

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

Д.Х.

Х. П. МИРИМАНЯН

ПИТАТЕЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА
ПОЧВЫ И УДОБРЕНИЯ

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

М 227768

КОНТРОЛЬНЫЙ ЛИСТОК
СРОКОВ ВОЗВРАТА

КНИГА ДОЛЖНА БЫТЬ
ВОЗВРАЩЕНА НЕ ПОЗЖЕ
УКАЗАННОГО ЗДЕСЬ СРОКА

Кол-во пред. выдач

Д.Х.

3 ТМО Т. 250000 3. 1798—91

Х. П. МИРИМАНЯН

ПИТАТЕЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА
ПОЧВЫ И УДОБРЕНИЯ

1944 г.

АРХИВ

КНИГОХРАНИЛИЩЕ

ОБЛ. БИБЛИОТЕКИ

г. СВЕРДЛОВСК

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

МОСКВА 1937 ЛЕНИНГРАД

631.41

Серия по почвоведению
для агротехников, учителей и колхозного актива

под общей редакцией
директора Почвенного института имени В. В. Докучаева
акад. Л. И. Прасолова

Редактор В. П. Иванов
Технический редактор Н. Сытин
Корректор А. С. Шамбан

Сдано в набор 7/VIII. Подписано к печати 22/XI. Формат 70×103^{1/32}. Объем 2 листа
Тираж 5225. В 1 п. л. 60000 печ. зн. Уполн. Главл. № Б-31344. РИСО № 411. АНИ № 645
Заказ № 3166

1-я Образцовая тип. Огиза РСФСР треста „Полиграфкнига“. Москва, Валовая, 23.

КРАТКАЯ ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ УЧЕНИЯ О ПИТАНИИ РАСТЕНИЙ

Когда вы проезжаете по беспредельным равнинам

ОПЕЧАТКИ

| Стр. | Строка | Напечатано | Следует читать |
|------|------------|-----------------------------|----------------------------|
| 5 | 6 сверху | из мрака средне- вековья | из мрака ложных теорий |
| 44 | 1—2 сверху | на калийных удобре- ниях | на калийные удобре- ния |

Х. П. Миршавян

энергии солнечного луча разлагает углекислый газ, поглощаемый из воздуха. При разложении углекислого газа растение поглощает углерод и выделяет кислород. Из углерода и воды в своих листьях оно строит углеводы (сахар и крахмал). Затем растение, получая своей корневой системой из почвы целый ряд питательных веществ, эти углеводы перерабатывает и создает еще более сложные органические вещества. Эти органические веще-

631.41

8

Серия по почвоведению
для агротехников, учителей и колхозного актива
под общей редакцией
директора Почвенного института имени В. В. Докучаева
акад. Л. И. Прасолова

Редактор В. П. Иванов
Технический редактор Н. Сытин
Корректор А. С. Шамбан

Сдано в набор 7/VIII. Подписано к печати 22/XI. Формат 70×103¹/₃₂. Объем 2 листа
Тираж 5225. В 1 п. л. 60000 печ. зн. Уполн. Главл. № Б-31344. РИСО № 411. АНИ № 645
Заказ № 3166

1-я Образцовая тип. Огиза РСФСР треста „Полиграфкинига“. Москва, Валовая, 23.

КРАТКАЯ ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ УЧЕНИЯ О ПИТАНИИ РАСТЕНИЙ

Когда вы проезжаете по беспредельным равнинам и горным долинам нашей великой необъятной родины и видите зеленовато-золотое, блестящее на солнце бесконечное море прекрасных хлебов, когда ваш взор привлекают прекрасные тенистые сады, или когда вы приходите в восторг от янтарем переливающихся гроздий винограда, когда вы любуетесь безбрежной далью белой пелены хлопковых полей, когда ваши взоры ласкает пышно цветущая вечнозеленая растительность юга или манит вас таинственный шум огромных лесов севера, — вы невольно задаете себе вопрос: откуда же берется материал, необходимый для создания такой огромной массы продукции, которую ежегодно дает человеку природа?

Всякое растение является живым организмом, который растет, цветет, приносит плоды, дает потомство, потом погибает, разрушается, исчезает с тем, чтобы дать материал для новой жизни последующего поколения.

Пользуясь зелеными листьями, растение посредством энергии солнечного луча разлагает углекислый газ, поглощаемый из воздуха. При разложении углекислого газа растение поглощает углерод и выделяет кислород. Из углерода и воды в своих листьях оно строит углеводы (сахар и крахмал). Затем растение, получая своей корневой системой из почвы целый ряд питательных веществ, эти углеводы перерабатывает и создает еще более сложные органические вещества. Эти органические веще-

ства, постепенно накапливаясь в растении и преобразовываясь из одних форм в другие, дают урожай.

Получаемая таким образом продукция растения, будь то свекла или пшеница, мандарины или дрова, представляет собою как бы смесь различных веществ, которые связываются вместе солнечной энергией. Покупая в магазине булку или сахар, фрукты или топливо, мы, собственно говоря, покупаем консервированную солнечную энергию; эти продукты в желудке живых существ или в печке разрушаются, входящие в их состав химические соединения переходят в новую форму, а тепловая энергия освобождается, и за ее счет производится движение людей, поднятие тяжести, работа лошади, согревание комнаты и т. д.

Создание органического вещества и консервирование солнечной энергии посредством зеленого растения и является основной задачей сельскохозяйственного производства.

Растение для своего нормального роста требует, с одной стороны, света и тепла, а с другой — воды и питательных веществ. Первые два, как известно, действуют на растения непосредственно, в то время как вода и питательные вещества вместе с необходимым для дыхания корней кислородом поступают в растение через почву. Один только углерод растение получает из углекислоты воздуха, разлагая ее в зеленых листьях. Вот почему знание почвенных условий и особенностей живого растения имеет решающее значение в деле правильного понимания вопросов земледелия.

Если мы точно знаем, как и чем питается растение, каково взаимоотношение между почвенными условиями и жизнью последнего, то соответственным образом мы можем создать в почве такую обстановку, которая наиболее благоприятна для культурных растений, и тем самым создадим необходимые условия для повышения урожайности последних.

Вопросом о том, как и чем питается культурное растение, занимался целый ряд больших ученых и практиков сельского хозяйства. И в результате столетий упорной и кропотливой исследовательской работы удалось правильно осветить основные вопросы питания растений и вывести их из мрака средневековья.

С незапамятных времен подмечено, что почвы, богатые перегноем или гумусом, а также удобренные навозом дают большие урожаи. На основании этих фактов, взятых из практики, пришли к убеждению, что растение питается органическим веществом или гумусом. В начале прошлого века гумусовую теорию питания растений наиболее энергично пропагандировал Альфред Тэер. Большая популярность этого ученого способствовала тому, что взгляд на органическое вещество почвы как на непосредственный источник пищи растений приобрел широкую известность и повсеместное признание. В этот период, когда Тэер страстно пропагандировал гумусовую теорию питания растений, уже были известны работы Ингенгауса, Сенебье и других ученых, показавших, что растение имеет возможность разлагать углекислый газ воздуха и использовать углерод последнего.

Другой ученый, Соссюр, на основании своих исследований (1804) пришел к убеждению, что бóльшую часть потребного углерода растение берет из воздуха, а не из гумуса почвы, но одновременно он подчеркнул, что минеральные вещества, входящие в состав золы растений, тоже необходимы для них.

Гумусовая теория в той или иной форме нашла себе защитников и последователей не только в Германии, откуда был Тэер, но и во Франции, Англии, Швеции. Отдельные ученые этих стран, доходя также до крайности, придерживались мнения, что растение питается только органическим веществом.

Шпренгель повторил и развил опыты Соссюра и в результате длительной и кропотливой работы (1839) сделал

свои замечательные выводы о том, что настоящим источником пищи растений являются минеральные вещества и что растения должны поглощать из почвы все элементы, которые находятся в них самих.

Но такой вывод не смог сразу получить общего признания, что означало бы крушение и крах гумусовой теории питания растений.

После работ Шпренгеля появился знаменитый Юстус фон-Либих, по справедливости названный «отцом агрономической химии», выпустивший в 1840 г. свою знаменитую книгу о приложении химии к земледелию.

В этой книге, написанной в исключительно популярной и литературно красивой форме, Либих резко раскритиковал работы всех других ученых и сделал целый ряд смелых выводов. Благодаря стилю своего изложения и тону его критики он взбудоражил всю тогдашнюю общественность и широко заинтересовал даже круг читателей, ничего общего не имеющих с сельским хозяйством. Центральным местом критики Либиха было опровержение гумусовой теории питания растений. Он считал, что растение питается минеральными веществами, а органическим веществам почвы — гумусу — он придавал значение как источнику углекислоты, которая способствует выветриванию, т. е. разрушению обломков горных пород. По мнению Либиха, гумус не принимает прямого участия в питании растений. Он обошел тот вопрос, что гумус, кроме элементов золы растений, содержит и азот, без которого ни одно растение не может жить. Азотной кислоте он не придавал в данном случае значения, так как считал, что азотная кислота образуется в почве от окисления аммиака. Либих делал такое смелое заключение тогда, когда еще не были известны процессы превращения аммиака в соли азотной кислоты бактериями.

Борьба Либиха за минеральную теорию питания растений довольно значительно подорвала доверие к гумусовой теории, но она еще не смогла окончательно убе-

дить всех сторонников и последователей старых воззрений в правоте новой теории. Это обстоятельство вызвало ожесточенную дискуссию за и против теории минерального питания, в особенности когда практика сельского хозяйства требовала конкретных указаний для поднятия урожайности. Теория минерального питания не была создана Либихом, она до него уже была высказана Шпренгелем, но в то время как Шпренгель остался незамеченным, Либих силой своего слова заставил общественность прислушиваться к новой теории.

Для того чтобы окончательно выяснить, питается растение органическим веществом или минеральным, один из германских университетов (Геттингенский) объявил премию тому, кто разрешит этот спор. Премия была присуждена Вигману и Польшторфу, которые выращиванием растений на платиновых опилках и чистом песке с применением питательных веществ доказали, что растение питается минеральными веществами, т. е. спор разрешили в пользу Либиха. Но от этого практическое земледелие мало что приобрело, так как в условиях господствующей тогда трехпольной системы урожайность сильно падала.

Когда было выяснено, что растение питается минеральными веществами, вывод мог быть только один — увеличить количество этих веществ в почве и поставить их на службу растению. Либих начал рассуждать приблизительно так: первоисточником минеральных веществ, идущих на питание растений, являются горные породы, после выветривания которых эти минеральные вещества освобождаются и поступают в распоряжение растений; урожайность падает потому, что процессы выветривания в почве идут медленно и не успевают пополнить те вещества пищи, которые ежегодно уносятся растениями из почвы с урожаем. Отсюда Либих сделал вывод, что нужно изменить систему вспашки так, чтобы увеличить поверхность соприкосновения почвы с воздухом.

Это задание Либиха технически выполнил английский инженер Бейли. Он сконструировал плуг, который при вспашке ставил пласты под углом в 45° и тем самым увеличивал поверхность почвы. Но такая вспашка не дала того, чего от нее ожидали. Тогда Либих стал искать пути поднятия урожайности в другом направлении. Он собрал все анализы золы растений, произведенные в химической лаборатории Вольфа, и после основательной их проработки все культурные растения распределил на три группы: на растения фосфорные, калийные и известковые. К растениям фосфорным он отнес хлеба, калийным — технические культуры и корнеплоды, а известковым — бобовые. Вооружившись такими данными, Либих стал громить трехпольку, агитируя за внедрение в севооборот технических культур, кормовых трав и переход, таким образом, к многополью или к «плодопеременной» системе земледелия. Свою агитацию Либих строил на том, что систематическая культура хлебов на одном и том же месте истощает в почве запасы фосфора, а другие элементы при этом используются не полно; при чередовании культур с различными требованиями можно достичь полного использования почвенного плодородия.

Исходя из этого, Либих предложил вместе с пшеницей и ячменем включить в севооборот бобовые растения (горох, чечевицу, бобы), технические культуры (свеклу, хмель, марену, вайду), корнеплоды и клубнеплоды (картофель, свеклу и проч.). Величайшая заслуга Либиха заключается не только в том, что он предложил новую систему, но и в том, что он страстно боролся за внедрение своих предложений в жизнь. И дело дошло до того, что вопросом внедрения многопольных севооборотов и поднятия урожайности занимались даже такие организации, как военное ведомство. Например, приказом по германской армии в обязательный воинский рацион была внесена гороховая колбаса, чтобы поднять спрос на горох и чечевицу. Во французской армии были введены

сплошные красные шаровары и синие шинели, чтобы поощрять посев марены и вайды (дающих краски).

Эти мероприятия Либиха имели огромное значение в истории земледелия, хотя и не решили вопроса о повышении урожайности окончательно, но временно устранили его остроту. После этого Либих, на основании теории минерального питания, пришел к заключению, что единственным путем повышения урожайности является искусственное возвращение в почву тех минеральных веществ, которые уносятся оттуда ежегодными урожаями. Он стал усиленно пропагандировать то положение, что если искусственным внесением удобрений не пополнить запас пищи растений в почве и не вернуть унесенные оттуда минеральные вещества, то наступит неминуемая катастрофа. Он дошел до того, что величие и падение народов, их расцвет и гибель поставил в зависимость от того, расхищали они плодородие своих почв или возвращали им взятые оттуда минеральные вещества.

От теоретических рассуждений и агитации Либих постепенно подошел к практике. Он составил специальную смесь удобрений для каждой культуры и добился организации первого в Германии производства химических удобрений (завод Олендорфа). В эти же годы в Англии Лузом был основан первый суперфосфатный завод. Германские сахарозаводчики рассчитывали широким применением этих удобрений поднять урожайность сахарной свеклы и тем самым побить конкуренцию дешевого английского сахара. Сельские хозяева ждали чародейственного поднятия урожайности от применения либиховских удобрений. Но, увы, практика принесла им горькое разочарование, — оказалось, что эти удобрения не действуют.

Либих оперировал только в лаборатории; он свои удобрения не попробовал на практике, прежде чем выпустить на рынок. Но англичане пошли другим путем — они не поверили «честному слову» Либиха. На одной

из английских опытных станций Луз и Джильберт поставили опыты с удобрениями Либиха для того, чтобы иметь возможность судить о практической их ценности. Опыты эти показали, что удобрения Либиха не действуют. На очередном заседании Английского общества сельского хозяйства, ссылаясь на эти выводы Луза, президент общества Филипп Пэзи роковым ударом поразил Либиха, который потерпел поражение, находясь на вершине своей славы и популярности. Он тогда не понимал, почему его удобрения не действовали.

Причиной неудачи, как он сам выяснил впоследствии, было то, что фосфорную кислоту он дал в форме нерастворимого в воде трехкальциевого фосфата и тем самым лишил растение возможности использовать внесенный в почву фосфор. Либих, как рассказывает сам, боялся, что дождевыми водами фосфорная кислота может быть вымыта из почвы, поэтому он дал ее в связанном виде, чтобы она была неподвижна. Этот исторический факт не потерял своего значения и теперь, так как некоторые и по сей день при внесении удобрения недостаточно заботятся о том, чтобы оно было в растворимой форме, ибо иначе оно не может быть использовано растением. Жизнь показала, что еще не все вопросы минерального питания растений достаточно выяснены и что они требуют дальнейшего развития науки для опытной проработки данной проблемы.

Эти первые неудачи Либиха толкнули человечество на путь дальнейших исследований. Вопрос о минеральном питании растений потребовал нескольких десятилетий и огромной массы труда целого ряда ученых, и после этого в силу необходимости пришлось заняться уже вопросом о том, какие именно минеральные вещества являются пищей растений, без которых последние не могут существовать. На первый взгляд такой вопрос как будто не представляет особых трудностей: можно взять какое-либо культурное растение, выращенное в опре-

деленных условиях, и установить его химический состав.

Но в данном случае, не может ли какое-либо вещество, находящееся в почве и совершенно ненужное для питания растений, в смеси с основными питательными веществами поступать в растение? В этом, конечно, сомневаться не приходится. Для того чтобы определить, какие вещества являются безусловно необходимыми, обязательными, без которых культурное растение погибнет, ученые провели целый ряд точно поставленных опытов. Одни растения высаживались в чистом песке, другие — в битом стекле, третьи в угле, четвертые в чистой воде, т. е. в такой среде, где не было запасов пищи растений.

Затем давались им самые различные питательные вещества, которые были найдены как в хорошо урожайной почве, так и в самих растениях. При этом опыты организовались так, что в одних сосудах с растениями давались все элементы, найденные в почве, в других сосудах с теми же растениями давались те же элементы, но без одного — испытуемого. Если между растениями, выращенными в обеих группах сосудов, не наблюдалась разница, то это показывало, что исключенное из второй группы сосуда вещество никакого значения в питании данного растения не имеет. В третью группу сосудов сажали то же растение и давали все те же вещества без двух, без трех и т. д. и наблюдали — отсутствие каких элементов в сосудах, где росли растения, приводило к гибели последних.

Таким путем было установлено, что не все вещества, которые встречаются в растениях и в почве, являются безусловно необходимыми для нормального развития роста культурных растений, а только некоторые из них. Такими безусловно необходимыми элементами, без которых растение не может существовать, являются: азот, фосфор, калий, кальций, сера, магний, железо, а в настоящее время выяснено, что к числу необходимых для

растения элементов относится бор и ряд других элементов, так что самые бесплодные почвы, чистые пески или водные растворы, одновременно получающие все эти вещества, становятся вполне пригодной средой для нормального роста, цветения и плодоношения культурных растений.

В первые периоды развития науки о питании растений ученые очень часто впадали в крайности или, еще не владея достаточно точными методами опыта, делали неправильные, ошибочные выводы. Так было, например, в отношении органического вещества почвы — гумуса, которому, как мы указали, в долибиховский период приписывали роль пищи, а после Либиха стали совершенно отрицать его значение. Но практика сельского хозяйства, реальная действительность производства совершенно безошибочно показала, что почвы, богатые органическим веществом, или почвы, получающие навоз, обладают более высокой производительностью, чем те почвы, где этих веществ сравнительно мало. При сжигании органического вещества почвы получается зола, которая как раз содержит все указанные элементы пищи растений — фосфор, калий, кальций, магний, железо, серу и др. Но, кроме этих зольных или минеральных веществ, органическое вещество в значительном количестве содержит и азот, который потребляется растением в очень большом количестве и при сжигании улетучивается в воздух.

Долго было неизвестно, откуда и каким образом растение удовлетворяет свою высокую потребность в азоте, в этом безусловно необходимом элементе. Если в отношении углерода довольно скоро было выяснено, что он берется из углекислоты воздуха, а не из почвы, то в отношении источников азота не было такой определенности; это обстоятельство приводило к разным догадкам и предположениям.

Как известно, азот в смеси с кислородом в огромном количестве находится в атмосфере, где он составляет око-

лю 80%. Такое положение дало ученым основание предполагать, что растение получает необходимый азот из воздуха. Либих и его сторонники, отрицающие значение органического вещества почвы, не учли того обстоятельства, что там находится значительное количество азота. Вместе с тем Либих в состав своих удобрений не включил азота, предполагая, что растение может само раздобыть себе азот из окружающего воздуха.

Вопрос об азоте оставался нерешенным до половины XIX в., когда за эту задачу основательно взялся известный всему агрономическому миру французский ученый Буссенго. Он посадил растение в искусственно приготовленную почву, совершенно лишенную азота, и поместил его под большим стеклянным колпаком. Через трубку в колпак впускался воздух, очищенный от всяких следов аммиака, откуда растение могло бы получить связанный азот. В такой обстановке посаженное Буссенго растение получало только свободный азот воздуха. Опыты показали, что при этом растение под колпаком чувствовало себя все хуже и хуже и, наконец, совершенно остановилось в росте. Тщательно проделав большое количество таких опытов, Буссенго пришел к заключению, что безграничные запасы свободного азота атмосферы не доступны культурным растениям. Естественным выводом из этого была необходимость изучить и выяснить пути поступления азота в растения.

Дальнейшие работы Буссенго, предпринятые в этом направлении, показали, что растение усваивает азот в виде солей, которые поступают в него через корневую систему, т. е. не из воздуха, а из почвы. Но этим вопрос об азоте не был исчерпан. Последующие наблюдения и опыты, проведенные в условиях производства, показали, что некоторые культуры уносят с собой из почвы гораздо больше азота, чем они получают его в виде удобрений, и что не все растения одинаково страдают от недостатка азота. Больше того, было установлено, что есть такие

культуры в севообороте, которые как будто даже увеличивают содержание азота в почве. Наконец, было выяснено, что некоторые растения или совершенно не отзываются на внесение азотистых удобрений или отзываются очень слабо. К таким выводам пришли и другие ученые, и не только ученые, но и передовые практики сельского хозяйства.

Эти бесспорные факты, подтвержденные широкой производственной практикой, которые противоречили выводам Буссенго, снова запутали ученых. В чем дело? Опять туман неизвестности, для рассеивания которого развернулись в разных направлениях новые работы целого ряда лучших ученых.

Раскрыть и разгадать эту тайну природы было суждено другому крупному ученому Гельригелю. В 80-х годах XIX столетия он установил, что закону Буссенго не подчиняются только бобовые растения (горох, клевер, люцерна), которые в отношении азота ведут себя совершенно своеобразно. После основательной проработки этого вопроса через несколько лет Гельригель выпустил свой знаменитый труд, который открыл новую эпоху в истории агрономической науки, так много давшей сельскому хозяйству. Гельригель, после того как установил факт особого отношения бобовых растений к азоту, брал почву, совершенно лишенную веществ, содержащих азот, и нагревал ее до 70° , или, как говорят, производил стерилизацию почвы. После такого нагревания на одних таких почвах он сажал бобовые растения, а на других — злаковые.

Результаты показали, что в обоих случаях растения одинаково страдают от недостатка азота, т. е. подтверждается вывод Буссенго. Затем Гельригель брал такую же лишенную азота почву, но без нагревания и сажал те же бобовые и злаковые растения. Результаты получались поразительные: в то время как бобовые растения без азота великолепно себя чувствовали, злаки страдали, хирели и гибли. На основании всего этого Гельригель

стал искать особых отличительных признаков у бобовых растений и нашел, что на корнях последних имеются утолщения, клубеньки, которых нет на корнях злаков, а после нагревания почвы эти клубеньки не образуются. Отсюда Гельригелем был сделан совершенно правильный вывод, что клубеньки на корнях бобовых растений являются тем аппаратом, посредством которого они добывают себе азотистую пищу. В результате Гельригель пришел к огромной важности практическим выводам: что бобовые растения обогащают почву азотом и создают благоприятные условия для последующих культур.

Но Гельригель не смог решить следующего за его открытием вопроса, — каким именно образом совершается поступление азота в бобовые растения? При этом хоть и вновь возникал вопрос об источнике азота, но уже было ясно, что другого источника вокруг растения, кроме азота воздуха, не было. Тогда еще не было бактериологии, мир невидимых глазу микроорганизмов не был известен Гельригелю, так что он мог только предполагать присутствие на корнях бобовых каких-то неведомых существ, связывающих азот воздуха, которые при нагревании почвы погибали. После Гельригеля работами ряда ученых было уже доказано, что в деле усвоения бобовыми растениями атмосферного азота решающая роль принадлежит бактериям. В последующем удалось выделить те микроорганизмы, которые именно и образуют клубеньки на корнях бобовых растений, причем было установлено, что каждая группа бобовых растений требует особых микроорганизмов.

Дальнейшие исследования клубеньковых бактерий показали, что если их выделить из клубеньков, то они способны связывать свободный азот воздуха и переводить его в доступную для культурных растений форму. Углубление и расширение научных знаний в области молодой науки — бактериологии дало возможность выяснить самый механизм благоприятного действия клубеньков. Ока-

залось, что живущие в клубеньках бактерии используют бобовые растения, от которых они получают готовые углеводы и прочие питательные вещества, и в свою очередь снабжают своих «гостеприимных хозяев» азотом. Мощное развитие бактериологии открыло в почве целый многомиллионный мир доселе неизвестных микроорганизмов. После ряда научных открытий выяснялись все новые и новые вопросы. Стало ясно, что роль бактерий не ограничивается только связыванием атмосферного азота на корнях бобовых. Французский ученый Вертело в 90-х годах прошлого столетия своими опытами показал существование каких-то свободно живущих в почве бактерий, которые живут независимо от присутствия бобовых растений.

С. М. Виноградский выделил из этих бактерий особый вид — азотобактер, и показал, что этот вид бактерий связывает азот воздуха и переводит его в такое состояние, которое может быть свободно использовано растениями. Кроме того Бейеринком была открыта другая группа подобных бактерий, которая вместе с азотобактером оказывает исключительно большие услуги земледелию. При разложении органических веществ и при гниении всяких отбросов и остатков животных организмов в почве образуется газообразное соединение азота — аммоний, который этими бактериями при свободном доступе воздуха переводится в соль азотной кислоты, т. е. в хорошо известную селитру. При хорошей обработке почвы, когда последняя обеспечена влагой, теплом и воздухом, деятельность этих бактерий настолько усиливается, что они образуют большое количество солей азотной кислоты или нитратов; отсюда сами бактерии называются нитрифицирующими, а процесс превращения аммония в нитраты — нитрификацией.

Благодаря работам русских ученых раздел нитрификации является теперь самым разработанным и всесторонне освещенным в науке. Но на ряду с огромной полезной

работой азотсобирающих и селитрообразующих бактерий было установлено явление, о котором сегодня должен знать каждый колхозник и каждый работник сельского хозяйства. Оно заключается в том, что при плохой и небрежной обработке почвы, когда последняя уплотняется, дает корку, прекращается свободный доступ воздуха и затрудняется передвижение воды в почве, особыми бактериями азотсодержащие соли разрушаются и освобождается свободный азот, который улетучивается в воздух и пропадает для земледелия. Этот процесс, называемый денитрификацией, является вредным для земледелия, так как при этом собранные запасы нитратов очень легко могут быть уничтожены и потеряны для культурных растений.

