

аскохитоза, мучнистой росы, пероноспороза, при этом биологическая эффективность составила 75,2 %, 68,6 % и 62,8 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Запрудский, А. А. Защитные мероприятия в посевах гороха посевного / А. А. Запрудский, А. М. Яковенко, Е. С. Белова // Земледелие и защита растений. – 2020, №1. – С. 10-12.
2. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур: сб. отраслевых регламентов. – Минск: Белорусская наука, 2012. – 288 с.

УДК 633.358:631.81.036:631.445.2

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА АЗОТФИКСИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ГОРОХА НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ

Богатырева Е. Н., Серая Т. М., Кирдун Т. М.

РУП «Институт почвоведения и агрохимии»

г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Приведены результаты работы по сравнительной оценке размеров симбиотической фиксации азота горохом на дерново-подзолистых супесчаной и легкосуглинистой почвах. Полученные данные свидетельствуют о более эффективном использовании симбиотически связанного азота в неудобренных вариантах, в то время как внесение минеральных удобрений способствовало увеличению потребления растениями почвенного азота. На супесчаной почве на формирование 1 т сухого вещества в варианте без удобрений горох использовал 11,5 кг симбиотически связанного азота, на фоне внесения минеральных удобрений ($N_{30}P_{20-60}K_{100-120}$) – 9,3 кг; на легкосуглинистой – 13,6 и 7,6 кг соответственно.

Summary. The paper presents the results of a comparative assessment of the size of symbiotic nitrogen fixation by peas on sod-podzolic sandy loam and light loam soils. The data obtained indicate a more efficient use of symbiotically bound nitrogen in non-fertilized variants, while the application of mineral fertilizers contributed to an increase in the consumption of soil nitrogen by plants. On sandy loam soil, 11.5 kg of symbiotically bound nitrogen was used to form 1 ton of dry matter in the non-fertilized version, while on the background of mineral fertilizers ($N_{30}P_{20-60}K_{100-120}$) – 9.3 kg; on light loam – 13.6 and 7.6 kg, respectively.

Ключевые слова: дерново-подзолистые супесчаная и легкосуглинистая почвы, горох, азотфиксирующая способность.

Key words: sod-podzolic sandy loam and light loam soils, peas, nitrogen-fixing ability

Отличительной особенностью бобовых культур является их способность образовывать бобово-ризобийный симбиоз с клубеньковыми бактериями. В нынешних условиях при увеличении затрат на производство, транспортировку и внесение минеральных удобрений проблема

увеличения доли использования растениями биологически фиксированного азота, по-прежнему, актуальна. Продолжительность симбиоза зернобобовых культур с клубеньковыми бактериями существенно отличается, что обусловлено влиянием многих факторов: почвенно-климатическими условиями, длиной вегетационного периода, а также наличием в почве специфических штаммов клубеньковых бактерий [1-4]. Это обстоятельство следует учитывать при измерении величины симбиотической азотфиксации методом сравнения. При этом следует иметь в виду, что для гороха характерен короткий период азотфиксации, что связано с ранним отмиранием клубеньков, особенно во время засухи [3].

В научной литературе встречаются довольно противоречивые данные о влиянии минерального азота на азотфиксирующую деятельность бобовых культур, поскольку он оказывает определенное воздействие на механизм образования и последующую работу их корневого симбиотического аппарата. Одни авторы считают необходимым применение «стартовых доз» азотных удобрений, стимулирующих образование корневых клубеньков; по мнению других – даже на фоне их невысоких доз происходит подавление процесса ассоциативной азотфиксации [5-12]. Противоречивость подобных утверждений обусловлена широким варьированием почвенно-климатических условий при постановке опытов, биологическими и сортовыми особенностями бобовых культур, использованием неодинаковых методов учета азотфиксации.

Цель исследований заключалась в определении азотфиксирующей способности гороха и использовании им биологического азота на формирование урожая на дерново-подзолистых супесчаной и легкосуглинистой почвах.

Исследования проводили в 2024-2025 гг. на опытных полях Института почвоведения и агрохимии на дерново-подзолистых супесчаной и легкосуглинистой почвах. Полевые опыты с горохом посевным сорт Астронавт РС-1 и овсом сорт Квант на обеих почвах заложены по следующей схеме: 1. Без удобрений (контроль); 2. NPK.

Площадь делянок в полевых опытах составляла 36 м², повторность вариантов трехкратная.

