,7396					
5,11	-0,25	0,0625	$\pm 0,77$	$\pm 0,44$	5,36 $\pm 0,44$	$\pm 8,2\%$	
4,74	-0,62	0,3844					
$M_2 = 5,36$							

Из выражения для  $\frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}$  можно практически утверждать, что варианты щелочных и кислых значений рН, особенно, соответствующие им средн. арифм. относятся к различным вариационным рядам, причем, если обратим внимание на Р (точность опыта), то заметим, что  $M_1$  определено с меньшей относительной ошибкой, чем  $M_2$ .

Для овса мы получили следующие данные:

ТАБЛИЦА VI.

рН почвы к концу опыта	О В Е С						
	$\pm D$	$D^2$	$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum D^2}{n-1}}$	$m = \pm \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$	$M \pm m$	$\rho = \pm \frac{100m_0}{M}$	$\frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}$
8,00	+0,41	0,1681	$\pm 0,39$	$\pm 0,19$	7,59 $\pm 0,19$	2,5%	5,0
7,80	+0,21	0,0441					
7,49	-0,10	0,0100					
7,09	-0,50	0,2500					
$M_1 = 7,59$							
6,07	+0,75	0,5625	$\pm 0,73$	$\pm 0,42$	5,32 $\pm 0,42$	7,9%	
5,28	-0,04	0,0016					
4,60	-0,72	0,5184					
$M_2 = 5,32$							

И здесь, как и в предыдущем случае,  $M_1$  и  $M_2$  относятся к различным вариационным рядам, причем  $\pm \rho$  в отношении  $M_2$  вычислено с меньшей точностью. Как увидим в дальнейшем, вычисления для всех культур дали меньшую точность для  $M_2$ , что можно было бы объяснить меньшим числом вариантов для значений рН ниже 7-ми. В этом же нас убеждает и выражение для вариационного коэффициента V.

Ячмень дает следующие данные:

ТАБЛ. VII.

рН почвы к концу опыта	Я Ч М Е Н Ь						
	$\pm D$	$D^2$	$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum D^2}{n-1}}$	$m = \pm \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$	$M \pm m$	$\rho = \pm \frac{100m_0}{M}$	$\frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}$
8,45	+0,46	0,2116	$\pm 0,48$	$\pm 0,24$	7,99 $\pm 0,24$	$\pm 3\%$	5,6
8,30	+0,31	0,0961					
7,84	-0,15	0,0225					
7,37	-0,62	0,3844					
$M_1 = 7,99$							
6,20	+0,69	0,4761	$\pm 0,65$	$\pm 0,37$	5,51 $\pm 0,37$	$\pm 6,7\%$	
5,42	-0,09	0,0081					
4,91	-0,60	0,3600					
$M_2 = 5,51$							

