

Н. Н. Цыбулька, кандидат сельскохозяйственных наук

Белорусский НИИ почвоведения и агрохимии

Н. Н. Семененко, доктор сельскохозяйственных наук

Академия аграрных наук Республики Беларусь

УДК 631.416.1:631.445.24

Азотный режим дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы и продуктивность озимой ржи

Представлены результаты исследований режима доступных растениям соединений азота в дерново-подзолистой суглинистой почве. В структуре азотного фонда почвы потенциально усвояемый азот занимает 5,6%, а минеральный – 3,2%. В составе минерального азота почвы преобладает аммонийный (60–63%). Динамика запасов в почве потенциально усвояемого и нитратного азота определяется интенсивностью потребления его растениями и уровнем применения азотных удобрений, а аммонийного – гидротермическими условиями вегетационного периода.

По запасам доступных растениям форм азота в почве можно прогнозировать условия азотного питания растений, определять потребность в азотных подкормках и устанавливать их дозы. Для получения урожая зерна озимой ржи 70–75 ц/га оптимальный запас потенциально усвояемого азота в слое почвы 0–40 см в ранневесенний период должен составлять 200–210 кг/га.

The results of the investigations on regime of available nitrogenous compounds in the soddy-podzolic light-textured soil are presented. It is found that in structure of nitrogenous pool the assimilable nitrogen make up 5,6% and the mineral nitrogen - 3,2%. In the composition of mineral nitrogen of soil predominates the ammonium nitrogen over (60–63%). The dynamics of assimilable N content and nitrate N in soil depend on the intensity of plant consumption of nitrogen and rates of nitrogenous fertilizer, and the content ammonium nitrogen largely depend on the hydrothermal condition of vegetational period.

It is possible prognosticate the conditions of nitrogenous nutrition of plants, determine the need of nitrogen top-dressings and establish theirs rates due to the supply of available for plants nitrogen forms in soil. For obtaining the grain yield of winter rye of 70–75 c/ha the optimum supply of potential assimilable nitrogen in soil layer 0–40 cm in early-spring period must amount to 200–210 kg/ha.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время для оптимизации азотного питания сельскохозяйственных культур используется метод почвенной диагностики. Однако оптимизировать условия азотного питания сложно из-за широкой вариабельности содержания азота в почвенном профиле, что обуславливает разнообразие режимов питания растений. С повышением гидроморфности дерново-подзолистых суглинистых почв количество подвижного азота возрастает с 32,2 до 46,2% [1]. Увлажнение почвы способствует увеличению содержания азота в ней даже в период интенсивного потребления его растениями [2]. Азотные удобрения повышают запасы $N_{\text{мин}}$ в почве. Внесение N_{30} увеличивает содержание его на 7,0 мг/кг почвы [3]. В ходе вегетации культуры содержание минеральных форм азота в почве изменяется, а количество $N-NO_3^-$ может колебаться в два и более раз в течение суток [4]. Запасы азота в почвенном профиле наиболее заметно снижаются в период интенсивного потребления его растениями [5–7].

В связи с этим важное теоретическое и практическое значение имеет изучение динамики содержания, запасов и соотношения доступных растениям форм азота в почве, позволяющее изменить ее питательный режим таким образом, чтобы растения на протяжении вегетационного периода были обеспечены азотом в физиологически необходимом количестве.

Объекты и методы исследований

Для изучения динамики содержания, запасов и соотношения доступных растениям форм азота в почве и продуктивности культуры в 1991–1993 гг. проведены полевые опыты, заложенные на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на легком лессовидном суглинке. Агрохимическая характеристика почвы (Ап): гумус – 2,19%; pH в KCl – 6,05; P_2O_5 – 254 и K_2O – 180 мг/кг; степень насыщенности основаниями – 82%.

Возделывали озимую рожь сорта Пуховчанка, срок сева – первая декада сентября, норма высева – 4,0 млн. всхожих зерен на 1 га. Общая площадь делянки 27 м², учетная – 16 м². На фоне $P_{80}K_{120}$ изучали действие однократного внесения в ранневесеннюю подкормку азотных удобрений (N_{aa}) в диапазоне доз от 0 до 120 кг/га с шагом 40 кг. Почвенные пробы отбирали из пахотного (0–20) и подпахотного (20–40 см) слоев после уборки предшественника (однолетние травы), при возобновлении весенней вегетации растений, в конце фазы кущения-начале выхода в трубку, в фазу раскрытия последнего листа, после уборки урожая. В почвенных образцах определяли аммонийный и нитратный азот по методу ЦИНАО [8, 9], общий азот – по Кьельдалю-Иодльбауэру, потенциально усвояемый азот – по методу Семененко [10, 11]. Анализы агрохимических показателей почвы выполнены по методам, принятым в агрохимической службе Беларуси.

Результаты и обсуждение

Динамика содержания потенциально усвояемого, нитратного и аммонийного азота в почве

Изучаемая почва характеризуется низким содержанием общего азота – в пахотном (0–20 см) слое 0,089%,

а в подпахотном (20–40 см) – 0,050%. Запасы $N_{\text{общ}}$ по слоям почвенного профиля составляют соответственно 2,14 и 1,40 т/га. Доступные растениям формы азота занимают незначительную часть в структуре азотного фонда данной почвы. Потенциально усвояемый азот (нитраты, обменный аммоний и минерализуемые органические соединения) составляет от общего фонда 5,6% (120 кг/га) для пахотного слоя и 2,6% (36 кг/га) – для подпахотного. На долю минерального азота ($N-NO_3^-$ и $N-NH_4^+$) приходится соответственно 3,2 (68 кг/га) и 1,5% (21 кг/га).

Содержание изучаемых форм азота в почве определялось гидротермическими условиями вегетационного периода, стадией онтогенеза растений и дозами азотных удобрений. Максимальное содержание потенциально усвояемого азота в пахотном и подпахотном слоях почвы в варианте без внесения азотных удобрений было перед севом озимой ржи и составило соответственно 37,0–38,0 и 12,3–15,4 мг/кг почвы. Затем в ходе роста и развития растений снижалось, достигая минимума к уборке культуры.

Наблюдались особенности по динамике $N_{\text{ув}}$ в почве по годам исследований (табл. 1). В 1991 г. содержание его снижалось до фазы раскрытия последнего листа как в пахотном, так и в подпахотном слоях почвы, что обусловлено интенсивным потреблением азота растениями, а от данной фазы и до уборки урожая происходило незначительное повышение.

Наиболее подвижным в почве является нитратный азот. Метеорологические условия августа-сентября 1990 г. (температура воздуха была на уровне среднемноголетней – 9,8 °С, а сумма осадков в сентябре превышала среднемноголетнее их количество на 102,9 мм, т. е. в 2,8 раза) способствовали интенсивному процессу нитрификации и поэтому содержание нитратного азота в почве перед посевом в этот год было в 2 раза выше, чем в 1991 и 1992 г. К фазе раскрытия последнего листа количество его по годам исследований несколько выравнивается и находится в минимуме – 2,5–2,8 мг/кг в пахотном слое и 0,5–2,0 мг/кг – в подпахотном.

Самое высокое содержание $N-NO_3^-$ в пахотном и подпахотном слоях почвы было перед посевом и составило соответственно 5,7–9,6 и 1,5–7,4 мг/кг. От всходов до фазы раскрытия последнего листа происходило закономерно снижение его, что обусловлено интенсивным поглощением растениями азота в анионной форме и процессами трансформации азотистых соединений в почве. От фазы выколашивания растений до уборки урожая количество нитратного азота в почве остается на одном уровне или возрастает незначительно.

Характер изменения содержания аммонийного азота в почве имел свои особенности и различался по годам. В 1991 и 1992 г. отмечалось повышение содержания его в пахотном и подпахотном слоях в период максимального нарастания биомассы культуры и интенсивного потребления данного элемента питания растениями. Это можно объяснить тем, что поглощение азота корневой системой происходит преимущественно в форме окисных (нитратных) соединений.

Таблица 1. Динамика содержания потенциально усвояемого, нитратного и аммонийного азота в пахотном (0–20 см) и подпахотном (20–40 см) слоях почвы, мг/га

