

НАУЧНО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ В РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЯХ

Л. М. Державин, ВНИИА

Оптимизация минерального питания сельскохозяйственных культур – необходимое условие высокой продуктивности и устойчивости земледелия, обеспечения продовольственной безопасности. Основная задача оптимизации минерального питания – обеспечение для растений оптимальных уровней, соотношений и форм питательных элементов в почве. Это достигается интегрированным, экологически и экономически обоснованным применением удобрений при максимальном использовании биологических факторов повышения плодородия почвы, оптимизацией реакции почвенной среды и фитосанитарного состояния, высокой культурой земледелия. Повышение эффективности удобрений, улучшение качества продукции растениеводства возможны только при научно обоснованных дозах, сроках и способах внесения удобрений, строгом соблюдении агротехнических требований к качеству полевых работ.

Центральное место в проектировании применения удобрений занимает научно обоснованный расчет их рациональных доз, от которых зависят не только уровень оплаты единицы питательных элементов приростом урожая, но и действие удобрений на окружающую среду, качество и безопасность продукции, агроэкологические условия. Агрохимической наукой разработано около 50 методов расчета доз минеральных удобрений [1]. Пригодность их для использования в практических целях зависит от объективности имеющейся исходной информации для расчетов применительно к конкретным почвенно-климатическим условиям и культурам. Сложность расчета потребности растений в минеральных удобрениях связана с тем, что содержание в почве подвижных форм питательных элементов, особенно минерального азота, в течение вегетационного периода изменяется в широких пределах в зависимости от погодных условий и происходящих в ней биологических, физико-химических, химических и других процессов. Даже при одном и том же уровне урожайности потребность растений в элементах питания непостоянна и зависит от многих факторов – биологических и сортовых особенностей культур, водного, воздушного и теплового режимов и др. При разных условиях произрастания изменяется также способность растений использовать элементы питания из почвы и удобрений. Поэтому расчет рациональных годовых доз минеральных удобрений – сложнейшая задача агрохимии и ее нельзя решать упрощенно, исходя только из потребности (выноса) растений в тех или иных элементах питания и содержания доступных для растений форм питательных элементов в пахотном слое и во внесенных органических удобрениях.

В агрохимической службе наиболее распространены следующие методы расчета годовых доз минеральных удобрений:

1 – по нормативам затрат удобрений (N, P₂O₅, K₂O) на единицу урожая;

2 – по нормативам выноса питательных элементов единицей урожая основной продукции с учетом соответствующего количества побочной;

3 – балансово-расчетный метод по выносу питательных элементов на единицу урожая, коэффициентам использования их растениями из удобрений и запасов подвижных форм в пахотном слое почвы.

Для расчета доз удобрений указанными методами разработаны соответствующие усредненные по экономическим районам нормативные показатели [2, 3]. Они требуют постоянной корректировки с учетом уровня культуры земледелия, использования новых сортов и гибридов интенсивного типа, технологий возделывания сельскохозяйственных культур (ресурсосберегающие, высокие, точные и др.), а также дифференцирования применительно к конкретным почвенно-климатическим условиям хозяйства с учетом результатов комплексного мониторинга плодородия почв и оперативного мониторинга в течение вегетации растений [4,5].

При любых методах расчета доз минеральных удобрений, как правило, учитывают величину планируемой (программируемой) урожайности сельскохозяйственных культур, содержание в почве подвижных (доступных для растений) форм элементов питания, и проводят корректировку доз азотных удобрений в соответствии с результатами почвенно-растительной диагностики. Кроме того, годовые дозы азотных, фосфорных и калийных удобрений, разработанные по нормативам затрат удобрений и выноса элементов питания единицей урожая основной продукции с учетом побочной следует корректировать путем использования поправочных коэффициентов на гранулометрический состав, содержание в почве доступных форм питательных веществ, предшественники и их удобренность, реакцию почвенной среды, степень эродированности (дефлированности) почв и другие условия. Нормативы затрат удобрений и выноса питательных веществ из расчета на 1 т основной продукции с учетом побочной, а также величины соответствующих поправочных коэффициентов определяют по данным краткосрочных и стационарных полевых опытов с удобрениями, проводимых на опытных полях и непосредственно на землях хозяйств в условиях производства.