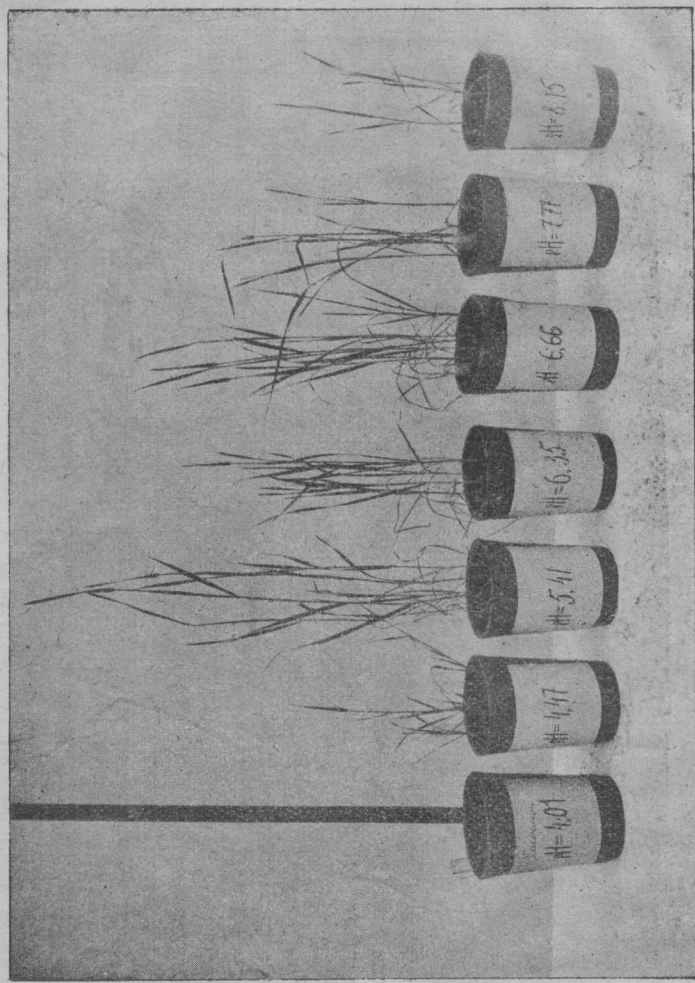
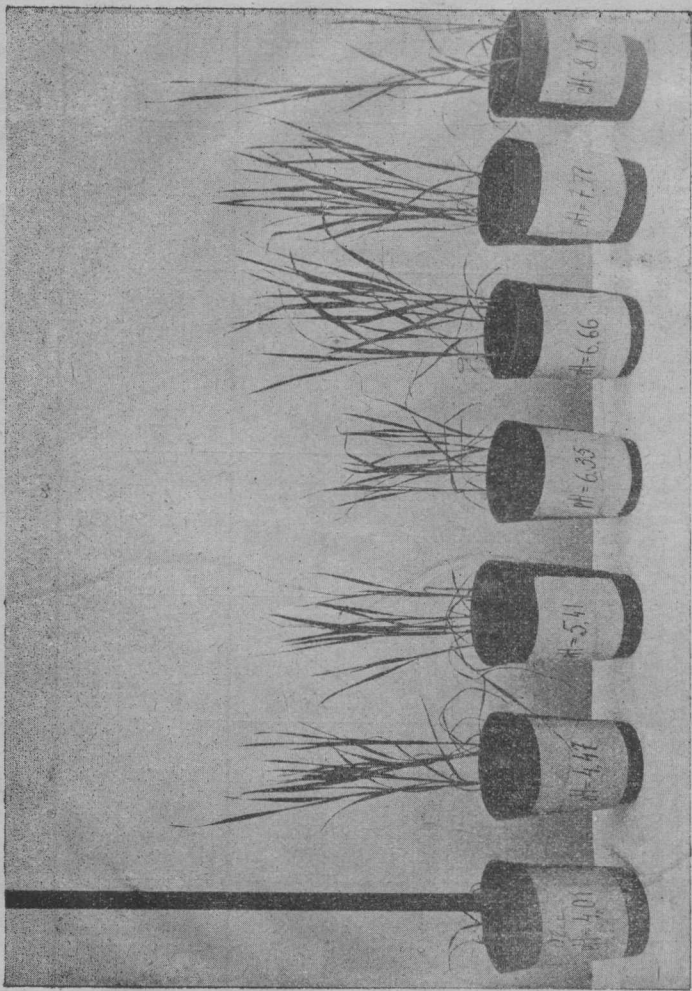
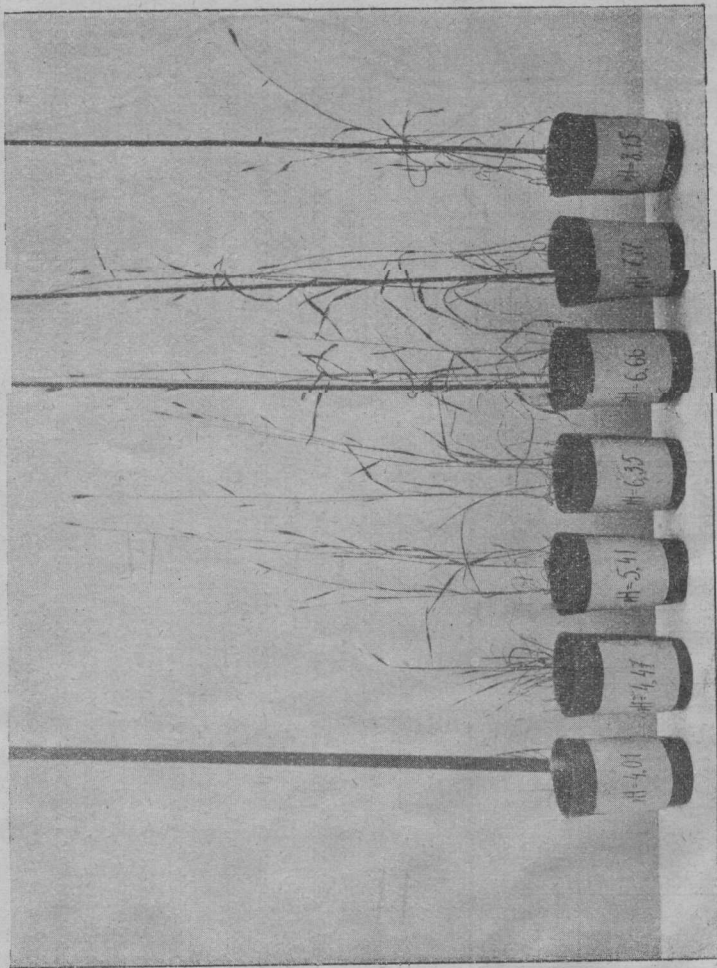
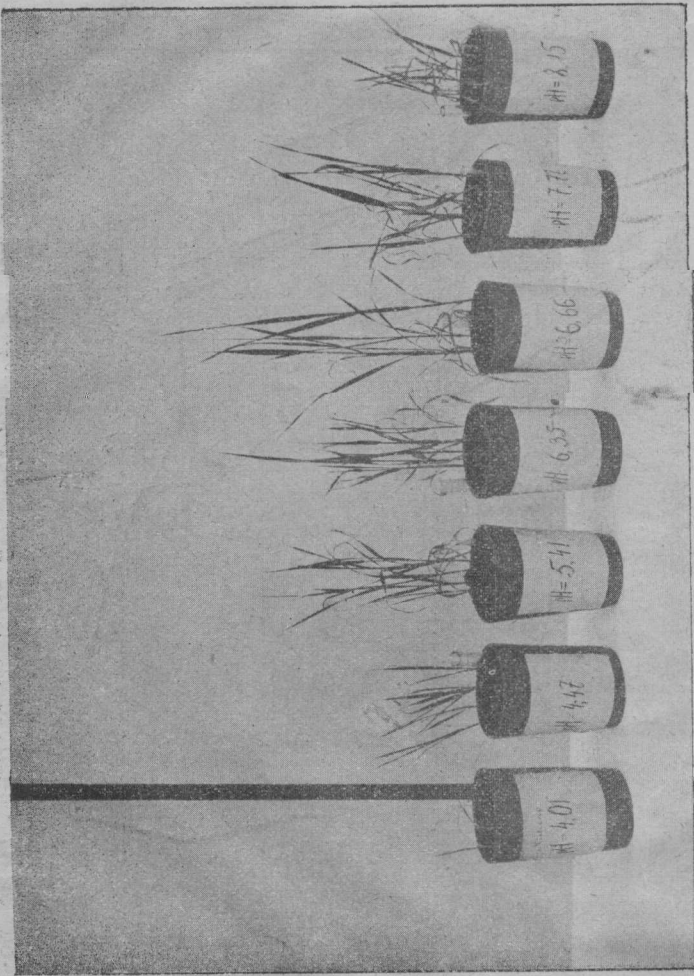
явление то же, что и для ржи и овса; точность для  $M_2$  здесь несколько большая, чем в предыдущих случаях и выражение  $M_1 - M_2$  здесь дает большую величину.

