

# ВЕСТНИК БЕЛОРУССКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ АКАДЕМИИ

№1 2016

Научно-методический журнал

Издается с января 2003 г.

Периодичность издания – 4 раза в год

В соответствии с приказом Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь журнал включен в перечень научных изданий для опубликования результатов диссертационных исследований по сельскохозяйственным, техническим (сельскохозяйственное машиностроение) и экономическим (агропромышленный комплекс) наукам

УДК 631.8:631.86:633.19

## ИЗМЕНЕНИЕ АЗОТНОГО РЕЖИМА СЕРОЙ ОПОДЗОЛЕННОЙ ПОЧВЫ ПРИ ВНЕСЕНИИ ГУМИНОВЫХ УДОБРЕНИЙ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО ПРЕПАРАТА AZOTER ПОД ЯРОВУЮ ТРИТИКАЛЕ

В. И. ЛОПУШНЯК, Т. П. БОРТНИК, М. Б. АВГУСТИНОВИЧ

Львовский национальный аграрный университет

г. Дубляны, Жолковский р-н, Львовская обл., Украина, 80381

(Поступила в редакцию 12.01.2016)

Окультуривание почв тесно связано с систематическим применением удобрений, которые существенно повышают содержание общего азота и доступных его форм. Среди источников питания растений азотом большое значение принадлежит неорганическим соединениям в первую очередь, нитратным и аммонийным формам азота. Азот в форме катиона аммония – ближе к продуктам синтеза азотсодержащих веществ в растениях, чем нитраты, которые в растении в первую очередь восстанавливаются до аммиака. Аммонийный азот, который поступает в растения или образуется в них в результате восстановления нитратов и нитритов, не накапливается в растениях, но с участием углеводов и продуктов их окисления участвует в образовании аминокислот и амидов, накопление которых в больших количествах не вредит растениям. Накопление аммиака – нежелательное явление. Аминокислотам и их амидам принадлежит важное место в синтезе белков. Наряду с этим происходит процесс их распада через аминокислоты до аммиака. Таким образом, аммиак, поглощенный растением или образованный в результате восстановления нитратов, с одной стороны, является первичным исходным материалом для синтеза белков, а с другой – конечным продуктом их распада. Поэтому важным аспектом в изучении эффективности любой системы удобрения является проведение исследований влияния удобрения на азотный режим почв, а именно на содержание нитратных и аммонийных форм азота. Представлены результаты исследований влияния различных систем удобрения на азотный режим серой оподзоленной почвы. Определены условия его улучшения и доказана целесообразность использования гуминового удобрения и препарата Azoter в качестве эффективных агроприемов улучшения азотного режима почвы.

**Ключевые слова:** азотный режим, тритикале яровая, аммонийный азот, внесение удобрений, оподзоленная почва.

Soil cultivation is closely linked with the systematic use of fertilizers, which significantly increase the content of general nitrogen and its available forms. Among sources of plants nitrogen feeding, inorganic compounds are of great importance, primarily ammonium nitrate and nitric forms. Nitrogen in the form of ammonium cation is closer to products of synthesis of nitrogen compounds in plants than nitrates which at first are reduced to ammonia in the plant. Ammonium nitrogen, which enters the plant or is produced in them by the reduction of nitrate and nitrite, is not accumulated in plants, but with carbohydrates and their oxidation products is involved in the formation of amides and amino acids, accumulation of which in large quantities is not harmful to plants. Accumulation of ammonia is undesirable. Amino acids and their amides are important in protein synthesis. Along with this, there is a process of their decay through amino acids to ammonia. Thus, ammonia absorbed by the plant or formed by the reduction of nitrate, on the one hand, is the primary raw material for the synthesis of proteins, and on the other hand – the final product of their degradation. Therefore, an important aspect in the study of effectiveness of any fertilization system is to conduct research into the influence of fertilizer on soil nitrogen regime, namely the content of nitrate and ammonium forms of nitrogen. We have presented results of research into the influence of different fertilization systems on the nitrogen regime of gray podzolized soil. We have determined conditions for its improvement and proven the feasibility of using humic fertilizer and Azoter preparation as effective agricultural methods of improving soil nitrogen regime.

