

СЕЛЕКЦИЯ, СЕМЕHOBOДСТВО И БИOTEХНОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ / PLANT BREEDING, SEED PRODUCTION AND BIOTECHNOLOGY

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.53.6>

ВЛИЯНИЕ ПРЕДПОСЕВНОЙ ИНОКУЛЯЦИИ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ ЛЮЦЕРНЫ ИЗМЕНЧИВОЙ СОРТА ПАСТБИЩНАЯ 88 ПРИ ПОЗДНЕМ И РАННЕМ ПОСЕВАХ В ВЕГЕТАЦИОННОМ ОПЫТЕ

Научная статья

Ионов А.А.<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> ORCID : 0009-0005-8072-538X;

<sup>1</sup> Федеральний научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса, Лобня, Российская Федерация

\* Корреспондирующий автор (a.ionov[at]vniikormov.ru)

**Аннотация**

В статье представлено влияние предпосевной инокуляции штаммами 445а и I-V на высоту растений и массу сухого вещества люцерны изменчивой сорта Пастбищная 88. Установлено, что предпосевная инокуляция штаммом III способствует достоверному увеличению высоты растений при позднем посеве с первого укоса на 1,9 см, при инокуляции остальными штаммами превышение наблюдается в летний период на 5,1-10,3 см. В отношении массы сухого вещества установлено превышение в первом укосе при инокуляции штаммом III на 0,08 г/сосуд, в остальных вариантах наблюдается превышение массы сухого вещества в летний период на 0,17-0,88 г/сосуд. При раннем посеве предпосевная инокуляция достоверно способствует увеличению высоты растений в летний период при инокуляции штаммами 445а и III на 4,0-12,7 см, в остальных случаях превышения не наблюдается. В отношении массы сухого вещества достоверные отличия наблюдаются при инокуляции штаммами 445а и I на 0,33-0,43 г/сосуд. Установлено преимущество позднего посева, выявленное в ускоренном отрастании после периода зимнего покоя и более ранним отчуждением кормовой массы, чем при раннем посеве, когда растению необходимо развиться до стадии, в которой начинается азотфиксация.

**Ключевые слова:** люцерна изменчивая, поздний посев, ранний посев, инокуляция.

INFLUENCE OF PRE-SOWING INOCULATION ON GROWTH AND DEVELOPMENT OF VARIEGATED ALFALFA PLANTS OF PASTBISHNAYA 88 VARIETY AT LATE AND EARLY SOWING IN A VEGETATION EXPERIMENT

Research article

Ionov A.A.<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> ORCID : 0009-0005-8072-538X;

<sup>1</sup> Federal Williams Research Center of Forage Production & Agroecology, Lobnya, Russian Federation

\* Corresponding author (a.ionov[at]vniikormov.ru)

**Abstract**

The article presents the effect of pre-sowing inoculation with strains 445a and I-V on plant height and dry matter weight of alfalfa variegated of Pastbishhnaya 88 variety. It was found that pre-sowing inoculation with strain III contributes to a reliable increase in plant height at late sowing from the first cutting by 1.9 cm, at inoculation with other strains the excess is observed in the summer period by 5.1-10.3 cm. In terms of dry matter weight, an excess of 0.08 g/vessel was found in the first cutting when inoculated with strain III, while in the other variants an excess of 0.17-0.88 g/vessel was observed in summer. At early sowing, pre-sowing inoculation reliably contributes to the increase in plant height in the summer period when inoculated with strains 445a and III by 4.0-12.7 cm, in other cases no excess is observed. In terms of dry matter weight, reliable differences are observed when inoculated with strains 445a and I by 0.33-0.43 g/vessel. The advantage of late sowing has been established, revealed in accelerated regrowth after the winter dormancy period and earlier alienation of fodder mass than in early sowing, when the plant needs to develop to the stage when nitrogen fixation begins.

**Keywords:** variegated alfalfa, late sowing, early sowing, inoculation.

**Введение**

Производство кормов является одной из главных отраслей сельского хозяйства, которое во многом определяет состояние животноводства. Кормовые бобовые травы играют значительную роль в земледелии в качестве сидератов в севообороте. Оптимальным присутствием в севообороте бобовых трав являются значения от 40 до 50% [1]. В настоящее время посевы кормовых трав в Российской Федерации уменьшаются каждый год в среднем на 3,7%. Согласно данным РОССТАТ, посевные площади многолетних трав в 2023 г. составили 8,589 млн га., что меньше чем в 2018 г. на 1,986 млн га [2], [3], [4].

Люцерна – кормовая бобовая культура, способная давать несколько укосов зеленой массы. Данная культура применяется в сельском хозяйстве не только для производства сена, но и как сидеральная культура [5]. Во многом продуктивность люцерны зависит не только от выбора сорта для определенных почвенно-климатических условий, но также от предпосевной инокуляции комплементарным штаммом клубеньковых микроорганизмов. Предпосевная инокуляция во многих случаях способствует увеличению продуктивности зеленой массы люцерны, при которой эффективность симбиоза составляет 133-230% [6], [7]. Предпосевная инокуляция способствует увеличению массы

сухого вещества на 25–93% в зависимости от года возделывания люцерны. Также, в отдельных случаях, отзывчивость на предпосевную инокуляцию высокоактивными штаммами в отношении увеличения массы сухого вещества достигает 130 и более процентов. Также предпосевная инокуляция способствует увеличению семенной продуктивности растений люцерны изменчивой на 23–56%. Степановой Г.В. установлено, что продуктивность растений люцерны определяется в основном штаммом инокулянта клубеньковых бактерий (влияние – 60–62%) [8], [9], [10]. Предпосевная инокуляция штаммом 404b, в опытах Пьянкова А.А., позволила повысить высоту растений люцерны изменчивой на 7-16 см [11]. В исследованиях Цзао Ши-хао отмечается, что предпосевная инокуляция способствует повышению продуктивности сухой массы растений люцерны на 2,1-216,0%, а высоту растений на 15-47% [12]. Неоспоримо, что предпосевная инокуляция способствует увеличению урожая зеленой массы и высоты растений люцерны. Однако в случае люцерны имеется мало информации в отношении предпосевной инокуляции на увеличивающемся и сокращающемся дне, то есть при весеннем посеве с инокуляцией и позднелетним посевом с инокуляцией.

Цель исследования – сравнить показатели высоты и массы сухого вещества растений люцерны сорта Пастбищная 88 при разных сроках посева с предварительной инокуляцией клубеньковыми микроорганизмами.

#### **Методы и принципы исследования**

Исследования проводились на базе селекционнотепличного комплекса ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», расположенного в 30 км севернее Москвы. Вегетационный опыт 1 заложен 6 сентября 2022 г., вегетационный опыт 2 заложен 23.02.2023 г.

В качестве макросимбионта в исследовании был использован сорт люцерны изменчивой селекции ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» Пастбищная 88. Для инокуляции использовались шесть штаммов клубеньковых бактерий *Sinorhizobium meliloti*: Штамм № 1742 из коллекции Всероссийского научно-исследовательского института сельскохозяйственной микробиологии (Васюк Л.Ф., ВНИИСХМ, 445а) выделен в 1973 г. из клубеньков образца люцерны пестрой [13]; Штаммы I-V, выделенные из клубеньков люцерны изменчивой [14].

Исследования проводили согласно общепринятым методикам: «Селекция люцерны на повышение эффективности симбиоза с клубеньковыми бактериями. Методические рекомендации» (1990) [15]. Вегетационные опыты 1 и 2 были заложены 6 сентября 2022 г. и 23 февраля 2023 г. соответственно. Опыты были посеяны в сосуды объемом 0,5 л, наполненные прокаленным речным песком. Химический анализ субстрата не производился. В опытах представлено по 7 вариантов в четырехкратной повторности. Семена инокулировали методом замачивания в суспензии микроорганизмов на фильтровальной бумаге. Статистическая обработка экспериментальных данных проведена с помощью языка программирования R [16].

#### **Основные результаты**

Изучение влияния предпосевной инокуляции в разные сроки посева люцерны изменчивой сорта Пастбищная 88 было произведено в двух вегетационных опытах. В опытах была произведена оценка высоты растений и массы сухого вещества (табл. 1-4).

Таблица 1 - Высота растений люцерны сорта Пастбищная 88 в вегетационном опыте 1 (поздний посев), посев 2022 г.

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.53.6.1>

Дата укоса	Инокуляция (Штамм)							Среднее по укосу, см	НСР <sub>05</sub>
	Контроль, см	445а, см	I, см	II, см	III, см	IV, см	V, см		
09.03.2023	8,0	7,7	7,3	6,8	9,9	7,8	7,3	7,8	1,6
27.04.2023	24,1	20,5	22,0	19,2	23,2	20,9	21,5	21,6	3,4
05.06.2023	33,7	37,1	43,2	37,1	44,0	39,6	33,6	38,3	4,7

Дата укуса	Инокуляция (Штамм)							Среднее по укусу, см	НСР <sub>05</sub>
	Контроль, см	445а, см	I, см	II, см	III, см	IV, см	V, см		
17.07.2023	36,0	45,4	41,8	41,9	43,7	40,5	40,7	41,4	4,9
29.08.2023	44,8	49,9	46,4	43,3	47,3	44,2	45,6	45,9	3,8
24.10.2023	36,4	34,2	24,0	25,2	24,4	20,1	29,0	27,6	4,9
Среднее по инокуляции	30,5	32,4	30,8	28,9	32,04	28,8	29,6	–	–

Таблица 2 - Масса сухого вещества люцерны сорта Пастбищная 88 в вегетационном опыте 1 (поздний посев), посев 2022 г.

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.53.6.2>

Дата укоса	Инокуляция (Штамм)							Среднее по укосу, г/сосуд	НСР <sub>05</sub>
	Контроль, г/сосуд	445а, г/сосуд	I, г/сосуд	II, г/сосуд	III, г/сосуд	IV, г/сосуд	V, г/сосуд		
09.03.2023	0,35	0,28	0,28	0,28	0,43	0,33	0,20	0,30	0,04
27.04.2023	1,10	0,83	0,80	0,83	1,00	0,85	0,68	0,87	0,08
05.06.2023	1,93	2,03	2,03	2,1	2,38	2,1	1,48	2,01	0,13

Дата укуса	Инокуляция (Штамм)							Среднее по укусу, г/сосуд	НСР <sub>05</sub>
	Контроль, г/сосуд	445а, г/сосуд	I, г/сосуд	II, г/сосуд	III, г/сосуд	IV, г/сосуд	V, г/сосуд		
17.07.2023	2,00	2,43	2,33	2,53	2,88	2,50	2,43	2,44	0,21
29.08.2023	2,93	2,78	2,43	2,60	3,13	2,78	3,13	2,83	0,24
24.10.2023	2,50	1,33	1,00	1,20	1,38	1,03	1,40	1,40	0,22
Среднее по инокуляции	1,80	1,61	1,48	1,59	1,86	1,60	1,56	–	–

Таблица 3 - Высота растений люцерны сорта Пастбищная 88 в вегетационном опыте 2 (ранний посев), посев 2023 г.

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.53.6.3>

Дата укоса	Инокуляция (Штамм)							Среднее по укосу, см	НСР <sub>05</sub>
	Контроль, см	445а, см	I, см	II, см	III, см	IV, см	V, см		
15.05.2023	18,4	15,2	19,7	16,8	15,2	14,2	17,5	16,7	2,6
27.06.2023	24,0	29,9	27,4	24,7	25,3	21,2	26,0	25,5	4,3
08.08.2023	38,9	42,9	41,8	42,8	51,6	41,5	38,8	42,6	5,1

Дата укоса	Инокуляция (Штамм)							Среднее по укосу, см	НСР <sub>05</sub>
	Контроль, см	445а, см	I, см	II, см	III, см	IV, см	V, см		
22.09.2023	27,7	28,2	28,9	31,4	28,4	30,3	25,5	28,6	4,2
Среднее по инокуляции	27,2	29,0	29,4	28,9	30,1	26,8	26,9	–	–



Таблица 4 - Масса сухого вещества люцерны сорта Пастбищная 88 в вегетационном опыте 2 (ранний посев), посев 2023 г.

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.53.6.4>

Дата укоса	Инокуляция (Штамм)							Среднее по укосу, г/сосуд	НСР <sub>05</sub>
	Контроль, г/сосуд	445а, г/сосуд	I, г/сосуд	II, г/сосуд	III, г/сосуд	IV, г/сосуд	V, г/сосуд		
15.05.2023	0,90	0,95	0,98	0,68	0,30	0,63	0,88	0,76	0,13
27.06.2023	1,45	1,78	1,88	1,45	0,90	1,13	1,53	1,44	0,24
08.08.2023	2,43	2,80	2,60	2,53	2,35	2,20	2,33	2,46	0,24

Дата укуса	Инокуляция (Штамм)							Среднее по укусу, г/сосуд	НСР <sub>05</sub>
	Контроль, г/сосуд	445а, г/сосуд	I, г/сосуд	II, г/сосуд	III, г/сосуд	IV, г/сосуд	V, г/сосуд		
22.09.2023	1,58	1,35	1,45	1,43	1,15	1,50	1,40	1,41	0,16
Среднее по инокуляции	1,59	1,72	1,73	1,52	1,18	1,36	1,53	–	–

### Обсуждение

В вегетационном опыте 1 было произведено 6 укосов, в вегетационном опыте 2 – 4 укоса. В вегетационном опыте 1 (поздний посев) всходы появились на 3 день после посева, растения дошли до фазы 5 настоящих листьев и перешли в состояние зимнего покоя. Всходы в вегетационном опыте 2 (ранний посев) появились также на 3 день после посева и начали развитие в связи с увеличением светового дня более 9 часов 30 минут. Первое отчуждение зеленой массы при позднем посеве было произведено 9 марта 2023 года. При раннем посеве первое отчуждение зеленой массы было произведено 5 мая 2023 г.

Согласно приведенным в таблице 1 данным, высота растений инокулированных штаммами при позднем посеве способствовала более быстрому развитию растений после периода покоя в зимние месяцы. В первом укосе (09.03.2023) высота растений достоверно превышала контрольные значения при инокуляции штаммом III на 1,9 см, преобладание высоты других растений наблюдается в летний период (06-08.2023) на 5,1-10,3 см. В осеннем (последнем укосе) наблюдается достоверное снижение высоты растений по сравнению с контролем связанное с оттоком питательных веществ в корневую систему перед периодом зимнего покоя и отмиранием клубеньков.

Согласно представленным в таблице 2 данным, что достоверное превышение массы сухого вещества наблюдается в первом укосе (09.03.2023) только при инокуляции штаммом III на 0,08 г/сосуд, в остальных случаях достоверное превышение массы сухого вещества растений наблюдается в летний период (06-07.2023) на 0,17-0,88 г/сосуд. Как и в случае с данными по высоте растений в таблице 1, в последнем укосе (24.10.2023) наблюдается снижение массы сухого вещества, связанное также с оттоком питательных веществ и отмиранием клубеньков.

При применении раннего посева наблюдается совсем другая картина, в отличие от данных позднего посева. Это выражается не только не том, что первый укос был произведен только в мае, но также и в показателях высоты растений. Высота растений при раннем посеве и предпосевной инокуляции способствовала достоверному увеличению высоты растений только в третьем и четвертом укосах 2023 года (06-08.2023) на 4,0-12,7, и только при инокуляции штаммом III и производственным штаммом 445a (табл. 3).

Приведенные данные в таблице 4 отражают массу сухого вещества растений при раннем посеве. Согласно приведенным данным, наблюдается иная картина. Достоверное превышение массы сухого вещества по отношению к контролю наблюдается при инокуляции I штаммом и производственным штаммом 445a во втором и четвертом укосах на 0,33-0,43 г/сосуд. В остальных случаях отличий либо не было обнаружено, либо данные были хуже контрольных.

### Заключение

Согласно приведенным в статье данным, можно отметить, что поздний посев с применением предпосевной инокуляции способствует быстрому развитию растений до перехода в состояние покоя, а также более быстрому отрастанию после периода покоя. В связи с этим проведение первого отчуждения возможно производить в более ранние сроки, чем при раннем посеве. Достоверное увеличение высоты растений при сравнении с контрольным вариантом при позднем посеве наблюдаются уже с первого укоса (+1,9 – +10,3 см), в отличие от раннего посева, когда достоверное превышение значений высоты наблюдается только в летний период. В отношении массы сухого вещества наблюдается неоднозначная картина, в которой четко прослеживается достоверное превышение массы сухого вещества в летний период при проведении позднего и раннего посевов на 0,08-0,88 г/сосуд, что, в свою очередь, может говорить о перетягивании питательных веществ клубеньками в весенний и осенний периоды.

### Финансирование

Работа выполнена в рамках госзадания ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», тема FGGW-2023-0002: «Разработать симбиотическую биотехнологию управления процессом создания сортов люцерны с высокой адаптивной способностью, урожайностью и заданным химическим составом сухого вещества», регистрационный номер темы в ЕГИСУ 123091300001-0.

### Конфликт интересов

Не указан.

### Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

### Funding

The work was carried out within the framework of the state task of the Federal Research Center "V.R. Williams VIC", topic FGGW-2023-0002: "To develop a symbiotic biotechnology for managing the process of creating alfalfa varieties with high adaptive capacity, yield and a given chemical composition of dry matter", registration number of the topic in the Unified State Register 123091300001-0.

### Conflict of Interest

None declared.

### Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

### Список литературы / References

1. Вихорева Г.В. Основные факторы устойчивого развития земледелия в Верхневолжье / Г.В. Вихорева // Владимирский земледелец. — 2018. — № 3 (85). — С. 8–11. — DOI: 10.24411/2225-2584-2018-00021.
2. Сеницына С.М. Состояние и перспективы возделывания многолетних трав на Северо-Западе России / С.М. Сеницына, А.М. Спиридонов // Аграрная Россия. — 2018. — № 2. — С. 17–22.
3. Тихомиров С.В. Значение кормопроизводства в сельском хозяйстве / С.В. Тихомиров, Е.А. Сазонова // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства : сборник трудов по материалам национальной научно-

практической конференции с международным участием, посвященной памяти доктора биологических наук, профессора, Заслуженного работника Высшей школы РФ, Почетного работника высшего профессионального образования РФ, Почетного гражданина Брянской области Егора Павловича Ващечкина. — Часть II. — Брянск : Брянский государственный аграрный университет, 2022. — С. 272–276.

4. Бюллетень «Посевные площади Российской Федерации в 2023 году»: Федеральная служба государственной статистики. — URL: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Posev\\_2023.xlsx](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Posev_2023.xlsx) (дата обращения: 06.11.2024).

5. Доева А.Т. Влияние технологических приемов возделывания на продуктивность люцерны / А.Т. Доева // Инновационные технологии производства и переработки переработкисельскохозяйственной продукции : материалы Всероссийской научно-практической конференции. — Часть 1. — Владикавказ, Горский ГАУ. — 2019. — С. 69–71.

6. Ионов А.А. Симбиотическая эффективность биотипов люцерны изменчивой сорта Таисия / А.А. Ионов // Адаптивное кормопроизводство. — 2022. — № 3. — С. 38–49. — DOI: 10.33814/AFP-2222-5366-2022-3-38-49.

7. Ионов А.А. Отзывчивость сортов люцерны изменчивой на инокуляцию клубеньковыми бактериями / А. А. Ионов // Адаптивное кормопроизводство. — 2024. — № 2. — С. 34–45. — DOI: 10.33814/AFP-2222-5366-2024-2-34-45.

8. Спиридонов А.М. Влияние инокуляции на семенную продуктивность люцерны изменчивой в условиях Северо-Запада России / А.М. Спиридонов // International Scientific Review of the Problems of Natural Sciences and Medicine : collection of scientific articles IX International Correspondence Scientific 44 Specialized Conference. — Boston : Problems of Science, 2019. — С. 18–25.

9. Степанова Г.В. Результаты симбиотической селекции люцерны / Г.В. Степанова // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. — 2023. — Т. 53. — № 1. — С. 14–22. — DOI: 10.26898/0370-8799-2023-1-2.

10. Иванова Е.П. Влияние дефеката и *Synorhizobium meliloti* на урожайные и кормовые достоинства люцерны изменчивой в условиях Приморского края / Е.П. Иванова // Вестник КрасГАУ. — 2023. — № 3 (192). — С. 65–71. — DOI: 10.36718/1819-4036-2023-3-65-71

11. Пьянков А.В. Интенсивность роста и развития растений люцерны изменчивой под влиянием инокуляции активными штаммами ризобий / А.В. Пьянков // Адаптивное кормопроизводство. — 2022. — № 3. — С. 50–62. — DOI: 10.33814/AFP-2222-5366-2022-3-50-62.

12. Zhao Shi-hao. Study on the affect of Rhizobia inoculated on alfalfa cultivars / Zhao Shi-hao // Journal of the Hebei Academy of Sciences. — 2005.

13. Каталог культур микроорганизмов всероссийской коллекции непатогенных микроорганизмов сельскохозяйственного назначения. — Санкт-Петербург, 2010. — 67 с.

14. Ионов А.А. Выделение чистой культуры клубеньковых бактерий из клубеньков многолетних бобовых растений с загрязненных почв / А.А. Ионов, А.В. Ворщева // Международный форум молодых исследователей : сборник статей III Международной научно-практической конференции. — Петрозаводск : Международный центр научного партнерства «Новая Наука» (ИП Ивановская И.И.), 2022. — С. 326–329.

15. Селекция люцерны на повышение эффективности симбиоза с клубеньковыми бактериями : методические рекомендации / ВНИИСХМ; подгот. Н.А. Проворов, Б.В. Симаров, Н.И. Сметанин [и др.]. — Санкт-Петербург, 1990. — 50 с.

16. Мاستицкий С.Э. Статистический анализ и визуализация данных с помощью R / С.Э. Мاستицкий, В.К. Шитиков. — Москва : ДМК Пресс, 2015. — 401 с.

### Список литературы на английском языке / References in English

1. Vihoreva G.V. Osnovnye faktory ustojchivogo razvitiya zemledeliya v Verhnevolzh'e [Major factors of sustainable agriculture development in upper Volga] / G.V. Vihoreva // Vladimirskij zemledec [Vladimir farmer]. — 2018. — № 3 (85). — P. 8–11. — DOI: 10.24411/2225-2584-2018-00021. [in Russian]

2. Sinicyna, S.M. Sostoyanie i perspektivy vozdelvaniya mnogoletnih trav na Severo-Zapade Rossii [Status and prospects of cultivation of perennial grasses on the north-west of Russia] / S.M. Sinicyna, A.M. Spiridonov // Agrarnaja Rossija [Agrarian Russia]. — 2018. — № 2. — P. 17–22. [in Russian]

3. Tihomirov S.V. Znachenie kormoproizvodstva v sel'skom hozyajstve [The importance of feed production in agriculture] / S.V. Tihomirov, E.A. Sazonova // Aktual'nye problemy intensivnogo razvitiya zhivotnovodstva [Topical problems of intensive development of animal husbandry] : collection of papers based on the materials of the National Scientific and Practical Conference with international participation, dedicated to the memory of Egor Pavlovich Vashchekin, Doctor of Biological Sciences, Professor, Honored Worker of Higher Education of the Russian Federation, Honorary Worker of Higher Professional Education of the Russian Federation, Honorary Citizen of the Bryansk region. — Part II. — Bryansk : Federal State Budget Educational Institution of Higher Education “Bryansk State Agrarian University”, 2022. — P. 272–276. [in Russian]

4. B'ulleten' "Posevnye ploshhadi Rossijskoj Federacii v 2023 godu": Federal'naja sluzhba gosudarstvennoj statistiki [Bulletin "Acreage of the Russian Federation in 2023": Federal State Statistics Service]. — URL: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Posev\\_2023.xlsx](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Posev_2023.xlsx) (accessed: 06.11.2024) [in Russian]

5. Doeva A.T. Vliyanie tekhnologicheskikh priemov vozdelvaniya na produktivnost' lyucerny [Influence of technological methods of cultivation on alfalfa productivity] / A.T. Doeva // Innovacionnye tehnologii proizvodstva i pererabotki pererabotkisel'skohozjajstvennoj produkcii [Innovative technologies of production and processing of agricultural products] : materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference. — Part 1. — Vladikavkaz, Gorsky State Agrarian University. — 2019. — P. 69–71. [in Russian]

6. Ionov A.A. Simbioticheskaya effektivnost' biotipov lyucerny izmenchivoj sorta Taisiya [Symbiotic efficiency of the biotypes of alfalfa variable Taisiya variety] / A.A. Ionov // Adaptivnoe kormoproizvodstvo [Adaptive Fodder Production]. — 2022. — № 3. — P. 38–49. — DOI: 10.33814/AFP-2222-5366-2022-3-38-49. [in Russian]

7. Ionov A.A. Otvychivost' sortov lyucerny izmenchivoj na inokulyaciyu kluben'kovymi bakteriyami [Responsiveness of alfalfa varieties to inoculation by nodule bacteria] / A.A. Ionov // Adaptivnoe kormoproizvodstvo [Adaptive Fodder Production]. — 2024. — № 2. — P. 34–45. — DOI: 10.33814/AFP-2222-5366-2024-2-34-45. [in Russian]
8. Spiridonov A.M. Vliyanie inokulyacii na semennuyu produktivnost' lyucerny izmenchivoj v usloviyah Severo-Zapada Rossii [Influence of inoculation on seed productivity of alfalfa changelable in the North-West of Russia] / A.M. Spiridonov // International Scientific Review of the Problems of Natural Sciences and Medicine : collection of scientific articles IX International Correspondence Scientific 44 Specialized Conference. — Boston : Problems of Science, 2019. — P. 18–25. [in Russian]
9. Stepanova G.V. Rezul'taty simbioticheskoy selekcii lyucerny [Results of symbiotic breeding of alfalfa] / G.V. Stepanova // Sibirskij vestnik sel'skohozjajstvennoj nauki [Siberian Herald of Agricultural Science]. — 2023. — Vol. 53. — № 1. — P. 14–22. — DOI: 10.26898/0370-8799-2023-1-2. [in Russian]
10. Ivanova E.P. Vliyanie defekata i Synorhizobium meliloty na urozhajnye i kormovye dostoinstva lyucerny izmenchivoj v usloviyah Primorskogo kraja [The influence of sugar beet lime and synorhizobium meliloty on the yield and nutritional advantages of medicago polymorpha under the conditions of Primorsky region] / E. P. Ivanova // Vestnik KrasGAU [Bulletin of KrasGAU]. — 2023. — № 3 (192). — P. 65–71. — DOI: 10.36718/1819-4036-2023-3-65-71. [in Russian]
11. P'yankov A.V. Intensivnost' rosta i razvitiya rastenij lyucerny izmenchivoj pod vliyaniem inokulyacii aktivnymi shtammami rizobij [Intensity of growth and development of plants alfalfa variable under the influence of inoculation with active rhisobial strains] / A.V. P'yankov // Adaptivnoe kormoproizvodstvo [Adaptive Feed Production]. — 2022. — № 3. — P. 50–62. — DOI: 10.33814/AFP-2222-5366-2022-3-50-62. [in Russian]
12. Zhao Shi-hao. Study on the affect of Rhizobia inoculated on alfalfa cultivars / Zhao Shi-hao // Journal of the Hebei Academy of Sciences. — 2005.
13. Katalog kul'tur mikroorganizmov vs Rossijskoj kollekcii nepatogennyh mikroorganizmov sel'skohozjajstvennogo naznacheniya [Catalog of cultures of microorganisms of the All-Russian collection of non-pathogenic microorganisms for agricultural purposes]. — Saint Petersburg, 2010. — 67 p. [in Russian]
14. Ionov A.A. Vydelenie chistoj kul'tury kluben'kovykh bakterij iz kluben'kov mnogoletnih bobovykh rastenij s zagryaznennykh pochv [Isolation of a pure culture of nodular bacteria from nodules of permanent legums from contaminated soils] / A.A. Ionov, A.V. Vorsheva // Mezhdunarodnyj forum molodykh issledovatelej [International Forum of Young Researchers] : collection of articles of the III International Scientific and practical Conference. — Petrozavodsk : International Center for Scientific Partnership "New Science" (IP Ivanovskaya I.I.), 2022. — P. 326–329. [in Russian]
15. Selekcija lyucerny na povyshenie effektivnosti simbioza s kluben'kovymi bakteriyami. Metodicheskie rekomendacii [Selection of alfalfa to increase the effectiveness of symbiosis with nodule bacteria] : methodological recommendations / VNIISHM; prepared by N.A. Provorov, B.V. Simarov, N.I. Smetanin [et al.]. — Saint Petersburg, 1990. — 50 p. [in Russian]
16. Mastitsky S.E. Statisticheskij analiz i vizualizaciya dannykh s pomoshch'yu R [Statistical analysis and visualization of data using R] / S.E. Mastitsky, V.K. Shitikov. — Moscow : DMK Press, 2015. — 401 p. [in Russian]