

Люпин узколистный – результаты изучения сортов и сортообразцов по адаптивности и комплексу хозяйственно-биологических признаков

© 2022. П. А. Агеева , Н. А. Почутина, О. М. Громова, Н. М. Зайцева

Всероссийский научно-исследовательский институт люпина – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В. Р. Вильямса», Брянская обл., Российская Федерация

Важным резервом увеличения производства высокобелковых кормов является возделывание зерновых бобовых культур, в том числе люпина узколистного (*Lupinus angustifolius* L.). Цель исследований – выявить перспективные сорта и сортообразцы люпина узколистного по урожайности, адаптивности, продолжительности вегетационного периода и биохимическим показателям в условиях юго-западной зоны Центрального региона России. В конкурсном сортоиспытании (2019–2021 гг.) изучали 6 сортов и 4 сортообразца люпина узколистного селекции Всероссийского НИИ люпина (стандартный сорт Витязь). Опыты заложены на дерново-подзолистых суглинистых почвах со средним уровнем плодородия. Среднесортная урожайность зерна в опыте составила 2,07 т/га, по сорту-стандарту – 1,85 т/га. По урожайности зерна выделились сорта Брянский кормовой, Узколистный 53 и сортообразцы БСв 51-19, УСН 53-236, СБС 56-15. Их зерновая продуктивность варьировала от 2,17 до 2,29 т/га, статистически значимые прибавки к стандарту составили 0,32–0,44 т/га. Максимальная урожайность зерна получена по сортообразцам БСв 51-19 и УСН 53-236 с коэффициентом адаптивности 110 %. Среднесортная урожайность зелёной массы в опыте составила 30,6 т/га, по сорту-стандарту – 27,0 т/га. По урожайности зелёной массы и адаптивности выделились сорт Брянский кормовой и новые перспективные сортообразцы СБС 56-15, УСН 53-236 и БСв 51-19: прибавка к стандарту по урожайности зелёной массы составила 5,0–7,0 т/га, коэффициент адаптивности – 104–110 %. По продолжительности вегетационного периода (80–89 дней) все сорта и сортообразцы вошли в группу раннеспелых. Самым продолжительным вегетационным периодом (89 дней) обладал новый высокорослый сорт Белорозовый 144. По содержанию алкалоидов в зерне (0,031–0,063 %) все сорта и сортообразцы отнесены к малоалкалоидной группе. Стабильностью показателя на низком уровне (0,031–0,039 %) характеризовались сорта Смена, Узколистный 53 и сортообразец СБС 56-15. Содержание сырого протеина в семенах изучаемых сортов и сортообразцов люпина узколистного варьировало в диапазоне 32,0–33,8 %. По комплексу положительных признаков выделились сорт Брянский кормовой, сортообразцы УСН 53-236 и СБС 56-15.

Ключевые слова: селекция люпина, конкурсное сортоиспытание, зерновая и зеленоукосная продуктивность, раннеспелость, сырой протеин, содержание алкалоидов

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В. Р. Вильямса» (тема №0597-2019-0025).

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Агеева П. А., Почутина Н. А., Громова О. М., Зайцева Н. М. Люпин узколистный – результаты изучения сортов и сортообразцов по адаптивности и комплексу хозяйственно-биологических признаков. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2022;23(2):211–220. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.2.211-220>

Поступила: 10.02.2022 Принята к публикации: 11.04.2022 Опубликовано онлайн: 20.04.2022

Blue lupin (*Lupinus angustifolius* L.) – the results of varieties and accessions study according to adaptivity and a set of commercial-biological traits

© 2022. Praskovya A. Ageeva , Natalia A. Potchutina, Olga M. Gromova, Natalia M. Zaytseva

All-Russian Lupin Scientific Research Institute – branch of the Federal Williams Research Center of Forage Production & Agroecology, Bryansk, Russia

Cultivation of grain legumes including blue lupin (*Lupinus angustifolius* L.) is an important reserve for increase of high protein feed production. The aim of the research is to find perspective blue lupin varieties and accessions according to yield, adaptivity, the duration of vegetation period and biochemical indices in south-western area of the Central part of Russia. In 2019–2021 six blue lupin varieties and four accessions developed in the All-Russian Lupin Scientific Research Institute have been tested in competitive variety trial (Vityas was standard variety). The trials were laid on sod-podzolic, loamy soil with the moderate fertility level. The average grain yield of varieties in the trial was 2.07 t/ha, of standard variety – 1.85 t/ha. The varieties Bryansky kormovoy, Uzkolistny 53 and accessions BSv 51-19, USN 53-236 and SBS 56-15 had the highest grain yield. Their grain productivity varied from 2.17 to 2.29 t/ha. Statistically significant increase to the standard was 0.32–0.44 t/ha. The accessions BSv 51-19 and USN 53-236 had the maximum grain yield by adaptivity coefficient of 110%.

According to the green mass yield and adaptivity Bryansky kormovoy and new promising accessions SBS 56-15, USN 53-236 and BSv 51-19 have been noted: the increase to the standard according to the green mass yield was 5.0-7.0 t/ha, the adaptivity coefficient was 104-110%. By the duration of vegetation period (80-89 days) all varieties and accessions were included into the group of early-ripening. The new tall variety Belorozovy 144 had the longest vegetation period (89 days). According to the alkaloid content in the grain (0.031-0.063 %) all tested varieties and accessions were included into the low-alkaloid group. The varieties Smena, Uzkoлистny 53 and the accession SBS 56-15 were characterized by stable low index (0.031-0.039 %). The content of raw protein in the seeds of tested varieties and accessions of blue lupin varied in the range of 32.0-33.8%. According to the set of positive traits, Bryansky kormovoy variety and accessions USN 53-236 and SBS 56-15 have been noted.

Keywords: lupin breeding, competitive variety trial, grain and green mass productivity, early ripeness, raw protein, alkaloid content

Acknowledgements: the research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment of the Federal Williams Research Center of Forage Production & Agroecology (theme No. 0597-2019-0025).

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

Conflict of interest: the authors stated no conflict of interest.

For citations: Ageeva P. A., Potchutina N. A., Gromova O. M., Zaytseva N. M. Blue lupin (*Lupinus angustifolius* L.) – the results of varieties and accessions study according to adaptivity and a set of commercial-biological traits. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2022;23(2):211-220. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.2.211-220>

Received: 10.02.2022

Accepted for publication: 11.04.2022

Published online: 20.04.2022

Люпин узколистный (*Lupinus angustifolius* L.) – холодостойкая, скороспелая бобовая культура, востребованная как источник растительного белка с высокой биологической ценностью в кормах животных. Средообразующая роль люпина в адаптивном земледелии обусловлена способностью формировать эффективный симбиоз с клубеньковыми бактериями, что позволяет повысить продуктивность последующих культур в севообороте, значительно улучшить почвенное плодородие и снизить затраты энергетических ресурсов. Среди зернобобовых культур люпин характеризуется практически полностью симбиотрофным азотным питанием [1]. Благодаря фиксации атмосферного азота при выращивании люпина снижается технологическая нагрузка на почву, повышается плодородие. Этот вид способен аккумулировать в биомассе, в зависимости от почвенно-климатических условий, от 150 до 300 кг/га симбиотического азота [2, с. 177; 3]. Он считается лучшим предшественником под зерновые и технические культуры. Сам люпин узколистный не предъявляет особых требований к предшественникам, для него пригодны все, за исключением бобовых.

Люпин узколистный – источник высокобелковых кормов. В зависимости от экотипа и почвенно-климатических условий содержание сырого протеина в зерне варьирует от 30,0 до 35,0 %, в сухом веществе зеленой массы – от 16,0 до 20,0 %. Среди зернобобовых культур люпин имеет наименьшее количество веществ,

ингибирующих действие протеолитических ферментов – трипсина и химотрипсина, поэтому переваримость его питательных веществ, особенно белка, достаточно высока. По биологической ценности белок люпина не уступает сое и некоторым кормам животного происхождения, а после термообработки превосходит белок куриного яйца.

В связи с расширением посевов люпина и использованием его для кормовых целей, большое значение приобретает вопрос о содержании в его зерне алкалоидов. Алкалоиды играют важную физиологическую роль в растениях люпина, обуславливая его более высокую устойчивость к засухе и избыточному увлажнению, действию низких температур, вредителям и болезням, повышая адаптивный потенциал культуры. Они благоприятно влияют на фитосанитарное состояние почв. Согласно Международному классификатору рода *Lupinus* L.¹, по содержанию алкалоидов люпин подразделяют на следующие группы: сладкий с содержанием алкалоидов в семенах менее 0,025 %; малоалкалоидный – от 0,025 до 0,10 %; среднеалкалоидный – от 0,10 до 0,30 %; высокоалкалоидный или горький – более 0,30 %. Последняя группа находит своё применение для улучшения почвенного плодородия в качестве сидерата [4]. Первую группу можно использовать в пищевой промышленности. Малоалкалоидные и среднеалкалоидные сорта пригодны для скармливания всем видам животных и птицы. По требованиям

¹Степанова С., Назарова Н., Корнейчук В. Леман Хр., Миколайчик Я. Широкий унифицированный классификатор СЭВ и Международный классификатор СЭВ рода *Lupinus*. Л. Л.: ВИР, 1983. 39 с.

ГОСТ Р 54632 – 2011 люпин кормовой² – зернофураж люпина с содержанием алкалоидов не более 0,10 % относится к первому классу. Он обладает хорошей технологичностью и приспособлен к современным, широко распространённым системам машин. Уникальность люпина заключается в многофункциональности его использования. Это кормовая, сидеральная, а в последние годы и пищевая культура

Наиболее благоприятные условия для получения высокого урожая семян люпина обеспечиваются при среднесуточной температуре 16...17 °С и 200...250 мм осадков в период от всходов до созревания. По сравнению с другими видами люпин узколистый в онтогенезе менее требователен к теплу. Оптимальная температура прорастания семян от +9 до +12 °С (минимальная +2...+4 °С). Всходы люпина выдерживают кратковременные весенние заморозки в фазе семядольных листочков до -3 °С, в фазе 4-6 настоящих листьев – до -7 °С [1]. В условиях изменившегося климата в сторону потепления узколистый люпин стал чувствовать себя недостаточно комфортно в южной зоне Центрального региона из-за высоких температур в критические периоды роста и развития. Превышение необходимой суммы положительных температур в фазы «цветение» и «завязывание бобов» уменьшает количество и степень развития репродуктивных органов. Продвижение посевов этого вида люпина в области с более низкими летними температурами в большей мере соответствует его биологическим требованиям. Северная граница устойчивого семеноводства узколистого люпина проходит по территориям Ленинградской, Вологодской, Кировской и Пермской областей, а выращивание его на зелёный корм и силос возможно в Карелии, Республике Коми, Мурманской области. В холодных континентальных условиях люпин способен удовлетворять потребности современного интенсивного животноводства в концентрированном комплементарном белке и может быть хорошим предшественником для зерновых и других культур [5]. Этому способствуют его скороспелость и толерантность к опасному грибковому заболеванию – антракнозу.

Зелёная масса узколистого люпина отличается повышенным кормовым качеством:

в сухом веществе содержит 16-20 % сырого белка, 50-60 мг/кг каротина, 0,005-0,015 % алкалоидов. Она хорошо поедается всеми видами сельскохозяйственных животных. Приготовленные на её основе силос, сенаж, зерносенаж и другие виды являются ценными высокобелковыми кормами. В 300 ц зелёной массы люпина содержится 50 ц сухого вещества и одна тонна белка, то есть столько, сколько его содержится в 90 ц зерна ячменя или 700 ц зелёной массы кукурузы. В кормлении сельскохозяйственных животных чаще всего применяется зелёная масса не чистых посевов люпина, а различных травосмесей с ним, которые более полноценны по необходимым питательным веществам. Наиболее часто люпин высевают совместно со следующими злаковыми, масличными и бобовыми культурами: овёс, ячмень, яровая пшеница, просо, рапс, пелюшка, вика и другие.³

Люпин узколистый исторически древняя, но в селекционном плане ещё молодая культура. Кормовые сорта с низким уровнем алкалоидов, нерастрескивающимися бобами, относительно устойчивые к грибковым болезням появились лишь в конце XX века. В Российской Федерации селекцией узколистого люпина занимаются, кроме ВНИИ люпина (Брянская обл.), Ленинградский НИИСХ (Белогорка) и Московский НИИСХ (Немчиновка). У каждого учреждения направления селекционной работы в какой-то мере различаются.

Люпин узколистый на данном этапе, как и другие зернобобовые, в частности самая распространённая культура горох, по сравнению с зерновыми сильно подвержены влиянию неблагоприятных факторов вегетационного периода, что ограничивает потенциальный урожай [6].

Для стабильной реализации продуктивного потенциала новые сорта люпина должны обладать широким диапазоном реакции на изменяющиеся экологические факторы. Причём по мере ухудшения почвенно-климатических условий значение экологической устойчивости должно возрастать.

Цель исследований – выявить перспективные сорта и сортообразцы люпина узколистого по урожайности, адаптивности, продолжительности вегетационного периода и биохимическим показателям для возделывания в юго-западной зоне Центрального региона России.

²ГОСТ Р 54632 – 2011. Люпин кормовой. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2013. 11 с.
URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293792/4293792208.pdf>

³Ресурсосберегающие технологии производства зернобобовых культур в Республике Беларусь: рекомендации. Жодино: НПЦ НАН Беларуси по земледелию, 2010. 38 с.

Новизна исследований – агробиологическая оценка сортов и новых сортообразцов люпина узколистного по адаптивности и комплексу полезных хозяйственно-биологических признаков в условиях изменяющегося в сторону потепления климата.

Материал и методы. Исследования проводили на базе Всероссийского НИИ люпина (Брянская область, юго-западная зона Центрального региона России) на дерново-подзолистых суглинистых окультуренных почвах со средним уровнем плодородия (содержание гумуса по Тюрину 2,0-2,5 %, рН_{сол.} 5,0-5,6).

Материалом для исследований служили 6 сортов люпина узколистного, включённых в Государственный реестр сортов РФ, и 4 новых сортообразца селекции ВНИИ люпина, которые изучали в конкурсном сортоиспытании 2019-2021 гг. В качестве стандарта взят сорт Витязь, районированный в шести регионах Российской Федерации. Все оцениваемые в опыте сорта и сортообразцы люпина узколистного относятся к ветвистым индетерминантным формам с разной степенью блокировки бокового ветвления, универсального типа использования при приготовлении кормов для разных видов животных и птицы (зернофураж, силос, сенаж, зерносенаж).

Закладку опытов, визуальные наблюдения и учёт⁴, биохимические анализы проводили по общепринятым в селекционной работе методикам⁵.

В научно-исследовательской работе использовали технологию возделывания люпина узколистного, разработанную во Всероссийском НИИ люпина [7]. Посев проводили рекомендуемой нормой высева (1,2 млн всхожих семян на гектар) с заделкой семян люпина в почву на глубину 2...3 см. Сроки посева – одновременно с посевом яровых зерновых культур. Продолжительность вегетационного периода определена от даты всходов до момента созревания.

Анализ адаптивного потенциала сортов и сортообразцов люпина узколистного по показателю урожайности зерна проводили по методикам [8, 9] с нахождением индекса условий среды и коэффициента адаптивности.

Достоверность результатов исследований по оценке сортов узколистного люпина в конкурсном сортоиспытании проведена методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову⁶.

⁴Степанова С., Назарова Н., Корнейчук В., Леман Хр., Миколайчик Я. Указ. соч.

⁵Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Под общ. ред. М. А. Федина. М.: Би., 1985. 269 с.

⁶Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 263 с.

Результаты и их обсуждение. Различные погодные условия в годы проведения опыта отразились на продуктивности люпина узколистного. В 2019 году в летний период наблюдалась засуха, которая не способствовала полноценному формированию урожая. Последующие 2020 и 2021 годы в первую половину вегетации характеризовались ливневыми дождями и высокотемпературными периодами, которые сильно уплотнили и иссушили почву, в результате образовалась корка. В 2021 году в фазу «цветение» прошёл ураган, который сильно повредил растения. Условия для азотфиксации были крайне неблагоприятными, что отрицательно отразилось на урожайности люпина.

Период созревания люпина узколистного (третья декада июля-первая декада августа) в 2019-2022 гг. был засушливым (ГТК = 0,43...0,82). Под влиянием повышенных температур и недостатка влаги растения люпина сбрасывали листву и усыхали. Происходила биологическая десикация, в результате нарушался нормальный процесс формирования репродуктивных органов. Масса 1000 зёрен снизилась: например, у стандартного сорта Витязь этот показатель при передаче на государственное испытание составил 160 грамм, а его среднее за три года значение в изучаемом опыте – 105 грамм, что отразилось на уровне зерновой продуктивности. Такая же ситуация наблюдалась по всем испытываемым в опыте сортам и сортообразцам.

Основным показателем эффективности производства люпина является урожайность зерна, которая за годы исследований по сортам и сортообразцам люпина в целом по опыту варьировала от 1,51 до 2,73 т/га (табл. 1). В опыте определён индекс условий среды (I_j), который показывает агроклиматическое влияние на реализацию потенциала продуктивности всего набора сортов и сортообразцов в конкретном году. Более благоприятными факторами среды для возделывания люпина узколистного характеризовался 2019 г. ($I_j = 0,25$) по сравнению с 2020 г. ($I_j = -0,08$) и 2021 г. ($I_j = -0,15$). Условия двух последних лет сложились крайне негативными для работы клубеньковых бактерий из-за неблагоприятного агрофизического и водно-воздушного режима почвы, что отрицательно отразилось на зерновой продуктивности люпина.

Таблица 1 – Результаты изучения сортов и сортообразцов люпина узколистного в конкурсном сортоиспытании по урожайности зерна и адаптивности (2019-2021 гг.) /

Table 1 – The results of study of blue lupin varieties and accessions in competitive varietal trial according to grain yield and adaptivity (2019-2021)

Сорт, сортообразец / Variety, accession	Урожайность зерна, т/га / Grain yield, t/ha				Коэффициент адаптивности, % / Adaptivity coefficient, %
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	среднее / average	
Витязь, стандарт / Vityaz, standard	2,15	1,74	1,67	1,85	89
Брянский кормовой / Bryansky kormovoy	2,47	2,18	2,01	2,22	107
Белорозовый 144 / Belorozovy 144	2,17	1,94	1,81	1,97	95
Узколистный 53 / Uzkolistny 53	2,48	2,16	1,97	2,20	106
СН 78-07 / BL 78-07	2,15	1,59	1,82	1,85	89
УСН 53-236 / USN 53-236	2,73	2,15	1,97	2,28	110
СБС 56-15 / SBS 56-15	2,38	1,96	2,18	2,17	104
БСв 51-19 / BSv 51-19	2,35	2,50	2,01	2,29	110
Смена / Smena	2,31	1,95	1,94	2,07	100
Белозёрный 110 / Belozerny 110	2,01	1,51	1,85	1,79	86
Среднесортная урожайность, т/га / The average variety yield, t/ha	2,32	1,97	1,92	2,07	-
Индекс условий среды / The environment conditions index	0,25	-0,10	-0,15	-	-
НСП ₀₅ / LSD ₀₅	0,24	0,14	0,22	-	-

На факторы внешней среды изучаемые сорта реагировали одновременно как одновидовая система. Критерием нормы служит значение среднесортной урожайности, которая по всем годам и сортам в данном опыте равна 2,07 т/га. Перевод абсолютных величин урожайности в проценты позволяет сравнивать поведение сортов в разные годы. По полученному показателю можно судить об адаптивности и продуктивных возможностях сортов. Если урожайность отдельного сорта/сортообразца по отношению к среднесортной урожайности (коэффициент адаптивности) в благоприятных условиях выращивания превышает 100 %, такой сорт/сортообразец относится к потенциально высокопродуктивным. При неблагоприятных условиях в годы с невысокой общей урожайностью есть возможность определить адаптивность сравниваемых сортов и сортообразцов аналогичным способом. В такие годы потенциальная продуктивность реализуется слабо, а адаптивность, наоборот, сильнее и это позволяет более полно оценить изучаемый селекционный материал.

При неблагоприятных условиях среды наибольшей урожайностью зерна, а также

адаптивностью характеризовались сорта Брянский кормовой, Узколистный 53 и сортообразцы БСв 51-19, УСН 53-236, СБС 56-15. Коэффициент адаптивности по перечисленным вариантам опыта варьировал от 104 до 110 %. Максимальными значениями коэффициента адаптивности отличались новые, перспективные в селекционном плане сортообразцы БСв 51-19 и УСН 53-236, созданные за последние 10-12 лет. По урожайности зерна они превысили стандартный сорт Витязь на 0,43-0,44 т/га.

Сорт Белорозовый 144 районирован в 2019 году по всем регионам страны. При его создании селекционная работа была направлена на отбор растений с быстрым темпом начального роста. Посевы быстрорастущих сортов более полно используют весной факторы почвенного плодородия, раньше затевают поверхность почвы, создавая конкуренцию сорным растениям. По высоте растений новый сорт превышает стандарт на 12...15 см, отличается интенсивным начальным ростом и пониженным содержанием кожуры семян [10]. По сравнению со стандартом Витязь сорт Белорозовый 144 имеет небольшое превышение по урожайности зерна.

Среди районированных сортов относительно высоким коэффициентом адаптивности обладал сорт Брянский кормовой, включённый с 2017 года в Государственный реестр селекционных достижений Российской Федерации и допущенный к использованию в сельскохозяйственном производстве во всех регионах страны⁷. Сорт Брянский кормовой относится к универсальному типу использования на зернофураж, зелёный корм, силос. Отличается интенсивным начальным ростом, фаза розетки отсутствует, имеет развитое боковое ветвление, толерантен к грибным болезням, устойчив к полеганию [11, 12]. Сорт по зерновой и зеленоукосной продуктивности превосходит стандарт на 15-20 %, по коэффициенту адаптивности на 18 %.

Сорта люпина узколистного ежегодно испытываются в разных экологических точках. При проведении экологического сортоиспытания наиболее благоприятными для реализации потенциала зерновой продуктивности (4,0-4,5 т/га) сортов люпина, созданных во Всероссийском НИИ люпина, являются почвенно-климатические условия Шатиловской сельскохозяйственной опытной станции (Орловская область), урожайность зерна на уровне 3,0-4,0 т/га была получена в Калининградской области, Республике Мордовия, Красноярском крае. Последние несколько лет люпин узколистный испытывается в Иркутском ГАУ им. А. А. Ежевского [13]. Узколистный люпин является широко распространённой товарной культурой в Австралии, где для нужд животноводства производят массовые закупки кормового зерна страны северного полушария [14].

Современные сорта люпина узколистного селекции Всероссийского НИИ люпина при выращивании их на семена или зернофураж отличаются достаточно коротким вегетационным периодом – на уровне зерновых культур (табл. 2). Они вызревают в регионах с суммой активных температур 1700-1800 °С, поэтому люпин узколистный не без основания называют «северной соей». При выращивании в зелёном конвейере поукосно или пожнивно люпину узколистному достаточно суммы температур 1350-1400 °С. Продолжительность

вегетации представленных в таблице 2 сортов и сортообразцов варьирует в диапазоне 75-92 дня, средний показатель составил 80-89 дней. Календарный срок созревания наступает в конце июля-первой декаде августа.

Кормовые сорта селекции ВНИИ люпина по алкалоидности стабильно входят в малоалкалоидную (0,031-0,063 %) группу (табл. 2). В зависимости от почвенно-климатических условий и генотипических особенностей сорта величина показателя может изменяться. За годы конкурсного сортоиспытания содержание алкалоидов в зерне отдельных сортообразцов варьировало от 0,026 до 0,084 % и ни разу не вышло за пределы малоалкалоидной группы. Этот показатель постоянно контролируется качественными и количественными методами определения. Во Всероссийском НИИ люпина разработаны методические рекомендации по определению количественного содержания алкалоидов в люпине⁸. Стабильностью показателя на низком уровне (0,031-0,039 %) выделились сорта Смена, Узколистный 53 и сортообразец СБС 56-15.

Содержание сырого протеина в зерне представленных в таблице сортов составляет 32,0-33,8 %. Этот показатель, как у всех бобовых, в зависимости от условий выращивания в какой-то мере варьирует. В экологических опытах разных научно-исследовательских учреждений содержание показателя в зерне сортов селекции Всероссийского НИИ люпина достигает 38-39 % [15].

Урожайность зелёной массы изучаемых сортов и сортообразцов люпина узколистного, представленных в таблице 3, варьировала от 21,4 до 37,5 т/га.

Для реализации потенциала зеленоукосной продуктивности более благоприятными сложились 2019 и 2021 годы. Индекс условий среды равен 1,7 и 2,4. Среднесортная урожайность по опыту составила 30,9 т/га. Коэффициент адаптивности более 100 % получен по пяти сортам и сортообразцам. Наибольшей способностью адаптироваться к условиям среды и реализовывать потенциал зеленоукосной продуктивности обладали сорт Брянский кормовой и сортообразец СБС 56-15.

⁷Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. М.: Росинформагротех, 2017. Т.1. 483 с. URL: https://zelenogradsk.com/tfiles/New%20Folder/reestr_2017.pdf

⁸Артюхов А. И., Яговенко Т. В., Афонина Е. В., Трошина Л. В. Количественное определение алкалоидов: методические рекомендации. Брянск, 2012. 15 с.

Таблица 2 – Характеристика сортов и сортообразцов люпина узколистного по продолжительности вегетационного периода и биохимическим показателям зерна /

Table 2 – Characteristics of varieties and accessions of blue lupin according to the duration of vegetation period and biochemical indices of the grain

<i>Сорт, сортообразец / Variety, accession</i>	<i>Вегетационный период, дни / Vegetation period, days</i>				<i>Алкалоиды в зерне, % / Alkaloids in grain, %</i>	<i>Сырой протеин, % / Raw protein, %</i>
	<i>2019 г.</i>	<i>2020 г.</i>	<i>2021 г.</i>	<i>среднее / average</i>		
Витязь, стандарт / Vityaz, standard	75	84	82	80	0,052	33,6
Брянский кормовой / Bryansky kormovoy	77	88	81	82	0,060	32,0
Белорозовый 144 / Belorozovy 144	88	88	90	89	0,050	33,8
Узколистный 53 / Uzkolistny 53	82	90	85	86	0,031	33,8
СН 78-07 / BL 78-07	88	92	80	87	0,063	32,7
УСН 53-236 / USN 53-236	82	90	85	86	0,044	32,6
СБС 56-15 / SBS 56-15	78	88	85	84	0,039	32,6
БСВ 51-19 / BSv 51-19	80	90	83	84	0,043	32,6
Смена / Smena	82	88	85	85	0,039	33,4
Белозёрный 110 / Belozerny 110	78	86	83	82	0,045	32,7

Таблица 3 – Результаты изучения сортов и сортообразцов люпина узколистного по адаптивности и урожайности зелёной массы (2019-2021 гг.) /

Table 3 – The results of study of varieties and accessions of blue lupin according to adaptivity and green mass yield (2019-2021)

<i>Сорт, сортообразец / Variety, accession</i>	<i>Урожайность зелёной массы, т/га / Green mass yield, t/ha</i>				<i>Коэффициент адаптивности, % / Adaptivity coefficient, %</i>
	<i>2019</i>	<i>2020</i>	<i>2021</i>	<i>среднее / average</i>	
Витязь, стандарт / Vityaz, standard	27,4	21,4	32,2	27,0	87
Брянский кормовой / Bryansky kormovoy	36,3	29,5	36,2	34,0	110
Белорозовый 144 / Belorozovy 144	33,4	24,5	35,0	31,0	100
Узколистный 53 / Uzkolistny 53	33,9	26,6	33,5	31,3	101
СН 78-07 / BL 78-07	26,8	31,6	32,6	30,3	98
УСН 53-236 / USN 53-236	35,0	29,0	32,3	32,1	104
СБС 56-15 / SBS 56-15	37,5	26,3	35,3	33,0	107
БСВ 51-19 / BSv 51-19	34,5	29,3	32,3	32,0	104
Смена / Smena	30,3	26,8	33,5	30,2	98
Белозёрный 110 / Belozerny 110	30,5	22,1	30,5	27,7	90
Среднесортная урожайность, т/га / The average variety yield, t/ha	32,6	26,7	33,3	30,9	-
Индекс условий среды / The environment conditions index	1,7	-4,2	2,4	-	-
HCP ₀₅ / LSD ₀₅	4,6	1,7	3,4	-	-

Заключение. В процессе исследований выявлены сорта и сортообразцы люпина узколистного с повышенным уровнем адаптивности (104-110 %). По урожайности зерна выделились новые сортообразцы УСН 53-236 и БСв 51-19, прибавка к сорту-стандарту Витязь составила 0,43-0,44 т/га. Низкое содержание алкалоидов в зерне (0,031 %) имеет сорт Узколистый 53. По продолжительности вегетационного периода изучаемые сорта и сортообразцы вошли в группу раннеспелых.