В деле изучения вопросов питания культурных растений огромную роль сыграли работы крупного советского ученого акад. Д. Н. Прянишникова.

Таким образом после столетних исканий и трудов удалось выяснить, что культурное растение питается минеральными веществами, воспринимаемыми в форме легкорастворимых, почти исключительно окисленных соединений. Органические же вещества почвы способствуют наилучшему использованию минеральных питательных веществ, а разлагаясь в почве, они (органические вещества) увеличивают количество доступных растению питательных веществ и тем самым увеличивают плодородие почвы.

СОСТОЯНИЕ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В ПОЧВЕ

Как было нами указано выше, из всех элементов почвы к настоящему времени безусловно необходимыми для роста растений признаны азот, фосфор, калий, кальций, магний, сера, железо, бор и др. Но можно ли отсюда сделать заключение, что остальные элементы, входящие в состав почвы и растений, не имеют никакого значения

для последних? Конечно, нет. Многие из составных элементов почвы, как будто не принимающие прямого участия в питании растений, играют значительную роль в создании большого урожая. Да к тому же исследования последних лет не только расширяют список безусловно необходимых элементов пищи растений, но ставят вопрос о коренном его пересмотре, о чем речь будет дальше.

Но все ли элементы пищи требуются растениям в одинаковых количествах? Путем внесения различных количеств питательных веществ в почву было выяснено, что не все растения требуют одинакового количества того или иного элемента и не все растения одинаково истощают почвенное плодородие. В связи с этим интересно выяснить количественное соотношение различных веществ, находящихся в почве, и как оно меняется на беспредельных социалистических полях СССР. Чтобы ответить на этот вопрос, необходимо в нескольких словах напомнить, что на территории СССР мы имеем целый ряд самых разнообразных почв: на крайнем севере располагается тундра, несколько южнее и в центральных частях Союза на огромном пространстве, занимающем половину территории СССР, мы имеем различного рода подзолистые почвы; далее идут черноземные степи, которые начинаются у советско-румынской границы, тянутся в северо-восточном направлении и достигают Новосибирска (Западная Сибирь). На юго-юго-востоке, на обширных полях среднеазиатских и закавказских республик мы встречаем каштановые, пустынно-степные, культурно-поливные, засоленные, горно-луговые и прочие почвы. И каждая из этих почв, образуемая в особых природных условиях, имеет своеобразные, отличные от других почв черты строения, состав питательных веществ и производственные особенности.

Подзолистые почвы в общем характеризуются небольшой мощностью, серой или светлосерой окраской верхних горизонтов до 10—15 см, под которыми ниже —

до глубины 25—30 см — следует еще более светлый оподзоленный горизонт, а затем начинается коричневый или коричнево-палевый, сравнительно темный горизонт. На поверхности разреза подзолистых почв можно заметить бурые или сизоватые языки, а также скопления чернобурых пятен, состоящих главным образом из железа.

Эти почвы в природных условиях бедны перегноем и питательными веществами. Кроме того, подзолистые почвы имеют кислую реакцию, неблагоприятно действующую на рост культурных растений.

Данные химического анализа подзолистых почв показывают, что они сравнительно очень бедны известью и что количество перегноя или гумуса сравнительно небольшое и в пахотном горизонте колеблется от 1 до 4%; под пахотным горизонтом количество это резко падает. Содержание азота в среднем определяется в 0.1—0.2%, а в глубже лежащих горизонтах значительно меньше. Количество фосфорной кислоты не превышает цифр азота, но на некоторой глубине, приблизительно ниже 20—30 см от поверхности почвы, наблюдаются черно-бурые образования, в которых вместе с железом и алюминием накапливается некоторое количество и фосфора.

На огромной территории с подзолистыми почвами мы имеем почвы с разными степенями оподзоливания: в одних местах они более оподзолены, более обеднены питательными веществами, а в других, наоборот, меньше оподзолены, меньше обеднены.

С точки зрения производственных особенностей и практической ценности нужно сказать следующее: подзолистые почвы далеко недостаточно обеспечены питательными веществами, бесструктурны, а их кислая реакция является препятствием для нормального роста культурных растений. Отсюда и вытекает необходимость применения таких средств, которые могли бы устранить эти отрицательные свойства подзолистых почв и создать благоприятные условия для нормального роста сельско-

хозяйственных растений; но об этом речь будет еще в конце.

Черноземы представляют полную противоположность подзолистым почвам. Они имеют очень большое количество перегноя, почему и отличаются черным цветом, постепенно ослабевающим с глубиной. Эти почвы обладают большой мощностью, часто превышающей метр, и хорошо выраженной зернистой структурой; здесь на некоторой глубине мы сталкиваемся со скоплением извести и наличием кротовин (заполненных почвой нор степных грызунов). Как и в предыдущем случае черноземы не везде одинаковы. Так, например, тучные или мощные черноземы имеют наибольшее количество перегноя, наибольшую мощность и наилучшую структуру (Куйбышевская область).

Обыкновенный чернозем (Воронежская область) содержит меньше перегноя и имеет меньшую мощность и т. д. Данные химических анализов показывают, что количество перегноя в черноземах в среднем колеблется от 5 до 15%, причем с глубиной оно постепенно уменьшается. Содержание извести с глубиной, наоборот, возрастает. Количество азота колеблется от 0.2 до 0.5%, фосфорной кислоты — 0.2—0.3%, а калий достигает 2.5%. Количество легкорастворимых солей и здесь незначительно. Черноземные почвы, помимо хорошей структуры, в отношении нужных растению питательных веществ обладают большой поглотительной способностью, высокой влагоемкостью и имеют реакцию, близкую к нейтральной.

Но значит ли это, что все природные положительные свойства черноземов, которые ставят последние в разряд первоклассных почв, избавляют нас от необходимости вмешательства в направлении изменения и переделки производственных свойств черноземов? Конечно, нет. На такой благоприятной основе, как природные свойства наших черноземов, при помощи правильной агро-

техники мы имеем возможность намного повышать урожайность черноземных степей.

Каштановые почвы, которые примыкают к черноземам с юга и юго-востока, отличаются от черноземов тем, что количество перегноя здесь не превышает 4—4.5%, реакция становится слабощелочной, мощность уменьшается и исчезает зернистая структура. Содержание азота достигает 0.3%, фосфорной кислоты — 0.2%, а калия — до 2%. Каштановые почвы плодородны, но они распространены в области недостаточного увлажнения и нуждаются в агротехнике, сохраняющей влагу почвы.

Сероземы пустынь Средней Азии и Закавказья содержат очень небольшое количество перегноя — 2—2.5%, почему и имеют серую или светлую окраску.

Переходы между отдельными горизонтами почвы здесь настолько постепенны, что их трудно разграничивать. Эти почвы богаты известью. Легкорастворимых солей в этих почвах вообще мало, но в отдельных случаях, в результате неправильного орошения, они накапливаются и вызывают засоление. Реакция почвы слабо щелочная. Количество фосфорной кислоты и калия довольно значительно, недостаточно лишь содержание азота. Отрицательным моментом здесь является бесструктурное, распыленное состояние почвы. В условиях искусственного орошения, высокой агротехники и химизации сероземы способны давать исключительно высокие урожаи, в чем нас убеждает производственный опыт стахановцев хлопковых полей среднеазиатских советских социалистических республик.

Почвы же горных районов СССР (например, Армянской ССР) в основном аналогичны приведенным выше почвам, за исключением, может быть, горно-луговых почв, где количество перегноя и минеральных питательных веществ еще больше, чем в черноземах.

Для сравнительной характеристики количественных соотношений основных элементов в различных почвах приведем таблицу:

Химический состав различных почв СССР в процентах
(в пахотном слое)

| Название почвы Состав | Чернозем Бала- шовского района (Куйбышевская область) | Подзолистая поч- ва из бассейна р. Тунгир, Ябло- новый хребет | Пустынно-степ- ная почва (или серозем), ст. Арыс (Узбекская ССР) |
|---------------------------------|--|--|---|
| Азот | 0.61 | 0.15 | 0.10 |
| Фосфор | 0.22 | 0.07 | 0.20 |
| Калий | 2.27 | 2.15 | 2.48 |
| Кальций | 1.97 | 1.62 | 7.24 |
| Магний | 1.55 | 0.91 | 3.08 |
| Сера | 0.91 | 0.00 | 0.55 |
| Железо | 4.52 | 3.08 | 5.19 |
| Кремнезем | 44.35 | 69.55 | 59.84 |
| Натрий | 0.71 | 2.57 | 2.50 |
| Гумус | 14.85 | 2.80 | 1.61 |
| Глинозем | 15.80 | 14.96 | 11.18 |

Приведенные цифровые данные о почвах являются довольно типичными. Они показывают, что количество азота достигает всего лишь полупроцента от веса почвы, а фосфора еще меньше, причем самое большое его количество обычно мы имеем в горно-луговых почвах и черноземах, а самое меньшее в подзолистых почвах. В таком же соотношении находится и гумус, количество которого в горно-луговых и черноземных почвах достигает 14—18%, а в пустынно-степных опускается до 3%.

Количество калия сравнительно с азотом и фосфором намного больше — до 2.5% и довольно близко во всех почвах. Кальций и магний в почвах Узбекской ССР дают

высокую цифру — до 7% с лишним, но в северных подзолистых почвах количество их очень ограничено, в то время как их присутствие здесь крайне необходимо. В отношении железа нужно отметить, что при наличии ничтожной его потребности для растений количество железа во всех почвах очень велико, причем в почвах подзолистых, где оно вымывается из верхних горизонтов, его значительно меньше. Обращает на себя особое внимание кремнезем, который составляет основную массу, основной скелет почвы — до 70%, т. е. гораздо больше, чем все остальные элементы, взятые вместе.

Присматриваясь к приведенным цифрам (см. табл.), мы видим, что самую маленькую часть почвы составляют как раз самые ценные элементы (например, азот, фосфор), которые столь необходимы для получения урожая. Но это количество только относительное.

Приблизительные подсчеты запасов необходимых растению питательных веществ в почве дают огромные цифры. Так, по данным С. П. Кравкова, в метровой толще на одном гектаре чернозема находится:

| | |
|-------------------|----------|
| азота | 1 200 кг |
| фосфора | 6 000 » |
| калия | 80 000 » |

Если принять, что средний урожай пшеницы уносит приблизительно 45 кг азота, 22 кг фосфора и 27 кг калия, то указанные выше запасы питательных веществ в метровой толще чернозема могут обеспечить следующее количество средних урожаев пшеницы:

| | |
|------------------|---------|
| азот | 266 ур. |
| фосфор | 264 » |
| калий | 2 960 » |

Что же касается кальция, магния и железа, то запасы их в почве могут обеспечить урожаи растений в течение многих тысячелетий.

Но что показывает практика и реальная действитель-

ность сельского хозяйства? Может ли содержание запасов питательных веществ в почве быть показателем степени плодородия? Конечно, нет. Разве не известно, что почвы, содержащие иногда значительное количество фосфора или азота, сильно отзываются на внесение таких удобрений? В чем секрет всего этого?

А секрет в том, что все эти огромные запасы фосфора, калия и азота в почве находятся в форме нерастворимых, малоподвижных соединений, которые лежат мертвым запасом, но недоступны культурным растениям. При слабой растворимости, скажем фосфора, хотя в почве его очень много, все же растение может страдать от недостатка фосфора. В таком случае рассчитывать на высокий урожай не приходится. Вопрос в отношении кальция, магния, железа и серы, которые являются необходимыми элементами питания растений, обстоит проще, так как эти элементы нужны растению в сравнительно небольших количествах и запасы их в почве обычно неисчерпаемы. Так что если минеральные вещества почвы в воде нерастворимы, то они не могут принять участие в питании культурных растений независимо от их количества. Но эта истина не сразу была выявлена. В первый период развития учения о питании растений причины недоступности питательных веществ были загадкой. Вспомним, что удобрения Либиха не дали положительного результата именно по той причине, что фосфор он дал в виде нерастворимой соли, что не было тогда известно и Либиху.

Отсюда возникает вопрос, в состоянии ли эти нерастворимые запасы пищи растений переходить в растворимую форму. В природных условиях такой процесс происходит непрерывно, но он не может обеспечить все возрастающие запросы социалистического земледелия в получении высокой урожайности. Вот почему в целях мобилизации запасов почвы, искусственного увеличения последних и ускорения превращения элементов пищи растений в растворимую форму нам приходится вмешивать

ваться в природные процессы, изменять и направлять их в интересах социалистического земледелия.

В деле регулирования питательных веществ и усиления их подвижности исключительно большое значение имеют почвенные растворы.

