

20 I

1432

191554

У Центрального научно-исследовательского института химии и механики

с/автор

ПРОФ. М. А. ЕГОРОВ



ХИМИЯ НА СЛУЖБЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ



ИЗДАНИЕ УКРАДОБРОХИМ'А И ПАВУКА
ХАРЬКОВ 1924 г.

Цена 15 коп.

V.N. Karazin Kharkiv National University



00804480

4

ПРОЛЕТАРИИ ВСЕХ СТРАН, СОЕДИНЯЙТЕСЬ!

Проф. М. А. ЕГОРОВ.

54:63 (04)—9171.

ХИМИЯ НА СЛУЖБЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

~~20.1~~

~~1432~~

~~✓45~~

191534

ПРОВЕРЕНО
ЧЛБ 1945

02

~~1925~~
~~9/19/24~~

Центральна Наукова
БІБЛІОТЕКА при ХДУ
вер. 12

ИЗДАНИЕ
УКРДОБРОХИМ и ОАВУК
ХАРЬКОВ, 1924

64
1934

ПРОВЕРЕНО
11.11.1939

УНІВЕРСАЛЬНА
НАУКОВА БІБЛІОТЕКА

Типография Акц. О-ва „Хозпроинат“. Харьков, ул. К. Либкнехта, 38.

РУП. № 8779.

Зак. 1234.

Тир. 6.000.

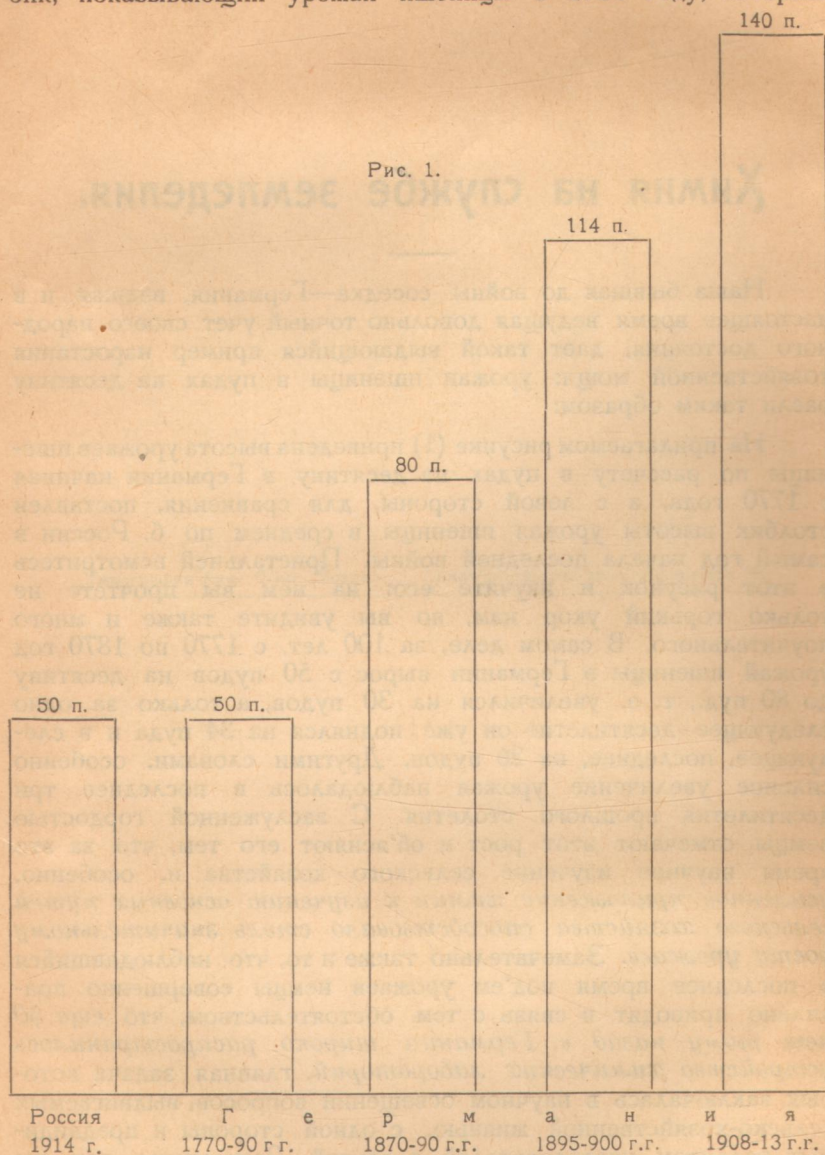
Химия на службе земледелия.

Наша бывшая до войны соседка—Германия, ведшая, и в настоящее время ведущая довольно точный учет своего народного достояния, дает такой выдающийся пример нарастания хозяйственной мощи: урожаи пшеницы в пудах на десятину росли таким образом:

На прилагаемом рисунке (1) приведена высота урожаев пшеницы по расчету в пудах на десятину в Германии начиная с 1770 года, а с левой стороны, для сравнения, поставлен столбик высоты урожая пшеницы в среднем по б. России в самый год начала последней войны. Пристальней всмотритесь в этот рисунок и изучите его: на нем вы прочтете не только горький укор нам, но вы увидите также и много поучительного. В самом деле, за 100 лет, с 1770 по 1870 год урожай пшеницы в Германии вырос с 50 пудов на десятину до 80 пуд., т. е. увеличился на 30 пудов, а только за одно следующее десятилетие он уже поднялся на 34 пуда и в следующее, последнее, на 26 пудов. Другими словами, особенно сильное увеличение урожая наблюдалось в последнее три десятилетия прошлого столетия. С заслуженной гордостью немцы отмечают этот рост и объясняют его тем, что за это время научное изучение сельского хозяйства и, особенно, *усиленное приложение химии к изучению основных путей сельского хозяйства способствовало столь значительному росту урожаев.* Замечательно также и то, что наблюдавшийся в последнее время под'ем урожаев немцы совершенно правильно приводят в связь с тем обстоятельством, что *еще 50 лет тому назад в Германии широко распространилось устройство химических лабораторий*, главная задача которых заключалась в научном освещении вопросов, выдвигаемых сельско-хозяйственной жизнью, с одной стороны и предвидимых талантом исследователей с другой. Результаты, как мы уже видели, на лицо.

А у нас?

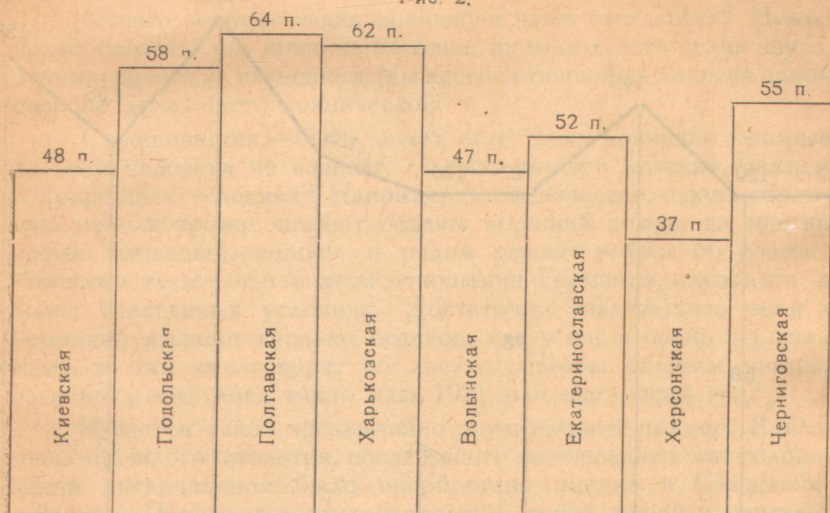
На рисунке первом, слева, стоит низенький, жалкий столбик, показывающий урожай пшеницы в 1914 году, который



совпадает с урожаем в Германии в 1770 году. Правда, это средний урожай по всей б. России. В различных частях нашего

обширного отечества мы имеем в этом отношении огромное разнообразие. Для примера приведем средний урожай яровой пшеницы в пудах на десятину по некоторым губерниям Украины (см. рис. 2):

Рис. 2.