Дозы минеральных удобрений под горох и овес: на супесчаной почве – N₃₀P₆₀K₁₂₀, на легкосуглинистой – N₃₀P₂₀K₁₀₀. Минеральные удобрения в полной дозе под эти культуры внесены весной под культивацию. Горох (норма высева – 1,2 млн. всхожих семян/га) и овес (норма высева – 5 млн. всхожих семян/га) посеяны в конце первой - начале второй декады апреля.

Агротехника возделывания гороха и овса до проведения учета общепринятая для Республики Беларусь, включающая интегрированную

систему защиты растений от сорной растительности, болезней и вредителей.

Для расчета азотфиксирующей способности гороха использовали метод сравнения с небобовыми растениями, поскольку он является наиболее доступным методом в полевых исследованиях [13, 14]. Его принцип базируется на предположении, что в идентичных условиях выращивания определенных видов бобовых и злаковых культур количество вынесенного ими азота примерно одинаково. Следовательно, величина азотфиксации определяется по разнице между общим азотом бобового и злакового растения.

Важнейшее условие правильного применения данного метода – правильный подбор культур, близких по фазам развития и периоду вегетации, срокам и способам сева. Для сравнения в качестве злаковой культуры использовали овес.

Учет надземной биомассы и массы корней для определения азотфиксирующей способности гороха проводили в фазе бутонизация – начало цветения согласно рекомендациям [5, 13, 15, 16]. Формирование растений овса в этот период достигло фазы выметывания метелки. Согласно Г. С. Посыпанову [17], площадь монолита при учете составляла 0,05 м², корни учитывали на глубину их распространения.

В наших исследованиях установлено, что в среднем за два года общее потребление азота растениями гороха в варианте без удобрений на супесчаной почве составило 91,7 кг/га (таблица 1).

Таблица 1 – Азотфиксирующая способность гороха на дерново-подзолистых почвах (среднее за 2024-2025 гг.)

Вариант	Урожай зеленой массы, ц/га сухого вещества	Потребление ¹ азота, кг/га (з/м + корни)	Фиксированный азот, кг/га	Доля фиксированного азота в общем, %	N симбиотический, кг/т сухого вещества
дерново-подзолистая супесчаная почва					
Без удобрений	47,0	91,7	54,0	59	11,5
N ₃₀ P ₆₀ K ₁₂₀	56,9	126,5	53,1	42	9,3
дерново-подзолистая легкосуглинистая почва					
Без удобрений	59,2	125,9	80,4	64	13,6
N ₃₀ P ₂₀ K ₁₀₀	64,1	144,9	49,0	34	7,6

Примечание – ¹ Потребление азота приведено за вычетом азота, поступившего с семенами (овес – 3,8 кг/га, горох – 10,6 кг/га)

Применение азота под горох в составе полного удобрения при возделывании его после озимой ржи увеличило данный показатель до 126,5 кг/га, то есть на 38 %. Количество фиксированного азота при отборе растительных образцов в фазе бутонизация – начало цветения на

контроле и на фоне минеральной системы удобрения характеризовалось практически одинаковой величиной (53,1-54,0 кг/га) при его доле в общем азоте 59 и 42 % соответственно.

На легкосуглинистой почве отмечено более высокое потребление общего азота (на 15-37 %), что обусловлено большей урожайностью зеленой массы гороха. В отличие от супесчаной почвы на почве более тяжелого гранулометрического состава на фоне внесения азотных удобрений в дозе 30 кг д.в. N/га по сравнению с вариантом без удобрений наблюдалось снижение количества фиксированного азота воздуха на 31,4 кг/га, или 39 %, до уровня 49,0 кг/га. При этом доля фиксированного азота в неудобренном варианте была практически на уровне аналогичного показателя, полученного на супесчаной почве (разница не превышала 5 %). При внесении $N_{30}P_{20}K_{100}$ его долевое участие в общем количестве потребленного азота снизилось до 34 %, что на 30 % меньше, чем в варианте без удобрений, и на 8 % ниже по сравнению с сопоставимым вариантом на супесчаной почве.

По нашему мнению, полученные результаты свидетельствуют о том, что в исследуемых дерново-подзолистых почвах более благоприятные условия для формирования бобово-ризобиального симбиоза складывались в вариантах без внесения удобрений. Применение «стартовой» дозы азота (N_{30}) на фоне фосфорных и калийных удобрений ($P_{20-60}K_{100-120}$) оказывало тормозящее действие на развитие симбиотического ризобиального аппарата.

При оценке симбиотического потенциала зернобобовых культур помимо определения уровня фиксации азота на одном гектаре, немаловажное значение имеет расчет его количества, затраченного на получение 1 т сухой массы. Согласно данным, представленным в таблице, сухая масса надземной части растений гороха в фазе бутонизация – начало цветения на супесчаной почве достигла 47,0-56,9 ц/га, на легкосуглинистой – 59,2-64,1 ц/га. При этом на более легкой почве в неудобренном варианте на формирование 1 т сухого вещества горох использовал 11,5 кг симбиотически связанного азота, на более тяжелой – 13,6 кг; в удобренных вариантах – 9,3 и 7,6 кг соответственно. В результате можно констатировать, что на обеих почвах без внесения минеральных удобрений горох эффективнее использовал фиксированный атмосферный азот по сравнению с удобренными вариантами. Внесение минеральных удобрений способствовало увеличению потребления растениями почвенного азота.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шотт, П. Р. Биологическая фиксация азота в однолетних агроценозах лесостепной зоны Западной Сибири: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.04; ФГОУ ВПО «Алтайский гос. аграрный ун-т. – Барнаул, 2007. – 39 с.

2. Дозоров, А. В. Влияние активизации симбиотической деятельности на формирование урожайности зернобобовых культур / А. В. Дозоров, М. Н. Гаранин // Вестник Ульяновской с.-х. академии. – 2012. – № 4 (20). – С. 4-9.
3. Васильчиков, А. Г. Сравнительная оценка размеров симбиотической азотфиксации зернобобовыми культурами / А. Г. Васильчиков // Земледелие. – 2014. – № 4. – С. 8-11.
4. Лысенко, А. А. Влияние погодных условий на урожайность сортов гороха в условиях Приазовской зоны Ростовской области / А. А. Лысенко, А. П. Коробов, Ю. В. Шапошникова // Известия Оренбургского ГАУ. – 2017. – № 3 (65). – С. 37-40.
5. Кошеляев, В. В. Особенности симбиотической деятельности растений гороха в зависимости от различных уровней минерального питания / В. В. Кошеляев, Н. В. Шабышев, И. П. Кошелева // Нива Поволжья. – 2023. – № 1 (65). – С. 59-66.
6. Азотфиксация гороха сортов Немчиновской селекции в зависимости от удобрений на дерново-подзолистой почве Центрального Нечерноземья и вклад фиксированного азота в малый биологический круговорот / В. В. Конончук [и др.] // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2019. – № 2 (30). – С. 27-35.
7. Новиков, В. М. Продуктивность гороха и сои в зависимости от основной обработки почвы и минеральных удобрений / В. М. Новиков // Плодородие. – 2007. – № 2. (35) – С. 46-47.
8. Дозоров, А. В. Влияние активизации симбиотической деятельности на формирование урожайности зернобобовых культур / А. В. Дозоров, М. Н. Гаранин // Вестник Ульяновской ГСХА. – 2012. – № 4 (20). – С. 4-9.
9. Новикова, Н. Е. Поздняя некорневая подкормка для оптимизации питания гороха / Н. Е. Новикова // Современные аспекты структурно-функциональной биологии растений: от молекул до экосистем: материалы конф. – Орел: Орловский ГУ, 2017. – С. 26-33.
10. Литвинцев, П. А. Азотфиксация и продуктивность сортов гороха и сои в зависимости от источника азотного питания / П. А. Литвинцев // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2007. – № 9 (177). – С. 27-34.
11. Хамоков, Х. А. Показатели структуры урожая и урожайность зернобобовых культур в зависимости от вносимых доз азотных удобрений и проведения инокуляции семян / Х. А. Хамоков // Известия Оренбургского ГАУ. – 2017. – № 3 (65). – С. 35-37.
12. Рахимова, О. В. Влияние уровней минерального питания на продуктивность гороха полевого / О. В. Рахимова, В. К. Храмой // Аграрная наука. – 2010. – № 2. – С. 11-12.
13. Трепачев, Е. П. О методах исследования азотфиксирующей способности бобовых культур / Е. П. Трепачев // Агрохимия. – 1981. – № 12. – С. 129-141.
14. Клевенская, И. Л. Биологическая фиксация азота / И. Л. Клевенская. – Новосибирск: Наука, 1991. – 271 с.
15. Посыпанов, Г. С. Методы изучения биологической фиксации азота воздуха / Г. С. Посыпанов. – М.: Агропромиздат, 1991. – 300 с.
16. Кошеляев, В. В. Симбиотическая деятельность у различных сортов гороха / В. В. Кошеляев, И. П. Кошелева // Нива Поволжья. – 2021. – № 2 (59). – С. 75-82.
17. Посыпанов, Г. С. Методические аспекты изучения симбиотического аппарата бобовых культур в полевых условиях / Г. С. Посыпанов // Известия ТСХА. – 1983. – Вып. 5 – С. 17-26.