Наконец, пшеница дала нам следующие величины:

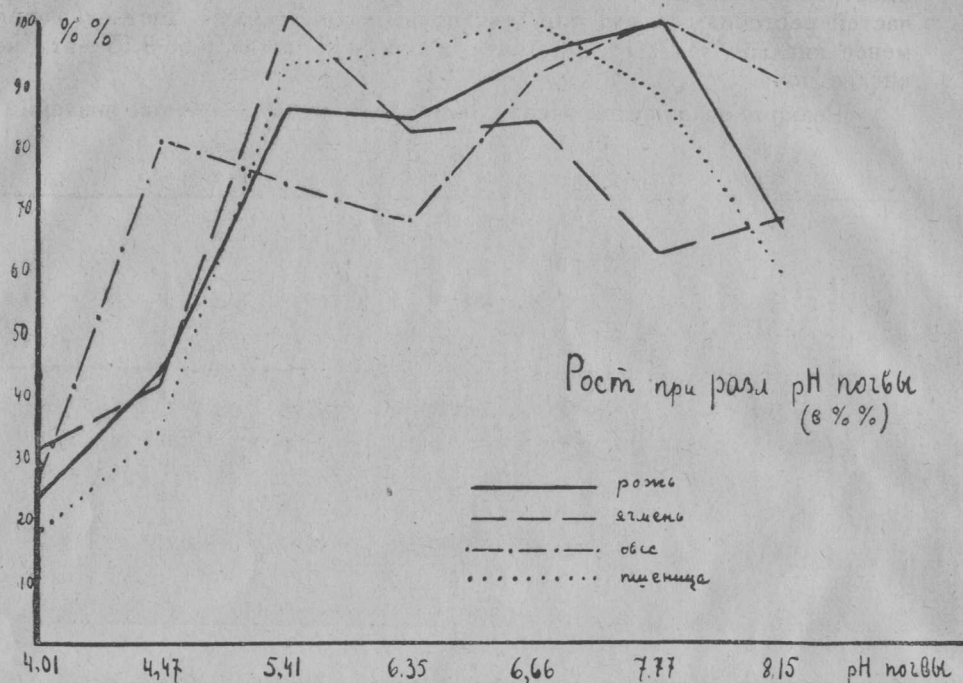
ТАБЛ. VIII.

рН почвы к концу опыта	П Ш Е Н И Ц А						
	$\pm D$	$D^2$	$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum D^2}{n-1}}$	$m = \pm \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$	$M \pm m$	$\rho = \pm \frac{100m_0}{M}$	$\frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}$
8,30	+0,47	0,2209	$\pm 0,49$	$\pm 0,24$	7,83 $\pm 0,24$	$\pm 3\%$	4,8
7,97	+0,14	0,0196					
7,91	+0,08	0,0064					
7,13	-0,70	0,4900					
$M_1 = 7,83$							
6,34	+0,62	0,3844	$\pm 0,65$	$\pm 0,37$	5,72 $\pm 0,37$	$\pm 6,5\%$	
5,69	-0,03	0,0009					
5,13	-0,59	0,3481					
$M_2 = 5,72$							

Как во всех предыдущих культурах  $M_1$  вычислено с большей точностью, чем  $M_2$ , но значения для  $M_1 - M_2$  дают нам уверенность, что как варианты каждой группы, так и их средние арифметические являются следствием не случайности, а определенных условий жизни данного растения на почве. Мы можем утверждать, что под культурой ржи реакция почвы приближалась с одной стороны к рН 7,95  $\pm 0,30$  в щелочном интервале, а с другой к рН 5,36  $\pm 0,44$  в кислотном интервале, овса — к рН 7,59  $\pm 0,19$  и 5,32  $\pm 0,42$ ; ячменя — к рН 7,99  $\pm 0,24$  и 5,51  $\pm 0,37$ ; пшеницы — к рН 7,83  $\pm 0,24$  и 5,72  $\pm 0,32$ . Эти значения рН почвы мы, возможно, и могли бы считать оптимальными для данных культур. И здесь у нас появляется совпадение с одной стороны со взглядами Górski'го о существовании реакции (правда, не одной, а двух), которая не изменяется под влиянием растения ни в ту, ни в другую сторону и с утверждением Arrhenius'a, что большинство растений имеет два optimum'a роста. В случае, если бы мы имели более тесные интервалы между градациями, а, следовательно, и большее число вариантов, как щелочных, так и кислотных, выводы получились бы еще более резкими и точными. Фотографические снимки растений, произведенные 7/VIII и помещенные ниже, дают уже указание на существование двухвершинности, несмотря на то, что они сделаны в периоде только начавшегося колошения растений.



