

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ В АГРОЦЕНОЗАХ

В. С. АСТАХОВ, д-р техн. наук, профессор кафедры
Г. О. ИВАНЧИКОВ, аспирант

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Применение минеральных удобрений – одно из основных условий повышения урожайности сельскохозяйственных культур, а также важное звено технологий их выращивания. Использование удобрений позволяет возвращать и вовлекать в круговорот питательные вещества взамен изъятых из агроценозов с основной и побочной продукцией, обеспечивая таким образом определенную устойчивость производственных процессов [1, 9, 16–18].

Основная часть. По оценке многих специалистов, 50–60 % сельскохозяйственной продукции в странах с развитым сельским хозяйством получают в результате применения минеральных удобрений [9]. Статистические данные свидетельствуют о том, что в настоящее время за счет продукции, получаемой с помощью удобрений, обеспечивается пищей каждый четвертый житель нашей планеты. Следовательно, отказ от применения агрохимикатов вызвал бы значительное сокращение производства продуктов питания. Речь может идти только об усовершенствовании технологий применения средств химизации, при которых исключались бы нежелательные последствия [3, 4].

Минеральные удобрения оказывают прямое и косвенное действие на сельскохозяйственные культуры, на почвенную биоту и, кроме того, на развитие биологических процессов в природных водах. Неблагоприятное влияние удобрений на окружающую природную среду, те или иные компоненты агроценозов может быть самое различное: загрязнение почв, поверхностных и грунтовых вод, усиление эвтрофирования водоемов, уплотнение почв; нарушение круговорота и баланса питательных веществ, ухудшение фитосанитарного состояния посевов и развитие болезней растений, снижение продуктивности сельскохозяйственных культур и качества получаемой продукции и т. д.

Внесение удобрений интенсифицирует микробиологические процессы в почвах [11, 16]. Однако чрезмерная активизация микробиологических процессов может иметь негативные экологические послед-

ствия, приводя к ухудшению физико-химических и биологических свойств почв. Кроме того, увеличивается доля микроскопических грибов (в том числе патогенов) в структуре микробного ценоза. Это грозит опасностью образования микотоксинов в почве и продуктах питания.

Основными причинами загрязнения окружающей среды удобрениями считают несовершенство организационных форм, а также технологий транспортировки, хранения, тукосмешения и применения удобрений, нарушение агротехнологии их внесения в севообороте и под отдельные культуры (в том числе неумеренное или несбалансированное), несовершенство самих удобрений, их химических, физических и механических свойств [5, 14].

Среди удобрений по содержанию основных компонентов выделяют азотные, калийные, фосфорные, известковые, сложные, а также микроудобрения [16].

Азот – основной элемент питания растений, поэтому вполне закономерно, что азотные удобрения относятся к базисным компонентам химизации земледелия. Для получения не только высоких, но и высококачественных урожаев необходимо вносить в почву органические и минеральные азотные удобрения. Однако, при несбалансированности элементов питания, нарушении водного режима, недостаточной освещенности и других неблагоприятных условиях высокие дозы азотных удобрений могут привести к снижению почвенного плодородия и загрязнению продуктов питания нитратами [6, 8].

Применение высоких доз азотных удобрений вызывает быструю минерализацию гумуса, азотсодержащих соединений почвы, рост газообразных потерь азота в ходе денитрификации и нитрификации, накопление нитратов в компонентах биогеоценоза. В результате денитрификации образуется диоксид азота, эмиссия которого в атмосферу приводит к уменьшению озонового слоя, защищающего живые организмы от жесткого ультрафиолетового облучения.

Проблема нитратов в сельскохозяйственной продукции тесно связана с низкой культурой земледелия. Неграмотное применение азотных минеральных удобрений в высоких и сверхвысоких дозах ведет к тому, что избыток азота в почве вызывает поступление нитратов в растения в больших количествах. Кроме того, азотные удобрения способствуют увеличению поступления из самой почвы нитратов, образующихся при минерализации органического вещества [2, 16].

В последние годы отчетливо прослеживается тенденция увеличения производства сельскохозяйственной продукции (особенно овощной) с

повышенным содержанием нитратов. Накопление нитратов в растениях происходит в результате того, что поглощенный азот не полностью расходуется на синтез аминокислот и белков (т. е. не все поглощенные нитраты восстанавливаются до аммиака).

Причиной нарушения процессов ассимиляции нитратов в растении могут служить до 20 факторов, среди них такие, как сроки, формы и дозы внесения удобрений, метеорологические условия, сортовые различия, сроки посадки и густота стояния растений, качество известкования, наличие и соотношение различных питательных веществ и т. д.

