

631.86.
П. 8599.с
402.818

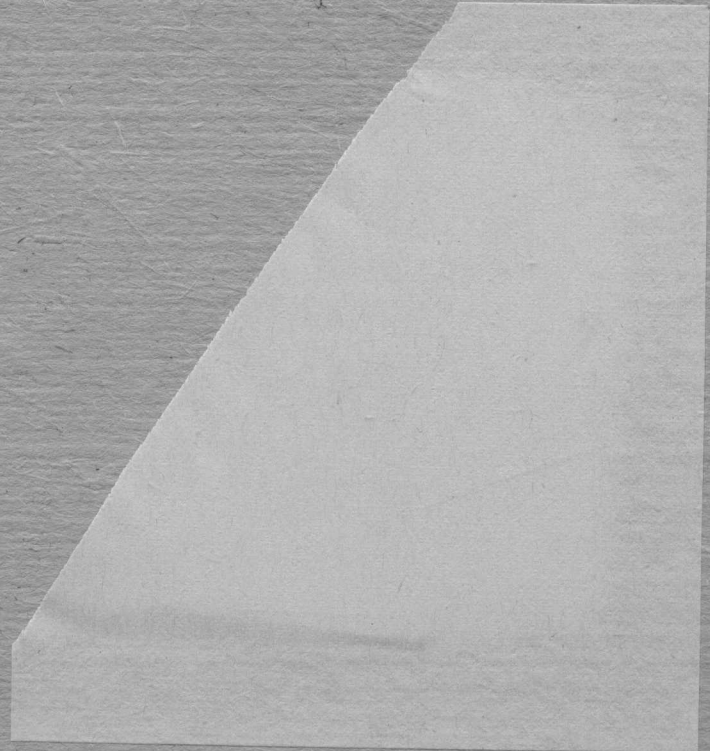
РОССИЯ
ПЕЛКОН

Греницкий.
О сравнении действия
навоза...

СЛ

4-4 Hane

631.86
785900
402818



Вид
м.м.

БИБЛИОТЕКА	РЕГИОНАЛЬНАЯ
Отд.	631.86
Шифр	БТ.8530.с.
Инд. №	402818
АКАДЕМИЯ	

К 09.04.2012

м. 1927

Т

О сравнении действия навоза и минеральных удобрений.

Д. Н. Прянишников.

Как нам уже приходилось неоднократно отмечать¹⁾, большое число опытов, произведенных у нас на тему сравнения действия навоза и минеральных удобрений, на деле не заслуживают такого заглавия, так как они ставились с такими малыми дозами азота в селитре, которые составляли одну десятую или одну двадцатую часть от азота, вносимого в навозе; так, если дается 1 ц селитры (что у нас почему-то было принято) и 400 ц навоза, то в первом случае дается 15—16 кг азота, а во втором—200 кг; ясно, что при такой постановке навоз всегда побеждал минеральные удобрения. Но ведь это то же самое, что давать одному человеку только по 200 г хлеба в день, а другому—по 2 кг картофеля, и затем утверждать на основании такого опыта, что картофель гораздо питательнее хлеба.

Эти малые дозы селитры, применявшиеся в большинстве наших опытов, не только не согласуются с количеством азота в навозе, но они и не стоят ни в какой связи с действительной потребностью растений в азоте; так, для хорошего урожая хлебов нужно в 5—6 раз больше азота, чем

¹⁾ См., напр., „С.-Х. Жизнь“ № 4 за 1927 г., статью „Хроническая погрешность в оценке действия минеральных удобрений“.

содержится в 1 ц селитры, а для хорошего урожая свеклы—в 10 или 12 раз больше (см. напр., анализы урожаев, произведенные на Мироновской оп. станции).

Если для доз фосфора и калия обычно дело обстоит благополучно, то все же, при недостатке азота, остальные удобрения не могли проявлять полного действия, а потому в целом ряде случаев получалась неправильная оценка действия всех минеральных удобрений.

Кроме неправильных практических выводов, такая постановка опытов приводила также и к неправильным теоретическим заключениям, если (как это часто делалось) перевес действия навоза относился целиком к влиянию органического вещества на физические свойства почвы. На деле же, для учета роли органического вещества, как такового, у нас нет цифровых данных, а между тем, разрешение этого вопроса имеет несомненное значение, иначе мы рискуем не иметь правильных директив при разрешении в полном объеме проблемы о применении минеральных удобрений в наших условиях.