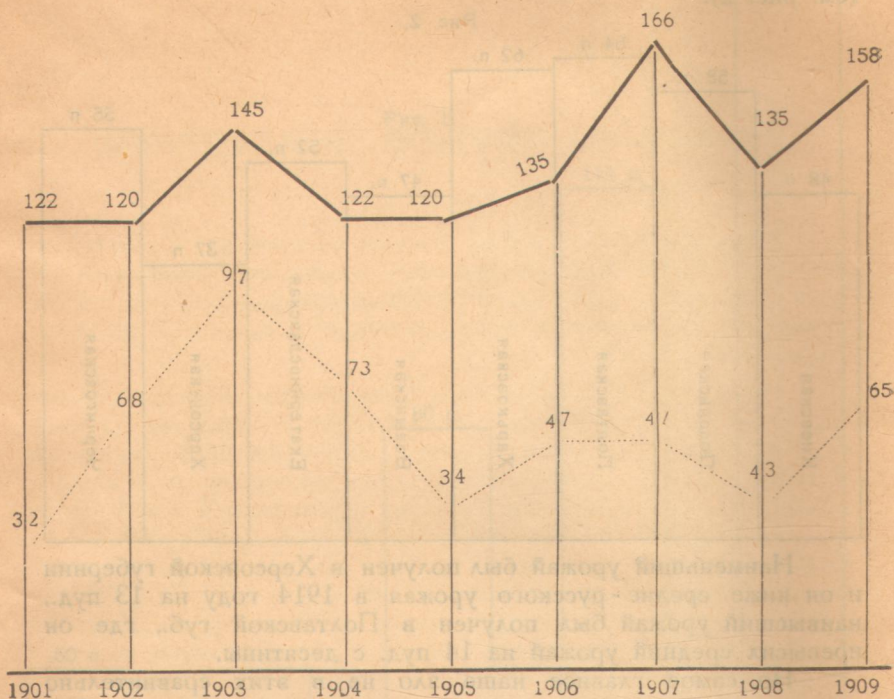


Наименьший урожай был получен в Херсонской губернии и он ниже средне-русского урожая в 1914 году на 13 пуд., наивысший урожай был получен в Полтавской губ., где он превысил средний урожай на 14 пуд. с десятины.

Но самое главное наше зло не в этих сравнительно очень низких урожаях, а в том, что наши урожаи крайне непостоянны, из года в год сильно колеблются. В этом отношении мы также коренным образом отличаемся от немцев. Даже на наших опытных станциях это зло до сих пор не изжито. На рисунке (3) приведем урожаи за отдельные годы яровой пшеницы в пудах на десятину в Германии (сплошная линия) и на Херсонской опытной станции (точечная линия): нетрудно видеть, как сравнительно плавна линия урожаев в Германии и как сильно изломана она в Херсоне. Кроме того, в Херсоне в 1899 году урожай пшеницы был равен нулю и этот год не единственный, а повторяется у нас более или менее часто. Совершенно уместным будет вопрос, да почему же это так происходит? Где причины таких низких, а главное—непостоянных урожаев? Несколько дальше мы этим вопросом займемся подробнее, а сейчас, чтобы сделать наше положение еще более ясным и определенным всем и каждому, — продолжим наше сравнение с Германией дальше.

Бывшая Европейская Россия по своей площади в 10 раз больше Германии и равна всем государствам Европы

Рис. 3



вместе. Земля, используемая для целей сельского хозяйства, в 6. России в 9—10 раз больше, чем в Германии, причем на долю 6. Европейской России приходится три четверти этого количества. И вот в этих соотношениях площадей посмотрите каковы результаты хозяйничанья у нас и у немцев:

	Германия	6 Россия
Всего зернов. хлебов в среднем собирали	1.604.000.000 пуд.	4 117 500.000 пуд.
На семена шло	¹ / ₁₁ — ¹ / ₁₂ урожая	¹ / ₅ урожая
Урожай за вычетом семян	1.464.000.000 пуд.	3.355.000.000 пуд.

Таким образом посевная площадь у нас превышала посевную площадь Германии в 9—10 раз, а собирали мы с нее больше Германии хлеба всего лишь в два с третью раза.

Еще один небольшой пример: на 1 квадратный километр (девятьюсто одна с половиной десятины) приходилось разного скота:

	Лошади	Коровы	Свиньи	Овцы и козы
в 6. Европ. России	4	7	2	8
в Германии . . .	больше 8	больше 37	больше 40	больше 17

Цифры эти еще более ярко подчеркивают нашу отсталость.

Отчего зависит такая вопиющая наша отсталость? Нужно прямо сказать, что причина не одна, их много, есть целая наука, занимающаяся их изучением. Мы здесь остановимся лишь на одной стороне дела, чисто технической.

Спрашивается,—быть может есть такие причины, которые от воли человека не зависят, а лежат вне его желания, скажем в природных условиях? Например, всем известно, какую огромную роль в урожае играют осадки: хороший дождь, да еще во время выпавший, сплошь и рядом решает вопрос об урожае. Известно также, что в этом отношении Германия находится в более счастливых условиях. Достаточно сказать, что если в Германии выпадет столько осадков, как у нас в очень хорошие годы, то там уже говорят об засухе. Чтобы сказали немцы, если бы у них имел место наш 1921 или настоящий год?

Известен такой чрезвычайно поучительный пример. В 60-х годах прошлого столетия, после одного из очередных лет голода, одним англичанином было приобретено имение в Самарской губернии. Привез этот землевладелец с собой живой и мертвый инвентарь английского происхождения и начал вести дело на английский манер. В результате через несколько лет суровая русская действительность заставила этого носителя высшей культуры продать имение за полной его бездоходностью. Подобные же попытки мы имеем и в настоящее время. Надо думать, что в данном случае будут учтены наши природные условия, а главное будут приняты во внимание указания наших опытных станций, насчитывающих самое большое около 40 лет работы, а обычно около 15—20 лет.

А к их указаниям всем земледельцам страны необходимо очень и очень прислушиваться. Следующий пример, мне думается, должен показаться убедительным всякому непредубежденному читателю. Урожай важнейших сельскохозяйственных культурных растений в губерниях земледельческого центра, юга и юго-востока 6. Европейской России был в пудах на десятину такой:

	Оз. рожь	Оз. пше- ница	Яр. пше- ница	Овес	Яч- мень	Просо	Кар- то- фель
В крестьянских хозяйствах.	54	61	35	49	47	37	400
На опытных станциях . . .	116	106	68	96	86	89	1100

При сравнении приведенных в таблице цифр необходимо иметь в виду, что опытные станции ведут свою работу в тех же,

что и крестьяне, климатических и почвенных условиях и вот оказывается, что урожаи на опытных станциях примерно вдвое выше, чем у земледельцев. Картина получится еще более поразительная, если мы попробуем подсчитать, каков был бы сбор урожая, если бы высота их у крестьян была бы такой же, что и на соседних опытных станциях? Для данного района общий сбор мог бы подняться:

для пшеницы, ржи и проса . . .	с 937.640 000 п.	до 1.941.377.000 пуд.
„ овса и ячменя	416.472.000 „	792.596.800 „
„ картофеля	354.012 000 „	978.010.000 „

Мы видим как велики возможности, стоящие перед украинским и русским сельским хозяйством, какая блестящая будущность его ожидает. Размер нашего сельского хозяйства таков, что каждый лишний пуд урожая—это десятки миллионов рублей лишнего дохода для страны.

Но может быть и совершенно понятен вопрос: ведь все это на опытных станциях, хорошо оборудованных, хорошо обставленных во всех отношениях. Возможно ли все это у крестьян, в их обычной обстановке? На это можно ответить совершенно определенно: да, это вполне возможно. Для этого необходимо лишь уменье и знание, в частности *необходимо знание химического состава всего того, что повседневно окружает хозяина*. Всеми этими знаниями в той или иной степени обладают агрономы.

К этим людям и нужно идти за советом и указаниями.