Посмотрим, какую картину дали нам промеры растений. Ниже помещены графики роста растений (в %/%) при различной реакции почвы.



Рост наших растений к концу опыта имеет ту же тенденцию к двухвершинности, к двум optimum'ам. Рост растений, за малым исключением, показывает, что наши математические вычисления совпадают с действительным состоянием растений к концу опыта. Так рожь по вычислениям дала  $M_1 = 7,95 \pm 0,30$  и  $M_2 = 5,36 \pm 0,44$  optimum'ы роста же дали (в наших градациях) 5,41 и 7,77. И если не во всех культурах заметно полное совпадение значений pH, вычисленных и полученных в опыте, то это можно, во первых, объяснить отсутствием более тесных градаций на флангах ряда, которые могли бы представить рост растений более рельефно, а во вторых тем, что графики представляют собою данные роста, а не урожая сухого вещества, которые не были нами получены, так как растения использовались в сыром виде для определения pH в их соке.

Что касается сока растений, то реакция различных частей их (корней, стеблей, листьев, колоса или метелки) к концу опыта оказалась следующей:

ТАБЛИЦА IX.

pH почвы	Р О Ж Ь											
	Корни			Стебли			Листья			Колос		
	I	II	Средн.	I	II	Средн.	I	II	Средн.	I	II	Средн.
4,01	4,63	4,54	4,58	4,56	4,49	4,54	4,37	4,45	4,42	4,23	4,24	4,24
4,47	5,18	5,04	5,11	5,62	5,66	5,64	5,36	5,49	5,43	5,68	5,55	5,62
5,41	6,62	6,66	6,64	5,45	5,45	5,45	5,65	5,73	5,69	5,48	5,50	5,49
6,35	6,74	6,69	6,72	6,56	6,58	6,57	6,42	6,46	6,44	6,32	6,34	6,33
6,66	7,16	7,18	7,17	6,65	6,56	6,61	6,18	6,11	6,15	6,27	6,37	6,32
7,77	7,18	7,22	7,20	6,52	6,59	6,56	6,41	6,42	6,42	6,76	6,80	6,78
8,15	7,33	7,39	7,36	6,72	6,61	6,66	6,99	6,81	6,90	6,51	6,46	6,49

Рассматривая данные, замечаем, что в то время, как сок корней при щелочной почве менее щелочен самой почвы, при кислой почве он имеет больший pH, чем субстрат. Почти та же картина и для остальных частей растения: до pH 6,66 для почвы—сок стеблей, листьев и колоса менее кислый, чем pH субстрата, а при, pH почвы 6,66-8,15—эти части кислее почвы.

Реакция сока частей овса к концу опыта дала следующие значения pH:

ТАБЛ. X.

pH почвы	О В Е С											
	Корни			Стебли			Листья			Метелки		
	I	II	Средн.	I	II	Средн.	I	II	Средн.	I	II	Средн.
4,01	5,34	5,40	5,37	5,05	5,00	5,03	—	—	—	—	—	—
4,47	6,47	6,58	6,53	6,61	6,63	6,62	6,54	6,60	6,57	6,78	6,78	6,78
5,41	6,81	6,79	6,80	6,52	6,51	6,52	6,46	6,48	6,47	6,70	6,78	6,74
6,35	7,06	6,98	7,02	6,64	6,61	6,63	6,59	6,65	6,62	6,46	6,42	6,44
6,66	7,22	7,24	7,23	6,87	6,83	6,85	6,87	6,74	6,81	7,12	7,12	7,12
7,77	7,35	7,42	7,39	6,80	6,67	6,74	6,65	6,49	6,57	6,73	6,69	6,71
8,15	7,46	7,50	7,48	7,09	6,96	7,03	6,98	6,88	6,93	7,04	6,95	7,00

И здесь при кислой почве все части растения менее кислы и при увеличении pH почвы увеличивается и pH частей растения, причем до pH 6,35—6,66 почвы части менее кислы своего субстрата, а от 6,66 до 8,15—кислее его.

Для пшеницы получены следующие данные:

ТАБЛ. XI.

pH почвы	П Ш Е Н И Ц А											
	Корни			Стебли			Листья			Колос		
	I	II	Средн.	I	II	Средн.	I	II	Средн.	I	II	Средн.
4,01	5,09	5,04	5,07	5,07	5,23	5,15	—	—	—	—	—	—
4,47	6,45	6,51	6,48	5,65	5,55	5,60	6,42	6,43	6,43	6,91	6,91	6,91
5,41	7,16	7,10	7,13	6,64	6,65	6,65	6,91	6,83	6,87	6,64	6,68	6,66
6,35	7,12	7,12	7,12	6,77	6,81	6,79	6,70	6,73	6,72	6,69	6,69	6,69
6,66	7,12	7,10	7,11	6,62	6,53	6,58	6,69	6,77	6,73	6,63	6,54	6,59
7,77	7,65	7,56	7,62	6,84	6,77	6,81	6,63	6,68	6,66	6,77	6,70	6,74
8,15	7,34	7,32	7,33	6,86	6,88	6,87	6,81	6,84	6,83	6,73	6,73	6,73

Корни, стебли, листья и колос пшеницы оказались везде менее кислыми, чем их соответствующая почва за исключением двух последних щелочных градаций почвы, причем и здесь наблюдается тоже соотно-

шение между почвой до рН 6,66 включительно и щелочными почвами и соответствующими им частями растения.

