

УДК 631.8

УЧЕНИЕ Д. Н. ПРЯНИШНИКОВА И СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ АГРОХИМИИ

Б. А. ЯГОДИН

Исторический период, охватывающий конец прошлого и начало нынешнего столетия, характеризовался бурным прогрессом науки и техники. Развитию науки способствовало появление целой плеяды ее творцов, выдающихся ученых в области естествознания — К. А. Тимирязева, В. И. Вернадского, А. Е. Ферсмана и других корифеев науки, так или иначе связанных с сельским хозяйством. Монументы и барельефы замечательных ученых-аграрников, полет мыслей которых озарял эпоху на переломе веков, украшают зеленый оазис Москвы — Тимирязевскую сельскохозяйственную академию. Среди них бронзовый памятник на гранитном постаменте, изображающий человека, задумчиво стоящего во ржи, — это академик Дмитрий Николаевич Прянишников, основатель отечественной школы агрохимии, 125-летний юбилей которого отмечался в 1990 г.

16—17 ноября 1990 г. в Тимирязевской академии состоялась научная конференция, посвященная 125-летию Д. Н. Прянишникова. Ее организаторами были ВАСХНИЛ, ТСХА, ВИУА и ЦИНАО. Доклад, с которым на конференции выступил академик ВАСХНИЛ Б. А. Ягодин, предлагается вниманию читателей.

Д. Н. Прянишников хорошо понимал простую истину: чтобы накормить человека, необходимо накормить растение. Успехи ученого на агрохимическом поприще прослеживаются как этапы большого пути. Он показал роль азота в земледелии страны, научно обосновал необходимость сочетания двух источников азота — технического и биологического, дал глубокое теоретическое обоснование дифференцированного использования фосфоритов в зависимости от свойств почвы. Трудно переоценить его труды в области применения калийных и местных (навоз, торф, зола) удобрений, известкования почв. Много внимания Д. Н. Прянишников уделял изучению вопросов о сроках, дозах и способах внесения удобрений, размещении их в севооборотах, удобрению отдельных культур.

Агрохимии обеспечено большое будущее. Так почему же в наши дни нередко приходится слышать горькие упреки в адрес химизации сельского хозяйства, а порой и в адрес агрохимии? Виной тому и действительно опасная ситуация (избыток нитратов и тяжелых металлов, загрязняющих пищевые продукты да и в целом биосферу), складывающаяся в результате применения (добавим неумелого) хи-

мических средств в сельском хозяйстве, и всевозможные фобии и предрассудки, слившиеся в агрохимический синдром.

Сейчас в нашей стране сложилось стойкое, но, к счастью, неверное представление о снижении качества продукции при увеличении урожая. Действительно, негативных примеров много: уменьшение сахаристости свеклы, содержания крахмала в картофеле, возможных сроков хранения плодов и овощей. Но это происходит в случае, когда на практике используется негативный опыт. Зачем заведомо портить продукцию? Это, по крайней мере, нелогично и лишено элементарного здравого смысла. В сложившейся критической обстановке в сельском хозяйстве и охране окружающей среды роль науки в создании системы рационального природопользования трудно переоценить. Попытки применения биологического земледелия в ряде государств привели к снижению урожаев примерно на 40 % и увеличению затрат на 25—30 %.

В программе, обсуждаемой сегодня агрохимиками страны, возрастает острота экологических вопросов. Первым приоритетом должны стать сами люди, чистый воздух, чистая вода, здоровая пища.

Главным доминирующим процессом в биосфере является круговорот химических элементов. В стремлении получить более комфортные условия жизни при необходимости прокормить растущее население производственно-бытовая деятельность человека приобрела глобальный масштаб. Вследствие постоянно увеличивающейся добычи ископаемых возрастает включение в круговорот значительных количеств химических элементов. Сложившаяся к настоящему времени крайне тревожная экологическая обстанов-

ка ставит на повестку дня необходимость изучения сложнейших вопросов элементного состава растений. Это вызвано как естественно сложившимися (фоновое содержание, природные потоки), так и антропогенными факторами.