**Keywords:** nitrogen regime, spring triticale, ammonia nitrogen, fertilizer application, podzolized soil.

### Введение

В серых лесных почвах содержание общего азота колеблется в пределах 0,2–0,3 % [9]. Однако в почве азот находится, в основном, в недоступной для растений органической форме. Доля минерального азота составляет только около 1–2 % от его общего количества. Под влиянием микробиологических процессов органические формы азота переводятся в минеральные, доступные для растений [11]. Окультуривание почв тесно связано с систематическим применением удобрений, которые существенно повышают содержание общего азота и доступных его форм. Среди источников питания растений азотом большое значение принадлежит неорганическим соединениям, в первую очередь нитратным и аммонийным формам азота. Азот в форме катиона аммония – ближе к продуктам синтеза

азотсодержащих веществ в растениях, чем нитраты, которые в растении в первую очередь восстанавливаются до аммиака. Аммонийный азот, который поступает в растения или образуется в них в результате восстановления нитратов и нитритов, не накапливается в растениях, но с участием углеводов и продуктов их окисления участвует в образовании аминокислот и амидов, накопление которых в больших количествах не вредит растениям. Накопление аммиака – нежелательное явление. Аминокислотам и их амидам принадлежит важное место в синтезе белков. Наряду с этим происходит процесс их распада через аминокислоты до аммиака. Таким образом, аммиак, поглощенный растением или образованный в результате восстановления нитратов, с одной стороны, является первичным исходным материалом для синтеза белков, а с другой – конечным продуктом их распада [3, 11, 17].

Поэтому важным аспектом в изучении эффективности любой системы удобрения является проведение исследований влияния удобрения на азотный режим почв, а именно на содержание нитратных и аммонийных форм азота. Новыми и перспективными средствами улучшения азотного режима почв является применение микробиологических азотфиксирующих препаратов и гуминовых удобрений. Рост содержания подвижных форм азота при внесении биопрепаратов объясняется обогащением почвы бактериями-азотфиксаторами. Подтверждением этому служат результаты исследований О. В. Абрамович, О. В. Повх, которые свидетельствуют, что при использовании препарата *Azoter* наблюдается рост содержания нитратного и аммонийного азота в дерново-подзолистой почве соответственно на 31–35 и 24–26 % [1]. Положительное влияние биопрепаратов на азотный режим почвы отмечено и в исследованиях А. Н. Ботник, где показано, что их внесение при выращивании картофеля обеспечивает повышение содержания нитратных форм азота на 6,4–10,8 % и аммонийных – на 8,7–16,4 %; свеклы столовой – на 1,8–7,9 и 2,0–7,6 % соответственно [2]. Что касается влияния гуминовых удобрений на азотный режим почвы, то предыдущие исследования Т. П. Дидковской и др. [10] свидетельствуют, что при их использовании на дерново-подзолистой почве при выращивании овса на зеленую массу и редьки масличной наблюдается рост содержания нитратных форм азота на 9,5–25,0, аммонийных – 1,5–8,0 мг / кг почвы. Таким образом, источники литературы подтверждают положительный эффект от внесения микробиологических препаратов и гуминовых удобрений на улучшение азотного режима почвы. Однако вопрос эффективного их использования является недостаточно изученным, особенно при внесении под тритикале яровое.

#### **Основная часть**

Исследования проводили в течение 2012–2014 гг. в фермерском хозяйстве «Надбання», с. Конюхи Локачинского района Волынской области, расположенном в пределах почвенно-климатической зоны западной лесостепи Украины с преобладанием серых лесных и темно-серых оподзоленных почв, которые являются типичными для этой местности.

Почва исследовательского участка серая оподзоленная легкосуглинистая на лесовидных суглинках. Отбор и подготовку образцов почвы к анализу осуществляли по общепринятым в агрохимии методикам [6]. Прямое действие удобрений изучали при выращивании двух сортов яровой тритикале – Оберег Харьковский и Лосиновское – селекции Института растениеводства им. В. Я. Юрьева НААН Украины. Агротехника выращивания – общепринятая для зоны западной лесостепи Украины.

Опыт составлен согласно схеме:

1. Без удобрений (контроль).
2. Навоз, 15 т/га.
3. N75P50K90.
4. Гуминовое удобрение, 10 т/га.
5. Гуминовое удобрение, 10 т/га + N50P25K60.
6. *Azoter* + N40.
7. *Azoter* + навоз, 5 т/га.
8. Навоз, 5 т/га + N75P50K90 + гуминовое удобрение, 5 т/га.

