

Д.Н. Прянишников

Агрохимия в СССР

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 631
ББК 4
Д11

Д11 **Д.Н. Прянишников**
Агрохимия в СССР / Д.Н. Прянишников – М.: Книга по Требованию, 2014. – 44 с.

ISBN 978-5-458-60609-7

ISBN 978-5-458-60609-7

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2014
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2014

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

Так было до сих пор, но так не должно быть в будущем: современное государство не может существовать без развитой химической промышленности, а последняя может развиваться только при условии увязки ряда ее отраслей с земледелием. Поэтому теперь принимаются срочные меры к сжатию ножниц в этой области, создается заново азотная и калийная промышленность и расширяется фосфатная, предполагается значительно снизить цены на удобрения, организовать специальный кредит для крестьян, с рассрочкой выплаты за удобрение на 2 года; кроме того необходимы известные меры в области хлебной торговли и налоговой политики в деревне, чтобы сделать применение удобрений для крестьян выгодным.

Если продвижение вопроса о создании химической промышленности сжатием ножниц и установлением новых экономических соотношений от агрономов не зависит, то быть готовыми к использованию всяких изменений техники в экономике удобрения агрономы были должны. Прежде всего они должны были выяснить, что задерживает поднятие наших урожаев, в чем больше всего нуждаются наши почвы, каков круговорот важнейших питательных веществ в нашем хозяйстве, какого рода материалы могут быть привлечены для покрытия дефицита, вызываемого систематическим опчуждением урожаев на сторону, т. е. изучить, какие источники азота, фосфора, калия и кальция могут быть использованы на местах непосредственно, без всякой химической переработки или лишь после несложной кустарной переработки; теперь к этому добавляются также запросы технологов, какие удобрения, в каких почвах, при каких соотношениях цен могут найтись, производство какого именно фосфата, какой формы азотистых удобрений нужно организовать, какие калийные соли могут найти применение для той или иной культуры и т. д.

Работы по изучению потребности почв в удобрениях и источниках для ее покрытия велись нашими опытными станциями с их возникновения, и еще раньше, начиная с А. Н. Энгельгардта, начали работать в этом направлении кафедры высших школ. В этом направлении нашими опытными станциями и кафедрами высших школ, несмотря на недостаточное

число и недостаточное оборудование отделов агрономической химии на станциях, несмотря на недостаток соответствующих кафедр в сельскохозяйственных школах [до сих пор у нас существование кафедры агрономической химии необязательно для каждой сельскохозяйственной высшей школы], все же общими усилиями отдельных работников в этой области намечены были общие контуры для разрешения ряда вопросов, которым предстоит играть видную роль при переходе к следующей ступени развития нашего земледелия. Первые годы истекшего десятилетия не были благоприятны для исследовательской работы, но они способствовали выявлению всей остроты вопроса с поднятием нашего земледелия, также и вопроса о необходимости создания химической промышленности, увязанной с нуждами земледелия; символом признания насущности установления этой связи явилось создание Научного Института по вопросам удобрений, в котором объединяется работа агрохимиков, химиков-технологов и геологов, а также появление кафедр агрономической химии в некоторых сельскохозяйственных школах. В дальнейшем изложении мы будем иметь в виду работу последних десяти лет, касаясь всего предыдущего периода лишь постольку, поскольку это необходимо для того, чтобы сделать изложение общепонятным. Нужно оговориться, что мы отнюдь не имеем в виду давать полный перечень работ, появившихся за десять лет, мы стараемся только отразить главные направления, по которым шла более активная работа наших агрохимиков за истекший период.

Наиболее общей для почв Европейской части Союза, а также и для Средней Азии оказалась потребность в фосфоре, за исключением степного Юго-востока. Об этом согласно говоря данные ряда опытных станций, от Харькова, Полтавы и Киева до Архангельска, от Черниговской и Смоленской губерний до Перми. В черноземной полосе эффект от внесения фосфатов проявляется даже резче и постояннее, чем в нечерноземной полосе, так как чернозем богаче азотом, поэтому внесение одного фосфора часто равносильно внесению полного удобрения, напр., навоза. Соответственно этому, изучение наших залежей фосфоритов давно привлекало внимание

агрономов, начиная с известной работы проф. А. Н. Энгельгардта и студента А. С. Ермолова в 1866 г., а в последнее время произведен был учет общих запасов путем систематического изучения этих залежей со стороны геологов; эта работа была предпринята особой комиссией при Петровской Сельскохозяйственной Академии, под председательством покойного профессора Я. В. Самойлова; последний том работ этой комиссии, начавшей работу в 1908 г., вышел в 1918 году. Общие запасы фосфоритов в Европейской России оказались равными пяти с половиной миллиардам тонн, но качество их весьма разнообразно как в смысле содержания фосфорной кислоты, так и в смысле количества примесей, нежелательных с точки зрения переработки этих фосфоритов на суперфосфат. Изучение фосфоритов различного происхождения со стороны агрохимической велось преимущественно также в Петровской Академии [лаборатория проф. Прянишникова]. Еще раньше работами той же лаборатории была, вопреки прежним представлениям, доказана возможность использования вятских фосфоритов для фабрикациии суперфосфата; теперь работает завод в Перми, перерабатывающий этот тип фосфорита [верхнекамский]; впоследствии [после 1917 года] лабораторные работы были распространены на другие фосфориты [саратовский, московский, боровский], при чем была уточнена методика лабораторного разрешения вопроса о пригодности того или иного фосфорита для суперфосфатного производства; в дальнейшем и эти работы в ряде случаев были использованы в производстве. Так как все-таки большая часть наших фосфоритных залежей [курские, смоленские, брянские, воронежские и т. п.] дают материал слишком низкопроцентный, то были изучены методы более сложной их переработки в высокопроцентные фосфаты. Работа по рецептам, выработанным на Западе, не приводила к должным результатам благодаря особенностям нашего сырья; пришлось выработать свои варианты, например, для достижения полностью извлечения фосфорной кислоты из фосфоритов при приготовлении двойного суперфосфата [работа А. В. Казакова], изучить причины так называемой «недеятельности» экстракта фосфорной

кислоты, условия обогащения вытяжки путем методического выщелачивания [работы Е. В. Бобко], осаждения двухкальциевого фосфата, некоторые вопросы получения термофосфатов и т. д.; словом, для заводской техники был намечен ряд вариантов, проработанных на фосфоритах из определенных залежей, которые являлись более интересными или по своей мощности, или по близости расположения к тому или иному центру возможного возникновения фосфоритной промышленности.

В 1919 году и возник Научный Институт по делам удобрения [при Научно-Техническом Отделе Высшего Совета Народного Хозяйства], в котором идет совместная работа агрохимиков, геологов и технологов; с этого времени явилась возможность для агрономов сосредоточиться на сельскохозяйственной оценке различного рода удобрений и передать технологам вопросы химической переработки сырья. Благодаря применению методов, доступных для крупной индустрии, и более широким возможностям комбинирования с другими производствами были достигнуты значительные успехи в области переработки фосфоритов; отметим здесь только способ проф. Брицке, основанный на возгонке фосфора и генераторных печах¹. Способ этот позволяет использовать для технической переработки низкопроцентные фосфориты, как курский самород; этим самым расширяются возможности использования низкопроцентного сырья, и в то же время получается экономия на транспорте [при переработке верхнекамских фосфоритов и доставке суперфосфата на Украину в район свекловичной культуры транспорт тяжело ложится на стоимость суперфосфата²].

¹ Если фосфорит, содержащий кварц, смешать с углем, то при нагревании кремневая кислота вытесняет фосфорную, последняя восстанавливается до фосфора, который улетучивается, легко может быть окислен до фосфорного ангидрида и уловлен в виде концентрированного раствора фосфорной кислоты. Эта фосфорная кислота может быть обращена на приготовление высокопроцентных фосфатов [кальция, аммония или калия], а полученный побочный продукт—шлак [кремнекислый кальций]—может быть использован для получения стекла. По способу проф. Брицке возгонка ведется попутно в доменных печах, а не в особых электрических, как в Америке.

