

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ХИМИЗАЦИИ ПОЧВЫ

В. С. АСТАХОВ, д-р техн. наук  
В. В. ГУСАРОВ, канд. техн. наук, доцент  
Г. О. ИВАНЧИКОВ, аспирант

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

**Введение.** Применение 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, 4, 5, 9, 12, 24].

**Основная часть.** По оценке многих специалистов, 50–60 % аграрной продукции в странах с развитым сельским хозяйством получают в результате применения минеральных удобрений [7, 15].

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 удобрений вызвал бы значительное сокращение производства продуктов питания. Речь может идти только об усовершенствовании технологий применения средств химизации, при которых исключались бы нежелательные последствия [3].

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 эвтрофикации 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. Однако чрезмерная активизация микробиологических процессов может иметь негативные экологические последствия, приво-

дя к ухудшению физико-химических и биологических свойств почв.

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, несовершенство самих удобрений, их химических, физических и механических свойств.

Среди минеральных удобрений по содержанию основных компонентов выделяют азотные, калийные, фосфорные, известковые, а также микроудобрения [22].

Азот – основной элемент питания растений, поэтому азотные удобрения относятся к базисным компонентам химизации земледелия. Для получения высоких урожаев с хорошим качеством товарной продукции необходимо вносить в почву минеральные азотные удобрения, а также различные виды органических удобрений. Однако при несбалансированности элементов питания, нарушения водного режима, недостаточной освещенности и других неблагоприятных условиях, высокие дозы азотных удобрений могут привести к снижению почвенного плодородия и загрязнению продуктов питания нитратами.

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. 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. 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) [10].

Причиной нарушения процессов ассимиляции нитратов в растениях могут служить до 20 факторов, среди них такие, как сроки, формы и дозы внесения удобрений, метеорологические условия, сортовые раз-

личия, сроки посадки и густота стояния растений, качество известкования, наличие и соотношение различных питательных веществ и т. д.

Недостаток магния и серы в растениях, 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 [17, 19].

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 трети посевной площади Беларуси характеризуется 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 [22].

С фосфорными удобрениями в почву могут попадать токсичные элементы, например, соединения фтора. Большая часть фосфора, используемого как удобрение, остается в почве, так как связывается с содержащимися в ней кальцием, алюминием, железом. Результаты проведенных 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 (хлористый калий, калийная соль) 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. Для предотвращения больших потерь калия на связанных почвах его следует вносить под основную обработку почвы [6, 22].

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 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 с малым количеством балластных веществ и др.). Не рекомендуется вносить азотные удобрения без заделки в почву [21].

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, а также использование ингибиторов нитрификации [13, 22].

В системе удобрений важное значение имеют органические удобрения [8, 11, 16]. Но обеспечить высокие и устойчивые урожаи сельскохозяйственных культур только за счет органических удобрений достаточно проблематично, особенно в условиях дерново-подзолистых почв.

Кроме того, даже систематическое применение органических удобрений не позволяет добиться оптимального соотношения основных элементов питания в определенные периоды роста и развития, поскольку все культуры на первых фазах развития требуют обязательного наличия фосфора, озимые – весенней подкормки азотом [22].

Питательные вещества из минеральных удобрений 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 только в виде органических или минеральных удобрений [7, 9].

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 [2, 14, 18, 20].

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

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Астахов, В. С. К вопросу значимости минеральных удобрений в управлении производственным процессом и повышение их эффективности при использовании различных машин и способов внесения / В. С. Астахов, Г. О. Иванчиков // Вестник 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. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 91–94.
3. Астахов, В. С. Проблемы применения систем точного земледелия при дифференцированном внесении твердых минеральных удобрений и пути их решения / В. С. Астахов, Г. О. Иванчиков // Вестник БГСХА. – 2022. – № 1. – С. 133–136.
4. Босак, В. Н. Агроэкономическая эффективность применения удобрений в зерно-пропашном севообороте / В. Н. Босак, О. Ф. Смеянович // Природнае асяроддзе Палесся: асаблівасці і перспектывы развіцця. – Брэст: Акадэмія, 2006. – Т. I. – С. 38–41.
5. Босак, В. Н. Агроэкономическая эффективность применения удобрений при возделывании технических культур / В. Н. Босак // Приемы повышения плодородия почв и эффективности удобрений. – Горки: БГСХА, 2006. – С. 30–32.
6. Босак, В. Н. Калийные удобрения / В. Н. Босак // Республика Беларусь: энциклопедия. – Минск, 2006. – Т. 3. – С. 840.
7. Босак, В. Н. Оптимизация питания растений / В. Н. Босак. – Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2012. – 203 с.
8. Босак, В. Н. Органические удобрения / В. Н. Босак. – Пинск: ПолесГУ, 2009. – 256 с.
9. Босак, В. Н. Система удобрения в севооборотах на дерново-подзолистых легкоуглинистых почвах / В. Н. Босак. – Минск, 2003. – 176 с.
10. Босак, В. Н. Содержание нитратов в растениеводческой продукции в зависимости от погодных условий и применения удобрений на дерново-подзолистой легкоуглинистой почве / В. Н. Босак, Е. Г. Мезенцева, Т. В. Дембицкая // Почвоведение и агрохимия. – 2007. – № 1. – С. 167–172.
11. Босак, В. Н. Условия эффективного применения органических удобрений / В. Н. Босак // Наше сельское хозяйство. – 2010. – № 3. – С. 28–32.

12. Босак, В. Н. Условия эффективного применения удобрений в зерновом севообороте / В. Н. Босак // Проблемы эффективного применения удобрений в зерновом севообороте. – Минск: Хата, 2000. – С. 58–62.

13. Влияние ингибиторов нитрификации на урожайность зеленой массы кукурузы на дерново-подзолистых супесчаных почвах / И. Ю. Веробей [и др.] // Научные основы и практические приемы повышения плодородия почв Урала и Поволжья. – Уфа, 1988. – С. 126.

14. Иванчиков, Г. О. К вопросу выбора пневматической системы для равномерного 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.

15. Лапа, В. В. Минеральные удобрения и пути повышения их эффективности / В. В. Лапа, В. Н. Босак. – Минск, 2002. – 184 с.

16. Марцуль, О. Н. Влияние различных видов органических удобрений на накопление гумуса в почве / О. Н. Марцуль, В. Н. Босак // Современные технологии сельскохозяйственного производства. – Гродно: ГГАУ, 2012. – С. 69–70.

17. Минюк, О. Н. Продуктивность и аминокислотный состав бобовых овощных культур в зависимости от применения удобрений / О. Н. Минюк, В. Н. Босак // Овощеводство. – 2021. – Т. 29. – С. 72–79.

18. Научно-технические основы построения машин химизации земледелия / Л. Я. Степук [и др.]. – Горки: БГСХА, 2022. – 410 с.

19. Приемы возделывания бобовых овощных культур / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2022. – 183 с.

20. Пронин, А. Ф. Заделка минеральных удобрений почвообрабатывающими машинами / А. Ф. Пронин // Известия ТСХА. – 1964. – № 6. – С. 30–35.

21. 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.

22. Справочник агрохимика / В. В. Лапа [и др.]. – Минск: Белорусская наука, 2007. – 390 с.

23. Факторы воздействия на окружающую среду / О. В. Кадацкая [и др.] // Состояние природной среды Беларуси. – Минск. 2007. – С. 298–329.

24. Bosak, V. Influence of long-term application of fertilizers on crop rotation productivity and fertility of Podzoluvisol / V. Bosak, A. Smeyanovich // Practical Solutions for Managing Optimum C and A Content in Agricultural Soils III. – Prague, 2005. – P. 6.

*Аннотация.* Для обеспечения экологического равновесия при применении средств химизации должны соблюдаться правила хранения, транспортировки и применения удобрений. В профилактике загрязнения окружающей среды большое значение имеют также рациональные технологии применения удобрений. Лучшую агроэкологическую эффективность обеспечивает использование органоминеральной системы удобрения в сочетании с другими агротехническими и биологическими приемами.

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