Наконец, сок частей ячменя дал следующую реакцию:

ТАБЛ. XII.

Я Ч М Е Н Ь												
рН почвы	Корни			Стебли			Листья			Колос		
	I	II	Средн.	I	II	Средн.	I	II	Средн.	I	II	Средн.
4,01	4,70	4,61	4,66	4,40	4,39	4,40	—	—	—	—	—	—
4,47	5,23	5,30	5,27	5,02	5,20	5,11	5,80	5,88	5,84	—	—	—
5,41	7,06	7,04	7,05	6,36	6,46	6,41	6,47	6,43	6,45	—	—	—
6,35	6,97	7,00	6,99	6,50	6,54	6,52	6,36	6,41	6,39	—	—	—
6,66	7,26	7,33	7,30	6,99	6,85	6,92	6,71	6,59	6,65	—	—	—
7,77	7,26	7,34	7,30	7,26	7,15	7,21	6,33	6,33	6,33	—	—	—
8,15	7,33	7,22	7,28	7,62	7,51	7,57	6,55	6,55	6,55	—	—	—

Как видим и здесь соотношение между рН почвы и рН сока растения то же. Таким образом, вышеприведенные данные позволяют заключить, что сок изученных нами злаковых растений не остается неизменным при различной реакции почвенной среды; при этом наибольший сдвиг рН сока наблюдается в корнях, а наименьший — в зеленых частях растений. Так, при рН почвы—8,15 у ржи отклонение от этой цифры в корнях—0,79, а для стеблей и листьев, в среднем—1,97. Те же цифры для овса—0,67 и 1,17; для пшеницы—0,82 и 1,30 и для ячменя—0,87 и 1,60. Это заставляет предполагать, что сок зеленых частей растений обладает более резко выраженными буферными свойствами (продукты ассимиляции?), чем сок корней.

О характере изменения реакции сока данных растений за период вегетации говорят следующие таблицы.

ТАБЛ. XIII.

Р О Ж Ь												
рН почвы	Корни				Стебли				Листья			
	17/vii	31/vii	14/viii	29/viii	17/vii	31/vii	14/viii	29/viii	17/vii	31/vii	14/viii	29/viii
4,01	4,73	5,04	5,11	4,58	5,35	5,15	5,04	4,54	—	—	—	4,42
4,47	5,57	6,10	5,94	5,11	6,20	6,22	6,02	5,64	—	6,25	6,52	5,43
5,41	6,23	6,67	6,97	6,69	6,05	6,08	6,53	5,45	—	6,25	6,79	5,69
6,35	6,45	6,54	6,83	6,72	6,15	6,24	6,67	6,57	—	6,30	6,67	6,44
6,66	6,58	6,71	7,04	7,17	6,16	6,17	6,60	6,61	—	6,39	6,64	6,15
7,77	6,64	7,07	7,13	7,20	6,34	6,51	6,61	6,56	—	6,79	6,87	6,42
8,15	6,74	7,29	7,28	7,36	6,49	6,86	6,93	6,66	—	6,91	6,85	6,90

ТАБЛ. XIV.

Я Ч М Е Н Ь												
рН почвы	Корни				Стебли				Листья			
	17/vii	31/vii	14/viii	29/viii	17/vii	31/vii	14/viii	29/viii	17/vii	31/vii	14/viii	29/viii
4,01	5,43	5,02	5,51	4,66	5,34	5,46	5,09	4,40	—	—	—	—
4,47	5,30	6,85	6,42	5,27	5,73	6,46	6,39	5,11	—	6,81	6,98	5,84
5,41	6,51	7,12	6,93	7,05	6,44	7,02	6,71	6,41	—	6,82	6,68	6,45
6,35	6,07	6,74	7,14	6,99	6,16	6,48	6,91	6,52	—	6,37	6,69	6,39
6,66	6,72	6,03	7,38	7,30	6,32	6,66	7,14	6,92	—	6,45	6,90	6,65
7,77	6,64	6,75	7,02	7,30	6,51	6,83	7,10	7,21	—	6,58	6,80	6,33
8,15	6,79	7,08	7,24	7,28	6,52	6,85	7,17	7,57	—	6,70	6,97	6,55

ТАБЛ. XV.

П Ш Е Н И Ц А												
рН почвы	Корни				Стебли				Листья			
	17/vii	31/vii	14/viii	29/viii	17/vii	31/vii	14/viii	29/viii	17/vii	31/vii	14/viii	29/viii
4,01	5,19	5,20	6,39	5,07	5,48	5,39	6,09	5,15	—	—	—	—
4,47	6,36	5,76	6,11	6,48	6,07	5,88	5,73	5,60	—	6,36	6,33	6,43
5,41	6,40	6,20	6,64	7,13	6,30	6,24	6,35	6,65	—	6,39	6,52	6,86
6,35	6,96	6,52	6,70	7,12	6,43	6,30	6,48	6,79	—	6,22	6,37	6,72
6,66	7,02	6,76	6,96	7,11	6,52	6,66	6,51	6,58	—	6,52	6,55	6,73
7,77	6,91	6,66	7,25	7,62	6,79	6,40	6,71	6,81	—	6,30	6,68	6,66
8,15	7,17	6,80	7,21	7,33	6,83	6,77	6,83	6,87	—	6,20	6,72	6,83

ТАБЛ. XVI.