Недостаток магния и серы в растении, молибдена и марганца в почве, а также снижение температуры воздуха, которое приводит к падению активности нитратредуктазы, также способствует накоплению нитратов. Увеличение доз азотных удобрений приводит не только к повышению содержания нитратов в продукции, но и к снижению в ней содержания витамина С, сахаров и других веществ, а, следовательно, и ее биологической ценности [5].

Нитраты в растениях распределяются неравномерно. В генеративных органах нитраты отсутствуют или содержатся в меньших количествах, чем в вегетативных. В корне, стебле и черешках листьев нитратов значительно больше, чем в листовой пластинке. Активное накопление нитратов отмечается в сочных овощных и бахчевых культурах.

Для создания условий, благоприятствующих получению полноценного урожая, необходимо наличие в почве достаточного количества доступного фосфора. Однако примерно 1/3 посевной площади Республики Беларусь характеризуется низким и очень низким содержанием этого элемента. Кроме того, если дефицит азота можно компенсировать внесением органических удобрений или фиксацией атмосферного азота, то недостаток фосфора можно устранить только внесением минеральных удобрений [9, 16].

С фосфорными удобрениями в почву попадают многочисленные токсичные элементы, малоподвижные в почвенной среде. Кроме того, в фосфорных удобрениях содержатся токсичные соединения фтора. Большая часть фосфора, используемого как удобрение, остается в почве, так как связывается с содержащимися в ней кальцием, алюминием, железом. Результаты проводившихся исследований свидетельствуют о наличии в природных фосфатах радиоактивных элементов – урана, радия. По существующим кислотным способам переработки природного фосфатного сырья основная часть фтора, а также весь стронций остаются в удобрениях и попадают вместе с ними в почву.

Калийные удобрения содержат так называемые балластные элементы (Cl, Na), которые могут накапливаться в почве при систематическом применении повышенных доз удобрений, снижая ее плодородие. Эти элементы попадают в грунтовые воды, повышая в них концентрацию солей. Немалую опасность вызывают содержащиеся в калийных удобрениях металлы (Cd, Hg, Pb, Al), которые могут накапливаться в живых организмах, проникать в грунтовые воды и т. д. [7, 9, 16].

Для предотвращения больших потерь K и загрязнения поверхностных и грунтовых вод калийные удобрения следует вносить под основную обработку почвы.

В настоящее время пока отсутствуют радикальные способы борьбы с загрязнением окружающей среды нитратами и фосфатами минеральных удобрений. Однако разработано достаточно эффективных частных способов и приемов, позволяющих исключить ущерб, причиняемый ими природе и человеку. Прежде всего, должны соблюдаться правила хранения, транспортировки и применения удобрений.

Как показывает мировая практика, отрицательные последствия обусловлены не самими удобрениями как таковыми, а главным образом ошибками, допускаемыми при их производстве, хранении, транспортировке и применении. В профилактике загрязнения окружающей среды большое значение имеют рациональные технологии применения удобрений (правильный выбор дозы, сроки и способы внесения, способы регулирования процессов нитрификации, использование высококонцентрированных удобрений и др.). Не рекомендуется вносить азотные удобрения без заделки в почву [13, 15].

Снижение потерь питательных элементов минеральных удобрений вследствие вымывания можно достичь как агротехническими, так и химическими способами. Среди последних представляет интерес применение медленнодействующих удобрений, питательные элементы которых усваивались бы растениями постепенно, в течение всего периода вегетации – капсулированных удобрений.

В системе удобрений важное значение имеют органические удобрения [10]. Но создать высокопродуктивные почвы только за счет органических удобрений невозможно. При достаточном количестве органических удобрений в хозяйстве баланс гумуса в почве может быть положительным, однако обеспечение бездефицитного баланса фосфора и калия без применения минеральных удобрений достаточно проблематично. Кроме того, даже систематическое применение органических удобрений не позволяет добиться оптимального соотношения основ-

ных элементов питания в определенные периоды роста и развития, поскольку все культуры на первых фазах развития требуют обязательного наличия фосфора, озимые – весенней подкормки азотными удобрениями, многолетние травы – поукосного удобрения и т. д. [9, 16].

Питательные вещества из минеральных удобрений (особенно из азотных и частично калийных) максимально используются растениями почти сразу же после их внесения, а из органических – постепенно, по мере минерализации органического вещества. Поэтому при необходимости быстрого воздействия на питание растений следует вносить минеральные удобрения. Если последние в основном улучшают питательный режим почвы, то органические удобрения наряду с этим обогащают ее гумусом, улучшают физико-химические свойства, увеличивают активность почвенной микрофлоры.

Внесение органических удобрений в сочетании с минеральными превосходит по своей эффективности воздействие эквивалентного количества питательных веществ, применяемых раздельно органических или минеральных удобрений.

