

Азот – один из основных элементов питания растений, недостаток которого в большинстве почв требует постоянного применения азотных удобрений для получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур и улучшения качества продукции.

Азот и его соединения играют в жизни планеты и биосферы, в формировании почвенного покрова, в продуктивности земледелия столь же важную и незаменимую роль, как и углерод.

Воздух на  $\frac{4}{5}$  состоит из азота – 78,7 % по объему, но не доступен высшим растениям. В большинстве почв азот находится в минимуме (0,02-0,4 % по массе в окультуренных почвах, до 2% в торфяниках).

Исследованиям по азотному питанию растений почти 300 лет. Впервые роль азота в питании растений была определена А.Т. Болотовым, почти за 30 лет до исследования Ю. Либиха. Выдающийся вклад в изучение азотного питания растений и применение азотных удобрений принадлежит Д.Н. Прянишникову.

С азотом связан ряд противоположностей: с одной стороны, это «нежизненный газ», а, с другой, нет жизни без азота, так как он является составной частью белков. Азот дает соединения то окисленные, то восстановленные, то кислотного, то щелочного характера; в процессах жизни растений он способен использовать разные степени окисления и восстановления, такие как азотная, азотистая кислоты, аммиак, свободный азот.

С экономической точки зрения азот является как самым дорогим элементом, если речь идет о минеральных удобрениях, так и самым дешевым, если иметь в виду азот бобовых растений.

Преобладающая часть азота почвы представлена органическими соединениями. В гумусовом горизонте в органических формах сосредоточено 93-99% всего этого элемента.

От многообразия почвенно-климатических условий зависит эффективность азотных удобрений.

В силу большой подвижности азотных соединений применение азотных удобрений приобретает глобальное значение. Недостаток азота сдерживает рост продуктивности растений, а его избыток (в виде азотных удобрений) может привести к ухудшению окружающей среды, накоплению нитратов в источниках воды и сельскохозяйственной продукции.

В этой связи при оценке эффективности азотных удобрений необходимо учитывать не только агрохимический и экономический аспекты, но и экологические последствия, т.е. влияние на окружающую среду в агробиоценозе.

Круговорот и цикл превращений азота в агроэкосистемах определяется комплексом взаимосвязанных химических, биохимических и биологических процессов:

- *фиксация* молекулярного азота симбиотическими и свободноживущими diaзотрофами;
- *минерализация* – превращение органического азота в минеральный в результате микробиологической активности почвы;
- *иммобилизация* микроорганизмами, происходит в результате включения азота в белок их собственных клеток;
- *аммонификация* – процесс разложения содержащих азот органических веществ с образованием  $\text{NH}_3$  или  $\text{NH}_4^+$ ;
- *нитрификация* – процесс микробиологического превращения восстановленных соединений азота в окисленные неорганические;
- *денитрификация* – потеря газообразных форм азота в анаэробных условиях, т.е. восстановление нитратов и нитритов почвы микроорганизмами до газообразного состояния –  $\text{N}_2\text{O}$ ;  $\text{NO}$ ;  $\text{N}_2$ .

Применение азотных удобрений является одним из наиболее эффективных приемов функционирования системы удобрение – почва – растение.

Наиболее важную роль в азотном питании растений играют нитраты. Их поступление, ассимиляция и аккумуляция в растении зависят от многих факторов: типа почвы, вида растений, погодных условий, технологии выращивания.

Существует ряд способов повышения эффективности азотных удобрений:

- создание для растения биологических условий, позволяющих максимально реализовать его генетические возможности (общее улучшение культуры земледелия);
- создание новых интенсивных сортов сельскохозяйственных культур;
- научно обоснованное размещение в севообороте, борьба с болезнями, вредителями, сорняками, применение прогрессивных технологий их внесения (дозы, сроки соотношение), известкование;
- правильный подбор ассортимента и качества азотных удобрений.