Площадь посевого участка 40 м<sup>2</sup>, учетного 25 м<sup>2</sup>. Повторяемость в опытах трехкратная, размещение вариантов систематическое.

Гуминовое удобрение, применяемое в опытах, изготовлено на основе сапропеля, в состав которого входят соли гуминовых и фульвокислот, макро- и микроэлементов, витамины, аминокислоты и ряд других физиологически активных веществ. Содержание углерода гуминовых кислот составляет 0,24 %, углерода общего – 0,30; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0,05; K<sub>2</sub>O – 0,11 %, Нобиз – 0,2 %.

Микробиологический препарат *Azoter* содержит три вида штаммов бактерий. *Azotobacter croococcum* (1,54×1 010 КОЕ в 1 см<sup>3</sup>), которая участвует в несимбиотической фиксации азота атмо-

сферы; *Azospirillum Braziliense* ( $2,08 \times 10^9$  КОЕ в 1 см<sup>3</sup>) подвижная бактерия, которая участвует в не-симбиотической фиксации азота атмосферы и переносит температуры более + 30 °С; *Bacterium Megatherium* ( $1,58 \times 10^8$  КОЕ в 1 см<sup>3</sup>) аэробная бактерия, которая превращает важные макробиогенные элементы почвы (например, фосфор) из нерастворимых форм в доступные формы для корневой системы растений.

В вариантах, предусматривающих внесение минеральных удобрений, под основную обработку тритикале яровой использовали аммиачную селитру (д. в. 34 % N), суперфосфат гранулированный (д. в. 19 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) и калиймагнезию (д. в. 29 % K<sub>2</sub>O).

Лабораторно-аналитические исследования выполняли в научно-исследовательской лаборатории филиала кафедры агрохимии и почвоведения Львовского национального аграрного университета при Полесской опытной станции Национального научного центра «Институт почвоведения и агрохимии им. А. Н. Соколовского». Также в испытательной лаборатории Волынского филиала ГУ «Держгрунтохорона» (аттестат аккредитации № 2Н245) в соответствии с требованиями ДСТУ ISO / IEC 17025-2006 [7]. Проведенные исследования указывают на положительную реакцию тритикале яровой на содержание нитратных и аммонийных форм азота в серой оподзоленной легкосуглинистой почве.

Применение навоза, минеральных и гуминовых удобрений и микробиологического препарата *Azoter* способствовало росту содержания аммонийных форм азота (N-NH<sub>4</sub>) в пахотном слое почвы (0–20 см), в среднем на 1,1–4,7 мг/кг, подпахотном слое (20–40 см) – 1,1–5,2 мг/кг, тогда как в контрольном варианте он составил соответственно 16,7 и 13,3 мг/кг.

Внесение 10 т/га гуминового удобрения и 10 л/га препарата *Azoter* со стартовой дозой азотных удобрений (N40) обеспечило повышение в слое почвы 0–20 см содержание аммонийных форм азота соответственно на 1,6 и 2,2 мг/кг по сравнению с контролем (в слое 20–40 см) – 2,2–2,7 мг/кг).

Следует отметить, что нетрадиционные системы удобрения оказались более эффективными и относительно традиционной органической. В частности, при внесении гуминового удобрения прослеживалась тенденция к росту содержания N-NH<sub>4</sub> на 0,5 мг/кг в слое 0–20 см почвы и 1,1 мг/кг в слое 20–40 см по сравнению с вариантом, где использовали навоз, а при внесении препарата *Azoter* с N40 зафиксирован рост этого показателя на 1,1 мг/кг в слое 0–20 см почвы и 1,6 мг/кг в слое 20–40 см.

Замена стартовой дозы минеральных удобрений на органические удобрения (навоз 5 т/га) при внесении микробиологического препарата *Azoter* было менее эффективной мерой, в результате чего содержание N-NH<sub>4</sub> в этом варианте составило 17,9 мг/кг в слое 0–20 см и 14,8 мг/кг в слое 20–40 см), что на 1,2 и 1,5 мг/кг соответственно было выше показателей контрольного варианта и на 1,0–1,2 мг/кг ниже, чем при использовании аммиачной селитры. Наиболее эффективным было совместное использование гуминовых удобрений с минеральными и навозом (варианты 5 и 8). В пахотном слое почвы (0–20 см) при таком способе удобрения были зафиксированы максимальные показатели содержания аммонийных форм азота на уровне 20,8 мг/кг при внесении 10 т/га гуминового удобрения с N50P25K60 и 21,4 мг/кг при использовании по 5 т/га гуминового удобрения и навоза с N75P50K90. То есть, прирост относительно контроля составил соответственно 4,1 и 4,7 мг/кг. В подпахотном слое почвы (20–40 см) отмечен максимальный рост содержания аммонийных форм азота, что обеспечило прирост на уровне 3,2 и 5,2 мг/кг почвы.