Какие результаты отсюда могут произойти, показывают следующие примеры:

1. В голодный 1921 год под Николаевом, в то время, как кругом был полный неурожай, у крестьянина, который обрабатывал землю по указаниям агронома, рожь дала больше 100 пуд. зерна на десятину.

2. В „Земледельческой газете“ за 1916 год описан случай ведения хозяйства крестьянином Тим. Пр. Иголкиным, по указаниям агронома. В результате в среднем за три года урожаи у него, сравнительно с урожаями соседних крестьян, в пудах на десятину были такие: оз. пшеница (зерно) у Иголкина 124 п., у соседних крестьян 75 п., ячмень у Иголкина 93 п., у соседних крестьян 42 п., люцерны (сено) у Иголкина 273 п., у соседних крестьян не сеялась.

Что же нужно для того, чтобы добиться такого сильного повышения урожая?

Опытными станциями установлен ряд правил, которыми и можно пользоваться в обычном хозяйственном обиходе с этими

целями. Но жизнь разнообразна, случай на случай не похож. Чтобы правильно и с толком использовать показания опытных станций нужно уметь в них разбираться. Для того же, чтобы разбираться, необходимо знать хорошо то, с чем работаешь. А это дается наукой, называемой агрономией, в которой химии принадлежит почетная и важная роль. О значении химии в сельском хозяйстве ниже и пойдет речь.

Важнейшими техническими приемами, с помощью которых можно поднять урожайность наших полей, обычно являются следующие три:

1. Обработка почвы.
2. Удобрение почвы.
3. Выбор подходящего сорта растений.

В разных случаях жизни то тот, то другой прием имеет преимущественное значение. Грубо приблизительно север и северо-запад Украины, вплоть до линии Каменец-Подольск, Екатеринослав, Изюм (Харьковской губ.), будет охватывать ту часть страны, в которой наиважнейшее влияние на под'ем урожайности принадлежит удобрению, второе место займут обработка и сорт растения; вся та часть страны, которая лежит к югу от этой границы, на удобрения отзывается или очень слабо или даже совсем не отзывается, а важнейшим приемом под'ема урожайности является обработка почвы и сорт растения.

Вот схема, приблизительное подразделение Украины в этом отношении. Насколько она однако не является полной, можно видеть из того, что как среди той, так и другой намеченной здесь части Украины, есть места, которые ведут себя отлично от общей массы земель, выделяются из них. Например, Полтавская губерния полностью входит в тот район, где урожаи в первую очередь могут быть сильно повышены удобрениями. Между тем, как раз под самой Полтавой находится старейшая опытная станция, Полтавская, на которой в среднем за много лет и обработка и удобрение дают приблизительно одинаковые результаты.

Другой пример. Мариуполь, Екатеринославской губ., лежит в полосе, где в первую очередь урожаи могут быть подняты обработкой почвы, а не удобрением. В то же время на Мариупольском опытном поле есть один опыт, где очень хорошие результаты дает и удобрение.

Остановимся на этом несколько подробнее. Возьмем случай с Полтавской опытной станцией. Эта станция хотя и нахо-

дится в черноземной полосе, но ее почва не чернозем, а суглинок, так называемый серый лесной суглинок. Покойный директор Полтавской опытной станции, очень видный агроном-опытник, а в то же время и химик, *С. Ф. Третьяков*, указывает, что в хозяйственном отношении суглинок довольно сильно отличается от чернозема. Разница между ними огромная вот в каком отношении. В то время, как суглинок по общему запасу питательных для растения веществ (так называемое *богатство почвы*) значительно уступает чернозему, его питательные вещества находятся в более подвижной и доступной растениям форме (*плодородие почвы*). Другими словами, по пословице, „суглинок не богат, но тароват“.

Но еще существеннее то, что тароватость суглинка сопровождается и другим явлением, — влиянием его не только на высоту урожая, но и на его качество. Тот же *С. Ф. Третьяков* приводит такое наблюдение, сделанное в б. имении Кочубея, относительно высоты урожая некоторых хлебов и их качества:

	Урожай зерна пуд на десятину:				
	Пшеница		Оз.	Овес	Ячмень
	озимая	яровая	рожь		
На черноземе. . .	86,8	60,7	78,0	82,3	61,5
„ суглинке . . .	97,2	63,4	73,0	86,2	72

Как видно из таблички, по урожайности суглинок несколько превосходит чернозем. Вместе с тем, наблюдение, произведенное в имении показало, что в частности *ячмень с суглинка более пригоден для пивоварения, чем с чернозема*. Оказалось следующее:

			в районе	
			суглинка	чернозема
Из 1 пуда солода выходит пива			6 ведер	3 ведра
„ 1 „ ячменя „ солода			37 фун.	20 фун.

Между тем и химическое исследование ячменя вообще показало, что для пивоварения более пригоден ячмень, бедный белками и богатый крахмалом. В данном случае и та, и другая почва лежат в одном и том же имении, при одинаковых климатических условиях. Тем не менее мы видим, что, как состав почвы, так и ее качество сильно отзывается и на высоте урожая и, главное, на его качестве.

Стоит на этом примере несколько остановиться, чтобы уяснить себе, в чем тут дело?

Если взять любое сельскохозяйственное растение, например, — выдернуть в поле куст колосящейся или цветущей ржи, тщательно очистить его от земли и немедленно взвесить, то

дальше с ним можно произвести такое *химическое исследование*: доведя куст до сухого состояния и снова его взвесивши, мы легко убедимся, что в цветущей ржи на 100 весовых частей придется около 80 весовых частей воды, которая и испаряется при высушивании. Четыре пятых, приблизительно, воды и лишь одна пятая сухого вещества.

Но полученное таким путем сухое вещество еще вовсе не является сухим. В этом легко убедиться каждому. Стоит только такое сухое вещество положить между двумя кусками сухого и чистого стекла и подержать над горящей керосиновой лампой. Почти мгновенно верхнее стекло запотеет, а затем соберутся и капельки воды.

Воздушно-сухое вещество, т. е. высушенное на воздухе содержит то или иное количество воды, выделяющейся лишь при подогревании до 100-105°C. Количество такой воды в сухой соломе обычно около пяти частей на сто частей соломы. В зерне такой воды значительно больше, до 12-14 и более частей на сто весовых частей. Но все таки эти количества являются совершенно ничтожными, сравнительно с тем количеством воды, которое содержится, скажем, в картофеле, корнях свеклы, капусте и т. д.

Интересен случай с капустой. В двух сортах капусты определение показало, что на сто частей капусты содержится воды 90 и 80 частей. В некоторых случаях в корне кормовой свеклы количество воды доходит до 98⁰0, т. е. всего лишь две части сухого вещества. Представьте себе, что вы покупаете 100 пудов капусты. Вы в сущности покупаете в данных примерах или 10 или 20 пудов ценных для вас веществ, а остальное будет вода. Легко понять, что для нас все это далеко не безразлично.

Если из куста ржи удалить и ту воду, которая улетучивается при 100-105 градусах, то оставшееся сухое вещество неоднородно. Огонь и здесь помогает нам сравнительно легко убедиться в этом: сжигая взвешенный сухой куст ржи, мы увидим, что большая часть его сгорит, а останется буквально щепотка золы. Ясно, что сухое растение состоит из сгораемой (по научному — *органической*) части и несгораемой — *золы*.

В среднем растения содержат золы 5⁰0, но, понятно, в отдельных случаях будут наблюдаться известные отклонения. В частности, в соломе злаков и, особенно, в листьях золы больше, чем в зернах. Неодинаково количество золы и в отдельных колосках соломины.

Из чего состоят сгораемая и несгораемая составные части растения?

Грубо приблизительно состав растения, в частях по расчету на сто весовых частей сухого вещества, такой:

Углерод	Водород	Кислород	Азот	Зола
45	6,5	42	1,5	5

Углерод—это главная составная часть угля. Химически чистый уголь (сажа, например) на цело состоит из углерода. Водород и кислород, каждый в отдельности газы, при химическом соединении друг с другом дают общеизвестную и общепользную, жизненно необходимую воду. Азот—это тоже газ, когда он встречается отдельно от других элементов, когда он самостоятелен. Много, как увидим ниже, азота содержится в воздухе.

Таким образом, в среднем 95 частей растения при сжигании его улетучивается, уходит с дымом. В каком же виде?

Химия и тут дает подробное объяснение этому явлению.

Смотря по тому, как пойдет горение,—быстро или медленно (в последнем случае говорят уже не о горении, а о тлении, гниении. Вспомним, кстати, народное выражение,—„земля перегорает“). Видимый результат будет резко различен: в первом случае мы получим много дыма и немного золы. Во втором же случае дыма совсем не будет, разве только иногда, да и то при внимательном наблюдении можно заметить, как из гниющего вещества подымается пар. При гниении образуется всем известный перегной или, по ученому, гумус.

Замечательно, что если перегной сгниет до конца, то в результате громадная часть его улетучится в виде газов, а в остатке получится та же щепотка золы.

Какие же газы при этом выделяются?

Если горение и гниение идет при свободном доступе воздуха, то весь углерод при полном сгорании выделяется в виде газа *углекислого*, играющего огромную, как увидим, роль в жизни, а водород выделяется в виде воды.

В отношении химического состава растения особенно важно отметить следующее обстоятельство: на сто частей сухого вещества приходится всего лишь шесть с половиною частей, которые растение берет из почвы. Это будут зола и азот. Остальные 93,5 части растение берет из воздуха и воды, т. е. из таких источников, размер которых почти неограничен. В этом коренное отличие земледельческого промысла от всякой другой промышленной деятельности человека. Здесь человек, своим трудом и знаниями, участвует в творческом процессе, когда силами природы зеленое растение, при участии „щепотки“ солей, творит так нужное живому существу органическое вещество.

При всяком другом виде промышленной деятельности человек добывает и перерабатывает уже готовые продукты, отложенные природой. Здесь эти продукты лишь переделываются в другие формы. Вновь же здесь ничего не создается.

Уже это одно обстоятельство делает земледельческий промысел основным, важнейшим.

В виду исключительно большой роли, какую воздух играет в жизни всего живого на земле, в частности и растения, остановимся на знакомстве с ним с химической точки зрения.

Воздух—это сложная смесь газов, паров воды, пыли, мельчайших организмов. Главными его составными частями количественно будут азот, кислород, т. е. газы, без которых не может жить и развиваться всякое растение. На 100 объемов воздуха азота приходится 79 частей, кислорода—21 часть. Кроме этих двух, преобладающих составных частей, в воздухе содержится то или иное количество углекислого газа,—газа, выделяющегося при горении, дыхании, гниении и т. д. Этого важнейшего для растений газа содержится в воздухе всего лишь в среднем две-три сотых части на сто частей воздуха. Около фабрик, заводов, больших городов количество углекислого газа больше, нежели в мало населенных местностях. Повышение содержания этого газа в воздухе вредно отзывается на здоровье человека и животных. Всякий это ощущал, когда ему пришлось побыть некоторое время в тесной и душной комнате, в обществе значительного количества людей (сельские сходы, например). В таких случаях каждый получает охоту побыть на свежем воздухе или открыть, где они имеются, форточки, чтобы впустить струю свежего воздуха.

Такой форточкой, все время освежающей, очищающей нашу атмосферу от избытка углекислого газа, является *зеленое растение, которое для своего питания забирает из воздуха углекислый газ.*

Удивительно построенный и работающий аппарат вырабатало для этого зеленое растение. Устройство этого аппарата изучила наука о растениях,—ботаника, сущность же использования углекислого газа, а попутно и воды, употребляемых на рост растений, открыло *химическое исследование этого процесса.*

Вкратце сущность этого удивительного процесса такова.

Зеленое растение содержит в себе особое окрашенное в зеленый цвет вещество, называемое хлорофиллом. Состав этого вещества, также установленный химически, очень сложен. Но замечательно, что и в хлорофилле, как и в растении, колоссально преобладает органическое вещество и совершенно ни-

чтожное количество содержится золы. Но не менее опять таки удивительно то, что без этой незначительной доли золы, этой важнейшей составной части растения,—последнее не существовало бы.

Так вот, помощью этого зеленого вещества, при непременном участии солнечного света и тепла, растение из углекислого газа и воды строит органическое вещество. Обычно в таком случае в растении появляется всем известное вещество, крахмал. Это вещество белого цвета, в воде нерастворяющееся, тяжелее воды. При обработке крахмала горячей водой он превращается в клейстер. Если взять не чистый крахмал, а муку из каких-либо хлебных зерен и ее облить кипятком, то также образуется клейстер, которым наклеивают афиши, обои и т. п. В муке хлебных злаков содержится около 60—65% крахмала. Оттого из нее и можно приготовить клейстер.

Кроме крахмала, растение строит при своем росте много своих клеточных стенок. Клеточные стенки растения, широко используемые в жизни в виде разного рода тканей, мешков, веревок и т. п., химически имеют тот же почти состав, что и крахмал и образуются они за счет того крахмала, который вырабатывается в зеленом растении на свету.

Крахмал же служит источником, из которого зеленое растение образует, так нужные человеку и животным, жир и белок.

Для образования жира никаких других продуктов, кроме крахмала, не требуется. Довольно сложным путем, полностью химически изученным, крахмал превращается в жир.

Несколько сложнее путь превращения крахмала в белок. Белок является основой всего живущего. Он лежит в основании как духовной, так и материальной жизни. Настолько он важен, что можно прямо сказать: без белка нет жизни. И замечательно, что для того, чтобы из крахмала образовался белок, для этого обязательно нужно, чтобы в этом процессе приняли также участие и такие вещества, как азот и сера.

Таким образом, крахмал, клетчатка, жир,—это все вещества, в состав которых входят углерод, водород, кислород.

Белок же, помимо этих трех, содержит еще азот и серу.

Этого мало. При работе растения по созданию органического вещества, при участии солнечного луча, оно, как хороший хозяин, не только творит эти вещества, а одновременно собирает с ними огромное количество тепла, про запас.

Как велики эти количества тепла?

Они поистине огромны. Так, единица веса крахмала при сгорании освобождает 4000 единиц тепла, единица белка 4834 единицы тепла и единица жира 9300 единиц тепла. Не даром масле всякий любит покушать.

Вместе с тем, с этой точки зрения очевидно мы и по другому должны взглянуть на обычные наши сельскохозяйственные растения. Все это конечно наши друзья, но, так—сказать, в разной степени. Все равно, что лист растения „мать-мачеха“: одну сторону листа приложишь к щеке—греет, как мать, другую—холодно, как от мачехи.

Химия и здесь приходит к нам на помощь, вскрывая, какая огромная разница наблюдается в этом отношении между отдельными растениями.

Так, на сто частей сухого вещества семени различных групп растений содержится частей:

	Крахмала	Жиры	Белка	Растения.
Семена злаков . . .	66	3	11	рожь, пшеница и т. д.
„ бобовых . . .	41	4	28	горох, бобы и т. д.
„ масличных . . .	14	37	25	конопля, мак.

Из таблички видно, что наиболее употребительные и обычные для пищи хлебные злаки наиболее богаты крахмалом, т. е. веществом, которое при сгорании, как мы видели, дает наименьшее количество тепла. Семена бобовых хотя содержат очень много белка, но зато мало в них имеется жира. Самыми богатыми в отношении запасов тепла необходимо признать семена масличных растений.

Стоит подумать о том, как все это мудро устроено природой.

Как мы видели, большая часть этого ценного и незаменимого для человека и животных материала растением строится за счет углекислого газа и воды и только для построения белка растение употребляет, сверх этого, еще азот и серу.

Откуда же растение берет нужный ему для этой цели азот?

В первозданных горных породах, послуживших исходным материалом для образования наших почв, азота вовсе не содержится. Предполагают, что вначале весь азот был в виде газа в атмосфере. И лишь потом, постепенно он начал поступать из атмосферы в землю.

В этом перекачивании азота из атмосферы приняли участие с одной стороны силы природы, главным образом в виде гроз, а с другой—растения и мельчайшие организмы, во мно-

жестве населяющие землю. Относительно роли организмов скажем несколько позднее, а сейчас остановимся на работе сил природы.