Как известно, во всякой почве можно найти те или иные количества влаги, но эта влага не чистая вода, она всегда содержит в себе некоторое количество минеральных и органических соединений. Вот эта то почвенная влага с растворенными в ней веществами почвы и называется почвенным раствором. Густота почвенного раствора или его концентрация зависит от количества растворимых веществ, так что чем больше последних, тем выше концентрация и наоборот. Отсюда нетрудно понять, что после дождей и поливов, когда увеличивается влажность почвы, концентрация раствора уменьшается, а в жаркие дни, при сильном испарении, почвенный раствор может настолько сгуститься, что на почвах, богатых солями, выпадают белые налеты последних. Когда увеличивается влага в почве, то она растворяет некоторое новое количество питательных веществ и этим поднимает питательную ценность почвенного раствора. Последний является не только средой, откуда растение своей корневой системой забирает себе готовые питательные вещества, но и единственным транспортом, посредством которого элементы пищи из различных участков почвы передвигаются к корням растений.

Степень доступности отдельных питательных веществ зависит от того, как быстро они переходят в почвенный раствор и как быстро они перемещаются в почве, например, соли азотной кислоты растворяются легко и быстро передвигаются, поэтому более полно могут быть использованы растением; соли же фосфорной кислоты, в большинстве трудно растворимые, поступают в растение медленно и довольно трудно. В результате такого положения в составе почвенного раствора

мы имеем больше азота и калия, чем фосфорной кислоты.

Исключительная важность почвенного раствора видна и из того факта, что культурное растение, посаженное в искусственную водную среду, обеспеченную всеми элементами пищи, великолепно растет, цветет и дает плоды.

Теперь можно задать такой вопрос — для получения высокого урожая достаточно ли только одного наличия в почвенном растворе всех необходимых растению питательных веществ? На этот вопрос приходится ответить отрицательно. Почвенный раствор в зависимости от наличия разнообразных химических соединений в разных почвах имеет различные свойства: например, почвенный раствор может быть кислым или щелочным или ни тем, ни другим, просто нейтральным. Для культурных растений эти условия не безразличны: многочисленные работы ученых показали, что если почвенный раствор очень кислый или очень щелочной, то культурное растение не только не дает хорошего урожая, но и погибает независимо от количества питательных веществ в растворе. Растение в общем требует нейтральной среды с небольшими лишь отклонениями в ту или другую сторону. И не только растения, но и невидимые друзья человека — почвенные бактерии не могут жить, когда раствор слишком кислый.

Таким образом для нормального роста культурных растений и для получения высоких урожаев необходимо, чтобы почвенный раствор содержал больше растворимых питательных веществ, по своим свойствам был нейтральным или близким к этому и был свободен от избытка вредных солей.

Ценные уроки истории учения о питании растений и современные достижения науки подсказывают нам, каким путем мы должны идти, чтобы, воспользовавшись

ими, поднять урожайность социалистических полей на высоту, обеспечивающую ежегодное производство зерна в размере 7—8 миллиардов пудов.

Для этого нам нужно знать состояние питательных веществ в различных почвах, оценить его с точки зрения требований отдельных культурных растений, искусственным путем пополнить и увеличить легкоусвояемые запасы пищи и обеспечить благоприятными условиями жизнь растений. Современное состояние наших знаний, социалистическая система земледелия и могучий расцвет отечественной химической промышленности, производящей искусственные удобрения, создают нам полную материально-техническую базу для невиданного подъема урожайности и развития всех отраслей сельского хозяйства.

АЗОТ И АЗОТИСТЫЕ УДОБРЕНИЯ

Из предыдущего изложения мы уже знаем, что азот почвы является одним из важнейших элементов пищи растений, который потребляется последними в огромном количестве. Достаточно напомнить, что при каждом урожае с одного га уносится растениями ежегодно до 100 кг азота.

Такой исключительный расход вытекает из того, что азот в большом количестве входит в состав белковых веществ (до 18%), а белковые вещества составляют основную массу в таких продуктах, как зерно. Недостаток в почве азота причиняет чувствительный вред культурному растению и может привести к частичному или полному прекращению его роста. На практике каждый колхозник при внимательном осмотре может заметить признаки недостатка азота, так как при этом зеленые и свежие листья культурного растения начинают желтеть, задерживаться в росте и преждевременно отмирать. Своевременное внесение азотистых удобрений приводит к быстрому их улучшению, и листья вновь становятся свежими и зелеными. Большое количество азотистых удобрений способствует развитию крупных и темнозеленых

листьев, которые, однако, нежны и слабы, почему и подвержены разным заболеваниям. Опыты показывают, что растения, которые получают много азота, созревают сравнительно позже. Излишек в почве азота обычно создает обильную листовую массу, но меньше плодов и зерен. Отсюда следует очень важный практический вывод: если растение культивируется для получения листовой массы, например, капуста, то можно смело увеличивать количество азота, но при возделывании хлебов и плодовых культур обилие азота будет сдвигать соотношение в массе растения в пользу соломы и листьев.

Кроме непосредственного участия в питании культурных растений, азот играет заметную роль в мобилизации других полезных для растения элементов пищи. Так, например, азотная кислота способствует переходу соединений фосфорной кислоты в раствор и росту их доступности растению, а также увеличивает подвижность магния, кальция и других элементов.

Мы уже знаем, что первоисточником для снабжения почвы азотом является окружающий нас воздух. Мы видели также и то, что клубеньковые бактерии, живущие на корнях бобовых растений, связывают этот азот воздуха и предоставляют его в распоряжение культурных растений. Таким путем клубеньковые бактерии могут ежегодно производить до 300 кг азота на площади одного га. Количество это, довольно значительное, в особенности, если припомнить, что мы обычно вносим на один га в виде удобрений самое большое 130 кг азота. Но такое большое количество азота эти бактерии могут дать тогда, когда для их работы мы создаем благоприятные условия, т. е. мы их обеспечиваем свободным доступом в почву воздуха, достаточной температурой, фосфором и нейтральной средой.

Здесь может возникнуть вопрос, имеющий практический интерес, — будут ли появляться клубеньковые бактерии и там, где раньше не было посева бобовых? Например,

участок земли, находившийся ранее под хлебами, впервые засеивается люцерной. Развернется ли активная работа по связыванию азота клубеньковыми бактериями? Оказывается, не всегда. В этих случаях необходимо заражать такой участок клубеньковыми бактериями, взятыми со старых посевов бобовых. Для этой же цели в лабораториях готовятся специальные препараты с клубеньковыми бактериями, которые называются нитрагином. Опыты показывают, что такое искусственное заражение новых посевов бобовых клубеньковыми бактериями со старых участков или нитрагином значительно поднимает урожай.

Кроме клубеньковых бактерий азот воздуха связывается другой группой бактерий (азотобактер), которые живут и работают в почве повсеместно, независимо от характера растений. Но количество азота, которое может быть собрано этими бактериями, намного ниже того, что получается посредством клубеньков. При хорошей обработке, обеспечивающей свободный доступ воздуха, в гумусовых почвах при наличии фосфора и кальция эти свободно живущие бактерии могут накопить несколько десятков килограммов азота на га.

Во время жизни всех этих бактерий поглощенный ими из воздуха азот превращается в белковые вещества, из которых состоят тела самих бактерий. Бактерии при отмирании образуют в почве массу органического вещества. Благодаря непрерывающейся бурной работе многомиллиардного бактериального населения почвы органические вещества все время разлагаются, разрушаются и образуют отдельные соединения, среди которых мы имеем аммиак (соединение азота с водородом). Этот аммиак, как мы уже знаем из исторической части нашего изложения, бактериями подвергается нитрификации, т. е. превращению в нитраты.

Степень активности превращения аммиака в нитраты зависит от целого ряда условий. Во-первых, эти бакте-

рии требуют благоприятной температуры, — до 37°, свободного доступа кислорода, достаточной влажности, почти нейтральной среды и т. д. Отсюда нетрудно понять, что почвы сравнительно легкие, не кислые более благоприятны для нитрификации, чем тяжелые. Вот почему систематическое рыхление почвы, увлажнение в меру, известкование кислых почв увеличивают количество нитратов и способствуют значительному поднятию урожайности.

Количество нитратов сильно колеблется в зависимости от почвенных условий, времени года, обработки, атмосферных остатков и т. д. Наибольшее количество нитратов обычно накапливается в летнее время на почвах, богатых органическим веществом (черноземах) и при хорошей обработке. При наличии всех этих условий на площади в один га можно накопить до 500 кг азота, а в отдельных случаях и больше. На почвах же тяжелых, уплотненных, плохо обрабатываемых, затрудняющих проникновение воздуха, не только не будет иметь место такое накопление азота, но, наоборот, имеющиеся запасы азота, как мы знаем, путем денитрификации будут бесполезно пропадать.

Ничтожное количество азота может поступать в почву и с атмосферными осадками, которые всегда содержат следы аммиака и азотной кислоты.

Таким образом мы видим, что путем хорошей обработки почвы есть возможность при помощи бактерий мобилизовать и накопить из воздуха довольно значительные запасы азотной пищи для растений. Но рядом с такой мобилизацией и накоплением азота, которые сами по себе не в состоянии полностью обеспечить получение высокого урожая, мы применяем мощное орудие поднятия урожайности, данное нам в руки нашей химической промышленностью, — мы вносим в почву искусственные азотные и другие удобрения.

Прежде всего нужно выяснить, в форме каких соединений вносить в почву азотистые удобрения. Здесь нужно

указать на всем известную чилийскую (натриевую) селитру, которая является воднорастворимой легкоподвижной солью. Она добывается в Южной Америке (Чили) и оттуда привозится в Европу. Кроме того, в природе встречается селитра так называемая туркестанская, где вместо натрия азот связан с калием. Такая селитра встречается у нас в среднеазиатских республиках, и, несмотря на то, что является источником не только азота, но и калия, все же не получила еще широкого распространения.

Нитраты, образуемые в почве в результате деятельности бактерий, соединяются с кальцием и превращаются в кальциевую селитру. Эта форма азотистого удобрения является одной из лучших, в особенности для почв, которые нуждаются в кальции, например, подзолистых, так как внесением такого удобрения мы даем не только азот, но и кальций. Но в природе нет значительных залежей кальциевой селитры, поэтому химическая промышленность разработала метод заводского получения такой селитры путем окисления искусственного (синтетического) аммиака и соединения его с известью. Раньше кальциевую селитру, которая по месту ее первого производства называется норвежской, получали окислением свободного азота воздуха, что требовало огромного количества электрической энергии. В настоящее время широко развито промышленное производство синтетического аммиака связыванием азота воздуха с водородом.

Полученный аммиак обрабатывается гипсом и углекислым газом, в результате чего получается сернокислый аммоний. Его получение требует в 15 раз меньше энергии, чем получение норвежской селитры. Но аммиак может быть связан не только с гипсом, но и азотной кислотой; в последнем случае получается азотно-кислый аммоний. Наконец, в азотной промышленности мы имеем еще третий путь связывания свободного азота — это путь соединения азота с углеродом карбида, в резуль-

тате чего получается цианамид. Азот может быть внесен в почву в виде самых различных солей. Какая же из них лучше?

Познакомимся с тем, что получается в почве при внесении того или иного удобрения. Когда мы внесем в почву натровую селитру, она растворяется, растение берет оттуда азотную кислоту, а оставшийся натрий в почвенном растворе образует щелочную среду. В противоположность этому, внесенный в почву сернокислый аммоний, растворяясь, дает растению аммоний (содержащий азот), а серная кислота в почвенном растворе создает кислую среду. Отсюда ясно, что на почвах подзолистых, где преобладает кислая среда, селитра окажет более благоприятное действие, чем сернокислый аммоний, если с последним одновременно не внести в почву известь. На почвах же южных районов, например, на хлопковых полях среднеазиатских и закавказских республик, наоборот, сернокислый аммоний дает больше эффекта, так как там почвы не кислые. Кальциевая селитра и цианамид при внесении в почву, помимо азота, дают и кальций, который является, как мы увидим, «стражем плодородия», так как он способствует созданию необходимой структуры почвы и улучшению других ее свойств. Поэтому эти удобрения на распыленных бесструктурных почвах действуют лучше, чем натровая селитра.

Азотнокислый аммоний полностью, без балласта, идет на питание культурных растений. При решении вопроса о том, в какой форме дать удобрение, надо исходить из почвенных условий каждого района, но в основном мы должны использовать то, что дает собственная социалистическая промышленность, в особенности когда мы имеем возможность регулировать некоторый избыток как кислотности, так и щелочности наших почв. Почвенные условия надо принять во внимание не только при определении формы удобрения, но и в отношении сроков внесения, доз и т. д. Например, на почвах легких, песчаных лучше вно-

сать удобрения не сразу, а по частям, ибо оросительные или дождевые воды могут унести легкорастворимые соли. На почвах же тяжелых, глинистых такая опасность мала. Лучше всего практиковать систему дробного внесения удобрений, т. е. внести их в несколько приемов (подкормка растений). Удобрение нужно вносить и в рядки. Кроме того, в отношении отдельных ценных культур, например, хлопчатника, удобрение можно вносить и под растение непосредственно, а первое удобрение можно вносить прямо под вспашку.

