

СТАТЬЯ

УДК 633.321(571.16)

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ БИОПРЕПАРАТОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ И ПРОДУКТИВНОСТЬ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ ПРИ ИНОКУЛЯЦИИ СЕМЯН В РЕСПУБЛИКЕ ТЫВА**Монгуш Л.Т.**

*Тувинский научно-исследовательский институт сельского хозяйства филиал
ФГБУН «Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН»,
Кызыл, e-mail: lilya.mongush.60@mail.ru*

Одним из эффективных методов повышения азотфиксации и урожайности многолетних бобовых трав является предпосевная инокуляция семян клубеньковыми бактериями. Целью исследования является оценка влияния инокуляции семян на формирование урожая и на продуктивность многолетних бобовых растений в степной зоне Республики Тыва. Исследования проведены на опытно-экспериментальном поле Тувинской НИИСХ в 2022-2024 гг. с инокуляцией семян многолетних трав микробиологическим препаратом Биоторфин-Б. Показано его влияние на линейный рост и на развитие симбиотического аппарата эспарцета, люцерны, донника. Установлено, что высота трав в вариантах с инокуляцией семян была выше контроля. Формирование азотфиксирующих клубеньков зависело от обеспеченности влагой растений в течение вегетационного сезона. Инокуляция семян Биотофином-Б достоверно повысила урожайность зеленой массы многолетних трав. В первый год жизни трав отзывчивыми на обработку в условиях республики показали себя эспарцет и донник желтый. В первый год применения Биоторфина-Б наивысшая урожайность была достигнута у эспарцета (28,55 т/га, на 11,25 т/га больше, чем в контрольной группе) и донника желтого (18,52 т/га, превышение контроля на 8,1 т/га). На второй год лучшие показатели продемонстрировали люцерна и донник желтый. Наивысшую урожайность также сформировали люцерна с Биотофином-Б (33,64 т/га) и донник желтый с Биотофином-Б (33,48 т/га). Положительное действие обработки семян Биотофином-Б выявлено при оценке продуктивности изучаемых многолетних трав. Сравнение средних значений продуктивности за 3 года показало, что вариант с обработкой превысил контрольный вариант у всех изучаемых трав.

Ключевые слова: эспарцет, люцерна, донник, Биоторфин-Б, инокуляция, урожайность, продуктивность

STUDY OF THE INFLUENCE OF BIOLOGICAL PRODUCTS ON THE YIELD AND PRODUCTIVITY OF PERENNIAL GRASSES DURING SEED INOCULATION IN THE REPUBLIC OF TYVA**Mongush L.T.**

*Tuva Research Institute of Agriculture, branch of the Siberian Federal Scientific
Center for Agrobiotechnology of the Russian Academy of Sciences, Kyzyl,
e-mail: lilya.mongush.60@mail.ru*

One of the effective methods of increasing nitrogen fixation and the yield of perennial legume grasses is the pre-sowing inoculation of seeds with nodule bacteria. Purpose of the study is to assess the effect of seed inoculation on the formation of yield and productivity of perennial legume plants in the steppe zone of the Republic Tuva. Research was conducted on the experimental field of the Tuvian SRIA in 2022-2024, with the inoculation of seeds of perennial grasses with the microbiological preparation Biotorfin-B. Its effect on the linear growth and development of the symbiotic apparatus of sainfoin, alfalfa, and sweet clover has been shown. It has been established that the height of the herbs in the inoculated seed variants was higher than in the control. Formation of nitrogen-fixing nodules depended on the moisture availability of the plants during the growing season. Inoculation of seeds with Biotorfin-B significantly increased the yield of green mass of perennial herbs. In the first year of the herbs' life, sainfoin and yellow sweet clover showed themselves to be responsive to treatment in the conditions of the republic. In the first year of using Biotorfin-B, the highest yield was achieved by sainfoin (28.55 t/ha, 11.25 t/ha more than in the control group) and yellow sweet clover (18.52 t/ha, exceeding the control by 8.1 t/ha). In the second year, the best indicators were demonstrated by alfalfa and yellow sweet clover. The highest yields were also achieved by alfalfa with Biotorfin-B (33.64 t/ha) and yellow sweet clover with Biotorfin-B (33.48 t/ha). Positive effect of Biotorfin-B seed treatment was observed in the assessment of the productivity of the studied perennial grasses. A comparison of the average productivity values over 3 years showed that the treated variant exceeded the control variant for all the studied grasses.

Keywords: sainfoin, alfalfa, sweet clover, Biotorfin-B, inoculation, yield, productivity

Введение

Основой ускоренного развития животноводства является не только формирование высокопродуктивного стада, но и создание в первую очередь прочной кормовой базы для обеспечения животноводства биологи-

чески полноценными кормами [1, с. 143]. Интенсификация кормопроизводства на современном этапе развития сельского хозяйства в республике предполагает разработку наиболее эффективных приемов возделывания многолетних трав для получения

высокоурожайных культур и качественных кормов [2, с. 20]. Решением этой проблемы может стать использование многолетних бобовых трав, которые выполняют три важные функции: используют природную способность фиксировать азот из воздуха, обеспечивают высокие урожаи и улучшают плодородие почвы, а также дают ценные энергонасыщенные корма для животных [3-5]. Возделывание бобовых трав позволяет правильно сочетать азот минеральных удобрений и биологический азот, уменьшить риски негативного воздействия на окружающую среду вследствие денитрификации и вымывания [6, с. 65]. Многолетние бобовые травы производят больше дешевого белка благодаря азотфиксации воздуха [7-9].

По мнению многих авторов, одним из эффективных методов повышения азотфиксации и урожайности многолетних бобовых трав является предпосевная инокуляция семян клубеньковыми бактериями. Использование азотсодержащих инокулянтов увеличивает урожайность на 25–30%, повышает содержание высококачественного белка в кормах на 1,2%, способствует экономии азотных удобрений (50–200 кг/га), позволяет оставлять на поле растительные остатки, обогащенные азотом, и повы-

шает доступность азота для растений. Также это повышает устойчивость растений к засухе и экстремальным температурам [10; 11]. Способность многолетних бобовых трав фиксировать атмосферный азот зависит как от биологических особенностей вида, так и от условий возделывания [12; 13]. Активное формирование клубеньковых бактерий происходит при оптимальной влажности до 80% и температуре почвы 20–26 °С. [14]. Научные исследования, направленные на мобилизацию азота воздуха многолетними бобовыми травами, имеют важное теоретическое и практическое значение для развития сельского хозяйства республики.

Целью исследования является оценка влияния инокуляции семян на формирование урожая и на продуктивность многолетних бобовых растений в степной зоне Республики Тыва.

Материалы и методы исследования

Исследования проводились на опытно-экспериментальном поле Тувинского НИИСХ. Объекты исследований – многолетние бобовые травы: люцерна, эспарцет и донник желтый. Посев многолетних трав проведен в 2022 и в 2023 годах.

Таблица 1

Количество осадков за вегетационный сезон 2022-2024 гг., мм

Месяцы		2022 г.	2023 г.	2024 г.	Средние многолетние
Апрель	Сумма за месяц	11,8	83,9	33,7	24
Май	I	5,9	4,0	4,6	10
	II	0,6	24,0	1,5	8
	III	6,2	0,5	6,6	11
	Сумма за месяц	12,7	28,5	12,7	29
Июнь	I	19,5	1,3	4,3	13
	II	17	2,0	17,6	16
	III	4,7	4,4	-	19
	Сумма за месяц	41,2	7,7	21,9	48
Июль	I	5,8	32,9	2,0	20
	II	40,8	20,8	25,8	30
	III	27,8	72,3	1,7	23
	Сумма за месяц	74,4	126,0	29,5	73
Август	I	11,0	34,3	21,1	25
	II	12,8	5,4	11,9	16
	III	2,9	2,4	6,3	27
	Сумма за месяц	26,7	42,1	39,3	68
Сумма за сезон		166,8	288,2	137,1	242

Примечание: составлено по данным Сосновской метеостанции.

Таблица 2

Продуктивная влага, мм

Слой почвы, см	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.
	29.05	26.05	28.05	25.08	20.08	20.08
0-10	10,05	14,55	13,05	11,05	12,55	14,05
10-20	13,15	15,75	13,15	6,15	13,65	13,15
20-30	11,68	13,78	9,68	7,68	8,68	11,32
30-40	19,31	18,11	10,31	9,31	10,31	10,16
40-50	15,31	17,71	12,26	7,31	10,31	9,68
50-60	20,26	11,31	12,16	9,26	12,76	8,31
60-70	23,16	8,66	13,16	4,16	13,16	8,26
70-80	20,42	8,89	10,16	7,42	8,42	7,31
80-90	13,42	7,57	8,42	0,42	10,42	6,44
90-100	15,6	6,9	6,6	0,60	9,6	4,42
Сумма	162,56	123,23	96,79	63,36	109,86	93,1

Предпосевная обработка почвы проводилась согласно общепринятой методике. Опыт однофакторный. Повторность четырехкратная, вариантов 6, количество делянок 24. Размещение вариантов систематическое, площадь учетной делянки 36 м². Предшественник – черный пар. Предпосевная обработка семян многолетних бобовых трав Биоторфином-Б проводилась полусухим способом. Наблюдения и учётыв проводили на всех этапах изучения согласно методике опытных работ на сенокосах [15]. Лабораторные исследования химического состава и питательности кормов проводились в ФГБУ ГСАС «Тувинская». Статистическая обработка проведена с помощью программы Snedecor V4. Метеорологические условия представлены по данным метеостанции Сосновка Тандинского кожууна Республики Тыва.

Годы исследований характеризовались разнообразием и неравномерным распределением атмосферных осадков в течение вегетационного периода (табл. 1).

В 2022 году наблюдался значительный дефицит осадков в течение вегетационного периода, составивший 75,2 мм по сравнению с многолетней нормой. Наиболее критичным периодом с точки зрения влагообеспеченности была третья декада июня и первая декада июля. В 2023 году, напротив, был положительный баланс осадков, превышающий средние многолетние значения на 46,2 мм, что создало благоприятные условия для вегетации. 2024 год характеризовался выраженной засушливостью на всем протяжении вегетационного периода, сезонная сумма осадков составила 137,1 мм, что на 104,9 мм меньше многолетней среднемесячной нормы.

Урожайность растений во многом зависит от весенних запасов влаги. В мае 2022 года запас влаги в метровом слое оцени-

вался как высокий (162,56 мм), в августе снизился в 2,5 раза. В мае 2023 года содержание продуктивной влаги составляло 123,23 мм, что по шкале оценки являлось хорошим, во время уборки – 109,86 мм (среднее). Наименьшее количество запасов влаги отмечено в 2024 году: в начале вегетационного сезона содержание влаги низкое – 96,79 мм, в 1,7 раза ниже, чем в 2022 г (табл. 2).

Результаты исследования и их обсуждение

Показателем, характеризующим значимость возделываемой культуры, является ее урожайность. Урожайность многолетних трав за годы исследований отличалась в зависимости от влагообеспеченности. 2023 год был самым увлажненным, поэтому травы 1-го года сформировали относительно высокий урожай по сравнению с предыдущим годом. Засушливые погодные условия отрицательно повлияли на формирование зеленой массы многолетних трав, и в опыте, заложенном в 2022 году, урожайность изучаемых трав в первый год жизни была невысокой. Наибольшую зеленую массу сформировал вариант эспарцет+Биоторфин-Б (1,29 т/га) и донник желтый+Биоторфин-Б (1,21 т/га) (табл. 3).

В 2023 году, на второй год вегетации трав, обильные осадки способствовали хорошему развитию многолетних трав, что привело к увеличению урожайности зеленой массы. Максимальная урожайность была достигнута при использовании Биоторфина-Б с люцерной (33,64 т/га) и донником желтым (33,48 т/га). В опыте, заложенном в 2023 году, наибольший урожай в первый год сформировал эспарцет с Биоторфином-Б – 28,55 т/га, что выше контроля на 11,25 т/га, и донник желтый с Биоторфином-Б – 18,52 т/га, превысивший контроль на 8,1 т/га.

Таблица 3

Урожайность зеленой массы многолетних трав за 2022-2024 гг., т/га

Вариант опыта	Урожайность, т/га					
	2022, 1-й год жизни	2023, 2-й год жизни	Сумма за 2 года	2023, 1-й год жизни	2024, 2-й год жизни	Сумма за 2 года
Люцерна (контроль)	0,57	18,36	18,93	9,58	6,72	16,3
Люцерна+Биоторфин – Б	0,55	33,64	34,19	11,05	6,90	17,95
НСР ₀₅	0,18	3,51	-	0,39	1,74	-
Эспарцет (контроль)	0,63	25,48	26,11	17,30	10,34	27,64
Эспарцет+Биоторфин – Б	1,29	31,52	32,81	28,55	12,10	40,65
НСР ₀₅	0,25	2,35	-	0,63	7,75	-
Донник желтый (контроль)	1,09	29,16	30,25	10,4	13,13	23,53
Донник желтый +Биоторфин – Б	1,21	33,48	34,69	18,52	15,28	33,8
НСР ₀₅	0,42	1,23	-	0,24	3,23	-

Примечание: составлено авторами на основе полученных данных в ходе исследования.

Во второй год жизни трав сравнение вариантов с Биоторфином-Б и без него показало, что урожайность варианта с инокуляцией семян у донника желтого достоверно превысила контроль на 2,15 т/га. Прибавка зеленой массы у донника под влиянием применения Биоторфина-Б составила 16,4%.

На остальных вариантах значимой разницы не отмечено.

На посевах 2022 года по суммарной урожайности за 2 года прибавка от применения Биоторфина-Б составила у люцерны 80,6%, или 15,26 т/га, у эспарцета – 25,6%, или 6,70 т/га, у донника – 14,7%, или 4,44 т/га.

Таблица 4

Продуктивность многолетних трав за 2022-2024 гг.

Вариант испытаний	Сухое вещество, т/га	Кормовые единицы, тыс.	Обменная энергия, МДж/га	Переваримый протеин, т/га
2022 г.				
Люцерна (контроль)	0,36	0,33	4,78	5,49
Люцерна+Биоторфин-Б	0,37	0,35	4,79	5,81
НСР ₀₅	0,076	0,03	0,18	0,54
Эспарцет (контроль)	0,47	0,42	5,81	7,62
Эспарцет+Биоторфин-Б	0,92	0,84	11,68	10,69
НСР ₀₅	0,03	0,04	0,40	1,98
Донник желтый (контроль)	0,66	0,59	8,68	9,19
Донник желтый+Биоторфин-Б	0,75	0,69	9,87	10,91
НСР ₀₅	0,68	0,03	0,29	0,79
2023 г.				
Люцерна (контроль)	5,82	5,98	83,92	102,98
Люцерна+Биоторфин-Б	7,04	7,48	102,87	136,24
НСР ₀₅	1,36	1,42	19,82	29,15
Эспарцет (контроль)	10,61	10,21	147,2	173,3
Эспарцет+Биоторфин-Б	17,4	17,42	245,8	294,0
НСР ₀₅	2,21	2,73	31,0	48,9
Донник желтый (контроль)	6,44	6,44	90,58	110,03
Донник желтый+Биоторфин-Б	11,25	11,66	166,31	210,94
НСР ₀₅	8,49	8,8	122,3	158,0

Вариант испытаний	Сухое вещество, т/га	Кормовые единицы, тыс.	Обменная энергия, МДж/га	Переваримый протеин, т/га
2024 г.				
Люцерна (контроль)	3,64	4,17	57,60	37,45
Люцерна+Биоторфин-Б	3,63	3,73	54,97	21,67
НСР ₀₅	1,02	1,14	17,14	10,82
Эспарцет (контроль)	5,1	10,54	100,69	88,03
Эспарцет+Биоторфин-Б	6,26	8,37	112,28	87,58
НСР ₀₅	3,92	5,19	70,6	52,80
Донник желтый (контроль)	3,40	3,76	54,57	25,64
Донник желтый+Биоторфин-Б	6,98	7,91	118,81	50,03
НСР ₀₅	1,59	1,75	25,89	19,96
Средние за 2022-2024 гг.				
Люцерна (контроль)	5,24	5,60	76,78	85,82
Люцерна+Биоторфин-Б	8,20	8,70	119,13	144,63
Эспарцет (контроль)	8,05	9,05	117,63	122,21
Эспарцет+Биоторфин-Б	11,15	10,70	160,29	178,69
Донник желтый (контроль)	7,30	7,22	101,95	116,22
Донник желтый+Биоторфин-Б	10,01	10,70	148,91	163,30

Примечание: составлено авторами на основе полученных данных в ходе исследования.

В опыте, заложенном в 2023 году, при сравнительном анализе суммарной урожайности за 2 года наибольшая прибавка от инокуляции семян отмечена у эспарцета – 47,1%, или 13,01 т/га. Также достоверная разница отмечена у донника желтого – при обработке семян биопрепаратами клубеньковых бактерий урожайность увеличилась на 30,4%, или 10,27 т/га. У люцерны по урожайности не отмечено достоверной разницы между вариантами, на что повлияли очень засушливые условия вегетации 2024 года.

Продуктивность многолетних трав по годам исследований была разной в зависимости от влагообеспеченности. Сравнительная оценка средних данных по продуктивности за три года показала, что варианты с Биоторфином-Б по всем показателям превысили контрольный вариант (табл. 4).

Так, люцерна с Биоторфином-Б превысила контрольный вариант по сухому веществу на 56,48%, или 2,96 т/га, по кормовым единицам на 55,3%, или 3,1 тыс., по обменной энергии – на 55,0%, или 42,15 МДж/га, по переваримому протеину – на 68,5%, или 58,81 т/га.

Эспарцет с инокулянтом имеет преимущество перед контролем по сухому веществу 38,5% (3,45 т/га), по кормовым единицам – 18,2% (1,65 тыс.), по обменной

энергии – 36,3% (42,66 МДж/га), по переваримому протеину – 68,5% (56,48 т/га). Донник желтый с Биоторфином-Б также превысил контроль по сухому веществу на 37,1% (2,71 т/га), по кормовым единицам – на 48,2% (3,48 тыс.), по обменной энергии – на 46,9% (46,96 МДж/га), по переваримому протеину – на 40,5% (47,08 т/га).

Заключение

Таким образом, инокуляция семян Биоторфином-Б достоверно повышала урожайность зеленой массы многолетних трав. В первый год жизни трав наиболее отзывчивыми на обработку в условиях республики оказались эспарцет и донник желтый. Наибольший урожай в первый год сформировал эспарцет с Биоторфином-Б – 28,55 т/га, что выше контроля на 11,25 т/га, и донник желтый с Биоторфином-Б – 18,52 т/га, превысил контроль на 8,1 т/га. Во второй год жизни трав лучшие результаты отмечены у люцерны и донника желтого с Биоторфином: люцерна – 33,64 т/га и донник желтый 33,48 т/га. Положительное действие обработки семян Биоторфином-Б выявлено при оценке продуктивности изучаемых многолетних трав. Сравнение средних значений продуктивности за три года подтвердили, что варианты с обработкой превысили контрольный вариант у всех изучаемых трав.

Список литературы

1. Монгуш Л.Т. Кормовые угодья как основа развития животноводства Республики Тыва // Вестник КрасГАУ. 2022. № 8. С. 142-148. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kormovye-ugodya-kak-osnova-razvitiya-zhivotnovodstva-respubliki-tyva> (дата обращения: 15.07.2025) DOI: 10.36718/1819-4036-2022-8-142-148.
2. Монгуш Л.Т. Изучение влияния покровных культур на урожайность и продуктивность многолетних трав в условиях Республики Тыва // Вестник КрасГАУ. 2020. № 12 (165). С. 19-24. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-12-19-24. EDN: ZFRBKV. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-vliyaniya-pokrovnyh-kultur-na-urozhaynost-i-produktivnost-mnogoletnih-trav-v-usloviyah-respubliki-tyva> (дата обращения: 15.07.2025).
3. Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. Агроэкология и рациональное природопользование в растениеводстве Дальнего Востока // Агронаука. 2023. Т. 1. № 2. С. 38-45. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/agroekologiya-i-ratsionalnoe-prirodopolzovanie-v-rastenievodstve-dalnego-vostoka> (дата обращения: 15.07.2025). DOI: 10.24412/2949-2211-2023-1-2-38-45.
4. Дронова Т.Н., Бурцева Н.И. Влияние микробиологических препаратов на симбиотическую деятельность и продуктивность многолетних бобовых трав // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2018. №2 (50). С. 44-51. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyaniye-mikrobiologicheskikh-preparatov-na-simbioticheskuyu-deyatelnost-i-produktivnost-mnogoletnih-bobovyh-trav/viewer> (дата обращения: 15.07.2025).
5. Степанов А.Ф., Чибис С.П., Христин В.В., Александрова С.Н., Храмов С.Ю. Азотфиксирующая способность и роль бобовых трав в биологизации земледелия // Земледелие. 2023. № 1. С. 18-22. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/azotfiksiruyuschaya-sposobnost-i-rol-bobovyh-trav-v-biologizatsii-zemledeliya> (дата обращения: 15.07.2025). DOI: 10.24412/0044-3913-2023-1-18-22.
6. Налиухин А.Н., Рыжакова А.А. Азотфиксация клевера лугового при применении удобрений и известковании // Агрохимия. 2021. № 11. С. 65-71. URL: <https://sciencejournals.ru/view-article/?j=agro&y=2021&v=0&n=11&a=Agro2111009Naliukhin> (дата обращения: 15.07.2025). DOI: 10.31857/S0002188121110090.
7. Фарниев А.Т., Сабанова А.А., Калицева Д.Т. Влияние ризоторфина на продуктивность и качество клевера лугового // Нива Поволжья. 2020. № 2 (55). С. 65-70. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyaniye-rizotorfina-na-produktivnost-i-kachestvo-klevera-lugovogo/viewer> (дата обращения: 15.07.2025). DOI: 10.36461/NP.2020.2.55.011.
8. Храмов С.Ю., Степанов А.Ф. Аккумуляция общего и симбиотического азота многолетними бобовыми травами в зависимости от применяемого препарата // Инновационные технологии в земледелии и растениеводстве: сборник научных статей, посвященный 70-летию доктора с.-х. наук Юшкевича Леонида Витальевича. Омск: ФГБНУ «Омский АНЦ». 2022. С. 81-86. URL: <http://anc55.ru/wp-content/uploads/2022/10/sbornik-dlja-zagruzki.pdf> (дата обращения: 15.07.2025).
9. Степанов А.Ф., Александрова С.Н., Храмов С.Ю. Азотфиксирующая способность и урожайность многолетних бобовых трав в подтаежной зоне Западной Сибири // Вестник Омского ГАУ. 2019. №1 (33). С. 46-53. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/azotfiksiruyuschaya-sposobnost-i-urozhaynost-mnogoletnih-bobovyh-trav-v-podtaezhnoy-zone-zapadnoy-sibiri/viewer> (дата обращения: 15.07.2025).
10. Алешин М.А., Завалин А.А. Реакция гороха на азотное удобрение и инокуляцию семян ризоторфином на дерново-подзолистой почве разной степени окультуренности // Агрохимия. 2023. № 6. С. 22-38. DOI: 10.31857/S0002188123060030 URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyaniye-azotnogo-udobreniya-i-rizotorfina-na-morfologiyu-simbioticheskogo-apparata-gorooha> (дата обращения: 15.07.2025).
11. Завалин А.А., Соколов О.А., Шмырева Н.Я. Экология азотфиксации. Саратов: Амирит, 2019. 252 с. ISBN 978-5-907036-03-1. EDN: NFFWSG.
12. Завалин А.А., Алферов А.А., Чернова Л.С. Ассоциативная азотфиксация и практика применения биопрепаратов в посевах сельскохозяйственных культур // Агрохимия. 2019. № 8. С. 83-96. URL: <https://sciencejournals.ru/view-article/?j=agro&y=2019&v=0&n=8&a=Agro1908014Zavalin> (дата обращения: 15.07.2025). DOI: 10.1134/S0002188119080143.
13. Дронова Т.Н., Бурцева Н.И., Двойникова О.И., Земцова И.П., Землищанина С.В. Эффективность использования биопрепаратов при возделывании многолетних бобовых трав // Известия НВ АУК. 2021. 2 (62). С. 41-50. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-ispolzovaniya-biopreparatov-pri-vozdelyvanii-mnogoletnih-bobovyh-trav> (дата обращения: 15.07.2025). DOI: 10.32786/2071-9485-2021-02-04.
14. Шпаков А.С., Новоселов Ю.К., Харьков Г.Д., Воловик В.Т., Трузина Л.А., Прологова Т.В., Уланов А. Н., Ларетин Н. А., Сергеева С. Е., Усольцева Т.Г. Методические основы полевых опытов с кормовыми культурами. М.: ФГБОУ ДПО РАКО АПК, 2024. 332 с. ISBN 978-5-93098-144-5. URL: <https://www.vniikormov.ru/pdf24/metodicheskie-osnovy-polevykh-opytov-s-kormovymi-kulturami.pdf> (дата обращения: 15.07.2025).
15. Конончук В.В., Штырхунов В.Д., Благовещенский Г.В., Тимошенко С.М., Назарова Т.О., Соболев С.В. Влияние удобрений и микробного препарата на урожайность современных многолетних мультитравосмесей и их способность к усвоению атмосферного азота в Центральном Нечерноземье // Агрохимия. 2019. № 7. С. 35-44. URL: <https://sciencejournals.ru/view-article/?j=agro&y=2019&v=0&n=7&a=Agro1907006Kononchuk> (дата обращения: 15.07.2025). DOI: 10.1134/S0002188119070068.