

УДК 631.8(075)
ББК 40.4я73
А26

Серия основана в 2000 году

А В Т О Р Ы: И. Р. Вильдфелуш, С. П. Кукреш, В. А. Ионас,
С. М. Камасин, Д. А. Каликинский, И. М. Волгрявич, В. В. Лапта

Р е ц е н з е н т ы: Г. П. Лубиковский, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. кафедрой агрохимии Гродненского государственного аграрного университета; Н. А. Теневич, канд. биол. наук, доцент кафедры почвоведения и геологии Белорусского государственного университета; Н. В. Клебякович, канд. с.-х. наук, доцент кафедры почвоведения и геологии Белорусского государственного университета

Агрохимия: Учебник / И. Р. Вильдфелуш, А26 С. П. Кукреш, В. А. Ионас и др. — 2-е изд., доп. и перераб. — Мн.: Ураджай, 2001. — 488 с., ил. — (Учебники и учебные пособия для высших учебных заведений).
ISBN 985-04-0490-6.

В учебнике изложены теоретические основы питания растений, достижения агрохимии по оптимизации агрохимических свойств почвы и их значение для правильного применения удобрений, вопросы химической мелиорации почв, состава и применение минеральных и органических удобрений, системы удобрения сельскохозяйственных культур и методам опытного дога в агрохимии. Большое внимание уделено экологическим проблемам агрохимии и агрохимическим способам снижения поступления радиоактивных веществ в растения на загрязненных территориях.

Для студентов агрономических специальностей сельскохозяйственных вузов и техникумов.

УДК 631.8(075.8)
ББК 40.4я73



© Коллектив авторов, 1995
© Коллектив авторов, 2001,
с изменениями
© Издательство "Ураджай", 1995
© УП «Издательство "Ураджай"»,
2001, с изменениями

ISBN 985-04-0490-6

ВВЕДЕНИЕ

Научно-технический прогресс в земледелии неразрывно связан с интенсивным применением средств химизации (удобрений, пестицидов, регуляторов роста). В мировом земледелии наблюдается прямая зависимость уровня сельскохозяйственного производства от применения минеральных удобрений и средств защиты растений. Различные химизации позволило заметно ослабить влияние неблагоприятных погодных условий, повысить культуру земледелия, урожайность сельскохозяйственных культур. В настоящее время около половины прироста урожая в республике получают благодаря минеральным удобрениям.

Важнейшие задачи агрохимии — создание оптимальных условий питания растений и повышение плодородия почвы и урожайности сельскохозяйственных культур путем внесения минеральных удобрений, известкования, а также повторного возложения в биологический круговорот уже использованных растениями питательных элементов, перешедших в навоз и другие органические удобрения.

Изучение процесса питания растений и взаимодействия между растением, почвой и удобрением составляет теоретические основы агрохимии. Очень важно научиться управлять продуктивностью сельскохозяйственных культур и качеством растениеводческой продукции, обеспечивая оптимальное питание растений на протяжении всей вегетации, широко используя методы оперативной почвенно-растительной диагностики. Практическое осуществление химизации сельского хозяйства, обеспечение комплексного применения химических средств при возделывании сельскохозяйственных культур возложены на агрохимическую службу республики.

Увеличение объемов применения минеральных и органических удобрений, функционирование крупных животноводческих комплексов делают актуальным изучение их влияния не только на плодородие и свойства почвы, урожай и качество продукции, но и на окружающую среду. В учебнике уделено большое внимание экологическим проблемам агрохимии, проведению почвенно-агрохимического мониторинга. Подробно рассмотрены факторы, влияющие на накопление нитратов в растениях, и способы их

снижения. Приведены дозы азотных удобрений под сельскохозяйственные культуры, гарантирующие получение "чистой" продукции.

Авария на Чернобыльской АЭС привела к радиоактивному загрязнению почвы в ряде районов Беларуси. Известкование и правильное применение удобрений помогает в 3-5 раз снизить поступление радионуклидов в растения. Этим вопросам посвящен раздел учебника "Способы снижения содержания радионуклидов в продукции растениеводства".

Авторы преследовали также цель обобщить достижения отечественной и зарубежной агрохимической науки и мировой практики в применении удобрений с целью увеличения производства высококачественной сельскохозяйственной продукции.

Учебник предназначен для студентов вузов по агрономическим специальностям. Авторы стремились излагать материал в возможно доступной форме, с тем чтобы учебником могли пользоваться также студенты других специальностей сельскохозяйственных вузов и учащиеся техникумов.

Издание переработано и дополнено в соответствии с последними достижениями агрохимической науки.

Г л а в а 1. АГРОХИМИЯ – НАУКА О ПИТАНИИ РАСТЕНИЙ И УДОБРЕНИЯХ

1.1. ИЗ ИСТОРИИ АГРОХИМИИ

Агрохимия, как и любая другая наука, появилась, чтобы ответить на вопросы, возникшие в процессе практической деятельности человека. Многие тысячелетия в земледелии применялся навоз, зеленые удобрения, известь, гипс, зола. Однако научное обоснование влияния их на плодородие почвы было дано сравнительно недавно. Почему навоз повышает урожайность, одним из первых попытался объяснить французский художник и естествоиспытатель В. Паринси (ок. 1510–1589). В 1563 г. он писал, что "соль есть основа жизни и роста всех посевов". Навоз, считал он, содержит соли, которые получают при разложении сена и соломы.

Через 100 лет немецкий химик И. Глаубер (1604–1668) выдвинул гипотезу о том, что главным элементом навоза, влияющим на урожайность, является селитра, которую к тому времени уже давно получали из навоза для изготовления пороха. Внесение селитры действительно повышало урожайность, но объяснение, почему это происходит, было дано лишь после открытия азота, т.е. спустя еще 100 лет.

В 1753 г. М. В. Ломоносов (1711–1765) впервые дал научное объяснение воздушному питанию растений. В своей работе "Слово о влиянии воздушных, от электрической силы происходящих" он писал: "... питание растений доставляет воздух, почерпаемый листьями". Реальные догадки Ломоносова в воздушном питании растений вскоре были подтверждены английским химиком Дж. Пристли (1733–1804), швейцарским физиологом Ж. Сенебье (1742–1809) и другими учеными того времени, которые доказали, что зеленые листья, поглощая углекислоту, на свету выделяют кислород и запасают углерод.

М. В. Ломоносов впервые дал научное объяснение происхождения чернозема. В 1763 г. в работе "О слоях земных" он писал: "... чернозем не первообразованная и не первоначальная материя, он произошел от сожигания животных и растительных тел со временем".

Научное обоснование корневого питания растений шло медленнее, чем воздушного. В 1761 г. шведский ученый Валериус высказал предположение, что растения питаются

гумусом и что только органические вещества почвы являются пищей для растений, а другие вещества, например мел, могут способствовать растворению веществ гумуса. Стронником "гумусовой" теории также был немецкий агроном А. Тьер (1752-1828). По-другому объяснял источник питания растений русский ученый агроном А. Т. Болотов (1738-1833). В книге "Об удобрении земель" (1770) он писал, что пища растений в почве "состоит в воде и некоторых особливых земляных или паче минеральных частичках".

Большой вклад в развитие науки о питании растений внес французский ученый Ж. Вуссенот (1802-1887). Он первым стал изучать азотное питание растений и доказал важное значение азота в земледелии. В 1836-1838 гг. Вуссенот установил, что бобовые культуры обогащают почву азотом, поглощая его из воздуха. Исследуя углеродное питание, он доказал, что источником углерода для растений является углекислый газ воздуха.

Окончательный удар по "гумусовой" теории был нанесен после выхода в свет книги Юстуса Либиха (1803-1873) "Химия в приложении к земледелию и физиологии" (1840). В ней была сформулирована теория минерального питания растений, основным положением которой является то, что растение питается только неорганическими веществами. Гумус же является источником углекислоты в почве, которая "подготавливает" минеральную пищу растениям. Различные растения по-разному извлекают из почвы минеральные вещества, поэтому, считал Либих, культура следует чередовать. Из всех элементов питания растений Либих как наиболее важный выделял фосфор, так как в зерне его содержится больше, чем в соломе. Поскольку фосфор вместе с зерном может вывозиться из хозяйства, а солома остается на подстилку и на корм, Либих считал необходимым возвращать в почву элемент питания и, прежде всего, фосфора. Он предложил готовить фосфорное удобрение, обрабатывая размолотые кости серной кислотой. Либих рекомендовал возвращать в почву прежде всего те вещества, которыми она особенно бедна, так как именно от этого зависит величина урожая: если в почве мало фосфора, то внесением азота и калия оптимальные условия питания создать невозможно.

Это открытие Либиха, получившее название закон минимума, и его утверждения о необходимости возвращать в почву извлеченные из нее растениями питательные элементы К. А. Тимирязев назвал "одним из важнейших

приобретений науки". Сделав ряд важных открытий, Либих вместе с тем заблуждался, считая, что для питания растений достаточно того азота, который находится в воздухе, а в навозе самыми ценными являются золыные элементы - фосфор, калий и др. Поэтому навоз можно сжигать и использовать в качестве удобрения золу.

Теория Либиха о минеральном питании растений оказала большое влияние на развитие агрохимии. Во многих странах развернулись агрохимические исследования, началось использование минеральных удобрений в земледелии, строительство предприятий по их производству.

Большой вклад в науку о питании растений внесли исследования немецкого агрохимика Г. Гельригеля (1831-1895). В 1886 г. была опубликована его работа об усвоении азота из воздуха бобовыми. В России клубеньковые бактерии на корнях бобовых обнаружил еще в 1865 г. ботаник и миколог М. С. Воронин (1838-1903).

Опыты выращивания растений на питательных средах подтвердили необходимость для растений азота, фосфора, калия, кальция, магния и серы, были установлены концентрации и соотношение элементов в растворах. Позднее была доказана потребность растений в микроэлементах, а также невозможность заменить один элемент питания другим.

В развитие агрохимической науки большой вклад внесли русские ученые. И. М. Ковов (1750-1792) и А. Т. Болотов (1738-1833) в своих работах уделяли большое внимание органическим удобрениям, золе, извести и др. Пионером в почв А. Т. Болотов определял в опытах с удобрениями. Он и А. П. Пошман в начале XIX в., задолго до Либиха, отметили значение для питания растений минеральных солей, образующихся при разложении навоза. А. П. Пошман рекомендовал готовить компосты из навоза, извести, мусора и золы.

С 60-70 гг. XIX в. в России развертываются широкие научные исследования в области питания растений и приращивания удобрений. Особенно большое значение имели исследования А. Н. Энгельгардта, Д. И. Менделеева, П. А. Костячева, К. А. Тимирязева.

А. Н. Энгельгардт (1832-1893), профессор Петербургского земледельческого института, демонстратический деятель, автор писем "Из деревни", книги "Химические основы земледелия" предложил использовать фосфориты на удобрения в виде фосфоритной муки. Он обследовал зале-

ству это была первая в России научная статья по фосфорным удобрениям.

После 1917 г. в Горках была создана сеть сельскохозяйственных опытных станций и опытных полей, на которых исследовалась агротехника культур, разрабатывались способы повышения урожайности и продуктивности жидкотных, изучались проблемы механизации и экономики сельскохозяйственного производства.

Исследования по агрохимии проводились под руководством академика О. К. Кедрова-Зихмана (1885-1963), который с 1921 по 1931 г. заведовал кафедрой агрохимии Белорусской сельскохозяйственной академии. Изучалось извлекание почв, применение органических, а также микроудобрений. Впервые были поставлены опыты с фосфоритами из Мстиславского месторождения. Под руководством академика Е. К. Алексеева (1884-1972) в ВСХА исследовалась эффективность зеленых удобрений на почвах нечерноземной зоны.

В 30-е годы в Беларуси было 70 сельскохозяйственных научных учреждений. Центром агрономической науки в тот период стали научные институты сельского хозяйства АН БССР и Белорусский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии (БелНИИГА), которым руководил академик В. И. Шемпель (1908-1975). Он занимался вопросами разработки рациональных систем удобрений сельскохозяйственных культур.

Большая заслуга в развитии агрохимии в семидесятых и первой половине восьмидесятых годов принадлежит академику ВАСХНИЛ, Герою Социалистического Труда Т. Н. Кулаковской (1919-1986). Она исследовала зависимость продуктивности сельскохозяйственных культур от агрохимических свойств почвы, ею разработаны практические рекомендации по обоснованию дифференцированных доз удобрений под сельскохозяйственные культуры.

Фундаментальные исследования по локальному внесению удобрений, позволяющему на 25-30% снизить дозы удобрений и существенно повысить урожайность сельскохозяйственных культур, были проведены в 1963-1972 гг. в ВСХА под руководством профессора Р. Т. Вильдфлуша (1906-1972) и в 1973-1992 гг. под руководством профессора А. А. Калитинского (1915-1993).

В настоящее время исследования по агрохимии и почвоведению в республике проводятся Белорусским НИИ почвоведения и агрохимии, Белорусским НИИ земледелия

и кормов, Белорусским НИИ льна, областными опытными станциями, проектно-исследовательскими станциями по химизации сельского хозяйства, а также в сельскохозяйственных вузах.

За последние полвека в бывшем СССР агрохимия достигла успехов в изучении взаимодействия растений, почвы и удобрений. Исследования в рамках географической сети опытов, созданной Д. Н. Прянишниковым, обогатили новыми данными теорию о поступлении и превращении в растениях питательных элементов, науку о плодородии почвы, о круговороте веществ в земледелии. Эти данные явились научной основой планирования потребности регионов и областей в удобрениях, из ассортимента, а также строительства туковых заводов, складских помещений для удобрений, механизации внесения. Исследования продолжались и в настоящее время для выяснения особенностей действия минеральных и органических удобрений в различных природных зонах. Научными агрохимическими учреждениями изучаются перспективные формы удобрений, сроки и способы их внесения, совершенствуются методы расчетов доз удобрений и диагностики питания растений с целью повышения их окупаемости и предохранения биосферы от загрязнения.

1.2. ПРЕДМЕТ И МЕТОДЫ АГРОНОМИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Агрономическая химия, или агрохимия, — наука о взаимодействии растений, почвы и удобрений при производстве сельскохозяйственной продукции. Другими словами, это наука о круговороте веществ в земледелии, рациональном применении удобрений и повышении плодородия почвы. Взаимодействие растений, почвы и удобрений академик Д. Н. Прянишников схематично изобразил в виде треугольника (рис. 1.1). Он писал:

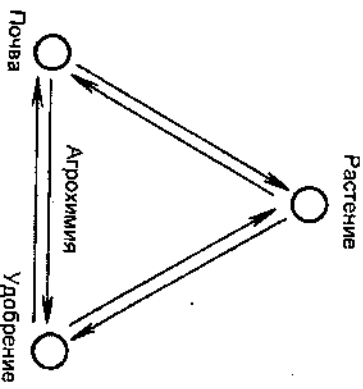


Рис. 1.1. Треугольник Д. Н. Прянишникова.

"Изучение взаимоотношений между растением, почвой и удобрениями всегда являлось главной задачей агрохимиков".

Агрохимия исследует прежде всего влияние разных типов почв и удобрений на обмен веществ в растении, на формирование урожая, его величину и качество. С другой стороны, изучается влияние растений на плодородие почвы. Агрохимия изучает также взаимоотношения почвы и удобрений.

Академик Д. Н. Прянишников одной из задач агрохимии считал "изучение круговорота веществ в земледелии и выявление тех мер воздействия на химические процессы, протекающие в почве и растении, которые могут повысить урожай или изменить (улучшить) его состав. Главным способом вмешательства в этот круговорот является применение удобрений".

Агрохимия изучает удобрения, их свойства и влияние не только на урожайность и качество сельскохозяйственной продукции, но и на окружающую среду. Агрохимики разрабатывают новые формы минеральных удобрений, дозы, сроки и способы внесения, системы применения удобрений в севооборотах и хозяйствах. Совершенствуются методы анализа растений, почвы и удобрений, а также диагностики питания сельскохозяйственных культур. Новым технологическим использованием удобрений является не только агрохимическая, но и экономическая оценка. Таким образом, агрономическая химия тесно связана со многими науками: почвоведением, земледелием, растениеводством, экономикой, организацией сельскохозяйственного производства и др.

В соответствии с целями и задачами агрохимии ее методы исследований делятся на две группы: биологические и лабораторные, которые взаимно дополняют друг друга. Биологические методы включают физиологические исследования, проводимые с растениями в вегетационных опытах, теплицах и лизиметрах; полевые опыты с сельскохозяйственными культурами; производственные опыты на больших площадях в хозяйствах. Лабораторные методы предполагают использование химических, физико-химических, физических и микробиологических анализов растений, почвы и удобрений. Для оценки достоверности биологических лабораторных исследований используются математические и экономические методы.

1.3. ЗНАЧЕНИЕ И МИРОВОЕ ПРОИЗВОДСТВО УДОБРЕНИЙ

С 1950 по 1999 г. количество "удобков" на планете увеличилось в два с лишним раза и достигло 6 млрд. человек. По прогнозам к 2025 г. численность населения достигнет 8,45 млрд. человек. Естественно, с ростом населения увеличивается потребность в продовольствии. Специалисты считают, что ежегодный прирост продовольствия должен в ближайшие десять лет составлять 3-4%.

Увеличить производство продуктов питания можно, расширяя посевные площади или повышая урожайность сельскохозяйственных культур. Увеличение посевных площадей ограничено пространственно, а кроме того, связано с большими затратами. За двадцать последних лет в мире только 22% прироста растениеводческой продукции было получено за счет расширения посевных площадей, а 78% — благодаря росту урожайности культур.

Ученые по-разному оценивают значение удобрений в повышении урожайности. По оценке американских ученых, за счет удобрений получают 41% прироста урожайности, французские специалисты считают, что 50-70%. По данным В. Г. Минеева, удобрения повышают продуктивность дерново-подзолистых почв на 55%, серых лесных — на 28 и черноземов — на 20%. По данным ЦИНАО России, 1 кг азотных удобрений увеличивает сбор пшеницы с 1 га на 4,5-8 кг, 1 кг фосфорных (P_2O_5) — на 4-7,3 и 1 кг калийных (K_2O) — на 2,2-3,7 кг. В многолетних опытах ВИУА урожайность картофеля от каждого килограмма азота, фосфора и калия повышалась соответственно на 100-120, 50-60 и 40-50 кг.

По данным БейНИИ почвоведения и агрохимии, 1 кг азота, фосфора и калия (НРК) увеличивает урожайность зерновых на 6,2-7,8 кг/га, картофеля — на 20 и сахарной свеклы — на 30 кг/га. Внесение 1 т органических удобрений дает прибавку 14-23 кг зерна, 75 — картофеля, 100 кг сахарной свеклы.

Ухудшение состояния окружающей среды заставляет человечество искать способы снижения экологической нагрузки на природу и человека. В качестве одного из таких способов рассматривается отказ от применения минеральных удобрений из-за возможного негативного влияния на качество растениеводческой продукции и использование

только органических удобрений. По заданию ФАО анализировались последствия перехода на органическое (альтернативное) земледелие. Опыты показали, что урожайность зерновых в этом случае понижается на 10–20%, картофеля и сахарной свеклы — на 35%. Пока нет неопровержимых данных и о том, что при альтернативном земледелии улучшается качество продукции. Таким образом, повышение урожайности сельскохозяйственных культур напрямую связано с минеральными удобрениями, правильное применение которых, кроме того, улучшает качество продукции. Так, внесение азотных удобрений повышает содержание белка в зерне на 1–3%. Если бы в мире в целом содержание белка в зерне удалось повысить на 1%, его сбор увеличился бы на 12 млн. т, при дефиците сегодня 10 млн. т. Внесение фосфорных и калийных удобрений способствует повышению накопления крахмала в картофеле, сахара в корнях сахарной свеклы, увеличивает выход волокна в прядильных и жира в масляных культурах. Однако не правильное (несбалансированное) применение удобрений чревато ухудшением качества растениевоудоческой продукции.

Минеральные удобрения и известкование стабилизировали содержание гумуса в почве, способствуя увеличению количества пожниных и корневых остатков. Удобрение почвы положительным образом влияет на водный ее режим, создает условия для более продуктивного использования растениями влаги. На это обращал внимание еще К. А. Тимирязев. По данным И. С. Петилова, озимая пшеница на удобренных землях использовала влаги в 1,8 раза меньше, чем на неудобренных.

С 1905 по 1960 г. в мире производилось больше фосфорных удобрений. Так, в 1905–1906 гг. было произведено 336 тыс. т азота, 1047 тыс. т P_2O_5 и 515 тыс. т K_2O , а в 1959–1960 гг. — 9537, 9747 и 8128 тыс. т соответственно. Рост производства минеральных удобрений продолжался до 1990 г., когда было получено 79 189 тыс. т азота, 37 393 тыс. т P_2O_5 и 26 886 тыс. т K_2O или в сумме 143 468 тыс. т НРК.

Долгое время лидером в производстве минеральных удобрений в мире был СССР, где в 1988 г. было произведено 37,1 млн. т НРК. В 1990 г. в СССР производство минеральных удобрений снизилось до 31,7 млн. т. В США в этом году было получено 23 млн. т, Китае — 19, Францией — 3,7 и Германией — 2,7 млн. т минеральных удобрений.

За 20 лет (с 1970 по 1990 г.) внесение минеральных удобрений в мире на 1 га возросло почти в два раза (с 53,7 до 102,6 кг НРК).

В бывшем СССР применение удобрений с 1970 по 1990 г. на 1 га возросло более чем в 2 раза (с 45,3 до 96,5 кг). В Восточной Европе применение удобрений практически не изменилось (193,3 и 142,1 кг НРК на 1 га). В то же время в Западной Европе в этот промежуток времени применение удобрений возросло с 217,7 до 251,3 кг НРК.

После 1991 г. экономический спад охватил страны Восточной Европы и республики бывшего Советского Союза. В большинстве стран северной и северо-западной части Европы потребление удобрений интенсивно нарастало до 70-х годов в основном за счет использования фосфорных и калийных удобрений, что способствовало существенному улучшению обеспеченности почв фосфором и калием. В таких развитых Европейских странах, как Нидерланды, Финляндия, Швеция, ФРГ, а также Япония, объемы применения фосфорных удобрений в основном стабилизировались уже в 1983–1985 гг.

В последнее время потребление фосфорных удобрений в западноевропейских странах снизилось, что обусловлено главным образом уменьшением потребности в них. Внесение на протяжении длительного времени высоких доз фосфорных удобрений и навоза привело к накоплению в почвах фосфатов и повысило обеспеченность доступным фосфором. В результате в Нидерландах, Германии, Швеции, Финляндии и других странах почвы со средней и высокой обеспеченностью фосфором занимают около 80–90% сельскохозяйственных земель. При подерживающей системе применения удобрений на почвах средней- и высокообеспеченных элементами питания потребность в фосфорных удобрениях снижается. Например, в настоящее время средняя доза фосфора на пахотных почвах Финляндии составляет 30 кг/га д.в. В ряде стран введены экологические ограничения на применение азотных и других видов удобрений. Вышеназванные тенденции скажутся на производстве и применении минеральных удобрений и уже к 1993 г. мировое производство удобрений снизилось до 125 931 тыс. т.

В последние десятилетия земледельцы многих стран интенсивным ведением сельского хозяйства по-новому оценивают значение органических удобрений. Вудучи эффективными средством повышения плодородия почв и истинным источником питания для сельскохозяйственных растений,

навоз, торф, сапропель и так далее способны закреплять нитро в почве радиоактивных веществ, тяжелых металлов и некоторых пестицидов. В год в целом на планете в почву вносится около 25 млрд. т органических удобрений (в пересчете на стандартный навоз), или примерно 15 т на 1 га пашни. Больше всего они используются в Нидерландах — около 70 т/га, Англии — 25 и США — 14 т/га. В среднем по всем странам мира с органическими удобрениями в почву поступает питательных элементов больше, чем с минеральными (исключение составляют государства Европы и США).

1.4. ПРОИЗВОДСТВО И ПРИМЕНЕНИЕ УДОБРЕНИЙ В БЕЛАРУСИ

В Беларуси минеральные удобрения начали производиться в 1965 г. В 1990 г. было получено 6 млн. т удобрений в действующем веществе, в т.ч. калийных — 5,0 млн. т, азотных — 0,75 и фосфорных — 0,25 млн. т. В мировом производстве калийных удобрений в 1990 г. на долю Беларуси приходилось 22%, в странах СНГ — более 50%. Основные производители минеральных удобрений — Гродненское производственное объединение "Азот", Гомельский химический завод и производственное объединение "Беларусь-калий".

По производству минеральных удобрений Беларусь в 1990 г. занимала первое место в мире — 580 кг (д.в.) на каждого жителя. Большое количество удобрений, особенно калийных, экспортировалось. Ежегодно производством известковых удобрений составляло около 5 млн. т.

За 15 лет (1975—1990) использование азотных, фосфорных и калийных удобрений увеличилось с 1,4 до 2,05 млн. т. В 1986—1990 гг. в среднем ежегодно вносило 1938 тыс. т д.в. минеральных удобрений, что составило 259 кг НК на 1 га пашни, 176 кг на 1 га улучшенных сенокосов и пастбищ и 216 кг на 1 га сельскохозяйственных культур в среднем по республике в возрасте вывоза и достигла 43 ц/га к.ед. на пашне и 19,6 ц/га к.ед. на сенокосах и пастбищах. Причем 56% прироста продуктивности пашни и 43% — лугов и пастбищ даго внесение органических и минеральных удобрений.

Экономический кризис в сельском хозяйстве обусловил резкое уменьшение ежегодного применения удобрений — с 1563 тыс. т д.в. в 1991—1993 гг. до 532 тыс. т в 1995 г. Внесение их в расчете на 1 га пашни в 1995 г. составило 86 кг.

Однако в результате мер, принятых государством, в последние годы применение удобрений стабилизировалось и начинает расти. Уже в 1998 г. в республике было внесено 948 тыс. т д.в. минеральных удобрений, из них 330 тыс. т азотных, 156 — фосфорных и 462 тыс. т калийных и составило 158 кг НК на 1 га пашни, в том числе азота 55 кг, фосфора — 26 и калия — 77 кг.

Согласно расчетам НИИПИЦА, применение около 200 кг НК на гектар сельскохозяйственных угодий является одним из необходимых условий продовольственной безопасности в Беларуси, производства конкурентоспособной продукции на внешнем рынке.

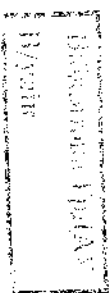
Для получения 35—40 ц/га зерновых и зернобобовых и увеличения продуктивности пашни до 40—45 ц/га к.е. в среднем по республике на 1 га пашни следует вносить 206 кг НК (N⁷⁰, P³⁴, K³⁶).

Годовая потребность республики в минеральных удобрениях на 2000—2005 гг. должна составлять 1600 т д.в., в том числе 600 тыс. т азота, 290 тыс. т фосфора и 710 тыс. т калия. При этом особое внимание должно быть обращено на приоритетное использование наиболее эффективных видов и форм удобрений, и в первую очередь, азотных (сульфат аммония, КАС, мочевины, аммиачная селитра), которые обеспечивают окупаемость всех затрат с рентабельностью 111—178%.

В целях сокращения непроизводительных потерь азота и уменьшения загрязнений нитратами поверхностных и грунтовых вод планируется к 2000 г. увеличить выпуск медленнодействующих форм азотных удобрений — мочевины и сульфата аммония с защитным покрытием. Применение этих удобрений, по данным БелНИИЦА, позволит уменьшить вымывание из почвы азота и водоразворимого гумуса на 30%, накопление нитратов в картофеле, овцах и кормовых культурах на 15—30%, суммарные затраты энергии на тонну прироста урожая в среднем на 25%.

Фосфорные удобрения способствуют формированию высокого урожая всех сельскохозяйственных культур. Однако в связи с высокой стоимостью этих удобрений дозы их внесения должны определяться в строгом соответствии с содержанием подвижного фосфора в почве. Применение калийных удобрений рентабельно под все культуры за исключением отдельных полей с очень высоким его содержанием в почве. Однако во всех случаях должен быть обеспечен возврат в почву фосфора и калия, вынесенных с отчуждаемой частью урожая.

В связи с дефицитом оборотных средств на ближай-



ший период возрастает роль дифференцированного применения фосфорных и калийных удобрений с учетом содержания P_2O_5 и K_2O в почвах, что позволит обеспечить наиболее высокую окупаемость затрат и воспроизводство плодородия почв. Опыты последних лет показали, что на основных массивах почв с содержанием фосфора ниже оптимального уровня дозы фосфорных удобрений должны быть в пределах от 120 до 200%, а калия — 100–140% от выноса этих элементов с урожаями. Внесение такого количества удобрений позволит получить наиболее высокую окупаемость и не допустить снижения достигнутого уровня плодородия почв.

В настоящее время в развитых странах прослеживается тенденция к увеличению в ассортименте доли комплексных удобрений. В частности, в Японии доля комплексных удобрений в общих объемах производства удобрений составляет 66%, в Финляндии — 90%, Польше — 75%. В Беларуси доля комплексных удобрений в общем их ассортименте в настоящее время составляет 4%, а в перспективе ее следует увеличить по меньшей мере до 25–30%.

Для интензивного возделывания сельскохозяйственных культур необходимо использовать удобрения с заданным соотношением N:P:K для различных культур и почв, что позволит более полно реализовать научные рекомендации в хозяйствах и повысить окупаемость вносимых туков.

Применение комплексных минеральных удобрений взамен простых форм экономически оправдано, если учесть, что это дает возможность более равномерно внести удобрения по площади поля, снизить уплотнение почвы, несколько уменьшить потребность в туконысевающих машинах, а также гарантировать внесение всех элементов питания в заданном соотношении.

Характерными особенностями туковой промышленности в развитых странах является повышение концентрации питательных элементов в удобрениях и увеличение доли комплексных форм, включающих 2–3 микроэлемента и микродобавки. Это в известной мере связано с энергосбережением, т.к. при увеличении содержания действующего вещества в удобрениях и применении комплексных форм уменьшаются затраты на транспортировку, хранение и внесение единицы питательных элементов и повышается окупаемость капталазложений.

Вопросы для самоконтроля

1. Расскажите о роли Ломоносова, Боготова, Комова и других российских ученых в создании науки о питании растений и приемы удобрения.
2. Какой вклад зарубежные ученые внесли в развитие агрохимической науки и в чем он состоял?
3. Что сделали для становления агрохимии А. Н. Энгельгардт, Д. И. Менделеев, К. А. Тимирязев и Д. Н. Прянишников?
4. Расскажите об истории современной агрохимии.
5. Что изучает агрохимия? Назовите методы агрохимических исследований.
6. Расскажите о значении и применении удобрений в мировом сельском хозяйстве и Беларуси.