Страны с высоким уровнем химизации сельского хозяйства характеризуются наиболее высокими урожаями. По данным ФАО, в 1981 г. средний урожай пшеницы в мире составил 19 ц/га, кукурузы — 34, а в странах с высоким уровнем химизации — соответственно 67 и 69 ц/га. Мировые уровни урожая пшеницы — 145 ц/га, кукурузы — 222, риса — 145 ц/га. В Англии в 1986 г. урожай пшеницы составил 173 ц/га (еженедельник «Сельская жизнь» № 3, 1986).

Проблема количества урожая в мировой практике сельскохозяйственного производства решена, однако проблема качества продукции все время усложняется. Недостаточно разработан вопрос экологической устойчивости агроэкосистем. Чтобы такие системы не загрязняли окружающую среду, химическая промышленность должна создавать новые формы удобрений, которые не действовали бы негативно на биоту. Современная наука может это сделать, но нужны дорогие фундаментальные исследования. Д. Н. Прянишников писал: «Я считаю своей большой удачей, что мне удалось сочетать теоретические исследования с их практическим приложением».

Наряду с обслуживанием существующих производств и изучением неясных сторон используемых в них процессов наука должна также разрабатывать основные проблемы, которые ставит на современное производство, а логика развития той или иной фундаментальной науки и решение которых позволит созда-

вать новые виды производства. Все непредвиденные отрицательные последствия хозяйственной деятельности связаны с недооценкой понимания целостности природы, недоучета того, что все ее компоненты — почва, вода, растительность, животные, приземная атмосфера — образуют единую сложную систему. Воздействие человека даже на один из этих компонентов приводит к изменению функциональной системы в целом.

Сознательное регулирование обмена веществ между человеком и природой со времен Ю. Либиха, сделавшего первую такую попытку, является главной задачей человечества. Ю. Либих видел в удобрениях средство восстановления естественного плодородия а Д. Н. Прянишников — способ повышения плодородия почв. Нельзя регулировать обмен веществ, не зная его количественных закономерностей, масштаба круговорота отдельных элементов. Агрохимики практически не пытались детально изучить вопросы, связанные с биосферой в целом (ландшафты, биогеоценозы и т. д.). Вследствие этого разрыв между учением о биосфере и агрохимией постоянно увеличивается. Живое вещество пропускает через себя и аккумулирует атомы химических элементов земной коры, гидросферы и атмосферы, а завершив жизненный цикл, возвращает их. Из малых миграционных потоков складываются крупные циклы круговоротов, благодаря которым обеспечиваются продолжительность и постоянство жизни. Однако биогеоценную миграцию химических элементов антропогенная миграция в ряде случаев уже превосходит.

Из 15 млрд. га земной суши 1,5 млрд. га распаханно. Неразумное применение средств химизации и бесподстилочного навоза на распа-

ханных площадях отрицательно сказывается на экологии. При внесении удобрений в почву нередко накапливаются значительные примеси мышьяка, никеля, фтора, хлора и других элементов, которые впоследствии загрязняют биопroduкцию. Создан ряд новых антропогенных биогеохимических регионов. По данным геологических исследований, загрязнение осадков сточных вод серебром, кадмием, ртутью в сотни раз выше, чем в фоновой почве, а висмутом, медью, цинком, хромом, оловом, никелем, стронцием, свинцом, вольфрамом — в десятки раз выше. Отходы комплексов крупного рогатого скота загрязнены цинком, вольфрамом, стронцием, а свиноводческих хозяйств — хромом и вольфрамом. Агротехника возделывания сельскохозяйственных культур связана с поступлением в них хрома, никеля и ванадия. При ежегодном внесении под овес 80 т термофильно сброженных осадков сточных вод на 1 га содержание кадмия в зерне овса через 3 года увеличилось в 4 раза, свинца — в 2, хрома — в 1,4, никеля — в 2,8, цинка — 1,8 раза.

Естественное теоретическое содержание свинца в растениях составляет 1 мг/кг, ПДК в фураже — 10 мг/кг. В придорожных зонах содержание свинца в зерне пшеницы и ячменя в 5—8 раз превышает фоновое, в капусте и моркови — в 4—6 раз. Недопустим сбор лекарственных растений вдоль дорог. Содержание свинца в почве вблизи Ленинградского шоссе (г. Москва) на расстоянии до 50 м достигает 200 мг/кг при фоне 9 мг/кг, а в клубнях картофеля и зерне пшеницы — соответственно в 20 и в 5—8 раз выше, чем в контрольных образцах.