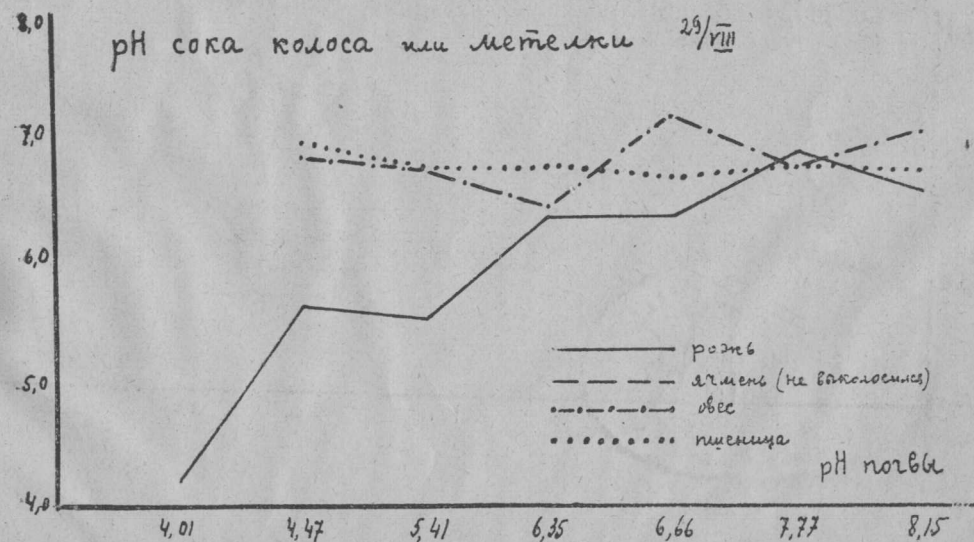
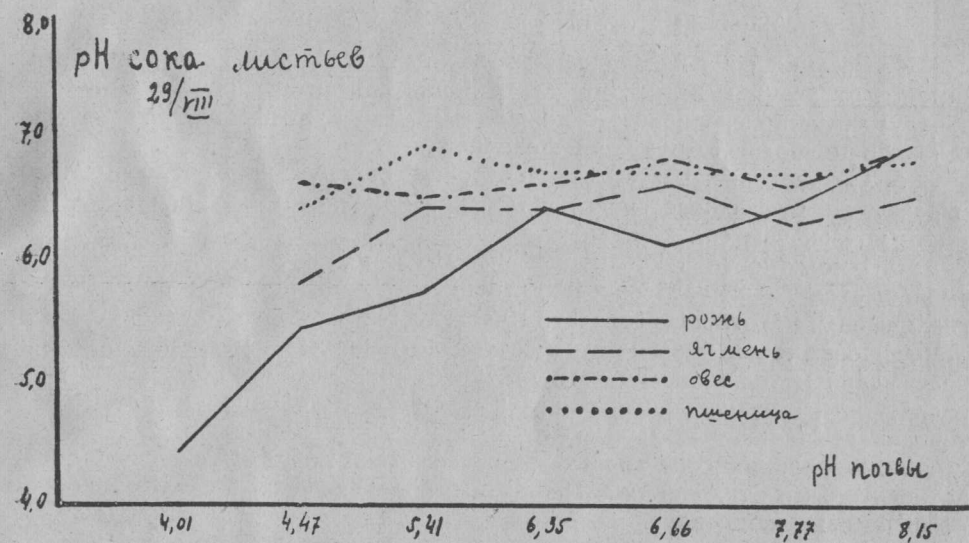
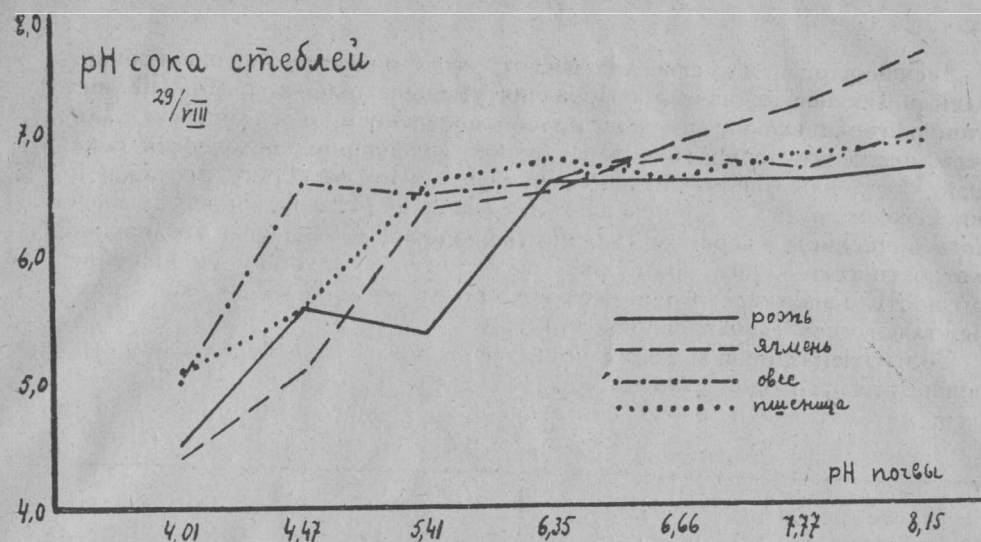
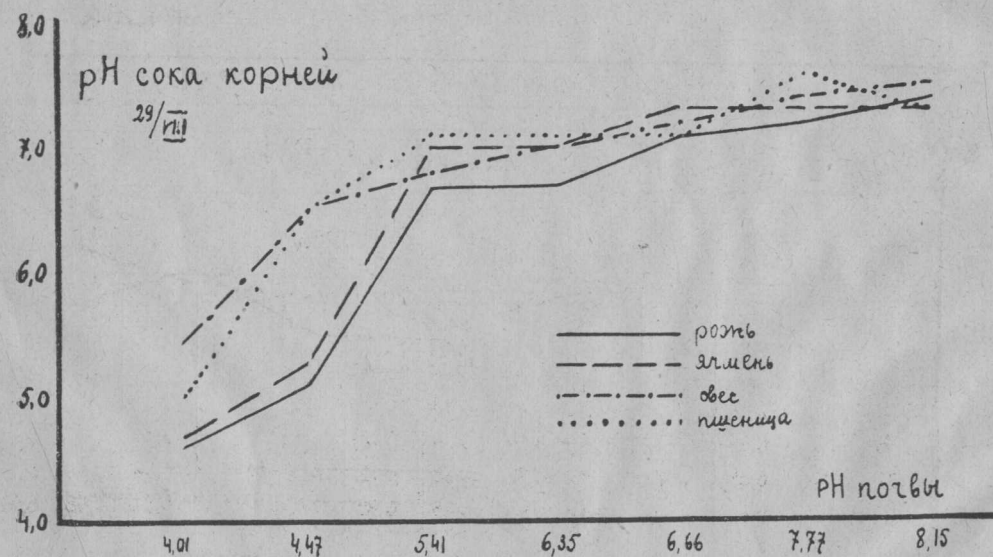
О В Е С												
рН почвы	Корни				Стебли				Листья			
	17/vii	31/vii	14/viii	29/viii	17/vii	31/vii	14/viii	29/viii	17/vii	31/vii	14/viii	29/viii
4,01	5,24	4,48	5,12	5,37	5,25	5,11	4,94	5,03	—	—	—	—
4,47	6,43	5,62	6,09	6,53	6,27	6,07	6,37	6,62	—	5,99	6,47	6,57
5,41	7,04	6,14	6,35	6,80	6,34	6,20	6,32	6,52	—	6,01	6,53	6,47
6,35	6,96	6,48	6,65	7,02	6,31	6,23	6,38	6,63	—	6,17	6,38	6,62
6,66	6,85	6,55	6,87	7,23	6,45	6,34	6,70	6,85	—	6,33	6,52	6,81
7,77	6,94	6,65	6,85	7,39	6,77	6,35	6,72	6,74	—	6,34	6,64	6,57
8,15	6,98	6,75	7,40	7,48	6,80	6,45	6,82	7,03	—	6,42	6,68	6,93