Учесть же роль органического вещества в удобрениях мы можем двумя путями: 1) по методу разницы и 2) путем прямого внесения в почву только органического вещества, без обогащения ее питательными веществами, которые вносятся с навозом в большом количестве и с действием которых обычно смешивается действие органического вещества.

Второй путь должен дать более ясный ответ на вопрос о влиянии органического вещества на физические свойства почвы, чем первый, потому что при первой постановке перевес в урожае на стороне органических удобрений может зависеть не только от влияния их на структуру почвы, но и от того, что при этом внесение питательных веществ не связано с повышением концентрации почвенного раствора, что имеет значение в засушливом климате или при почвах, богатых солями (напр., в Туркестане возможно ожидать, что смесь жмыха с минеральными удобрениями будет действовать лучше, чем если дать то же количество питательных веществ в виде растворимых солей). Но второй путь, т.-е. прямое внесение органического вещества, свободного от азота и зольных веществ, труднее осуществим в полевом опыте, и поэтому желательно начать с применения метода разницы, а если окажется, что органические удобрения дают больший эффект, чем минеральные, тогда уже перейти к более сложным опытам по выяснению причин этого явления.

Метод разницы в применении к разрешению этой задачи как раз требует такой постановки опыта по сравнению различных удобрений, к какой до сих пор у нас почти не прибегали, а именно, нужно внести в минеральных удобрениях под каждое растение в севообороте те же самые количества питательных веществ, какие в сумме содержатся в навозе (N, P, K и Ca); при строгой постановке желательно не вносить ничего лишнего (напр., избытков натрия в селитре или серной кислоты в аммиачных солях)—тогда различие в действии навоза и минеральных удобрений будет зависеть только от присутствия органического вещества¹⁾.

Среди многочисленных, произведенных у нас, опытов, носящих не отвечающую содержанию этикетку—сравнение действия навоза и минеральных удобрений, выдается опыт Мироновской станции, заложенный при самом ее основании С. Л. Франкфуртом и по идее вполне отвечающий

¹⁾ Так как значительная часть питательных веществ в навозе содержится в трудно-растворимой форме, то опыт должен быть многолетним, а при этом влияние излишков таких компонентов, которые в навозе не сильно представлены (как натрий или серная кислота) будет суммироваться и менять реакцию почвы и другие ее свойства. Поэтому при длительном опыте по учету роли органического вещества вместо NaNO_3 следует брать, напр., $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ или KNO_3 , частично дополняя мочевиной, азотнокислым аммонием и т. д.

интересующему нас заданию, т.-е. проведенный при полном выравнивании количеств питательных веществ в сравниваемых удобрениях, при норме навоза в 75 ц/га под каждую культуру. Однако, при осуществлении этого опыта, в дальнейшем в него вошли некоторые приемы, мешающие установлению полной оценки действия как навоза, так и минеральных удобрений. Так, в опыте со свекловичей в бессменной культуре не было оставлено неудобренных делянок в собственном смысле слова, а за мерку принимались делянки, получившие рядовое удобрение под свеклу. Если количество азота в таком удобрении невелико, то доза фосфора (30 кг P_2O_5 на га) достаточно велика, чтобы оказать значительное действие, тем более, что в основном удобрении (вернее, в дифференциальном удобрении) вносилось почти вдвое меньше фосфора, чем в удобрении местном, которое получали контрольные делянки. Таким образом, главный фактор действия удобрений на черноземе, фосфор, был ослаблен в этом случае тем, что почти две трети фосфора (эффект которых, конечно, гораздо выше, чем от последней трети) даны были и на контрольных делянках; поэтому на удобренных делянках могло проявиться в полной мере только действие азота и калия, но не фосфора.

Далее названные опыты имели в виду, прежде всего, бессменную культуру свеклы, но бессменность сама по себе есть фактор, который может влиять на высоту урожаев по другим причинам, чем влияние удобрений на свойства почвы или непосредственно на растения. Тем не менее, эти опыты дали очень интересные с нашей точки зрения результаты¹⁾; так валовой урожай свеклы (т.-е. корни и листья, вместе взятые) оказался в течение ряда лет совершенно одинаковым на делянках с навозом (221 ц) и с минеральным удобрением (227 ц), т.-е. положительной роли органического вещества не проявилось.

При опыте со свеклой в различных севооборотах также получены были результаты, близкие для навозного и минерального удобрения; возьмем данные сводной таблицы, в которой объединены итоги для нескольких севооборотов (дозы навоза в т/га, урожай—в ц/га)¹⁾.

Удобрение за время севооборота по расчету на навоз	30	37,5(а)	37,5(б)	45	52,5
Без удобрения	197,8	204,3	298	307,2	319,2
Навоз	242,7	242,8	385,2	402	418
Минер. удобр.	256,3	241,5	404,3	404	424,2

Также и для овса результаты близки или имеется легкий перевес на стороне минерального удобрения:

Без удобрения	17,1	22,2	—	17,7	17,5
Навоз	19,5	24,3	—	18,1	18,4
Минер. удобр.	20,1	25,5	—	17,7	18,9

Только для озимой пшеницы, которой предшествовал пар, результаты были несколько иные:

Без удобрения	20,7	19,3	20,4	23,2	22,3
Навоз	22,3	24,7	25,3	24,9	24,3
Минер. удобр.	21,7	22,6	21,6	24,1	22,2

Так как потребность озимой пшеницы в удобрениях была в этих условиях очень мала (что видно по урожаям без удобрения), то можно думать, что при внесении минеральных удобрений их побочное отрицательное

¹⁾ См. отчет А. К. Филипповского в 1 томе трудов Мироновской станции, стр. 332.

влияние (т.-е. повышение концентрации солей при климате не очень влажном) не могло быть компенсировано их положительным действием¹⁾.

В случае же навоза заметного повышения концентрации вначале не было, а одно только полезное влияние могло проявиться позднее, когда растения проявили все же некоторый (хотя и небольшой) спрос на добавочные питательные вещества.

Высокий уровень урожаев без удобрения показывает, что общий фон для сравнения возрастающих доз удобрения не был подходящим. Поэтому в мироновских опытах, даже учитывая данные для пшеницы, нельзя еще видеть наличности влияния органического вещества навоза на структуру почвы, а потому и нельзя ими воспользоваться для цифрового выражения размеров этого влияния. При желании, можно, конечно, объяснить это тем, что опыт поставлен на черноземе, который по своей природе помимо богатства питательными веществами обладает уже достаточно хорошими физическими свойствами; но тем не менее важно хотя бы для чернозема иметь данные относительно наличности или отсутствия влияния органических веществ²⁾.

Для нечерноземной же полосы мы пока и такими опытами не располагаем—постоянный перевес питательных веществ на стороне навоза замаскировывал выводы. Посмотрим, что дает нам в этом отношении Запад.

В иностранной литературе мы, конечно, имеем не только массу разнообразнейших опытов и хозяйственных примеров успешного применения больших количеств минеральных удобрений, взамен навоза, под отдельные культуры, но иногда даже примеры систематического ведения безнавозного хозяйства в течение ряда десятилетий в известных условиях, напр., в окрестностях Гронингена в Голландии, где преобладает двупольный севооборот—картофель—рожь, с продажей картофеля на крахмальные заводы, а ржаной соломы—на бумажные фабрики.

Последнее обстоятельство и заставляет здесь вести безнавозное хозяйство, с применением громадных количеств минеральных удобрений (напр., 800 кг селитры и по 1100 кг томасова шлака и калийных солей), что дает возможность на этих прежде „бросовых землях“ получать в течение десятилетий устойчивые урожаи в 270—280 ц картофеля и 27—28 ц ржи на гектар. Отметим, что при обращении в культуру этих земель (вересковых пустошей и выработанных торфяников) всегда дело начинается с заправки почвы известкованием; поэтому можно, конечно предположительно, ставить вопрос, не это ли обстоятельство и делает ненужным внесение органического вещества.

При всем значении этих фактов, все же мы не имеем здесь опыта непосредственного сравнения минеральных удобрений и навоза в смысле, выше нами намеченном.

С другой стороны, в вегетационных опытах имеется масса сопоставлений, казалось бы, именно этого рода; так, из них выведен известный коэффициент Вагнера для действия азота навоза, в среднем считающегося равным 25% (если действие селитры принять за 100); этот коэффициент относится к действию первого года. Но если при выведении этого коэф-

¹⁾ Кроме того, за время опыта произведено было то изменение, что вследствие очевидного избытка азотистого питания, из удобрения под озимь азот был совсем исключен; таким образом, получился переход от одной крайности в другую, навоз же, благодаря меньшей растворимости, занял промежуточное (т.-е. в данном случае—самое выгодное) положение. Далее, необходимо отметить, что испытание ежегодного внесения сернокислого аммония все-таки не есть испытание действия минерального удобрения вообще.

²⁾ Не говорим здесь о ряде других важных результатов этих опытов, как напр., обнаруженный факт быстрого истощения почвы калием (при удобрении только азотом и фосфором) такой почвы, которая раньше считалась (пока применялся навоз) застрахованной от калийного голодания.

фициента допускается, что значение органического вещества навоза равно нулю, то ведь это относится, во-первых, к условиям вегетационного опыта, а во-вторых, здесь нет многолетнего систематического учета значительной серии урожаев.

Но если мы станем искать методически-проведенного полевого опыта, в той форме, в какой мы выше наметили, т.-е. с соблюдением условий выравнивания количества питательных веществ в навозе и других удобрениях, то мы должны будем прийти к выводу, что даже имеющие 80-летнюю давность и считающиеся классическими опыты в Ротамстеде не вполне удовлетворяют поставленному нами условию.

Тем не менее, они представляют для нас большой интерес, так как эти опыты свободны от той погрешности, какую мы отметили для большинства прежних опытов, произведенных у нас. В Ротамстеде применяли под каждую культуру дозы азота более близкие к потребностям растения (т.-е. начиная с $2\frac{1}{2}$ ц селитры, а не с одного). Правда ротамстедские опыты относятся опять таки не к целому севообороту, а к бессменным культурам ячменя и пшеницы, при чем ежегодно растения получают на одних участках обычную в хозяйстве дозу селитры, вносимую под каждое растение (2,5 ц), а на других—обычную дозу навоза (около 330 ц). Однако, в хозяйстве эта доза относится к целому севообороту, а не к отдельному году. Это не было учтено авторами схем, по которым были заложены опыты в 40-х годах прошлого столетия. При повторении опыта каждый год снова вносилась та же доза удобрения, поэтому навозные делянки получали ненужный избыток питательных веществ, что мешает правильной оценке действия навоза по сравнению с минеральными удобрениями, тем более, что в последних давалось количество азота все же недостаточное для образования того урожая, какой получался по навозу (это относится к опыту с ячменем). Кроме того, в полном удобрении, благодаря неполноте знаний в период закладки опытов, присутствуют ненужные соли, именно, вместо того, чтобы к азоту и фосфору добавить только калий, там были введены еще сульфаты натрия и магния; это должно было изгонять поглощенный кальций из почвы и, действительно, через 30—40 лет от начала опыта урожаи по „полному удобрению“ стали уступать урожаям по азоту плюс фосфор.

И тем не менее, несмотря на перевес азота в навозе и присутствие избытка ненужных солей в „полном“ удобрении, мы видим, что в течение первых семи лет урожаи по минеральному удобрению превышают урожаи по навозу:

	1852	53	54	55	56	57	58 гг. 1)
Навоз (175 кг азота)	33,0	36,3	56,4	50,3	32,3	51,2	55,0
Минер. добр. (40 кг азота)	45,3	44,3	62,3	49,6	37,6	64,8	56,2
Без удобрения	27,2	25,7	35,0	31,0	13,8	26,2	21,5

И только впоследствии, когда, с одной стороны, вступают в действие избытки азота, скопившиеся в почве на навозных делянках, а с другой стороны, избыток ненужных солей изгоняет значительную часть поглощенного кальция в почве, навозное удобрение постепенно начинает брать верх над „полным“ удобрением.

1) I. H. Gilbert. Agricultural Investigations at Rothamsted (during a period of fifty years). 1895.

Средние урожаи по восьмилетиям

	1852—59	60—67	68—75	76—83	84—91 гг.
Навоз (175 кг азота)	44,2	52,4	49,5	52,2	44,6
„Полное“ удобрение (40 кг азота)	49,6	51,5	44,8	44,4	(37,2)
NP 1)	48,7	51,2	45,6	42,2	41,1
Без удобрения	24,2	18,0	14,5	14,6	11,7

Правильность нашего объяснения относительно постепенного накопления вредного влияния избытка солей в полном удобрении подтверждается тем обстоятельством, что к пятому восьмилетию урожаи по этому удобрению стали ниже даже, чем на делянке с азотом и фосфором (без калия), куда не вносились ненужные соли натрия и магния.

Кроме избытка солей в полном удобрении, доза азота в нем была недостаточна; это ясно видно из сопоставления со следующим опытом (см. ниже), а также из того факта, что если взять приросты от селитры (сравнивая NP с одним P) и разделить на количество удобрений, то получится коэффициент равный 4,4, т.-е. селитра была использована до „отказа“ и дальнейшего повышения урожая при данном количестве азотистого удобрения ожидать не приходится 2).

Отдельные звенья в ротамстедских опытах говорят за то, что при повышении дозы минеральных удобрений действие их превосходит действие навоза не только в первый год (что естественно в виду полной растворимости деятельной части в минеральных удобрениях), но и при длительном опыте, когда должно бы выявиться в полной мере и последствие питательных веществ в навозе, внесенных в предыдущие годы, и влияние органического вещества, которому обычно придают столь большое значение.

Возьмем еще опыт с озимой пшеницей в бессменной культуре, в котором при значительной дозе азота в сернокислом аммиаке получился урожай более высокий, чем по навозу, несмотря на то, что последний был дан в избытке:

Ежегодно давалось азота	1852—59	60—67	68—75	76—83 гг.
В навозе—175 кг	34,4	35,7	35,4	28,6
(NH ₄)SO ₄ { 120 „	36,8	39,7	36,0	32,2 +
80 „	35,5	36,2	31,0	28,0
40 „	27,8	26,2	22,0	20,4
NaNO ₃ 80 кг	31,5	40,5	39,0	34,7
Без удобрения	16,5	13,5	11,2	10,5

Из приведенной таблицы видно, что в течение 32 лет минеральные удобрения при дозе азота в 120 кг дали более высокие урожаи, чем навоз, содержащий 175 кг азота; конечно, количество азота в навозе было избыточно велико и не могло быть использовано урожаем данной высоты, но для нас важно отметить, что отсутствие органического вещества в течение 32 лет не помешало получению максимальных урожаев с помощью минеральных удобрений (см. рис. 1).

При этом для селитры наблюдалось превышение действия над действием навоза даже при дозах азота в 80 кг, против 175 кг в навозе.

Если бы имели дело с нормальным количеством навоза, то отсюда следовало бы заключить, что селитра при длительном опыте действует

1) Без ненужных солей.

2) См. подробнее в книге автора „Учение об удобрении“, стр. 113 (1922).

в два слишком раза сильнее, чем азотистые составные части навоза (в то время как в однолетнем опыте она действует в среднем в четыре раза сильнее, как это следует из данного Вагнером среднего коэффициента для действия азота навоза (250/0).

Но здесь в унавоженных делянках был дан такой избыток азота, что никакого коэффициента выводить нельзя.

В следующем десятилетии наступило постепенное снижение урожая по полному удобрению, и к 60 годам от закладки опыта они равнялись 85% от урожая по навозу. В этом однако опять нельзя видеть доказа-

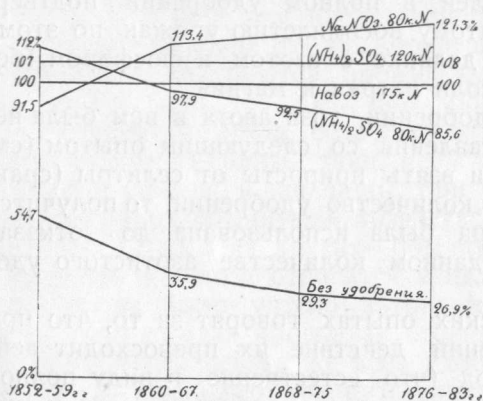


Рис. 1. Бессменная культура пшеницы первые 40 лет (Ротамстед).

Итак, при ближайшем рассмотрении, ротамстедские опыты, как и мироновские, заставляют думать, что обычно у нас наблюдавшаяся разница в действии навоза и минеральных удобрений еще не дает нам права делать заключение о значении органического вещества навоза, ибо в первую очередь эта разница зависит от внесения с навозом больших количеств питательных веществ, чем в сравниваемых с ним удобрениях; значение же органического вещества остается, таким образом, неучтенным.

При моей поездке 1927 года по Дании, когда я, не ограничиваясь поездками по более известной восточной ее части, заглянул и в менее посещаемую Ютландию с целью ознакомления с обращением в культурное состояние вересковых пустошей, мне посчастливилось совершенно неожиданно „открыть“ наличие длительного опыта, поставленного при соблюдении равенства доз питательных веществ в навозе и других удобрениях, внесенных за севооборот. Опыт этот, проведенный в Аскове в течение почти 30-летнего периода (1893—1922), является наиболее совершенным из всех, ставившихся по этому вопросу, но он оставался до 1927 г. неизвестным за пределами Дании.

Когда я приехал в Асков, директор станции, Карстен Иверсен, как раз был занят корректурой 30-летнего отчета; узнавши, что я как раз ищу такого длительного опыта с навозом, он спросил меня: а какого результата вы ожидаете? Я ответил, что ожидаю при длительном опыте равенства результатов для навоза и минеральных удобрений. Но оказалось, что я переоценил действие навоза — в датских условиях оно даже при длительном опыте не могло выравняться с действием минеральных удобрений.

Опыты эти поставлены с большой обстоятельностью на двух видах почв, в двух севооборотах в каждом случае; кроме опытов по вопросу о влиянии равных доз, имеется большая серия опытов с возрастающими дозами того и другого вида удобрения. Так как опыты произведены на бед-

ных почвах, то действие удобрений гораздо сильнее, чем в Мироновке, и возможность сравнения поэтому здесь большая.

Главным результатом этих опытов, проведенных на почвах определенной зоны, является установление того факта, что полное минеральное удобрение (селитра, суперфосфат и калийная соль) все время давало более высокие урожаи, чем навоз, если количество питательных веществ было всюду одно и то же; эти урожаи достигают, при нормальных размерах удобрений и при известном распределении их между отдельными культурами, 125%, если урожай по навозу принять за 100; а так как удвоение количества навозного удобрения против нормы также дает урожай равный 125%, то отсюда следует, что в условиях датского опыта действие минеральных удобрений равно действию

двойного количества питательных веществ, внесенных в виде навоза. Это же отношение, как среднее, установлено было при разных дозах вносимых удобрений, при чем на одних почвах оно было несколько выше (напр., по действию равно 1:2, 3), на других несколько ниже (напр., равно 1:1, 9). Приведем здесь для иллюстрации сказанного рисунок 2, воспроизводящий ход возрастания урожая от внесения одинаково возрастающих доз питательных веществ в навозе и в минеральных удобрениях, по средним данным одного из опытов, который продолжался 12 лет.

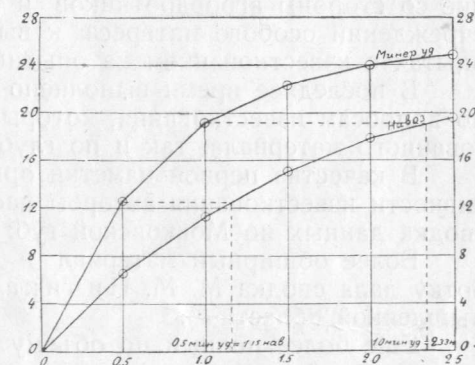


Рис. 2. Влияние возрастающих доз навоза и минеральных удобрений (Асков).

Таким образом, в датских опытах не только не оказалось никакого положительного влияния от внесения органического вещества, но скорее оно играло роль отрицательного фактора.

Нужно заметить, что изображенные на рис. 2 кривые построены на фактических данных в пределах делений от 0,5 до 1,5 (т.-е. приблизительно для количеств навоза от 5000 до 10000 кг на каждый год), продолжение же для более высоких доз нанесено на основании расчета по формуле Митчерлиха; теоретически при еще больших дозах обе кривые должны сближаться. Но здесь следует принять во внимание, что при больших дозах должно сказаться (даже в датском климате) влияние избыточной концентрации, и для минеральных удобрений оно должно проявиться раньше, чем для навоза.

Поэтому, когда при очень интенсивной культуре и стремлении получить максимальные урожаи, хотят дать очень сильное удобрение, то применяют одновременно и навоз, и минеральные удобрения, чтобы избежать слишком большой концентрации солей весной и в то же время дать достаточный запас питания на вторую половину лета.

Чем суше климат, тем эта регулирующая роль менее растворимых форм удобрений (а в том числе — и органических соединений) должна быть больше; но это соображение не имеет ничего общего с вопросом о влиянии органического вещества на структуру почвы.

Кроме установления упомянутых соотношений, в датских опытах была проведена интересная работа по выяснению причин худшего действия навоза, а также имеется весьма ценный материал к характеристике отдельных растений по их отношению к минеральным удобрениям и к навозу; но изложение этого материала мы должны отложить до следующего номера журнала.