При решении же вопроса, сколько надо вносить удобрения, нужно исходить не только из почвенных условий и содержания там азота, но и из особенностей каждой культуры.

Практика до последнего времени показывает, что различные растения по-разному отзываются на внесение азотистых удобрений. Так, например, лен требует больше азота, чем других удобрений, но большой избыток его уже вредит этой культуре. Конопля требует азота намного больше, чем лен, и дает наибольший урожай при дозе 180 кг на га. Овощи, например, капуста, дают самый высокий урожай при дозах азота до 150—180 кг; лучший урожай хлопчатника получается при дозе в 300 кг азота на один гектар.

Но практика стахановцев социалистических полей перешагнула и эти нормы. Наши опытные станции и научно-исследовательские институты до сих пор давали нормы, значительно меньшие, чем применяют наши мастера высоких урожаев. Почему же они не рекомендуют больше? Почему большие дозы удобрений, по их данным, не дают больших урожаев? Дело в том, что одностороннее увеличение доз азотистых удобрений даже вместе с фосфором на наших станциях не сопровождалось одновременным улучшением и соответственным изменением и других приемов агротехники, влияющих на урожайность: например, азот доводят до 200 кг, но условия увлажнения,

доступ в почву воздуха, способы обработки, ряд других свойств почвы или не меняются, или меняются очень незначительно. Ясно, что несоблюдение всех условий питания растения ставит искусственный предел, выше которого применение удобрений оказывается нецелесообразным.

Несмотря на наличие отдельных фактов, когда при всестороннем воздействии на почву и на растения получается огромный урожай, несмотря на многочисленные, порой чрезвычайно резкие, выступления крупных авторитетов и знатоков сельского хозяйства, например, крупнейшего советского ученого, академика Вильямса и др., за комплексное проведение всех мероприятий, это несоблюдение всех условий питания растений в ряде мест еще продолжается. Мощное стахановское движение, охватившее широчайшие массы передовых борцов за высокий урожай социалистических полей, опрокинуло нормы и дозы опытных учреждений и показало такие результаты, каких не знает ни одна опытная станция. Почему Файзула Юнусов, Мария Демченко и другие получали такие урожаи, каких не видала еще история земледелия? Эти мастера рекордных урожаев, решительно и смело дерзнули ломать всякие пределы, официально предлагаемые агрономией. Они стали давать во много раз больше удобрений, стали менять существующую систему обработки, они соответственно стали улучшать физические свойства почвы многочисленными рыхлениями, они стали по-новому регулировать условия увлажнения и буквально бороться против испарения каждой капли воды, они стали подходить к каждому растению, особо присматриваясь к нуждам каждого живого организма, они стали охранять каждый грамм питательных веществ от сорняков. Таким путем эти передовые люди нашей страны под палящими лучами южного солнца, в знойных степях Украины, на безбрежных полях центральных областей Союза на деле, на практике осущест-

вляли выводы науки — комплексность всех мероприятий — и тем самым создавали самые лучшие, самые благоприятные условия для жизни своих питомцев — культурных растений. И в результате упорного труда и настойчивой заботы о живом растении они получили такой урожай, которым гордится вся социалистическая страна.

В заключение этой главы необходимо указать, что азот вносится в почву не только в виде минеральных удобрений, но и в органических веществах, о которых речь будет ниже.

ФОСФОРНОКИСЛЫЕ УДОБРЕНИЯ

Следующим, столь же важным, как азот, элементом пищи растений, извлекаемым из почвы ежегодно в таком же огромном количестве — до 100 кг с га, является фосфор. Роль фосфора в жизни растения очень велика. Он входит в состав таких важнейших частей растения, как белки, зеленое вещество листа (хлорофилл), без которого оно не может усвоить солнечную энергию. При недостатке фосфора в почве хлебные злаки имеют прежде всего слабую корневую систему; фосфорный голод заметно ухудшает кущение и приводит к уменьшению побегов, дающих зерно. Такое же действие проявляется в отношении плодовых деревьев. Цвет листьев при недостатке фосфора меняется и принимает самые разнообразные оттенки — красноватый, пурпурный, серо-зеленый и т. д.

Фосфорная кислота при внесении благоприятно отражается на развитии и корневой системы, что имеет огромное практическое значение, в особенности на тяжелых почвах, где корни развиваются с трудом.

Фосфор, в противоположность азоту, удлиняющему период созревания культурных растений, заметно его сокращает. Многочисленные практические данные показывают, что хлеба, которые получали больше фосфорных

удобрений, созревали на несколько дней раньше и дали больше зерна, чем те, которые получали их меньше. Недостаток в почве фосфора отражается и на качестве продукции, понижая питательную ценность урожая.

Фосфор в почве находится в форме самых разнообразных соединений, среди которых первое место занимает фосфорнокислый кальций, затем встречается фосфорнокислый магний, железо, алюминий и т. д. Фосфор, в отличие от азота, легко и быстро окисляется, т. е. соединяется с кислородом, переходит в фосфорную кислоту и вступает в соединение с другими элементами.

В то время как соли азотной кислоты легко и быстро вымываются из почвы, так как очень слабо поглощаются, соли фосфорной кислоты, называемые фосфатами, очень сильно поглощаются почвой и почти не вымываются из нее. По этой причине запасы фосфорной кислоты почвы мало доступны культурным растениям. Но малодоступные и труднорастворимые соединения фосфорной кислоты начинают растворяться, когда в почве появляется кислая среда. Вот почему на почвах подзолистых действие сравнительно труднорастворимых фосфорных удобрений (например, фосфоритной муки) дает повышение урожая. Однако не все фосфаты обладают одинаковой степенью растворимости. Так, кальциевые фосфаты труднее растворимы (за исключением кислых), чем магниевые; последние труднее растворимы, чем фосфаты калиевые и натриевые. Фосфаты калиевые и натриевые вполне растворимы, подвижны и доступны растениям, но количество их в почве крайне ограничено.

Кроме минеральной формы, фосфорная кислота находится в почве в соединении с органическим веществом и часто в большом количестве. Так, в черноземных почвах, богатых перегноем, количество фосфора намного больше, чем на почвах подзолистых, где фосфор находится, главным образом, в форме минеральных соедине-

ний. Ясно, что подвижность фосфорной кислоты, связанной с органическим веществом, находится в зависимости от подвижности последнего. Там, где органические вещества переходят в подвижное состояние и перемещаются, увлекают с собой, конечно, и фосфорную кислоту; при разложении органических веществ фосфор освобождается в форме минеральных соединений.

Как известно, растение имеет возможность использовать те питательные вещества, которые растворимы и находятся в почвенном растворе, а большинство наших фосфатов растворяется только в кислых почвах. Отсюда возникает практический вопрос: нельзя ли использовать нерастворимые фосфаты на тех почвах, где нет кислой среды, например, на черноземах или на почвах хлопковых районов Союза?

Практика сельского хозяйства и работы опытных станций показывают, что культурное растение фактически имеет возможность использовать в некоторой степени и нерастворимые фосфаты. В почве живут миллиарды организмов: бактерии, грибы, черви, растения, которые поглощают чистый кислород и выделяют негодный для дыхания углекислый газ. Этот газ, соединяясь с почвенной влагой, дает углекислоту, и чем богаче почва, тем сильнее размах работы почвенных организмов и тем больше количество выделяемой ими углекислоты. Углекислота переводит часть нерастворимых фосфатов в растворимое и доступное для растения состояние. Далее, рядом бактерий в почве образуется азотная кислота, усиливающая растворимость этих фосфатов. Наконец, культурные растения своей корневой системой выделяют также соки (называемые корневыми выделениями), которые создают кислую среду и таким путем усиливают растворение фосфатов. Все это вместе взятое и является причиной того, что и на почвах некислых культурное растение имеет возможность использовать некоторое количество труднорастворимых фосфатов.

Часть фосфорной кислоты поглощается живущими в почве микроорганизмами (бактериями) и превращается в тела последних. Фосфор в такой форме растению недоступен, но после отмирания бактерий и разложения последних он вновь освобождается и поступает в распоряжение растения. Мы сказали, что кислые почвы вообще помогают труднорастворимым фосфорным удобрениям переходить в раствор, но в то же время мы знаем, что кислые почвы препятствуют нормальному росту культурных растений. И если мы хотим получить хороший урожай, то должны эту кислотность почвы уничтожить, нейтрализовать, что достигается внесением в почву определенного количества извести. Отсюда вытекает новый вопрос — не мешает ли известь растворению фосфорной кислоты и не уменьшает ли она подвижное количество последней?

Многочисленные опыты, подтвержденные производственной практикой, показывают, что этого не происходит. Известкование кислых подзолистых почв не только не уменьшает количество легко подвижной фосфорной кислоты, но иногда и увеличивает. Это явление объясняется тем, что когда на кислых почвах, с плохими поглощательными свойствами, с плохой структурой, вносится большое количество извести, то последняя резко улучшает физические свойства подзолистых почв и вместе с тем усиливает работу бактерий, а это значит, что увеличивается количество углекислоты, азотной кислоты, ускоряется разложение органических остатков и т. д. Все это усиливает растворимость фосфорной кислоты и доступность ее растению.

Главным источником для производства фосфорных удобрений служат природные соединения — фосфориты и апатиты. Но, кроме того, фосфорные удобрения могут получаться путем переработки отходов промышленности и сельского хозяйства. В СССР мы имеем целый ряд богатейших месторождений фосфоритов, из которых заслуживают внимания Подольские, Курские, Вятские, Мо-

сковские, Уральские, которые содержат до 36% фосфорной кислоты. На ряду с этим мы имеем и низкопроцентные фосфориты. Залежи апатита в огромном количестве открыты у нас в Хибинской тундре — на крайнем севере Союза, где в настоящее время хибинской фабрикой ежегодно выпускаются сотни тысяч тонн концентрата — апатита, содержащего до 40% фосфорной кислоты. Так как фосфориты и апатиты непосредственно для питания растений мало пригодны, то приходится их заводским путем перерабатывать дальше и превращать в суперфосфат.

Суперфосфат получается при обработке размельченного фосфорита или апатита серной кислотой. При таком соединении фосфорита с кислотой содержание количества фосфорной кислоты уменьшается, продукт делается более громоздким, тяжелым, что при перевозке требует больших расходов. Но на это приходится идти, так как таким путем мы получаем продукт, который хорошо растворяется и поэтому удобоусвояем для растений. Из самых лучших фосфатов, содержащих 30% фосфорной кислоты, получается суперфосфат, содержащий только 15% фосфорной кислоты. Здесь возникает вопрос: насколько выгодна переработка низкопроцентных фосфоритов? Насколько выгодно переработать фосфорит с 10—14% фосфорной кислоты и получать 5—7% суперфосфата, возить с ним 93% балласта и перегружать наш транспорт?

Конечно, невыгодно и нецелесообразно. Но не все наши месторождения фосфоритов дают высокопроцентный материал; более бедные фосфориты можно в некоторой части использовать в виде фосфоритной муки. Из фосфорита готовится и двойной суперфосфат. В этом случае фосфорит обрабатывается не серной, а фосфорной кислотой, полученной также из фосфорита. Этот суперфосфат содержит вдвое больше фосфора, чем обычный. Но полученный из фосфорита раствор фосфорной кислоты может

смешиваться и с известковым молоком, которое осаждает фосфорную кислоту в виде двухзамещенной фосфорно-кальциевой соли. В этом случае получается так называемый преципитат, содержащий уже до 30—35% фосфорной кислоты.

Кроме этого, есть еще один путь использования фосфатов и апатитов. Это путь сплавления их с содой и превращения в растворимый продукт, содержащий до 20—25% фосфорной кислоты, называемой термофосфатом.

Этот метод пока не вошел в практику массового производства, но он все же имеет определенные перспективы для своего развития.

В качестве фосфорнокислых удобрений могут быть использованы фосфорсодержащие отходы промышленности, например, томасшлак, которые образуются при обработке руды и содержат значительное количество фосфорной кислоты в легко усвояемой форме.

Наконец, хорошим источником для получения фосфорных удобрений служат кости, половину которых составляют фосфорно-кальциевые соли, так что их переработка дает высококачественный удобрительный материал.

С точки зрения питательной ценности все фосфорнокислые удобрения можно разбить на три группы. Одна группа этих солей легко растворима и вполне доступна культурным растениям, — сюда относится суперфосфат, как обыкновенный, так и двойной. Другая группа нерастворима не только в воде, но и в лимоннокислом аммиаке, обладающем несколько большей растворяющей способностью, чем вода. Сюда относятся фосфорит и апатит, которые растениям недоступны, исключая подзолистые почвы. Поэтому внесенные в таких формах удобрения остаются в почве как балласт до тех пор, пока под воздействием почвы они не перейдут в более подвижные формы.