Значения рН для ржи указывают, что кислотность сока корней, стеблей и листьев до начала созревания уменьшалась, а с 14/VIII кислотность увеличивалась, с некоторым запозданием для листьев. Для ячменя можно констатировать то-же самое: увеличение кислотности сока корней, стеблей и листьев произошло в один и тот же период роста как и у ржи. Совсем другие величины дают нам значения рН сока корней, стеблей и листьев пшеницы и овса: до стадии колошения (14/VIII) шло увеличение кислотности сока корней и стеблей, после чего наступило уменьшение кислотности сока этих частей; кислотность же сока листьев, как пшеницы, так и овса, неуклонно уменьшается.

Соотношение между реакцией сока и родом растений дают нам следующие таблица и графики.

ТАБЛ. XVII.

рН почвы	Корни				Стебли				Листья				Колос или метелка			
	Ржи	Овса	Пшеницы	Ячменя	Ржи	Овса	Пшеницы	Ячменя	Ржи	Овса	Пшеницы	Ячменя	Ржи	Овса	Пшеницы	Ячменя
4,01	4,58	5,37	5,07	4,66	4,54	5,03	5,15	4,40	4,42	—	—	—	4,24	—	—	—
4,47	5,11	6,53	6,48	5,27	5,64	6,62	5,60	5,11	5,43	6,57	6,43	5,84	5,62	6,78	6,91	—
5,41	6,69	6,80	7,13	7,05	5,45	6,52	5,65	6,41	5,69	6,47	6,86	6,45	5,49	6,74	6,66	—
6,35	6,72	7,02	7,12	6,99	6,57	6,63	6,79	6,52	6,44	6,62	6,72	6,39	6,33	6,44	6,69	—
6,66	7,17	7,23	7,11	7,30	6,61	6,85	6,58	6,92	6,15	6,81	6,73	6,65	6,32	7,12	6,59	—
7,77	7,20	7,39	7,62	7,30	6,56	6,74	6,81	7,21	6,42	6,57	6,66	6,33	6,78	6,71	6,74	—
8,15	7,36	7,48	7,33	7,28	6,66	7,03	6,87	7,57	6,90	6,93	6,83	6,55	6,49	7,00	6,73	—



Эти данные и графическое их изображение говорят, что, в подавляющем большинстве случаев, результаты определения реакции сока частей растений ставят рожь на первое место по кислотности сока ее частей, а пшеницу с овсом—на последнее; между ними находится ячмень.