| Слой почвы, см | Усвояемый азот | | | Нитратный азот | | | Аммонийный азот | | |
|---|----------------|------|------|----------------|-----|-----|-----------------|------|------|
| | 1* | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| Перед посевом (исходное) | | | | | | | | | |
| 0-20 | 37,4 | 37,2 | 37,9 | 9,6 | 5,7 | 7,0 | 9,3 | 12,6 | 13,0 |
| 20-40 | 15,4 | 15,0 | 12,3 | 7,4 | 2,1 | 1,4 | 2,1 | 5,5 | 5,4 |
| Конец фазы кушения - начало выхода в трубку | | | | | | | | | |
| 0-20 | 37,7 | 26,9 | 34,1 | 4,6 | 2,1 | 3,7 | 10,0 | 8,9 | 9,2 |
| 20-40 | 12,1 | 8,5 | 11,0 | 3,7 | 1,0 | 2,2 | 2,9 | 5,7 | 2,3 |
| Фаза раскрытия последнего листа | | | | | | | | | |
| 0-20 | 31,0 | 31,3 | 31,9 | 2,6 | 2,6 | 2,9 | 10,9 | 11,0 | 6,9 |
| 20-40 | 14,1 | 11,0 | 9,9 | 2,0 | 0,5 | 1,2 | 5,1 | 6,5 | 3,0 |
| После уборки урожая | | | | | | | | | |
| 0-20 | 33,0 | 29,1 | 29,0 | 3,6 | 1,9 | 2,2 | 10,6 | 8,3 | 10,0 |
| 20-40 | 12,8 | 8,1 | 8,4 | 2,0 | 1,0 | 1,2 | 3,5 | 4,0 | 1,7 |

*Примечание: 1 – 1991 год, 2 – 1992 год, 3 – 1993 год.

Накопление $N-NH_4^+$ в почве зависело от влагообеспеченности и температурного режима почвы. Так, исходное (до посева) содержание его в 1992 и 1993 г. было практически одинаковым – 12,4–12,9 мг/кг, а в фазу раскрытия последнего листа в связи с различиями метеорологических условий по годам исследований (1992 г. был жарким и сухим – ГТК = 0,45, 1993 г. – очень влажным – ГТК = 1,89) различалось в 1,7 раза.

Влияние азотных удобрений на запасы потенциально усвояемого и минерального азота в почве

Для разработки нормативов оптимизации азотного питания озимой ржи в начале весенней вегетации изучалась динамика запасов подвижных форм азота в по-

чве при внесении в ранневесеннюю подкормку растений возрастающих доз (0, 40, 80 и 120 кг/га) азотных удобрений. Установлено, что на удобренных вариантах запасы в почве всех форм азота выше, чем на фоне $P_{80}K_{120}$, особенно в первые сроки после внесения удобрений. Максимальные запасы потенциально усвояемого, нитратного и аммонийного азота в слое почвы 0–40 см в конце фазы кушения-начале выхода в трубку обеспечивались внесением N_{120} (табл. 2).

Наиболее высокое варьирование запасов в почве от доз азотных удобрений характерно для нитратного азота (CV = 48%), меньше для потенциально усвояемого (CV = 13%) и аммонийного (CV = 12%). Увели-

Таблица 2. Динамика запасов доступных растениям соединений азота в пахотном (0–20 см) слое почвы, кг/га

| Варианты опыта | Сроки отбора почвенных образцов | | | |
|-----------------------------|---------------------------------|--|---------------------------------|---------------------|
| | Перед посевом (исходное) | Фаза конец кушения - начало трубования | Фаза раскрытия последнего листа | После уборки урожая |
| Потенциально усвояемый азот | | | | |
| $P_{80}K_{120}$ - фон | 91,2 | 85,4 | 78,5 | 76,1 |
| фон + N_{40} | 91,4 | 98,6 | 84,7 | 81,3 |
| фон + N_{80} | 90,5 | 111,8 | 95,0 | 83,3 |
| фон + N_{120} | 93,1 | 118,8 | 98,9 | 83,5 |
| Обменно-поглощенный аммоний | | | | |
| $P_{80}K_{120}$ - фон | 29,0 | 24,7 | 26,4 | 25,7 |
| фон + N_{40} | 28,8 | 27,6 | 27,4 | 25,0 |
| фон + N_{80} | 28,1 | 30,2 | 30,5 | 24,7 |
| фон + N_{120} | 30,2 | 33,1 | 32,2 | 24,7 |
| Нитратный азот | | | | |
| $P_{80}K_{120}$ - фон | 19,4 | 9,8 | 6,7 | 7,7 |
| фон + N_{40} | 17,8 | 17,8 | 8,6 | 10,1 |
| фон + N_{80} | 17,8 | 23,5 | 14,6 | 11,3 |
| фон + N_{120} | 17,5 | 35,5 | 18,2 | 13,4 |

чение доз азотных удобрений от 0 до 120 кг/га повысило в пахотном слое почвы запасы $N_{\text{усв}}$ от 85,4 до 118,8 кг/га, $N-NH_4^+$ – от 24,7 до 33,1 и $N-NO_3^-$ от 9,8 до 35,5 кг/га.

Азотные удобрения влияли на режим азота, особенно нитратного, как в пахотном, так и в подпахотном слоях почвы (табл. 3.). Так, ранневесенние подкормки посевов дозами азота от 0 до 120 кг/га повысили запасы $N-NO_3^-$ в слое почвы 20–40 см в конце фазы кушения-начале выхода в трубку с 7,4 до 17,6 кг/га. Это свидетельствует о том, что нитраты, образовавшиеся в процессе нитрификации и внесенные непосредственно с удобрениями, легко передвигаются по профилю почвы. Н. Н. Безлюдным [12] установлено, что при внесении азотных удобрений весной наибольшее количество азота вымывается на глубину до 30 см, то есть находится в зоне расположения корневой системы. Это указывает на то, что растения могут потреблять нитратный азот удобрений в процессе вегетации.

Вариабельность запасов потенциально усвояемого и аммонийного азота в подпахотном горизонте в зависимости от уровней применения азотных удобрений выражена слабее. С повышением доз внесения удобрений от 0 до 120 кг/га запасы $N_{\text{усв}}$ и $N-NH_4^+$ увеличились соответственно от 37,2 до 45,6 и от 13,2 до 14,8 кг/га. Следует отметить, что запас аммонийного азота в подпахотном (20–40 см) слое достигает максимума не сразу после внесения удобрений (конец фазы кушения-начало выхода в трубку), а позже – в фазу раскрытия последнего листа. Данная тенденция характерна при внесении как низких (40 кг/га), так и высоких (80–120 кг/га) доз азотных удобрений.

Между дозами ранневесенней азотной подкормки растений (x) и запасами потенциально усвояемого, аммонийного и нитратного азота в слое почвы 0–40 см (y)

установлены тесные связи ($r = 0,93-0,99$), которые описываются уравнениями регрессии вида: $y = a + bx$. Влияние доз азотных удобрений на запасы изучаемых форм азота в почве прослеживается до фазы раскрытия последнего (флагового) листа, а к уборке урожая связи между данными показателями теряются (табл. 4.).

Определенный научный и практический интерес представляет изучение соотношения нитратного и аммонийного азота ($N-NO_3^- / N-NH_4^+$) в сумме минерального азота почвы. Наши исследования показали, что соотношение $N-NO_3^- / N-NH_4^+$ в почвенном профиле изменяется как в пространстве, так и во времени. При увеличении содержания одной формы азота одновременно происходит снижение другой, что объясняется взаимосвязанностью процессов аммонификации и нитрификации в почве. Аммонийный азот преобладал над нитратным в пахотном и особенно в подпахотном слоях почвенного профиля на протяжении всей вегетации растений, что свидетельствует об активной минерализации азотсодержащих органических соединений почвы. На фоне РК в пахотном слое почвы перед посевом в составе минерального азота нитратный занимал 37–40%, а аммонийный – 60–63% (соотношение 0,59–0,67). В слое почвы 20–40 см соотношение было выше – 0,75–0,89% (табл. 5). По мере роста и развития культуры происходило снижение доли нитратного азота в фонде $N_{\text{мин}}$ в пахотном и подпахотном слоях, что еще раз свидетельствует о более интенсивном потреблении NO_3^- растениями. В конце фазы кушения-начале выхода в трубку соотношение $N-NO_3^- / N-NH_4^+$ в пахотном горизонте было 0,39, в фазу раскрытия последнего листа снизилось до 0,25, а к уборке урожая доля NO_3^- в сумме минерального азота несколько возросла – для слоя 0–20 см соотношение равно 0,30, для слоя 20–40 см – 0,54.

Таблица 3. Динамика запасов доступных растениям соединений азота в подпахотном (20–40 см) слое почвы, кг/га

| Вариант опыта | Сроки отбора почвенных образцов | | | |
|-----------------------------|---------------------------------|---|---------------------------------|---------------|
| | Перед посевом (исходное) | Фаза конец кушения - начало трубкавания | Фаза раскрытия последнего листа | Уборка урожая |
| Потенциально усвояемый азот | | | | |
| $P_{80}K_{120}$ - фон | 38,9 | 37,2 | 31,4 | 28,8 |
| Фон + N_{40} | 36,7 | 42,3 | 37,5 | 28,3 |
| Фон + N_{80} | 38,1 | 44,2 | 38,4 | 31,6 |
| Фон + N_{120} | 38,5 | 45,6 | 44,2 | 33,0 |
| Обменно-поглощенный аммоний | | | | |
| $P_{80}K_{120}$ - фон | 11,8 | 13,2 | 11,8 | 8,7 |
| Фон + N_{40} | 13,7 | 14,0 | 15,4 | 9,2 |
| Фон + N_{80} | 11,8 | 14,3 | 15,7 | 9,8 |
| Фон + N_{120} | 13,4 | 14,8 | 16,8 | 10,4 |
| Нитратный азот | | | | |
| $P_{80}K_{120}$ - фон | 10,4 | 7,4 | 3,3 | 4,7 |
| Фон + N_{40} | 10,6 | 8,6 | 4,2 | 5,3 |
| Фон + N_{80} | 10,6 | 12,5 | 7,1 | 5,8 |
| Фон + N_{120} | 10,1 | 17,6 | 9,2 | 6,2 |

Таблица 4. Взаимосвязи между дозами внесения азотных удобрений (x) и содержанием подвижных форм азота в слое почвы 0–40 см (y)

| Фаза роста и развития растений | Коэффициент корреляции | Уравнения регрессии |
|---|------------------------|----------------------------------|
| Потенциально усвояемый азот | | |
| Возобновление весенней вегетации | 0,99 | $y = 37,78 + 1,003x$ |
| Фаза конец кушения - начало трубкувания | 0,98 | $y = 35,72 + 0,121x$ |
| Фаза раскрытия последнего листа | 0,97 | $y = 32,73 + 0,074x$ |
| Обменно-поглощенный аммоний | | |
| Возобновление весенней вегетации | 0,99 | $y = 10,31 + 0,029x$ |
| Фаза конец кушения - начало трубкувания | 0,94 | $y = 10,88 + 0,022x$ |
| Фаза раскрытия последнего листа | 0,93 | $y = 10,38 - 0,116x + 0,0001x^2$ |
| Нитратный азот | | |
| Возобновление весенней вегетации | 0,98 | $y = 4,657 + 0,0006x^2$ |
| Фаза конец кушения - начало трубкувания | 0,99 | $y = 2,010 + 0,044x$ |
| Фаза раскрытия последнего листа | 0,95 | $y = 3,130 + 0,020x$ |

Таблица 5. Динамика запасов минеральных соединений азота в почве и соотношения нитратов и обменно-поглощенного аммония ($\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$) в составе $\text{N}_{\text{мин}}$

| Вариант опыта | Слой почвы, см | Запас $\text{N}_{\text{мин}}$ в почве, кг/га | | | | Соотношение $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$ | | | |
|-------------------------------------|----------------|--|------|------|------|---|------|------|------|
| | | 1* | 2* | 3* | 4* | 1 | 2 | 3 | 4 |
| $\text{P}_{80}\text{K}_{120}$ - фон | 0-20 | 48,4 | 34,5 | 33,1 | 33,4 | 0,67 | 0,39 | 0,25 | 0,30 |
| | 20-40 | 22,2 | 20,6 | 15,1 | 13,4 | 0,89 | 0,56 | 0,28 | 0,54 |
| Фон + N_{40} | 0-20 | 46,6 | 45,4 | 36,0 | 35,1 | 0,61 | 0,64 | 0,32 | 0,41 |
| | 20-40 | 24,3 | 20,6 | 19,6 | 14,5 | 0,79 | 0,72 | 0,27 | 0,59 |
| Фон + N_{80} | 0-20 | 45,9 | 53,7 | 45,1 | 36,0 | 0,64 | 0,79 | 0,47 | 0,45 |
| | 20-40 | 22,4 | 26,8 | 22,8 | 15,6 | 0,89 | 0,89 | 0,45 | 0,59 |
| Фон + N_{120} | 0-20 | 47,7 | 68,6 | 50,4 | 38,1 | 0,59 | 1,08 | 0,56 | 0,54 |
| | 20-40 | 23,5 | 32,4 | 26,5 | 16,6 | 0,75 | 1,17 | 0,59 | 0,59 |

* Сроки отбора почвенных образцов: 1 – перед посевом; 2 – в фазу конец кушения – начало трубкувания; 3 – в фазу раскрытия последнего листа; 4 – после уборки урожая.

Азотные удобрения изменяли структуру азотного фонда почвы, увеличивая долю нитратного азота. Ранневесенние азотные подкормки посевов дозами от 40 до 120 кг/га повысили соотношение $\text{N}-\text{NO}_3^-/\text{N}-\text{NH}_4^+$ в конце фазы кушения-начале стеблевания в пахотном горизонте почвы от 0,64 до 1,08, а в подпахотном – от 0,72 до 1,17.

Продуктивность озимой ржи и определение оптимального запаса азота в почве в ранневесенний период

Уровень урожайности озимой ржи определялся режимом и запасом доступных растениям соединений азота в почве. Между содержанием доступных растениям форм азота в почве (x) и продуктивностью озимой ржи (y) установлена тесная связь ($r = 0,95$), которая описывается уравнением

$$y = 33,068 + 0,273x.$$

При запасе в слое почвы 0–40 см рано весной потенциально усвояемого азота 130 кг/га сформирован урожай зерна 40,5 ц/га. Линейный рост продуктивности прослеживался при увеличении запасов $\text{N}_{\text{ув}}$ до 200–210 кг/га и она достигла 73–75 ц/га. Дальнейшее повышение уровня

азотного питания растений в период возобновления весенней вегетации не способствовало росту урожайности или она изменялась незначительно (рис.).

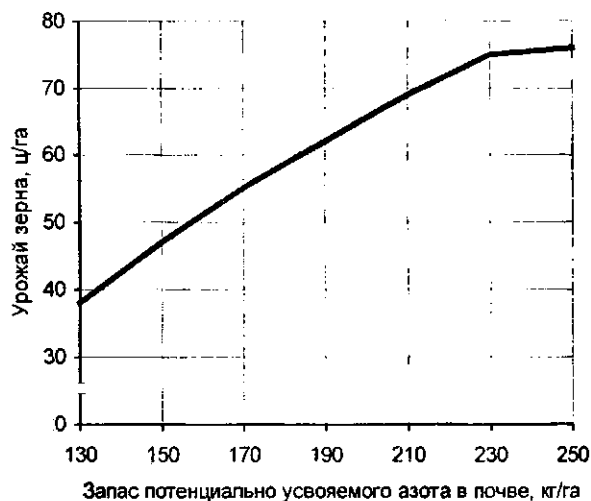


Рис. Запас усвояемого азота в почве, кг/га

Эффективность ранневесенних азотных подкормок зависела от их доз и запасов доступных растениям форм азота в почве. На фоне $P_{80}K_{120}$ с содержанием в почве потенциально усвояемого азота 160 кг/га сформирован урожай зерна 62,1 ц/га. Внесение ранней весной азотных удобрений в дозах 40 и 80 кг/га обеспечило прибавки зерна по отношению к фону РК соответственно 5,6 и 11,4 ц/га, а окупаемость азота удобрениями зерном – 14,0 и 14,3 кг (табл. 6). Применение N_{120} не способствовало дальнейшему достоверному увеличению урожайности. Более того, снижалась окупаемость внесенного азота и в целом минеральных (NPK) удобрений зерном.

Тесная связь между запасом азота в почве и продуктивностью озимой ржи указывает на то, что по уровню содержания доступных растениям соединений азота в слое почвы 0–40 см в начале весенней вегетации можно прогнозировать условия азотного питания растений, определять потребность в азотных подкормках и устанавливать их дозы.

Величина оптимального запаса азота в почве в ранневесенний период корректируется в зависимости от планируемого урожая. Для получения урожая зерна озимой ржи 70–75 ц/га оптимальный запас потенциально усвояемого азота в слое почвы 0–40 см при возобновлении весенней вегетации растений должен составлять 200–210 кг/га или минерального азота 100–110 кг/га. Доза ранневесенней азотной подкормки определяется по разности между оптимальным и фактическим содержанием азота в почве по формуле

$$Dy = N_{\text{опт}} - N_{\text{факт}}$$

где Dy – доза азотных удобрений, кг/га действующего вещества;

$N_{\text{опт}}$ и $N_{\text{факт}}$ – оптимальный и фактический запас азота в слое почвы 0–40 см, кг/га.