Что касается динамики содержания нитратных форм азота в почве, то при использовании удобрения прослеживалась практически аналогичная тенденция, как и с аммониевой формой. Применение традиционных систем удобрения обеспечило рост его содержания в пахотном слое (0–20 см) почвы на 3,1 мг/кг в варианте органической системы удобрения (15 т/га навоза) и 10,8 мг/кг в варианте минеральной системы (N75P50K90) по сравнению с контролем, где содержание нитратного азота (N-NO<sub>3</sub>) составил 36,6 мг/кг. В подпахотном слое (20–40 см) также зафиксирован рост содержания нитратных форм азота в этих вариантах на 3,2 и 10,9 мг/кг почвы, относительно контроля (33,0 мг/кг). Внесение 10 т/га гуминового удобрения и микробиологического препарата *Azoter* со стартовой дозой азота (N40) также имели положительный эффект, обеспечив повышение содержания уровня N-NO<sub>3</sub> соответственно на 6,8 и 9,6 мг/кг в слое 0–20 см и 6,3 и 10,2 мг/кг в слое 20–40 см по сравнению с контролем. В этих случаях наблюдалось более высокое содержание нитратных форм азота по сравнению с внесением 15 т/га навоза соответственно на 3,7 и 6,5 мг/кг (в слое 0–20 см) и 3,1 и 7,0 мг/кг (в слое 20–40 см).

Менее эффективным было использование микробиологического препарата *Azoter* вместе с 5 т/га навоза, где содержание нитратных форм азота в слое почвы 0–20 см составило 44,0 мг/кг, а в слое 20–40 см – 41,1 мг/кг. При совместном использовании нетрадиционных средств удобрения (гуминовых удобрений и микробиологического препарата) зафиксировано высокие показатели содержания нитратных форм азота. Наиболее эффективными оказались варианты при внесении гуминового удоб-

рення с традиційними формами, которые обеспечили повышение содержания N-NO<sub>3</sub> в пахотном слое на 12,9 мг/кг (10 т/га гуминого удобрения + N50P25K60) и 15,2 мг/кг (5 т/га гуминого удобрения + 5 т/га навоза + N75P50K90), а в подпахотном – на 13,6 и 15,2 мг/кг.

Вышеприведенные данные свидетельствуют об улучшении азотного режима почвы при применении нетрадиционных средств удобрения (гуминовых удобрений и микробиологических препаратов). Рост содержания минеральных форм азота (N-NH<sub>4</sub> и N-NO<sub>3</sub>) при использовании гуминого удобрения связано со значительным содержанием его в составе (0,81 %). Что касается микробиологических препаратов, то положительный эффект обусловлен способностью *Azotobacter Croococcum* (1,54 1 010 КОЕ в см<sup>3</sup>) и *Azospirillum Brasiliense* (2,08x10<sup>9</sup> КОЕ в см<sup>3</sup>) фиксировать [7] и восстанавливать [5] атмосферный азот. Повышенные показатели содержания подвижных форм азота при использовании препарата *Azoter* с минеральными удобрениями, по сравнению с навозом, прежде всего, связаны с урожайностью тритикале и высокой мобильностью азотных соединений. Так, в варианте с использованием препарата *Azoter* с 5 т/га навоза зафиксирован максимальный прирост урожая зерна (в среднем по двум сортам 3,7 т/га), что повлекло вынос азота на уровне 93,2 кг/га, тогда как в варианте с минеральными удобрениями этот показатель составил 52,9 кг/га.

## Заклучение

В результате проведенных исследований можно сделать вывод, что использование гуминого удобрения и микробиологического препарата *Azoter* обеспечивает улучшение азотного режима серой оподзоленной легкосуглинистой почвы, а именно рост содержания в слое почвы 0–20 см нитратного азота на 18,6–41,5 % и аммонийного – на 9,6–28,1 %, а в слое 20–40 см на 19,1–46,1 % и 11,3–39,1 % соответственно.