Всем известно что такое гроза. Известна также та легкость, с какою дышится после грозы.

В чем тут дело?

Химия объяснила все это. Грозовые явления, сопровождаемые громом и молнией, есть следствие электрических разрядов в атмосфере. В результате, кислород воздуха при этом переходит в другую, более деятельную форму, называемую озоном. Кислород вообще обуславливает дыхание, а озон еще более усиливает его. Не даром его называют иногда веселящим газом. Вот отчего после грозы легко дышится.

Вместе с образованием озона при электрических разрядах (молния) изменяется и азот воздуха.

Именно: азот, как говорят, при этом окисляется, т. е. соединяется с кислородом. Сам по себе не жизненный, не деятельный, после этого окисления, азот коренным образом меняет свои свойства. Почти нерастворимый обычно в воде, здесь азот не только хорошо растворяется в ней, но при этом дает вещество, в крепком состоянии едкое, кислое, раз'едающее ткани, кожу, дерево, камни и т. д.

Получается так называемая азотная кислота.

Сама по себе азотная кислота—яд для растений и для всего живого. Но она легко соединяется с известью, например, давая так называемую известковую селитру.

И действительно, образуемая во время гроз азотная кислота, попадая в землю, образует там селитру.

Селитра же—прекрасный источник пищи для растения. Беря селитру из почвы, растение за счет ее азота и за счет крахмала сложным путем строит белок, эту основу жизни.

Если бы ничто другое не мешало, то это перекачивание азота из атмосферы в землю шло бы и шло до тех пор, пока весь азот воздуха не закрепился бы в земле. Но в том и заключается величайший интерес, что рядом с этим существуют явления другого порядка.

Наряду с поступлением азота в почву, вскоре же после начала этого процесса, на земле появилась органическая жизнь, появились организмы, которые жили и питались этой селитрой, а также понятно и другими, нужными им веществами.

Отличительной же и характерной чертой органической жизни является ее ограниченность во времени. Поживет организм некоторое время и отомрет. Другими словами, наряду с

живым органическим веществом появляется и отмершее. А это последнее не может противустоять гниению, разрушению. Выше мы видели, что при этом происходит и что выделяется. В частности, взятый организмом из земли азот из органической формы, белка постепенно снова переходит в минеральную форму. Если разложение идет при доступе воздуха, то при этом в конце концов снова образуется селитра. Если же гниение происходит без доступа воздуха, например под водой, то азот при этом выделяется в виде газа, который снова поступает в атмосферу.

Когда в эту работу природы вмешивается человек, с его земледельческой культурой, то картина резко меняется. Если до этого вмешательства между азотом воздуха и азотом почвы устанавливается известного рода равновесие, с некоторым даже преобладанием поступления азота из атмосферы в почву, то вместе с хозяйничанием человека, в первое время носившим чисто хищнический характер, с каждым урожаем уносилось безвозвратно из почвы некоторое количество азота.

Чтобы яснее представить себе эту роль человека, в этой стадии развития не творческой, по отношению к почве, созидательной, а хищнической, разрушительной роли, приведем некоторые цифровые расчеты.

Корни наших сельско-хозяйственных растений уходят в почву на глубину до полутора и более аршин. Приблизительно этот слой почвы главным образом и участвует в питании растений.

Так вот, если взять слой почвы толщиной в $22\frac{1}{2}$ вершка, а площадью в 1 десятину, то в этом слое азота будет содержаться следующее количество пудов:

в черноземе Тамбовской губ.	2628 пудов
„ „ Тульской „	1800 „
„ подзоле Вологодской „	600 „

На первый взгляд количество азота в почве, особенно черноземной, огромное. Между тем легко показать, что даже эти громадные цифры не так уже велики.

В самом деле, очень хороший урожай озимой пшеницы (около 600 пудов зерна и соломы на десятину,) уносит с десятины около 7 пудов азота. Если бы, следовательно, никакого пополнения убыли азота в почве не происходило, то его запасов в почве хватило бы самое большее (для тамбовского чернозема) на 375 лет, т. е. на такой сравнительно короткий срок, что, например, для чернозема, со времен киевского периода

Руси, даже в общем при очень низких наших урожаях, азота в почве почти вовсе не осталось бы.

Между тем этого нет. И те цифры запасов азота, которые приведены немного выше, определены в наше время, это—тот азот, который действительно в почве находится.

Ясно, что рядом с убылью азота идет и пополнение этой убыли. Как же это происходит?

Подробно на этом здесь я не имею возможности останавливаться. Скажу лишь, что помимо грозových явлений, о которых говорилось несколько выше, огромную роль играют организмы, особенно маленькие живые существа, видные лишь при сильном увеличении (под микроскопом), так называемые бактерии. Некоторые из них живут в почве свободно, другие же поселяются на корнях бобовых, образуя там особые вздутия, так называемые клубеньки.

Как те, так и другие микроорганизмы обладают способностью усваивать свободный азот атмосферы, переводить его в связанное состояние, белок, тем самым обогащая почву азотом.

Как много таким путем попадает азота в почву? Химическим анализом было установлено, что в отдельных случаях эти количества могут быть весьма значительными. Но не надо забывать, что для того, чтобы бактерии эти хорошо работали, необходимо почву хорошо обрабатывать, держать ее в хорошем состоянии.

Но если даже и это будет строго выполняться, все-таки обычно через некоторый промежуток времени наступает такой момент, когда хозяину необходимо бывает позаботиться о пополнении убыли азота в почве. Приходится прибегать к внесению в почву азотистого удобрения.

Таким удобрением до недавнего прошлого почти исключительно была так называемая чилийская селитра, т. е. селитра, добываемая в республике Чили, в Южной Америке. Это главное и, до недавнего времени, единственное почти место, откуда вывозилась селитра во все страны света.

Ежегодное потребление селитры с каждым годом росло и увеличивалось, а запасы ее оказались ограниченными, всего около двадцати одного миллиарда пудов. Мировое же потребление селитры в 1 год, в 1910 году, достигло полутора миллиардов пудов. А так как потребление с каждым годом возрастало, запасы же не увеличивались, то у многих передовых умов возникли совершенно основательные опасения по поводу истощения запасов селитры в природе.

Взоры ученых снова обратились на азот атмосферы.

Как много азота содержится в воздухе? Подсчеты показывают, что если ежегодное потребление селитры, приведенное выше для 1910 года, увеличить в 25 раз, то в полученном количестве селитры будет столько содержаться азота, сколько его содержится в воздухе, помещающимся над поверхностью земли всего только около одной квадратной версты.

Легко понять, что общие запасы азота в атмосфере неограничены. Природа указала и путь, каким можно этот азот переводить в связанное состояние. Это использование электрической искры (молнии). Само собою разумеется, что сделать вообще можно многое, но необходимо с хозяйственной точки зрения стремиться к тому, чтобы получаемый при этом продукт был дешев.

Очень давно было известно, что азот воздуха, при пропускании через него электрических искр, может давать соединение с кислородом воздуха или окисляться, давая продукт, который, растворяясь в воде, образует азотную кислоту. Но только совсем недавно профессор *Биркеланд* и инженер *Эйде* поставили этот вопрос на практическую почву, используя для добывания дешевой электрической энергии силу падающей в водопаде воды.

Таким путем действительно оказалось возможным приготовить селитру (так называемую „воздушную“ селитру), которая и находит практическое применение.

Однако вскоре же убедились, что приготовленная таким образом селитра обладает весьма существенным недостатком: оставленная на воздухе, она жадно притягивает из него водяные пары и в конце концов расплывается (саморастворяется). В одном случае селитра была оставлена в лаборатории в чашечке. Через месяц, приблизительно, хранения вся селитра расплылась.

Чтобы устранить этот важный недостаток, прибавляют, при приготовлении селитры, некоторый избыток извести. Это исправляет свойство селитры, но зато количество азота в ней относительно уменьшается до 10%.