² Кроме обеспечения фосфором свекловичного района, этот метод обещает дать высокопроцентный продукт, лучше выносящий перевозку

При этом способе из низкопроцентного сырья получается 60%-ный суперфосфат или фосфорнокислый аммоний, с 20% азота и 40% фосфорной кислоты, тогда как теперь из лучшего нашего сырья получают только 12—15% суперфосфата. К сожалению, недостаток средств замедлил проведение опытов переработки по способу проф. Брицке в большом заводском масштабе [такие опыты должны быть осуществлены в текущем 1928 г.].

Однако, при всей эффективности достижений техники, открывающих широкие перспективы в будущем [при должном регулировании цен на удобрение и зерно], в настоящее время мы должны считаться с недостатком дешевого суперфосфата, с невозможностью применять его широко под «серые хлеба». Это уже давно заставило агрономов интересоваться «сырой» фосфоритной мукой как удобрением. Основные условия применения фосфорита выяснены в общих чертах прежними работами Энгельгардта, Прянишникова, Коссовича и др. Практически наиболее существенным моментом является решение вопроса о том, на каких почвах или на каких типах почв возможно положительное действие фосфоритной муки. По прежним данным считалось, что сырой фосфорит может с успехом применяться только на почвах подзолистого типа и на некоторых порфянистых почвах, вообще на определенно «кислых» почвах. Работы Шатиловской станции под руководством Лебеядцева показали однако, что фосфоритная мука может проявлять сильный эффект также и в районе деградированных черноземов, занимающих у нас весьма обширные площади. Вот некоторые цифры, полученные Шатиловской опытной станцией. Прибавка урожая зерна от внесения 3 пудов P_2O_5 в суперфосфате или 9 пудов P_2O_5 в фосфорите была в среднем следующая:

в Туркестан, где фосфаты необходимы ради повышения продукции хлопка; помимо доставки фосфатов из центра, при этом открываются перспективы создания фосфатной промышленности совсем рядом с хлопковым районом на восточном берегу Каспийского моря, на Мангышлакском полуострове экспедицией проф. Самойлова были открыты поверхностно лежащие довольно мощные пласты фосфорита, однако весьма низкопроцентного [14% P_2O_5], при прежней технике переработки не представлявшие интереса, но способ проф. Брицке меняет картину: теперь переработка возможна при дешевом топливе, каковым может служить открытая на том же Мангышлаке нефть.

	По навозному фону			По безнавозному фону		
	Рожь	Овес ¹	Всего зерна	Рожь	Овес	Всего зерна
Суперфосфат	46 п.	29 п.	75 п.	38 п.	15 п.	53 п.
Фосфорит	40 »	30 »	80 »	40 »	15 »	55 »

при урожае неудобренной ржи в 106 пудов и овса в 98 пудов.

Результаты, полученные Лебеяднцевым, таким образом, отодвинули далеко на юг границу возможного применения фосфоритной муки. Можно сказать, что новый район [юг Тульской, Рязанской, Орловская губ. и смежные с ней] практически гораздо важнее всего к северу лежащего района подзолистых почв, ибо здесь мы имеем дело с густым населением, большим процентом пашни и с почвами, богатыми азотом — фосфор один без других удобрений способен заменять навоз. Более детальное выяснение южной границы нового района является одной из актуальных задач, над которой работают ряд опытных учреждений на юге, и Научный Институт по удобрениям.

Дальнейший успех в разработке приемов удобрения фосфоритом был достигнут в результате исследований Лебеяднцева, показавших чрезвычайно важное значение степени механического размельчения фосфоритной муки для ее удобрительного действия. Эффект всех испытанных фосфоритов, за исключением совсем недоступного распения Подольского, правильно возрастает по мере увеличения тонкости размол фосфоритной муки. Для максимального использования фосфоритной муки желательно достичь такой тонкости размол, чтобы мука нацело просеивалась через сито с отверстиями в 0,08 мм.

Возвращаясь к почвенным условиям, от которых зависит действие фосфорита, необходимо отметить, что более детальное и углубленное изучение тех свойств почвы, от которых зависит ее реакция на фосфорит, начато только за самые последние годы; окончательные результаты здесь еще не получены. Среди почвенных факторов, определяющих растворение фосфорита в почве, особенное внимание привлекало то свойство почв, которое называется «обменной кислотностью»,

¹ Удобрение при этих опытах Шатиловской станции вносилось только под рожь; на овсе сказалось так называемое «последствие» удобрения.