Повышенные показатели содержания подвижных форм азота при использовании препарата *Azoter* с минеральными удобрениями, по сравнению с навозом, прежде всего связаны с урожайностью тритикале и высокой мобильностью азотных соединений. Так, в варианте с использованием препарата *Azoter* с 5 т/га навоза зафиксирован максимальный прирост урожая зерна (в среднем по двум сортам – 3,7 т/га), что повлекло вынос азота на уровне 93,2 кг/га, тогда как в варианте с минеральными удобрениями этот показатель составил 52,9 кг/га.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамович, О. В. Вплив органічних ферментованих добрив та біопрепаратів на азотний режим дерново-підзолистих ґрунтів / О. В. Абрамович, О. В. Повх // *Агрохімія і ґрунтознавство* : спец. вип. до IX з'їзду УТГА, 30 червня – 4 липня 2014 р. – Харків, 2014. – Кн. 3. – С. 128–129.
2. Бортнік, А. М. Агрохімічна цінність продуктів ферментації, водорозчинних мікродобрив при вирощуванні картоплі та моркви столової / А. М. Бортнік // *Вісник центру наукового забезпечення АПВ Харківської області*. – 2010. – Вип. 9. – С. 196–202.
3. Бышов, Н. В. К вопросу об использовании растительных остатков для повышения плодородия почвы / Н. В. Бышов, А. Н. Бачурин, И. Ю. Богданчиков // *Инновационные технологии и средства механизации в растениеводстве и животноводстве: Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию В. Ф. Некрашевича*. – Рязань, 2011. – С. 88–90.
4. Загальні вимоги до випробувальних і калібрувальних лабораторій: ДСТУ ISO/IEC 17025-2006/– [Чинний від 2007-07-01]. – К.: Держстандарт України, 2007. – 32 с.
5. Изобретение к евразийскому патенту. Микроорганизмы для обработки почвы и способ их получения / Киши Дьердь Ботонд, Отт Иштванк; изобретатели. – № 009126; заявл. 2002.08.12; опубл. 2007.10.26.
6. Лісовал А. П. Агрохімія: Лабораторний практикум : навч. посіб. / А. П. Лісовал, У. М. Давиденко, Б. М. Мойсєєнко – К., 1994. – 335 с.
7. Мерленко, І. М. Системи удобрення капусти білоголової за використання екологічно безпечних препаратів в умовах органічного землеробства / І. М. Мерленко, О. В. Повх // *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків* : зб. наук. праць. – К. : ФОРМ Корзун Ю. Д., 2013. – Вип. 17, Т. II. – С. 72–74.
8. Недвига, М. В. Оцінка потенційної здатності чорнозему опідзоленого до агрегації за тривалого застосування добрив у польовій сівозміні / М. В. Недвига, Ю. П. Галасун // *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва* / Редкол.: О. О. Непочатенко (відп. ред.) та ін. – 2013. – Агрономія. – Вип. 82. – Ч. 1. – С. 153–159.
9. Еволюція агрономічних властивостей ґрунтів в умовах інтенсифікації землеробства // *Довідник з агрохімічного та агроекологічного стану ґрунтів України* / Б. С. Носко [та ін.]. – К., 1994. – С. 95–120.
- 54
10. Патент на корисну модель. Спосіб виготовлення пастоподібного гуміного добрива із сапропелю методом диспергації / Т. П. Дідковська, І. М. Мерленко, В. А. Гаврилюк, Е. В. Мельничук; винахідники і власники. – № 59139; заявл. 30.03.2010; опубл. 14.04.2011. – Бюл. № 7.
11. Фадькин, Г. Н. Длительное применение различных форм азотных удобрений на серой лесной тяжелосуглинистой почве / Г. Н. Фадькин // *Проблемы механизации агрохимического обслуживания сельского хозяйства*. – М., 2012. – С. 64–66.
12. Флоря, Л. В. Оцінка показників ґрунтів Північно – Західного Причорномор'я / Л. В. Флоря // *Матеріали XI наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ*. – Одеса, 2011. – С. 19–20.
13. Яцук І. П. Охорона ґрунтів як передумова розвитку і збереження аграрного сектору України / І. П. Яцук, В. М. Панасенко, В. А. Жилкін // *Охорона ґрунтів та підвищення їх родючості* : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції. – Одеса, 2015. – С. 17–18.