Между тем из-за азота ведь селитра и приобретается. Очевидно, что когда мы покупаем, например, сто фунтов селитры, в них нужного нам азота содержится всего лишь 10 фун. Остальные 90 фун. представляют уже малоценный, сравнительно, балласт. Однако и этот балласт приходится везти и платить за его перевозку, что несомненно значительно удорожает удобрение. Вот почему во многих случаях эта селитра не является

желательным продуктом, особенно в наших хозяйственных условиях.

Вот почему человеческая изобретательность и талант работали и в других направлениях. Немецкому ученому *Габер* удалось поставить на практическую ногу другое использование азота воздуха. В особой системе аппаратов Габер заставляет под высоким давлением и при высокой температуре соединяться азот с водородом, которые при этом дают особый газ, называемый аммиаком.

Аммиак—это газ, жадно растворяющийся в воде и образующий жидкость, общеизвестную под названием нашатырного спирта.

Получивши нашатырный спирт, с ним дальше можно поступать самым различным образом: если его насытить серной кислотой и выпарить, то получится особая соль, так называемый сернокислый аммоний, который собственно азота содержит уже $\frac{1}{5}$ (20%) часть, т. е. вдвое богаче селитры. Готовят также из аммиака азотную кислоту, различные селитры и т. д.

Во время европейской войны, когда Германия была отрезана от Америки и не могла получать чилийскую селитру, она развила в большом размере изготовление аммиака по способу Габера. Ежегодное производство достигло 12,000,000 пудов.

Кроме воздушной селитры и аммиака в Германии широко развилось также приготовление особого азотистого тука, имеющего мудреное химическое название. Называется он циан-амид.

Важен этот тук не сам по себе, а по тем продуктам, которые могут из него добываться. А готовиться из него могут и аммиак, и всевозможные селитры (соли азотной кислоты), и сама азотная кислота.

Вообще в настоящее время изготовление нужной человечеству селитры из азота воздуха обстоит таким образом, что совершенно устранена опасность исчезновения природных залежей селитры.

Человечество с этой стороны может быть совершенно спокойно. В дальнейшем мысль изобретателей будет работать в сторону удешевления продукта, отдельных улучшений в производстве, в основе же вопрос является решенным.

У нас до последнего времени потребление селитры было сравнительно очень слабым.

Вот для примера количества селитры, применявшейся в России в пудах за год:

1908 г.	1909 г.	1910 г.	1911 г.	1912 г.	1913 г.
838,000	956,000	1,742,000	1,936,000	3,153,000	2,648,000

Для сравнения укажем, что Германия в 1913 году употребила на свои поля чилийской селитры, не считая других азотистых удобрений, 33.600.000 пудов, а всего азотистых удобрений в этот год было внесено в почву 67.800.000 пудов, т. е. в 25 раз больше, чем у нас.

Выше мы уже видели, что на сто частей сухого вещества растения в нем содержится сгораемых (органических) веществ 95 частей и несгораемых (зола) всего лишь пять частей. Эти пять частей, да еще полторы части азота, растение и берет из почвы.

Вся-ли почва нужна для питания растения или же какая-либо ее часть? Что такое представляет из себя почва с химической точки зрения?

Совершенно подобно растению, почва содержит в себе воду двойного рода: одна вода испаряется из почвы при высушивании ее на солнце, другая—прочно держащаяся в воздушно-сухой почве, может быть удалена из почвы путем нагревания ее до 100—105° С.

Остающееся сухое вещество, как и у растения, состоит из органической части и золы. Но посмотрите, какая огромная количественная разница между растением и почвой:

	Органи- ческое вещество	Минеральное вещество (зола)
Растение	95%	5%
Почва	0.5—15%	85—99.5%

В почве, как видим, обратно растению, наблюдается сильное преобладание минеральной части над органической.

Замечательно однако то, что те вещества, которые существенно необходимы для растения, без которых оно не может жить и развиваться, в почве содержатся сравнительно в очень незначительных количествах.

Какие же питательные вещества золы нужны растению, без которых оно не может жить?

Следующие шесть: калий, кальций, магний, железо, сера, фосфор. Калий—это серебристо-белый металл, находящийся в поташе; кальций—тоже-же металл входящий в состав извести; магний—металл, встречающийся, например, в горькой английской соли; железо и серу все знают, фосфор вероятно также известен, так как из него готовили и готовят спички.

Из всех этих шести питательных веществ наиважнейшим для нас является фосфор и вот почему. Первые пять веществ находятся во всякой почве хотя и не в очень больших количествах, но во всяком случае сельскохозяйственные растения только изредка ощущают недостаток в каком-либо из них.

Между тем трудно указать почву в наших республиках, которая бы не нуждалась в фосфоре. Особенно сильно нуждаются в фосфоре самые богатые в мире почвы,—наши черноземы. Не находите ли вы читатель это странным, а может быть даже и мало, если не совсем непонятным?

Химия в значительной части выяснила этот вопрос. В этом ее огромная заслуга перед земледелием страны.

В чем же дело?

Если опять, как и для азота, взять $22\frac{1}{2}$ вершковый слой почвы на десятину, то для суглинистого чернозема общие запасы фосфора на десятину исчисляются в 400 пудов или в 920 пудов соединения фосфора с кислородом, в каком виде обычно о фосфоре и говорят.

Итак, азота в той-же почве содержится, как мы выше видели, 2628 пудов, а фосфора всего лишь 400 пудов, т. е. в шесть с половиной почти раз меньше. Не менее однако замечательно, что и потребность растения в фосфоре у растения (той же озимой пшеницы, например), значительно меньше: при урожае зерна и соломы около 600 пудов, в нем фосфора содержится всего лишь около 35 фунтов, т. е. менее, чем азота, в 8 раз.

Там по расчету оказалось, что азота почвы хватит на 375 лет, а фосфора, по тому же расчету, хватит даже на 457 лет.

Другими словами, общие запасы фосфора почвы, сравнительно с потребностью в нем растения, огромны. И тем не менее замечательная вещь,—в то время как большинство наших почв, в обычных условиях культуры, или совсем не отзывается на азотистые удобрения, а если и отзывается, то очень и очень слабо, на фосфор же даже богатые черноземы отзываются очень сильно.

Совершенно ясно, что азот почвы и ее фосфор ведут себя далеко неодинаково. И действительно, химические исследования установили такие главнейшие отличия в поведении их в почве:

А З О Т:

Значительная, преобладающая часть входит в состав гумуса (органического вещества почвы).

Около 1—2% азота почвы, да и то лишь при благоприятных к тому условиях, приходится на долю минерального азота, главным образом в виде селитры.

При хорошей обработке и уходе за почвой в доступном корням слое накапливаются сравнительно огромные (до 200 и более пудов на десятину) количества селитры, как мы видели одного из наилучших источников азотистой пищи растения.

Трудно подыскать другое сравнение в поведении двух этих важнейших питательных веществ, как свет и тень, теплый, даже горячий и холодный. Словом—полная противоположность.

Остается еще добавить, что если для азота мы имели выше возможность указать пути, какими он может естественным путем, независимо от человека, снова возвращаться в землю, то для фосфора, к сожалению, этого пока мы почти не можем указать. В этом направлении наука пока только что начала работать.

Следовательно, хотя и много фосфора в почве, а нужда в нем все-таки огромна и можно сказать настолько безусловна, что без внесения фосфорнокислых удобрений нет никаких надежд на скорое и быстрое повышение урожаев до сколько-нибудь значительной высоты.

Ясно, что химические работы должны вестись в двух направлениях: с одной стороны путем изучения почвенного фосфора необходимо стремиться к тому, чтобы принять соответствующие меры к повышению его доступности растениям. С другой — очевидно необходимо найти такие источники фосфора, которые были бы и недороги, и общедоступны, в смысле добывания и обработки их.

Вторая часть задачи химией более или менее разрешена, первая же пока только изучается.

Ф О С Ф О Р:

Приблизительно $\frac{1}{3}$ часть фосфора почвы входит в состав органической части почвы, ее гумуса.

До $\frac{2}{3}$ фосфора почвы встречается в минеральной форме, преимущественно в виде кальциевых солей, трудно или почти нерастворимых в воде.

Количество легко растворимого фосфора даже при лучших условиях обработки и ухода за почвой очень и очень мало изменяется. Насколько слабы эти изменения, что химический анализ, даже очень точный, почти не в состоянии их с полной наглядностью учесть.

Какие источники фосфора существуют, с помощью которых можно удовлетворять запросы растения? Тут в первую очередь необходимо указать разного рода отбросы сельского и домашнего хозяйства. Это будут—в первую очередь навоз, затем кости, зола, всякого рода мусор, сорные травы, сгнивающие в компостных кучах. Количество фосфора в этих отбросах в среднем будет такое в $\frac{1}{10}\%$ (на сто частей отброса): навоз содержит— $\frac{1}{4}\%$, кости—15-20%, зола—3-9%.

Отбросы, являясь иногда, в силу санитарных соображений, тягостными, по своему богатству фосфором они в высшей степени ценный материал для удобрения. Но у нас эти отбросы недостаточно оцениваются, не получают достаточного ухода и используются далеко несовершенно.

Насколько это может тяжело отражаться на народном хозяйстве, показывает следующий расчет. В 6 губерниях лесостепи Украины, почвы которых нуждаются в удобрении, общее количество собиравшегося до голода 1921 года навоза может быть грубо приблизительно исчислено в 3.500.000.000 пудов. Химические исследования показали, что в этом количестве навоза содержится 8.750,000 пудов фосфорной кислоты. При хранении навоза из него теряются ценнейшие для растения питательные вещества, как то азот и фосфорная кислота. Эти потери для азота достигают весьма и весьма значительной величины,—половины и более. Несколько меньше, но также очень велики потери и фосфорной кислоты, достигая до $\frac{2}{5}$ ее и более.

Если взять для вычисления только приведенные выше шесть губерний Украины, посчитать в навозе в среднем $\frac{1}{2}\%$ азота и $\frac{1}{4}\%$ фосфорной кислоты, а потери их при хранении навоза даже уменьшить вдвое против указанного выше, то результат будет такой:

	Азота	Фосфорной кислоты
В 3.500.000.000 пуд. навоза содерж.	17500000 пуд.	8750000 пуд.
При хранении потеряется.	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{5}$
" " "	4375000 пуд.	1750000 пуд.

Нельзя не заметить, что потери поистине огромны, а они могут быть и значительно больше. Достаточно сказать, что 1.751.000 пуд. возм. потеряемой из навоза фосфорной кислоты хватило бы для удобрения площади земли в 583.000 десятин, т. е. полностью могли бы покрыть спрос на фосфорнокислые удобрения довоенного свеклосахарного хозяйства.

К этому необходимо еще добавить следующее: тех количеств навоза, которые собирает страна, далеко не хватит для покрытия потребности ее полей в удобрении.

В тех же шести губерниях Украины, о которых речь шла выше, если ежегодно удобрять лишь $\frac{1}{3}$ часть ее посевной площади, то потребуются такие количества навоза: при 1200 пуд. на десяток.—6.240.000,000 пуд., при 1800 пуд. на десяток.—9.360.000,000 пуд., при 2400 пуд. на десяток.—12.480.000,000 пуд., между тем хозяйство этих губерний могло производить лишь, как мы видели, около 3.500.000,000 пуд. Ясно, что потребуются огромные количества других источников фосфора, которые могли бы удовлетворить запросы земледелия только этих губерний.

Среди этих источников, как я уже говорил, имеются такие, которые находятся под руками у каждого хозяина,—это в первую очередь будет зола. Анализ показывает, что зола различного происхождения содержит такие количества фосфорной кислоты:

Вид золы:	‰ фосфорной кислоты
Дуба.	3,5
Березы.	4,0
Сосны	7,3
Липы	5,1
Овсяной соломы	3—7
Ячменной соломы	5,6—6,2
Ржаной соломы	3,8—6,3
Пшеничной соломы	3,4—8,8

И так как этот источник постоянно находится под руками, то пренебрегать и им не приходится.

Но так или иначе и зола далеко не решает вопроса. И человечеству пришлось задуматься над подысканием новых источников фосфора.

Уже давно были известны залежи в земле особых образований, содержащих большое количество фосфорной кислоты и известных под названием *фосфоритов*. Знаменитый немецкий ученый *Либих* еще в половине прошлого, XIX, столетия, в виду недоступности растениям фосфорной кислоты фосфорита, предложил обрабатывать их серной кислотой (купоросным маслом). После такой обработки фосфорная кислота фосфорита в большей своей части становится водорастворимой и тем самым доступной растениям.

Получающийся при этом продукт носит название *супер-фосфата*.

В настоящее время производство суперфосфата достигло огромных размеров. Так мировое производство его в 1910 году выразилось в количестве 585.859.860 пудов. Россия же в 1913 году производила всего лишь около 8.000.000 пуд. Между тем, немного выше мы видели, что всего навоза (настоящего и высокоценного удобрения) в 6 губерниях Украины, нуждающихся в удобрении, собиралось 3.500.000.000 пуд., а требуется самое меньшее 6.240.000.000 пуд. т. е. ежегодно недостаёт навоза для удобрения 2.740.000.000 пуд. В этом количестве навоза содержится фосфорной кислоты 6.850.000 пуд. А так как почвы наши испытывают нужду почти исключительно в фосфорной кислоте, то и здесь речь идет только о фосфорнокислых туках. Недостающее полям 6 губ. Украины количество фосфорной кислоты содержится в 49.000.000 приблизительно пудов 14% тука (суперфосфата или томашлака). Это количество, следовательно, в 6 раз превышает довоенное производство суперфосфата всей б. России.

Очень важно также отметить, что производство важнейшего из фосфорнокислых туков—суперфосфата связано, как мы видели, с потреблением серной кислоты. А в то же время серная кислота идет также и на производство взрывчатых веществ, столь необходимых для обороны страны.

Таким образом ясно видно, как тесно переплетаются потребности страны в мирное и военное время, что особенно всем стало ясным на примере Германии в последнюю войну. Необходимо помнить, что в 1913 году Германия производила около 110.000.000 пудов суперфосфата. А как только началась война, то сейчас же все суперфосфатное производство было перестроено на изготовление материалов для обороны страны.

Производство суперфосфата требует наличие тонко измельченного источника, богатого фосфором и крепкой серной кислоты. Обычно применяют для изготовления суперфосфата фосфориты и измельченную кость. Не всякий фосфорит пригоден для этого производства. Для того, чтобы фосфорит мог служить для суперфосфатного производства, нужно:

- 1) чтобы он был богат фосфорной кислотой,
- 2) чтобы он был беден такими примесями, как железо и глинозем,
- 3) чтобы он содержал известное количество углекислой извести (мела).

Дело в том, что переработка фосфорита в суперфосфат обычно ведется, хотя и заводским путем, но в сущности эта

операция очень простая: берут определенное (по весу) количество фосфорита и к нему прибавляют определенное же количество серной кислоты (купоросного масла). Все это тщательно перемешивается. При этом происходит разогревание, вспучивание массы. Выделяются газы, а вся смесь затем затвердевает в довольно рыхлую и пористую массу, которая по высушивании и измельчении и идет в продажу.

Если мы возьмем, например, 1 пуд фосфорита, прильем к нему около 1 пуда серной кислоты, то получим около двух пудов суперфосфата. Количество фосфорной кислоты в нем будет, примерно, в два раза меньше, нежели в фосфорите.

Железо и глинозем являются нежелательными примесями, так как на них то же расходуется дорогая кислота. А затем они сами по себе понижают растворимость фосфорной кислоты суперфосфата и, тем самым понижают его качество.

Некоторое количество (до 5%) мела (углекислой извести) является полезной примесью. При обработке фосфорита кислотой углекислая известь выделяет газ, углекислый газ, который делает продукт пористым. А это очень важно, так как более пористый суперфосфат лучше просыхает. В противном случае он получается мажущийся и долго не просыхает.

Суперфосфат, приготовленный из кости, считается лучшим, так как он богат фосфорной кислотой, содержит в себе некоторое количество азота и гораздо чище, чем из природного фосфорита.

Другим важнейшим источником фосфорной кислоты является *томасшлак* — отброс железоделательной промышленности. Некоторые руды (у нас керченские и таганрогские) содержат в себе фосфор, который вредит качеству получающихся из руды чугуна, железа и стали. Инженер *Томас* предложил, при выплавке из таких руд чугуна, прибавлять известняк. Фосфор при выплавке соединяется с кислородом воздуха (окисляется) и дает фосфорную кислоту. Последняя же соединяется с известью, образуя фосфорно-кислую известь, которая всплывает на поверхность расплавленного чугуна в виде шлака. Его счерпывают, по остывании измельчают, просеивают через тонкое сито и пускают в продажу.

По своему действию на урожай томасшлак несколько уступает суперфосфату.

Таковые услуги химии в деле выработки так необходимых сельскому хозяйству удобрений. Не менее велико ее значение и дальше, при применении этих удобрений в жизни. Вносит

земледелец эти удобрения в почву: что с ними там делается, как ими пользуется растение, насколько полно оно исчерпывает их силу? *На все эти вопросы химия дает более или менее полные ответы* и они сводятся к следующему.

Если взять суперфосфат, в котором, как мы видели, главная доля его фосфорной кислоты находится в воднорастворимой форме, внести его в почву, то обычно вскоре же, в зависимости от богатства почвы известью, его фосфорная кислота меняется: она становится нерастворимой в воде. Обычно для этого достаточно 2—4 недели, а иногда и меньше.

Но это нисколько не отзывается в первый год на доступности фосфорной кислоты растению. Обычно *в первый год только некоторая доля удобрения поступает в растение*. На следующий год действие суперфосфата слабеет, на третий год оно еще слабее и далее обычно совсем затухает.

Анализ показывает, что *три следующие друг за другом растения используют не больше половины фосфорной кислоты внесенного в почву суперфосфата*, а другая половина, сделавшись недоступной растению, переходит в богатство почвы, в прямой ущерб земледельца. И чем больше вы внесете в почву суперфосфата или другого удобрения, тем сравнительно меньше из этого удобрения возьмут растения нужное ему питательное вещество, тем больше его перейдет в богатство почвы.

А так как удобрения вообще дороги, а капиталами мы не богаты, то ясно, что *нужно стремиться к тому, чтобы все это дело вести возможно экономнее*. Раньше, когда химических исследований вопроса не было, вносили по расчету на десятину 6—8—12 пудов фосфорной кислоты. Теперь же у нас, благодаря этим работам, отчасти, рекомендуется вносить 2—3 пуда фосфорной кислоты и меньше на десятину. Но чтобы облегчить растению питание, удобрения вносят не в разброс, а в рядки, под самые семена, особой, так называемой комбинированной сеялкой.

А удобрять наши поля очень и очень нужно. Посмотрите, что делается у опередивших нас стран запада. Для 1909 года можем привести такие данные:

	Количество минеральных удобрений в пуд. на десятину	Урожайность в пудах на десятину	
		Пшеница	Картофель
Бельгия	21 пуд 16 фун.	165	1336
Голландия	10 " 20 "	162	1076
Германия	8 " 32 "	140	1057
Франция	3 " 8 "	87	671
Россия	— " 16 "	45	491

Еще пример того же порядка.

В 1901 году находилось:

	Германия	Россия
Квадрат. километров пахотной удобренной земли .	352.000	1.800.000
С урожаем извлечено пудов фосфорной кислоты .	39.000 000	40.000.000
„ 1 кв. килом. взято „ „ „	110,8	22,8
Внесено с удобрением „ „ „	56,1	3 4

Не мудрено, что в Германии пшеница давала с десятины 140 пуд. зерна, а у нас всего лишь 50 пуд. По нашим урожаям немцы как бы утроили площадь своего землевладения.

Большие заслуги химии и в других отношениях. Несколько раньше указывалось, какое влияние характер почвы оказывает не только на высоту урожая, но и на его качество. Остановимся несколько еще на качестве урожая под влиянием различных условий.

На самарском хлебном рынке раньше всегда расценивали выше пшеницу с солонца, чем с пресной земли. Разница в цене пуда достигала 5—10 копеек. Как видим разница довольно существенная. В чем же дело?

Анализ показал, что пшеница с солонца значительно богаче белком, чем пшеница с пресной земли. Так в одном случае были получены такие результаты:

	‰ белковых веществ
Пшеница с чернозема	14,3
„ „ солонца	19,3

При выборе соответствующего сорта хлеба хозяин большею частью руководствуется его урожайностью, стойкостью против невзгод. Но оказывается, что помимо этого различные сорта хлебов отличаются и по своему химическому составу. Ограничимся хотя бы опять важнейшею составною частью,—белком.

Различные сорта яр. пшеницы в одном случае содержали такие количества белка в ‰:

	Улька.	Хлудовская.	Белоколоска Карловская	Турецкая № 2	№ 1
Белка . . .	15,9	16,4	17,1	18,3	18,9

Это значит, что при одном и том же урожае, предположим в 100 пудов зерна на десятину, с улькой мы получим белка на 3 пуда меньше, чем с турецкой № 1.

Выше уже приводился пример двух сортов капусты, раз-
нобогатых водою. Они оказались разнобогатыми и в других
отношениях. Вот несколько примеров этому:

	% воды	% белка в сухой капусте
Один сорт	90.9	15.5
Другой	80.0	24.9

Мало того, что второй сорт суше, он более богат и бел-
ком. Между прочим первый сорт—это цветная капуста, предмет
роскоши, второй же—озимая кочанная капуста.

*В приведенных примерах химия лишь освещает хозяину
то, с чем он имеет дело. Но можно привести пример, когда
она его ведет к новым, более ценным завоеваниям.*

Американский ученый Гопкинс, пользуясь указаниями
химического анализа, повел отбор кукурузы на семена. Отби-
рал он семена на жир и на белок, причем стремился вывести
сорта более и менее богатые этими веществами. В результате
за 11 лет он добился такого результата:

1, Отбор на белок: начал он работать с зернами кукурузы,
содержавшими 10.9% белка. Через 11 лет было получено с
одной стороны сорт с 14.3% белка, а с другой—с 8.6% белка.

2, Отбор на жир: исходные зерна имели жира 4.7%. Через
11 лет было выведено два сорта, из которых один содержал
7.4% жира, а другой 2.7%.

Такая же, если не больше, роль химии при выведении
сахаристых сортов свеклы, крахмалистых сортов картофеля и т. д.

Помимо этого, путем внесения в почву того или иного
удобрения человек стремится, сплошь и рядом вполне успешно,
к получению нужного ему продукта того или иного качества, с
точки зрения его вкусовых и питательных достоинств. *Везде на
этих путях, в этих стремлениях человеку сопутствует в
качестве друга и незаменимого помощника химия.*

На продолжении ряда страниц этой книжки мы не раз
приводили сравнения с Германией для того, чтобы показать,
что можно добиться, широко пользуясь химией.

Не надо забывать, что в общем почвы Германии неиз-
меримо хуже наших. Правда, там климат лучше нашего. Но все
таки надо не забывать о том, что колоссальный рост уро-

жайности полей Германии обязан приложению в широком государственном масштабе основ, выработанных наукой, среди которой *химии отводилась и отводится особенно почетная роль.*

В настоящее время, когда мы имеем уже большие завоевания в области сельского хозяйства, доставленные нам нашими опытными станциями, *значение химии еще более усиливается, так как во многих случаях только в ней мы найдем ответы на вопросы,—почему, отчего?*

Пусть же эта книжечка и послужит этому важному, необходимому и большому делу,—пробуждению интереса к химии,—залога наших дальнейших успехов в основном промысле страны,—ее земледелии.

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
LIBRARY
CHICAGO, ILL.

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
LIBRARY
CHICAGO, ILL.

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
LIBRARY
CHICAGO, ILL.

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
LIBRARY
CHICAGO, ILL.

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
LIBRARY
CHICAGO, ILL.

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
LIBRARY
CHICAGO, ILL.