или «ненасыщенностью основаниями». Почвы, не насыщенные основаниями, жадно поглощают основания [катионы] из растворов солей, которые приходят с ними в соприкосновение. Взамен поглощенных оснований [катионов] почвы при этом выделяют в раствор равное, по химическим эквивалентам, количество ионов водорода. Почва, способная связывать кальций, будет отнимать кальций от фосфорита, в состав которого входят фосфаты кальция, и таким путем разлагать или растворять этот фосфорит. Соколовский определенно выдвигал «жадность» поглощения кальция почвой, как главный фактор растворяющей силы почв по отношению к фосфориту. В то же время Гедройц доказал, что кальций действительно может энергично поглощаться почвой, более энергично, чем калий или натрий [при прочих равных условиях]. В последние годы процессы поглощения и взаимного вытеснения различных оснований и ионов водорода в почве были изучены довольно детально, о чем ниже будет сказано более подробно, и в связи с этим стали различать различные формы «скрытой» или «пассивной» кислотности. Опыты, проведенные сотрудниками проф. Прянишникова, Дружининым, Голубевым, Аскинази и др., в значительной части еще не опубликованные, показали, что на фосфорит реагируют не только почвы, в которых отмечается «ненасыщенность основаниями» по Гедройцу, но также и почвы, обладающие только еще более «скрытой» формой кислотности, так называемой гидролитической кислотностью. Эти явления объясняют установленный Лебедевцевым факт отзывчивости деградированных черноземов, не обладающих «явной» кислотностью, на фосфорит.

Значение микробиологических процессов для растворения фосфорита почвой было подчеркнуто работами Лебедевцева. Этот автор приписывает процессу нитрификации, при которой в почве образуется свободная азотная кислота, существенную роль при растворении фосфоритов. Опыты удобрения фосфоритом почвы, куда была заранее внесена определенная, соответствующая энергии нитрификации, доза свободной азотной кислоты, опыты, давшие положительный эффект, говорят в пользу взгляда, защищаемого Лебедевцевым. Некоторые

экспериментальные данные в пользу этого взгляда приводятся также в работах Дружинина. Говоря о действии почвы на фосфорит, необходимо считаться с сложным характером этого воздействия; можно считать, что воздействие протекает в две стадии: сначала идет растворение фосфорита почвой, а затем «поглощение» фосфорной кислоты почвой, ее «ретроградация» или, как иногда говорят, ее «иммобилизация». [Пример ретроградации: ослабление эффекта фосфорита при внесении его перед парованием.] И если характер процессов при первой стадии «растворения» в общем понятен и более или менее изучен, то о второй стадии [«ретроградации»] пока нельзя сказать ничего определенного. По мнению ряда исследователей, процесс нитрификации содействует «биологическому поглощению» P_2O_5 в почве. Изучение хода изменения [«динамики»] содержания легко растворимой P_2O_5 и нитратов на паровых делянках в течение вегетационного периода, на самом деле, часто обнаруживает известный «антагонизм» этих главных питательных веществ: возрастание количества нитратов в почве сопровождается понижением количества легко растворимой фосфорной кислоты. Явление это наблюдается не всегда. Участие биологических процессов в поглощении фосфорной кислоты почвой надо признать почти «логически неизбежным», но экспериментальные методы не позволяют пока провести точное разграничение между биологическим и физико-химическим поглощением. Чрезвычайно малая пространственная подвижность внесенной в почву [даже в легко растворимой форме] P_2O_5 подчеркнута некоторыми исследованиями Егорова.

Фосфорит разлагается торфом гораздо энергичнее, чем обычными почвами, даже «ненасыщенными основаниями» почвами. Смешение фосфорита с торфом или компостирование фосфорита с торфом представляет поэтому хороший прием для перевода фосфорной кислоты фосфорита в растворимое состояние: этот прием является как бы упрощенным «хозяйственным» суррогатом суперфосфатного производства. Растворяющее действие торфа на фосфорит зависит от количественного соотношения торфа и фосфорита; так, в опытах Купреенко при увеличении отношения мохового торфа

к фосфориту с 4:1 до 18:1 прирост урожая растений повысился с 48 до 136%. При опытах Розанова в случае отношения торфа к фосфориту как 100:1 вся фосфорная кислота фосфорита [100%] переходила в водно-растворимую форму. Уже и прежде известный факт повышающего действия примеси некоторых нейтральных солей [Fleischer, Kissling] на растворение фосфорита торфом был подтвержден опытами Купреенко. В опытах, описанных в статье Прянишникова, наблюдался неожиданный факт повышающего действия примеси гипса на разложение фосфорита торфом; выяснение условий, при которых возможен такой процесс, требует еще дальнейшего исследования. По вопросу о химизме гуминовых веществ была проведена обстоятельная работа А. А. Шмуком. Одним из способов разложения фосфатов является также внесение серы в почву. Именно, сера окисляется почвенными бактериями в серную кислоту, и внесение ее в почву поэтому равносильно постепенному внесению соответственной дозы свободной серной кислоты; если сера вносится в почву вместе с фосфоритом, то серная кислота, образующаяся из серы, действует растворяющим образом на фосфорит; этот растворяющий эффект серы на фосфорит в почве очень наглядно показан опытами Калужского. Смесь серы с фосфоритом, по опытам проф. Калужского, по своему удобрительному эффекту равноценна суперфосфату как в песчаной среде, так и в почве. Решающим моментом в действии смеси фосфорита с серой являются дозы составных частей этой смеси, в особенности соотношение количеств серы и фосфорита; оптимум действия достигается только при определенном соотношении: избыток серы может оказать сильно вредное действие, вследствие развития излишней кислотности; при этом оптимальная пропорция неодинакова для разных почв, для песков оптимальное отношение [серы к P_2O_5 фосфорита] около 1:1, для песчаного чернозема 4:1. Различия оптимального отношения серы к фосфориту зависят от величины буферного действия почвы; чем больше буферное действие, тем медленнее идет подкисление и тем выше должны быть дозы серы. Нахождение залежей серы в районе Туркестана, в связи с тем, что почвы

Туркестана обычно сами неспособны разлагать фосфориты открывают практически интересные перспективы применения серы как сопутствующего удобрения к фосфориту.

Вопрос о более рациональном использовании фосфорной кислоты навоза разрабатывался Егоровым. Автор прежде всего установил наличие потерь фосфорной кислоты при хранении навоза, происходящих не только вследствие утечки жидкости из места хранения навоза, но также вследствие улетучивания фосфора в форме каких-то неизвестных газообразных соединений; потери через улетучивание колебались при двухмесячном хранении навоза от 3,68% до 19,38% от всей фосфорной кислоты; уловить газообразные продукты, содержащие фосфор, автору удалось при применении раскаленного магния в качестве улавливателя. Улетучивание фосфора из навоза вызывается деятельностью микроорганизмов. Потери P_2O_5 зависят от влажности навоза, возраста с увеличением влажности. Далее автору удалось констатировать интересный случай как бы «самоконсервирования» навоза. Если сравнительно сухая [30—50% влаги] порция навоза хранится в атмосфере, насыщенной испарениями от другой порции, залитой водой, то разложение первой порции резко замедляется, потери P_2O_5 из нее прекращаются совершенно.

Для оценки фосфорнокислых удобрений и для понимания процессов взаимодействия фосфатов с почвой и растением существенное значение имеет выяснение степени растворимости этих фосфатов при разных условиях. В этом отношении были получены интересные результаты Чириковым для случая растворения трехкальциевого фосфата в воде, насыщенной углекислотой; оказалось, что внесение нейтральных солей сильных кислот [за исключением солей кальция] заметно повышает растворяющую силу углекислоты по отношению к трехкальциевому фосфату; совершенно аналогичные результаты были получены Флеровым для подольского фосфорита. Можно думать, что растворяющая сила среды по отношению к фосфатам кальция [включая и фосфорит], т.е. способность среды извлекать фосфорную кислоту из фосфатов кальция, определяется в первую очередь двумя факторами: