

УДК 582.736 (476.2)

СИМБИОТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ МНОГОЛЕТНИХ БОБОВЫХ ТРАВ В УСЛОВИЯХ МОЗЫРСКОГО РАЙОНА

А. П. Пехота

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры биологии
УО МГПУ им. И. П. Шамякина, г. Мозырь, РБ

Д. С. Полторан

аспирант БГСХА, г. Горки, РБ

Проведены исследования влияния на симбиотическую активность люцерны желтой и эспарцета песчаного бактериальных препаратов клубеньковых бактерий и других их носителей и средств химизации. Установлено, что применение препаратов бактерий в сочетании с микроудобрениями значительно увеличивает количество и массу клубеньковых бактерий на корнях растений.

Введение

К настоящему времени для практического использования в производстве сложился видовой состав многолетних бобовых трав, ставший традиционным: клевер луговой и ползучий, люцерна посевная, донник белый. Однако такое количество видов не отвечает разнообразию почвенного покрова и меняющимся в Полесском регионе по годам погодным условиям.

Сравнительно высокопродуктивными бобовыми растениями, перспективными для возделывания на минеральных почвах легкого гранулометрического состава и землях с неотрегулированным водным режимом могут стать люцерна желтая и эспарцет песчаный [1], [2]. Данные виды по своим биологическим и морфологическим особенностям отличаются от люцерны посевной и других бобовых трав, в связи с чем необходимо изучить особенности формирования их биомассы.

Люцерна желтая может стать вместе с клевером ползучим дополнительным компонентом в естественных низовых фитоценозах [3].

Эспарцет песчаный (*Onobryhis arenaria*) отличается довольно высокой засухоустойчивостью. Из всех видов эспарцета эспарцет песчаный наименее чувствителен к низким температурам, однако зимой при малоснежном покрове нередки случаи выпадения растений.

К почвам эспарцет малотребователен. Хорошо удаётся на щебенчатых и песчаных почвах, но особенно на черноземах и почвах, богатых известью. Малопригодны для эспарцета кислые почвы и совершенно не подходят заболоченные почвы с близким залеганием грунтовых вод [4].

Эспарцет относят к семейству бобовых. Стебли прямые или восходящие, листья непарноперистые из 12–25 листочков. Цветки розово-красные, в многоцветковой длинной кисти. Бобы у эспарцета односемянные. Семена у эспарцета гладкие, серовато-желто-зеленые, фасолевидные. Корень стержневой, проникает на глубину 2–3 м, иногда до 10 м.

Для люцерны и эспарцета, как и для других видов бобовых трав, характерной особенностью является симбиоз с клубеньковыми бактериями (*Bacterium radicicola*), которые живут на корнях, образуя клубеньки. Эти бактерии способны усваивать атмосферный азот, который используется бобовыми растениями; в свою очередь бактерии в корнях бобовых трав заимствуют углеводы и некоторые органические кислоты. Таким образом, эти растения используют не только почвенный азот, но и получают его с помощью клубеньковых бактерий еще из воздуха [5], [6].

Однако в связи с незначительным распространением этих видов растений в почве почти не встречаются виды рода Ризобиум, вступающие в симбиоз с этими растениями. Это сдерживает закрепление люцерны желтой и эспарцета песчаного в травосмесях [7].

Цель исследований: изучить симбиотическую активность люцерны желтой и эспарцета песчаного при использовании препаратов клубеньковых бактерий.

Методы исследований. В период вегетации 2011 года наблюдалось превышение температуры воздуха по всем месяцам над среднегодовой нормой (на 0,8–2,9°С). Среднесуточная температура воздуха уже в I декаде апреля перешла через 5°С, превысив норму на 2,8°С, чем способствовала интенсивному отрастанию многолетних трав. Вместе с тем, в начале мая отмечалось незначительное похолодание (на 2,5°С ниже нормы). В летние месяцы среднесуточные температуры превышали норму на 0,8–2,9°С.

Вегетационный период 2011 года отличался неустойчивым режимом влагообеспеченности. Осадков в 2011 году за период вегетации выпало на 119% выше среднегодовой нормы в основном в виде периодических ливневых дождей с ураганным ветром (первая декада мая – на 257%, третья декада июня – на 228%, третья декада июля – на 358% выше нормы), чередующихся засушливыми периодами. Со второй декады апреля по начало мая и со второй декады мая по вторую декаду июня наблюдался недостаток влаги, что отрицательно повлияло на оплодотворение и образование семян. Июль отличался повышенным выпадением осадков. С третьей декады августа по третью декаду сентября количество осадков было ниже нормы.

Во время массового цветения люцерны наблюдался недостаток влаги (со второй декады мая по вторую декаду июня), что отрицательно повлияло на оплодотворение и образование семян на старовозрастных посевах. В посевах 1 года жизни растения люцерны (посев 24 апреля 2011 года) наращивали вегетативную массу и сформировали урожай семян в год посева, так как цветение растений началось в начале 2 декады июля и проходило при достаточном количестве осадков и оптимальном температурном режиме.

В целом метеорологические условия 2011 года характеризовались как неблагоприятные для получения семян люцерны старовозрастных посевов и удовлетворительные для роста и накопления биомассы посевов всех возрастов, семенной продуктивности люцерны первого года вегетации при весеннем сроке сева.

Исследования проводились на базе РНДУП «Полесский институт растениеводства», расположенного в п. Кричицкий Мозырского района Гомельской области в 2010–2012 гг. Почва опытного участка дерново-подзолистая супесчаная, слабоподзоленная, развивающаяся на супесях, подстилаемых с глубины 140–170 см мореным суглинком. Почва характеризуется близкой к нейтральной реакцией почвенного раствора, низким содержанием гумуса, повышенным – обменного фосфора, средним – обменного калия и высокой обеспеченностью бором.

Объектом исследований были выбраны инокулянты, разработанные лабораторией взаимоотношений микроорганизмов почвы и высших растений Института микробиологии НАН Беларуси. Субъекты исследований – виды многолетних бобовых трав люцерна желтая (*Medicago falcate* L.) и эспарцет песчаный (*Onobrychis arenaria*).

Схема опыта № 1 (люцерна желтая):

1. Контроль (без инокуляции).
2. Использование почвы старовозрастных посевов.
3. Сапронит.
4. Гуминистим.
5. Ризофос.
6. Ризофос + Бор.
7. Ризофос + Молибден.
8. Ризофос + Бор + Молибден.
9. Навоз (40 т/га).

Опыт заложен в 4-кратной повторности с площадью делянки 28 м² (8х3,5 м). Расположение делянок рендомизированное.

Схема опыта № 2 (эспарцет посевной):

1. Контроль.
2. Обработка семян препаратом бактерий.
3. Обработка семян почвой старовозрастных травостоев.
4. Обработка семян водной вытяжкой корней.
5. Обработка семян молотой корневой массой.

Для выявления действия микроэлементов применяли натрий молибденовокислый и борную кислоту по 200 г на гектарную норму высева семян. Фоновая доза удобрений Р₉₀ К₁₂₀. Посев проведен согласно схеме опыта 24 апреля. В дальнейшем применялась общепринятая технология.

Проведен учет по следующим показателям:

- продуктивность зеленой и сухой массы в питомниках с индивидуальным стоянием растений;
- количество и масса сырых клубеньков с 10 растений и единицы площади;
- структура урожая. Показателями структуры урожая зеленой массы являются: соотношение числа и массы побегов различных категорий, частей побегов на единице площади или на растении;
- высота травостоя. Высота травостоя является косвенным показателем урожайности и служит одним из критериев определения сроков скашивания травостоев. Высоту травостоя определяли в динамике по фенофазам;
- густота растений и стеблей. Для определения густоты стояния подсчитывали число растений и стеблей на единице площади. Для этого выделяют площадки перед учетом на типичной части травостоя.

Результаты исследований были подвергнуты математико-статистическому анализу с использованием программ дисперсионного анализа результатов однофакторного и многофакторного опытов.

Результаты исследований и их обсуждение

Основным показателем симбиотической деятельности бобовых является образование клубеньковых бактерий, от активности которых в дальнейшем зависит формирование биомассы растений и их семенная продуктивность.

Инокулянты и микроэлементы положительно повлияли на образование клубеньковых бактерий. Их количество составило 363–1165 шт./10 раст., что выше контроля на 17,8–278,3%.

Лидером в этом отношении оказался навоз (1165 шт./10 раст.), что указывает на важную роль органических удобрений. Масса клубеньковых бактерий в этом варианте равна 8,46 г/10 раст. Положительное влияние на образование клубеньков в опыте оказало комплексное применение ризофоса и молибдена – 800 шт./10 раст. Однако их масса составила только 5,52 г (таблица 1).

Таким образом, образование клубеньковых бактерий на корнях люцерны желтой и их масса тесно связаны между собой, и эта связь выражается линейным уравнением

$$y = -0,0427 + 0,0074x, \quad R = 0,872,$$

где y – кол-во клубеньков с 10 растений, шт.;

x – масса клубеньков с 10 растений, г;

R – коэффициент корреляции.

Таблица 1 – Показатели симбиотической активности люцерны желтой

Вариант опыта	Кол-во клубеньков с 10 растений, шт.	Масса клубеньков с 10 растений, г	Количество с 10 стеблей, шт.		Количество семян с 10 бобов, шт.
			кистей	бобов	
Контроль	308	2,01	36	198	34
Обр. почвой	429	3,32	39	223	34
Сапронит	519	6,61	38	221	40
Гуминистим	423	2,24	54	383	34
Ризофос	363	2,65	95	263	29
Ризофос + В	443	2,33	74	269	32
Ризофос + Мо	800	5,52	65	354	30
Ризофос + В + Мо	525	3,29	92	491	41
Навоз	1165	8,46	46	343	34
Среднее	552,8	4,05	59,9	305,0	34,2

Наименее активными среди инокулянтов были ризофос, гуминистим и почва старовозрастных травостоев. Высокая масса растений в варианте с обработкой почвой (1288 г/м²) получена за счет высокой густоты стояния растений (таблица 2). Исследуемые факторы оказали существенное влияние на образование клубеньковых бактерий, что подтверждается очень большой вариабельностью ($V = 48,6–56,4\%$). Масса растений с надземной и подземной частями

тесно взаимосвязаны. Коэффициент корреляции составил 0,938–0,948. Вариативность большая ($V = 27,0\text{--}30,4\%$). Это указывает на зависимость массы растений в опыте от инокулянтов.

Таблица 2 – Накопление биомассы растениями люцерны желтой

Варианты опыта	Высота, см	Масса растений, г/м ²		
		всего	стеблей	корней
Контроль	74	700	280	420
Обр. почвой	86	1288	540	748
Сапронит	77	935	365	570
Гуминистим	74	720	305	415
Ризофос	70	748	360	388
Ризофос+В	69	983	493	490
Ризофос+Мо	71	916	438	468
Ризофос+В+Мо	89	1378	698	680
Навоз	70	1340	558	782
Среднее	75,6	1000,9	448,6	551,2

По полученным данным можно резюмировать, что обработка перед посевом семян эспарцета препаратом бактерий подтверждает свою эффективность в оба года проведения опыта. Количество клубеньков на корнях эспарцета после обработки на 136 шт. превышает контрольный показатель, что выше на 69,4%. В вариантах с обработкой семян препаратом и почвой клубеньки желтоватого цвета, чаще собраны гроздьями, расположенными ближе к центральному корню, при этом ризобии в диаметре могут достигать 1,5 см. Масса сырых клубеньков в этом варианте составила 7,9 г/м², что на 17,9% выше контроля. Полученные данные являются статистически достоверными по сравнению с другими вариантами опыта. Количество клубеньков в остальных вариантах опыта также существенно превосходило контроль, несмотря на меньшую их массу.

Клубеньки в основном были желтоватого и беловато-желтоватого цвета и расположены гроздьями на разных частях корневой системы. При увеличении концентрации бактерий они располагались ближе к главному корню (таблица 3).

Таблица 3 – Накопление корневой массы эспарцета песчаного в зависимости от инокуляции семян (среднее за 2011–2012 гг.)

Вариант	Кол-во сырых клубеньков, шт/м ²	Масса сырых клубеньков, г/м ²	Цвет клубеньков	Характер расположения	Корневая масса, г/м ²		
					слой почвы, см		
					0–10	10–20	0–20
1	2	3	4	5	6	7	8
Контроль	196	6,7	Бледно-серый	Одиночные, на корнях 2–3-го порядков	120,4	63,5	183,9
Обработка препаратом	332	7,9	Желтоватый	Собраны гроздьями, большей частью на главном корне	219,2	73,4	292,6

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8
Обработка почвой	311	7,1	Желтоватый	Собраны гроздьями и по одиночке, на главном и отходящих корнях	169,2	73,6	242,8
Обработка вытяжкой корней	301	6,4	Беловато-желтоватый	Одиночные, реже гроздьями на корнях 2–3-го порядков	161,0	85,0	246,0
Обработка молотой корневой массой	318	6,5	Беловато-желтоватый	Одиночные, гроздьями на корнях 2–3-го порядков реже на главном корне	193,6	117,6	311,2
НСР ₀₅	17,8	0,57	-	-	27,6	12,0	37,1

Наибольшее количество корневой массы в верхнем слое почвы (0–10 см) накоплено в варианте с обработкой семян препаратом – 219,2 г/м² или на 82% выше по сравнению с контролем. Очевидно, достаточное азотное питание из-за повышенного количества клубеньков на корнях и удовлетворительные условия увлажнения не способствуют проникновению корневой системы в более глубокие слои почвы.

Наибольшее количество корневой массы накоплено в варианте с обработкой семян молотой корневой массой, наименьшее в контрольном варианте. В данном варианте корневая масса распределена более равномерно по сравнению с другими вариантами. Соотношение массы корней было 1,6:1. В остальных вариантах опыта этот показатель варьировал от 1,8:1 до 3:1.

Вариант с обработкой семян препаратом по накоплению корней занимает промежуточное значение. При этом соотношение массы корней по горизонтам существенно отличается. Вероятно, это связано с достаточным азотным питанием растений из-за повышенного количества клубеньков на корнях, и как следствие снижается потребность в формировании более развитой корневой системы. Вследствие чего во второй год жизни интенсивно развивается периферическая часть корневой системы, которая располагается в верхних слоях почвы.

Выводы

1. К моменту окончания вегетации на растениях люцерны жёлтой наибольшее количество клубеньковых бактерий образовалось при внесении навоза и совместном применении ризофоса и молибдена – 1165 и 800 шт./10 раст. соответственно. Масса клубеньков составила 8,46 и 5,52 г/10 раст.

2. При формировании генеративных органов лучшие результаты получены при вариантах опыта Ризофос + Бор + Молибден(8) и Навоз(9). Кроме того, 8 вариант опыта обеспечил большее количество семян в бобах: 41 шт./10 бобов.

3. При изучении симбиотической активности эспарцета песчаного наибольшее количество клубеньковых бактерий образовалось при обработке семян бактериальным препаратом (332 шт./м²) и молотой корневой массой растений (318 шт./м²), что выше контроля на 69,4% и 62,2% соответственно. При этом клубеньки были желтоватого и беловато-желтоватого цвета и формировались в основном на главном корне и корнях 2–3-го порядков. Такое расположение клубеньковых бактерий ускоряет поступление азота в растения.

4. Наибольшая масса корней эспарцета песчаного образовалась при обработке семян молотой корневой массой $311,2 \text{ г/м}^2$, что на 69,2% больше, чем в контрольном варианте. Корневая масса растений в опыте на 62–75% была расположена в верхнем слое почвы (0–10 см).

Літэратура

1. Крицкий, М. Н. О сочетании кормовой и семенной урожайности люцерны в условиях Беларуси / М. Н. Крицкий, Е. И. Чекель, А. А. Боровик // Научные приоритеты инновационного развития отрасли растениеводства: результаты и перспективы : сборник материалов Междунар. науч.-практ. конф., 23–24 июня 2011 г., г. Жодино / РУП «Научно-практический центр по земледелию». – Борисов : МОУП «Борис. укр. типогр. им. 1 Мая», 2011. – С. 246–248.
2. Шелото, А. А. Биологические аспекты возделывания люцерны в Беларуси / А. А. Шелото. – Горки, 1997. – 126 с.
3. Иванов, А. И. Люцерна / А. И. Иванов. – М. : Колос, 1980. – 348 с.
4. Андреев, Н. Г. Луговое и полевое кормопроизводство / Н. Г. Андреев. – М. : Колос, 1975. – 504 с.
5. Заболотный, А. И. Азотный обмен в растениях люпина в репродуктивный период онтогенеза: в норме и при экзогенном воздействии : дис. ... д-ра биол. наук / А. И. Заболотный. – Минск, 2003. – 285 с.
6. Черняускас, Г. И. Выращивание многолетних кормовых трав на семена / Г. И. Черняускас, В. Е. Жемайтис, Ю. А. Пиворунас. – Ленинград : Колос, 1977. – 272 с.

Summary

The influence of bacterial specimen of legume bacteria and other means of chemicalization on the symbiotic activity of the medick and the hungarian sainfoin was researched. The use of bacteria drug administration coupled with micronutrients increases the quality and the mass of the legume bacteria located on the roots of the plant.

Поступила в редакцию 28.01.14