Наконец, есть еще третья группа фосфорнокислых удобрений, например, двухкальциевый фосфат, преци-

питат и томасшлак, которые обладают слабой растворимостью в воде, но хорошо растворяются в лимоннокислом аммиаке. Эти удобрения постепенно растворяются в почве и усваиваются культурными растениями. Если припомнить, что даже нерастворимые фосфаты при кислых почвах возможно использовать непосредственно, то не будет надобности доказывать, что при наших разнообразных почвенных условиях мы можем полностью использовать эти удобрения. Ясно, что суперфосфатом нужно удобрять почвы южных районов — хлопковые поля и черноземные степи, а фосфоритной мукой — подзолистые кислые и заболоченные почвы северных областей.

В отношении времени внесения фосфорнокислых удобрений нужно отметить, что благодаря небольшой подвижности их можно вносить в почву раньше, чем вносится азот. Фосфоритная мука на подзолистых почвах должна быть внесена предварительно, ибо для превращения фосфорита в растворимую и подвижную форму требуется некоторое время. Сравнительно небольшая подвижность фосфорной кислоты и ее способность к усиленному поглощению почвой, чего мы не наблюдаем в отношении азота, приводят к тому, что она, с одной стороны, мало подвержена угрозам вымывания дождевыми и поливными водами, а с другой — ее благоприятное действие на урожай продолжается и в последующие годы. Что касается вопроса о дозах внесения фосфорнокислых удобрений, то нужно сказать, что здесь остаются в силе те же соображения, что и в отношении доз азота.

Заканчивая главу о фосфорнокислых удобрениях, надо опять подчеркнуть бесспорно установленное положение о том, что внесение фосфора совместно с азотом и другими удобрениями в почву дает такой урожай, который далеко оставляет за собой полезное действие каждого из этих удобрений в отдельности.

КАЛИЙ И КАЛИЙНЫЕ УДОБРЕНИЯ

Третьим важнейшим элементом питания растений является калий. Несмотря на то, что количество калия в почве сравнительно с азотом и фосфором огромно, практика социалистического земледелия довольно озабочена вопросом снабжения калием, в особенности в районах с техническими культурами. В то время как недостаток в почве азота и фосфора дает о себе знать довольно быстро, дефицит калия сказывается спустя некоторое время. Это нужно объяснить не тем, что растение может обходиться без калия, а только тем, что количество последнего в почве очень большое и признаки недостатка калия проявляются по мере истощения доступных растению запасов.

Недостаток калия проявляется в том, что цвет листьев заметно меняется, они становятся, в зависимости от культуры, то бледными, то тусклыми и т. д. Калийный голод на практике можно обнаружить очень легко, так как при этом отмирание листьев начинается от краев и вершины, а затем идет к середине, в то время как при азотном голоде листья отмирают сплошь. Затем при недостатке калия растение становится слабым и сравнительно легко поддается заболеваниям и действию всяких неблагоприятных условий. В Англии подмечено, что недостаток калия на легких почвах вызывает свертывание и опадание листьев на плодовых деревьях, вызывает хлороз табачных листьев, портит листья молодых апельсиновых деревьев; кроме того, недостаток калия уменьшает образование сахара, крахмала, что создает прямую угрозу урожайности свеклы и других технических культур.

Калий имеет определенное влияние также на скорость созревания: растения, страдающие от недостатка калия, удлиняют период своего созревания и дают меньше зерна. Основным источником калия в почве, как и фосфора, являются горные породы — полевые шпаты и слю-

ды, которые при выветривании дают легко растворимые калийные соли.

Калийные удобрения раньше добывались главным образом в Германии (Страсфурт), которой принадлежала монополия поставки на мировой рынок калийных солей. Но уже с 1-й пятилетки СССР имеет свою собственную мощную сырьевую базу для производства калийных удобрений. Это богатейшие Соликамские месторождения, которые открыты у нас при советской власти. В калийных удобрениях прежде всего нуждаются подзолистые, заболоченные и легкие песчаные почвы, которые в природных условиях сравнительно бедны калием. Но при внесении калийных удобрений на подзолистые почвы могут иметь место в некоторых случаях и неблагоприятные последствия. Калийная соль, скажем, хлористый калий, в подзолистых почвах может вызвать усиление кислотности, вследствие того, что калий может стать на место поглощенного водорода, а водород, соединяясь с хлором, дает сильную кислоту, повышая кислотность почв. Во избежание такого отрицательного явления необходимо на сильно кислых почвах, прежде чем внести калийные удобрения, дать почве некоторое количество извести.

При внесении калиевых солей заблаговременно почва поглощает нужный растению калий, а хлор, вступая в соединение с другими элементами, растворяется в воде и уносится последней.

В то время как калийные удобрения на подзолистых почвах хорошо действуют в условиях южных районов, в районах хлопководства они недостаточно увеличивают урожай, так как почвы этих районов сами по себе содержат большое количество калия. Но все возрастающее применение азотных и фосфорных удобрений в хлопковых районах увеличит потребность и в калийных удобрениях.

Помимо почвенных условий, в деле применения калийных удобрений большое значение имеют особенности

растений. Очень хорошо отзываются на калийных удобрениях такие культуры, как картофель, который обычно считается «калийным растением», табак, сахарная свекла, кормовые травы, огородные культуры.

В качестве калийных удобрений широко применяется самая обыкновенная печная зола, являющаяся не только калийным удобрением, так как вместе с калием она содержит некоторое количество и фосфора и кальция.

СЛОЖНЫЕ УДОБРЕНИЯ

В рассмотренных выше удобрениях только небольшая часть их по весу является необходимой пищей для растений, а остальная масса представляет собой просто балласт, бесполезно перегружающий транспорт и удорожающий стоимость удобрений.

Например, если мы везем в среднеазиатские республики 100 т сернокислого аммония, то в нем аммиака, содержащего азот, только 20 т, а остальные 80 т — бесполезный балласт, доставка которого на место обходится нам не так уж дешево. Это обстоятельство вызвало производство сложных удобрений, т. е. таких удобрений, которые вместо бесполезного балласта содержат другие питательные вещества. Например, в селитре или азотно-кислом натре растению нужна только часть удобрения — азотная кислота, другая же часть, натрий — балласт.

Но если в этом удобрении натрий заменить калием, то получится азотно-кислый калий, где обе части нужны растению. Заменяя в суперфосфате таким же путем кальций аммонием или калием, получают удобрение, которое полностью будет состоять из полезных и нужных растению питательных веществ. В СССР, где производство сложных удобрений является еще делом новым, комбинируют в первую очередь азот и фосфор. От соединения двух частей аммония и одной части фосфорной кислоты получается удобрение, называемое диамофос. Одна тонна

такого удобрения, целиком состоящего из азота и фосфора, равноценна $3\frac{1}{2}$ т суперфосфата и 1 т сернокислого аммония, т. е. вместо $4\frac{1}{2}$ т удобрений мы будем возить и вносить только одну тонну; выгода от этого настолько понятна, что не нуждается ни в каких объяснениях. Соединение калия с азотом и калия с фосфором для главных районов технических культур не имеет особенно большого значения, так как там большое увеличение урожая наблюдается от применения азота с фосфором.

В последнее время за границей, а теперь и у нас, в СССР, практикуется фабричное производство таких удобрений, которые содержат одновременно все три основные элемента пищи растений: азота, фосфора и калия, с соответствующим балластом. Такие стандарты делаются для того, чтобы не только удешевить удобрения, но и избавить сельских хозяев от ошибок в расчетах и подборах отдельных удобрений.

Комбинация трех удобрений — азота, фосфора и калия, сокращенно называемая азофоск, не могла бы иметь одинаковый успех повсеместно, так как подобные стандарты не могут учитывать особенностей большого разнообразия почвенных условий. Если азофоск будет хорошо действовать на почвах подзолистых, которые одинаково бедны всеми питательными веществами, — в районах зерновых культур и картофеля, то этого нельзя сказать в отношении почв хлопковых районов, куда в настоящее время направляется основная масса минеральных удобрений, где приходится дать предпочтение пока парной комбинации азота с фосфором. Но в самые ближайшие годы, когда дальнейший рост нашей химической промышленности даст нам возможность полностью химизировать районы всех наших культур, азофоск будет наиболее выгодной комбинацией, одновременно обеспечивающей культурные растения всеми основными элементами пищи.

ИЗВЕСТКОВАНИЕ ПОЧВ

Количество кальция, потребного для большинства культурных растений в качестве необходимой пищи, в противоположность ранее рассмотренным элементам, очень незначительно. Если к этому еще прибавить, что запасы его в почве иногда достигают огромных размеров, то станет понятно, почему культурное растение редко страдает от недостатка кальция, за исключением резко выраженных подзолистых почв. Именно в районах с такими подзолистыми почвами только и может в агрономической практике возникнуть вопрос об искусственном пополнении запасов кальция как пищи растений. Несмотря на количественно ограниченную потребность в кальции, роль и значение последнего в жизни культурных растений очень большая. Недостаток в пище растений кальция приводит к задержке роста корневой системы, к отмиранию листьев и т. д. Есть некоторые данные, которые говорят за то, что кальций принимает участие в образовании белковых веществ. Этим и объясняют большое содержание кальция в бобовых растениях, которые всегда богаты белковыми веществами.

Наличие кальция уничтожает вредное действие магния и нейтрализует накапливающиеся в растениях органические кислоты.

Кальций, как и калий, получается от выветривания горных пород земной коры, но в отличие от калия он в большинстве случаев дает нерастворимые или слабо растворимые соединения. Поэтому поглощение кальция растением и передвижение его совершается довольно медленно. Поглощение азота и калия происходит быстро, а на первых этапах развития растения количественно больше. Однако поглощение кальция, хотя и медленно, но продолжается во все время жизни растения. В период полной зрелости растений азот и фосфор из листьев перемещаются в стебель или плоды, в то время как

кальций остается в листьях и при опадении последних вновь попадает в почву. Кальций является могучим средством улучшения почвенных условий и создания благоприятной обстановки для жизни растений. В этом отношении его значение исключительно велико, в особенности на кислых подзолистых почвах, где без извести, в форме которой вносится кальций, нет большого урожая.

Если в распыленную бесструктурную плохую почву, куда не проникает воздух, откуда бесполезно испаряется запас влаги, которая дает корку, распадается на глыбы и т. д., внести достаточно кальция, то все эти неблагоприятные для растений свойства резко изменяются. Кальций обладает свойством склеивать, цементировать почвенную пыль в небольшие комочки и превращать почву в структурную. А в структурную почву и воздух проникает хорошо, и вода из нее испаряется меньше, и корки на поверхности не образуется; в результате всего этого растение себя чувствует гораздо лучше. Кальций закрепляет органическое вещество почвы, в котором находятся питательные вещества, и не дает ему из почвы вымываться дождевыми или поливными водами. Минеральный кальций в почве находится, главным образом, в форме углекислой извести и гипса, иногда в виде хлористой соли. Мы всегда находим в почве кальций в поглощенном состоянии, т. е. связанным с глинистой и перегнойной частью почвы.

Подвижность кальция увеличивается под влиянием углекислоты, которая превращает его в кислую и сравнительно более растворимую соль. Но когда кальций находится в поглощенном состоянии, то он может быть вытеснен натрием, постепенно занимающим место кальция, а кальций переходит в раствор. В этом случае (например, в солонцах) натрий, обладающий прямо противоположными кальцию свойствами, распыляет почву, сообщает ей щелочную реакцию, ухудшает основные свойства последней и делает ее негодной, в результате чего урожай начинает быстро падать. Улучшение такой со-

лонцовой почвы достигается внесением растворимого кальция, который вытеснит из почвы поглощенный натрий и займет его место; в результате этого почва вновь приобретает благоприятные свойства.

Исследования крупнейшего советского ученого акад. К. Гедройца показали, что когда в почве в поглощенном состоянии находится один кальций или близкий к нему стронций, растение не страдает; но когда все поглощенные элементы почвы вытеснены и заменены целым рядом других элементов — магнием, водородом, железом, натрием и т. д., без кальция, то растение погибает.

На этих благоприятных свойствах кальция и основана практика известкования кислых подзолистых и заболоченных почв и гипсования плотных солонцовых, негодных для культуры земель.

Наконец, кальций своим присутствием усиливает работу тех полезных почвенных бактерий, которые связывают большое количество азота и передают его растениям.

Этой же цели служит и гипсование почв под бобовые культуры и на лугах, когда в почву вносится кальций.

Практика показывает также, что в северных и центральных областях Союза химизация на фоне известкования дает исключительно высокий урожай. Все это вместе взятое дает полное основание согласиться с известной оценкой кальция как «стража плодородия».

МАГНИЙ — СЕРА — ЖЕЛЕЗО — БОР

Магний является также безусловно необходимым элементом пищи растений. В природе он встречается в аналогичных формах с кальцием. Несмотря на то, что потребность растений в магниевых солях как в необходимой пище количественно очень незначительна, роль магния в жизни культурных растений исключительно велика. Это видно, хотя бы из того факта, что он входит в состав самого важного для жизни растения вещества — хлоро-

филла, при помощи которого растение только и может использовать солнечную энергию. Без магния нет зеленого листа, без зеленого листа нет той лаборатории растения, которая и создает массы органического вещества, а это значит — нет урожайности. Но магний входит не только в состав зеленой части, но и в состав всего организма растения. Здесь он сопровождает многие белковые соединения, способствует биохимическим превращениям, имеет важное значение как в поступлении фосфорной кислоты, так и передвижении последней в растении. Есть указания на то, что магний необходим растению для образования масла; опыты показывают, что в семенах масличных культур содержание магния больше, чем в крахмальных зернах. Наконец, магний входит в состав и незеленых растений, как, например, грибов.