Можно говорить о предстоящем существенном повышении в почвах

содержания мышьяка, свинца, ртути, кадмия, молибдена, ванадия, меди и цинка. Возрастает концентрация меди в почвах виноградников. Загрязнение тяжелыми металлами весьма опасно из-за длительного последствия.

Беда давно у нас в доме. Это и Чернобыльская катастрофа и возникновение экстремальных ситуаций в 1988 г. в Смоленске, Чернозцах и позднее во многих других городах, и все это — результат рукотворного нарушения элементного состава. Еще в прошлом веке Бернард указывал на важность сохранения стабильности внутренней среды как условия независимости жизни. Большинство существующих биологических систем обладает высокой экологической пластичностью. Но мы, люди, навязываем системам перегрузки, в частности, строя крупные животноводческие комплексы и предприятия без очистных сооружений, электростанции — на равнинных реках, распашивая площади до уреза воды. Таких перегрузок биологические системы не выдерживают.

В каждом живом организме токсическое действие химического элемента определяется целым рядом механизмов, основными из которых являются проницаемость мембран, замещение естественных субстратов в жизнедеятельности клеток, перевод существующих метаболитов в неактивное состояние и ингибирование ферментов. В результате нарушения минерального питания изменяется флористический состав, наблюдаются заболевания дикорастущих форм растений, животных и человека, уменьшается урожайность сельскохозяйственных культур.

Собственно, в чем состоит отличие от периода, относящегося к началу века, от наших дней с точки зрения агрономической химии, т. е.

целенаправленного изменения питания растений? Агрохимия обогатилась новым содержанием. Это — прежде всего более глубокое изучение основ питания растений и методов его регулирования, несравненно большие масштабы производства и применения органических и минеральных удобрений. В связи с этим одна из наиболее важных задач агрохимии на данном этапе — разработка научно обоснованных мероприятий, позволяющих наиболее эффективно использовать удобрения.

Современное сельскохозяйственное производство в стране, призванное обеспечивать продуктами питания 290 млн. человек (а к 2000 г.— 300 млн.), невозможно без расширенного воспроизводства, которое, в свою очередь, немислимо без применения минеральных удобрений. Затраты на химизацию и ее резервы огромны. Повышение эффективности минеральных удобрений является важным фактором роста производительности труда в сельском хозяйстве при его химизации. Вопросы о качестве продуктов питания очень остро поднимаются в наше время специалистами сельского хозяйства, химиками, гигиенистами, диетологами, экологами и многочисленной армией неспециалистов. К проблеме качества продуктов агрономическая химия имеет прямое отношение, поэтому наряду с увеличением выхода сельскохозяйственной продукции с единицы площади в круг интересов и обязанностей агронома-агрохимика должно включаться и качество продукции.

Совсем недавно — несколько десятилетий или лет тому назад — в понятие «химический состав пищевых продуктов» вкладывали несколько основных параметров: содержание белков, жиров, углеводов

и в редких случаях зольных веществ. Сегодняшняя действительность внесла существенное дополнение в этот список и особенно в расшифровку последнего параметра. В лаборатории микроэлементов Тимирязевской академии разработан ряд приемов по снижению содержания нитратов и тяжелых металлов в сельскохозяйственных продуктах. В самом деле, мы уже много знаем о воздействии на питание растений с целью регулирования содержания в них белков, жиров и углеводов, а также некоторых необходимых человеку органических веществ растительного происхождения, но почти ничего не знаем о путях регулирования поступления в растения ксенобиотиков, особенно в том случае, когда речь идет о комплексе загрязнителей.

