

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, РАСТЕНИЕВОДСТВО

Научная статья

УДК 633.31/37:631.67

doi: 10.31774/2712-9357-2024-14-3-165-180

Многолетние бобовые травы при орошении – гарант устойчивого кормопроизводства в Нижнем Поволжье

Наталья Ивановна Бурцева¹, Елена Ивановна Молоканцева²,
Ергали Салугатович Бахтыгалиев³, Ирина Павловна Ивина⁴

^{1, 2, 3, 4}Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия – филиал Федерального научного центра гидротехники и мелиорации имени А. Н. Костякова, Волгоград, Российская Федерация

¹burtseva.ni58@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9787-7321>

²elena-molok@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4901-7976>

³ergali.bahtygaliev@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0002-0805-8293>

⁴ivinai@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8349-1084>

Аннотация. Цель: разработка рациональных сочетаний видов и сортов многолетних бобовых трав, водного и питательного режимов почвы, которые будут способствовать получению стабильных урожаев кормовой массы с высокими показателями содержания в ней протеина и энергии. **Материалы и методы.** Исследования проводятся на экспериментальном поле института на многолетних бобовых травах. Опыт трехфакторный, включает три варианта поддержания предполивного порога влажности почвы (60, 70 и 80 % наименьшей влагоемкости), три варианта питательного режима почвы (NPK₁, NPK₂ и контроль – без удобрений), по третьему фактору изучаются восемь видов бобовых. При закладке опытов и проведении исследований использовались общепринятые методики опытного дела. **Результаты.** В фазу полных всходов на 1 кв. м насчитывалось по видам трав от 294 до 386 растений. Высота их перед уборкой варьировала по вариантам опыта от 0,60 до 1,01 м – в первом укосе, от 0,38 до 0,94 м – во втором и от 0,25 до 0,66 м – в третьем укосе. Общее водопотребление травостоев в год посева составляло 4,2–4,7 тыс. куб. м/га, увеличиваясь в последующие годы до 4,8–5,7 тыс. куб. м/га. Водный режим почвы и удобрения оказали значимое влияние на формирование урожая. В контрольных вариантах с предполивным порогом 60 % наименьшей влагоемкости урожайность зеленой массы трав во второй год жизни составила 26,6–40,9 т/га. При улучшении питания почвы и хорошем обеспечении ее влагой урожайность возросла до 48,2–87,8 т/га. Наиболее активно на улучшение условий выращивания реагировали растения эспарцета и люцерны синегибридной и пестрогибридной, за сезон с этих участков собрали 54–88 т/га зеленой массы. **Выводы.** Подбор оптимальных сочетаний водного и питательного режимов почвы, а также внедрение новых перспективных видов и сортов многолетних бобовых трав в полевое кормопроизводство Нижнего Поволжья позволит обеспечить высокие и стабильные урожаи кормов, богатых энергией и питательными веществами.

Ключевые слова: многолетние бобовые травы, водный режим почвы, питательный режим почвы, урожайность, кормовая ценность

Сведения о научно-исследовательской работе, по результатам которой публикуется статья: исследования проведены в рамках тематики НИР 2022–2024 гг. «Разработать систему полевого кормопроизводства на орошаемых землях при реализа-



ции биологического потенциала кормовых агрофитоценозов в целях обеспечения животноводства высококачественными сбалансированными кормами при воспроизводстве почвенного плодородия». Тема № FNFR-2022-0004.

Для цитирования: Многолетние бобовые травы при орошении – гарант устойчивого кормопроизводства в Нижнем Поволжье / Н. И. Бурцева, Е. И. Молоканцева, Е. С. Бахтыгалиев, И. П. Ивина // Мелиорация и гидротехника. 2024. Т. 14, № 3. С. 165–180. <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2024-14-3-165-180>.

GENERAL AGRICULTURE, CROP SCIENCE

Original article

Perennial leguminous grasses for irrigation are a guarantee of sustainable feed production in the Lower Volga region

Natalya I. Burtseva¹, Elena I. Molokantseva², Ergali S. Bahtygaliev³,
Irina P. Ivina⁴

^{1, 2, 3, 4}All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture – branch of the Federal Scientific Center for Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A. N. Kostyakov, Volgograd, Russian Federation

¹burtseva.ni58@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9787-7321>

²elena-molok@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4901-7976>

³ergali.bahtygaliev@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0002-0805-8293>

⁴ivina@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8349-1084>

Abstract. Purpose: to develop rational combinations of species and varieties of perennial leguminous grasses, soil water and nutrient regimes, which will contribute to obtaining stable fodder yields with high levels of protein and energy content. **Materials and methods.** Research is being carried out on perennial leguminous grasses on the experimental field of the institute. The experiment is three-factor and includes three options for maintaining the pre-irrigation soil moisture limit (60, 70 and 80 % of the lowest moisture capacity), three options for the soil nutritional regime (NPK₁, NPK₂ and control – without fertilizers), eight types of legumes are studied according to the third factor. The generally accepted experimental methods were used when setting up experiments and conducting research. **Results.** In the full germination phase there were from 294 to 386 plants of grass species per 1 sq. m. Their height before harvesting varied according to the experimental variants from 0.60 to 1.01 m in the first cutting, from 0.38 to 0.94 m in the second and from 0.25 to 0.66 m in the third cutting. The grass stand total water consumption in the year of seeding was 4.2–4.7 thous. cub. m/ha, increasing in subsequent years to 4.8–5.7 thous. cub. m/ha. The soil water regime and fertilizers had a significant impact on crop yield. In control options with a pre-irrigation limit of 60 % of the lowest moisture capacity, the green mass yield in the second year was 26.6–40.9 t/ha. With improved soil nutrition and good water supply, the yield increased to 48.2–87.8 t/ha. Sainfoin and blue-hybrid and variegated alfalfa plants responded to the improved growing conditions most actively; 54–88 t/ha of green mass were gathered from these sites during the season. **Conclusions.** Selection of optimal combinations of soil water and nutrient regimes, as well as the new promising perennial leguminous grasses species and varieties introduction into the field feed production in the Lower Volga region will ensure high and stable yields of fodder rich in energy and nutrients.

Keywords: perennial leguminous grasses, soil water regime, soil nutritional regime, yield, feed value

Information about the research work, on results of which the article is published: the research was carried out within the framework of research theme for 2022–2024 “To develop a system of field feed production on irrigated lands while realizing the forage agrophy-

tocenoses biological potential to provide livestock with high-quality balanced fodder while reproducing soil fertility”. Theme no. FNFR-2022-0004.

For citation: Burtseva N. I., Molokantseva E. I., Bahtygaliev E. S., Ivina I. P. Perennial leguminous grasses for irrigation are a guarantee of sustainable feed production in the Lower Volga region. *Land Reclamation and Hydraulic Engineering*. 2024;14(3):165–180. (In Russ.). <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2024-14-3-165-180>.

Введение. В современных условиях выращиваемые на пашне культуры удовлетворяют 60–70 % потребностей животных в грубых кормах. Развитие животноводства во многом зависит от стабильного производства кормов в необходимых объемах, повышения их энергетической и протеиновой ценности и снижения себестоимости. Согласно зоотехническим нормам, в единице корма должно содержаться не менее 105–110 г переваримого протеина [1–3].

Многолетние бобовые культуры (люцерна, клевер, эспарцет, лядвенец, козлятник и др.) высокопродуктивны и адаптивны к условиям произрастания, поэтому могут использоваться для снижения дефицита кормового белка. Кроме этого, травы за счет работы бобово-ризобиального аппарата накапливают в почве азот, улучшая тем самым ее экологическое состояние [4–6].

Для большей части Нижнего Поволжья характерны факторы, неблагоприятно воздействующие на сельскохозяйственные культуры: очень высокие температуры воздуха в летние месяцы, частые суховейные ветры, малое количество осадков или их полное отсутствие в некоторые периоды вегетации. Все это неблагоприятно сказывается на формировании высокопродуктивных травостоев и сборе урожаев.

Однако рациональное использование видов и сортов многолетних кормовых растений и оптимальные сочетания урожаяобразующих факторов могут обеспечить устойчивость сельскохозяйственного производства [7–10]. При этом важно учитывать, что при выборе видов трав с высокой устойчивостью и продуктивностью нельзя руководствоваться только списком сортов, внесенных в реестр и разрешенных к использованию, необходимо

приобретать и использовать семена культур, которые прошли предварительную проверку технологий их выращивания [11, 12].

В современных условиях своевременная смена сорта или вида культуры может улучшить качество продукции и увеличить сбор сухого вещества на 10–15 %, а также обеспечить стабильную урожайность в течение нескольких лет и равномерное поступление кормов в период вегетации растений [8, 13, 14]. Сорта кормовых культур, выведенные российскими селекционерами, по продуктивности не уступают зарубежным сортам, а по зимостойкости, устойчивости к неблагоприятным факторам и толерантности в смешанных посевах даже превосходят их. Выращивание бобовых трав на орошении позволяет за счет использования биологического потенциала адаптированных современных сортов получать за 3–4 укоса до 80 т/га высококачественной зеленой массы [15, 16].

Цель наших исследований – разработать рациональные сочетания видов и сортов многолетних бобовых трав, водного и питательного режимов почвы, которые будут способствовать получению стабильных урожаев кормовой массы высокого качества.

Материалы и методы. Полевые опыты размещали на экспериментальном поле института. Почвы на участке – светло-каштановые, тяжело-суглинистые, с содержанием в верхнем пахотном слое 19–22 мг/кг общего азота, 20,2–26,7 мг/кг – подвижного фосфора и 232–290 мг/кг почвы – обменного калия. Плотность почвы изменяется по глубине от 1,30 до 1,44 т/м³, наименьшая влагоемкость (НВ) активного (0,7 м) слоя составляет 22,3 %.

Объектом исследований являются люцерна сине-, пестрогибридная и желтая, эспарцет песчаный, виколистный и закавказский, лядвенец рога-тый, клевер луговой.

Схема эксперимента включает три варианта поддержания на посевах трав в слое 0,7 м предполивного порога влажности почвы (ППВ) в течение всей вегетации не ниже 60, 70 и 80 % НВ (способ полива – дождевание),

два варианта внесения удобрений дозами, рассчитанными на получение ожидаемого уровня урожайности по годам жизни: $НРК_1$ – расчет на 24 т/га (1-й год жизни), 60 т/га (2-й год жизни), 50 т/га (3-й год жизни) и 40 (4-й год жизни) т/га зеленой массы; $НРК_2$ – соответственно 32, 80, 70 и 60 т/га зеленой массы. Третий вариант, контрольный, без удобрений.

Фосфор и калий вносили на участке осенью при основной обработке почвы, а азот – перед посевом, под культивацию, затем – после уборки покрова. В последующие годы удобрения вносили в начале весеннего отрастания бобовых трав, а также после первого и второго сбора урожая, под полив. Бобовые (люцерна, клевер и лядвенец) были высеяны нормой 7 млн, эспарцет – 6 млн, а покровная культура (ячмень) – 4 млн всхожих семян на 1 га. Заданная влажность почвы на вариантах водного режима поддерживалась вегетационными поливами дождевальными машинами Bauer. Полив назначался при снижении влажности почвы до установленного предполивного порога. Ячмень убирали на стадии колошения, бобовые – на стадии бутонизации или в начале цветения.

Закладку опытов, наблюдения и измерения на посевах проводили с использованием общепринятых методик^{1, 2}, статистическую обработку данных – на персональном компьютере с помощью программы Microsoft Excel¹.

Результаты. Плотность травостоя в посевах многолетних бобовых культур является одним из основных показателей продуктивности агрофитоценозов. В годы закладки опытов в фазу полных всходов на 1 м² насчитывалось в среднем от 294 до 386 растений. Покровная культура оказывала заметное влияние на густоту стояния растений в первый год жизни: к концу вегетации травостой бобовых трав изреживался на 18–29 %. Зимние периоды в годы проведения исследований были благоприятными для пере-

¹Методика полевого опыта в условиях орошения: рекомендации. Волгоград: ВНИИОЗ, 1983. 150 с.

²Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. М.: РАСХН, 1997. 156 с.

зимовки трав: выпадение бобовых растений составило 6,6–8,3 %. У люцерны желтой наблюдалась бóльшая гибель растений – около 20 %.

В последующие годы в варианте поддержания 60%-ного порога влажности на контроле (без удобрений) стеблестой люцерны синегибридной составил 1140 шт., у лядвенца, клевера и люцерны пестрогибридной – 1450–1500 шт., у люцерны желтой – 903 шт., у эспарцета песчаного, виколистного и закавказского – 644–735 шт./м². В вариантах с повышенным до 80 % НВ предполивным порогом влажности (при более частом проведении поливов) количество стеблей увеличилось на 7,3–13,0 %, а при улучшении питания растений за счет внесения удобрений – на 5,7–17,5 %.

Наблюдения за линейным ростом многолетних бобовых трав показали, что в фазу укосной спелости в зависимости от года жизни и срока скашивания высота растений эспарцета песчаного и закавказского перед первым укосом в контрольных вариантах без удобрений и при поддерживаемой влажности почвы перед поливом 60 % составляла 0,82–0,85 м, при 70 % – 0,88–0,89 м и при 80 % – 0,91–0,94 м. При улучшении условий питания за счет внесения удобрений высота растений эспарцета увеличилась до 0,93–1,01 м. Травостой люцерны сине- и пестрогибридной в фазу начала цветения в вариантах без удобрений и с влажностью почвы перед поливом 60 % достигал высоты 0,69–0,78 м. Улучшение питательного и водного режимов почвы оказало положительное влияние на рост: высота травостоя достигла 0,88–0,96 м. Люцерна желтая имела меньшую высоту, варьирующую по вариантам опыта от 0,53 до 0,83 м. Высота клевера красного составила 0,47–0,68 м, лядвенца рогатого 0,40–0,50 м – в варианте с наименьшим предполивным порогом (60 % НВ) и 0,50–0,59 м – в варианте с 80%-ной предполивной влажностью почвы. Во втором укосе высота травостоя была разной в зависимости от сорта и условий выращивания, изменяясь от 0,32–0,60 до 0,38–0,94 м, в третьем укосе – от 0,18–0,52 до 0,25–0,66 м.

В годы закладки опытов, в зависимости от погодных условий, травы

поливали от 7 до 10 раз за сезон. После появления полных всходов бобовых и до уборки покровной культуры проводили частые поливы малой нормой – из расчета 150–300 м³/га. После уборки покрова, в фазу отрастания трав, поливные нормы увеличивали до заданных объемов. Общее водопотребление травостоев в первый год жизни при пороге влажности 60, 70 и 80 % перед поливом составило 4,2; 4,4 и 4,7 тыс. м³/га соответственно. На второй год оно варьировало от 4,8 до 5,6 тыс. м³/га, а на третий и четвертый годы – от 5,0 до 5,7 тыс. м³/га, в зависимости от варианта водного режима (таблица 1).

Таблица 1 – Общее потребление воды многолетними бобовыми культурами, среднее за 2019–2023 гг.

Table 1 – The perennial legumes total water consumption, average for 2019–2023

Год жизни травостоя	Предполивная влажность почвы, % НВ	Оросительная норма, м ³ /га	Осадки, м ³ /га	Использование запасов влаги из почвы, м ³ /га	Суммарное потребление воды, м ³ /га
Первый (2019–2021 гг.)	60	3050	776	422	4248
	70	3350		249	4375
	80	3750		134	4660
Второй (2020–2022 гг.)	60	3216	1258	372	4846
	70	3716		295	5269
	80	4100		232	5590
Третий (2021–2023 гг.)	60	3350	1285	413	5048
	70	3716		349	5350
	80	4133		267	5685
Четвертый (2022–2023 гг.)	60	3600	1256	428	5284
	70	3800		405	5461
	80	4200		290	5746

По мере увеличения предполивной влажности почвы необходимость в поливе возрастала, а межполивной период сокращался с 12–15 дней при 60%-ном до 5–7 дней при 80%-ном пороге влажности перед поливом.

В структуре общего водопотребления основной вклад в водный баланс вносит оросительная норма. В опытах, проведенных на посевах многолетних трав в разные годы жизни травостоя, от 66,4 до 80,5 % всей потребленной влаги было получено в виде оросительной воды на поле. Наимень-

шая доля поливной воды была получена на варианте с порогом 60 % – 66,4–71,8 %, наибольшая – на варианте с предполивным порогом 80 % – 72,7–80,5 %. Доля атмосферных осадков варьировала от 16,6 до 26,0 %, а почвенной влаги – от 2,9 до 9,9 %. На первом варианте водного режима (60 % НВ), где поливы были реже, бобовые использовали запасы почвенной влаги более интенсивно, чем на втором и третьем вариантах поддержания предполивной влажности (не ниже 70 и 80 % НВ).

После уборки покровной культуры бобовые травы формировали урожай за один-два укоса, урожайность зеленой массы составляла в среднем 6,4–14,1 т/га. Внесение расчетных доз удобрений улучшало питательный режим почвы и способствовало повышению урожайности. С делянок с естественным плодородием было собрано от 5,5 до 10,0 т/га зеленой или 1,3–2,3 т/га сухой массы бобовых трав. На делянках с улучшенным питательным фоном и поддержанием порога влажности почвы на уровне 60 % урожайность зеленой массы трав увеличилась на 1,7–4,4 т/га, при 70 % НВ – на 2,3–5,8 т/га и при 80%-ном пороге увлажнения – на 2,7–6,8 т/га.

Во второй, наиболее продуктивный, год эспарцет песчаный, виколистный и закавказский, люцерна сине- и пестрогибридная на естественном фоне плодородия при влажности почвы перед поливом 60 % сформировали урожайность 32,9–40,9 т/га зеленой массы. Улучшение питательного режима и повышение предполивной влажности почвы до 70 и 80 % НВ привели к росту урожайности бобовых культур: 59,0–87,8 т/га. У люцерны желтой урожайность составила 26,6 т/га на контроле и 44,8–57,7 т/га зеленой массы на делянках с более высоким водным и питательным режимом почвы. Урожайность зеленой массы клевера красного и лядвенца рогатого на контрольных участках равнялась 30,5–32,8 т/га, на участках с улучшенными условиями развития – 46,5–67,8 т/га (таблица 2).

Что касается сухого вещества, то за три укоса на контрольных участках с многолетними бобовыми травами было собрано от 7,1 до 13,4 т/га

сухой массы, а на участках с улучшенным водным и питательным режимом почвы – от 8,9 до 21,9 т/га (рисунок 1).

Таблица 2 – Урожайность трав второго года жизни в зависимости от водного и питательного режимов почвы (среднее за 2020–2022 гг.)

В т/га зеленой массы

Table 2 – Grass yield of the second year of life depending on the soil water and nutrient regimes (average for 2020–2022)

In t/ha of herbage

Культура (фактор С)	Питательный режим почвы (фактор В)	ППВ, % НВ (фактор А)		
		60	70	80
Эспарцет песчаный, сорт Атаманский	Контроль (без удобрений)	39,5	46,6	49,6
	NPK ₁ (N ₁₂₀ P ₆₈ K ₇₅)	55,6	64,3	68,5
	NPK ₂ (N ₁₆₀ P ₉₀ K ₁₀₀)	69,3	76,9	82,8
Эспарцет виколистный, сорт Русич	Контроль	40,9	45,7	49,8
	NPK ₁	58,0	64,0	69,9
	NPK ₂	71,6	78,9	87,8
Эспарцет закавказский, сорт Шурави	Контроль	40,6	46,5	50,7
	NPK ₁	55,6	65,6	70,7
	NPK ₂	68,4	77,6	82,9
Лядвенец рогатый, сорт Солнышко	Контроль	30,5	35,6	40,3
	NPK ₁	38,8	46,5	51,2
	NPK ₂	47,2	57,9	62,7
Клевер красный, сорт Присурский	Контроль	32,8	37,6	42,4
	NPK ₁	45,0	51,7	57,9
	NPK ₂	57,9	61,3	67,8
Люцерна пестрогибридная, сорт Изумруда	Контроль	32,9	42,3	48,0
	NPK ₁	50,8	59,2	64,5
	NPK ₂	64,6	73,0	79,7
Люцерна желтая, сорт Татьяна	Контроль	26,6	33,5	37,0
	NPK ₁	41,4	44,8	48,3
	NPK ₂	52,3	54,0	57,7
Люцерна синегибридная, сорт Ростовская 60 (контроль)	Контроль	33,6	42,2	47,4
	NPK ₁	50,3	59,0	65,2
	NPK ₂	64,8	72,1	78,8
НСР ₀₅ : А – 1,03–1,92; В – 1,04–2,03; С – 1,58–3,10.				

Анализ полученных данных показал, что на продуктивность бобовых культур существенное влияние оказали минеральные удобрения и оросительная вода. На контроле (естественное плодородие) было получено 32,9–33,6 т/га зеленой массы люцерны сине- и пестрогибридной,

26,6–30,5 т/га – люцерны желтой и лядвенца, 32,8 т/га – клевера красного, 39,5–40,9 т/га эспарцета (песчаного, виколистного и закавказского). При улучшении питания растений за счет внесения удобрений урожайность трав увеличивалась по сравнению с контролем в 1,2–1,4 раза. Повышение ППВ почвы с 60 до 70 и 80 % НВ сопровождалось ростом урожайности на 9–38 %. На третий год урожайность трав на контроле составила 24,6–41,3 т/га, на четвертый – 22,0–36,6 т/га зеленой массы. При улучшении питательного и водного режимов почвы урожайность увеличилась до 48,0–75,7 и 38,9–65,6 т/га в третий и четвертый год соответственно.

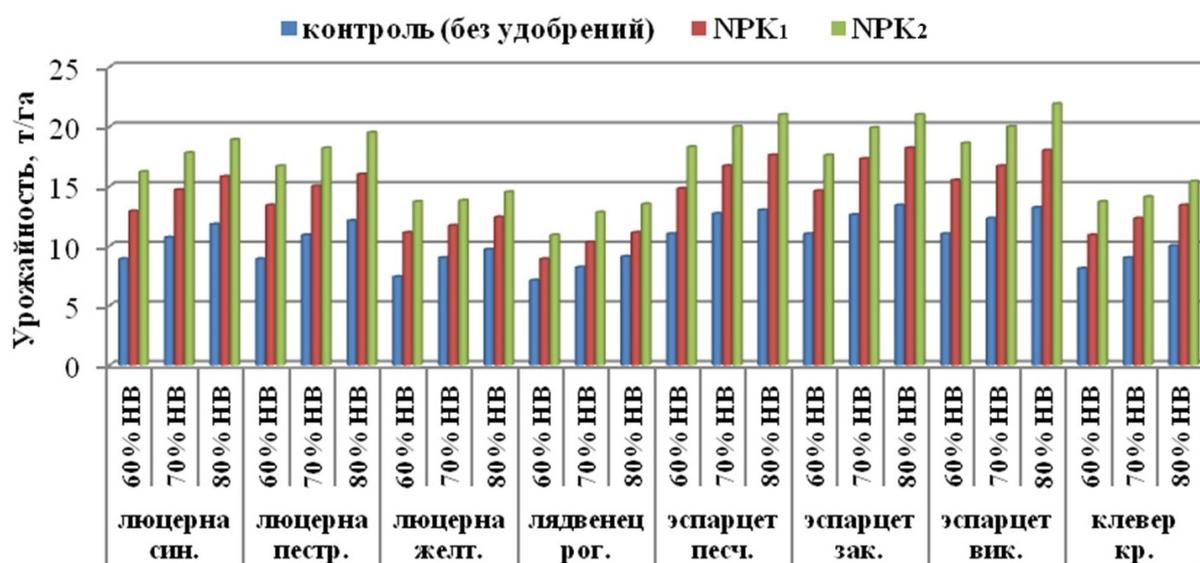


Рисунок 1 – Влияние водного и питательного режимов почвы на урожайность трав во второй год жизни, т/га сухой массы (среднее за 2020–2022 гг.)

Figure 1 – Influence of soil water and nutrient regimes on grass yield of the second year of life, t/ha of dry mass (2020–2022 average)

На основе химического анализа сухой массы изучаемых видов бобовых трав установлено, что клевер красный, люцерна желтая, эспарцет песчаный и виколистный содержат 14,6–17,4 % сырого протеина, эспарцет закавказский и лядвенец рогатый – 18,3–18,4 %, люцерна пестро- и синегрибридная – 19,1–20,5 %.

В биомассе лядвенца рогатого, клевера красного, люцерны синегри-

бридной и эспарцета закавказского содержалось 0,64–0,72 кормовой единицы (к. е.), у эспарцета песчаного, виколистного, люцерны желтой и пестрогибридной – 0,62–0,63 к. е. Обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином у люцерны составила 196–224 г, у эспарцета и лядвенца – 181–206 г, у клевера – 155 г (таблица 3).

Таблица 3 – Содержание питательных веществ в бобовых травах второго года жизни (вариант 80 % наименьшей влагоемкости, NPK₂)

Table 3 – Nutrient content in leguminous grasses of the second year of life (variant 80% of the lowest moisture capacity, NPK₂)

Культура, сорт	Содержание в сухом веществе, %		В 1 кг сухой массы		Переваримый протеин, г/к. е.
	сырой протеин	сырая клетчатка	кормовые единицы	обменная энергия, МДж	
Люцерна синегибридная, Ростовская 60	20,5	21,82	0,64	10,10	224
Люцерна желтая, Татьяна	17,4	23,62	0,62	9,85	196
Люцерна пестрогибридная, Изумруда	19,1	23,28	0,63	9,90	212
Лядвенец рогатый, Солнышко	18,4	16,36	0,72	9,85	181
Клевер красный, Присурский	14,6	19,87	0,64	10,36	155
Эспарцет песчаный, Атаманский	17,3	24,02	0,63	9,80	198
Эспарцет закавказский, Шурави	18,3	20,26	0,64	10,31	206
Эспарцет виколистный, Русич	16,3	26,02	0,62	9,52	189

Корм из люцерны синегибридной, клевера красного, лядвенца рогатого и эспарцета закавказского богат обменной энергией – 9,85–10,36 МДж/кг. Биомасса люцерны желтой, пестрогибридной, эспарцета песчаного и виколистного с несколько меньшим содержанием энергии – 9,52–9,90 МДж/кг. Она также подходит для кормления высокопродуктивных молочных коров.

Выводы. Результаты исследований показали, что в первый год вегетации травостой изреживался на 17–30 %. Люцерна синегибридная оказалась более устойчивой к изреживанию: потери растений за сезон составили всего 17–19 %.

Эспарцет во второй и третий годы жизни при оптимальных условиях

выращивания достигал высоты 0,93–1,01 м. У люцерны сине- и пестрогибридной этот показатель составил 0,88–0,96 м, у клевера красного – 0,68 м, у лядвенца – 0,59 м. Во втором укосе высота растений уменьшилась до 0,32–0,38 м на контрольных участках и до 0,60–0,94 м на участках с оптимальными условиями. К третьему укосу высота растений составила 0,18–0,25 и 0,52–0,66 м соответственно.

Суммарное водопотребление бобовых культур в первый год жизни варьировало по вариантам водного режима в пределах 4,2–4,7 тыс. м³/га, во второй и третий годы оно увеличивалось до 4,8–5,7 тыс. м³/га, в четвертый – до 5,3–5,7 тыс. м³/га. В структуре общего водопотребления доля оросительной воды составляла 66,4–80,5 %, дождевой – 16,6–26,0 %, запасы почвенной влаги использовались в пределах 2,9–9,9 %.

Во второй год жизни на контрольных вариантах без удобрений при предполивной влажности почвы 60 % НВ травы сформировали урожайность на уровне 26,6–40,9 т/га. Улучшение питательного режима за счет внесения удобрений и повышение предполивной влажности до 70 и 80 % НВ способствовали увеличению урожайности до 44,8–87,8 т/га. На третий год урожайность зеленой массы составила 24,6–41,3 и 48,0–75,7 т/га соответственно, в четвертый – 22,0–36,6 и 38,9–65,6 т/га.

Химический анализ биомассы изучаемых бобовых и расчет их питательной ценности показали, что полученный корм богат белком и энергией и подходит для кормления высокопродуктивных сельскохозяйственных животных.

Таким образом, оптимизация условий выращивания и внедрение новых перспективных видов и сортов многолетних бобовых трав в полевое кормопроизводство Нижнего Поволжья позволяют повысить его эффективность за счет высоких и стабильных урожаев кормов, богатых энергией и питательными веществами, что соответствует цели программы по продовольственной безопасности России.

Список источников

1. Косолапов В. М., Чернявских В. И., Костенко С. И. Современное состояние и вызовы для отрасли кормопроизводства в России // Кормопроизводство. 2022. № 10. С. 3–8. DOI: 10.25685/KRM.2022.10.2022.010. EDN: VEFYUB.
2. Шпаков А. С., Воловик В. Т. Научное обеспечение полевого кормопроизводства в России: достижения и перспективы // Кормопроизводство. 2023. № 11. С. 11–16. DOI: 10.25685/KRM.2023.11.2023.015. EDN: SHCNSR.
3. Анализ состояния и перспективы развития кормопроизводства в Удмуртской Республике / А. В. Леднев, Н. И. Касаткина, Ж. С. Нелюбина, Р. А. Файзуллин // Аграрный вестник Урала. 2023. № 5(234). С. 26–35. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-234-05-26-35. EDN: PCZQQG.
4. Семешкина П. С., Бородина Е. С. Влияние бобовых культур и удобрений на продуктивность севооборотов и плодородие почвы // Аграрный вестник Урала. 2023. Т. 23, № 12. С. 12–21. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-23-12-12-21. EDN: RKVORK.
5. Нелюбина Ж. С., Фатыхов И. Ш. Зависимость продуктивности козлятника восточного и лядвенца рогатого от способа посева // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2019. № 4. С. 49–52. DOI: 10.30850/vrsn/2019/4/49-52. EDN: ULXXHV.
6. Шадских В. А., Кижяева В. Е., Рассказова О. Л. Ресурсосберегающая технология возделывания козлятника восточного в условиях орошения // Орошаемое земледелие. 2019. № 4. С. 30–33. DOI: 10.35809/2618-8279-2019-4-6. EDN: NHTBNZ.
7. Роль многолетних трав в создании устойчивой кормовой базы при конвейерном использовании / Е. Н. Павлючик, А. Д. Капсамун, Н. Н. Иванова, В. А. Тюлин, О. С. Силина // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019. Т. 20, № 3. С. 238–246. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.238-246>. EDN: TCMORZ.
8. Продуктивность многолетних бобовых трав на орошении / Т. Н. Дронова, Н. И. Бурцева, Е. И. Молоканцева, И. П. Земцова, О. В. Головатюк // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2022. № 2(66). С. 22–30. DOI: 10.32786/2071-9485-2022-02-02. EDN: QHKYKA.
9. Бобово-мятликовые травосмеси на орошаемых землях Нижнего Поволжья / Т. Н. Дронова, Н. И. Бурцева, Е. И. Молоканцева, Д. К. Кулик, О. В. Головатюк, И. П. Ивина, С. В. Земляницына; под общ. ред. Т. Н. Дроновой. Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2022. 214 с. EDN: EKMZBH.
10. Tkachuk O., Vergelis V. Intensity of leguminal perennial grasses green mass formation depending on weather conditions of vegetation // Norwegian Journal of Development of the International Science. 2021. № 60-1. P. 3–9. DOI: 10.24412/3453-9875-2021-60-1-3-9. EDN: KYQZBF.
11. Ивлева О. Е., Берсенева С. А. Исторический аспект интродукции кормовых культур на территории Приморского края // Международный научно-исследовательский журнал. 2020. № 8(98), ч. 1. С. 168–171. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2020.98.8.024>. EDN: HPBCYD.
12. Кутузова А. А., Проворная Е. Е., Цыбенко Н. С. Эффективность усовершенствованных технологий создания пастбищных травостоев с использованием новых сортов бобовых видов и агротехнических приемов // Кормопроизводство. 2019. № 1. С. 7–11. EDN: YUSBZR.
13. Forage yield, water use efficiency, and soil fertility response to alfalfa growing age in the semiarid Loess Plateau of China / L. Wang, J. Xie, Z. Luo, Y. Niu, J. A. Coulter, R. Zhang, L. Lingling // Agricultural Water Management. 2021. Vol. 243. 106415. DOI: 10.1016/j.agwat.2020.106415.
14. Земляницына С. В. Эспарцет – важная культура в системе устойчивого сель-

ского хозяйства // Орошаемое земледелие. 2021. № 2. С. 45–48. DOI: 10.35809/2618-8279-2021-2-1. EDN: LELBZM.

15. Мазин А. М. Изучение кормовых культур в научных сельскохозяйственных учреждениях Псковской области // Известия Великолукской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 1. С. 32–39. EDN: LZRTEY.

16. Косолапов В. М., Чернявских В. И., Костенко С. И. Развитие современной селекции и семеноводства кормовых культур в России // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2021. № 25(4). С. 401–407. DOI: 10.18699/VJ21.044. EDN: YDQZXJ.

References

1. Kosolapov V.M., Chernyavskikh V.I., Kostenko S.I., 2022. *Sovremennoe sostoyanie i vyzovy dlya otrasli kormoproizvodstva v Rossii* [Current state and challenges of forage production in Russia]. *Kormoproizvodstvo* [Fodder Production], no. 10, pp. 3-8, DOI: 10.25685/KRM.2022.10.2022.010, EDN: VEFYUB. (In Russian).

2. Shpakov A.S., Volovik V.T., 2023. *Nauchnoe obespechenie polevogo kormoproizvodstva v Rossii: dostizheniya i perspektivy* [Scientific support of field feed production in Russia: achievements and prospects]. *Kormoproizvodstvo* [Fodder Production], no. 11, pp. 11-16, DOI: 10.25685/KRM.2023.11.2023.015, EDN: SHCNSR. (In Russian).

3. Lednev A.V., Kasatkina N.I., Nelyubina Zh.S., Faizullin R.A., 2023. *Analiz sostoyaniya i perspektivy razvitiya kormoproizvodstva v Udmurtskoy Respublike* [Analysis of the state and prospects for the development of fodder production in the Udmurt Republic]. *Agrarnyy vestnik Urala* [Agrarian Bulletin of the Urals], no. 5(234), pp. 26-35, DOI: 10.32417/1997-4868-2023-234-05-26-35, EDN: PCZQQG. (In Russian).

4. Semeshkina P.S., Borodina E.S., 2023. *Vliyaniye bobovykh kul'tur i udobreniy na produktivnost' sevooborotov i plodorodie pochvy* [The influence of legumes and fertilizers on crop rotation productivity and soil fertility]. *Agrarnyy vestnik Urala* [Agrarian Bulletin of the Urals], vol. 23, no. 12, pp. 12-21, DOI: 10.32417/1997-4868-2023-23-12-12-21, EDN: RKVORK. (In Russian).

5. Nelyubina Zh.S., Fatykhov I.Sh., 2019. *Zavisimost' produktivnosti kozlyatnika vostochnogo i lyadventsa rogatogo ot sposoba poseva* [Dependence of the eastern galega and the Lotus corniculatus productivity on the seeding method]. *Vestnik rossiyskoy sel'skokhozyaystvennoy nauki* [Bulletin of the Russian Agricultural Science], no. 4, pp. 49-52, DOI: 10.30850/vrsn/2019/4/49-52, EDN: ULXXHV. (In Russian).

6. Shadskikh V.A., Kizhaeva V.E., Rasskazova O.L., 2019. *Resursosberegayushchaya tekhnologiya vzdelyvaniya kozlyatnika vostochnogo v usloviyakh orosheniya* [Resource-saving technology for cultivating eastern gallery under irrigation]. *Oroshaemoe zemledelie* [Irrigated Agriculture], no. 4, pp. 30-33, DOI: 10.35809/2618-8279-2019-4-6, EDN: NHTBHZ. (In Russian).

7. Pavlyuchik E.N., Kapsamun A.D., Ivanova N.N., Tyulin V.A., Silina O.S., 2019. *Rol' mnogoletnikh trav v sozdanii ustoychivoy kormovoy bazy pri konveyernom ispol'zovanii* [The role of perennial grasses in creating a sustainable fodder base by conveyor use]. *Agrarnaya nauka Yevro-Severo-Vostoka* [Agricultural Science Euro-North-East], vol. 20, no. 3, pp. 238-246, <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.238-246>, EDN: TCMORZ. (In Russian).

8. Dronova T.N., Burtseva N.I., Molokantseva E.I., Zemtsova I.P., Golovatyuk O.V., 2022. *Produktivnost' mnogoletnikh bobovykh trav na oroshenii* [Productivity of perennial leguminous grasses under irrigation]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Proceedings of the Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Education], no. 2(66), pp. 22-30, DOI: 10.32786/2071-9485-2022-02-02, EDN: QHKYKA. (In Russian).

9. Dronova T.N., Burtseva N.I., Molokantseva E.I., Kulik D.K., Golovatyuk O.V., Ivina I.P., Zemlyanitsyna S.V., 2022. *Bobovo-myatlikovyе travosmesi na oroshayemykh zemlyakh*

Nizhnego Povolzh'ya: monografiya [Legume-Poa Grass Mixtures on Irrigated Lands of the Lower Volga Region: monograph]. Volgograd, VolGU Publ., 214 p., EDN: EKMZBH. (In Russian).

10. Tkachuk O., Vergelis V., 2021. Intensity of leguminal perennial grasses green mass formation depending on weather conditions of vegetation. *Norwegian Journal of Development of the International Science*, no. 60-1, pp. 3-9, DOI: 10.24412/3453-9875-2021-60-1-3-9, EDN: KYQZBF.

11. Ivleva O.E., Berseneva S.A., 2020. *Istoricheskiy aspekt introduksii kormovykh kul'tur na territorii Primorskogo kraya* [Historical aspect of food crop introduction on the territory of the Primorsky Territory]. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal* [International Scientific Research Journal], no. 8(98), pt. 1, pp. 168-171, <https://doi.org/10.23670/IRJ.2020.98.8.024>, EDN: HPBCYD. (In Russian).

12. Kutuzova A.A., Provornaya E.E., Tsybenko N.S., 2019. *Effektivnost' usovershenstvovannykh tekhnologiy sozdaniya pastbishchnykh travostoev s ispol'zovaniem novykh sortov bobovykh vidov i agrotekhnicheskikh priemov* [Pasture ecosystems of new legume varieties as affected by improved cultivation methods]. *Kormoproizvodstvo* [Fodder Production], no. 1, pp. 7-11, EDN: YUSBZR. (In Russian).

13. Wang L., Xie J., Luo Z., Niu Y., Coulter J.A., Zhang R., Lingling L., 2021. Forage yield, water use efficiency, and soil fertility response to alfalfa growing age in the semiarid Loess Plateau of China. *Agricultural Water Management*, vol. 243, 106415, DOI: 10.1016/j.agwat.2020.106415.

14. Zemlyanitsyna S.V., 2021. *Espartset – vazhnaya kul'tura v sisteme ustoychivogo sel'skogo khozyaystva* [Sainfoin is an important crop in the system of sustainable agriculture]. *Oroshaemoe zemledelie* [Irrigated Agriculture], no. 2, pp. 45-48, DOI: 10.35809/2618-8279-2021-2-1, EDN: LELBZM. (In Russian).

15. Mazin A.M., 2022. *Izuchenie kormovykh kul'tur v nauchnykh sel'skokhozyaystvennykh uchrezhdeniyakh Pskovskoy oblasti* [Study of forage crops in the research agricultural institutions of Pskov region]. *Izvestiya Velikolukskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* [Bulletin of Velikiye Luki State Agricultural Academy], no. 1, pp. 32-39, EDN: LZRTY. (In Russian).

16. Kosolapov V.M., Chernyavskikh V.I., Kostenko S.I., 2021. *Razvitie sovremennoy seleksii i semenovodstva kormovykh kul'tur v Rossii* [Fundamentals for forage crop breeding and seed production in Russia]. *Vavilovskiy zhurnal genetiki i seleksii* [Vavilov Journal of Genetics and Breeding], no. 25(4), pp. 401-407, DOI: 10.18699/VJ21.044, EDN: YDQZXJ. (In Russian).

Информация об авторах

Н. И. Бурцева – ведущий научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук, Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия – филиал Федерального научного центра гидротехники и мелиорации имени А. Н. Костякова, Волгоград, Российская Федерация, burtseva.ni58@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-9787-7321;

Е. И. Молоканцева – старший научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук, Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия – филиал Федерального научного центра гидротехники и мелиорации имени А. Н. Костякова, Волгоград, Российская Федерация, elena-molok@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-4901-7976;

Е. С. Бахтыгалиев – старший научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук, Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия – филиал Федерального научного центра гидротехники и мелиорации имени А. Н. Костякова, Волгоград, Российская Федерация, ergali.bahtygaliev@yandex.ru, ORCID ID: 0009-0002-0805-8293;

И. П. Ивина – младший научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия – филиал Федерального научного центра гидротехники и мелиорации имени А. Н. Костякова, Волгоград, Российская Федерация, ivinai@bk.ru, ORCID ID: 0000-0001-8349-1084.

Information about the authors

N. I. Burtseva – Leading Researcher, Candidate of Agricultural Sciences, All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture – branch of the Federal Scientific Center for Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A. N. Kostyakov, Volgograd, Russian Federation, burtseva.ni58@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-9787-7321;

E. I. Molokantseva – Senior Researcher, Candidate of Agricultural Sciences, All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture – branch of the Federal Scientific Center for Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A. N. Kostyakov, Volgograd, Russian Federation, elena-molok@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-4901-7976;

E. S. Bahtygaliev – Senior Researcher, Candidate of Agricultural Sciences, All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture – branch of the Federal Scientific Center for Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A. N. Kostyakov, Volgograd, Russian Federation, ergali.bahtygaliev@yandex.ru, ORCID ID: 0009-0002-0805-8293;

I. P. Ivina – Junior Researcher, All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture – branch of the Federal Scientific Center for Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A. N. Kostyakov, Volgograd, Russian Federation, ivinai@bk.ru, ORCID ID: 0000-0001-8349-1084.

*Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Все авторы в равной степени несут ответственность за нарушения в сфере этики научных публикаций.*

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

All authors are equally responsible for violations in the field of ethics of scientific publications.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 29.05.2024; одобрена после рецензирования 25.06.2024; принята к публикации 01.07.2024.

The article was submitted 29.05.2024; approved after reviewing 25.06.2024; accepted for publication 01.07.2024.