

# Причины различной эффективности минеральных удобрений на почвах разной окультуренности

А. Н. Угаров

## (Сообщение первое)

Почва, как естественно-историческое тело, развиваясь во времени, путем эволюции приобретает иные свойства и особенности, отличные от первоначальной материнской породы, на которой она развилась.

С момента же включения человеком почвы в объект своего производства, т. е. в сельскохозяйственную культуру, она уже становится не только естественно-историческим телом, но и объектом труда человека, который путем систематического применения разных способов обработки и других технических мероприятий (удобрения, севооборот и т. д.) вызывает в почве ряд глубоких изменений, которые придают ей новые агрономические свойства.

Несомненно, что эти изменения почвы под воздействием человеческого труда и ряда агротехнических мероприятий являются основными факторами ее плодородия.

Плодородие почвы не есть что-то застывшее, раз навсегда данное. Оно всегда предполагает определенный уровень земледельческой техники, которая в свою очередь является продуктом определенной социально-экономической формации общества. Следовательно, плодородие почвы при различных социально-экономических системах будет неодинаково. Оно может уменьшаться по сравнению с целинными почвами или же в лучшем случае оставаться неизменным (при переложной системе или затрате капитала), а может и систематически повышаться по мере развития техники и науки, т. е. по мере развития производительных сил общества.

Первое положение особенно характерно для хищнической капиталистической системы ведения хозяйства, второе—для рационального социалистического сельскохозяйственного производства.

Перед нашими работниками агрохимии и почвоведения стоит первоочередная задача систематического повышения плодородия

почвы. Эта задача требует детального изучения изменений свойств почвы, происходящих в результате производственного воздействия человека, потому что эти изменения являются одним из важнейших факторов плодородия. Вся совокупность происходящих изменений и будет собой характеризовать окультуренную почву.

Наиболее отчетливую постановку вопроса о роли человека в окультуривании почвы мы находим в целом ряде высказываний Маркса (1). Так в теории земельной ренты Маркс по данному вопросу говорит следующее:

„Помимо климатических и других моментов различие в естественном плодородии зависит от различия в химическом составе верхнего слоя почвы, т. е. от различного содержания необходимых для произрастания растений питательных веществ. Однако два земельных участка с одинаковым химическим составом почвы и в этом смысле одинакового естественного плодородия могут быть различны по своему действительному, эффективному плодородию в зависимости от формы, в которой содержатся в них эти питательные вещества и в которой они лучше или хуже усваиваются, более или менее непосредственно служат для питания растений.

Таким образом, отчасти от развития земледельческой химии, отчасти от завоеваний в области земледельческой механики зависит та степень, в которой на двух земельных участках одинакового естественного плодородия (подчеркнуто нами, А. У.) последнее может быть действительно использовано. Поэтому, хотя плодородие и является объективным свойством почвы, экономически оно все же постоянно предполагает известное отношение, отношение к данному уровню развития земледельческой химии и механики и изменяется вместе с этим уровнем развития“.

В другом месте по затронутому вопросу у Маркса (2) находим, что

„Различие между первоначальными степенями плодородия почв увеличивается той частью т. н. естественной плодородности почвы, которая на самом деле принесена когда-то людьми, но теперь перешла уже на почву и не может быть отличена от ее первоначальной плодородности. Чтобы поднять необработанную почву одинаковой естественной плодородности до этой повышенной плодородности, необходимы вследствие развития производительной силы общественного труда другие издержки, чем те, которые были необходимы для поднятия первоначальной плодородности обработанной почвы на высоту ее теперешней плодородности, кажущейся первоначальной, но все же для достижения этого результата нужны большие или меньшие издержки еще и теперь“.

И далее (3).

„Что является плодородным для одной ступени развития производительной силы, является неплодородным для ступени более низкой“.

Таким образом, плодородие почвы всегда предполагает определенный уровень развития производительных сил общества. Но отсюда вовсе не следует, что мы при своих исследованиях должны игнорировать особенности природного плодородия. Односторонность изучения плодородия почвы может привести к невозможности установления закономерностей изменения внутренних свойств почвы. Оно может оказаться слепым для предвидения и теоретического направления практики социалистического земледелия, которое с каждым днем предъявляет все новые и новые требования к с/х науке. Следовательно, из наличия культурного плодородия нельзя допускать смазывания значения

и особенностей природного плодородия. Изучение одного культурного плодородия никогда не может дать полного и наиболее глубокого понимания процессов изменения тех или других существенных свойств почвы.

Поэтому задача изучения культурного плодородия предполагает не менее серьезное и внимательное изучение природного плодородия.

В условиях царской России, в силу наличия застоя земледельческой техники, большее внимание придавалось изучению природного плодородия, в изучении культурных почв и их плодородия господствовала эмпиричность. Застой земледельческой техники слабо стимулировал изучение культурного плодородия почв, а поэтому величайшие обобщения и достижения почвоведения оставались по существу неиспользованными для земледелия.

В настоящее время перед нами стоит задача—синтезировать достижения в изучении эволюции природного плодородия и широко поставить наблюдения над изменением культурного плодородия. Несмотря на актуальность этого вопроса, до самого последнего времени не имелось сколько-нибудь развернутой постановки в изучении этой важной проблемы и только некоторые исследователи, встречаясь с фактами различной эффективности от вносимых удобрений, особенно навоза, на одних и тех же почвенных разностях, при условии одинаковой агротехники, стали искать причины такого явления.

В последнее время вопрос об изучении окультуренности почвы в сколько-нибудь развернутой форме был заострен в 1926—27 гг. М. А. Егоровым, а в 1930 г. В. И. Товарицким.

Правда, отдельные попытки разделения почв одной и той же почвенной разности на отдельные культурные варианты были и раньше, но они, являясь абстрактными, не имели значения для с/х. производства и не давали возможности проникнуть в сущность данного вопроса. Это прежде всего было обусловлено направлением сельскохозяйственной науки и в первую очередь почвоведения. Последнее в основу изучения почвы ставило морфологические особенности, почти совершенно игнорируя генезис почв, как природного тела. Генезис же почвы, как показали исследования К. К. Гедройца, является одним из важнейших факторов в вопросе понимания и разделения почв не только на отдельные разности, но и их культурные варианты. Углубленное и комплексное изучение последних дает возможность не только уточнить почвенную классификацию вообще, но вместе с тем и позволит сделать ее более производственной, помогающей давать определенные ответы на вопросы, поставленные практикой социалистического земледелия.

Понятие окультуренности почвы включало в себя не конкретно данную почвенную разность, развившуюся в определенных естественно-исторических условиях, а почву вообще.

Для подтверждения этого положения остановимся кратко на истории данного вопроса. Например, можем встретиться с

отдельными попытками выделения Г. М. Туминым (4) из одной и той же почвенной разности отдельных вариантов-сортов почвы, характеризующихся повышенными урожаями. Но как известно, эта попытка, в силу ее оторванности от производства и отсутствия агрохимической характеристики выделяемых вариантов почв, не имела успеха.

По определению профессора С. П. Кравкова (5) культурными почвами называются все почвы, подвергающиеся систематическому воздействию со стороны сель.-хоз. деятельности человека.

Само собой понятно, что если встать на эту точку зрения, то нужно будет признать все почвы, находящиеся в с.-х. культуре, „культурными“, а стало быть и сама постановка вопроса должна отпасть.

Не более четкую характеристику находим и у акад. Н. М. Тулайкова (6), который в одной из своих работ характеризует высококультурные почвы следующим образом:

„Поля опытных учреждений отличаются, как говорят, высокой культурностью. Это значит, что почва опытных полей под влиянием продолжительной обработки постепенно приобретала лучшие физические свойства—способность удерживать в себе большое количество влаги, лучшую проветриваемость и освобождается от сорных трав“.

Это определение верно лишь только в некоторой части, потому что оно не включает в себя изменения химического порядка, которые произошли в процессе окультуривания почв. Правда, существуют и такие почвы, плохое плодородие которых является следствием исключительно плохих физических свойств и если на почвах путем рационального ведения хозяйства (улучшенная и своевременная обработка, посев многолетних трав и т. д.) и применения навоза и зеленого удобрения или других каких-либо мероприятий изменим физические свойства в лучшую сторону, то их утраченное плодородие будет восстановлено.

Работами опытного поля (7) бывшей Тимирязевской академии было показано, какое большое значение имеет улучшение физических свойств у северных подзолистых почв для повышения их плодородия.

К таким же выводам пришел и В. Г. Егоров (8), работающий на оподзоленных лессовидных суглинках Энгельгардовской опытной станции.

В подтверждение данного положения можно было привести еще ряд данных опытных учреждений, работающих в северных районах нашего Союза.

Таким образом, почвы северных районов (подзолистые и серо-лесные земли) при их окультуривании приобретают прежде всего лучшие физические свойства, обуславливающие собою и целый ряд других явлений: начиная с микробиологических процессов и кончая химическими изменениями почвенных соединений.

На почвах же черноземного типа (обыкновенном и мощном черноземе) процесс окультуривания, повидимому, не всегда вле-



чет за собою улучшение их физических свойств, тем более, если это окультуривание достигается наряду с другими мероприятиями и применением минеральных удобрений, которые (в особенности содержащие в качестве катионов Na, K и NH<sub>4</sub>) частично могут нарушать природную структуру.

Экспериментальных данных по вопросам физических свойств черноземных почв различного культурного состояния имеется очень ограниченное количество.

А. А. Маслова (9), изучая на Харьковской оп. станции влияние различных технических приемов на изменение физических свойств черноземных почв, пришла к заключению, что различные технические приемы обработки не оказывают существенного влияния на изменение скважности и аэрации и изучение последних в условиях черноземных почв, повидимому, представляет меньший интерес, чем в условиях северных почв.

К такого же рода выводам пришел в своих работах на Ивановской оп. станции В. Н. Товарницкий (10).

Вот эти данные, характеризующие физические свойства высокоокультуренных стационарных и неокulturенных крестьянских почв (средние из 4-х сроков: 1 июня, 15 июня, 1 июля, 16 июля).

Таблица 1

П О Ч В А	Глубина в см	В % от насыпного объема			В % от общей скважности		
		Общая скважность	Капиллярная	Не капиллярная	Капиллярная	Не капиллярная	Аэрация
Крестьян. . . . .	0—10	59,7	50,6	6,1	84,6	15,4	40,0
Пар . . . . .	0—20	60,7	45,4	15,3	74,9	25,1	41,2
Стационар. . . . .	0—10	58,4	51,6	6,8	88,5	11,5	43,8
Пар . . . . .	10—20	58,7	51,4	7,3	87,5	12,5	44,3

Степень колебания данных по 4-м срокам настолько мала, что мы, в целях сокращения места, сочли необходимым взять средние данные.

Из этой таблицы видно, что в данном случае разницы в физических свойствах (скважность, аэрация) нет.

В отдельные моменты эти свойства складывались даже в более благоприятную сторону на неокulturенных крестьянских почвах, что автор объясняет частичным нарушением природной структуры чернозема внесением минеральных удобрений на полях станции в течение целого ряда лет.

Из изложенного следует, что черноземные почвы, имея хорошую природную структуру, при их окультуривании, повидимому, мало изменяют свои физические свойства. Для более де-

тального выяснения данного положения, в этом направлении в будущем необходимо произвести целый ряд исследований.

Таким образом, высокая производительность окультуренных почв черноземного типа, вероятно, в первую очередь будет обуславливаться изменениями их химических свойств, т. е. изменениями тех соединений, в форме которых находились питательные вещества в первоначальной почве.

Следовательно, определение окультуренной почвы, данное М. Н. Тулайковым, страдает односторонностью и не отображает сущности данного явления.

Несколько лет тому назад неоднократно на вопросах окультуривания почв останавливался М. А. Егоров (12), который характеризует их следующим образом:

„Это такие почвы, которые систематическим воздействием на них со стороны технических факторов урожайности (главным образом обработки и удобрения) доведены до такого состояния, что при дальнейшем применении этих факторов они уже своим влиянием больше не поднимают урожая“ (стр. 472).

К таким выводам М. А. Егоров пришел на основании материалов Харьковской оп. станции (как известно работающей на южной разности мощных черноземов), Полтавской опытной станции (работающей на лесном суглинке) и целого ряда данных русских и иностранных опытных учреждений.

Как в том, так и в другом случае опытным растением были сахарная свекла и озимая пшеница. Ниже приводим результаты эффективности навоза в опытах Харьковской оп. станции.

Таблица 2

	1927 год		1928 год	
	Без навоза	По навозу 20 т (±)	Без навоза	По навозу (±)
Культ. уч. . . . .	410,6	— 1,5	265,1	+ 18,9
Уч. средн. культ. . . . .	327,0	+ 72,4	193,6	+ 90,7
Уч. некульт. . . . .	235,0	+ 118,3	105,0	+ 127,1

На Полтавской с.-х. оп. станции (13) в 1927 году в опытах с сахарной свеклой на почвах разной окультуренности наблюдалась аналогичная тенденция, т. е. эффективность навоза уменьшалась по мере окультуривания почвы. В абсолютных величинах этот эффект будет выглядеть так.

Прибавки урожая корней сахарной свеклы в ц/га от 20 тонн навоза.

1. Сильно окультуренная . . . . . — 25,2
2. Средне „ . . . . . + 26,1
3. Слабо „ . . . . . + 203,2

Такое же явление, т. е. отсутствие эффекта от удобрений, наблюдается на почвах бывшего имения Харитоненко (Иванов-

ская оп. станция), (22) и обычно высокий эффект почти рядом, через дорогу лежащих, на крестьянских землях. Вот, например, в опытах с озимой пшеницей в экономии Николаевка контрольная делянка дала 15,4 ц зерна на 1 а, а с 32 тоннами навоза—16,3 ц. Аналогичные данные получились при анализе С. И. Городецким (14) материлов сети опытных полей Всесоюз. об-ва сахарозаводчиков за 1910—1916 гг. Последний, группируя опыты по почвенным типам, обнаружил, что действие навоза в свеклосахарном районе Украины не зависит от рода почв, по крайней мере, в пределах естественно-исторической классификации их от черноземов до светло-серых лесных земель включительно.

В среднем за 7 лет из 26 опытов с озимой пшеницей на черноземе прибавка зерна от 36 тонн навоза равнялась 2,1 ц с 1 а, а на светло-серых лесных землях—2,4 ц.

При разбивке же этих опытов соответственно величине урожаев на контрольных делянках (без удобрений) выяснилось, что действие навоза зависит главным образом от плодородия почвы. При среднем (из 60 опытов) урожае на контрольных делянках в 10,5 ц прибавка от 36 тонн навоза достигала 3,86 ц зерна на 1 а; при урожае же на контрольной делянке в 27,5 ц соответствующая прибавка падала до 1,7 ц зерна на 1 а.

В опытах сети оп. полей Сахаротреста (15) за 1925/26 г. с применением удобрений в пару под озимую пшеницу обнаружился целый ряд пунктов (10 пунктов), на которых прибавки урожаев зерна от удобрения были чрезвычайно малы или даже совершенно отсутствовали, в среднем они не выходили за пределы 1 ц на 1 а. И что характерно, среди этих 10 пунктов со слабым влиянием удобрений встречаются самые разнообразные типы почв. Начиная с обыкновенного чернозема с содержанием гумуса 6—7% и поглощенного Са 0,843% и кончая сильно выщелоченными и серолесными почвами с содержанием гумуса 3—4% и поглощенного Са 0,450%.

Одновременно в пределах тех же почв были обнаружены опыты, где действие удобрений сказывалось очень рельефно. Так, например, от 36 тонн навоза прибавки зерна достигали в среднем 7,6 ц на 1 а, а от 90 кг  $P_2O_5$  (суперфосфата) 4,5 ц.

Эти данные являются добавочным подтверждением высказанных С. И. Городецким мыслей, что отсутствие влияния удобрений на урожай связано не с типом почвы, а с чем-то другим, что за последнее время называют окультуренностью почвы (по крайней мере в пределах черноземных почв).

Разная эффективность от вносимых удобрений на почвах разного культурного состояния наблюдается и в 1933—34 гг. в опытах с картофелем, проведенных Воронежской областной станцией химизации по колхозам области.

Для большей ясности полученных результатов мы сгруппировали опыты, с одной стороны, по почвенным типам, а с другой—по степени окультуренности опытных участков и величины урожаев на контрольных делянках. В результате получили следующие данные в ц/а.

Таблица 3

Типы почв	Средне-окультуренные						Неокультуренные							
	Число случаев	Пределы колебания контроля	Удобрения			Число случаев	Пределы колебания контроля	Удобрения			Число случаев	Пределы колебания контроля		
			О	Рс <sub>45</sub>	Кс <sub>60</sub>			РН <sub>45</sub>	NR <sub>45</sub>	NR <sub>45</sub> К <sub>60</sub>			О	Рс <sub>45</sub>
			Прибавки от пудобренной в т/га					Прибавки от пудобренной в т/га						
<b>Опыты 1933 года</b>														
Выщелочен. и сильно выщелочен. чернозем (опыты в колхозах)	8	70—110	80,2	+ 9,0	—	+ 25,3	+ 27,2	11	50—80	63,5	+ 11,2	+ 5,2	+ 29,2	+ 33
Опорн. пункты Орлов. и Хобот . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	13	80—120	100,1	+ 13,4	+ 3,0	+ 36,7	+ 42
Мощный чернозем Чакин. опорн. пункт.	4	130—200	195,1	—	—	—	+ 13,1	18	170—200	189,2	—	—	—	+ 20,2
<b>Опыты 1934 года</b>														
Выщелочен. и сильно выщелочен. чернозем (опыты в колхозах) . . .	1	80—110	90,0	+ 19,5	+ 9,1	—	+ 21,4	4	70—100	81,1	+ 17,3	+ 14,2	—	+ 32,3

Средне-окультуренными мы называем почвы, расположенные вблизи селений и получавшие в прежние годы довольно регулярно навозное удобрение (или как их колхозники называли „приусадебные почвы“).

При рассмотрении данной таблицы прежде всего замечаем, что за оба года, т. е. 1933—34, намечаются одинаковые тенденции в сторону уменьшения эффективности от НРК на почвах средней окультуренности по сравнению с неокulturенными, причем эти тенденции, как видно, не зависят от типа почв.

Хотя для опытов на мощных черноземах мы имеем несколько меньшие прибавки в абсолютных цифрах, но зато в относительных величинах имели ту же картину. Кроме того, из этой таблицы видно, что на опытах с лучшей агротехникой эффективность от удобрений значительно возрастает (смотри данные опытов Орловского и Хоботовского оп. пунктов). Оказывается, такого рода явления, т. е. факты отсутствия реакции некоторых почв на удобрения констатированы не только у нас в черноземной полосе, но так же имеют место и в странах более интенсивного применения удобрений, как, например, в Германии и Франции.

М. А. Егоров (12) приводит для Германии данные опытов сельскохозяйственного общества, обработанные проф. О. Lemmermann.

В этих опытах, проводившихся на почвах, до последнего времени удобрявшихся нормально, было констатировано отсутствие эффекта от фосфорно-кислых удобрений.

В среднем из 226 опытов за 4 года в 57% случаев не обнаружилось никакого действия от вносимых фосфатов.

Аналогичного рода явления приводятся В. Н. Кочетковым (16) для Франции, когда с приведением некультурных почв в культурное состояние замечалось резкое понижение эффекта от удобрений.

Число данных, характеризующих уменьшение эффективности от навоза и минеральных удобрений на почвах, ранее получаемых удобрение, можно было увеличить. Но и этого мы считаем достаточно для того, чтобы прийти к заключению, что как будто действительно определение окультуренной почвы, данное М. А. Егоровым, является наиболее универсальным и отвечает действительности. А если это так, то перед нами встает давно разбитый еще Марксом, а потом Лениным пресловутый „закон убывающего плодородия почвы“, в силу которого каждое добавочное вложение труда и средств в земледелие сопровождается не соответственным, а уменьшающимся количеством добавочного продукта. Спрашивается, какая же разница между только что приведенными словами, характеризующими „закон убывающего плодородия почвы“ и выводами М. А. Егорова о том, что „при дальнейшем применении этих факторов (т. е. обработки и удобрения. А. У.) они уже своим влиянием больше не поднимают урожая“... Никакой. Как в том, так и другом случае конечным результатом является

уменьшение эффективности от каждого добавочного вложения труда и средств в сельскохозяйственное производство.

М. А. Егоров в подтверждение своего определения окультуренной почвы приводит целый ряд экспериментальных данных как русских сельскохозяйственных опытных учреждений, так и зарубежных и тем самым как бы страхует себя от каких-либо возражений и критики в необъективности данного определения.

Если внимательно проанализировать вышеприведенные опытные данные, то станет очевидным, что М. А. Егоров находится в плену у буржуазных теорий, в плену идеалистической философии, которой свойственно одностороннее преувеличение одного из факторов того или иного явления при игнорировании совокупности многообразных отношений и связей одного явления с другими.

В. И. Ленин (49) в статье „К вопросу о диалектике“ пишет, что „с точки зрения диалектического материализма философский идеализм есть одностороннее, преувеличенное развитие (раздувание, распухание) одной из черточек, сторон, граней познания в абсолют“. (Ленин, т. XIII, ст. 304).

Такой односторонностью страдает и определение окультуренной почвы, данное М. А. Егоровым, у которого основным критерием в определении окультуренной почвы является то, что эффективность от минеральных удобрений и навоза с каждым последующим их внесением уменьшается. Такой единственный фактор кладется в основу определения окультуренной почвы. Совершенно ясно, что это определение представляет собою чистейшую абстракцию, которая ведет к признанию „закона убывающего плодородия почвы“ и оставляет в стороне самое главное: изменения, которые произошли в почве от систематического применения изучаемого фактора.

Изучение физикохимических свойств почв различного культурного состояния В. Н. Товарицким, ВИУА и нами показало, что между ними в этом отношении имеются глубокие различия. *Поскольку процесс окультуривания меняет коренным образом внутреннюю природу почвы, постольку и приемы, преследующие цель дальнейшего повышения урожаев на этой почве должны иметь совершенно иной характер, чем на неокультуренной.* Применяя на этих почвах, различных по своей внутренней природе, одни и те же формы и дозы удобрений при одинаковой их комбинации, мы тем самым делаем грубейшую методологическую ошибку, в результате которой приходим к неправильным выводам.

Из опытов Дикусара (50), например, известно (опыты проводились с текучими растворами), что эффективность различных форм азотистых удобрений находится в зависимости от pH среды, а почвы различной окультуренности в этом отношении (особенно подзолистые и сильно выщелоченные черноземы) имеют существенное различие.

Кроме того, при изучении эффективности минеральных удобрений и навоза на почвах различного культурного состояния необходимо учитывать и то обстоятельство, что при внесе-



нии в них одинаковых доз удобрений создается не только количественная разница данных компонентов в почвенном растворе и почвенном поглощающем комплексе, но и различное их соотношение.

Опытами К. К. Гедройца (51) и других исследователей показано, что имеется тесная зависимость развития растения от содержания в питательном растворе „питательных“ и различных „непитательных“ элементов, от высоты их концентрации и от величины отношений между этими концентрациями. Так, например, эти опыты указывают на большое влияние на высоту урожая величины отношения между обменным кальцием и магнием. Он пишет, что

„оптимальное отношение Са: Mg различно для растений и, повидимому, зависит от величины емкости обмена данной почвы и присутствия в ее поглощающем комплексе других обменных катионов. Создание в почве неблагоприятного отношения между кальцием и магнием (слишком высокого) объясняет неблагоприятное действие, иногда совершенно губящее урожай, избыточного известкования чувствительных к этому отношению растений (лен, картофель, горчица и др.)“.

Но кроме магния, как обменного катиона, имеющиеся уже данные экспериментального исследования указывают на ряд других катионов, присутствие которых в обменном состоянии в почвенном поглощающем комплексе может заметно повысить производительность почвы.

С каждым новым исследованием все яснее становится зависимость развития растений не только от абсолютного содержания каждого из соединений почвенного раствора, но и от соотношения их между собою.

Весь ход развития учения о питании растений убеждает нас в этом и само положение о зависимости развития растений не только от концентрации веществ, входящих в почвенный раствор, но и от величины отношения между этими концентрациями можно считать твердо установленными; но какова величина этих отношений для оптимального развития растений, между какими элементами отношение играет роль в первую очередь, между какими оно имеет второстепенное значение, какова величина этих отношений для различных растений, как меняется оптимальная величина тех или иных отношений в зависимости от различных факторов вегетации (например, от кислотности почв, от влажности, температуры и т. д.) — все эти вопросы почти еще не исследованы.

При выяснении причин различной эффективности минеральных удобрений и навоза на почвах разного культурного состояния, вопросы изучения влияний различных соотношений между отдельными компонентами почвенного раствора и поглощенных оснований должны занимать одно из первых мест, ибо без такого изучения создание рациональной системы удобрений для почв различного культурного состояния будет происходить вслепую.

Практика широкого применения минеральных удобрений за последнее время выявила целый ряд фактов, которые говорят

о том, что минеральные удобрения эффективуют на окультуренных почвах при известных условиях сильнее, чем на неокulturенных.

Чтобы ближе познакомиться с данными, характеризующими более высокую эффективность минеральных удобрений на окультуренных почвах, мы некоторые из них приведем из статьи В. А. Францессон (17) в нижеследующей таблице:

Таблица 4

Почвенный тип	Культура	1932 год			
		Слабо-окультур.		Средне-окультур.	
		Прибавки в ц/га от N <sub>2</sub> O P <sub>10</sub> K <sub>90</sub>		Прибавки в ц/га от N <sub>2</sub> O P <sub>10</sub> K <sub>90</sub>	
Подзол	Конопля (соломка-матерка)	+ 9,2		+ 15,4	
Серо-лесн. земли	..	+ 11,3		+ 15,4	

Кроме этих данных автор приводит результаты Долгопрудного оп. поля, опубликованные в работе Щербы, который констатировал, что комбинация НК под овес дала на слабо-окультуренной почве прибавку 4,8 ц на га, а на приусадебном участке 9,4 ц (анализ таб. будет дан ниже при анализе результатов наших опытов).

Одновременно он в своей статье приводит данные, показывающие наличие хорошей эффективности азота, внесенного под рожь на сильно-окультуренных почвах, проявившейся в массовых опытах в Нидерлауэнтце (Германия).

Таким образом, из вышеизложенного материала следует, что данный вопрос является малоисследованным, а классификация почв на „окультуренные“ и неокulturенные на основании одних только урожайных данных, без агрохимической характеристики не может иметь производственного значения.

Практика социалистического земледелия за последнее время выявила целый ряд моментов, которые дают новые объяснения, дают более широкие и конкретные толкования понятия „окультуренная почва“.

В процессе развертывания постановки опытного дела пришлось встретиться с такими фактами, когда не только в пределах одного района, но даже в пределах отдельного хозяйства и, безусловно, на одной и той же почвенной разности и при одинаковой агротехнике получились чрезвычайно резкие различия в урожайности на отдельных участках, а при внесении удобрений различное их эффективирование. Это находилось, вероятно, в связи с различным хозяйственным использованием данной почвы в прошлом, которое и привело к неодинаковому плодородию.

Это положение привело исследователей к необходимости классификации почв по степени их окультуренности, а, следовательно, и поставило задачу специфического подхода при разработке системы удобрения для каждого варианта в отдельности.

Таким образом, при размещении удобрений в севооборотах совершенно отчетливо проявляется необходимость выделения главнейших культурных вариантов почв. Причем необходимо учитывать всю совокупность производственного воздействия в прошлом, под влиянием которого происходило изменение свойств почвенного покрова.

В силу наличия в прошлом стихийности в деле развития как помещичьих, так и отдельных крестьянских хозяйств, в настоящее время не представляется возможным сколько-нибудь точно установить историю этих воздействий.

Несмотря на это, мы все же в состоянии, хотя бы в первом приближении, в пределах каждого района наметить основные типы хозяйственного использования участков пахотных земель в прошлом.

При развертывании работ по химизации социалистического земледелия ВИУА, разрабатывая схему культурных вариантов, исходил именно из таких предпосылок, разбив почвы дерново-подзолистой и лесостепной зоны европейской части СССР на 4 группы культурных вариантов почвенных разностей.

Приведем две последних группы культурных вариантов, которые покажут нам более производственный характер выделения.

„Средне-окультуренные (средне-унавоженные) почвы, залегающие на участках, систематически удобрявшихся полевыми нормами навоза. Эти почвы расположены чаще всего в непосредственной близости от поселков, прилегающих к ним участков. Они чаще всего обращались в трехпольном севообороте, но уже с регулярным внесением навоза и часто с пропашными в паровом клину.

Сильно-окультуренные (сильно-унавоженные) почвы залегают на усадебных участках, старых конопляниках или огородах, где навоз применялся очень часто и в больших количествах. Эти почвы использовались обычно под овощные культуры и коноплю. Пахотный горизонт сильно-окультуренных почв характеризуется большой мощностью, обычно не менее 20 см, темной окраской и по сравнению со слабо и средне-окультуренными почвами хорошо выраженной структурой“ (17).

В этой схеме описания культурных вариантов дается трактовка окультуренной почвы не в общей форме, а с дифференциацией этого фактора по степеням глубины происшедших под влиянием сельскохозяйственной деятельности человека процессов, хотя, правда, в основу данной классификации положена главным образом только различная степень унавоженности.

Такое понятие окультуренности почвы предполагает длительный процесс формирования культурных вариантов, измеримый вековыми или в крайнем случае десятилетними периодами.

Безусловно, все различия в культурных вариантах нельзя только свести к различной степени унавоженности. Здесь, наряду с различной степенью унавоженности, немаловажное значение имела при формировании специфических особенностей каждого культурного варианта и совокупность целого ряда дру-

гих воздействий на данную почвенную разность, как-то: различная обработка, севооборот и само направление хозяйства.

В качестве примера воздействия совокупности других факторов на формирование специфических особенностей каждого культурного варианта можно привести опытные данные Носовской оп. станции (18). Последняя, изучая различные комбинации яблечевой пахоты и лушения, обнаружила, что по некоторым видам обработки с каждой последующей ротацией урожай систематически увеличивается, в соответствии с нарастанием культурности почвы. Так, например, в I ротацию лушение и октябрьская вспашка увеличила урожай овса по сравнению с одной октябрьской вспашкой на 1,35 ц с га, а в IV ротацию это увеличение возросло до 5,1 ц.

Еще интереснее в этом отношении данные Полтавской опытной ст., работающей на лесном суглинке (13).

На этой станции проводился опыт под названием „четвертое трехполье“. Опыт заложен в 1910 году, продолжался до 1926 года и велся в севообороте: 1) чистые и занятые пары, 2) озимая рожь и 3) яровая пшеница. До 1919 года опыт был без удобрения, а с этого года все деланки поперек были разбиты на 4 полосы: из них две полосы стали получать по 200 ц на га навоза. В 1927 году половина 3-го поля с удобренной (с 1919 г.) и неудобренной (с 1910 г.) полосами была засеяна сах. свеклой. В этом году удобрение не вносилось, но с 1919 года по 1926 г., как мы уже отметили выше, эти полосы получали по 200 кг на га навоза, следовательно мы их можем условно назвать культурными.

В результате такого использования, опытный участок по величине урожая корней свеклы в 1927 г. резко разделялся на три части: 1-я часть—с самым высоким урожаем корней; сюда войдут бывшие севообороты с ранним паром, рожью на зеленый корм, озимой викой с рожью и бессменной рожью, 2-я часть участка будет со средним урожаем свеклы: ячменный и вико-овсяный пары в прежнем, 3-я часть участка с наименьшими урожаями свеклы: гречишный, картофельный, тыквенный и кукурузный пары.

Если мы эти цифры выразим средними величинами, то получим такое соотношение:

	I гр.	II гр.	III гр.
Средний урожай	466,1 ц	367,0 ц	280,3 ц
	100,0	78,74	60,15

Такая колоссальная разница в урожаях сахарной свеклы получилась в результате изменений, которые произошли в почве безусловно от предшествующего использования данного участка, т. е. от предшествующих севооборотов и связанных с ними специфическими способами обработки почвы, поскольку все другие факторы относительно были одинаковыми для всего участка.

И надо сказать, что *эта огромная разница в урожае вызвана исключительно деятельностью человека, который посредством своего производственного воздействия создал новые варианты почвы, резко различные между собою.*

Наметив в пределах каждого района основные типы хозяйственного использования участков пахотных земель в прошлом и учтя все то различие в применении всего комплекса агротехнических мероприятий, можно затем непосредственно переходить к детальному изучению культурных вариантов почв этих участков.

Изучить их физико-химические свойства, отзывчивость на те или иные виды удобрений, дозы, время и способ заделки этих удобрений, одним словом, изучить специфические особенности для каждого варианта в отдельности, а соответственно с этим и разрабатывать систему удобрений применительно к данному варианту.

Такая постановка вопроса дает возможность не только изучить внутренние закономерности, происходящие в том или ином культурном варианте, но и должна способствовать приведению некультурных почв в более культурные.

Практика социалистического земледелия с неизбежной необходимостью выдвигает задачу более короткого процесса окультуривания.

В работе П. На й д и н а (19) уже встречаемся с постановкой данного вопроса, где он более короткий процесс окультуривания, „в отличие от окультуренности почвы, процесса длительного, меняющего внутреннюю природу почвы“, предлагает именовать окультуренностью поля.

Такая окультуренность поля по представлению автора может быть достигнута в течение двух-трех лет посредством улучшения обработки, путем введения в севооборот сороочищающих культур, путем своевременного сева и тщательной своевременной прополки и, наконец, путем применения удобрений.

В качестве примера он приводит данные Киевской опытной станции, которая вела исследования на участке, до этого принадлежавшем крестьянам.

Опыты проводились в четырехпольном севообороте по различным предшественникам, на фоне навоза и без навоза.

В результате применения высокой агротехники эффективность навоза под сахарную свеклу и картофель систематически увеличивалась.

Так, например, в первый год использования данного участка прибавка корней свеклы от 36 т навоза равнялась 31 ц/га, а через 4 года она достигала величины в 188,2 ц/га; для картофеля соответственно—13,5 и 44,2 ц/га (предшественником в обоих случаях был пар).

Необходимо отметить, что в каждом году из рассматриваемых четырех лет навоз вносился впервые и непосредственно под данную культуру. Следовательно, нарастание эффекта в каждом из последующих лет не могло быть отнесено к влиянию



Разница между участками заключалась лишь в том, что средне-окультуренный участок расположен на так называемых приусадебных землях, которые издавна и систематически удобрялись навозом. Последний раз навоз был внесен в 1931 году в количестве 30 тонн. На неокulturенном участке навоз и другие удобрения никогда не вносились.

В остальных отношениях (обработка, севооборот, рельеф и т. д.) участки можно считать сравнительно одинаковыми, тем более, что нам пришлось расположить опытные делянки перпендикулярно бывшим крестьянским полосам, а при уборке, в конце каждого опыта, против каждой делянки выделить площадки, равные опытным делянкам, полученный урожай с них взвешивался наравне с остальными. Эта операция проделывалась для проверки равномерности опытного участка в отношении его плодородия.

Вспашка на обоих участках была произведена под зиму в первых числах сентября 1932 г. на глубину 15—17 см. Весной, как только явилась возможность выезда в поле, оба участка были заборонованы (20 апреля).

Удобрения внесены 17 мая вразброс и тут же заделывались культиватором.

Перед посадкой 27 мая опытные участки перепахивались, а 29 мая производилась посадка картофеля под соху.

Необходимо отметить, что семенной материал специально отбирался для опытных участков.

По всходам производилось боронование, затем мотыжение, две перепашки и полка. Участки за весь вегетационный период находились в свободном от сорняков состоянии.

Размер делянок был в 400 кв. м с трехкратной повторностью. Опыты проводились по схеме Жорж-Вилля.

(Предшественником картофеля на обоих участках была озимая пшеница. Участки перешли в пользование колхоза в 1930 г., до этого времени находились в единоличном пользовании).

### **Описание разреза на неокulturенном участке**

Глубина вскипания карбонатов 150 см.

Общая мощность гумусового горизонта 56 см.

Мощность акк.-перегнойного горизонта 30 см.

0—15 см пахотный горизонт, влажный, темно-серого цвета, густо пронизан корнями, рыхлый, встречаются включения неправильной формы с острыми гранями.

15—30 см аккумулятивный горизонт; влажный, темно-серого цвета с буроватым оттенком, рыхлый, значительно пронизан корнями, встречаются темно-бурые концентрации различной формы. 30—56 см переходный горизонт: влажный, темно-бурого цвета, несколько плотнее первых двух горизонтов, корневая система слаба, встречаются темно-бурые концентрации.



56—70 см горизонт с гумусовыми затеками; цвет неоднородный, в верхней части—бурый, переходящий ниже в темно-палевый, влажный, сложение—среднее. Встречаются темно-бурые концентрации.

70—150 см горизонт слоистого строения, состоящий из чередующихся слоев суглинка и песка; цвет неоднородный—светло-бурый; встречаются темно-бурые концентрации в значительном количестве и большого размера (величиной с куриное яйцо). На глубине 150 см начинается горизонт вскипания. Углекислая известь в виде лжегрибницы. Наблюдаются глубокие гумусовые затеки. Рыхлый.

Структура: 0—15 см пылевато-комковатая, не прочная, при малейшем надавливании рассыпается.

15—30 см мелко-зернистая.

30—56 см зернисто-ореховатая.

56—70 см ореховатая.

70—150 см комковатая.

Темно-бурые включения встречаются по всему разрезу, начиная с аккумулятивного горизонта; причем количество и их величина по мере углубления увеличиваются (соединения железа), Переточенность червями наблюдается только в первых двух горизонтах и то слабая.

Песчано-суглинистый, сильно-выщелоченный, малой мощности чернозем, расположенный на светло-бурых песчаных суглинках.

#### **Описание разреза на средне-окультуренном участке.**

Глубина вскипания карбонатов . . . . . 110—115 см.

Общая мощность гумусового горизонта . . . . . 60 см.

Мощность акк.-перегнойного горизонта . . . . . 38 см.

0—15 пахотный горизонт, влажный, темно-серый, густо пронизан корнями, рыхлый, встречаются неправильной формы включения с острыми гранями.

15—38 см аккумулятивный горизонт, влажный, темно-серого цвета с буроватым оттенком, значительно пронизан корнями, рыхлый.

38—60 см переходный горизонт, влажный, темно-бурого цвета, плотнее первых двух горизонтов, корневая система развита слабо.

60—80 см горизонт с гумусовыми затеками, влажный, цвет неоднородный, от темно-бурого вверху до темно-палевого внизу, средней плотности.

80—150 см горизонт слоистого строения, состоящий из чередующихся слоев суглинка и песка; цвет неоднородный—светло-бурый. Встречаются темно-бурые конкреции в значительном количестве. На глубине 110 см начинается горизонт вскипания.

Углекислая известь встречается в виде лжегрибницы. Наблюдаются глубокие гумусовые затеки. Рыхлый.

Структура: 0—15 см мелко-комковатая.

15—38 см мелко-зернистая.

38—80 см ореховатая.

80—150 см комковатая<sup>1</sup>.

Разрез этот находится в 50 метрах юго-восточнее от разреза предыдущего.

Почвенная разность та же.

Из описания разрезов видно, что в морфологическом отношении между этими культурными вариантами имеется довольно значительная разница. Если у средне-окультуренного варианта общая мощность гумусового горизонта разнится 60 см, а акк.-перегнойного 38 см, то у неокulturенного варианта соответственно они будут равны 56 и 30 см.

Если мы обратимся к данным залегания ортштейнов и горизонтов вскипания, то и в этом отношении обнаруживаем между ними существенную разницу.

Причину этого различия, вероятно, следует искать в систематическом внесении навоза, который, повидимому, не только обогащает верхний горизонт почвы органическим веществом, но и способствует нарастанию мощности гумусового горизонта. Кроме того, почва вместе с навозом получает значительные количества кальция, который, попадая в нее, входит во взаимодействие с почвенным поглощающим комплексом, вытесняя из последнего поглощенный водород и другие основания. Тем самым он делает его более устойчивым по отношению к разрушающему действию воды. Результатом этого, повидимому, является некоторое, хотя и незначительное, увеличение мощности гумусового горизонта, меньшая глубина залегания углекислой извести и отсутствие ортштейнов в первых двух горизонтах.

## II

В свете современного учения плодородие почвы представляет настолько сложное явление, что его нельзя свести только к наличию воды и питательных веществ, как это делали прежние исследователи (Либих, Вольфи и др.). С внедрением в учение о почве диалектического метода познания, совершенно по-новому трактуется вопрос о плодородии. Точка зрения диалектического материализма в почвоведении предполагает установление генетическо-эволюционного представления о почве, умение разбираться в процессах образования почв, принимать во внимание

<sup>1</sup> В этом разрезе темно-бурые включения встречаются только в последнем горизонте. Переточенность почвы дождевыми червями незначительна.

не только момент времени, но и возраст явления с его эволюцией развития.

Академик В. Р. Вильямс (22), разрабатывая данную теорию в почвоведении, одновременно в своей теории травопольной системы делает попытку создать теорию земледелия на основах такого эволюционно-генетического представления о почвах и их плодородии. Следовательно, в свете этого учения плодородие почвы будет представлять собой не только одновременное наличие в почве элементов плодородия (вода и пища), но также предполагает и наличие определенных условий плодородия, к которым будут относиться: реакция почвы, ее структура (физические свойства), сорняки, вредители, различные микроорганизмы и состояние земледельческой техники. Известно, что плодородие и богатство почвы не одно и то же, а поэтому общее содержание некоторых соединений почвы для характеристики ее плодородия дать многого не может. Но тем не менее мы считаем необходимым на некоторых данных этого порядка остановиться, так как в педологическом отношении валовой анализ почвы представляет значительный интерес, давая возможность до некоторой степени уяснить себе характер и направление почвообразовательного процесса. В нашем случае валовой анализ кроме того представляется интересным и в том отношении, что он должен дать возможность проследить, какие произошли изменения в составе почвы под влиянием многолетнего внесения навоза. Давая характеристику богатства изучаемых почв, как однородного почвенного типа, можно будет выяснить происшедшие при этом изменения в валовом составе.

Результаты этих изменений видны из следующей таблицы:

*Данные валового анализа почв*

*(Нижние цифры показывают в % от максимального)*

*Таблица 5*

Почва	N %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	Гумус		(Ca - Mg) Каппен'у		Гидролит. кисл.		РН солевой вытяжки	Степень насыщения	Емкость поглощ.
			В % на абс. сух. почву	В % от макс. сумм.	%	В мл экв.	В Са %	Мм. экв.			
Сильно-окультур. (усадебная)	0,429	0,2010	8,23	100	0,770	38,5	0,0264	1,32	6,8	97	39,82
	100	100			100		100				
Средне-окультур. (приусадебная)	0,340	0,1777	8,02	97,6	0,1548	27,4	0,0796	3,98	6,0	87,4	31,38
	79,3	88,6			71,2		301				
Неокультурен.	0,300	0,1492	7,25	88,3	0,495	24,75	0,1108	5,54	5,4	81,6	30,29
	70,0	74,2			64,2		100				

Просматривая результаты таблицы, мы констатируем весьма значительные изменения в валовом составе у исследованных почв и особенно заметные по общему фосфору и азоту. Из таблицы видно, что общее количество P и N на усадебной почве по сравнению со слабо-окультуренной увеличилось на 30—26%. Чем же иным можно объяснить эти количественные изменения, как не систематическим, в течение десятилетий, внесением навоза. В самом деле, благодаря внесению навоза в почву, последняя обогащается не только органическим веществом, но и значительными количествами азота и фосфорной кислоты. Последние, как известно, не потребляются растениями полностью, а лишь только частично и притом в незначительном размере. По данным В. Шнейдевинда (23), из 200 ц навоза, с содержанием в них 85 кг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, сахарной свеклой из них было усвоено 31,75 кг или 37,9%, а картофелем всего лишь только 15,64 кг или 18,7%.

Аналогичные данные мы имеем и по нашим оп. станциям. Ф. Г. Перитурин (24), приводя данные действия навоза на урожай культурных растений по девяти опытным учреждениям, работающих в разных климатическо-почвенных зонах, констатирует действие навоза в течение 6 лет. Из этих данных, если примем среднюю сумму прибавок за 6 лет за 100, получаем:

Действие первого года от этой суммы . . . . .	31
Последствие на второй и третий годы . . . . .	32
Последствие на четвертый, пятый и шестой годы	37,

т. е. из шести лет действие навоза первый год дает одну треть всей суммы прибавок и две трети в последующие пять лет. А по данным Харьковской обл. с-х. станции последствие навоза даже распространяется на 11 лет.

Менее значительную разницу между отдельными культурными вариантами в количестве углерода мы объясняем содержанием в навозе большого количества безазотистых органических соединений, которые, попадая в почву, быстро разлагаются микроорганизмами до CO<sub>2</sub> и возможно CH<sub>4</sub>, в зависимости от наличия доступа в почву кислорода. Внесение большого количества с навозом безазотистых органических соединений вызывает бурное развитие микроорганизмов (бактерий и грибов). Последние используют большое количество минерализованного азота, в результате чего значительная часть N может обратно переходить в органическую форму. Фосфор же, находясь в навозе в форме нуклеопротеидов, лецитина и других фосфатидов, которые являются производными фосфорной кислоты, таким образом является уже в окисленной форме и здесь работа микроорганизмов сводится только к отщеплению фосфорной кислоты. В результате этого из легко усвояемой формы она, в силу наличия в почве значительных количеств Ca, Mg, а в некоторых случаях Fe и Al, может довольно быстро переходить в труднорастворимые формы и, следовательно, фиксироваться почвой.

Этими обстоятельствами, вероятно, и объясняется длительное действие навоза, а от систематического внесения последнего идет постоянное возрастание количества азота, фосфора и углерода.

Но почвы, богатые питательными веществами, не всегда являются плодородными (напр., болотные почвы). Стало быть одними количественными величинами различие в плодородии почв объяснить нельзя. И совершенно естественно встает вопрос о подвижности и доступности фосфора и азота, а следовательно, и о формах тех соединений, в виде которых они находятся в почве. А раз это так, то вполне естественно можно предполагать, что отзывчивость почвы на удобрение и доступность почвенных фосфатов  $K_2O$  и азота для растений будут обуславливаться не только их количественными величинами, но и степенью их подвижности и растворимости. Эти же последние будут являться функцией форм тех соединений, в виде которых фосфор и азот находятся в почве. В соответствии с этим мы и направляли наши исследования.

Переходя к рассмотрению данных поглощенных оснований, мы должны иметь в виду, что количество и состав поглощенных оснований (в свете современного учения о почве) являются одним из существенных моментов для характеристики почвы.

Академик К. К. Гедройц (25, 26), предлагая в основу почвенной классификации положить почвенный поглощающий комплекс (включая сюда и биологическую часть), как наиболее существенную часть почвы, одновременно отмечает недостаточное еще знакомство с последним, которое в свою очередь объясняется неразработанностью методики исследования. Тем не менее он кладет в основу своей классификации почв одну из частей почвенного поглощающего комплекса, а именно его катионную часть, т. е. состав обменных оснований, от которых зависят важнейшие свойства почвы: физические, химические, буферная способность, биологические и др. А поэтому каждая характеристика почв должна сопровождаться данными поглощенных оснований.

Своими исследованиями К. К. Гедройц (26) установил, что нормальные черноземы содержат в своем поглощающем комплексе только Са и Mg. Количественная же их сторона будет зависеть в разных черноземах от количества и соотношения органической и цеолитной части почвенного поглощающего комплекса.

Сопоставляя наши данные по поглощенным основаниям и гидролитической кислотности, мы констатируем колоссальные различия по этим величинам. Сильно-окультуренная почва богаче поглощенными основаниями средне-окультуренной на 28,8%, а неокulturенной на 35,8%.

Таким образом, учитывая содержание поглощенных оснований, гидролитическую кислотность и степень насыщенности, можно отнести эти почвы как бы к трем почвенным разностям: сильно-окультуренную — к обыкновенному чернозему; средне-окультуренную — к выщелоченному чернозему и неокulturенную — к сильно выщелоченному чернозему, что в действительности и наблюдалось на описанных выше разрезах.

Поскольку все эти три почвы принадлежат к одному и тому же почвенному массиву, то большее содержание поглощенных оснований в окультуренных почвах следует объяснить искусственным насыщением этих почв (Ca+Mg) за счет многолетнего внесения навоза, содержащего в своем составе значительные количества (Ca+Mg).

Увеличенное количество поглощенных оснований в свою очередь является до некоторой степени функцией количественного увеличения почвенного поглощающего комплекса, которое произошло за счет органической части навоза.

Для предварительной характеристики плодородия этих почв приведем урожайные данные контрольных делянок (картофель):

Сильно-окультуренная . . . . .	162 ц/га
Средне-окультуренная . . . . .	99,3 "
Неокультуренная . . . . .	72,54 "

Переходя к рассмотрению динамики питательных элементов и некоторых других агрохимических показателей, в связи с внесением удобрений, необходимо отметить, что полевые и вегетационные опыты были заложены по схеме Жорж-Вилля.

В нашу тему входило выявление влияния минеральных удобрений на питательный режим исследуемых почв и на динамику поступления питательных элементов в культуру картофеля. Для этого было намечено 4 срока взятия почвенных и растительных образцов, но в силу некоторых обстоятельств не удалось полностью выполнить намеченную тематику, а поэтому в процессе самой работы пришлось несколько расширить круг вопросов в области исследования почв.

Вместо намеченных 4-х сроков пришлось ограничиться всего тремя сроками для почвенных исследований и совершенно опустить взятие растительных образцов в полевых опытах. Что же касается вегетационных опытов, то здесь пришлось ограничиться двумя сроками взятия растительных и почвенных образцов.

Методика взятия проб принята следующая:

Во все три срока брались смешанные почвенные образцы из пяти мест пахотного слоя и затем доводились в колхозе же до воздушно-сухого состояния и в таком виде пересылались в лабораторию кафедры агрохимии ВСХИ, где после предварительного растирания и просеивания поступали в анализ.

Водная вытяжка готовилась при отношении почвы к воде 1:5 с 3-минутным взбалтыванием. Нитраты определялись по методу Грандвалля-Ляжа, а сумма поглощенных оснований и гидролитическая кислотность по Каппену. Для определения водно-растворимого калия бралось 200 см<sup>3</sup> вытяжки в фарфоровую чашку, которая выпаривалась на водяной бане до малого объема, а затем велось определение по методу Поздюшина (27). Подвижный калий определялся иодометрическим способом (28) с помощью платинохлористоводородной кислоты, а определение P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> велось по Аррениусу.

Данные по указанным компонентам за 1933 г. сведены в нижеприводимых таблицах.



Таблица 6

Средняя оценка	NO <sub>3</sub> в мг на 1 кг абс. сух. почвы						P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> в мг на 100 гр почв по Аргентусу						K <sub>2</sub> O в мг на 100 грамм почвы						
	Средне-окуляр.						Средне-окуляр.						Неокуляр.						
	31		4		23		31		4		23		31		4		23		
	мая	июля	сент.	мая	июля	сент.	мая	июля	сент.	мая	июля	сент.	мая	июля	сент.	мая	июля	сент.	
О	33,18	27,1	5,77	18,1	5,44	3,29	8,3	7,14	7,3	2,1	2,0	4,82	2,39	5,1	2,0	16,1	16,0	17,6	17,1
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	27,47	20,0	9,15	18,3	5,96	5,27	10,12	9,83	9,5	3,7	3,0	4,33	2,61	2,75	2,8	16,1	14,4	17,0	17,2
Na <sub>2</sub> O	27,4	20,56	5,45	19,7	16,36	4,32	9,4	10,4	10,1	2,7	2,5	5,7	3,7	3,75	2,9	20,82	18,5	17,3	18,5
K <sub>2</sub> O	20,5	16,87	2,15	13,1	6,28	6,7	10,8	9,13	9,4	2,9	3,0	6,4	2,50	4,05	3,1	30,0	25,8	2,2	18,95
NK	21,47	11,84	9,18	18,7	9,72	5,07	11,3	10,5	9,3	2,3	2,5	4,1	2,1	4,2	3,5	19,4	22,5	22,45	15,65
NP	28,9	16,38	4,13	18,3	8,9	6,5	10,5	9,4	9,7	3,3	4,0	3,2	2,9	3,95	3,38	18,93	18,9	23,5	17,5
PK	22,47	10,22		14,7	8,64	8,46	9,7	8,9	8,5	3,8	3,0	3,7	2,1	4,1	3,78	20,65	22,2	26,1	17,8
NPК	49,5	39,4	6,41	21,7	19,3	6,8	10,1	9,5	8,4	4,5	3,0	3,2	2,7	4,7	2,7	23,66	22,1	35,4	20,8

Средняя оценка	Сумма поглощ. основ. в мг/экв.						Гидролитическая кислотн. в мг/экв.						Емкость погл. S среднее из 3-х						Н гидролит. сред. из 3-х	
	Неокуляр.						Неокуляр.						Окуляр.						Окуляр.	Неокуляр.
	31		4		23		31		4		23		31		4		23		Окуляр.	Неокуляр.
	мая	июля	сент.	мая	июля	сент.	мая	июля	сент.	мая	июля	сент.	мая	июля	сент.	мая	июля	сент.	Окуляр.	Неокуляр.
О	27,99	28,03	28,57	24,14	24,3	24,16	3,35	4,2	4,31	5,93	5,46	5,33	32,32	29,77	28,2	21,2	1,12	1,12	5,57	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	28,06	27,78	28,27	24,75	21,15	24,53	3,55	3,75	4,62	5,01	5,16	5,6	32,07	30,88	28,1	21,48	3,97	3,97	5,2	
Na	27,49	28,34	28,10	23,77	21,2	24,17	4,47	4,73	4,48	6,34	6,48	6,20	32,46	29,89	28,0	24,05	4,56	4,56	6,34	
K	28,24	27,95	27,8	24,25	21,2	24,3	4,14	4,00	4,18	5,78	5,49	6,30	32,1	30,56	27,99	24,25	4,1	4,1	5,8	
NK	27,68	28,04	27,65	24,18	21,11	24,1	4,69	4,12	4,54	5,88	5,88	5,72	32,25	29,75	27,8	21,19	4,45	4,45	5,88	
NP	27,92	28,48	27,75	24,8	21,0	24,1	4,18	4,08	4,28	6,04	6,30	5,90	32,23	29,4	28,05	24,28	4,18	4,18	6,08	
PK	28,44	28,26	28,4	24,54	21,9	24,67	4,28	4,68	4,12	6,07	5,41	6,03	32,73	30,53	28,4	21,7	4,33	4,33	5,83	
NPК	29,05	29,16	28,5	24,96	21,56	24,80	4,32	4,41	4,12	6,13	5,50	6,42	33,18	30,5	28,9	24,8	4,28	4,28	5,7	

Из таблицы следует, что количество нитратов на всех делянках окультуренной почвы в первые два периода было значительно больше чем на неокультуренной, к концу же вегетационного периода эта разница совершенно сглаживается и количество нитратов как на той, так и на другой почве незначительно.

Кроме того, наблюдается резкое понижение нитратов во втором периоде на слабо-окультуренной почве и значительно в меньшей степени обнаружено это понижение для окультуренной почвы. Такая разница, повидимому, находится в связи с лучшей нитрификационной способностью окультуренной почвы, обусловленной наличием большего количества нитрификационного материала. В результате этого за время с 31/V по 4/VII на окультуренной почве нитратов накопилось больше, потребление же их в этот период вегетации растениями и микроорганизмами, развившимися при корневой системе на обоих участках было сравнительно одинаковым. Это объясняется тем, что растение развивалось в значительной степени за счет питательных запасов, находящихся в семенах, и в меньшей мере поглощало питательных элементов из почвы, поскольку корневая система была чрезвычайно слабо развита.

И действительно при наблюдении за ростом растений в этот период заметной разницы между ними на обоих участках не наблюдалось. Она выявилась значительно позже, приблизительно к моменту цветения. Дальнейшее же сглаживание разницы в нитратах вероятно обусловлено лучшим развитием и большим урожаем картофеля на окультуренном участке, для формирования которого требовалось и большее количество питательных элементов и в большей степени здесь была развита микрофлора в прикорневой зоне, а, следовательно, и больше потребовалось  $\text{NO}_3$ . Что же касается разницы в интенсивности нитрификационного процесса в зависимости от внесенных удобрений, то в наших опытах ее не наблюдается. Однако нужно заметить интересное явление на окультуренной почве для первых двух периодов понижения количества нитратов на всех удобренных делянках по сравнению с неудобренной, за исключением NPK (особенно на делянках с K). Такая же картина наблюдается для первого периода наблюдения и на неокультуренной почве.

Даже на делянках с  $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$  не обнаружилось повышение нитратного азота. Такое явление, вероятно, обусловлено, с одной стороны, влиянием данного удобрения на изменение реакции среды, угнетающе действующей на микробиологическую деятельность почвы, а с другой—высокой энергией поглощения  $\text{NH}_4$  почвой. И, наконец, способностью растений хорошо усваивать азот аммиачных солей без предварительной их нитрификации, особенно тех из них, которые в процессе роста синтезируют большие количества углеводов (29). Таким образом  $\text{NH}_4$ , поглощаясь почвой, вероятно, становится менее доступен для бактерий в качестве продукта для нитрификации, а освобождаясь,

вследствие обменных реакций, происходящих на поверхности коллоидальных частиц почвы, он непосредственно усваивается растением.

Процессу нитрификации подвергаются только аммиачные соли, а поэтому ее интенсивность зависит прежде всего от той легкости, с какой происходит аммонификация органических соединений. Опытами установлено, что этот процесс в различных почвах при всех иных равных условиях протекает с различной скоростью, что вероятно отчасти связано с различной энергией поглощения бактерий почвами (30). Этой адсорбцией объясняется слабая аммонификация, а следовательно, и нитрификация на глинистых почвах по сравнению с суглинистыми и супесчаными почвами. Но так как наши почвы по своему механическому составу являются сравнительно одинаковыми, то, следовательно, энергия аммонификации будет зависеть прежде всего от наличия и качества исходных продуктов аммонификации; нитрификация же в свою очередь будет обуславливаться, как утверждает Н. Н. Худяков (40), качеством образующихся в почве аммиачных солей. К. Н. Худяков в этом отношении ссылается на данные Мюнца и Лене, которые показали, что наилучшим материалом для нитрификации является гуминовокислый аммиак, получаемый из гумуса путем экстрагирования последнего аммиаком.

Минеральные же соли нитрифицируются хуже. Следовательно, в окультуренной почве повышенное количество нитратов, повидимому, связано с наличием органических азотсодержащих веществ, являющихся наилучшим субстратом для жизнедеятельности микроорганизмов.

Вопрос о влиянии различных минеральных удобрений на процесс нитрификации в полевых условиях в литературе освещен недостаточно. Однако, имеется значительное количество в этом отношении лабораторных данных, которые до некоторой степени могут воспроизводить полевые условия, хотя правда, об этом можно говорить лишь только с большой осторожностью, но тем не менее на некоторых из них остановимся. Г. Кулик (31), изучая (в компостах) влияние хлоридов и сульфатов на нитрификацию азотных удобрений, обнаружил, что в сосуде с  $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$  количество нитратов за 5,5 декад образовалось равное контролю, а в первые 1,5 декады даже несколько меньше.

К. Fred и E. Hart (32), сравнивая действие фосфатов и сульфатов на почвенные бактерии, пришли к заключению, что разложение органических азотистых соединений сильно стимулируется прибавлением некоторых минеральных солей. Опыты с растворами пептона показали, что прибавление к раствору пептона  $\text{K}_2 \text{PO}_4$  повышает количество образующегося аммиака и  $\text{CO}_2$ . Смесь дву- и трехкальциевого фосфата стимулирует образование аммиака.

Сернокислый кальций и калий слабо повышают аммонификацию, первый несколько сильнее последнего. На основании полученных результатов авторы указывают, что повышение уро-

жаев под влиянием растворимых фосфатов должно быть частично отнесено за счет усиления деятельности почвенных бактерий (усиление азотистого питания и растворимости минеральных веществ почвы благодаря образованию  $\text{CO}_2$ ). Исходя из этих соображений, следовало ожидать усиления энергии нитрификации на делянках с суперфосфатом, данные же таблицы показывают совершенно противоположное. Аналогичные результаты в отношении нитратов на делянках с суперфосфатом в свежловичном клину были получены на Сумской с-х. опытной станции (33). Причины такого явления можно объяснить, предположительно, возможностью образования избыточной концентрации Са в почвенном растворе, который может, с одной стороны, нарушить его равновесие, а с другой—воздействовать на азотсодержащее органическое вещество, делая его более устойчивым по отношению к микроорганизмам.

Известно, что процесс нитрификации есть функция целого ряда факторов, в частности—температуры, влажности, аэрации, реакции среды, качества питательного субстрата и, наконец, наличия и качества растворенных солей в почвенном растворе. Если температура, аэрация, влажность и качество питательного субстрата для всех делянок были сравнительно более или менее одинаковы, то реакция среды и особенности почвенного раствора могли быть и различными, поскольку на них вносились разные виды удобрений.

Совершенно очевидно, что при одностороннем удобрении (суперфосфатом, сальвинитом и серно-кислым аммонием) могло иметь место проявление в той или иной степени токсичности солей на микроорганизмы почвы, следствием чего, вероятно, и явилось уменьшение нитратов на делянках с отдельными удобрениями и в особенности на делянках с сальвинитом. Одновременное же их внесение (суперфосфата, сальвинита и сернокислого аммония) в силу наличия антагонизма солей уничтожало эту токсичность и делало почвенный раствор более уравновешенным, а совместное присутствие в нем Са, К, Na и  $\text{NH}_4$  создавало меньшую возможность вхождения  $\text{NH}_4$  в почвенный поглощающий комплекс. Это, конечно, не могло не усилить процесса нитрификации, поскольку  $\text{NH}_4$  почвенного раствора являлся добавочным нитрифицирующим материалом.

Кроме того, при совместном внесении NPK имелась и большая возможность образования фосфорнокислого калия, который (как мы указывали выше) в свою очередь мог оказывать стимулирующее действие на процесс разложения органических азотистых соединений. Распространение действия антагонизма солей и их ионов на микроорганизмы, нам кажется, вытекает из представления плазмы клетки, как совокупности коллоидов, физическое состояние которых зависит от веществ, растворимых в окружающей жидкости.

Исходя из этого, мы можем наметить несколько возможных форм взаимодействия между плазмой и этими веществами. Во-первых, есть возможность физического воздействия типа адсорба-

ции и, во-вторых, химического взаимодействия между веществами, растворенными в среде, и белковыми соединениями клетки. За возможность как первого, так и второго рода взаимодействия имеются положительные данные, но более подробное выяснение процесса ведет все более и более к сближению этих, казалось бы, противоположностей. Известно, что белки низших организмов состоят большей частью из отрицательных коллоидов, а поэтому становится понятным доминирующая в данном случае роль катионов над анионами. Целым рядом работ бактериологической лаборатории Тимирязевской с.-х. академии и других исследователей показано, что явления антагонизма (34) (35) (36) солей между одно-и многозначными металлами находят себе выражение и на микроорганизмах.

В отношении же подвижной фосфорной кислоты отметим только некоторые общие тенденции в ее поведении. Прежде всего бросается в глаза довольно резкое различие в количествах лимоннорастворимой  $P_2O_5$ . Окультуренная почва содержит в 3—3½ раза больше подвижной  $P_2O_5$ , чем неокulturенная. Вносимые же удобрения очень слабо повлияли на ее изменение в обоих почвах.

Изменений  $P_2O_5$  во времени почти не наблюдается на обоих почвах.

При рассмотрении данных  $K_2O$ , прежде всего обнаруживаем почти совершенное отсутствие разницы его на обоих почвах как водно-растворимого, так и подвижного. В чем же дело. Попытаемся в этом разобраться подробнее.

Целый ряд исследований по вопросу о природе зольных веществ гуминовой кислоты и о характере связи их органической частью этой последней показали, что как общее содержание золы в гумусовой черной вытяжке, так и ее состав представляют собой крайне изменчивые величины даже на пробах почвы, взятых в непосредственном соседстве. Что же касается характера и прочности связи этих зольных элементов с органическим „ядром“ гумуса, то С. П. Кравков (37) в своем курсе „Почвоведение“ (стр. 55) пишет:

„На основании одних работ можно думать, что органо-минеральные соединения, входящие в состав почвенного перегноя, представляют собой простые и двойные соли гумусовых кислот, где зольные вещества связаны с органическими подобно связи оснований с кислотами, подчиняясь таким образом законам простых химических реакций. С другой стороны, имеются данные, свидетельствующие о том, что зольные вещества заключены в гумусе гораздо более прочно и не могут быть из последнего извлечены полностью путем обработки его обычными методами, а лишь после полного его разрушения. Он приводит данные Родзянко, который после многократного осаждения гумуса и после обработки его 30% соляной кислотой, все же нашел в нем после всех таких манипуляций около 1.5% золы.

Далее мы у него читаем:

„Леваковский, П. Слезкин, С. Кравков считают, что связь в гумусе между органической и минеральной частями такая же прочная, какая существует и в свежем растительном веществе и что часть своих зольных частей гумус получает как бы „в наследство“ от гумусообразователя“.



Последние работы А. Шмук (38) по изучению органического вещества почвы показывают, во-первых, незначительное количество вообще зольных элементов в органическом веществе почвы, извлекаемом при помощи щелочной вытяжки, а, во-вторых, чрезвычайно малый процент  $K_2O$  к общей массе золы. Так, например, в Е-гуминовой кислоте (которая является преобладающим компонентом в щелочной вытяжке) он обнаружил общее количество золы, равное 2,62%, из которых на долю  $K_2O$  приходится 1,22%.

Кроме того, А. Шмук на основании своих исследований приходит к заключению, что зола не находится в органической связи со всем веществом (кроме серы и фосфорной кислоты—как элементов белка), а скорее является неизбежным и трудно удаляемым загрязнением. С этой точки зрения зольные вещества гумуса и в частности  $K_2O$  представляют чрезвычайно малую величину к общему их содержанию в почве.

Стало быть, мы своими методами определили калий, находящийся в почвенном растворе при обработке почвы водой, и, наконец, калий почвенного раствора в почвенном поглощающем комплексе и частично калий алюмосиликатов при обработке почвы 0,05 н соляной кислотой.

(20 г почвы обливались 200 см<sup>3</sup> 0,05 н HCl и взбалтывались в течение часа на ротаторе). Количество калия в водной вытяжке оказалось настолько мало, что даже не представляется возможным на основании полученных количеств делать какие-либо выводы о влиянии минеральных удобрений на содержание воднорастворимого калия в почве. При внесении в почву сильвинита, применяемого в качестве удобрения, последний быстро растворяется и ионы калия тут же поглощаются почвенным поглощающим комплексом.

Вполне естественно, что при обработке почвы водой обнаружили лишь только следы калия (5 мг на 100 г абс. сухой почвы составляют всего лишь 0,005%  $K_2O$ ). Переходя к рассмотрению данных подвижного калия в почве, мы прежде всего констатируем почти одинаковое количество его на обоих почвах, с некоторой тенденцией в сторону увеличения его на делянках с удобрениями и больше всего—с калийными. К концу же вегетационного периода количество подвижного  $K_2O$  становится почти равным на всех делянках. Такое явление объясняется большей подвижностью вносимого с удобрением калия по сравнению с основными источниками калия почвы и, как следствие этого, в первую очередь потребляемого растением. Некоторое повышение  $K_2O$  на всех удобренных делянках в первый период, обнаруженное при обработке почвы кислотой, может так же находиться в связи с повышенной концентрацией почвенного раствора, который, соприкасаясь с „цеолитной“ частью почвы, делает менее устойчивыми алюмосиликаты (напр.: ортоклаз, лейцит, мусковит и др.). Последний по отношению к разрушающему действию применяемой при обработке HCl. В литературе имеются данные (39) (40), когда при изолированном питании



$K_2O$  мусковита, биотита и целого ряда других алюмосиликатов был почти недоступен растениям, когда же алюмосиликаты вносились с другими солями или входили в общую смесь, то они являлись хорошими источниками  $K_2O$ .

Вероятно, аналогичная картина воздействия ионов удобрений на алюмосиликаты почвы будет до некоторой степени иметь место и в почвенных условиях.

Таким образом, при внесении удобрений мы не только обогащаем почву питательными веществами, имеющимися в последних, но и можем создавать условия для большей подвижности наличных ресурсов самой почвы.

В заключение необходимо отметить ничтожность подвижного калия в почве по сравнению с общим его содержанием и потребностью в нем растений. При общем содержании в почве  $K_2O$  в среднем для черноземов в 2—2,5%, в нашем случае при 20 мг на 100 г почвы было всего лишь 0,02%.

И тем не менее растения меньше всего испытывают недостаток именно в калии. Это, вероятно, объясняется тем, что растения в состоянии потреблять, как пишет Гедройц, экстенсивно обменивающийся калий.

На черноземной почве, содержащей из обменных катионов практически один лишь кальций, К. К. Гедройцем (41) был поставлен вегетационный опыт с одним и тем же основным удобрением (0,2 г азота  $NaNO_3$  и 0,2 г  $P_2O_5$  в  $NaH_2PO_4$ ), но с различными количествами серно-кислого калия (от 0,05 до 1 г  $K_2O$  на сосуд), при различном способе его внесения. Опытными растениями были: овес, гречиха, горчица.

Результаты опыта показали, что ни под одним из трех растений ни первоначальный чернозем, ни чернозем, насыщенный одним кальцием, вовсе не нуждались в калии. Следовательно, растения в состоянии использовать  $K_2O$  цеолитов и при обеспечении другими питательными веществами давать высокие урожаи.

При анализе данных валового состава исследуемых почв мы констатировали тенденцию в сторону повышения поглощенных оснований по мере окультуривания почв и там было отмечено, что такое явление обусловлено, во-первых, обогащением почвы органическими коллоидными веществами, вносимыми в виде навоза, и, во-вторых, значительным содержанием в этом навозе Са и Mg, что, конечно, в значительной мере способствовало увеличению емкости поглощения и степени насыщенности окультуренных почв.

Таким образом, обогащение почвы органическими коллоидными веществами и повышенная степень насыщенности делает почвенный поглощающий комплекс окультуренной почвы более устойчивым по отношению к разрушающему действию воды. А это, в свою очередь, обеспечивает улучшение физико-химических, биологических и целого ряда других свойств, ведущих к большой подвижности питательных веществ, а следовательно, и к наиболее высокому урожаю.

Значительных влияний на сумму поглощенных оснований обеих почв внесенные удобрения не оказали, но тем не менее приходится отметить некоторую тенденцию в сторону увеличения последних на делянках с НРК и РК и как будто намечается сдвиг в сторону уменьшения или же остается неизменной на всех остальных делянках для обеих почв, за исключением делянки с суперфосфатом на неокультуренной почве, где сумма поглощенных оснований на 0,28 мм/экв. больше по сравнению с неудобренной делянкой.

Эти данные показывают, что сумма поглощенных оснований является для каждой почвенной разности величиной довольно устойчивой и может меняться лишь в результате систематического воздействия целого ряда факторов (особенно удобрения, севооборот, обработка и т. д.) в течение сравнительно длительного периода (96). В правильности этого положения мы убеждаемся при сопоставлении данных по сумме поглощенных оснований на исследуемых нами почвах.

Если для окультуренной почвы на делянке без удобрений средняя величина за вегетационный период равняется 28,2 мм/экв., то соответственно для неокультуренной она будет равна 24,3 мм/экв. Такая значительная разница получилась в результате внесения навоза в течение нескольких десятилетий.

Чем же однако можно объяснить некоторое повышение суммы поглощенных оснований на делянках с удобрениями и в особенности на делянках с НРК. Нам кажется, что причину такого явления нужно будет искать, до некоторой степени, внесением с удобрениями туками значительных количеств балласта в форме  $\text{NaCl}$  и  $\text{CaSO}_4$ .

Первый будет иметь место при внесении сильвинита, а второй — суперфосфата. Принимая во внимание, что содержание  $\text{NaCl}$  в сильвините может колебаться от 58—78% и  $\text{CaSO}_4$  в суперфосфате—50%, то вполне естественно, что эти вещества, попадая в почву, будут растворяться и обогащать почвенный поглощающий комплекс своими катионами, и особенно это будет относиться к  $\text{NaCl}$ , как хорошо растворимого вещества. Что же касается  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ,  $\text{CaHPO}_4$ ,  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  и  $\text{CaSO}_4$ , которые вводятся в почву с суперфосфатом, в свою очередь, по мере растворения будут своим кальцием обогащать почвенный поглощающий комплекс.

Хотя нам известно, что первое соединение в воде плохо растворимо, а второе и третье в силу наличия в почвенном растворе ионов кальция, попадая в почву, могут ретроградироваться до  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  и таким образом, как будто в силу своего незначительного растворения в воде  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , лишается возможности участвовать в тех реакциях, которые протекают на границе раздела жидкой и твердой фазы почвы.

Но поскольку почва является не инертной средой, а „живым своеобразным телом“ с колоссальным количеством происходящих в нем процессов, то безусловно в силу этого обстоятельства и не может быть никакой речи о том, что и  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  не участ-

вует в реакциях между почвенным раствором и поглощающим комплексом. В самом деле,  $KCl$ ,  $NaCl$   $(NH_4)_2 SO_4$ ,  $Ca(H_2PO_4)_2$ , попадая в почву, при условии достаточной влажности, быстро диссоциируют на ионы, катионная часть которых быстро вступает в реакцию с почвенным поглощающим комплексом, вытесняя из последнего эквивалентное количество других катионов и некоторую часть имеющихся в почвенном поглощающем комплексе водородных ионов. Последние, попадая в почвенный раствор, наряду с кислотой, полученной в процессе нитрификации, корневыми выделениями и целым рядом других продуктов жизнедеятельности микроорганизмов почвы, в свою очередь действуют на трудно растворимые в воде соединения кальция и создают условия для вхождения новых порций кальция в почвенный поглощающий комплекс.

Обработывая почву при определении суммы поглощенных оснований по Каппену  $HCl$  в течение 1 часа и оставляя ее в таком состоянии 24 часа, при наличии в почвенном поглощающем комплексе  $Na$ , внесенного с сильвинитом, а в самой почве  $CO_2$  можно ожидать образования в нашей системе некоторого, хотя может быть и незначительного, количества соды ( $Na_2 CO_3$ ), которая благодаря своей способности к гидролизу будет давать известное количество гидроксильных ионов.

В результате этого будет расходоваться добавочное количество водородного иона на нейтрализации  $OH$ .

Вот этим, повидимому, и объясняется некоторое повышение суммы поглощенных оснований на делянках с удобрениями и в первую очередь на делянках с  $PK$  и  $NPK$ .

Если же обратиться к рассмотрению суммы поглощенных оснований по отдельным периодам, то и здесь мы не наблюдаем резких колебаний. Если же они и есть, то не выходят за пределы точности аналитических исследований.

Останавливаться на детальном анализе данных по гидролитической кислотности после обстоятельного рассмотрения суммы поглощенных оснований и тех процессов, которые могут происходить в почве при внесении отдельных видов удобрений, считаем излишним, поскольку гидролитическая кислотность является величиной, сопряженной с суммой поглощенных оснований, т. е. меняющейся в зависимости от последней, в чем мы могли убедиться при сопоставлении этих величин на почвах разной окультуренности.

Теперь приведем аналогичные данные для почв из вегетационных сосудов (см. таблицу 7 на стр. 82).

При сопоставлении данных вегетационного опыта с полевыми, мы не обнаруживаем значительных расхождений между ними, за исключением, правда, нитратов, которые вели себя в вегетационных сосудах несколько иначе. В условиях полевого опыта на окультуренной почве в первый период наблюдения нами было обнаружено количество нитратов для аналогичных делянок в 1,5—2 раза больше, чем на неокультуренной, а для второго периода эта величина на некоторых делянках была в

Таблица 7

СХЕМА ОПЫТА	NO <sub>3</sub> в мг на кг аб- солют. сух. почвы				P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> в мг на 100 гр почвы по Арренисуу				Сумма по- глощ. осн. по Каппену				Сумма по- глощ. осн. по Каппену				Гидролитич. кислотн. по Каппену				S.Средняя из двух		Н. гидрол. ср. из двух	
	Окультур.		Неокульт.		Окультур.		Неокульт.		Окультур.		Неокульт.		Окультур.		Неокульт.		Окультур.		Окультур.		Неокульт.			
	20 авг.	11 окт.	20 авг.	11 окт.	29 авг.	11 окт.	20 авг.	11 окт.	20 авг.	11 окт.	20 авг.	11 окт.	20 авг.	11 окт.	20 авг.	11 окт.	20 авг.	11 окт.	20 авг.	11 окт.	20 авг.	11 окт.		
	11 окт.	20 авг.	11 окт.	20 авг.	29 авг.	11 окт.	20 авг.	11 окт.	20 авг.	11 окт.	20 авг.	11 окт.	20 авг.	11 окт.	20 авг.	11 окт.	20 авг.	11 окт.	20 авг.	11 окт.	20 авг.	11 окт.		
О . . . . .	15,49	11,4	12,7	10,8	9,5	8,0	3,9	3,5	27,9	28,3	23,7	23,98	4,3	4,5	6,2	6,28	28,1	23,8	4,4	6,24	Окультур.	Неокульт.		
Pc 0,5 гр . . .	12,84	10,33	10,3	8,39	10,9	9,95	4,5	3,75	27,98	28,65	24,1	24,3	4,05	4,13	6,12	5,9	28,3	24,2	4,1	6,0	Окультур.	Неокульт.		
Na 1,0 гр . . .	18,3	16,3	19,39	12,25	10,75	10,5	4,5	4,5	27,83	27,94	23,6	23,75	4,5	4,9	7,44	7,55	27,9	23,67	4,7	7,5	Окультур.	Неокульт.		
Kc 1,5 гр . . .	7,7	5,45	6,52	5,04	11,3	10,4	4,0	3,5	27,71	28,1	24,3	23,81	4,8	5,0	6,90	6,98	27,9	24,1	4,9	6,94	Окультур.	Неокульт.		
NK . . . . .	15,24	10,3	17,52	9,82	10,75	10,78	4,6	4,25	27,6	27,75	24,7	23,9	4,7	4,03	6,81	7,15	27,7	24,3	4,3	6,98	Окультур.	Неокульт.		
NP . . . . .	22,25	14,2	18,6	12,3	11,8	11,3	4,5	4,5	27,93	28,4	24,13	24,5	4,4	4,1	6,8	6,85	28,7	24,3	4,25	6,82	Окультур.	Неокульт.		
PK . . . . .	11,37	6,53	12,2	11,45	10,4	9,95	4,5	4,5	28,13	28,7	24,1	24,5	4,1	4,3	6,18	6,3	28,42	24,3	4,2	6,24	Окультур.	Неокульт.		
NPK . . . . .	15,54	5,85	17,05	11,4	11,7	11,2	4,5	4,5	28,49	28,9	24,3	24,9	4,7	3,9	6,3	6,2	28,7	24,6	4,3	6,25	Окультур.	Неокульт.		

4—5 раз больше и только в последний период во время уборки количество нитратов, достигнув чрезвычайно малой величины, почти сравнялось на обоих почвах.

В условиях вегетационных опытов было следующее: количество нитратов в соответствующих сосудах для обоих почв было довольно устойчивое в оба периода. В самом деле, если сравним, например, содержание нитратов по почвам и периодам на делянках с NPK и без удобрения, с соответствующими вегетационными сосудами, то получим следующую картину:

Таблица 8

Условия опыта	Удобрения	NO <sub>3</sub> в мг на кг абсол. сухой почвы			
		Окультурен.		Неокультурен.	
		I	II	I	II
Полевые опыты	О	33,2	5,77	18,4	5,44
	NPK	49,5	6,41	24,7	6,8
Вегетацион. опыты	О	15,5	11,4	12,7	10,8
	NPK	15,54	5,85	17,0	11,4
	NP	22,3	14,2	18,6	12,3

Эта табличка очень рельефно показывает резкость колебаний количества нитратов в полевых опытах как по почвам, так и по периодам и сравнительно устойчивое положение с нитратами в вегетационных сосудах. Правда, разница в нитратах в сосудах с отдельными удобрениями и в вегетационных опытах достигает внушительных размеров, если мы будем анализировать данные в вертикальном направлении. И эта разница особенно проявилась в сосудах с Kc и NP. Если в сосуде с NP мы обнаружили количество нитратов в первый период наблюдения 22,25 мг, то для сосуда с Kc эта величина равнялась всего 7,7 мг; для второго периода соответственно 14,2 мг и 5,45 мг.

Эти данные относятся к окультуренной почве, но такая же картина для аналогичных сосудов наблюдается и на неокulturенной почве. Для остальных же сосудов разница в нитратах по обоим почвам была очень незначительной и имеет некоторую аналогию с нитратами для полевых опытов.

Чем же объясняется такое различие в направлении нитрификации для полевых и вегетационных опытов. Нам кажется, что ответ на данный вопрос необходимо искать в тех факторах, которые сопутствовали опыты.

Самыми существенными факторами, влияющими на расхождение в показаниях вегетационного и полевого опыта в отношении

нитратов, необходимо признать: 1) Различные условия увлажнения почвы в том и другом случае. Поддержание почвы вегетационных сосудов в течение всего опыта в условиях оптимального увлажнения обуславливает собою, вероятно, и ту незначительную степень колебания в отношении нитратов за весь вегетационный период.

2) Оптимальная влажность в вегетационном опыте способствует сравнительно энергичному развитию растений, вследствие чего при малом объеме почвы в сосуде большая часть образовавшихся нитратов будет потреблена растением и микроорганизмами, развившимися в прикорневой зоне (42). Кроме того, существенное значение на неодинаковую энергию нитрификации в том и другом случае может иметь различная амплитуда колебаний температуры в почве полевого и вегетационного опыта.

М. А. Егоров (43), изучая причины различной энергии нитрификации в условиях вегетационного и полевого опытов, пришел к заключению, что в основе этого лежит, во-первых, большое различие в суточной и месячной амплитуде колебания температуры в поле и сосуде, во-вторых, повышенная влажность почвы в сосудах и неравномерное ее распределение по разным частям сосуда. Так он нашел, что в нижней части сосуда за весь вегетационный период влажность значительно выше, чем в верхней. На основании этих данных, он приходит к выводу:

„Повидимому, этот фактор (повышенная влажность и неравномерное ее распределение. А. У.) оказал решающее влияние на накопление нитратов и вопреки ожиданиям в вегетационном сосуде накоплялось их меньше, нежели в открытом грунте. Что дело здесь главным образом в количестве влаги, можно видеть также и из того, что в вегетационном сосуде с овсом, по наблюдениям 31 мая, 16 и 30 июня, нитратного азота оказалось больше, нежели в сосуде без растения. Сопоставляя для этих моментов данные по влажности образцов показывают, что она несколько ниже в сосуде с овсом“.

Интересно отметить, что количество нитратов в вегетационных сосудах его опытов за весь период было довольно устойчиво.

Что же касается пониженных количеств нитратов в сосудах с сильвинитом, то они, вероятно, являются, во-первых, результатом ухудшения физических свойств почвы, которое произошло под влиянием  $K$  и  $Na$ , вошедших в почвенный поглощающий комплекс, сделав его таким образом более подвижным, чем это требуется для оптимальной деятельности микроорганизмов, и, затруднив доступ кислоты, что в свою очередь могло привести к усилению восстановительных процессов, во-вторых, нарушением оптимальных соотношений между компонентами почвенного раствора, выразившееся, по всей вероятности, в повышении концентраций  $NaCl$  и  $KCl$  в почвенном растворе, которые, как известно, проявляют токсические действия (35) (44) на микроорганизмы при условии одностороннего их увеличения в большей степени, чем другие соли. Кроме того, вероятно, оказало угнетающее действие на микробиологическую деятельность и подкисление реакции среды, получившейся в силу физиологической кислотности сильвинита.



Из таблицы видно, что гидрлитическая кислотность в сосудах с сильвинитом, хотя и незначительно, но увеличилась. Правда, изучение токсичности и антагонизма солей по отношению к бактериям производилось в условиях элективных сред, но тем не менее в некоторой степени токсичность и антагонизм солей может проявляться и в почвенных условиях и особенно явления токсичности солей могут проявляться при одностороннем удобрении в первое время после их внесения, когда еще не произошло уравнивание почвенного раствора. В противном случае чем же объяснить пониженную энергию нитрификации на делянках и в вегетационных сосудах с сильвинитом. Хотя в полевых условиях понижение энергии нитрификации было выражено очень в незначительной степени, но отсюда вовсе не следует, что явления токсичности солей по отношению к бактериям в почвенных условиях совершенно не имеют места. Это только показывает в какой степени в полевых условиях они могут проявляться.

Богатство почвы поглощенными основаниями и в первую очередь Са очень быстро может свести до минимума явления токсичности; здесь Са и Mg выступают в роли антагонистов KCl и NaCl.

Для более полного составления представлений о тех изменениях, которые произошли в почве от систематического применения навоза и специфических приемов обработки почвы нам пришлось несколько расширить объем наших исследований. С этой целью мы взяли еще один почвенный образец с того же почвенного массива, но отличного от первых двух своей высокой окультуренностью. Добавочным включением в исследования образца высокоокультуренной почвы преследовалась цель установления основных тенденций в направлении процессов окультуривания.

Приводимые выше общие количества некоторых питательных элементов и агрохимические данные показывают существенную разницу между почвами различной окультуренности. Там было отмечено, что по мере увеличения гумуса возрастает и емкость поглощения. Но увеличение органического вещества почвы не всегда влечет за собой повышенное плодородие (напр., болотные почвы).

Повышенное плодородие в нашем представлении ассоциируется не только как богатство почвы питательными веществами вообще и органическим веществом в частности, но оно всегда предполагает и степень их подвижности. Исходя из этих соображений, мы решили проследить степень подвижности органической части поглощающего комплекса для почв разной окультуренности. С этой целью нами были взяты образцы почв по 20 г каждой и обливались 100 см<sup>3</sup> 0,2 н раствором Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, затем производилось 3-минутное встряхивание и фильтрование через сухой складчатый фильтр. В фильтрате определялось количество растворенного органического вещества по Ки и в елю и фосфорная кислота, причем P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> была определена как в органической форме, так и в минеральной, для чего 25 см<sup>3</sup> филь-

траты сжигались мокрым способом, а на остальную часть щелочной вытяжки действовали слабой  $H_2SO_4$  с целью выделения гуминовой кислоты. Затем отфильтровывали и осадок на фильтре промывали слегка подкисленной водой для удаления адсорбированной осадком  $P_2O_5$ . Фильтрат получался слегка окрашенный и в нем определялась коллометрически  $P_2O_5$ . Вот эти данные:

Таблица 9

Почва	Гумус в щелоч. вытяж.				Фосфорная кислота								
	В % на абс. сух. почве	В мг на 100 гр почвы	В % к общ. гум.	В % от максим.	После сжигания (общая)				После осаждения.			Органич.	
					В % на абс сух. почву	В мг на 100 гр почвы.	В % к		В % на абс. сух. почве	В мг на 100 гр почвы	В % от макс.	В мг на 100 гр почвы	В % от макс.
							общ.	макс.					
Усадебная	0,210	210	2,55	61,0	0,00644	6,44	3,2	64,2	0,005	5,0	100	1,44	17,9
Окульт. (пол.)	0,309	309	3,86	91,0	0,00853	8,53	4,8	85,2	0,0025	2,5	50	6,03	74,9
Неокультур.	0,340	340	4,69	100	0,01005	10,06	6,75	100	0,0020	2,0	40	8,06	100

Рассматривая данную таблицу мы прежде всего замечаем большую растворимость гумуса у неокультуренной почвы, равную 0,340%, за ней следует по степени подвижности окультуренная—полевая—0,309 и, наконец, на последнем месте стоит усадебная почва—0,210%.

Пониженное количество перешедшей в раствор органической части поглощающего комплекса для усадебной почвы было заметно еще до его определения по интенсивности окраски, полученного фильтрата, которая сильно отличалась от фильтратов первых двух почв. Если первые два фильтрата имели интенсивно черную окраску, то фильтрат усадебной почвы был окрашен в коричневый цвет.

Такое поведение органической части почвенного поглощающего комплекса у почв различной окультуренности по отношению к  $Na_2CO_3$  по всей вероятности обусловлено различным богатством этих почв поглощенными кальцием и магнием. Из предыдущего известно, что сумма поглощенных оснований у усадебной почвы значительно выше, чем у полевой, а стало быть и концентрация Ca и Mg, получившаяся в результате вытеснения их из почвенного поглощающего комплекса Na, будет в дисперсионной среде системы „почва+ $Na_2CO_3$ “ у усадебной почвы несколько выше, и в силу этого обстоятельства стабилизирующее действие их на органическую часть поглощающего комплекса проявится на усадебной почве в большей степени, чем на полевых почвах, менее богатых Ca и Mg.

Причем, необходимо остановиться на явлениях образования трудно-растворимых солей—Ca CO<sub>3</sub> и Mg<sub>2</sub> CO<sub>3</sub>, которые получаются в результате взаимодействия вытесненных из поглощенного состояния Ca и Mg с Na<sub>2</sub> CO<sub>3</sub>. Количество образовавшихся CaCO<sub>3</sub> и MgCO<sub>3</sub> в наших системах будет различно и оно должно находиться в соответствии с наличием поглощенных Ca и Mg. Хотя CaCO<sub>3</sub> и MgCO<sub>3</sub> и трудно-растворимы (особенно в присутствии соды), но тем не менее часть молекул их будет диссоциирована и тем выше будет концентрация Ca, Mg, чем больше находится в данной системе CaCO<sub>3</sub>, MgCO<sub>3</sub> и чем ниже концентрация соды.

При обработке усадебной почвы Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> и будут иметь место только что указанные явления. В данном случае получается до некоторой степени аналогия с процессом осолодения почвы при наличии в последней углекислого кальция и магния и при отсутствии таковых.

Степень осолодения солонцеватых почв по К.К. Гедройцу (26), например, находится в прямой зависимости с наличием или отсутствием в данной почве карбонатов щелочных земель, присутствие которых способствует уменьшению потерь поглощающего комплекса и главным образом его органической части.

Таким образом, и в нашем случае повышенные количества CaCO<sub>3</sub> и MgCO<sub>3</sub> в дисперсионной среде системы усадебная почва + Na<sub>2</sub> CO<sub>3</sub> по сравнению с другими двумя почвами, образовавшихся в результате взаимодействия—почва  $\frac{Mg}{Ca} + 2 Na_2CO_3 =$  почва  $\frac{Na_2}{Na_2} + CaCO_3 + MgCO_3$ , как бы задерживают процесс „осолодения“ усадебной почвы, в результате чего мы обнаруживаем, действительно, меньшее количество растворимого гумуса в фильтрате усадебной почвы.

Следовательно, окультуривание почвы путем систематического применения навоза влечет за собой не только увеличение органического вещества, но и большую его устойчивость. Это положение необходимо иметь ввиду при освоении земель в северных районах нашего Союза, где проблема накопления и сохранения органического вещества в почве является в настоящее время наиболее актуальной, ибо при обогащении пахотного слоя органическим веществом улучшаются водно-воздушные условия почвы, создаются предпосылки для закрепления наиболее ценной ее части—почвенного поглощающего комплекса.

Для подтверждения наших выводов о причинах меньшего перехода в вытяжку органического вещества из усадебной почвы было произведено во всех вытяжках определение Ca, в результате чего получилось следующее:

	CaO в % на абс. сух. почву	CaO в % на 100 гр абс. сух. почвы
Усадебная . . . . .	0,100	100,0
Окульт. (полевая)	0,0936	93,6
Неокультуренная . . . . .	0,0862	86,2

Эти данные со всей определенностью подтверждают наши выводы по вопросу большей устойчивости органического вещества на окультуренных почвах.

Переходя к рассмотрению данных по фосфорной кислоте, прежде всего приходится констатировать наличие связи между извлеченным органическим веществом и количествами найденной фосфорной кислоты. Оказывается, имеется прямая зависимость между общим содержанием в щелочной вытяжке фосфорной кислоты и перешедшим в нее органическим веществом.

Сказать, что разница между количеством  $P_2O_5$ , определенной в вытяжке с сожженным органическим веществом и после его осаждения, исключительно получена за счет  $P_2O_5$ , непосредственно связанной с „гуминовой кислотой“, мы не можем, потому что  $P_2O_5$  обладает способностью адсорбироваться на поверхности коллоидальных частичек, а „гуминовая кислота“, как показал целый ряд исследователей, в частности Шмук (38), является коллоидом, обладающим всеми основными свойствами, присущими коллоидам. Хотя при промывании осадка гуминовой кислоты на фильтре подкисленной водой мы стремились по возможности полнее вытеснить  $P_2O_5$  из адсорбированного состояния, но тем не менее полностью этого сделать было невозможно, хотя бы потому, что во время коагуляции (25) может происходить адсорбция солей уже электрически нейтральными частицами коллоида во время процесса их соединения между собой и осаждения.

Таким образом, имеется возможность заключения некоторой части  $P_2O_5$  во внутрь вторичных частичек, образовавшихся в результате коагуляции, а если еще припомнить способность растворенных веществ, кроме адсорбции на поверхности частичек, проникать во внутрь некоторых пористых тел — суспензий и эмульсий (адсорбция), то нет ничего удивительного в том, что мы не могли полностью при промывании вытеснить из гуминовой кислоты  $P_2O_5$ .

А. Шмук (38), делая довольно обширный обзор литературы по изучению органического вещества почвы и на основании своих работ приходит к заключению, что 1) гуминовая кислота по своим, химическим свойствам представляет азотистое вещество с кислым характером. 2) Большая часть почвенного белка выделяется вместе с гуминовой кислотой и 3) В состав азотистой части гуминовой кислоты входят типичные продукты распада белковой цепи и что хотя вопрос о зольной части гуминовой кислоты является мало изученным, но тем не менее можно предположить, что зола гуминовой кислоты есть преимущественно зола белка.

На основании работ П. Слезкина (45), Berthelot (46), Saussure (47), Grandeauc (48) и др. можно с уверенностью сказать, что  $P_2O_5$  в гуминовой кислоте может находиться не только в адсорбированном состоянии, но и в непосредственной более прочной связи, правда характер этой связи пока не установлен. Что же касается количественной стороны, то безусловно она пред-

ставляет чрезвычайно малую величину; так, например, из приводимого А. Шмуком элементарного состава Е—гуминовой кислоты (нерастворимая в воде) на долю золы падает всего лишь 2,62%, а в этих двух процентах золы  $P_2O_5$  содержится только 3,3%.

Следовательно, та разница, которая получилась у нас между  $P_2O_5$  в вытяжке при сжигании органического вещества и после его осаждения, только в незначительной мере может быть отнесена за счет непосредственной связи с гуминовой кислотой; большая же часть  $P_2O_5$  бесспорно находилась в адсорбированном состоянии. Это особенно может быть обнаружено при сопоставлении данных по растворенному органическому веществу и  $P_2O_5$  связанной с ним для усадебной и неокультуренной почвы. Из неокультуренной почвы в щелочную вытяжку перешло органического вещества 0,340%, а из усадебной—только 0,210% или в 1,6 раз меньше; а если сравнить соотношения между количествами, как бы связанной  $P_2O_5$  с органическим веществом соответствующих вытяжек, то оно уже будет совершенно иным; для неокультуренной почвы эта величина будет равняться 8,06 мг на 100 гр почвы, а для усадебной—всего лишь 1,44 мг или в 5,6 раза меньше.

Таким образом, отсутствие пропорциональности между растворенным органическим веществом и как бы связанной  $P_2O_5$  с гуминовой кислотой убеждает нас, во-первых, в том, что эта  $P_2O_5$  только частично принадлежит к органической форме, во-вторых, показывает большую адсорбционную способность гуминовой кислоты.

Обращаясь еще раз к нашей таблице, нельзя не отметить наличия разницы в щелочных вытяжках общей  $P_2O_5$  и что характерно, так эта тенденция в сторону понижения  $P_2O_5$  по мере окультуривания почвы; в цифровых выражениях оно будет таким: для усадебной почвы 6,44 мг  $P_2O_5$  на 100 гр почвы, окультуренной (полевой)—8,53 мг и, наконец, для неокультуренной—10,06 мг.

Такое поведение фосфатов различных почв по отношению к щелочам (а в нашем случае к  $Na_2CO_3$ ), повидимому, обусловлено главным образом формами тех соединений, в виде которых они находятся в почве. Чем же тогда можно объяснить разницу в формах соединений фосфатов для наших почв, если они принадлежат к одному и тому же почвенному массиву? Нам представляется, что эти изменения в формах фосфатов произошли на окультуренных почвах от систематического воздействия на них навозного удобрения, которое, попадая в почву, не только обогащало ее  $P_2O_5$ , но и вызывало целый ряд превращений природных фосфатов, в частности, это могло проявиться в переходе фосфатов полуторных окислов в фосфаты кальция. На детальном рассмотрении этого вопроса, а также характеристике подвижного азота, фосфорной кислоты и урожайных данных полевого и вегетационного опытов остановимся в следующем сообщении.



Из экспериментальной части настоящего сообщения вытекают следующие выводы:

1. Систематическое и длительное внесение навоза в почву типа сильно выщелоченного чернозема приводит к коренному изменению ее основных агротехнических показателей: а) количество органического вещества, общего азота и фосфорной кислоты значительно увеличивается;

б) сумма поглощенных оснований, степень насыщенности и емкость поглощения приближаются к таковым на обыкновенных черноземах; в) РН солевой вытяжки и гидролитическая кислотность достигают минимальных величин. Таким образом, в зоне сильно выщелоченных черноземов мы имеем возможность, под воздействием навоза, минеральных удобрений и др. агротехнических мероприятий создать почву, по ее агрохимическим показателям близкую к почве типа обыкновенного чернозема.

2. Изучение динамики питательного режима почв методом водной и слабо кислой вытяжек обнаружено следующее: а) количество нитратов на окультуренной почве в первые два периода исследования было значительно выше, чем на неокультуренной почве и почти совершенно эта разница сглаживалась к концу вегетационного периода; б) лимоннорастворимая кислота в течение всего вегетационного периода в количественном отношении на обеих почвах изменялась незначительно; однако, необходимо отметить тенденцию в сторону ее уменьшения к концу вегетационного периода; в) между воднорастворимым и подвижным  $K_2O$  никакой разницы на обеих почвах почти не обнаружено; г) сумма поглощенных оснований и гидролитическая кислотность в течение всего вегетационного периода изменяется очень в незначительных пределах.

3. Внесение минеральных удобрений существенного влияния на динамику указанных выше компонентов почв не оказало, но тем не менее необходимо отметить: а) значительное понижение энергии нитрификации от одностороннего внесения селитры и повышение таковой при совместном внесении НРК; б) все без исключения удобрения в той или иной мере способствовали увеличению лимоннорастворимой  $P_2O_5$  на обеих почвах, что находит себе объяснение в наличии происходящих в почве реакций между ионами удобрений и природными фосфатами, делая их более подвижными; в) сумма поглощенных оснований и гидролитическая кислотность изменялись незначительно, что говорит о значительной устойчивости данных компонентов и что они могут существенно изменяться лишь в результате систематического и значительно продолжительного применения указанных мероприятий (большие дозы известки и фосфоритной муки могут эти показатели изменить в сравнительно короткий срок). Таким образом, поглощенные основания являются наиболее характерным и постоянным признаком той или иной почвы, а поэтому не случайно К. К. Гедройц поглощенные основания предлагал класть в основу почвенной классификации.



4. Данные вегетационных опытов по тем же компонентам показывают: а) количество нитратов в конце вегетационного периода несколько выше, чем в полевых опытах и намечается некоторое сглаживание разницы в нитрификации между обоими почвами; б) по всем остальным показателям существенной разницы от показателей полевых опытов не наблюдалось.

5. Данные анализа щелочной вытяжки показали: а) что переход органического вещества в щелочную вытяжку уменьшается по мере окультуривания почвы; б) количество же  $P_2O_5$ , перешедшей в щелочную вытяжку, обнаружило обратную зависимость. Эти обстоятельства и целый ряд других позволили выставить положение о различной устойчивости органического вещества в этих почвах и о наличии в них различных форм фосфатов.

### Использованная литература

1. Маркс К.—Том 3, кн. 3-я, изд. 5-е, стр. 153—4.
2. Маркс К.—Теория прибав. стоим., т. II, ч. 1, стр. 228.
3. —Теория прибав. стоим., т. II, ч. 1, стр. 120.
4. Тумин Г. М.—Доклад на Москов. обл. съезде деятелей агропомощи населению 21—27 февр. 1911 г. ЖОА., т. XII—1911 г.
5. Кравков С. П.—Агрологические исследования в области изучения динамики биохимических процессов в почвах подзолистого типа. Почвоведение № 1—2, 25 г., ст. 8.
6. Тулайков Н. М.—Природа и хозяйство засушливых областей СССР. Извест. Саратов. СХИ, 1927 г. Вып. 3, ст. 10.
7. Работы Тимирязевской академии.
8. Егоров В. Г.—К изучению водопроницаемости оподзоленного лесовидного суглинка в его естественном залегании. Труды Энгельгард. опыт. станции, вып. 30, № 5. 1928 г.
9. Маслова А. Л.—К вопросу о скважности и аэрации черноземных почв. ХОС-ХОСО т. д. Полевод. 1924 г.
10. Говарницкий В. И. и Максимович А. Е.—К изучению чернозема различного культурного состояния Иван. опыт. стан., в. XVIII. 1930 г.
11. Быстров В. С.—Материалы к изучению физических свойств каштановой почвы различного культурного состояния, из раб. Краснокутск. опытн. ст. журн. Опыт. агроном. юго-вост., т. 5, вып. II, 1928 г.
12. Егоров М. А.—К вопросу об окультуривании почвы. Изв. Гос. ин-та опыт. агроном., т. VII. № 5. 1929 г.
13. Труды Полтавской опытной станции, вып. 70, 1928 г., ст. 92—93.
14. Городецкий С. И.—К вопросу о влиянии навоза на урожай озим. пшеницы (из раб. сети оп. по ВОС), С/х. опыт. дело № 5. 1924 г.
15. Работа сети опытн. полей Сахаротреста, в. 1. 1927 г. Киев.
16. Кочетков В. П.—Вопросы удобрения фосфоритом во Франции, НИУ, в. 12.
17. Францессон В. А.—Об окультуренности и окультуривании почв, Журн. ХСЗ, № 11, 1934 г.
18. Калужский С. П. и Рогова И. Д.—Труды Носовской опыт. ст., в. 72, 1929 г., ст. 104.
19. Найдин П. Г.—Удобрение и окультуренность поля. Журнал ХСЗ. № 10. 1934 г.
20. Егоров М. А.—Одна из ближайших задач в работе полевых опытных станций, С/х опытн. дело № 3. 1927 г.
21. Пенк. пр. Бюл. Почвовед. § 5-8, 1927 г., ст. 128.

22. Вильямс В. Р.—Луговоеводство и кормовая площадь. Изд. 3., 1933 г.
23. Шнейдевинд.—Питание с/хоз. культур. Перевод с немецкого. Сельхозгиз. 1933 г.
24. Перитурин Ф. Г.—Навоз и др. органические удобрения. 1933 г.
25. Гедройц К. К.—Учение о поглотительной способности почв. Изд. 3. 1932 г.
26. Гедройц К. К.—Почвенный поглощающий комплекс и почвенные поглотительные катионы, как основа генетической почвенной классификации. Носовск. опытно. стан., в. 38. 1925 г.
27. Поздюшин Е. В.—К определению калия натрий кобальт. нитритом. Изд. Самарск. СХИ, т. I, 1923 г.
28. Сборник.—Метод. мат. по составлению почвен. агрохимич. карты. ВИУА. 1933 г.
29. Прянишников Д. Н.—Из результ. вегет. опытно. и лаборат. раб., т. XIY и XY.
30. Худяков Н. Н.—С./х. микробиология. 1926 г.
31. Кулик Г.—О влиянии хлоридов и сульфатов на нитрификат. азотн. удобрен., журн. Уд. и уроч. № 8. 1931 г.
32. Fred E. und Hart E.—Сравнительное действие фосфатов и сульфатов на почвенные бактерии. Реф. в. ЖОА, т. XIX. 1918 г., ст. 48.
33. Труды Сумск. с/х. опытно. стан. вып., 25. 1929 г.
34. Костычев С. П.—Физиология растений, ч. I, ст. 243—248.
35. Мишустин Е.—Явления антагонизма солей по отношению к бактериям, НАЖ., № 4, 1924 г.
36. Дианова Е. В. и Ворошилова А. А.—К методике микробиологических исследований в почве. НАЖ. № 7—8. 1924 г.
37. Кравков С. П.—Учебник почвоведения. Изд. II. 1931 г., ст. 54—55.
38. Шмук А. А.—К химии органического вещества почвы. Труды Кубан. СХИ, т. I, в. 2. 1923 г.
39. Смирнов А. И.—Килийный цеолит в водных и песчаных культурах, из рез. вег. опытно. и лаб. раб. т. X, 1914 г.
40. Чириков Ф. В.—Влияние сопутствующих удобрений на доступность  $K_2O$  силикатов—там-же.
41. Гедройц К. К.—Почвенные обменные катионы и растения. Почвовед № 5, 1929 г.
42. Мишустин Е. Н., Рудаков Ю. И., Рунов Е. В.—Курс с/х микробиологии, 1934 г.
43. Егоров М. А.—Влияние азотистого и фосфорнокислого удобрения на развитие и урожай растений на черноземе по данным вегетационных опытов. Журн. с/х и лесоводство. 1909 г. сентябрь мес., ст. 113.
44. Greaves I. E.—Влияние солей на бактериальную активность почвы. Реф. в ЖОА, т. XIX—1918 г.
45. Слезкин П.—Этюды о гумусе.
46. Berthelot Chim Veget et, agrie. т. IV. Цитир. по Шмуку „К химии органического вещества почвы“.
47. Saussure Rech Chim 9.
48. Grandaux Comp rend.
49. Ленин В. И.—„К вопросу о диалектике“, т. XIII.
50. Дикусар И. Т.—Аммиак, нитриты и нитраты, как источники азота для сахарной свеклы при различных РН питательн. среды в условиях текучих растворов. Из результ. вег. опытно. и лаб. раб., т. XIV.
51. Гедройц К. К.—Почвенный поглощающий комплекс, как коллоидальная часть почвы и его взаимоотношение с растением. Журн. Хим. соц. зем. № 12, 1932 г.