Также важным условием повышения продуктивности использования минеральных удобрений является применение современных машин и агрегатов. Особое внимание стоит обратить на применение агрегатов с дифференцированным способом ввода твердых минеральных удобрений [3, 5, 12].

Заключение. Использование органоминеральной системы удобрений в сочетании с другими агротехническими и биологическими приемами создает надежную основу для повышения плодородия почв, роста урожайности сельскохозяйственных культур, регулирования качества продукции и минимизации отрицательного воздействия на окружающую среду.

ЛИТЕРАТУРА

1. Астахов, В. С. К вопросу значимости минеральных удобрений в управлении производственным процессом и повышении их эффективности при использовании различных машин и способов внесения / В. С. Астахов, Г. О. Иванчиков // Вестн. БГСХА. – 2022. – № 2. – С. 192–194.
2. Астахов, В. С. К вопросу учета физико-механических свойств твердых минеральных удобрений при разработке перспективных машин для их внесения / В. С. Астахов, Г. О. Иванчиков // Молодежь и инновации – 2022. – Горки, 2022. – С. 91–94.
3. Астахов, В. С. Концептуальные проблемы механизации дифференцированного внесения твердых минеральных удобрений и пути их решения / В. С. Астахов, Г. О. Иванчиков. – Горки: БГСХА, 2023. – 45 с.

4. Астахов, В. С. Проблемы применения систем точного земледелия при дифференцированном внесении твердых минеральных удобрений и пути их решения / В. С. Астахов, Г. О. Иванчиков // Вестн. БГСХА. – 2022. – № 1. – С. 133–136.
5. Астахов, В. С. Экологические аспекты химизации почвы / В. С. Астахов, В. В. Гусаров, Г. О. Иванчиков // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2023. – Вып. 8. – С. 34–39.
6. Босак, В. Н. Влияние минеральных удобрений на накопление нитратов и урожайность пряно-ароматических и зеленных культур / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко, М. П. Акулич // Овощеводство. – 2019. – Т. 27. – С. 18–24.
7. Босак, В. Н. Калийные удобрения / В. Н. Босак // Республика Беларусь: энциклопедия. – Минск, 2006. – Т. 3. – С. 840.
8. Босак, В. Н. Ограничение доз азотных удобрений при возделывании зеленных, пряно-ароматических и эфирно-масличных культур / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко, М. П. Акулич // Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России. – Красноярск, 2022. – С. 196–199.
9. Босак, В. Н. Оптимизация питания растений / В. Н. Босак. – Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2012. – 203 с.
10. Босак, В. Н. Органические удобрения / В. Н. Босак. – Пинск: ПолесГУ, 2009. – 256 с.
11. Влияние удобрений на фосфатный режим и микробиологическую активность почвы / А. Ф. Минаковский [и др.] // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур. – Горки: БГСХА, 2021. – С. 226–229.
12. Иванчиков, Г. О. К вопросу выбора пневматической системы для равномерно-го внесения гранулированных минеральных удобрений / Г. О. Иванчиков, В. С. Астахов // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2022. – Вып. 7. – С. 262–267.
13. Пронин, А. Ф. Заделка минеральных удобрений почвообрабатывающими машинами / А. Ф. Пронин // Известия ТСХА. – 1964. – № 6. – С. 30–35.
14. Сачыўка, А. В. Экалагічная рызыка пры выкарыстанні ўгнаенняў у аграэнозах / А. В. Сачыўка, В. М. Босак // Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2024.
15. Сендряков, О. В. Качество и способы внесения удобрений – важные факторы повышения их эффективности / О. В. Сендряков, Л. С. Кубарева // Основные условия эффективного применения удобрений. – Москва: Колос, 1983. – С. 9–12.
16. Справочник агрохимика / В. В. Лапа [и др.]. – Минск, 2007. – 390 с.
17. Bosak, V. N. Agrochemische und biotechnologische Methoden des Sojabohnenanbaus in Weißrussland / V. N. Bosak, T. V. Koloskova, V. V. Bosak // Nährstoff- und Wasserversorgung der Pflanzenbestände unter den Bedingungen der Klimaerwärmung. – 2014. – S. 55–58.
18. Lapa, V. Impact of fertilization on fertility of Podzoluvisol and crop rotation productivity / V. Lapa, V. Bosak, A. Smeyanovich // Eurosoil. – 2004. – P. 412.

Анотацыя. Рассмотрены проблемы при использовании удобрений в сельском хозяйстве. Предложены варианты для улучшения качества внесения минеральных и органических удобрений.

Ключевые слова: химизация, почва, сельское хозяйство, экология, удобрения.