Продолжительность жизни — один из наиболее объективных показателей благосостояния населения. В нашей стране средняя продолжительность жизни исчисляется 65 годами, в то время как в США — 75, а в Японии — 85 годами. Вероятно, причины таких различий заключаются в более благоприятной для человека экологической обстановке в этих странах (закрытые технологии, исключающие выбросы ксенобиотиков в атмосферу) и сбалансированном элементном составе потребляемой пищи, т. е. в лучшем ее качестве, что является следствием более высокого уровня культуры промышленного и сельскохозяйственного производств. В связи с этим намечаются две проблемы: с одной стороны, разработка мероприятий, предотвращающих избыточное поступление элементов во все звенья пищевой цепи, с другой, — постоянная забота о пищевой ценности, сбалансированности по химическому составу всего того, что мы потребляем. Решение первой пробле-

мы, связанное с нормированием содержания ксенобиотиков в природных объектах, предполагает обширные исследования по общесоюзным программам. Примером может служить программа «Плодородие», в которой участвует лаборатория микроэлементов Тимирязевской академии. Первый этап реализации этой программы предусматривает создание агроэкологического мониторинга природных объектов и его проведение в Белгородской области (уже найдены изменения в содержании кобальта и меди).

Наша страна — пионер в области гигиенического регламентирования; в его теории накоплен большой опыт. Однако «норма» — понятие сложное для всех отраслей экономики, и сельское хозяйство в этом отношении не является исключением. Приведем лишь несколько ярких примеров. Кадмий, содержащийся в автомобильных шинах, батареях, фосфорных удобрениях, причастен ко всем формам раковых заболеваний человека. Ртуть, которая содержится в люминесцентных лампах, термометрах, парфюмерных кремах и которая поступает в атмосферу при работе металлургических комбинатов, вызывает расстройство функций центральной нервной системы. Свинец, содержащийся в больших количествах в почвах полей, расположенных вдоль автострад, может стать причиной галлюцинаций, поражений головного мозга. Список может быть продолжен. Опасность отравления всего живого тяжелыми металлами усугубляется их разнообразием и сложностью количественного определения, а следовательно, и ограниченностью информации о масштабах загрязнения.

В Союзе насчитывается 63 млн. га кислых почв (из общей площади

227 млн. га), для нейтрализации которых требуется 100 млн. т известковых материалов. Подвижность большинства тяжелых металлов в кислых почвах несравненно выше, чем в нейтральных и щелочных. В связи с этим при внесении особо загрязненных тяжелыми металлами удобрений, а также в случае применения торфа, торфо-минеральных удобрений и компостов кислые почвы нуждаются в известковании прежде всего. Задача агрохимии заключается в снижении поступления тяжелых металлов в сельскохозяйственную продукцию путем грамотного использования минеральных удобрений, эффектов синергизма и антагонизма ионов.

Не менее актуальной задачей агрономической химии в системе природоохранительных мероприятий является участие в создании по всей стране густой сети контролирующих аналитических организаций. Важно располагать информацией о степени загрязнения природных объектов того или иного региона тяжелыми металлами и другими техногенными элементами.

Понятие о нормировании содержания элементов-ксенобиотиков в природном объекте связано с их избытком в окружающей среде. Однако для получения сельскохозяйственной продукции удовлетворительного качества недостаточно предотвратить избыточное поступление загрязнителей извне. Необходимо также, чтобы был сбалансированный элементный состав в сельскохозяйственной продукции. Поэтому одним из приоритетных направлений агрономической химии в настоящее время становится учение об элементах и элементном составе растений, животных, почв и удобрений.

При оптимизации минерального питания важно учитывать генетику

питания. Уточнение потребности растений в элементах питания возможно на основании изучения химического состава почв в зонах происхождения и последующего формирования того или иного вида и сорта растений. При таком подходе мы будем знать весь спектр химических элементов на протяжении истории формирования культурных растений. Сопоставление полученных данных со сложившейся в практике спецификой обеспечения того или иного сорта питательными элементами позволит вносить определенные коррективы. Подобная работа по льну выполняется в лаборатории микроэлементов Тимирязевской академии. Возможность получения эффекта взаимодействия сорта и удобрения во многом зависит от успешного осуществления научных исследований химического состава почв всех зон, в которых формировался данный сорт, и глубокого теоретического обобщения полученных результатов.