Во избежание загрязнения водоемов удобрениями их использование в водоохранной зоне не допускается. Ширина водоохранной зоны зависит от типа водисточников на территории хозяйства и находится в пределах 50-500 м [6]. Расчетные годовые дозы удобрений, особенно азотных, не должны быть выше максимальных экологически безопасных [7].

При расчете годовых доз азотных, фосфорных и калийных минеральных удобрений по нормативам затрат удобрений на получение единицы урожая основной продукции с учетом соответствующего количества побочной приходится пользоваться нормативами 25-летней давности [2]. За этот период произошли существенные изменения в плодородии почв, технологии возделывания культур, появились новые районированные сорта и гибриды интенсивного типа, что требует соответствующей корректировки указанных нормативов. На их обновление требуется соответствующее дополнительное финансирование для проведения полевых опытов с удобрениями в необходимых объемах.

Что касается расчетно-балансового метода определения годовых доз удобрений по выносу питательных веществ планируемым урожаем с применением коэффициентов использования питательных веществ из удобрений и из пахотного слоя почвы (3), то величины этих показателей характеризуются сильной вариативностью, достигающей 60-80% и более, что может привести к грубым ошибкам при расчетах [1].

Поэтому в современных условиях более приемлем метод расчета годовых доз минеральных удобрений по выносу питательных элементов планируемым (программируемым) урожаем с введением соответствующих поправочных коэффициентов на почвенные условия, предшественники, их удобренность и др. При этом необходимо учитывать последствие фосфора и калия минеральных удобрений, а также азота, фосфора и калия органических удобрений, внесенных под предшествующие культуры и потребность в фосфорных и калийных удобрениях для доведения содержания подвижных форм фосфора и калия в почве до рациональных уровней [8].

Необходимое условие повышения продуктивности и устойчивости земледелия, улучшения агроэкологических условий – научно обоснованное сочетание минеральных и органических удобрений. За счет внесения минеральных удобрений происходит прямая компенсация потерь почвой питательных веществ, если другие факторы (биологические, агротехнические) не обеспечивают рациональный уровень их содержания. Органические удобрения, включая пожнивнокорневые остатки, солому, служат основным источником гумуса и оказывают положительное влияние на биологические, агрофизические, водные, воздушные, тепловые и другие свойства почвы, являясь одновременно источником энергии и питания для микроорганизмов и растений после их минерализации. При этом наибольшее значение для питания имеет лабильная часть гумуса. Для обеспечения бездефицитного баланса гумуса необходимо вносить за год на 1 га пашни на дерново-подзолистых песчаных и супесчаных почвах в среднем 15-20 т органических удобрений в пересчете на подстилочный навоз, на суглинистых, соответственно, 10-12 т, на черноземах в зависимости от их подтипа – 4-8, на каштановых почвах – 4-5 т. На орошаемых землях органические удобрения применяют в более высоких дозах по сравнению с неорошаемыми. Органические удобрения вносят, как правило, на 2-3 поля севооборота под наиболее отзывчивые на них культуры (овощные, картофель, кормовые корнеплоды, силосные, в паровых полях под озимые зерновые культуры и др.). При одностороннем использовании только органических или только минеральных удобрений нельзя добиться высокой устойчивой продуктивности сельскохозяйственных культур.

При проектировании применения удобрений в интенсивных агротехнологиях необходимо руководствоваться

основными законами земледелия: равнозначности и незаменимости факторов жизни растений, в том числе элементов питания; минимума или ограничивающего урожая; фактора; возврата питательных элементов; совокупного действия факторов жизни растений. Несоблюдение основных законов земледелия ведет к необратимой деградации земель сельскохозяйственного назначения со всеми негативными последствиями.

Только при расширенном масштабном круговороте в почве соединений органического углерода (гумуса), азота, фосфора, калия, кальция, магния, серы и микроэлементов возможны высокопродуктивное сельское хозяйство и обеспечение продовольственной независимости России. С помощью контроля за круговоротом путем систематического определения баланса питательных элементов при любых методах расчета доз удобрений можно более объективно охарактеризовать агроэкологические условия, состояние земледелия и сельскохозяйственного производства в целом.

В современных условиях при семикратном сокращении внесения навоза и компостов на его основе по сравнению с доперестроечным периодом еще больше возрастает роль минеральных удобрений. В то же время при переходе на рыночные отношения объемы их применения в отечественном земледелии в 6-10 раз сократились по сравнению с 1990 г. из-за диспаритета цен на сельскохозяйственную продукцию и средства производства (услуги), неплатежеспособности хозяйств и других неблагоприятных для сельского хозяйства экономических условий. Это негативно сказалось на балансе питательных веществ. По нашим расчетам, в последние годы даже при низких урожаях и объемах применения органических и минеральных удобрений интенсивность баланса NPK в земледелии составляет менее 20%. В последние годы из почвы ежегодно отчуждается без соответствующего возмещения более 10 млн т NPK без учета непроизводительных расходов питательных веществ сорняками в объеме около 4-5 млн т.

Один из самых сложных элементов питания растений – азот. Как избыток, так и недостаток доступного для растений азота в почве приводит к снижению урожая и качества растениеводческой продукции. Оптимизацию азотного питания растений осуществляют по результатам ежегодной почвенно-растительной диагностики азотного питания в течение вегетационного периода. Наиболее благоприятная для сельскохозяйственных культур интенсивность баланса азота – 80-110%. При интенсивности баланса ниже 80% происходят ухудшение агрофизических свойств почв в связи с усилением минерализации гумуса, снижение урожайности и качества продукции (снижение белка в зерне и ухудшение его технологических свойств). При интенсивности баланса более 110% усиливаются денитрификация и вымывание азота, потери обменного и водорастворимого кальция, закисление почв, нитратное загрязнение водоисточников и продукции растениеводства. Интенсивность баланса фосфора при низком содержании в почве подвижных форм этого элемента должна составлять не менее 200%, при среднем – 150, при высоком и очень высоком – 80-100% на почвах легкого гранулометрического состава и тяжелого – 40-100% в зависимости от содержания в почве подвижного фосфора. Интенсивность баланса калия должна составлять 130-150% при низком содержании в почве его подвижных форм. При достижении рациональных уровней содержания в почве подвижных форм фосфора и калия их следует поддерживать путем внесения соответствующих количеств фосфорных (калийных) удобрений. Исследования отечественных и зарубеж-

ных ученых и производственный опыт свидетельствуют, что создание в почве рациональных уровней содержания фосфора и калия за счет применения удобрений более важно для формирования высоких урожаев, чем внесение повышенных доз удобрений на бедных почвах непосредственно под культуру [8].

Наряду с основными элементами питания (N, P и K) большую роль в обеспечении сбалансированного питания растений, повышении урожайности и качества продукции играют также сера, магний, кальций и микроэлементы, при недостатке которых в почве необходимо вносить соответствующие виды удобрений [8]. По расчетам ВНИИА, оптимальная потребность в минеральных удобрениях отечественного сельского хозяйства составляет 26,4 млн т д.в., в том числе N – 10,1, P₂O₅ (включая фосфоритную муку) – 9,0, K₂O – 7,3 млн т при соотношении 1: 0,89: 0,72. Однако отечественному сельскому хозяйству поставляется лишь 15-17% производимого в России количества минеральных удобрений, а остальное идет на экспорт. В 2005-2008 гг. объемы внесения минеральных удобрений (1527-2271 тыс. т д.в. в год) не могли даже обеспечить возделывание сельскохозяйственных культур по экстенсивным технологиям.

За последние два десятилетия катастрофически сократились работы по химической мелиорации почв, несмотря на значительное закисление почв даже в Центрально-Черноземной зоне, что приводит к снижению эффективности применения удобрений, особенно азотных, на 40-50% и ухудшению качества урожая. В целом по стране объемы агрохимических работ сократились в среднем почти в 10 раз.

В современных условиях в связи с острым недостатком минеральных удобрений большое значение имеет правильное распределение их ограниченных ресурсов в хозяйствах по культурам, полям (участкам). Для получения наибольшего дохода от применения минеральных удобрений их распределяют в хозяйствах по наиболее важным культурам и способам внесения для построения ряда приоритетности в порядке убывания экономической эффективности (рентабельности). Алгоритм распределения скользящий, т.е. распределение удобрений заканчивается после определенного конечного числа шагов. Количество минеральных удобрений выражают в пересчете на 100%-ное содержание д.в. (N, P₂O₅, K₂O).

В пределах одной культуры для получения наибольшей отдачи от азотных минеральных удобрений при их ограниченных ресурсах в первую очередь их используют на полях (участках), характеризующихся меньшим содержанием в почве гумуса, меньшей кислотностью, более обеспеченных подвижными фосфором, подвижным калием, меньшей засоренностью посевов, а также при возделывании сортов и гибридов интенсивного типа. Фосфорные и калийные минеральные удобрения при прочих равных условиях вносят прежде всего на поле (участке), характеризующемся более низким содержанием подвижного фосфора (для фосфорных удобрений) и подвижного калия (для калийных удобрений), меньшей кислотностью, более высоким содержанием в почве гумуса и доступных для растений форм азота, меньшей засоренностью посевов.

Ограниченные ресурсы минеральных удобрений следует использовать в первую очередь на полях (участках) с приоритетными способами их внесения (азотная подкормка озимых зерновых культур, рядковое внесение фосфорных удобрений при посеве, комплексное применение минеральных удобрений и других средств химизации в орошаемом земледелии при дождевании и др.).

Только при экологически и экономически обоснованном применении минеральных удобрений и других средств химизации возможны повышение продуктивности и устойчивости земледелия, улучшение агроэкологических условий, повышение плодородия почв, а также производительности труда, что особенно важно при переходе на рыночные отношения. Каждый человеко-час, затраченный на производство минеральных удобрений в промышленности, сохраняет до 255 человеко-часов в сельском хозяйстве. В современных условиях трудоемкость производства сельскохозяйственной продукции в России в несколько раз выше, чем в развитых зарубежных странах при широких химизации, механизации и мелиорации сельскохозяйственного производства. Необходимым условием модернизации сельскохозяйственного производства, перехода на интенсивные ресурсосберегающие и современные агротехнологии является переход на проведение комплексного мониторинга плодородия почв, включая оперативный мониторинг в течение вегетационного периода [4,5]. При использовании их результатов при проектировании и реализации в производстве интегрированного применения минеральных удобрений, пестицидов и других средств химизации, системном подходе и учете всех других факторов жизни растений (пищевой, воздушный, тепловой и водный режимы), фитосанитарного, эколого-токсикологического состояния почв и посевов, климатических и погодных условий и высокой культуре земледелия возможно повышение урожайности в 1,8-2,0 раза и более при высоком качестве и безопасности продукции.

Таким образом, в нашей стране имеется реальная возможность обеспечения продовольственной безопасности в ближайшие годы. Для этого требуется создать для сельского хозяйства благоприятные экономические, социальные и демографические условия, удовлетворить потребность хозяйств в необходимых средствах производства, повысить культуру земледелия, обеспечить дальнейшее совершенствование агрохимического обслуживания сельскохозяйственного производства с учетом рыночных отношений и экологических аспектов.

Литература

1. *Державин Л.М., Литвак Ш.И., Седова Е.В.* Современные методы определения доз минеральных удобрений (обзорная информация). - М.: ВНИИТЭИагропром, 1988 - 44 с.
2. *Минеев В.Г., Державин Л.М., Попова Р.Н. и др.* Нормативы для определения потребности сельского хозяйства в минеральных удобрениях – М.: МСХ СССР, 1985, 338 с.
3. *Державин Л.М., Попова Р.Н., Дегтярева Н.И. и др.* Нормативы выноса элементов питания сельскохозяйственными культурами. - М.: МСХА, 1991, 66 с.
4. *Сборник* отраслевых стандартов ОСТ 10294-2002 – ОСТ 10 297-2002. Показатели состояния плодородия почв по основным природно-сельскохозяйственным зонам Российской Федерации – М., ФГНУ «Росинформагротех», 2002, 160 с.
5. *Методические* указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. – М., ФГНУ «Росинформагротех», 2003, 240 с.
6. *Положение* о водоохраных зонах водных объектов и их прибрежных полосах /Утверждено постановлением Правительства Российской Федерации от 23 ноября 1996 г. № 1404.
7. *Державин Л.М., Попова Р.Н., Дегтярева Н.И. и др.* Нормативы, регламентирующие дозы минераль-

ных удобрений в интенсивном земледелии.- М, МСХА, 1990, 28 с.

8. *Рекомендации* по проектированию интегрированного применения средств химизации в ресурсосбере-

гающих технологиях адаптивно-ландшафтного земледелия. Под ред. А.Л.Иванова, Л.М.Державина – М., ФГНУ «Росинформагротех», 2010, 461 с.
