

Продуктивность сортов люпина узколистного в условиях Среднего Урала

В. В. Чулкова¹✉, Г. В. Вяткина¹, В. А. Чулков¹, Т. В. Павленкова¹

¹Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

✉E-mail: vchulkova75@mail.ru

Аннотация. Цель – установить эффективность выращивания люпина узколистного на зерно в условиях Свердловской области. Впервые в посевах использовались новые сорта узколистного люпина происхождения ГНУ Всероссийский НИИ люпина для экологического испытания в данных почвенно-климатических условиях в одновидовых посевах при выращивании на зерно. **Методы.** Основным методом проведения исследований являлась закладка полевых опытов. Исследования в 2016–2017 гг. проводились на участке Уральского НИИСХ в 2021–2022 гг. в учебно-опытном хозяйстве Уральского государственного аграрного университета, расположенном в лесостепной зоне Свердловской области. Основные наблюдения и учеты проводились по методике ВНИИ кормов. Урожайность определялась весовым методом с отбором средних образцов. **Результаты.** В 2016–2017 гг. изучалось 5 сортов люпина узколистного: Радужный, Узколистный 53, Белозерный 110, Смена, Витязь, а в 2021–2022 гг. – 3 сорта: Сидерат 46, Брянский кормовой и Витязь. Все сорта люпина узколистного перед уборкой имели боковые ветви и бобы на них. Наибольшее число боковых стеблей и бобов отмечалось у сортов Радужный и Витязь в 2017 г. – 4,2–4,3 шт. На темносерой почве в 2016 г. была получена урожайность зерна люпина узколистного от 1,13 до 1,54 т/га. В более благоприятных по влагообеспеченности условиях 2017 г., продуктивность люпина узколистного была выше, чем в предыдущем году, в 2–3 раза у всех сортов, кроме сорта Узколистный 53. В остросасушливых условиях 2021–2022 гг. на черноземе оподзоленном сорта узколистного люпина Брянский кормовой, Витязь и Сидерат 46 обеспечили получение урожайности зерна от 1,34 т/га у сорта Сидерат 46 до 2,45 т/га у сорта Витязь. **Научная новизна.** Впервые изучена эффективность выращивания новых сортов люпина узколистного в условиях Среднего Урала. Установлены сорта, позволяющие получить высокую урожайность зерна.

Ключевые слова: зернобобовая культура, сорта, люпин узколистный, протеин, развитие растений, структура урожая, урожай зерна.

Для цитирования: Чулкова В. В., Вяткина Г. В., Чулков В. А., Павленкова Т. В. Продуктивность сортов люпина узколистного в условиях Среднего Урала // Аграрный вестник Урала. 2022. Спецвыпуск «Биология и биотехнологии». С. 69–80. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-229-14-69-80.

Дата поступления статьи: 15.11.2022, **дата рецензирования:** 25.11.2022, **дата принятия:** 01.12.2022.

Постановка проблемы (Introduction)

Решение проблемы продовольственной безопасности населения любого региона зависит от создания собственного производства высокобелковых растительных кормов. В зоне Среднего Урала увеличение производства растительного белка имеет основное практическое значение в условиях дефицита ресурсов. Проблема обеспечения животноводства достаточным количеством полноценного белка продолжает оставаться нерешенной. Несбалансированный по белку рацион подавляет рост и развитие молодняка, нарушает обмен веществ, увеличивает расход корма на единицу продукции, тем самым увеличивая его себестоимость [1, с. 1; 2].

Основным резервом растительного белка может стать модернизация структуры посевных площа-

дей, увеличение доли зернобобовых, совершенствование технологии приготовления и улучшение качества заготавливаемых кормов, рациональное их использование в выращивании животных и птицы [3; 4].

В процессе интенсификации сельскохозяйственного производства зернобобовые культуры оказались потесненными. Такие типичные зернобобовые культуры для Нечерноземной зоны, как горох и вика, полегают, что снижает урожайность и качество семян. По урожайности и ее стабильности они уступают зерновым колосовым культурам [5; 6].

Улучшение экономики животноводства без коренных изменений в производстве кормов, направленных на повышение их питательной ценности, невозможно. Для увеличения производства

растительного белка хозяйства расширяют посевы бобовых культур, внедряя использование в кормопроизводстве люпина узколистного. Многоцелевое использование люпина узколистного способствует как получению питательных и дешевых объемистых кормов, так и сокращению перерасхода зерна злаковых культур, используемых на фуражные цели и в качестве сидерата [7, с. 11].

Давно известно, что люпин является источником получения ценных высокобелковых кормов. Каждый из трех видов – люпин желтый (*Lupinus luteus* L.), люпин узколистный (*Lupinus angustifolius* L.) и люпин белый (*Lupinus albus* L.) – имеет свою экологическую и экономическую нишу. В производстве зернофуража и комбикормов возможна их взаимозамена [8, с. 35]. В РФ культивируют эти несколько видов люпина, которые возможно успешно возделывать во многих регионах. Наибольшее распространение получил узколистный люпин (кормовой) – белковая зернофуражная культура, менее требовательная к условиям выращивания среди культур из данной группы. Нынешние посевные площади (20 тыс. га) и объемы производства узколистного люпина невелики и составляют 18–20 тыс. тонн семян и зернофуража [9].

Из-за повышенного содержания алкалоидов люпин долгое время возделывался в основном в качестве зеленого удобрения. В практике кормопроизводства люпин, имеющий в семенах менее 0,025 % алкалоидов, может использоваться для пищевых целей, а с содержанием алкалоидов 0,025–0,1 % относится к группе малоалкалоидных и используется для корма сельскохозяйственных животных и птицы. Прочие считаются горькими и применяются для сидератных целей [10; 11].

Благодаря высокой азотфиксирующей способности и большому накоплению органического вещества в почве это один из лучших сидератов. В его растениях накапливается 180–200 кг/га (200–400 кг/га) азота, что соответствует 36–40 т/га навоза. Он уменьшает эрозию, раскисляет почву, обогащает ее, оставляя последующей культуре в почве 50–100 кг азота, 30 кг фосфора, 50 кг действующего вещества калия. Корневая система культуры способна проникать на большую глубину почвы и использовать труднорастворимые фосфаты [12; 13].

Наибольшая продуктивность зерна (4,1 т/га) получена в звене севооборота «люпин – озимая пшеница» с применением вспашки с чизелеванием через четыре года, что существенно ($НСР_{05} = 0,2$) превысило одну вспашку (3,6 т/га) [14].

