

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ИНОКУЛЯЦИИ СЕМЯН БИТОРФИНОМ-Б НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ОДНОЛЕТНИХ БОБОВЫХ РАСТЕНИЙ

Оюн А.Д.

*Тувинский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал
ФГБУН Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий
Российской академии наук, Россия, Кызыл, e mail: b-kus@mail.ru*

Хорошую урожайность и продуктивность может обеспечить предпосевная обработка семян однолетних бобовых клубеньковыми бактериями. Целью исследования является оценка влияния инокуляции семян на формирование урожая и на продуктивность однолетних бобовых культур в степной зоне Республики Тыва. Исследования проведены на опытно-экспериментальном поле Тувинского НИИСХ в 2022–2024 гг. с инокуляцией семян однолетних трав препаратом Биоторфин-Б. В опыте использованы такие культуры, как горох, вика, пелюшка. В результате исследований выявлено, что по отношению к контролю бобовые культуры с инокулянтами по урожайности зеленой массы имели превосходство. Максимум урожайности зеленой массы в среднем обеспечили посевы гороха с Биоторфином-Б (21,0 т/га). Предпосевная обработка семян Биоторфином-Б обеспечила наибольшую прибавку количества кормовых единиц, обменной энергии и переваримого протеина среди используемых в исследовании бобовых культур. У вики количество кормовых единиц увеличилось на 20,3 %, обменной энергии на 18,2 %, переваримого протеина на 41,0 %. У гороха и пелюшки количество кормовых единиц увеличилось на 12,3 и 12,2 %, обменной энергии на 12,0 и 12,1 %, переваримого протеина на 3,2 и 13,4 % соответственно.

Ключевые слова: горох, вика, пелюшка, Биоторфин-Б, урожайность, продуктивность, Республика Тыва

STUDYING THE EFFECT OF BIOTORPHIN-B INOCULATION ON THE FORMATION OF HARVEST AND PRODUCTIVITY OF ANNUAL LEGUME PLANTS

Oyun A.D.

*Tuvinian Scientific Research institute of Agriculture – branch Siberian Federal Scientific Center
for Agrobiotechnology of the Russian Academy of Sciences, Russia, Kyzyl, e mail: b-kus@mail.ru*

Pre-sowing treatment of annual legume seeds with nodule bacteria can ensure good yield and productivity. Purpose of the research was to study the effect of seed inoculation on the yield and productivity of annual leguminous plants in the steppe zone of the Republic Tuva. The studies were conducted on the experimental field of the Tuva Research Institute of Agriculture in 2022–2024 with inoculation of perennial grass seeds with the microbiological preparation Biotorfin-B. The following crops were used in the experiment: pea, vetch, pelushka. The research revealed that, compared to the control, legumes with inoculants had an advantage in terms of green mass yield. On average, peas with Biotorfin-B provided the highest green mass yield (21,0 t/ha). Pre-sowing seed treatment with Biotorfin-B provided the greatest increase in the number of feed units, exchange energy, and digestible protein among the legumes used in the study: the number of feed units increased by 20,3 %, energy exchange increased by 18,2 %, and digestible protein increased by 41,0 %. In peas and frillaries, the number of feed units increased by 12,3 % and 12,2 %, respectively, the amount of exchange energy increased by 12,0 % and 12,1 %, and the amount of digestible protein increased by 3,2 % and 13,4 %.

Keywords: peas, vetch, pelyushka, Biotorfin-B, yield, productivity, Republic Tyva

Введение

Во всех регионах нашей страны однолетние травы дают хорошую урожайность и имеют особое значение в организации и укреплении кормовой базы любого хозяйства [1, с. 40]. В современной агрокультуре повышается актуальность биологизации и экологизации сельскохозяйственного производства [2, с. 30]. Имеется большое количество исследовательских работ, направленных на применение более экологичных и экономически эффективных биопрепаратов [3–5]. В Республике Тыва ведется экстенсивное земледелие, и применение различных биопрепаратов, способствующих росту

и развитию растений, увеличению их урожайности и продуктивности, не получило широкого распространения: у фермеров еще нет должного представления о биологическом земледелии. Процессы, которые предполагает органическое (биологическое) земледелие, способствуют улучшению условий питания культурных растений, плодородия почвы [6, с. 66]. Одним из современных приемов предпосевной обработки семян является протравливание фунгицидами и регуляторами роста, способствующее лучшему росту и развитию растений [7, с. 78]. Л.П. Еремин с соавт. утверждает, что биопрепараты, в том числе биостимуляторы, представляют собой

разнообразную классификацию веществ и положительно влияют на рост и питание растений, а также на устойчивость к абиотическим и биотическим стрессам [8, с. 4].

Возврат вынесенных питательных веществ в биологическом земледелии осуществляется за счет азотфиксации, внесения больших количеств органических удобрений и специально разработанных систем удобрений [9, с. 19]. Как утверждает Л.Т. Монгуш, научные исследования, направленные на мобилизацию азота воздуха многолетними бобовыми травами, имеют важное теоретическое и практическое значение для развития сельского хозяйства республики [10, с. 2].

При обеспеченности растений биологическим азотом формируется большая ассимиляционная поверхность, повышается урожайность и белковая продуктивность посевов [11, с. 2]. Усилить процесс связывания азота атмосферы можно за счет использования биопрепаратов: на зерновых культурах – ассоциативных диазотрофов, на зернобобовых – симбиотических азотфиксаторов и микоризообразующих грибов [12, с. 13; 13; 14, с. 51].

Биологические препараты бывают разного происхождения и оказывают различ-

ное воздействие на сельскохозяйственные культуры, важную роль играют климатические условия, почвенный состав, содержание влаги в почве, поэтому изучение влияния инокуляции семян кормовых культур на их основные качественные показатели в условиях Республики Тыва является актуальным.

Цель исследования – изучение влияния предпосевной обработки семян на урожайность и продуктивность однолетних бобовых растений в условиях Республики Тыва.

Материалы и методы исследования

В эксперименте использованы виды и сорта однолетних кормовых культур: горох Радомир, вика Приобская 25, пелюшка Новосибирская 1, контроль – чистые посевы без инокулянта. Опыт однофакторный. Повторность четырехкратная, вариантов 6, делянок 24. Варианты на поле расположены систематически, размер учетной делянки 28 м². Предшественник – черный пар. Агротехнические мероприятия по обработке чистого пара стартовали с ранневесеннего боронования (с использованием БИГ-3) на глубину 6–8 см, проведенного в третьей декаде апреля. Предпосевная обработка почвы СЗС-2,1.

Таблица 1

Количество осадков за 2022–2024 гг., мм

Месяцы		2022 г.	2023 г.	2024 г.	Среднее многолетнее
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

Источник: по данным метеостанции Сосновка Тандинского кожууна.

Таблица 2

Продуктивная влажность почвы под однолетними травами, мм (2022–2024 гг.)

Глубина взятия образца, см	2022		2023		2024	
	До посева	Перед уборкой	До посева	Перед уборкой	До посева	Перед уборкой
0–10	9,05	10,05	14,05	12,05	3,05	4,05
10–20	8,15	14,15	11,15	14,15	3,15	5,15
20–30	8,68	13,68	16,68	9,68	3,68	5,68
30–40	11,31	12,31	16,31	10,31	4,31	8,31
40–50	12,31	13,31	17,31	10,31	5,31	7,31
50–60	9,26	12,26	18,26	13,26	5,26	9,26
60–70	12,16	11,16	22,16	14,16	7,16	7,16
70–80	9,42	11,42	16,42	11,42	6,42	7,42
80–90	8,42	10,42	18,42	10,42	5,42	9,42
90–100	9,60	9,60	15,60	9,60	6,60	7,60
Сумма	98,36	118,26	166,36	115,36	50,36	71,36

Источник: результаты собственных исследований автора.

Посев проводился сеялкой СЗС-2,8, глубина посева: 6–8 см. Нормы высева семян: горох – 1,2 млн шт./га, пелюшка 0,8 млн шт./га, вика – 1,2 млн шт./га. Инокуляция семян зернобобовых Биоторфином-Б производилась в день посева. Наблюдения и учеты проводились согласно общепринятой методике опытных работ [15]. В лабораториях ФГБУ ГСАС «Тувинская» определены химический состав и питательная ценность кормов. За годы исследований выпадение осадков было неравномерное в течение вегетационного периода (табл. 1).

В 2022 г. количество осадков в период роста растений было на 9,8 мм выше среднего многолетнего уровня. В 2023 г. выпало на 46,2 мм осадков больше нормы, а в 2024 г. наблюдался дефицит осадков в размере 104,9 мм по сравнению со средними многолетними показателями.

За вегетационный период 2024 г. количество осадков для однолетних зернобобовых культур в I декаде июня – III декаде августа составило 90,7 мм, при среднемноголетних значениях 189 мм осадков. Для засушливых условий республики в формировании урожая самую большую роль играет обеспеченность почвы продуктивной влагой (табл. 2).

В исследованиях 2022 г. перед уборкой зеленой массы зернобобовых однолетних культур продуктивная влага в слое 0–100 см почвы была выше на 20,00 мм, чем перед посевом. В 2023 г. перед уборкой зеленой массы продуктивная влага в слое 0–100 см почвы была ниже на 51,00 мм, чем перед посевом. В 2024 г. показатели продуктивной влаги в метровом слое почвы были

очень низкими. Перед уборкой зеленой массы зернобобовых однолетних культур влага присутствовала в количестве 71,36 мм, что также относится к низким значениям.

Содержание нитратного азота в слое 0–40 см в начале вегетационного периода составляло от 2,5 до 5,4 мг/кг, к концу вегетации содержание его на этой же глубине увеличилось до 15,5 мг/кг. В чистых посевах зернобобовых культур перед уборкой содержание нитратного азота по гороху и вике выше, чем в вариантах с Биоторфином-Б. Содержание нитратного азота пелюшки в чистом виде по сравнению с Биоторфином-Б ниже по горизонтам 0–20, 20–40 см. По нашим наблюдениям содержание фосфора в почве на глубине отбора 0–20 см в вариантах гороха (контроль), вика + Биоторфин-Б, пелюшка (контроль) и пелюшка + Биоторфин-Б больше в конце вегетации, чем в начале вегетационного сезона. В горизонтах 0–20 и 20–40 см у вики в чистом виде больше содержание фосфора перед посевом, чем в варианте вика + Биоторфин-Б, а перед уборкой по варианту вика + Биоторфин-Б больше фосфора, чем на контроле.

Результаты исследования и их обсуждение

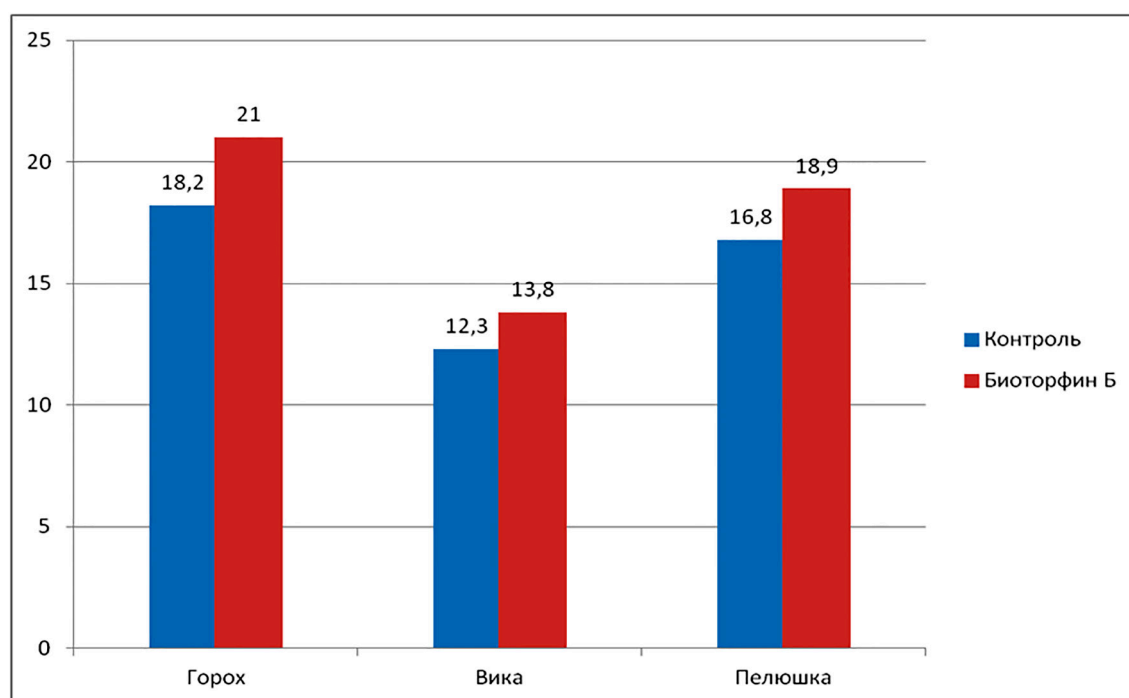
Показатели химического состава зеленой массы зернобобовых культур во многом зависели от условий года. В большинстве случаев в разные годы исследований отмечалось влияние инокуляции семян на некоторые показатели химического состава, но в среднем за 3 года существенной разницы не установлено.

Таблица 3

Химический состав однолетних кормовых культур за 2022–2024 гг.

Показатели	Год исследования	Горох		Вика		Пелюшка	
		Контроль	Биоторфин Б	Контроль	Биоторфин Б	Контроль	Биоторфин Б
	2022–2024	63,61	66,81	68,24	68,20	67,57	65,91
Протеин, г	2022	8,98	6,34	8,38	12,42	6,29	5,73
	2023	11,09	11,72	12,58	12,27	13,41	13,07
	2024	11,49	11,12	9,72	11,02	12,55	15,16
	2022–2024	10,52	9,73	10,03	11,90	10,75	11,32
Клетчатка, г	2022	11,07	11,22	15,63	14,57	11,33	10,53
	2023	17,73	16,06	18,01	19,03	17,38	17,60
	2024	14,25	13,63	13,41	13,60	11,30	10,31
	2022–2024	14,35	13,64	15,68	15,73	13,34	12,81
Зола, г	2022	4,68	3,62	5,29	6,09	3,82	3,29
	2023	4,22	4,62	6,97	7,45	4,50	4,39
	2024	9,03	9,61	7,30	4,74	8,00	6,77
	2022–2024	5,98	5,95	6,52	6,09	5,44	4,82
БЭВ, %	2022	33,80	33,66	33,65	29,19	36,49	36,27
	2023	32,65	32,92	30,61	27,82	31,81	30,81
	2024	39,82	42,94	43,16	46,42	45,83	43,80
	2022–2024	35,42	36,51	35,81	34,48	38,04	36,96

Источник: результаты собственных исследований автора.



Урожайность однолетних культур в среднем за 2022–2024 гг., т/га

Источник: результаты собственных исследований автора

Таблица 4

Урожайность и продуктивность однолетних культур (2022–2024 гг.)

Показатели, годы		Горох			Вика			Пелюшка		
		0	1	НСР ₀₅	0	1	НСР ₀₅	0	1	НСР ₀₅
Урожайность, т/га	2022	18,6	22	11,58	17,7	19,4	11,70	22,1	24,9	12,84
	2023	20,98	22,25	3,32	16,15	18,75	2,62	22,28	22,6	1,52
	2024	15,14	18,68	2,22	3,05	3,35	1,06	6,13	9,16	1,66
	2022–2024	18,2	21	5,7	12,3	13,8	5,1	16,8	18,9	5,3
Сухое вещество, т/га	2022	10,86	12,72	5,76	11,16	12,09	7,86	12,81	13,9	3,31
	2023	13,77	14,27	1,04	10,99	12,48	0,88	14,95	14,9	0,72
	2024	11,29	14,42	1,37	2,25	2,54	0,87	4,71	6,96	1,34
	2022–2024	12,7	13,8	2,7	8,1	9,0	3,2	10,8	11,9	1,79
Кормовые единицы, тыс.	2022	11,8	11,76	0,02	10,18	12,81	0,02	11,71	13,5	0,03
	2023	13,2	14,35	1,14	10,65	12,38	0,91	15,15	15,16	0,59
	2024	9,58	11,77	1,35	1,85	2,11	0,67	4,06	6,6	1,20
	2022–2024	11,3	12,6	0,84	7,6	9,1	0,53	10,31	11,6	0,61
Обменная энергия, ГДж/га	2022	159,3	173,92	0,22	148,76	181,75	0,39	174,64	193,3	0,14
	2023	189,7	204,7	16,67	151,9	174,92	13,02	214,13	215,5	8,57
	2024	140,5	169,2	19,55	26,62	30,26	9,48	57,86	92,8	16,70
	2022–2024	163,1	182,62	12,1	109,09	128,97	7,6	148,87	166,9	8,47
Переваримый протеин, т/га	2022	1,03	0,7	0,86	0,89	1,67	1,40	0,7	0,71	0,39
	2023	1,56	1,78	0,13	1,41	1,59	0,10	2,12	2,08	0,09
	2024	1,18	1,4	0,14	0,19	0,24	0,08	0,54	1,02	0,19
	2022–2024	1,26	1,3	0,38	0,83	1,17	0,53	1,12	1,27	0,22

Примечание. 0 – контроль; 1 – Биоторфин-Б.

Источник: результаты собственных исследований автора.

Отмечено положительное влияние обработки семян вики Биоторфином-Б на содержание в зеленой массе протеина (увеличение в среднем за 3 года составило 1,87 г) (табл. 3).

За трехлетний период исследований предпосевная обработка семян биопрепаратами клубеньковых бактерий оказала наибольший положительный эффект на урожайность гороха, увеличив ее в среднем на 2,8 т/га (15,3%) по сравнению с контрольной группой. У пелюшки урожайность увеличилась на 2,1 т/га (12,5%), у вики – на 1,5 т/га (12,1%) (рисунок).

По данным табл. 4 наибольшая прибавка количества сухого вещества в результате инокуляции семян также отмечена у гороха – 1,83 т/га, или 15,3%, у пелюшки она составила 1,1 т/га, или 10,2%, у вики – 0,91 т/га, или 11,2%.

Если в абсолютных величинах на втором месте по увеличению количества сухого вещества в наших исследованиях находится пелюшка, то по относительному показателю за горохом следует вика.

В среднем за 3 года исследований бактериализация семян обеспечила наибольшую прибавку количества кормовых единиц, обменной энергии и переваримого протеина среди используемых в исследовании бобовых культур у вики: количество кормовых единиц увеличилось на 1,54 тыс. (20,3%), обменной энергии – на 19,88 ГДж/га (18,2%), переваримого протеина – на 0,34 т/га (41,0%). У гороха и пелюшки количество кормовых единиц увеличилось соответственно на 1,38 тыс. (12,3%) и 1,26 тыс. (12,2%), обменной энергии – на 19,54 ГДж/га (12,0%) и 18,02 ГДж/га (12,1%), переваримого протеина – на 0,04 т/га (3,2%) и 0,15 т/га (13,4%).

По урожайности и показателям продуктивности среди изучаемых культур в сложившихся условиях вегетационных периодов проведения исследований 2022–2024 гг. в степной зоне Республики Тыва отмечено явное преимущество гороха перед пелюшкой и вики как в контрольном варианте, так и с инокуляцией семян Биоторфином-Б.

Заключение

Инокуляция семян однолетних бобовых культур биопрепаратами клубеньковых бактерий в условиях степной зоны Республики Тыва способствовала повышению урожайности и продуктивности. В среднем за годы исследований инокуляция семян гороха привела к увеличению урожайности на 2,8 т/га (15,3%), сухого вещества – на 1,83 т/га (15,3%), кормовых единиц – на 1,38 тыс. (12,3%), обменной энергии – на 19,54 ГДж/га (12,0%), переваримого протеина – на 0,04 т/га (3,2%); урожайности вики – на 2,1 т/га (12,5%), сухого вещества – на 0,91 т/га (11,2%), кормовых единиц – на 1,54 тыс. (20,3%), обменной энергии – на 19,18 ГДж/га (18,2%), переваримого протеина – на 0,34 т/га (41,0%); урожайности пелюшки – на 1,5 т/га (12,1%), сухого вещества – на 1,1 т/га (10,2%), кормовых единиц – на 1,26 тыс. (12,2%), обменной энергии – на 18,02 ГДж/га (12,1%), переваримого протеина – на 0,15 т/га (13,4%).

Список литературы

1. Ильясов М.М., Алиев Ш.А., Суханова И.М., Бикинина Л.М. Влияние минимализации основной обработки черноземной почвы на химический состав и урожайность однолетних трав // *Агрохимический вестник*. 2018. № 5. С. 40–42. DOI: 10.24411/0235-2516-2018-10043. EDN: YJBFAL.
2. Ятчук П.В., Зубарева К.Ю., Расулова В.А. Биостимуляторы и микроудобрения, их роль в повышении продуктивности и качества семян гороха // *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2020. № 4 (36). С. 30–35. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11201. EDN: YJDZUC.
3. Полухин А.А., Зубарева К.Ю., Каталиникова М.А. Перспективы использования органоминеральных микроудобрений при выращивании кормовых бобов // *Земледелие*. 2022. № 2. С. 32–37. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-ispolzovaniya-organo-mineralnyh-mikroudobreniy-pri-vyraschivani-kormovyh-bobov/viewer> (дата обращения: 03.08.2025). DOI: 10.24412/0044-3913-2022-2-32-35. EDN: RAFJLI.
4. Варламов Н.В., Зубарева К.Ю. Экономическая эффективность применения органоминеральных микроудобрений в технологии возделывания кормовых бобов // *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2025. № 2 (54). С. 23–32. DOI: 10.24412/2309-348X-2025-2-23-32. EDN: XYJDUO.
5. Черенькая Н.А. Влияние микробиологических удобрений на урожайность семян вики посевной // *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2023. № 1 (45). С. 22–28. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-mikrobiologicheskikh-udobreniy-na-urozhaynost-semyan-viki-posevnoy?ysclid=mf3el3ujif929881843> (дата обращения: 06.08.2025). DOI: 10.24412/2309-348X-2023-1-22-28. EDN: MVLFWC.
6. Вага И.И., Попов Ф.А. Оценка фитосанитарной ситуации в посевах кабачка, возделываемого по традиционной и органической системам земледелия // *Мелиорация*. 2018. № 1 (83). С. 65–70. EDN: VAKSDG.
7. Перцева Е.В., Васин В.Г., Бурлака Г.А. Влияние предпосевной обработки семян на продуктивность яровой пшеницы // *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. 2019. № 3 (47). С. 78–86. DOI: 10.18286/1816-4501-2019-3-78-86. EDN: XMHLOU.
8. Еремин Л.П., Резвякова С.В., Агеева Н.Ю., Павловская Н.Е. Эффективность применения биопрепаратов и биостимуляторов на озимой пшенице Московская 39 // *Вестник аграрной науки*. 2022. № 1 (94). С. 3–11. DOI: 10.17238/issn2587-666X.2022.1.3. EDN: EZTKFK.
9. Иванова М.С. Влияние стимуляторов роста на прорастание семян гороха полевого пелюшки // *Аграрное образование и наука*. 2024. № 4. С. 3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-stimulyatorov-rosta-na-prorastanie-semyan-goroha-polevogo-pelyushki?ysclid=mf3f3xckky450610679> (дата обращения: 07.08.2025). EDN: PEQUPC.
10. Монгуш Л.Т. Изучение влияния биопрепаратов на урожайность и продуктивность многолетних трав при инокуляции семян в Республике Тыва // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2025. № 9. С. 26–31. DOI: 10.17513/mjpf.13755. EDN: RTGMOG.
11. Мерзлая Г.Е., Борисова В.Б. Эффективность удобрений при возделывании люцерны серповидной в Якутии // *Кормопроизводство*. 2022. № 1. С. 21–24. EDN: GHELZP.
12. Безгодова И.Л., Коновалова Н.Ю., Юдина Е.А., Коновалова С.С. Урожайность и качество зеленой массы перспективных сортов зернобобовых культур в условиях Европейского Севера России // *Вестник АПК Верхневолжья*. 2018. № 2 (42). С. 12–17. EDN: UUNWJK.
13. Безгодова И.Л., Коновалова Н.Ю., Прядыльщикова Е.Н., Коновалова С.С. Значение гороха для совершенствования кормопроизводства Вологодской области // *Беловский сборник*. Вологда: ВолНЦ РАН, 2017. Вып. 3. С. 338–342. EDN: ZUTKPP.
14. Пьянков А.В. Интенсивность роста и развития растений люцерны изменчивой под влиянием инокуляции активными штаммами ризобий // *Адаптивное кормопроизводство*. 2022. № 3. С. 50–62. DOI: 10.33814/AFP-2222-5366-2022-3-50-62. EDN: CJQKIG.
15. Бенц В.А., Кашеваров Н.И., Демарчук Г.А. Полевое кормопроизводство в Сибири / РАСХН. Сиб. отделение. СибНИИ кормов. Новосибирск, 2001. 240 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01000738626?ysclid=mf3fokf0ov703583856> (дата обращения: 03.08.2025). ISBN 5-94306-029-4.