Выводы

1. Исследуемая дерново-подзолистая легкосуглинистая почва характеризуется низким запасом общего азота – в пахотном (0–20 см) слое 2,14 т/га. В структуре азотного фонда доступные растениям соединения азота занимают очень незначительную часть: потенциально усвояемый азот – 5,6%, минеральный – 3,2%.

2. Динамика содержания потенциально усвояемого и нитратного азота в почве определяется, главным образом, интенсивностью потребления данного элемента растениями и уровнем применения азотных удобрений, а аммонийного – в большей степени зависит от влагообеспеченности и температурного режима почвы.

3. В составе минеральных соединений азота в почве преобладает обменно-поглощенный аммоний (60–63% в пахотном слое и 53–57% в подпахотном). Применение азотных удобрений увеличивает долю нитратов в составе минерального азота почвы.

4. Между содержанием доступных растениям соединений азота в слое почвы 0–40 см в ранневесенний период и продуктивностью озимой ржи установлена тесная связь ($r = 0,95$). Величина планируемого урожая зависит от уровня содержания азота в почве. Для получения урожая зерна озимой ржи 70–75 ц/га запас усвояемого азота в почве должен составлять 200–210 кг/га.

ЛИТЕРАТУРА

- Семененко Н. Н. Азотный режим дерново-подзолистых почв и рациональное применение азотных удобрений: Автореф. дис. доктора с.-х. наук. – Мн., 1992. – 46 с.
- Останин В. А. Режим подвижного минерального азота под пшеницей в почвах подтайги Средней Сибири // Агрохимия. – 1985. – №1. – С. 13–19.
- Завалин А. А. Влияние удобрений на уровень минерального питания ячменя и озимой ржи на осушенной дерново-подзолистой супесчаной глееватой почве // Бюл. ВИАУ. – 1990. – № 98. – С. 60–65.
- Флоринский М. А., Курбацкий Н. Я., Кручинина Л. К и др. Вопросы методики проведения массовых диагностических обследований состояния минерального питания зерновых культур // Оперативная диагностика минерального питания сельскохозяйственных культур. – М., 1984. – С. 101–109.
- Головатый С. Е. Диагностика азотного питания яровой пшеницы и тритикале на дерново-подзолистой легкосуглинистой и песчаной почвах: Автореф. дис. канд. с.-х. наук. – Мн., 1987. – 21 с.
- Ларионова Н. В. Азотный режим дерново-мелкоподзолистых почв северо-востока Нечерноземной зоны РСФСР // Агрохимия. – 1991. – № 5. – С. 10–16.

Таблица 6. Влияние доз ранневесенних азотных подкормок на продуктивность озимой ржи

| Варианты опыта | Урожай зерна, ц/га | Прибавка зерна, ц/га | | | Оплата Nудоб зерном, кг | | |
|--------------------------|--------------------|----------------------|------|--------|-------------------------|------|-----|
| | | от РК | от N | от NPK | РК | N | NPK |
| Контроль (без удобрений) | 56,1 | – | – | – | – | – | – |
| $P_{80}K_{120}$ - фон | 62,1 | 6,0 | – | – | 3,0 | – | – |
| Фон + N_{40} | 67,7 | – | 5,6 | 11,6 | – | 14,0 | 4,8 |
| Фон + N_{60} | 73,5 | – | 11,4 | 17,4 | – | 14,3 | 6,2 |
| Фон + N_{120} | 74,6 | – | 12,5 | 18,5 | – | 10,4 | 5,8 |
| НСР05 | 4,1 | | | | | | |

7. Сухорукова Л. А. Динамика и диагностика азотного питания зерновых культур в условиях Центрального района Нечерноземной зоны РСФСР: Автореф. дис. канд. с.-х. наук. – М., 1989. – 22 с.

8. ГОСТ 26489–85. Реферат и аннотация. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 5 с.

9. ГОСТ 26488–85. Реферат и аннотация. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 4 с.

10. Семеновко Н. Н. Метод определения усвояемого азота в дерново-подзолистых почвах //Агрохимия. – 1981. – №1. – С. 129–131.

11. Метод определения потенциально усвояемого азота: РСТ Беларуси 908–91. – Мн.: Минсельхозпрод, 1991. – 13 с.

12. Безлюдный Н. Н., Кухарчик П. А. Эффективность азотных удобрений на озимых зерновых в условиях северо-восточной части БССР //Агрохимия. – 1982. – №7. – С. 17–21.