Первые сорта научной селекции были созданы в 1930-х гг., после выявления низкоалкалоидных мутантов. Производство этой культуры сдерживается нестабильной урожайностью и подверженностью болезням. Генетический потенциал вида можно задействовать эффективнее. При этом сидеральные

сорта рационально создавать высокоалкалоидными (горькими), а продовольственные и кормовые за счет элиминации алкалоидов не должны терять адаптивные свойства, в том числе устойчивость к патогенам. В этом отношении эффективным направлением является выведение сладко-горьких сортов, сочетающих высокое содержание алкалоидов в вегетативной массе и низкое в семенах. Добиться этого можно путем регулирования синтеза, транспорта алкалоидов в растениях [15, с. 626].

По статистике Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО), в мире производится 981 тыс. тонн люпина. Лидер – Австралия (580 тыс. тонн), в ней находится 90 % площадей, на втором месте Польша – 139 тыс. тонн, Россия – на третьем месте (76 тыс. тонн). В РФ люпин производится в 36 субъектах, основные площади сосредоточены в Центральном и Северо-Западном регионах, лидерами являются Орловская, Брянская и Курская области [16].

В Республике Беларусь традиционно возделываются два вида люпина – желтый и узколистный. Белый люпин не получил должного распространения по причине позднеспелости и неравномерности созревания, а также поражаемости фузариозом и антракнозом в сильной степени [17, с. 25].

В Государственном реестре селекционных достижений РФ для возделывания люпина рекомендованы следующие регионы: Северный, Северо-Западный, Центральный, Волго-Вятский, Центрально-Черноземный, Уральский, Западно-Сибирский.

Сравнительное экологическое изучение сортов люпина узколистного в 2017–2019 гг. на территории учебно-опытного поля Вятской государственной сельскохозяйственной академии на участках с дерново-подзолистыми среднесуглинистыми почвами выявило наиболее продуктивные сорта Сидерат 46 и Белозерный 110 – 279...287 г/м² при 263 г/м² у стандартного сорта Кристалл. Полученная за счет большего количества бобов с растения и количества семян в бобе у сорта Сидерат 46 и большего количества семян в бобе у сорта Белозерный 110 более высокая урожайность позволила рекомендовать эти сорта для возделывания на зерновые цели в хозяйствах Волго-Вятского региона [18, с. 82].

В условиях Челябинской области 2016–2017 гг. были проведены испытания сортов люпина, созданных в Всероссийском НИИ люпина и РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева в полевом мелколдьяночном опыте. Это позволило выявить наиболее надежные по уровню урожайности зерна сорта люпина. Преимущество по семенной продуктивности показал сорт люпина белого Дега над районированным сортом люпина узколистного Смена. Он отличался высоким содержанием белка в семенах (37,3 %) и масла (9 %), что на 10,5 и 2,5 % больше, чем у сорта Смена, соответственно [19, с. 764].

Селекционерами ВНИИ люпина были созданы новые сорта люпина узколистного Витязь, Надежда, Радужный, Сидерат 46, характеризующиеся скороспелостью, пластичностью, засухоустойчивостью и высокой адаптивностью [20].

Доля вклада нового сорта в общей структуре повышения продуктивности сельскохозяйственных культур варьирует от 30 до 60 %, а остальная прибавка приходится на усовершенствованную сортовую агротехнику (в среднем около 50 %) [21, с. 29].

Оптимальные рационы для животных и птицы содержат до 22 % сырого протеина. Качество белка корма оценивается по биологической полноценности: содержанию, соотношению и усвояемости аминокислот. Одним из больших источников белка может стать люпин благодаря высокой урожайности зерна до 25–35 ц/га, отсутствию генномодифицированных сортов и большому ареалу произрастания. Он содержит в семенах много протеина при оптимальном соотношении жира и углеводов. Наибольшее кормовое значение имеют люпин белый и узколистный, которые более урожайны, с низким содержанием алкалоидов и отличаются широким ареалом возделывания [22, с. 52].

Так как соевый белок производится из трансгенных сортов и в связи с этим продукция становится менее привлекательной, то выбор остается за белком люпина в качестве основной растительной добавки в корма. Содержание в белке лизина повышает его ценность, так как недостаток этой аминокислоты в кормах животных вызывает снижение массы тела и замедление роста [23, с. 14].

При определении химического состава семян растений люпина узколистного и люпина белого в Калининградской области С. В. Агафоной и А. И. Рыковым установлено, что массовая доля эруковой кислоты от суммы жирных кислот в семенах белого люпина составляла $0,59 \pm 0,05$ %, тогда как в узколистном люпине эруковая кислота отсутствовала [24, с. 139].

Урожайность семян зависит как от сорта, так и от метеорологических условий. Поздние посевы и недостаток тепла приводят к частичной гибели растений и снижению урожайности. Засушливые условия угнетают рост и ветвление. Обилие осадков усиливает вегетативный рост и образование бобов на боковых побегах. Максимально возможная масса 1000 семян – сортовой признак. Его реализация зависит от числа сформировавшихся плодов и семян, их расположения на растении, а также от условий налива семян. Масса 1000 семян и число семян в одном бобе на боковых побегах всегда значительно ниже (на 10–12 %), чем на главном стебле. Сорта с ограниченным ветвлением устойчиво созревают и более стабильны по урожайности семян [25, с. 41].

Сорта узколистного люпина довольно засухоустойчивы. Одной из характеристик засухоустойчивости является вододерживающая способность листьев. Наиболее высокими значениями вододерживающей способности (60,1–67,5 %) характеризуются сорта с наибольшей площадью листа (9,7–12,9 см²). В группе мелколистных растений с площадью листа 6,8–8,8 см² показатель площади листа не оказывал определяющего влияния на вододерживающую способность. Крупнолистные формы в условиях умеренной засухи могут конкурировать с мелколистными формами [26, с. 30].

Испытание десяти сортов и сортообразцов узколистного люпина, проводимые в 2017–2020 гг. в Брянской области, показали наибольшую урожайность сорта Узколистный 53-02 – 2,69 т/га, УСН 53-236 – 2,63 т/га и Брянский кормовой – 2,51 т/га [27, с. 17].

Люпин узколистный наиболее скороспелый, менее теплолюбивый, может занимать всю территорию России по границам открытого земледелия. В севообороте является прекрасным предшественником и хорошим фитосанитаром. Алкалоиды оказывают фунгистатическое воздействие на почву. При разложении пожнивных и корневых остатков подавляется развитие многих патогенных грибов, в том числе возбудителей корневых гнилей зерновых культур. Уменьшается поражение картофеля паршой, ризоктонией и нематодой.

В смешанном посеве со злаковой культурой поражение бобов люпина оказалось значительно меньше: у люпина белого в 1,4–1,6, а у узколистного – в 1,3–2,3 раза. То есть в смешанном посеве люпина со злаковой культурой создаются условия, которые менее благоприятны для развития и распространения патогена, что снижает поражение растений и бобов люпина [28, с. 55].

На Среднем Урале сейчас сложились наилучшие климатические условия для возделывания люпина узколистного на зерно: сумма эффективных температур более 1700 °С, осадков за вегетацию – 250 мм, длительность безморозного периода – более 110 дней. Сорта люпина желтого и белого имеют длинный вегетационный период, могут выращиваться только на зеленую массу с использованием завозных семян.

В последние годы выведено много новых сортов узколистного люпина, поэтому возникла необходимость испытать их продуктивность в разных почвенно-климатических условиях.

Методология и методы исследования (Methods)

Подбор и оценка новых сортов зернобобовых культур применительно для агроклиматических и экономических условий Среднего Урала, которые могут давать стабильный урожай зерна с высокими посевными качествами, являются важной задачей в настоящее время.

Введение в оборот новых культур сможет увеличить площади и сбор зерна. Одной из таких культур может стать люпин узколистный (*Lupinus angustifolius* L.) – высокобелковая зернобобовая культура, выращиваемая на зерно, зеленый корм, силос, сенаж, сидерат. По урожайности не уступает гороху и сое, а по аминокислотному составу превосходит их.

Цель исследований заключалась в оценке возделывания новых сортов люпина узколистного для почвенно-климатических условий Свердловской области в одновидовых посевах при выращивании на зерно.

Для выполнения данной цели были поставлены следующие задачи:

- выявить перспективные сорта люпина пригодные для стабильного получения зерна;
- изучить особенности роста, развития растений и формирования урожая в одновидовых посевах.

Основным методом проведения исследований являлась закладка полевых опытов. Исследования в 2016–2017 гг. проводились на опытном участке Уральского НИИСХ, расположенном в лесостепной зоне Свердловской области.

Основные наблюдения и учеты проводились по методике ВНИИ кормов.

Статистическую обработку полученных результатов проводили по Б. А. Доспехову [29].

Анализ растительных образцов и почвы определены в аналитической лаборатории Уральского НИИСХ по общепринятым методикам и ГОСТам. Почва опытного участка темно-серая лесная, тяжелосуглинистая.

Агротехника общепринятая для зоны Среднего Урала. Минеральные удобрения в экологическом испытании вносили перед культивацией из расчета НРК по 30 кг д. в. на 1 га. Норма высева люпина – 2,0 млн всхожих зерен на гектар. Посев проводился рядовым способом сеялкой СКС-6-10, глубина посева – 3–4 см, уборка деланок – комбайном Сампо 130.

В 2021–2022 гг. полевые и лабораторные исследования были проведены в учебно-опытном хозяйстве Уральского ГАУ. Погодные условия в годы проведения исследований были засушливыми, с значительными колебаниями температуры, относительной влажности воздуха и неравномерным распределением осадков. Почва опытного участка – чернозем оподзоленный тяжелосуглинистый с содержанием гумуса в пахотном слое – 4,13 %, рН солевой вытяжки – 5,6, легкогидролизуемого азота по Корнфилду – 137,0 мг/кг, подвижного фосфора – 142,0 мг/кг, обменного калия по Кирсанову – 155,0 мг/кг почвы. Предшественник – яровая пшеница. Объект исследований – сорта люпина узколистного. Полевые опыты закладывали по общепринятым методическим рекомендациям. Площадь учетных деланок – 2 м², размещение деланок систе-

матическое, повторность трехкратная. Норма высева – 130 шт. всхожих семян на 1 м², глубина заделки – 3–4 см. Фенологические наблюдения проводили по Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур, высоту растений определяли в соответствии с Методическими указаниями по проведению полевых опытов с кормовыми культурами ВНИИ кормов [30]. Уборку урожая определяли поделочно вручную.

Результаты (Results)

В решении проблемы белка в растениеводстве и животноводстве важную роль играют зернобобовые культуры. Они способствуют поддержанию плодородия почвы, являются отличными предшественниками в севообороте для зерновых культур, что актуально в связи с высоким ростом цен на минеральные удобрения. Так, люпин узколистный способен улучшать тяжелые почвы и повышать эффективность физиологически кислых минеральных удобрений.

Люпин является отличным предшественником и фитосанитаром для всех зерновых и пропашных культур, что дает ему значительные преимущества в сравнении с другими культурами. Лучшие предшественники для люпина – озимые и яровые зерновые, озимый рапс. Другие бобовые культуры являются плохими предшественниками из-за самонесовместимости. Выращивать его повторно на одном и том же поле следует не ранее, чем через 4–5 лет.

Для оптимального решения поставленных задач в 2016–2017 гг. в экологическом испытании участвовали 5 сортов узколистного люпина: Радужный, Узколистный 53, Белозерный 110, Смена, Витязь.

Предшественником в опыте были яровые зерновые. Учетная площадь деланок в экологическом испытании составляла 13 м². Повторность четырехкратная, размещение деланок систематическое.

Агроклиматические условия 2016 г. характеризовались теплой весной с достаточным количеством осадков в апреле и засушливыми условиями с начала вегетации растений до середины августа. Жаркая погода с недостаточным количеством осадков отрицательно сказались на росте и развитии вегетативной массы растений люпина. Высота растений перед уборкой в 2016 г. по всем сортам была в 1,6–2 раза ниже, чем в 2017 г., и варьировала от 33 до 45 см (таблица 1). Растения сорта Белозерный 110 по высоте были на 21,6 % выше, а сорта Радужный и Узколистный 53 – на 8,1–10,8 % ниже стандартного сорта Витязь.

Вегетационный период 2017 г. отличался умеренным температурным режимом и недобором эффективных температур воздуха, обильными, затяжными осадками в июне и июле и дефицитом тепла и осадков в августе. Высота растений по сортам в условиях достаточного увлажнения достигала 64–72 см, что благоприятно отразилось на урожайности зерна.

Таблица 1
Структура урожая люпина узколистного перед уборкой, 2016–2017 гг.

Сорт	Высота растений, см		Количество				Число семян в бобе, шт.	
			Боковых стеблей, шт.		Бобов на растении, шт.			
	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017
Витязь, st.	37,0	72,0	0,8	4,3	3,5	15,5	3,5	4,3
Смена	38,0	68,0	1,7	3,6	4,1	6,7	4,9	4,1
Радужный	34,0	64,0	1,8	4,2	5,1	9,8	2,8	3,1
Узколистный 53	33,0	65,0	2,3	3,1	4,7	4,2	3,9	3,6
Белозерный 110	45,0	71,0	2,2	3,4	5,1	6,3	3,5	4,3

Table 1
The structure of the harvest of narrow-leaved lupine before harvesting, 2016–2017

Varieties	Plant height, cm		Quantity				Number of seeds in a bean, pcs.	
			Side stems, pcs.		Of beans per plant, pcs.			
	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017
Vityaz', st.	37.0	72.0	0.8	4.3	3.5	15.5	3.5	4.3
Smena	38.0	68.0	1.7	3.6	4.1	6.7	4.9	4.1
Raduzhnyy	34.0	64.0	1.8	4.2	5.1	9.8	2.8	3.1
Uzkolistnyy 53	33.0	65.0	2.3	3.1	4.7	4.2	3.9	3.6
Belozernyy 110	45.0	71.0	2.2	3.4	5.1	6.3	3.5	4.3

Таблица 2
Структура урожая люпина узколистного перед уборкой, 2021 г.

Сорт	Урожайность, т/га	Высота растений, см	Количество		
			Боковых стеблей, шт.	Бобов, с растения, шт.	Семян в бобе, шт.
Витязь, st.	2,45	28,6	2,15	5,51	2,8
Брянский кормовой	2,41	29,3	2,26	4,99	2,9
Сидерат 46	1,82	30,8	1,00	4,81	3,8
Коэффициент корреляции r (Витязь)	–	0,3	0,61	0,66	0,95
Коэффициент корреляции r (Брянский кормовой)	–	0,3	0,57	0,93	0,95
Коэффициент корреляции r (Сидерат 46)	–	0,6	0,57	0,87	0,96

Table 2
The structure of the harvest of narrow-leaved lupine before harvesting, 2021

Varieties	Yield, t/ha	Plant height, cm	Quantity		
			Side stems, pcs	Of beans from the plant, pcs.	Of seeds in a bean, pcs.
Vityaz', st.	2.45	28.6	2.15	5.51	2.8
Bryanskiy kormovoy	2.41	29.3	2.26	4.99	2.9
Siderat 46	1.82	30.8	1.00	4.81	3.8
Correlation coefficient r (Vityaz')	–	0.3	0.61	0.66	0.95
Correlation coefficient r (Bryanskiy kormovoy)	–	0.3	0.57	0.93	0.95
Correlation coefficient r (Siderat 46)	–	0.6	0.57	0.87	0.96

По результатам структурного анализа все сорта люпина имели боковые ветви и бобы на них. Число бобов и семян в бобах на растении определяли урожайность зернобобовой культуры.

В 2016 г. наибольшее количество боковых стеблей и бобов на них наблюдалось у сортов Узколистный 53 и Белозерный 110, а в 2017 г. – у сортов Радужный и Витязь. Количество бобов на растении в 2017 г. у сорта Витязь в 1,7–3,6 раза превышало этот показатель у других сортов. Максимальное количество семян в бобе наблюдалось в среднем за два года у сорта Смена (4,5 шт.), а наименьшее – у сорта Радужный (3,0 шт.).

Погодные условия 2021 г. характеризовались острозасушливыми условиями, гидротермический коэффициент за вегетационный период составил 0,53 ед. Посев люпина в 1-ю декаду мая, когда выпала значительная часть осадков месяца, обеспечил дружные всходы, активный рост растений и в дальнейшем прибавку урожая зерна (таблица 2).

Высота растений люпина узколистного, как и в 2016 г., находилась на уровне 28,6–30,8 см. Между высотой растений и урожайностью зерна люпина у сортов Витязь и Брянский кормовой наблюдалась слабая корреляционная зависимость, а у сорта Сидерат 46 – средняя. Наибольшее количество боковых побегов отмечалось у стандартного сорта Витязь и Брянский кормовой – 2,0–2,1 шт. Сорт Сидерат 46 боковых побегов образовывал в 2,0 раза меньше, что в дальнейшем отрицательно отразилось на урожайности зерна. Та же закономерность отмечалась и по количеству бобов с растения. По сравнению с другими сортами Сидерат 46 отличался мелкосемянностью, что характерно для сортов сидерального направления, является полезным хозяйственно-биологическим признаком и позволяет уменьшать норму высева. Количество семян

в бобе было в 1,4 раза больше, а количество бобов на растении было на 12,5 % меньше по сравнению со стандартным сортом Витязь. У сортов Брянский кормовой и Сидерат 46 между урожайностью зерна и количеством бобов с растения и семян в бобе установлена высокая корреляционная зависимость.

Современные сорта люпина отличаются устойчивостью к полеганию, бобы не растрескиваются, что позволяет убирать люпин прямым комбайнированием при полной спелости. Урожайность сортов люпина в 2016 г. составила от 1,13 до 1,54 т/га (таблица 3). В 2017 г. продуктивность сортов была выше, чем в предыдущем году, в 2–3 раза у всех сортов, за исключением сорта Узколистный 53. Данный год был более комфортным для культуры, что позволило получить высокую урожайность зерна у большинства сортов. В среднем за 2 года максимальную продуктивность показали сорта Радужный, Витязь и Белозерный 110 (2,14–2,41 т/га).

Содержание жира в 2016 г. в зерне у всех изучаемых сортов составляло 7,70–8,16 %, что было выше на 2,06–2,66 % чем в 2017 г. Наиболее высоким содержанием жира в 2016 г. отличился сорт Смена, а в 2017 г. – сорт Радужный. В среднем за два года у всех сортов этот показатель был выше 6 %.

Массы 1000 зерен в среднем за 2 года у сортов практически не отличалась. Лишь у сорта Витязь этот показатель в 2017 г. был на 26,4 % выше, чем в 2016 г. Наибольшая масса 1000 зерен отмечалась у сорта Радужный (135,0–138,0 г), а наименьшая – у сорта Белозерный 110 (97,0–98,0 г).

Урожайность зерна люпина в 2021 г. у сорта Брянский кормовой была на уровне стандартного сорта Витязь – 2,41 т/га, у сорта Сидерат 46 отмечено существенное снижение урожайности на 0,63 т/га относительно контроля (НСР₀₅ 0,19 т/га) (таблица 4).

Таблица 3
Продуктивность сортов узколистного люпина, убранного на зерно, 2016–2017 гг.

Сорт	Урожайность, т/га			Масса 1000 зерен, г	
	2016	2017	Среднее	2016	2017
Витязь, st.	1,24	3,57	2,41	106,0	134,0
Смена	1,32	2,61	1,97	93,0	108,0
Радужный	1,13	3,63	2,38	135,0	138,0
Узколистный 53	1,54	1,94	1,74	107,0	106,0
Белозерный 110	1,20	3,08	2,14	97,0	98,0

Table 2
Productivity of varieties of narrow-leaved lupine harvested for grain, 2016–2017

Varieties	Yield, t/ha			Weight of 1000 grains, g	
	2016	2017	Average	2016	2017
Vityaz', st.	1.24	3.57	2.41	106.0	134.0
Smena	1.32	2.61	1.97	93.0	108.0
Raduzhnyy	1.13	3.63	2.38	135.0	138.0
Uzkolistnyy 53	1.54	1.94	1.74	107.0	106.0
Belozernyy 110	1.20	3.08	2.14	97.0	98.0

Таблица 4

Продуктивность сортов узколистого люпина, убранного на зерно в 2021–2022 гг., т/га

Сорт	Урожайность, т/га		Среднее за 2021–2022 гг.	Масса 1000 зерен, г	
	2021	2022		2021	2022
Витязь, st.	2,45	2,40	2,43	157,0	154,0
Брянский кормовой	2,41	1,79	2,10	146,0	140,0
Сидерат 46	1,82	1,34	1,58	98,0	96,0
НСР ₀₅	0,19	0,22	–	–	–

Table 4

Productivity of varieties of narrow-leaved lupine harvested for grain in 2021–2022, t/ha

Varieties	Yield, t/ha		Average for 2021–2022	Weight of 1000 grains, g	
	2021	2022		2021	2022
Vityaz', st.	2.45	2.40	2.43	157.0	154.0
Bryanskiy kormovoy	2.41	1.79	2.10	146.0	140.0
Siderat 46	1.82	1.34	1.58	98.0	96.0
LSD ₀₅	0.19	0.22	–	–	–

В 2022 г. вегетационный период для сельскохозяйственных культур характеризовался в первой половине умеренными температурами воздуха с избыточным количеством осадков, а во второй половине – жаркой погодой с острым дефицитом почвенной влаги. В связи с неблагоприятными погодными условиями и более поздним сроком посева (29 мая) урожайность зерна люпина в 2022 г. по всем сортам была получена ниже, чем в 2021 г., на 2,0–26,4 %. Сорт Витязь достоверно превышал по урожайности сорт Брянский кормовой на 0,61 т/га, а Сидерат 46 – на 1,06 т/га. В среднем за 2 года урожайность сортов составила от 1,58 до 2,43.

Масса 1000 зерен у сортов люпина за 2021–2022 гг. практически не отличалась. У сорта Сидерат 46 данный показатель был в 1,5–1,6 раза меньше по сравнению с сортами Витязь и Брянский кормовой.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

По итогам проведенных исследований можно сделать выводы, что в природно-климатических условиях Среднего Урала люпин узколистый является

культурой довольно перспективной для выращивания на зернофураж и семена. Он имеет низкие затраты на производство, так как может выращиваться на бедных почвах без внесения азота. В отличие от сои люпин узколистый имеет более короткий период вегетации и требует меньшей суммы положительных температур для получения зерна.

Сравнительный анализ растений перед уборкой показал, что все сорта имели боковые ветви и бобы на них. При экологическом испытании 5 сортов люпина узколистого в течение 2016/2017 г. с урожайностью выше 2,0 т/га выделились сорта Витязь (2,41 т/га), Радужный (2,38 т/га) и Белозерный 110 (2,14 т/га), а в 2021/2022 г. – сорта Витязь (2,43 т/га) и Брянский кормовой (2,1 т/га). Такая продуктивность люпина узколистого может конкурировать с традиционной для Среднего Урала зернобобовой культурой – горохом.

Применение современных сортов, адаптированных к конкретным условиям, позволит получать дешевый белок за счет азотфиксации без затрат на дорогостоящие азотные удобрения.

Библиографический список

1. Fedorova Z. N. Protein concentrates based on extruded lupine grain, with the use of enzymes, in feeding calves and poultry // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. All-Russian Conference with International Participation Economic and Phytosanitary Rationale for the Introduction of Feed Plants. 2021. Vol. 663. Article number 012021. DOI: 10.1088/1755-1315/663/1/012021.
2. Кудеяров В. Н. Почвенно-биогеохимические аспекты состояния земледелия в Российской Федерации // Почвоведение. 2019. № 1. С. 109–121.
3. Трофимова Т. А., Коржов С. И., Гулевский В. А., Образцов В. Н. Оценка степени физической деградации и пригодности черноземов к минимизации основной обработки почвы // Почвоведение. 2018. № 9. С. 1125–1131.
4. Панфилов В. А. Вектор научных изысканий при создании технологий АПК будущего // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2020. № 1. С. 4–8.
5. Пилипенко Н. Г., Андреева О. Т. Влияние длительного систематического применения удобрений на основные показатели плодородия почвы и продуктивность кормового севооборота на глубокопромерзающей лугово-черноземной почве Забайкалья // Почвоведение. 2019. № 5. С. 578–585.

6. Завалин А. А., Дридигер В. К., Белобров В. П., Юдин С. А. Азот в черноземах при традиционной технологии обработки и прямом посеве (обзор) // Почвоведение. 2018. № 12. С. 1506–1516.
7. Robles-Aguilar A. A., Grunert O., Hernandez-Sanabria E., Mysara M., Meers E., Boon N., Jablonowski N. D. Effect of Applying Struvite and Organic N as Recovered Fertilizers on the Rhizosphere Dynamics and Cultivation of Lupine (*Lupinus angustifolius*) // *Frontiers in Plant Science* 2020. No. 11. Article number 572741. DOI: 10.3389/fpls.2020.572741.
8. Новик Н. В., Степаненко А. А., Якуб И. А. Зеленоукосное направление селекции люпина желтого // *Адаптивное кормопроизводство*. 2018. № 1. С. 35–40.
9. Агеева П. А., Почутина Н. А., Пигарева С. А. Сравнительная характеристика кормовых сортов по качеству зерна и зеленой массы // *Адаптивное кормопроизводство*. 2018. № 1. С. 42–48.
10. Агеева П. А., Матюхина М. В., Почутина Н. А., Громова О. М. Результаты и перспективы селекции сидеральных сортов узколистного люпина во Всероссийском научно-исследовательском институте люпина // *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2020. № 2 (34). С. 59–63. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11170.
11. Агеева П. А., Почутина Н. А., Матюхина М. В. Люпин узколистный – источник ценных питательных веществ для использования в кормопроизводстве // *Кормопроизводство*. 2020. № 10. С. 29–33 DOI: 10.25685/KRM.2020.11.40.001.
12. Агеева П. А., Почутина Н. А. Агробиологическая оценка сортов и сортообразцов узколистного люпина в условиях засушливого гидротермического режима // *Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: материалы XVII Международной научной конференции*. Брянск, 2020. С. 246–253.
13. Косолапов В. М., Яговенко Г. Л., Лукашевич М. И., Агеева П. А. [и др.] Люпин: селекция, возделывание, использование: монография. Брянск: Брянское областное полиграфическое объединение, 2020. 304 с.
14. Исаева Е. И., Яговенко Г. Л. Продуктивность звена севооборота с люпином при разных способах основной обработки почвы // *Зерновое хозяйство России*. 2021. № 4 (76). С. 50–53. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-76-4-50-53.
15. Vishnyakova M. A., Kushnareva A. V., Shelenga T. V., Egorova G. P. Alkaloids of narrow-leaved lupine as a factor determining alternative ways of the crop's utilization and breeding // *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2020. No. 24 (6). Pp. 625–635. DOI: 10.18699/VJ20.656.
16. Артюхов А. И. 100 теорем (утверждений) о люпине [Электронный ресурс]. URL: http://www.infotechno.ru/tos-soya2018/dok_artuyhov1_2018.php (дата обращения: 14.11.2022).
17. Пимохова Л. И., Мисникова Н. В., Яговенко Г. Л., Царапнева Ж. В., Хараборкина Н. И. Изучение протравителя Протект Форте против антракноза и других болезней люпина белого // *Достижения науки и техники АПК*. 2021. № 35 (11). С. 25–30. DOI: 10.53859/02352451_2021_35_11_25.
18. Юферева Н. И., Леконцева Т. А., Стаценко Е. С. Изучение люпина узколистного на зерно в условиях Кировской области // *Пермский аграрный вестник*. 2019. № 4 (28). С. 81–88.
19. Крамаренко В. Я., Анисимов Ю. Б., Агеев А. А., Шумакова О. И. Оценка сортов люпина в условиях повышения теплообеспечения вегетационного периода в северной лесостепи Южного Урала // *Научный журнал «АПК России»*. 2019. Т. 26. № 5. С. 763–768.
20. Yagovenko G. L., Lukashevich M. I., Ageeva P. A., Novik N. V., Zakharova M. V. Status and prospects of breeding of cultivated species of lupin in Russia // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. All-Russian Conference with International Participation Economic and Phytosanitary Rationale for the Introduction of Feed Plants*. 2021. Article number 012014. DOI: 10.1088/1755-1315/663/1/012014.
21. Тормозин М. А., Беляев А. В., Тихолаз Е. М. Влияние обработки растений по вегетации стимуляторами роста и средствами защиты на семенную продуктивность овсяницы луговой сорта Надежда // *Аграрный вестник Урала*. 2020. № 11 (202). С. 28–36.
22. Ближник А. С., Демидова А. Г., Наумкина Л. А., Куренская О. Ю., Лукашевич М. И. Результаты испытания новых сортов и образцов люпина белого в лесостепи Центрально-Черноземного региона // *Зерновое хозяйство России*. 2021. № 3 (75). С. 51–56. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-75-3-51-56.
23. Тютюнов С. И. Инновационные направления использования белого люпина в современных условиях // *Инновационные технологии выращивания люпина белого и других зерновых культур: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием Белгородского НИИСХ*. Белгород, 2017. С. 9–15.
24. Агафонова С. В., Рыков А. И. // *Химия растительного сырья*. 2021. № 3. С. 135–142. DOI: 10.14258/jcrpm.2021038358.
25. Гагаулина Г. Г., Бельшклина М. Е., Медведева Н. В. Урожайность семян и элементы продуктивности у разнотипных сортов люпина белого (*lupinus albus* L.) в разные по метеорологическим условиям годы // *Известия ТСХА*. 2016. № 6. С. 32–44.

26. Власова Е. В., Охотникова М. А. Оценка водоудерживающей способности листьев у образцов *Lupinus Angustifolius* L. // Аграрный вестник Верхневолжья. 2019. № 1 (26). С. 27–30.
27. Агеева П. А., Матюхина М. В., Почутина Н. А., Громова О. М. Результаты оценки сортов узколистного люпина по хозяйственно ценным признакам и адаптивности в условиях Брянской области // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2021. № 5. С. 15–17.
28. Пимохова Л. И., Яговенко Г. Л., Царапнева Ж. В., Мисникова Н. В. Развитие белой гнили на люпине узколистном и белом в одновидовом и смешанном посевах при разных погодных условиях Брянской области // Сельскохозяйственная биология. 2020. № 55 (6). С. 1257–1267. DOI: 10.15389/agrobiology.2020.6.1257eng.
29. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
30. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. Москва: РАСХН, ВНИИ кормов, 1997. 155 с.

Об авторах:

Валентина Викторовна Чулкова¹, доцент, заведующая кафедрой растениеводства и селекции, ORCID 0000-0003-4757-9665, AuthorID 1061367; +7 908 916-40-75, vchulkova75@mail.ru

Галина Владимировна Вяткина¹, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры землеустройства, ORCID 0000-0001-5520-0382, AuthorID 441039; +7 904 545-29-64, vyatkina.galya@mail.ru

Вячеслав Аркадьевич Чулков¹, доцент кафедры почвоведения, агроэкологии и химии им. профессора Н. А. Иванова, ORCID 0000-0001-9268-4734, AuthorID 653859; +7 950 195-04-68, ares_68@mail.ru

Татьяна Викторовна Павленкова¹, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры растениеводства и селекции, ORCID 0000-0002-1474-5957, AuthorID 707929; +7 904 548-11-43, pavlenkova_tatyana2@mail.ru

¹ Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

Productivity of varieties of narrow-leaves lupine in the conditions of the Middle Urals

V. V. Chulkova¹✉, G. V. Vyatkina¹, V. A. Chulkov¹, T. V. Pavlenkova¹

¹ Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia

✉ E-mail: vchulkova75@mail.ru

Abstract. The purpose is to establish the effectiveness of growing narrow-leaved lupine for grain in the conditions of the Sverdlovsk region. For the first time, new varieties of narrow-leaved lupine of the All-Russian Lupin Research Institute were used for ecological testing in these soil and climatic conditions in single-species crops when grown for grain. **Research methodology and methods.** The main method of conducting research was the laying of field experiments. Research in 2016–2017 they were conducted at the site of the Ural Research Institute, in 2021–2022 in the educational and experimental farm of the Ural State Agrarian University, located in the forest-steppe zone of the Sverdlovsk region. The main observations and records were carried out according to the methodology of the Institute of Feed. The yield was determined by the weight method with the selection of average samples. **Results.** In 2016–2017, 5 varieties of narrow-leaved lupine were studied: Raduzhnyy, Uzkolistnyy 53, Belozernyy 110, Smena, Vityaz', and in 2021–2022, 3 varieties: Siderate 46, Bryanskiy kormovoy and Vityaz'. All varieties of narrow-leaved lupine had side branches and beans on them before harvesting. The greatest number of lateral stems and beans was observed in the varieties Raduzhnyy and Vityaz' in 2017 – 4.2–4.3 pcs. In 2016, the yield of narrow-leaved lupine grain from 1.13 to 1.54 t/ha was obtained on dark gray soil. In more favorable moisture conditions in 2017, the productivity of narrow-leaved lupine was 2-3 times higher than in the previous year in all varieties except for the Uzkolistnyy 53 variety. In acutely arid conditions 2021–2022 on podzolized chernozem, varieties of narrow-leaved lupine: Bryanskiy kormovoy, Vityaz' and Siderat 46 provided grain yields from 1.34 t/ha for the Siderat 46 variety to 2.45 t/ha for the Vityaz' variety. **Scientific novelty.** The effectiveness of growing new varieties of narrow-leaved lupine in the conditions of the Middle Urals was studied for the first time. Varieties have been established that allow obtaining high grain yields.

Keywords: leguminous crop, varieties, narrow-leaved lupine, protein, plant development, crop structure, grain yield.

For citation: Chulkova V. V., Vyatkina G. V., Chulkov V. A., Pavlenkova T. V. Produktivnost' sortov lyupina uzkolistnogo v usloviyakh Srednego Urala [Productivity of varieties of narrow-leaves lupine in the conditions of the Middle Urals] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2022. Special issue "Biology and biotechnologies". Pp. 69–80. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-229-14-69-80. (In Russian.)

Date of paper submission: 15.11.2022, **date of review:** 25.11.2022, **date of acceptance:** 01.12.2022.

References

1. Fedorova Z. N. Protein concentrates based on extruded lupine grain, with the use of enzymes, in feeding calves and poultry // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. All-Russian Conference with International Participation Economic and Phytosanitary Rationale for the Introduction of Feed Plants. 2021. Vol. 663. Article number 012021. DOI: 10.1088/1755-1315/663/1/012021.
2. Kudiyarov V. N. Pochvenno-biogeokhimicheskie aspekty sostoyaniya zemledeliya v Rossiyskoy Federatsii [Soil and biogeochemical aspects of the state of agriculture in the Russian Federation] // Plodorodie. 2019. No. 1. Pp. 109–121. (In Russian.)
3. Trofimova T. A., Korzhov S. I., Gulevskiy V. A., Obraztsov V. N. Otsenka stepeni fizicheskoy degradatsii i prigodnosti chernozemov k minimizatsii osnovnoy obrabotki pochvy [Assessment of the degree of physical degradation and suitability of chernozems to minimize basic tillage] // Pochvovedenie. 2018. No. 9. Pp. 1125–1131. (In Russian.)
4. Panfilov V. A. Vektor nauchnykh izyskaniy pri sozdaniy tehnologiy APK budushchego [Vector of scientific research in the creation of agricultural technologies of the future] // Bulletin of the Russian Agricultural Science. 2020. No. 1. Pp. 4–8. (In Russian.)
5. Pilipenko N. G., Andreeva O. T. Vliyanie dlitel'nogo sistemacheskogo primeneniya udobreniy na osnovnye pokazateli plodorodiya pochvy i produktivnost' kormovogo sevooborota na glubokopromerzayushchey lugovochernozemnoy pochve Zabaykal'ya [The effect of long-term systematic application of fertilizers on the main indicators of soil fertility and productivity of fodder crop rotation on the deep-freezing meadow-chernozem soil of Transbaikalia] // Pochvovedenie. 2019. No. 5. Pp. 578–585. (In Russian.)
6. Zavalin A. A., Dridiger V. K., Belobrov V. P., Yudin S. A. Azot v chernozemakh pri traditsionnoy tekhnologii obrabotki i pryamom poseve (obzor) [Nitrogen in chernozems with traditional processing technology and direct sowing (review)] // Pochvovedenie. 2018. No. 12. Pp. 1506–1516. (In Russian.)
7. Robles-Aguilar A. A., Grunert O., Hernandez-Sanabria E., Mysara M., Meers E., Boon N., Jablonowski N. D. Effect of Applying Struvite and Organic N as Recovered Fertilizers on the Rhizosphere Dynamics and Cultivation of Lupine (*Lupinus angustifolius*) // Frontiers in Plant Science 2020. No. 11. Article number 572741. DOI: 10.3389/fpls.2020.572741.
8. Novik N. V., Stepanenko A. A., Yakub I. A. Zelenoukosnoe napravlenie selektsii lyupina zheltogo [Directions of selection of yellow lupine for green mass] // Adaptive feed production. 2018. No. 1. Pp. 35–40. (In Russian.)
9. Ageeva P. A., Pochutina N. A., Pigareva S. A. Sravnitel'naya kharakteristika kormovykh sortov po kachestvu zerna i zelenoy massy [Comparative characteristics of feed varieties by grain quality and green mass] // Adaptive feed production. 2018. No. 1. Pp. 42–48. (In Russian.)
10. Ageeva P. A., Matyukhina M. V., Pochutina N. A., Gromova O. M. Rezul'taty i perspektivy selektsii sidental'nykh sortov uzkolistnogo lyupina vo Vserossiyskom nauchno-issledovatel'skom institute lyupina [Results and prospects of selection of sidental varieties of narrow-leaved lupin in the All-Russian Scientific Research Institute of Lupin] // Legumes and cereals. 2020. No. 2 (34). Pp. 59–63. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11170. (In Russian.)
11. Ageeva P. A., Pochutina N. A., Matyukhina M. V. Lyupin uzkolistnyy – istochnik tsennykh pitatel'nykh veshchestv dlya ispol'zovaniya v kormoproizvodstve [Narrow-leaved Lupin – a source of valuable nutrients for use in feed production] // Feed production. 2020. No. 10. Pp. 29–33 DOI: 10.25685/KRM.2020.11.40.001. (In Russian.)
12. Ageeva P. A., Pochutina N. A. Agrobiologicheskaya otsenka sortov i sortoobraztsov uzkolistnogo lyupina v usloviyakh zasushlivogo gidrotermicheskogo rezhima [Agrobiological assessment of varieties and cultivars of narrow-leaved lupine in conditions of arid hydrothermal regime] // Agroekologicheskie aspekty ustoychivogo razvitiya APK: materialy XVII Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii. Bryansk, 2020. Pp. 246–253. (In Russian.)
13. Kosolapov V. M., Yagovenko G. L., Lukashevich M. I., Ageeva P. A. et al. Lyupin: selektsiya, vozdelnyanie, ispol'zovanie: monografiya [Lupin: breeding, cultivation, use: a monograph]. Bryansk: Bryanskoe oblastnoe poligraficheskoe ob'edinenie, 2020. 304 p. (In Russian.)

14. Isaeva E. I., Yagovenko G. L. Produktivnost' zvena sevooborota s lyupinom pri raznykh sposobakh osnovnoy obrabotki pochvy [Productivity of the crop rotation link with lupin at different methods of basic tillage] // Grain farming of Russia. 2021. No. 4 (76). Pp. 50–53. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-76-4-50-53. (In Russian.)
15. Vishnyakova M. A., Kushnareva A. V., Shelenga T. V., Egorova G. P. Alkaloids of narrow-leaved lupine as a factor determining alternative ways of the crop's utilization and breeding // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2020. No. 24 (6). Pp. 625–635. DOI: 10.18699/VJ20.656.
16. Artyukhov A. I. 100 teorem (utverzhdenny) o lyupine [100 theorems (statements) about lupin] [e-resource]. URL: http://www.infotechno.ru/ros-soya2018/dok_artyuhov1_2018.php (date of reference: 14.11.2022. (In Russian.)
17. Pimokhova L. I., Misnikova N. V., Yagovenko G. L., Tsarapneva Zh. V., Kharaborkina N. I. Izuchenie protivitelya Protekt Forte protiv antraknoza i drugikh bolezney lyupina belogo [Study of the protectant Forte Project against anthracnose and other diseases of white lupin] // Achievements of science and technology of the Agro-industrial Complex. 2021. No. 35 (11). Pp. 25–30 DOI: 10.53859/02352451_2021_35_11_25. (In Russian.)
18. Yufereva N. I., Lekontseva T. A., Statsenko E. S. Izuchenie lyupina uzkolistnogo na zerno v usloviyakh Kirovskoy oblasti [Study of narrow-leaved lupine for grain in the conditions of the Kirov region] // Perm Agrarian Bulletin. 2019. No. 4. (28). Pp. 81–88. (In Russian.)
19. Kramarenko V. Ya., Anisimov Yu. B., Ageev A. A., Shumakova O. I. Otsenka sortov lyupina v usloviyakh povysheniya teploobespecheniya vegetatsionnogo perioda v severnoy lesostepi Yuzhnogo Urala [Evaluation of lupin varieties in conditions of increased heat supply of the growing season in the northern forest-steppe of the Southern Urals] // Scientific Journal "Agroindustrial Complex of Russia". 2019. Vol. 26. No. 5. Pp. 763–768. (In Russian.)
20. Yagovenko G. L., Lukashevich M. I., Ageeva P. A., Novik N. V., Zakharova M. V. Status and prospects of breeding of cultivated species of lupin in Russia // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. All-Russian Conference with International Participation Economic and Phytosanitary Rationale for the Introduction of Feed Plants. 2021. Article number 012014. DOI: 10.1088/1755-1315/663/1/012014.
21. Tormozin M. A., Belyaev A. V., Tikholaev E. M. Vliyanie obrabotki rasteniy po vegetatsii stimulyatorami rosta i sredstvami zashchity na semennuyu produktivnost' ovsyaniy lugovoy sorta Nadezhda [The influence of plant treatment during vegetation with growth stimulants and protective agents on the seed productivity of meadow fescue of the Nadezhda variety] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 11 (202). Pp. 28–36. (In Russian.)
22. Blinnik A. S., Demidova A. G., Naumkina L. A., Kurenskaya O. Yu., Lukashevich M. I. Rezul'taty ispytaniya novykh sortov i obraztsov lyupina belogo v lesostepi Tsentral'no-Chernozemnogo regiona [Results of testing of new varieties and samples of white lupin in the forest-steppe of the Central Chernozem region] // Grain farming of Russia. 2021. No. 3 (75). Pp. 51–56. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-75-3-51-56. (In Russian.)
23. Tyutyunov S. I. Innovatsionnye napravleniya ispol'zovaniya belogo lyupina v sovremennykh usloviyakh [Innovative directions of using white lupin in modern conditions] // Innovatsionnye tekhnologii vyrashchivaniya lyupina belogo i drugikh zernovykh kul'tur: materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem Belgorodskogo NIISKh 13–17 iyunya 2017 g. Belgorod, 2017. Pp. 9–15. (In Russian.)
24. Agafonova S. V., Rykov A. I. Khimiya rastitel'nogo syr'ya [Chemistry of plant raw materials]. 2021. No. 3. Pp. 135–142. DOI: 10.14258/jcprm.2021038358. (In Russian.)
25. Gataulina G. G., Belyshkina M. E., Medvedeva N. V. Urozhaynost' semyan i elementy produktivnosti u raznotipnykh sortov lyupina belogo (lupines albus L.) v raznye po meteorologicheskim usloviyam gody [Seed yield and productivity elements in varieties of different types of white lupine (lupines albus L.) in different meteorological conditions years] // Izvestiya TSKHA. 2016. No. 6. Pp. 32–44. (In Russian.)
26. Vlasova E. V., Okhotnikova M. A. Otsenka vodouderzhivayushchey sposobnosti list'ev u obraztsov Lupinus Angustifolius L. [Assessment of the water-retaining ability of leaves in samples of Lupinus Angustifolius L.] // Agrarian Bulletin of the Upper Volga region. 2019. No. 1 (26). Pp. 27–30. (In Russian.)
27. Ageeva P. A., Matyukhina M. V., Pochutina N. A., Gromova O. M. Rezul'taty otsenki sortov uzkolistnogo lyupina po khozyaystvenno tsennym priznakam i adaptivnosti v usloviyakh Bryanskoy oblasti [The results of the evaluation of varieties of narrow-leaved lupine on economically valuable traits and adaptability in the Bryansk region] // Bulletin of the Russian Agricultural Science. 2021. No. 5. Pp. 15–17. (In Russian.)
28. Pimokhova L. I., Yagovenko G. L., Tsarapneva Zh. V., Misnikova N. V. Razvitie beloy gnili na lyupine uzkolistnom i belom v odnovidovom i smeshannom posevakh pri raznykh pogodnykh usloviyakh Bryanskoy oblasti [Development of white rot on narrow-leaved and white lupine in single-species and mixed crops under different weather conditions of the Bryansk region] // Agricultural Biology. 2020. No. 55 (6). Pp. 1257–1267. DOI: 10.15389/agrobiology.2020.6.1257eng. (In Russian.)

29. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results)]. 5th ed., supplement and revision. Moscow: Agropromizdat, 1985. 351 p. (In Russian.)

30. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevykh opytov s kormovymi kul'turami [Methodological guidelines for conducting field experiments with fodder crops]. Moscow: RASKhN, VNII kormov, 1997. 155 p. (In Russian.)

Authors' information:

Valentina V. Chulkova¹, associate professor, head of the department of crop production and breeding, ORCID 0000-0003-4757-9665, AuthorID 1061367; +7 908 916-40-75, vchulkova75@mail.ru

Galina V. Vyatkina¹, candidate of agricultural sciences, associate professor, department of land management, ORCID 0000-0001-5520-0382, AuthorID 441039; +7 904 545-29-64, vyatkina.galya@mail.ru

Vyacheslav A. Chulkov¹, associate professor, department of soil science, agroecology and chemistry named after professor N. A. Ivanov, ORCID 0000-0001-9268-4734, AuthorID 653859; +7 950 195-04-68, ares_68@mail.ru

Tatyana V. Pavlenkova¹, candidate of agricultural sciences, associate professor, department of plant growing and breeding, ORCID 0000-0002-1474-5957, AuthorID 707929; +7 904 548-11-43, pavlenkova_tatyana2@mail.ru

¹Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia