

*Алёшин Матвей Алексеевич, кандидат с.-х. наук, доцент кафедры агрохимии
Пермский ГАТУ им. академика Д.Н. Прянишникова*

ВЛИЯНИЕ АЗОТНОГО УДОБРЕНИЯ НА ФОРМИРОВАНИЕ СИМБИОТИЧЕСКОГО АППАРАТА ГОРОХА В ТРЁХКОМПОНЕНТНОМ ПОСЕВЕ

Аннотация: Представлены результаты исследований по изучению влияния доз азотного удобрения на развитие симбиотического ризобияльного аппарата гороха в трёхкомпонентном смешанном посеве с яровой пшеницей и овсом. Слабое развитие симбиотического аппарата сопровождается медленным развитием вегетативных органов гороха, ранним пожелтением листьев, снижением продуктивности и содержания азота в вегетативной массе и зерне. Внесение азотного удобрения оказывает положительное влияние на развитие ризобияльного аппарата гороха.

Ключевые слова: азотное удобрение, смешанный посев, горох, симбиотический аппарат.

Abstract: The results of studies on the effect of nitrogen fertilizer doses on the development of the symbiotic rhizobial apparatus of peas in a three-component mixed sowing with spring wheat and oats are presented. The weak development of the symbiotic apparatus is accompanied by the slow development of the vegetative organs of peas, early yellowing of leaves, a decrease in productivity and nitrogen content in the vegetative mass and grain. The introduction of nitrogen fertilizer has a positive effect on the development of the rhizobial apparatus of peas.

Key words: nitrogen fertilizer, mixed sowing, peas, symbiotic apparatus.

Введение. Освоение технологии возделывания смешанных посевов в сельском хозяйстве является одним из эффективных путей управления количеством и качеством растительной продукции, а также процессами оптимизации функционирования агроценозов [1; 2]. Смешанные посевы могут быть значительным резервом повышения степени полезного использования растениями тепла, света, осадков, питательных веществ почвы и агротехнических приёмов, что связано с относительно высокой устойчивостью их к стрессовым факторам среды и реализацией биопотенциала фитокомпонентов [3; 4]. Одним из способов повышения продуктивности бобовых – усиление симбиотической деятельности бобово-ризобияльного комплекса [5]. Формирование активных клубеньков на корнях бобовых и начало симбиотического усвоения молекулярного азота происходят примерно через 3-4 недели после всходов. Поэтому в начале роста растений, до образования и начала активного функционирования клубеньков, признаются эффективными небольшие (стартовые) дозы минерального азота (N30-45). Отмечается, что они не вредят развитию симбиотических взаимоотношений между ризобиями и бобовыми растениями, а нередко стимулируют их [6].

Выявлено [7], что при благоприятных условиях увлажнения симбиотический аппарат нарастает до фазы начала налива зерна, сохраняя при этом свою активность. К этому периоду негативное влияние азотных удобрений на симбиоз существенно ослабевает или прекращается. Более того, в фазу плодообразования отмечено даже некоторое увеличение удельной азотфиксирующей активности клубеньков при использовании азотного удобрения.

Условия и методика исследования. Для установления влияния азотного удобрения на формирование симбиотического аппарата гороха в смешанном посеве в 2020 году на участке землепользования ООО «Калинина» Пермского края был заложен полевой эксперимент, предусматривающий наличие следующих факторов. Фактор А – соотношение злаковых компонентов в составе смеси (пшеница, % + овёс, %), при долевом участии посевного гороха (20%): A₀ 60% + 20%; A₁ 40% + 40%; A₂ 20% + 60%. Фактор В – дозы азота (кг/га): B₀ N0; B₁ N30; B₂ N45.

Общая площадь делянки составила 144 м². Учетная – 12,6 м². Объектами исследований выступали посевной горох сорта Красноуфимский 11, яровая пшеница сорта Иргина, яровой овёс сорта Памяти Балавина. Фенологическое наблюдение за развитием симбиотического аппарата на корнях растений проведено во время цветения гороха. Почва участка характеризуется низким содержанием гумуса (1,68%), слабокислой реакцией среды (рН_{КС1} 5,3), Содержание подвижного фосфора и калия по Кирсанову – повышенное.

Результаты. К автономному (атмосферному) азотному питанию горох, при благоприятных условиях и дефиците минерального азота в почве, переходит спустя 20-25 дней после всходов. Поэтому, в первые три недели вегетации гороху, как и всем не бобовым культурам, для роста и развития требуется хорошее минеральное азотное питание [8]. Результаты оценки влияния доз азота на развитие ризобиального аппарата гороха представлены в таблицах 1, 2.

Таблица 1. Влияние доз азота на длину корневой системы гороха в составе 3-х компонентной смеси, см

Соотношение злаковых компонентов (А)	Дозы азота (В)			Среднее по А, НСР ₀₅ гл. эфф. = 3,35
	N0	N30	N45	
Пшеница 60 % + овёс 20 %	13,0	15,5	19,5	16,0
Пшеница 40 % + овёс 40 %	16,0	17,0	15,5	16,2
Пшеница 20 % + овёс 60 %	14,5	19,0	15,0	16,2
Среднее по В, НСР ₀₅ гл. эфф. = 3,35	В ₁	В ₂	В ₃	
	14,5	17,2	16,7	
НСР ₀₅ для частных различий по факторам А и В				5,80

На основании представленных результатов можно сказать, что при внесении дозы азота N30 длина корневой системы (17,2 см) была наиболее длинной. На делянках, где не вносились азотные удобрения, длина корневой системы составила 14,5 см. На делянках, где вносилось азотное удобрение, формировалась более мощная и разветвлённая корневая система бобового компонента. Наблюдалось достоверное увеличение длины корневой системы на 6,5 см с повышением дозы

азота от N0 до N45 (пшеница 60% + овёс 20%), при НСР₀₅ 5,80 см.

Внесение азотного удобрения непосредственно повлияло на количество, размер и форму клубеньков, формируемых на корневой системе гороха (табл. 2).

Таблица 2. Влияние доз азота на количество клубеньков на корневой системе гороха в составе 3-х компонентной смеси, шт.

Соотношение злаковых компонентов (А)	Дозы азота (В)			Среднее по А, НСР ₀₅ гл. эфф. = 4,34
	N ₀	N30	N45	
Пшеница 60 % + овёс 20 %	9,5	17,5	11,0	12,7
Пшеница 40 % + овёс 40 %	10,5	20,0	13,5	14,7
Пшеница 20 % + овёс 60 %	13,0	19,0	10,0	14,0
Среднее по В, НСР ₀₅ гл. эфф. = 4,34	B ₁	B ₂	B ₃	
	11,0	18,8	11,5	
НСР ₀₅ для частных различий по факторам А и В				7,51

Так, при дозе азота (N30) количество клубеньков было максимальным (18,8 шт.) при НСР₀₅ = 4,34, они были среднего размера, овальной и округлой формы. В вариантах, где азот не вносился, образовывались очень мелкие клубеньковые бактерии в малом количестве (11,0). При дозах азота (N45) количество клубеньков также было небольшим (11,5 шт.), при этом сами корневые вздутия были среднего и мелкого размера. Наибольшее количество клубеньков образовалось в агроценозе горох 20% + пшеница 40% + овёс 40%. В варианте горох 20% + пшеница 40% + овёс 40%, при внесении азота в дозе 30 кг/га происходит достоверное увеличение количества клубеньков на 9,5 шт., при НСР₀₅ 7,51 шт.

В целом, по результатам наблюдений можно сказать, что непосредственное неблагоприятное влияние на развитие клубеньковых бактерий оказали погодные условия, т.к. клубеньки образовались мелкого размера и в небольшом количестве, часть которых была в неактивном состоянии. В период цветения и образования плодов, наблюдался дефицит осадков, температура воздуха превышала 30°C.

Для развития клубеньков оптимальная влажность составляет 60-70% от полной влагоемкости почвы. Недостаток влаги в почве, как отмечено в ряде работ

[10], приводит к минимальному формированию клубеньков на корнях гороха. При снижении влажности почвы до 40% и менее (НВ), т.е. ниже влажности разрыва капилляров, существенно замедляется образование клубеньков, наблюдается их «сброс», соответственно значительно снижается количество и масса клубеньков, и как следствие снижается активный симбиотический потенциал. Максимальная азотфиксация ряда бобовых растений наблюдается при 20-25°C. Температура выше 30°C отрицательно влияет на клубеньковые бактерии.

Выводы. Корневые системы яровой пшеницы, ярового овса и посевного гороха в смешанном посеве образуют единый пул корневых систем и корневых выделений. Корневая система зерновых за счет химической аллелопатии быстро поглощает легкодоступные амиды и азотсодержащие аминокислоты, выделенные в почву бобовым растением, за счёт чего увеличивает его производство в смешанном посеве.

Бактерии, участвующие в формировании симбиотического аппарата на корнях бобовых, оказывают большое влияние на азотный обмен, вследствие чего значительно повышается продуктивность растений. При слабом развитии симбиотического аппарата или отсутствии клубеньков, наблюдается медленное развитие вегетативных органов гороха, раннее пожелтение листьев, снижение продуктивности и содержания азота в семенах. По результатам опыта можно отметить, что внесение азотных удобрений благоприятно повлияло на развитие ризобиального аппарата гороха.

Библиографический список:

1. Пасынкова Е.Н., Завалин А.А. Оценка эффективности смешанных посевов яровой пшеницы и вики // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук, 2010. №1. С. 6-8.
2. Безгодова И.Л., Коновалова Н.Ю. Эффективность выращивания смешанных посевов на основе перспективных сортов зернобобовых культур // Агрозоотехника, 2019. том 2 №4. С.1-11.

3. Алёшин М.А. Завалин А.А. Эффективность применения азотного удобрения в смешанных посевах гороха и пшеницы в севообороте // *Агрохимия*, 2021. № 11. С. 33-48. DOI 10.31857/S000218812111003X.
4. Зотиков В.И., Глазова З.И., Титенок М.В. Смешанные посевы бобовых культур как фактор стабилизации урожая семян вики яровой // *Зернобобовые и крупяные культуры*, 2012. №2. С.78-86.
5. Тихонович И.А., Завалин А.А., Благовещенская Г.Г., Кожемяков А.П. Использование биопрепаратов – дополнительный источник элементов питания растений // *Плодородие*, 2011. №3 (60). С. 9-13.
6. Новикова Н.Е. Физиологическое обоснование листовой подкормки для оптимизации питания зерновых бобовых культур в онтогенезе растений (обзор) // *Зернобобовые и крупяные культуры*, 2018. №1(25). С. 60-67.
7. Литвинцев П.А. Азотфиксация и продуктивность сортов гороха и сои в зависимости от источника азотного питания // *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*, 2007. №9 (177). С. 27-34.
8. Яроцкий Я.К. Ждут чуда... а чудес в аграрном деле не бывает // *Наше сельское хозяйство*, 2011. №11. С. 10-13.
9. Князев Б.М., Хамоков Х.А. Влияние влагообеспеченности почвы на симбиотическую и фотосинтетическую деятельность гороха и вики // *Зерновое хозяйство*, 2004. №2. С. 24-25.