Недостаток в почве магния вызывает ряд болезненных явлений: например, на плодовых деревьях (апельсины, яблоки) появляется хлороз листьев, затем начинается преждевременное их опадение. Но от недостатка магния опадают листья не только у плодовых деревьев, но и у ряда других культур, как, например, табака, сои.

Количество потребного для растения магния очень незначительно, и небольшой его избыток уже оказывает ядовитое действие на культурные растения. Но если при этом в почве имеется достаточно извести, то она уничтожает вредное действие избыточного магния.

В природных условиях количество магния в почве довольно значительно, а потребность в нем, крайне незначительна, так что в практике сельского хозяйства обычно редко встречается надобность в магнии.

Сера, как и магний, также необходима растению в очень небольших количествах, но значение этого элемента в жизни культурных растений исключительно важное. Сера вместе с азотом входит в состав белковых веществ и встречается в некоторых летучих растительных маслах (горчичное) и в таких культурах, как капуста,

брюква и др. Резко выраженный недостаток в почве серы или исключение ее из искусственно приготовленной питательной среды приводит к тому, что листья культурных растений (табака, бобовых) желтеют, заболевают и опадают. Опытами установлено, что сера косвенно воздействует на другие питательные вещества почвы и помогает питанию культурных растений. На практике это проявляется в том, что внесение в почву некоторого количества серы увеличивает урожайность. Чем это объяснить? Это объясняется тем, что из внесенной в почву серы образуется серная кислота, которая ускоряет растворение малоподвижных питательных веществ и делает их доступными растениям. В присутствии серы лучше идет превращение аммиака в соли азотной кислоты, т. е. накопление посредством бактерий столь важных для растений нитратов. Наконец, нужно подчеркнуть, что внесение серы в виде гипса в засоленные, солонцеватые, негодные для культуры почвы является одним из лучших приемов улучшения и использования бросовых земель. Сера благоприятно действует также на лугах и при культуре бобовых на севере. Поэтому внесение в некоторых случаях соединений серы способствует улучшению роста культурных растений и поднятию урожайности.

Железо является также безусловно необходимым растению элементом в почве. Как и предыдущие два элемента, железо как пища хоть и нужно растению в ничтожном количестве, но роль и значение его исключительное. Оно принимает участие в образовании зеленых частей растения (хлорофилла), хотя само непосредственно не входит в состав последнего. Далее соединения железа необходимы для образования основной массы растительных клеток. Поэтому недостаток железа иногда причиняет такие болезни, как хлороз. По данным английских ученых, от недостатка железа могут страдать также сельскохозяйственные животные, которые пасутся на пастбищах, где почвы недостаточно обеспечены этим элементом.

Как и в случае с магнием, одностороннее присутствие в поглощающей части почвы значительных количеств железа подавляюще действует на рост растения, но внесение некоторого количества кальция устраняет такое вредное действие.

Бор раньше не входил в состав безусловно необходимых питательных элементов, и наблюдаемое на практике благоприятное его действие приписывали стимулирующей роли этого элемента.

Тот факт, что растения, получая полную питательную смесь без бора, росли нормально, теперь объясняется тем, что степень точности опытов не давала возможности выявлять малые дозы бора, которые всегда находились в воде, сосудах в смеси с другими элементами и т. д. Теперь окончательно установлено, что растение без бора не может нормально развиваться. Опыты с хлопчатником показали, что в отсутствии бора проростки вначале останавливаются в росте, а затем погибают совершенно.

ДРУГИЕ ЭЛЕМЕНТЫ, ВХОДЯЩИЕ В СОСТАВ ПОЧВЫ

Как известно, основная масса почвы образуется путем разрушения, выветривания различных горных пород, составляющих земную кору. А так как в составе земной коры мы находим почти все известные до сих пор химические элементы, то понятно, что эти последние должны встречаться и в почве. Действительно, данные химических анализов самых различных почв показывают, что в почвах встречаются все элементы, из которых слагаются отдельные горные породы и вся земная кора в целом.

Но одних элементов больше, а других так мало, что их не всегда даже возможно обнаружить. Кроме рассмотренных выше необходимых для растений элементов, в почвах мы встречаем: натрий, алюминий, кремнезем, марганец, хлор, барий, стронций, медь, кобальт, мышьяк, цинк, золото, серебро и целый ряд других. Они прежде не счи-

тались необходимыми для растений, но работы последних лет показывают, что некоторые из них также необходимы, хотя и в ничтожных количествах. Анализ растений показывает, что большинство из этих элементов постоянно присутствует в составе растительных органов.

Например, в листьях растений, выращенных на засоленных почвах южных районов, обнаруживается большое количество натрия и хлора в виде самой обыкновенной и всем хорошо знакомой столовой соли. Можно ли считать, что эти химические элементы встречаются в растениях только в виде примесей к питательным элементам и никакого значения не имеют в жизни растений? Конечно, нет. Некоторые из них оказывают заметное влияние на рост культурных растений. К таким элементам относятся: натрий, кремнезем, алюминий, марганец, мышьяк, цинк, литий, медь, барий и др.

Некоторые данные указывают на то, что если в почвы, нуждающиеся в калийных удобрениях, внести небольшое количество хлористого натрия, то иногда можно наблюдать положительное действие. Это явление объясняется тем, что натрий из малоподвижных соединений в порядке обмена вытесняет калий и становится на его место; освобожденный таким образом калий растворяется в воде и поступает в распоряжение растения. Но такое полезное действие натрия может проявляться только в том случае, когда его количество в почве очень небольшое (на севере), а в противном случае он окажет вредное действие. В южных районах с сильным испарением при значительном наличии в почве натрия последний накапливается у поверхности почвы и засоляет ее. Натрий, в полную противоположность кальцию, распыляет почву и для нормального роста растений делает ее менее пригодной.

Алюминий в малых количествах также имеет положительное значение в питании растений, но большое его количество пагубно отражается на корневой системе

и доводит ее до гибели. Некоторые ученые ставят алюминий, а теперь и марганец, в разряд безусловно необходимых элементов и придают ему большое значение.

Кремнезем — это, собственно говоря, основной скелет почвы, ибо его количество достигает 70% от веса почвы, т. е. намного больше, чем все остальные элементы, взятые вместе. Старый взгляд на кремнезем как на источник, придающий соломе крепость, не подтверждается новейшими данными. Важная роль кремнезема заключается в том, что наличие его в почве увеличивает подвижность фосфорной кислоты, в результате чего поднимается урожай. Это особенно заметно на почвах, которые страдают от недостатка фосфора. Есть также указание на то, что кремнезем делает растение более стойким в отношении вредителей. Часть кремнезема, которая находится в форме коллоида, вместе с алюминием и железом способствует улучшению свойств почвы.

Наконец, есть целая группа элементов, количество которых в почве крайне ограничено, почему их и называют микроэлементами. Однако, оказывается, они имеют важное значение в жизни растений. Сюда относятся марганец, мышьяк, литий, медь, цинк, барий, и внесение их в ничтожных количествах, несколько кг на га, дает заметное увеличение урожая. Такое благоприятное действие ничтожных доз этих элементов до сих пор объяснялось их способностью усиливать рост культурных растений, с одной стороны, а с другой — ускорять химические превращения веществ.

ОРГАНИЧЕСКИЕ УДОБРЕНИЯ

В исторической части нашего изложения мы видели что после столетней исследовательской работы и борьбы различных взглядов было точно установлено, что растение питается минеральными веществами в форме легко растворимых соединений. Но вместе с этим в полной мере не было освещено огромное значение органического ве-

щества или гумуса в жизни растений. Поэтому после поражения гумусовой теории Тэера и торжества теории минерального питания Либиха на органическое вещество почвы стали смотреть как на вещь второстепенного значения.

А между тем практика сельского хозяйства во всем мире на основе конкретных данных урожайности показывала, что почвы черноземные, где количество органического вещества очень большое, обладают и большим плодородием, почвы с меньшим содержанием такого вещества, например, подзолы, без искусственного удобрения не могли дать столь высоких урожаев, как черноземы.

Лишь последующие исследования органического вещества почвы дали нам полный материал, освещающий его роль в жизни культурных растений. Органическое вещество почвы, или гумус, образуется при разложении отмерших растительных и животных организмов. Это разложение происходит в почве под влиянием микроорганизмов — бактерий и грибов, причем в одних условиях образуется очень много гумуса, как, например, в черноземах, луговых почвах и т. д., а в других, наоборот, — очень мало, например, в почвах южных и юго-восточных районов СССР.

По своему составу гумус почвы представляет группу очень сложных органических веществ. В его состав входит углерод, который составляет больше половины гумуса, кислород, водород, азот и в зольной его части также фосфор, калий, кальций, сера и т. д., но эти вещества очень крепко связаны в форме органических соединений. А это значит, что большое количество азота, фосфора, калия, которые являются ценнейшими элементами пищи растений, в такой связанной форме не может быть использовано.

На первый взгляд получается, что огромные запасы питательных веществ первостепенной важности, в которых культурное растение всегда нуждается, накапливаются в виде органического вещества и лежат в почве

мертвым капиталом. Посмотрим, так ли в самом деле. Органическое вещество, которое получается при разложении мертвых растительных остатков микроорганизмами, не является окончательным продуктом. С помощью микроорганизмов оно разлагается дальше и постепенно освобождает азот, фосфор, калий в подвижной, доступной растениям, форме. Органическое вещество освобождает пищу растений не сразу (это бы привело к ее потере путем вымывания из почвы), а постепенно, — по мере потребления ее растениями.

Таким образом, на основании вышеизложенного мы приходим к заключению, что органическое вещество почвы — гумус — непосредственно не питает растение, но оно является центральной сберегательной кассой, которая собирает пищу, бережет и постепенно снабжает ею культурное растение (за исключением, может быть, фосфорной кислоты). Но значение органического вещества этим далеко еще не ограничивается. Оно принимает решающее участие в создании структуры почвы и этим самым обеспечивает нормальное движение воды и воздуха, свободный рост корневой системы, усиливает полезную работу бактерий; органическое вещество улучшает тяжелые глинистые почвы, связывает легкие почвы и делает их способными удерживать воздух, из водных растворов оно поглощает важнейшие питательные вещества, увеличивает поглощение тепла, способствует усилению подвижности труднорастворимых соединений и т. д.

Все это вместе взятое создает такую обстановку, в почве которая весьма благоприятно отражается на росте культурных растений и на их урожайности. Вот почему у практиков сельского хозяйства имеется полное основание степень плодородия различных почв оценивать по сравнительному содержанию органического вещества, или гумуса.

В группе органических веществ надо еще рассмотреть общеизвестный навоз, зеленую массу растительности, торф и всякого рода органические отбросы.

Навоз считается полным удобрением, так как он содержит все необходимые растению элементы пищи растений. Но на практике это ценное удобрение не всегда полностью используется, ибо значительная часть питательных веществ улетучивается при неправильном хранении или стекает и пропадает с навозной жижей. Чтобы не терять ценнейших удобрительных средств навоза, его нужно хранить в специальных навозохранилищах вместе с навозной жижей; но еще лучше, если навозную жижу собрать и хранить отдельно. При вывозе навоза в поле его нужно сейчас же запахивать, ибо оставление его в отдельных кучах приводит к потерям легкоулетучивающихся соединений азота.

Но по хозяйственным соображениям приходится навоз вывозить в свободное от работы зимнее время.

В таком случае вывезенный в поле навоз нужно складывать в большие кучи во избежание потерь и плотно их прикрывать землей как сверху, так и с боков, а весной равномерно разбросать и сейчас же запахать на полную глубину. На почвах глинистых и тяжелых суглинках навоз нужно заделывать мельче, а на легких песчаных и сухих — сравнительно глубже. Значение навоза, в особенности в районах и областях с почвами, бедными органическим веществом, исключительно велико. Бурное развитие химической промышленности, производящей удобрения, не только не умаляет, а, наоборот, еще более увеличивает роль навоза, который ускоряет возвращение в почву питательных веществ, унесенных растениями с урожаем.

В хозяйстве с большим количеством соломы и всяких отбросов можно и нужно приготовить особый компост — искусственный навоз, который близок к составу настоящего навоза. Для получения такого искусственного навоза берут мелко резаную солому, закладывают ее в кучу, смачивают водой и послойно смешивают с азотистым удобрением, как, например, сернокислый аммо-

ний, можно облить и навозной жижей. Под влиянием бактерий влажная куча постепенно превращается в компост — искусственный навоз, применение которого на практике дает довольно значительное повышение урожайности.

Навоз, помимо того, что дает пищу культурным растениям, способствует образованию структуры, так как при разложении он дает цементирующее вещество. Но для создания хорошей структуры почва должна быть пронизана густой сетью растительности и разбита на комки, которые затем цементируются органическим веществом почвы или навоза. По данным акад. Вильямса, такую работу лучше выполняют многолетние рыхлокустовые злаки (житняк, французский райграсс), которые обладают очень тонкой и густой сетью корней; они всегда оставляют после себя хорошо выраженную зернистую структуру, в особенности, если к ним примешать и многолетние бобовые, например, люцерну, дающие большую массу органического вещества.

В условиях орошаемого земледелия закавказских и среднеазиатских республик широко практикуется люцерна, которая значительно улучшает почвенные условия хлопковых районов; но по утверждению акад. Вильямса еще лучшие результаты в смысле создания комковатой структуры можно получить, если люцерну культивировать вместе с злаковыми травами — житняком или французским райграссом. После отмирания эти травы оставляют в почвах большую массу органического вещества со значительным содержанием азота (люцерна) и серьезно улучшают структуру. Такая способность многолетних трав обогащать почву питательными веществами и создавать лучшую среду для жизни культурных растений и является основанием для включения их в севообороты. Но значит ли это, что однолетние травы не имеют никакого значения? Конечно, нет; они тоже улучшают почву, но по своему действию далеко уступают многолетним травам.

Некоторые работники сельского хозяйства делают ошибку, противопоставляя травосеяние применению минеральных удобрений. Это грубейшая ошибка, ибо применение удобрений именно на базе травосеяния и высокой агротехники является самым верным средством добиться высоких урожаев.

В качестве органического удобрения применяется также торф, главным образом, травяно-осоковый, который сравнительно со сфагнумовым (моховым) обладает меньшей кислотностью. Торф употребляется как непосредственно, так и в виде компоста. Для получения торфяного компоста берут торф и прибавляют к нему иногда навоз или навозную жижу, или золу и т. д.

В любом колхозе всегда имеется масса всяких отходов органического происхождения, например, остатки трупов животных, кости, кровь, кожа, шерсть, копыта, травы, мусор, испорченные корма, кухонные отбросы и т. д., которые целесообразно собрать в кучу, смешав с золой и простой землей, облить мочей, в крайнем случае даже водой для получения компоста, содержащего все элементы пищи растений.

Наконец, есть еще один источник органического вещества, который по своей ценности как удобрение, может быть, не имеет себе равного — это кал и моча человека, известные под названием «ночного золота».

Ночное золото, этот высокоценный удобрительный продукт, содержащий большой процент азота, фосфора, калия, да еще в доступной растению форме, остается почти неиспользованным. Есть у нас несколько крупных городов, где городские нечистоты отводятся для удобрения ближайших огородов и пригородных земель.

Небольшая забота в отношении такого ценного удобрения со стороны наших колхозников вознаградит их исключительным повышением урожайности. Что же можно сделать в этом направлении? Обыкновенные простые передвижные ящики в уборных дадут возможность

без особых затруднений доставить эти нечистоты в поле и запахать. Применение же в уборных торфяного порошка или соломы, опилок или железистого купороса, во-первых, избавляет от неприятного запаха, а, во-вторых, связывает аммиак и не дает таким образом азоту улетучиваться. В результате такого простого мероприятия ценность этого удобрения еще больше возрастает.

В капиталистических странах городские нечистоты очень широко используются, — из них получается аммоний, готовятся порошки, которые можно легко перевозить, ими удобряются огороды, плодовые сады, культурные поля. А в Китае и Японии удобрение человеческими извержениями сыграло огромную роль в деле поднятия урожайности этих стран.

При нашей организованности мы имеем полную возможность широко использовать этот ценный материал для удобрения социалистических полей и мы это должны сделать.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ УРОЖАЙНОСТИ

До сих пор мы подробно останавливались на вопросах внесения в почву минеральных и органических удобрений, которые являются могучим средством поднятия урожайности. В результате огромных успехов социалистического строительства и бурного роста химической промышленности социалистическое земледелие ежегодно получает миллионы тонн минеральных удобрений. Это обстоятельство в условиях советской системы открывает широчайшие возможности в деле дальнейшего повышения урожайности.

Вместе с применением химических удобрений надо очень широко мобилизовать местные ресурсы, которые, как мы видим, весьма часто содержат большое количество ценнейших питательных веществ.

Но можно ли ограничиться только внесением минеральных удобрений? Конечно, нет. Одновременно с вне-

сением удобрений нужно провести хорошую обработку почвы, чтобы способствовать лучшей и активной работе почвенных бактерий. Для этого последние требуют, чтобы почва была рыхлая, мелкокомковатая, чтобы туда мог свободно проникать воздух, чтобы она была обеспечена необходимым количеством влаги и тепла.

При наличии таких условий внесенные в почву удобрения быстро превращаются в удобную для растений форму; органические вещества и навоз разлагаются, и содержащиеся в них азот, фосфор и калий из нерастворимого состояния переходят в растворимое; усиливается связывание бактериями азота и образование нитратов; увеличиваются темпы разложения отмерших растительных остатков и превращения их в гумус. Хорошая обработка почвы с постепенным углублением пахотного слоя создает условия для постепенного использования тех запасов нижних горизонтов почвы, которые лежат мертвым капиталом.

Уничтожение избыточной кислотности, о которой уже говорили, необходимо не только для того, чтобы создать соответствующую требованиям растений среду, но и для повышения доступности растениям питательных веществ. В вопросах полива нужно твердо знать, что избыток влаги вредит растению, так как она забивает промежутки почвы, затрудняет в почве передвижение воздуха и уменьшает теплоту. Уничтожение сорняков, испаряющих запас влаги и пожиряющих питательные вещества почвы, занимает важное место среди всех мероприятий по поднятию урожайности.

Введение правильных севооборотов с культурой многолетних трав является исключительно важным мероприятием в деле поднятия урожайности. Эти многолетние травы своей глубокой корневой системой собирают питательные вещества из недр земли и переносят их в верхние горизонты почвы, дают значительную массу, из которой образуется гумус, и создают структуру, эту важнейшую основу высокой урожайности. А структур-

ная почва, в отличие от распыленной, лучше бережет влагу, почему растение меньше страдает от засухи, полностью использует питательные вещества почвы, требует меньше расходов на обработку, лучше обеспечивает движение воздуха, требует меньше поливной воды и на основе всего этого повышает действие минеральных удобрений.

КОНКРЕТНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ В ОТНОШЕНИИ ОТДЕЛЬНЫХ ПОЧВ

Рассматривая ряд отдельных мероприятий по поднятию урожайности, мы не раз подчеркивали, что в каждом конкретном случае нужно учесть почвенные условия, так как одно и то же мероприятие, в зависимости от разнообразных природных условий, оказывает различное действие. Почвы Советского Союза, благодаря своему разнообразию, по-разному отзываются на внесение удобрений и на сопутствующие ему мероприятия. Поэтому необходимо кратко остановиться на тех конкретных мероприятиях, которые были бы более целесообразны для отдельных почвенных типов Союза с точки зрения повышения их производительности.

Подзолистые почвы кислы, бедны органическим веществом и минеральными элементами пищи растений; они занимают больше половины общей территории СССР. Эти почвы нуждаются прежде всего в известковании; подзолистые почвы также требуют внесения органических удобрений — навоза, торфа, компоста и посева трав, которые не только обогащают почву питательными веществами, но и вместе с известью коренным образом улучшают свойства почвы. На базе этого подзолистым почвам нужно давать в большинстве случаев азот и фосфор, а некоторым и калий. Эти удобрения вместе с правильными агротехническими мероприятиями способны поднять урожайность этих почв на большую высоту.

На севере Союза, в подзолистой и дерново-подзолистой зоне, мы имеем большие площади, занятые заболоченными и болотными почвами, которые в первую очередь нуждаются в удалении избытка влаги путем осушения и дренажа и известковании, если они кислые.

В противоположность подзолистым почвам черноземы Советского Союза очень богаты органическим веществом и имеют огромные запасы элементов пищи растений, но эти запасы находятся в мертвом или малоподвижном состоянии. По этой причине черноземы хорошо отзываются на внесение минеральных удобрений. При хорошей обработке черноземных почв можно широко мобилизовать их природные запасы. Это мероприятие вместе с внесением азота и фосфора намного увеличит урожайность черноземных районов, которые являются основной базой зерновых культур СССР.

В отношении орошаемых районов закавказских и среднеазиатских республик, т. е. районов хлопчатника и других ценных культур, нужно отметить, что их почвы, полупустынные сероземы, культурно-поливные и прочие почвы, нуждаются в широком внесении минеральных удобрений, в первую очередь азота и фосфора. Но в виду их бедности органическим веществом, бесструктурности и распыленности подавляющего их большинства, особое значение здесь приобретает необходимость одновременного обогащения этих почв и органическим веществом. Основным способом обогащения таким веществом здесь является посев смеси многолетних бобовых и злаковых, трав, которые не только накапливают азот (люцерна) и органические вещества, не только дают кормовую массу для социалистического животноводства, но и создают прекрасную структуру, столь необходимую для получения высокой урожайности. В горных районах Союза, в зонах животноводства, мы имеем горно-луговые почвы, которые также нуждаются в минеральных удобрениях и частичном известковании.

В районах с сухим и жарким климатом, в пределах тех же среднеазиатских и закавказских республик, на юго-востоке Европейской части Союза, мы имеем значительные площади земель, высокая производительность которых временно парализована тем, что там почвы засолены и солонцеваты. Такие почвы нуждаются в специальных мероприятиях по их улучшению (гипсование, промывание, посев трав, дренаж и т. д.), после чего на базе удобрений они способны давать большой урожай.

Таким образом мы видим, что для создания наиболее благоприятных условий для жизни культурных растений, необходимых для получения высоких урожаев, нужно основательно знать почвенные условия и требования этих растений. Это даст нам возможность в каждом отдельном случае, при каждой отдельной культуре определить, в чем нуждается почва, какими возможностями она обладает, какие требования растений остаются неудовлетворенными. На этом основании мы можем правильно организовать и провести целую систему мероприятий, которая поставит культурное растение в самые лучшие условия их существования и роста.

Но все эти мероприятия должны быть применимы совместно, одновременно, они должны быть, как говорят, комплексными. Мы можем рассчитывать на высокую урожайность культурных растений только тогда, когда мы одновременно вносим необходимые удобрения, хорошо обрабатываем почву, обеспечиваем потребное количество влаги, уничтожаем сорняки, вводим севооборот на базе посева многолетних трав, ухаживаем буквально за каждым живым растением и т. д.

Практика социалистического строительства, которая руками знатных людей Советского Союза, стахановцев земледелия, дала небывалые в истории урожаи хлопка, пшеницы, свеклы, является прекрасным доказательством правильности этих выводов науки.

Мощное развитие стахановского движения и социа-

листической организации труда в условиях советской системы, на базе высокого развития химической промышленности и индустрии, вооружающей нас передовой техникой, открывает беспредельные возможности в деле поднятия урожайности социалистических полей.

Поэтому мы, работники сельского хозяйства Великой страны, вооруженные наукой и мощной материально-технической базой, упорным и настойчивым трудом, должны и можем поднять наше земледелие на такую высокую ступень, которую не видала ни одна передовая капиталистическая страна. Этого мы должны добиться, ибо этого требуют интересы многомиллионной трудовой армии великой родины, победоносно строящей социализм. И этого мы добьемся, ибо нами руководит авангард человечества — коммунистическая партия и ее великий рулевой — товарищ Сталин, надо только учиться, действовать и бороться.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

для углубленной проработки

- В и л ь я м с В. Р., акад. Общее земледелие с основами почвоведения. 1929, Москва.
- Г е д р о й ц К. К., акад. Учение о поглотительной способности почв. Сельхозгиз, 1933, Москва.
- К и р с а н о в А. Т., проф. Известкование как фактор урожайности. 1931, Москва—Ленинград.
- М а к с и м о в Н. А. Краткий курс физиологии растений. 1935, Москва—Ленинград.
- П р я н и ш н и к о в Д. Н., акад. Агрохимия. Сельхозгиз, 1934, Москва—Ленинград.
- Р э с с е л ь Э. Дж. Почвенные условия и рост растений. Сельхозгиз, 1933, Москва.

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | Стр. |
|---|------|
| Краткая история развития учения о питании растений | 3 |
| Состояние питательных веществ в почве | 17 |
| Азот и азотистые удобрения | 27 |
| Фосфорнокислые удобрения | 35 |
| Калий и калийные удобрения | 42 |
| Сложные удобрения | 44 |
| Известкование почв | 46 |
| Магний—сера—железо—бор | 48 |
| Другие элементы, входящие в состав почвы | 51 |
| Органические удобрения | 53 |
| Дополнительные мероприятия по повышению урожайности | 59 |
| Конкретные мероприятия в отношении отдельных почв | 61 |

Цена 1 р. 50 к.

К-215

М 7792

СОУНЬ ИМ. В. Г. БЕЛИНСКОГО