Основой агроэкологически рационального использования азота удобрений являются агротехнические приемы, направленные на регулирование кислотности почв, выбор оптимальных форм, доз и соотношений питательных веществ, сроков и способов внесения удобрений.

Известкование кислых почв улучшает условия азотного питания растений и повышает коэффициент использования азотных удобрений, сокращает потери.

Одно из главных условий повышения эффективности азотных удобрений – хорошая обеспеченность почв подвижными формами фосфора и калия.

Сроки внесения азотных удобрений во многом зависят от биологических особенностей культур, однако общим правилом является приближение сроков внесения к периоду наиболее активного роста, а значит и потребления питательных веществ растениями. В этой связи в земледелии актуально дробное внесение азотных удобрений.

Эффективность азотных удобрений во многом зависит и от равномерности их внесения, глубины заделки, а также их локализации.

Эффективность азотного питания растения обуславливается формами азотных соединений и условиями их применения.

В нейтральной среде более эффективен аммиачный азот, чем нитратный. Калий и натрий способствуют усвоению аммиака растениями.

Мобильность азота в почве, его миграция, вплоть до грунтовых вод, улетучивание в атмосферу и трансформация в почве в недоступные для растения соединения приводят к невысокому коэффициенту использования удобрений.

Создается дисбаланс азота в земледелии, ухудшаются свойства почвы, качество продукции, загрязняются водные источники, снижается устойчивость к болезням.

В полевых условиях коэффициент использования азота растениями составляет в среднем 40%.

Сельскому хозяйству поставляются азотные удобрения в различных формах: аммонийные, аммиачные, нитратные, аммонийно-нитратные, амидные.

Однако основными являются однокомпонентные формы – это аммиачная селитра и мочевины. В меньшей степени используют сульфат аммония, водный и безводный аммиак, натриевую, калиевую, кальциевую селитру, КАС и др.

Значительное количество азота поступает в форме сложных удобрений. По расчетам ВНИИ агрохимии, с урожаем зерновых 150 млн т (оптимистический сценарий развития АПК России) выносится около 7 млн т азота.

В некоторых странах повысился интерес к жидким минеральным удобрениям. Это обусловлено рядом преимуществ, которыми они обладают по сравнению с твердыми минеральными удобрениями при их внесении, а также производстве и хранении.

Для использования жидких удобрений применяют полную механизацию всех процессов, транспортировки, хранения и внесения. Их можно смешивать с микроэлементами, средствами защиты растений, регуляторами роста и развития растений. Им не свойственно слеживание, они чаще дешевле.

Во многих странах мира применение водных и безводных форм азота преобладают в земледелии, несмотря на более дорогостоящую технику для их хранения, транспортировки и внесения.

В России опытами установлено, что жидкий аммиак по своему действию на урожай культур не только не уступает твердым азотным удобрениям, но в ряде случаев превосходит их.

Кроме симбиотической и несимбиотической фиксации атмосферного азота микроорганизмами, азот из атмосферы может поступать в результате электрических разрядов, а также работы двигателей внутреннего сгорания, сжигания топлива.

Путь азота воздуха через микроорганизмы к растениям долгое время был неизвестен. Значительное количество азота воздуха фиксируется почвенными бактериями, особенно *Azotobacter clostridium*, и грибами. Бактерии хорошо фиксируют азот в аэробных условиях, грибы – в анаэробных средах.

В рисовых чеках происходит значительная фиксация азота сине-зелеными водорослями.

Однако исследованиями биологической фиксации азота установлено, что наибольшее количество азота воздуха фиксируется микроорганизмами клубеньков бобовых растений.

Симбиотические азотфиксирующие микроорганизмы предоставлены клубеньковыми бактериями рода *Rizobium*, они обеспечивают от 30 до 70 % потребности растений в азоте и могут фиксировать от 50 до 300 кг/га азота.

В балансе азота в земледелии России на долю бобовых приходится более 500 тыс. т азота.

**Гл. редактор журнала «Плодородие»  
академик РАН**



**Сычев В.Г.**