Итак, из вышеприведенных данных можно сделать следующие выводы:

1. Культура зерновых злаков (ржи, овса, пшеницы и ячменя) изменяет реакцию почвы, повышая ее рН.

2. Графики роста растений указывают на существование двух optimum'ов роста (двухвершинность).

3. Эти optimum'ы лежат по двум сторонам от нейтральной реакции почвы (рН=7): один в кислом интервале, другой—в щелочном, причем для ржи, математически вычисленные такие предполагаемые optimum'ы будут:

$$M \pm m = 7,95 \pm 0,30 \text{ и } 5,36 \pm 0,44.$$

для овса: . . . . .  $M \pm m = 7,59 \pm 0,19 \text{ и } 5,32 \pm 0,42.$

„ ячменя: . . . . .  $M \pm m = 7,99 \pm 0,24 \text{ и } 5,51 \pm 0,37.$

и для пшеницы: . . . . .  $M \pm m = 7,83 \pm 0,24 \text{ и } 5,72 \pm 0,32.$

4. Реакция сока исследованных зерновых злаков изменяется в зависимости от реакции почвы, причем реакция сока этих растений всегда обнаруживает по сравнению с почвой менее кислую реакцию при кислых почвах и менее щелочную при щелочных.

5. Сок зеленых частей этих растений обнаруживает более сильно выраженные буферные свойства и менее изменяется под влиянием реакции почвы, чем сок корней.

6. Кислотность сока корней, стеблей и листьев ржи и ячменя уменьшается до начала созревания этих растений, после чего наступает увеличение кислотности сока этих частей. Кислотность сока корней и стеблей овса и пшеницы увеличивается до периода колошения или выбрасывания метелки, после чего наступает уменьшение кислотности сока; кислотность же сока листьев овса и пшеницы неуклонно уменьшается в течении всего периода вегетации.

7. По реакции сока данные зерновые злаки могут быть расположены, за некоторыми отклонениями, начиная с более кислых, в следующий ряд: рожь, ячмень и пшеница с овсом.

8. Дальнейшие опыты должны быть поставлены при более тесных интервалах рН, особенно в крайних градациях, чтобы более резко выявить optimum роста означенных растений.

Проф. А. В. Ключарев и Р. Г. Страж.



### Zusammenfassung.

1. Die kultur der Kornarten (des Roggens, des Hafers, des Weizens und der Gerste) verändert die Bodenreaktion, indem sie sein pH vergrößert:

2. Die Graphiken des Pflanzenwachstums weisen auf das Vorhandensein zweier Optima des Wuchses (Zweigipfeligkeit) hin.

3. Diese Optima liegen auf beiden Seiten von der neutralen Bodenreaktion (pH=7): das eine im sauren, das andere im alkalischen Intervalle, wobei diese mathematischbe arbeiteten voraussetzende Optima sind für Roggen:  $M \pm m = 7,95 \pm 0,30$  und  $5,36 \pm 0,44$  ergeben, für Hafer:  $M \pm m = 7,59 \pm 0,19$  und  $5,32 \pm 0,42$ , für Gerste:  $M \pm m = 7,99 \pm 0,24$  und  $5,51 \pm 0,37$ , für Weizen:  $M \pm m = 7,83 \pm 0,24$  und  $5,72 \pm 0,32$ .

4. Die Saftreaktion der untersuchten Kornarten verändert sich in Abhängigkeit von der Bodenreaktion, wobei die Saftreaktion dieser Pflanzen immer im Vergleich mit dem Boden eine weniger saure Reaktion bei sauren Böden und eine weniger alkalische bei alkalischen Böden äussert.

5. Der Saft der grüner Teile dieser Pflanzen äussert stärker ausgeprägte Puffereigenschaften und verändert sich weniger unter dem Einflusse der Bodenreaktion, als der Saft der Wurzeln.

6. Die Aczidität des Halm-und Blättersaftes des Roggens und der Gerste vermindert sich bis zum Beginn des Reifwerdens, wonach eine Vermehrung der Säure enthaltenden Fähigkeit eintritt; die Azidität des Halm-saftes des Hafers und Weizens vergrößert sich bis zur Periode der Ährenbildung oder des Auswerfens der Rispe, dann aber verkleinert sie sich; die Azidität des Blättersaftes des Hafers und Weizens jedoch verkleinert sich standhaft im Laufe der Ganzen Vegetationsperiode.

7. Nach der Saftreaktion ihrer Bestandteile können die gegebenen Kornarten, indem wir mit den mehr sauren beginnen, mit einigen Abweichungen, in folgende Reihe geordnet werden: Roggen, Gerste und Weizen mit Hafer.

8. Weitere Versuche müssen bei beschränkteren Intervallen besonders in den äussersten Gradationen, angestellt werden, um die Wachstumsoptimum bezeichneter Pflanzen schärfer zu offenbaren.

Prof. A. Klütschareff und R. Strasch.

