



Растениеводство Crop production

DOI: 10.22363/2312-797X-2024-19-2-201-210

EDN: KDXNZH

УДК 633.2.033.2:633.31

Научная статья / Research article

Сравнительная характеристика сортов люцерны изменчивой и посевной различного эколого-географического происхождения в агроклиматических условиях Северного Прикаспия

Г.К. Булахтина , Н.И. Кудряшова ✉, Е.В. Хюпинина Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук,
Астраханская область, Российская Федерация
✉ stone79.79@list.ru

Аннотация. Для восстановления сильно деградированных малопродуктивных естественных кормовых угодий, увеличения кормовой ценности, создания многолетних культурных пастбищ и сенокосов, а также предотвращения эрозии почв в аридных регионах России необходимо изучать адаптивный потенциал различных видов и сортов люцерны и использовать для рекультивации высокопитательные, высокоурожайные, засухоустойчивые, зимостойкие сорта, способные произрастать в экстремальных условиях. Цель исследования — адаптационная оценка и подбор сортов и видов люцерны для использования в реставрации аридных деградированных пастбищных экосистем в полупустынной зоне юга России. В однофакторном полевом опыте в 2020–2021 гг. изучили 44 сортабразца люцерны из коллекции ФИЦ «Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова». Исследования проводили в соответствии с методиками А.И. Иванова и др., 1985; Б.А. Доспехова, 1985; И.Г. Грингофа, Ю.С. Лынова, 1991; ВНИИ кормов, 2015. По результатам второго года конкурсного испытания люцерны для изучения на втором этапе выделили 29 образцов, превысивших показатели стандарта по продуктивности зеленой массы

© Булахтина Г.К., Кудряшова Н.И., Хюпинина Е.В., 2024

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

и семян, в т. ч. и несущественные. Лучшими по урожайности зеленой массы в сравнении со стандартом выделены только 6 образцов: люцерна изменчивая Пестрая 57, Приуральская, Кизлярская; люцерна посевная Каракалпакская 37, Каракалпакская 15, Mex-Son. Из 43 изучаемых образцов 19 превысили семенную продуктивность стандарта на 9,0...154,9 г/м², но существенно выше были показатели только у 9 образцов (люцерна посевная Kust, King, Zia, Каракалпакская 37, Иртышская; люцерна изменчивая Карагандинская 1; Кизлярская, Кизлярская синегибридная, Флора 2). Два образца: люцерна изменчивая Кизлярская и люцерна посевная Каракалпакская 37 — показали достоверное превышение по сравнению со стандартом и по урожайности зеленой массы, и по семенной урожайности. Планируется продолжить изучение выделенных образцов для использования их в селекционной работе.

Ключевые слова: бобовые травы, коллекция люцерны, пастбищные экосистемы, урожайность

Заявление о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов. Все авторы принимали непосредственное участие в планировании, выполнении исследования и анализе результатов, ознакомлены с окончательной версией статьи и одобрили ее.

История статьи: поступила в редакцию 22 января 2023 г., принята к публикации 19 декабря 2023 г.

Для цитирования: Булахтина Г.К., Кудряшова Н.И., Хюпинина Е.В. Сравнительная характеристика сортов люцерны изменчивой и посевной различного эколого-географического происхождения в агроклиматических условиях Северного Прикаспия // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2024. Т. 19. № 2. С. 201—210. doi: 10.22363/2312-797X-2024-19-2-201-210

Comparative characteristics of *Medicago × varia* and *Medicago sativa* cultivars of various ecological and geographical origin cultivated in the Northern Caspian

Galina K. Bulakhtina , Natalya I. Kudryashova ✉, Ekaterina V. Hyupinina 

Precaspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences,
Astrakhan Region, Russian Federation
✉ stone79.79@list.ru

Abstract. In order to restore heavily degraded unproductive natural fodder lands, increase fodder value, create perennial cultivated pastures and hayfields, prevent soil erosion in arid regions of Russia, it is necessary to study the adaptive potential of various species and varieties of alfalfa and use highly nutritious, high-yielding, drought-resistant, hardy varieties for reclamation that are able to grow in extreme conditions. The aim of the work was to conduct an adaptation assessment and selection of alfalfa varieties and species for use in the restoration of arid degraded pasture ecosystems in the semi-desert zone of southern Russia. In one-factor field experiment conducted in 2020–2021, 44 alfalfa varieties from the collection of Vavilov Institute of Plant Genetic Resources were studied. The experiments were carried out in accordance with the methods of Ivanov A.I. et al., 1985; Dospikhov B.A., 1985; Gringof I.G., Lynov Y.S., 1991; Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology, 2015. According to the results of the second year of competitive testing, 29 accessions of alfalfa which exceeded standard indicators for productivity of green mass and seeds were selected for further study. Only 6 accessions were identified as the best in green mass yield compared to the standard (hybrid alfalfa Pestraya 57, Priuralskaya, Kizlyarskaya; alfalfa Karakalpakskaya 37, Karakalpakskaya 15, Mex-Son). 19 accessions exceeded seed productivity of the standard by 9.0...154.9 g/m², and 9 accessions had significantly higher indicators (alfalfa Kust, King, Zia, Karakalpakskaya 37, Irtyshskaya; hybrid alfalfa Karagandinskaya 1, Kizlyarskaya, Kizlyarskaya sinегибридная, Flora 2). Two accessions — hybrid alfalfa Kizlyarskaya and alfalfa

Karakalpakskaya 37 — significantly exceeded standard indicators (green mass and seed). In the future, we plan to continue studying the two accessions for use in breeding.

Key words: legumes, alfalfa collection, pasture ecosystems, productivity

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interests.

Author contributions. All the authors were involved in designing and conducting the experiments, analyzing the results. All authors read and approved the final manuscript.

Article history: Received: 22 January 2023. Accepted: 19 December 2023.

For citation: Bulakhtina GK, Kudryashova NI, Hyupinina EV. Comparative characteristics of *Medicago × varia* and *Medicago sativa* cultivars of various ecological and geographical origin cultivated in the Northern Caspian. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2024;19(2):201–210. (In Russ.). doi: 10.22363/2312-797X-2024-19-2-201-210

Введение

Многолетние травы являются самым оптимальным и доступным ресурсом для улучшения почвенного плодородия и поддержания его на должном уровне. Также они решают проблему сбалансированной кормовой базы в современном животноводстве, которая, в свою очередь, является одним из основных факторов успешного развития многих сельскохозяйственных предприятий [1–4].

В Астраханской области свыше 50 % всей площади занимают пастбища. На данный момент бóльшая их часть представляет собой деградированные полупустынные фитоценозы. Аридизация климата и высокие животноводческие нагрузки привели к выпадению кустарников и полукустарников, исчезновению многих видов трав, в т. ч. и из семейства Бобовые. Использование многолетних бобовых трав в улучшении аридных кормовых экосистем — один из основных путей биологизации земледелия — оказывает решающее влияние на поддержание бездефицитного баланса гумуса, снижает потребность в минеральном азоте, улучшает фитосанитарное и агрофизическое состояние почв [5–8].

Наибольшую ценность из бобовых в нашем регионе представляет люцерна. В качестве кормового растения люцерна возделывается уже несколько тысячелетий во многих странах мира [9–11]. Это многолетнее растение, надземная масса которого обладает высокой питательной ценностью, так как содержит большое количество белков, кальция, каротин и еще множество полезных макро- и микроэлементов, важных для полноценного роста и развития сельскохозяйственных животных. Поэтому для восстановления сильно деградированных и увеличения кормовой ценности малопродуктивных естественных кормовых угодий, создания многолетних культурных пастбищ, а также предотвращения эрозии почв в аридных регионах России необходимо изучать адаптивный потенциал различных видов и сортов люцерны, которые в дальнейшем можно использовать для рекультивации [12–15].

Цель исследования — провести адаптационную оценку и подобрать сорта и виды люцерны для использования в реставрации аридных деградированных пастбищных экосистем в полупустынной зоне юга России.

В задачи исследования входило:

- изучение биологической продуктивности люцерны изменчивой и посевной в почвенно-климатических условиях региона исследования;
- изучение семенной продуктивности люцерны изменчивой и посевной в почвенно-климатических условиях региона исследования;
- отбор высокопродуктивных образцов люцерны посевной и изменчивой, адаптированных к почвенно-климатическим условиям Прикаспийского региона.

Материалы и методы исследования

Однофакторный полевой опыт заложили в 2020 г. За два года исследований изучили 44 сортообразца люцерны из коллекции ФИЦ «Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова».

Исследования проводили в соответствии с методиками А.И. Иванова и др.¹, Б.А. Доспехова², И.Г. Грингофа, Ю.С. Лынова³, ВНИИ кормов⁴.

Способ посева — широкорядный, площадь одной деланки — 0,7 м², между-рядье — 0,7 м, общая площадь под один вид — 1,4 м². Посев проводился в двух вариантах: на зеленую массу и семена. Стандарт высевался через 5 образцов. Норма высева на 1 м² — 1 г. Размещение деланок рендоминизированное.

Результаты исследования и обсуждение

Посев коллекции люцерны проводился 23.03.2020 г. На рост и урожайность многолетних трав влияют продуктивные запасы почвенной влаги, поступающие атмосферные осадки, температурный режим воздуха и почвы, относительная влажность воздуха и многое другое. Оптимальной для этих сельскохозяйственных культур является температура воздуха на уровне +18...+25 °С. Первый год исследований (2020 г.) по степени увлажнения за вегетацию оценивается как слабозасушливый — гидротермический коэффициент увлажнения (ГТК) составил 1,1. Максимальная температура отмечена в мае и июне и составила 33,7 и 39,1 °С соответственно. Минимальные значения относительной влажности зафиксированы в апреле и июне — 12 и 8 % соответственно. За всю вегетацию люцерны (от всходов до осеннего отмирания) осадков выпало 78,8 мм, максимальное количество за месяц отмечено в мае — 49,5 мм.

Анализ полученных на Чернойарской метеостанции данных показал, что 2021 г. исследования в сравнении со среднемноголетними данными характеризуется как

¹ Изучение коллекции многолетних кормовых растений: (методические указания) / сост.: А.И. Иванов, А.В. Бухтеева, Э.П. Шутова, И.А. Тихомирова, Ю.Д. Сосков, А.А. Синякова, Э.Я. Базылев; под ред. А.И. Иванова; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства. им. Н.И. Вавилова. Л.: ВИР, 1985. 47 с.

² Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Альянс, 2011. 350 с.

³ Грингоф И.Г., Лынов Ю.С. Методическое пособие по фенологическим наблюдениям. Л., 1991. 201 с.

⁴ Методика эффективного освоения многовариантных технологий улучшения сенокосов и пастбищ в Северном природно-экономическом районе / ред. А.А. Кутузова, К.Н. Привалова, Н.И. Георгиади. М.: Угрешская типография, 2015. 68 с.

более теплый, но достаточно влажный. Среднегодовая температура превысила среднемноголетнюю на 2,7 °С. И в основном кривая температуры 2021 г. повторила изменения среднегодовой, с отличием в январе, когда было теплее на 14,5 °С. График осадков, выпавших в 2021 сельскохозяйственном году, показал, что начало вегетационного периода отмечено обильными осадками (март — 87,2 мм), которые, хотя и в меньшей степени, но присутствовали вплоть до июля, что для полупустынной зоны — очень редкое явление. Однако, в июле и августе, когда были отмечены температурные максимумы (40,8 и 40,2 °С соответственно), сумма осадков приблизилась к минимуму (5,7 мм в августе). Сентябрь также добавил влаги в почву для поздневегетирующих растений (47,5 мм), что в итоге дало основания определить метеоусловия данного года как хорошие. При этом ГТК периода октябрь 2020 г. — сентябрь 2021 г. составил 0,43, что определило уровень влагообеспеченности как слабо увлажненный. Показатели динамики продуктивной влаги в почве подтверждают и добавляют данные по условиям вегетации опытных растений. Таким образом, в период всходов, роста и развития растений в слое почвы 0–0,5 м было вполне достаточно продуктивной влаги, ее значения составили 20,5, 49,5 и 38,4 мм соответственно. В дальнейшем уже окрепшие растения подошли к периоду воздушной и почвенной влаги (июль, август) и хорошо перенесли ее.

Перед срезом зеленой массы для определения урожайности в вегетативную фазу цветения определяли состояние посевов и реакцию растений на засуху по методике Б.А. Доспехова².

Исследование коллекции люцерны показало, что в основном все образцы имели состояние посева хорошее (4 балла) — 57 % и удовлетворительное (3 балла) — 36 %. Реакция на засуху растений была достаточно разнообразна: 32 % — реакция очень слабая (незначительное пожелтение некоторых прикорневых листьев — 1 балл), 64 % — реакция слабая (пожелтение всех прикорневых листьев — 3 балла) и два образца имели среднюю реакцию (5 баллов) — пожелтение прикорневых и нижних стеблевых листьев.

Таким образом, согласно результатам исследования все образцы люцерны достаточно устойчивы к воздушной и почвенной засухе нашего региона.

В фазу цветения люцерны производили срез зеленой массы образцов (табл. 1). Также после созревания семян проводили анализ их урожайности (табл. 2). В таблицах приведены данные только тех образцов люцерны, которые превысили стандарт.

Таблица 1

**Биологическая продуктивность зеленой массы люцерны коллекции ВИР,
ФГБНУ «ПАФНЦ РАН», 2-й год жизни**

№ п/п	Название вида, № по каталогу, страна, сорт	Зеленая масса, г/м ²	Отклонение от стандарта
1	Люцерна изменчивая, 48035, РФ, Ростовская 60 – ст.	187,0	–
2	Люцерна посевная, 3177, США, King	225,0	+38,0
3	Люцерна посевная, 3181, США, Kust	205,0	+18,0
4	Люцерна посевная, 6254, Казахстан, Местная	191,0	+4,0
5	Люцерна посевная, 21299, США, Zia	205,0	+18,0

Окончание табл. 1

№ п/п	Название вида, № по каталогу, страна, сорт	Зеленая масса, г/м ²	Отклонение от стандарта
6	Люцерна изменчивая, 26688, Казахстан, Приуральская	251,0	+64,0
7	Люцерна изменчивая, 28458, Казахстан, Карагандинская 1	205,0	+18,0
8	Люцерна изменчивая, 28462, РФ, Кизлярская	242,0	+55,0
9	Люцерна изменчивая, 29566, РФ, Казанская 64/95	207,0	+20,0
10	Люцерна изменчивая, 29573, Казахстан, Тибетская	222,0	+35,0
11	Люцерна изменчивая, 31790, РФ, Забайкалка	198,0	+11,0
12	Люцерна изменчивая, 31885, РФ, Пестрая 57	291,0	+104,0
13	Люцерна изменчивая, 33684, США, Lahontan	222,0	+35,0
14	Люцерна посевная, 35019, США, Uinta	201,0	+14,0
15	Люцерна посевная, 35680, США, Progress	193,0	+6,0
16	Люцерна посевная, 38270, Узбекистан, Каракалпакская 37	248,0	+61,0
17	Люцерна посевная, 38272, Узбекистан, Каракалпакская 15	248,0	+61,0
18	Люцерна посевная, 39961, США, Mex-Son	256,0	+69,0
HCP ₀₅		46,0	

Table 1

**Biological productivity of green mass of alfalfa from the VIR collection,
PAFSC RAS, 2nd year of growing**

No.	Species name, catalog number, country, variety	Green mass, g/m ²	Deviation from the standard
1	Hybrid alfalfa, 48035, Russia, Rostovskaya 60 – st.	187.0	–
2	Alfalfa, 3177, USA, King	225.0	+38.0
3	Alfalfa, 3181, USA, Kust	205.0	+18.0
4	Alfalfa, 6254, Kazakhstan, Mestnaya	191.0	+4.0
5	Alfalfa, 21299, USA, Zia	205.0	+18.0
6	Hybrid alfalfa, 26688, Kazakhstan, Priuralskaya	251.0	+64.0
7	Hybrid alfalfa, 28458, Kazakhstan, Karagandinskaya 1	205.0	+18.0
8	Hybrid alfalfa, 28462, Russia, Kizlyarskaya	242.0	+55.0
9	Hybrid alfalfa, 29566, Russia, Kazanskaya 64/95	207.0	+20.0
10	Hybrid alfalfa, 29573, Kazakhstan, Tibetskaya	222.0	+35.0
11	Hybrid alfalfa, 31790, Russia, Zabaykalka	198.0	+11.0
12	Hybrid alfalfa, 31885, Russia, Pestraya 57	291.0	+104.0
13	Hybrid alfalfa, 33684, USA, Lahontan	222.0	+35.0
14	Alfalfa, 35019, USA, Uinta	201.0	+14.0
15	Alfalfa, 35680, USA, Progress	193.0	+6.0
16	Alfalfa, 38270, Uzbekistan, Karakalpakskaya 37	248.0	+61.0
17	Alfalfa, 38272, Uzbekistan, Karakalpakskaya 15	248.0	+61.0
18	Alfalfa, 39961, USA, Mex-Son	256.0	+69.0
LSD ₀₅		46.0	

Согласно полученным данным (см. табл. 1), урожайность зеленой массы у 17 из 43 сортообразцов люцерны превысила стандарт (187 г/м²); 6 образцов превышение достоверно (выше НСР); максимальная урожайность зеленой массы отмечена у сортообразца люцерны изменчивой Пестрая 57 из Оренбургской области; урожайность зеленой массы сортообразцов люцерны посевной Каракалпакская 37, Каракалпакская 15, Мех-Соп и люцерны изменчивой Приуральская также была высокой (выше стандарта на 60,0 г/м²) и в среднем составила 64,0 т/га.

Таблица 2

**Семенная продуктивность люцерны коллекции ВИР,
ФГБНУ «ПАФНЦ РАН», 2-й год жизни**

№ п/п	Название вида, № по каталогу, страна, сорт	Семена, г/м ²	Отклонение от стандарта
1	Люцерна изменчивая 48035, РФ, Ростовская 60 – ст.	0,25	0
2	Люцерна посевная, 3181, США, Kust	13,04	12,79
3	Люцерна посевная, 19913, США, King	0,79	0,54
4	Люцерна посевная, 21299, США, Zia	1,02	0,77
5	Люцерна посевная, 25478, США, New-Mexico 11–1	0,37	0,12
6	Люцерна изменчивая, 26049, США, Ranger	0,40	0,15
7	Люцерна изменчивая, 28458, Казахстан, Карагандинская 1	0,78	0,53
8	Люцерна изменчивая, 28462, РФ, Кизлярская	1,33	1,08
9	Люцерна изменчивая, 28884, Казахстан, Карабалыкская 18	0,62	0,37
10	Люцерна изменчивая, 28902, РФ, Хакасская	0,63	0,38
11	Люцерна изменчивая, 28909, Казахстан, Уральская синяя	0,40	0,15
12	Люцерна посевная, 28125, Казахстан, Иртышская	0,94	0,69
13	Люцерна посевная, 38270, Узбекистан, Каракалпакская 37	0,76	0,51
14	Люцерна посевная, 38272, Узбекистан, Каракалпакская 15	0,34	0,09
15	Люцерна посевная, 39961, США, Мех-Соп	0,40	0,15
16	Люцерна посевная, 39974, США, Роп	0,39	0,14
17	Люцерна изменчивая, 43778, РФ, Кизлярская синегибридная	1,80	1,55
18	Люцерна изменчивая, 44567, РФ, Флора 2	1,16	0,91
19	Люцерна изменчивая, 45139, РФ, Флора 3	0,44	0,19
20	Люцерна посевная, 48620, РФ, Флора 5	0,50	0,25
НСР ₀₅		0,41	

Table 2

Seed productivity of alfalfa from the VIR collection, PAFSC RAS, 2nd year of growing

No.	Species name, catalog number, country, variety	Seeds, g/m ²	Deviation from the standard
1	Hybrid alfalfa, 48035, Russia, Rostovskaya 60 – st.	0.25	0
2	Alfalfa, 3177, USA, King	13.04	12.79
3	Alfalfa, 3181, USA, Kust	0.79	0.54

End of the table 2

No.	Species name, catalog number, country, variety	Seeds, g/m ²	Deviation from the standard
4	Alfalfa, 21299, USA, Zia	1.02	0.77
5	Alfalfa, 25478, USA, New-Mexico 11–1	0.37	0.12
6	Hybrid alfalfa, 26049, USA, Ranger	0.40	0.15
7	Hybrid alfalfa, 28458, Kazakhstan, Karagandinskaya 1	0.78	0.53
8	Hybrid alfalfa, 28462, Russia, Kizlyarskaya	1.33	1.08
9	Hybrid alfalfa, 28884, Kazakhstan, Karabalykskaya 18	0.62	0.37
10	Hybrid alfalfa, 28902, Russia, Hakasskaya	0.63	0.38
11	Hybrid alfalfa, 28909, Kazakhstan, Ural'skayasinyaya	0.40	0.15
12	Alfalfa, 28125, Kazakhstan, Irtyshskaya	0.94	0.69
13	Alfalfa, 38270, Uzbekistan, Karakalpakskaya 37	0.76	0.51
14	Alfalfa, 38272, Uzbekistan, Karakalpakskaya 15	0.34	0.09
15	Alfalfa, 39961, USA, Mex-Son	0.40	0.15
16	Alfalfa, 39974, USA, Ron	0.39	0.14
17	Hybrid alfalfa, 43778, Russia, Kizlyarskaya sinegibridnaya	1.80	1.55
18	Hybrid alfalfa, 44567, Russia, Flora 2	1.16	0.91
19	Hybrid alfalfa, 45139, Russia, Flora 3	0.44	0.19
20	Alfalfa, 48620, Russia, Flora 5	0.50	0.25
LSD ₀₅		0.41	

Анализ данных табл. 2 показывает, что из 19 сортообразцов, превысивших стандарт по семенной продуктивности, у 9 превышение было достоверным (разница больше НСР). Лучшие показатели по урожайности семян отмечены у трех образцов люцерны изменчивой (Кизлярская синегибридная, Кизлярская, Флора 2) и двух образцов люцерны посевной (Kust, Zia). Сортообразец люцерны изменчивой из Республики Дагестан Кизлярская синегибридная по урожайности семян превысил стандарт в 7,2 раза.

Заключение

По результатам второго года конкурсного испытания люцерны для дальнейшего изучения на втором этапе выделили 29 образцов, которые превысили показатели стандарта по продуктивности зеленой массы и семян, в т. ч. и несущественные. Лучшими по урожайности зеленой массы в сравнении со стандартом признаны только 6 образцов (люцерна изменчивая Пестрая 57, Приуральская, Кизлярская; люцерна посевная Каракалпакская 37, Каракалпакская 15, Mex-Son). Из 43 изучаемых образцов 19 превысили семенную продуктивность стандарта на 9,0...154,9 г м², но существенно выше были показатели только у 9 образцов (люцерна посевная Kust, King, Zia, Каракалпакская 37, Иртышская; люцерна изменчивая Карагандинская 1; Кизлярская, Кизлярская синегибридная, Флора 2). У двух образцов: люцерна изменчивая Кизлярская и люцерна посевная Каракалпакская 37 — отмечено достоверное

превышение по сравнению со стандартом и по урожайности зеленой массы, и по семенной урожайности. В дальнейшем планируется продолжить изучение выделенных образцов для использования их в селекционной работе.

Список литературы

1. Касаткина Н.И., Нелюбина Ж.С., Чураков П.Л. Внедрение перспективных сортов — важный резерв повышения урожая люцерны изменчивой // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: материалы междунар. науч.-практ. конф. М., 2013. С. 188–192.
2. Alaru M., Talgre L., Eremeev V., Tein B., Luik A., Nemvalts A., Loit E. Crop yields and supply of nitrogen compared in conventional and organic systems // *Agricultural and Food Science*. 2014. Vol. 23. № 4. P. 317–326. <https://doi.org/10.23986/afsci.46422>
3. Ma X.T., Liao J.A., Zhao J.F. A meta-analysis of the effects on soil quality in Xinjiang (China) orchards after grass cultivation // *Applied ecology and environmental research*. 2023. Vol. 21. № 3. P. 1891–1902. doi: 10.15666/aeer/2103_18911902
4. Майсак Г.П., Авдеев Н.В., Старцева А.В., Иванова К.Ю. Накопление органического вещества и элементов минерального питания при длительном возделывании многолетних трав на дерновоподзолистой почве Пермского края // *Земледелие*. 2023. № 7. С. 16–19. doi: 10.24412/0044–3913–2023–7–16–19
5. Шамсутдинов З.Ш. Селекция кормовых культур: достижения и задачи // *Сельскохозяйственная биология*. 2014. № 6. С. 36–45. doi: 10.15389/agrobiology.2014.6.36rus
6. Drinkwater L.E., Midega C.A., Awuor R., Nyagol D., Khan Z.R. Perennial legume intercrops provide multiple belowground ecosystem services in smallholder farming systems // *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2021. Vol. 320. P. 107566. doi: 10.1016/j.agee.2021.107566
7. Епифанова И.В., Тимошкин О.А., Лапина М.Ш. Селекция люцерны для условий лесостепи Среднего Поволжья // *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2016. № 6. С. 53–56.
8. Харалгина О.С. Урожайность зеленой массы и продуктивность люцерны изменчивой в северной лесостепи Тюменской области // *Вестник КрасГАУ*. 2021. № 12. С. 110–115. doi: 10.36718/1819–4036–2021–12–110–115
9. Ma X.T., Liao J.A., Zhao J.F. Knowledge mapping of Alfalfa research — a visual analysis using citespace // *Applied ecology and environmental research*. 2023. Vol. 21. № 3. P. 1903–1916. doi: 10.15666/aeer/2103_19031916
10. Mela T., Sormunen-Cristian R., Nickanen V. Experiences of yellow-flowered lucerne (*Medicago falcata* L.) in Finland // *Proceedings of the 16th General meeting of the European Federation*. 1996. P. 515–519.
11. Sottie E., Acharya S., McAllister T., Iwaasa A., Thomas J., Wang Y. Performance of alfalfa sainfoin mixed pastures and grazing steers in western Canada // *The Professional Animal Scientist*. 2017. Vol. 33. № 4. P. 472–482. doi: 10.15232/pas.2016–01560
12. Дедов А.А., Дедов А.В., Несмеянова М.А. Технология возделывания люцерны синей на кормовые цели // *Кормопроизводство*. 2016. № 12. С. 24–27.
13. Нагибин А.Е., Тормозин М.А., Зырянцева А.А. Селекционная работа по люцерне на Среднем Урале // *Аграрный вестник Урала*. 2015. № 7 (137). С. 20–24.
14. Найдович В.А., Найдович Р.И., Малютов М.П. Селекция люцерны в Поволжье // *Бюллетень Ботанического сада Саратовского государственного университета*. 2002. № 1. С. 176–181.
15. Aponte A., Samarappuli D., Berti M.T. Alfalfa–Grass Mixtures in Comparison to Grass and Alfalfa Monocultures // *Agronomy Journal*. 2019. Vol. 111. P. 628–638. doi: 10.2134/agronj2017.12.0753

References

1. Kasatkina NI, Nelyubina ZS, Churakov PL. Introduction of perspective grades — the important reserve increases of the crop of lucerne changeable. In: *Multifunctional adaptive feed production: conference proceedings*. Moscow; 2013. p.188–192. (In Russ.).
2. Alaru M, Talgre L, Eremeev V, Tein B, Luik A, Nemvalts A, Loit E. Crop yields and supply of nitrogen compared in conventional and organic systems. *Agricultural and Food Science*. 2014;23(4):317–326. doi: 10.23986/afsci.46422
3. Ma XT, Liao JA, Zhao JF. A meta-analysis of the effects on soil quality in Xinjiang (China) orchards after grass cultivation. *Applied ecology and environmental research*. 2023;21(3):1891–1902. doi: 10.15666/aeer/2103_18911902
4. Maisak GP, Avdееv NV, Startseva AV, Ivanova KY. Accumulation of organic matter and mineral nutrition elements during long-term cultivation of perennial grasses on soddy-podzolic soil in the Perm region. *Zemledelie*. 2023;(7):16–19. (In Russ.). doi: 10.24412/0044–3913–2023–7–16–19

5. Shamsutdinov ZS. Forage crops selection: progress and challenges. *Agricultural Biology*. 2014;(6):36–45. (In Russ.). doi: 10.15389/agrobiology.2014.6.36rus
6. Drinkwater LE, Midega CA, Awuor R, Nyagol D, Khan ZR. Perennial legume intercrops provide multiple belowground ecosystem services in smallholder farming systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2021;320:107566. doi: 10.1016/j.agee.2021.107566
7. Epifanova IV, Timoshkin OA, Lapina MS. Selection of alfalfa for the forest-steppe conditions of the Middle Volga region. *International agricultural journal*. 2016;(6):53–56. (In Russ.).
8. Kharalgina OS. green mass yield and variable alfalfa productivity in the Tyumen region northern forest-steppe. *Bulletin KrasSAU*. 2021;(12):110–115. (In Russ.). doi: 10.36718/1819–4036–2021–12–110–115
9. Ma XT, Liao JA, Zhao JF. Knowledge mapping of Alfalfa research — a visual analysis using citespace. *Applied ecology and environmental research*. 2023;21(3):1903–1916. doi: 10.15666/aeer/2103_19031916
10. Mela T, Sormunen-Cristian R, Nickanen V. Experiences of the yellow-flowered lucerne (*Medicago falcata* L.) in Finland. *Grassland and Land Use Systems. Proceedings of the 16th General Meeting of the European Grassland Federation, Grado (Gorizia), Italy, September 15–19, 1996*. 1996. p.515–519.
11. Sottie ET, Acharya SN, McAllister T, Iwaasa AD, Thomas J, Wang Y. Performance of alfalfa-sainfoin mixed pastures and grazing steers in western Canada. *The Professional Animal Scientist*. 2017;33(4):472–482. doi: 10.15232/pas.2016–01560
12. Dedov AA, Dedov AV, Nesmeyanova MA. Cultivating alfalfa for fodder production. *Fodder Production*. 2016;(12):24–27. (In Russ.).
13. Nagibin AE, Tormozin MA, Zyryanceva AA. Breeding work with alfalfa in the Middle Urals. *Agrarian bulletin of the Urals*. 2015;(7):20–24. (In Russ.).
14. Naidovich VA, Naidovich RI, Malyutov MP. Alfalfa selection in the Volga region. *Bulletin of botanic garden of Saratov state university*. 2002;(1):176–181. (In Russ.).
15. Aponte A, Samarappuli D, Berti MT. Alfalfa–grass mixtures in comparison to grass and alfalfa monocultures. *Agronomy Journal*. 2019;111:628–638. doi: 10.2134/agronj2017.12.0753

Об авторах:

Булахтина Галина Константиновна — кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая отделом рационального природопользования, ФГБНУ «Прикаспийский аграрный федеральный научный центр РАН», 416251, Российская Федерация, Астраханская область, Черноярский район, с. Соленое Займище, квартал Северный, д. 8; e-mail: gbulaht@mail.ru

ORCID: 0000–0001–8949–8666 SPIN-код: 4070–8492

Кудряшова Наталья Ивановна — кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией лугопастбищных, аридных и пойменных экосистем отдела рационального природопользования, ФГБНУ «Прикаспийский аграрный федеральный научный центр РАН», 416251, Российская Федерация, Астраханская область, Черноярский район, с. Соленое Займище, квартал Северный, д. 8; e-mail: stone79.79@list.ru

ORCID: 0000–0003–0195–3869 SPIN-код: 2816–8178

Хюпинина Екатерина Викторовна — младший научный сотрудник отдела рационального природопользования, ФГБНУ «Прикаспийский аграрный федеральный научный центр РАН», 416251, Российская Федерация, Астраханская область, Черноярский район, с. Соленое Займище, квартал Северный, д. 8; e-mail: lapinaekaterina_87@mail.ru

ORCID: 0000–0002–3449–8658 SPIN-код: 8350–7854

About authors:

Bulakhtina Galina Konstantinovna — Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Department of Environmental Management, Precaspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 8 Severny quarter, Solenoye Zaimishche vil., Chernoyarsky district, Astrakhan region, 416251, Russian Federation; e-mail: gbulaht@mail.ru

ORCID: 0000–0001–8949–8666 SPIN-code: 4070–8492

Kudryashova Natalya Ivanovna — Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Laboratory of Grassland, Arid and Floodplain Ecosystems, Department of Rational Nature Management, Precaspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 8 Severny quarter, Solenoye Zaimishche vil., Chernoyarsky district, Astrakhan region, 416251, Russian Federation; e-mail: stone79.79@list.ru

ORCID: 0000–0003–0195–3869 SPIN-code: 2816–8178

Hyupinina Ekaterina Viktorovna — Junior Researcher, Department of Environmental Management, Precaspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 8 Severny quarter, Solenoye Zaimishche vil., Chernoyarsky district, Astrakhan region, 416251, Russian Federation; e-mail: lapinaekaterina_87@mail.ru

ORCID: 0000–0002–3449–8658 SPIN-code: 8350–7854