Как же перейти от широко пропагандируемого лозунга «добиться максимального урожая» к оздоровлению среды, уменьшению нагрузки агрохимикатов на ландшафты? Вопрос этот достаточно сложен. Ведь, с одной стороны, в стране еще существует ряд регионов, где урожайность низкая из-за недостаточного применения удобрений, а с другой — даже в трех районах, где удобрения используются в большом количестве, урожайность чаще всего невысокая. Разница между максимальной и реальной урожайностью, как правило, — результат бесхозяйственности. Для разработки мер с целью поддержания экологического равновесия в биосфере необходимо организовать комплексное изучение элементного состава природных объектов с учетом глобальных биогеохимических циклов миграции

элементов в природных системах, уточнением границ биохимических провинций и техногенных регионов, получением продукции сельского хозяйства и лекарственного сырья с заданными элементными свойствами. Представляют интерес связи между биогеохимическими провинциями, агроэкологическим районированием Н. И. Вавилова и центрами происхождения культурных растений.

В рамках складывающегося в последние годы нового направления биогеохимии — агрогеохимии (биогеохимии агроландшафтов) — начался поиск подходов к разработке параметров экологически оптимальной биопродуктивности, т. е. таких продуктивности и урожайности, которые давали бы возможность получать необходимое количество сельскохозяйственной продукции и сводить к минимуму загрязнение агрохимикатами. Сельскохозяйственное производство ныне является своеобразной разновидностью биотехнологии, поэтому биотехнологичными должны быть и параметры экологически оптимальной биопродуктивности, иными словами, необходимо задать характер и направленность биологических и биогеохимических процессов, протекающих в конкретном агроландшафте. Только в данном случае удобрения будут полноценными поставщиками недостающих питательных веществ для формирования урожая высокого качества.

Очевидно, что для развития агрогеохимии как научной дисциплины необходим ряд объединяющих концепций, которые отражали бы современный уровень знаний по всем аспектам агрогеохимии (от физиологии питания растений, управления продукционным процессом и получением сельскохозяйственной продукции с заданным элементным

составом до решения проблем загрязнения окружающей среды), занимали бы особое, четко определенное место в системе знаний окружающей среды (для целей образования), позволяли бы систематически знакомить с предметом агрогеохимии ученых, администраторов и всех тех руководителей, от которых зависит принятие решений в области сельского хозяйства.

В контексте агрогеохимии необходимо наметить перспективы формирования новых направлений научного поиска (в частности, анализ формирования элементного состава живых организмов). Развитие агрогеохимии в целом тормозится из-за отсутствия в ней ряда исходных логически построенных понятийных конструкций, вследствие чего затрудняется проведение сравнительных исследований по общим проблемам данной науки. В этой связи необходимо наметить «архитектуру» поиска: систему отбора проб, использование общей концептуальной модели при отборе проб, компьютеризацию обработки информации, стандартизацию методов записи морфологических и химических данных, стандартизацию методов анализа с целью сопоставления результатов исследований в различных районах и в целом системе проведения опытов. Кроме того, развитие агрогеохимии требует определенной формализации теоретических основ наук о природе (системный анализ, имитационное моделирование) с тем, чтобы с их помощью осуществить более глубокие исследования. На материалах теоретических исследований необходимо рассматривать прикладные аспекты агрогеохимии — получение продуктов питания и охрана окружающей среды в каждом регионе страны.

Все сказанное выше позволяет

сформулировать следующие задачи:

— изучение гетерогенности биосферы в интересах создания оптимального круговорота химических элементов в системе почва — растение — животное — человек в различных провинциях;

— исследование локальных и глобальных загрязнений биосферы и разработка способов ликвидации отрицательных последствий;

— разработка теории сбалансированного питания сельскохозяйственных культур, животных и человека;

— изучение регуляторных функций микроэлементов и их роли в повышении адаптивных свойств растений, животных и людей;

— установление механизмов поступления и удержания элементов

в организме, действия микроэлементов на проницаемость мембран.

Решение этих проблем предполагает создание большой информационной базы, которая, в свою очередь, требует наличия постоянного территориально развитого мониторинга. В систему мониторинга, наряду с почвами, водами, растениями, животными и людьми, должны включаться удобрения, компосты и воды, используемые для орошения.

Агрохимическая наука и практика должны занять должное место в регулировании и регламентировании техногенеза и биогеохимической миграции элементов с учетом охраны окружающей среды и получения экологически чистой продукции.