При реализации потенциала зеленоукосной продуктивности по коэффициенту адаптивности и урожайности в конкурсном сорто-

испытании выделен сорт Брянский кормовой и новые перспективные сортообразцы СБС 56-15, УСН 53-236 и БСв 51-19. Прибавка к стандарту по урожайности зелёной массы равна 5,0-7,0 т/га, коэффициент адаптивности 104-110 %.

По комплексу положительных признаков выделились сорт Брянский кормовой и новые сортообразцы УСН 53-236 и СБС 56-15. Они совмещают в себе повышенную продуктивность с экологической устойчивостью и являются перспективным селекционным материалом при создании новых сортов люпина узколистного.

Список литературы

1. Такунов И. П. Люпин в земледелии России. Брянск: Придесенье, 1996. 372 с.
2. Новиков М. Н., Тужилин В. М., Самохина О. А., Лисятников И. И. Система биологизации земледелия в Нечернозёмной зоне: науч.-практ. рекомендации на примере Владимирской области. М.: Росинформгротех, 2007. 295 с.
3. Яговенко Г. Л., Белоус Н. М., Яговенко Л. Л. Люпин в земледелии Центрального региона России: влияние на агрохимические свойства серой лесной почвы и продуктивность севооборотов. Брянск: БГАУ, 2011. 183 с.
4. Лысенко О. Г. Люпин узколистный (*Lupinus angustifolius* L.) – сидеральная культура. Научные труды по агрономии. 2019;(2):45-50. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41619431>
5. Косолапов В. М., Яговенко Г. Л., Лукашевич М. И., Агеева П. А., Новик Н. В., Мисникова Н. В., Слесарева Т. Н., Такунов И. П., Пимохова Л. И., Яговенко Т. В. Люпин: селекция, возделывание, использование. Брянск: Брянское областное полиграфическое объединение, 2020. 304 с.
6. Пономарева С. В., Селехов В. В. Влияние погодных условий на урожайность и качество сортов гороха. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2017;(1(56)):20-29. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28318038>
7. Такунов И. П., Слесарева Т. Н., Лукашевич М. И., Агеева П. А., Якушева А. С., Руцкая В. И. и др. Инновационный опыт производства кормового люпина. М.: Росинформгротех, 2012. 77 с.
8. Животков Л. А., Морозова З. А., Секатуева Л. И. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю «урожайность». Селекция и семеноводство. 1994;(2):3-7. Режим доступа: <https://istina.msu.ru/publications/article/2314139/>
9. Наумкин В. Н., Наумкина Л. А., Куренская О. Ю., Лукашевич М. И., Агеева П. А. Оценка сортов люпина по урожайности и качеству семян, адаптивности и устойчивости растений к засухе. Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2019;(1(21)):132-141. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37378400>
10. Агеева П. А., Почутина Н. А. Белорозовый 144 – новый сорт кормового узколистного люпина. Зернобобовые и крупяные культуры. 2021;(3(39)):119-124. DOI: <https://doi.org/10.24412/2309-348X-2021-3-119-124>
11. Агеева П. А., Почутина Н. А. Результаты испытания сортов узколистного люпина. Зернобобовые и крупяные культуры. 2018;(3(27)):77-81. DOI: <https://doi.org/10.24411/2309-348X-2018-11037>
12. Лукашевич М. И., Агеева П. А., Новик Н. В., Захарова М. В. Достижения и перспективы селекции люпина. Достижения науки и техники АПК. 2018;32(2):29-32. DOI: <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2018-10207>
13. Иванова Е. И., Хуснидинов Ш. К., Замашиков Р. В., Агеева П. А. Особенности плодообразования люпина узколистного (*Lupinus angustifolius* L.) в условиях Иркутской области. Актуальные вопросы агропромышленного комплекса России и за рубежом: мат-лы Всероссийской науч.-практ. конф., посвящённой 85-летию доктора с.-х. наук Ш. К. Хуснидинова. Иркутск: Иркутский ГАУ им. А. А. Ежовского, 2021. С. 60-66. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47442185&pf=1>
14. Crosbie G. B., Gladstones J. S. Lupin wild types introduced into Western Australia to 1973. Technical Bulletin. 1978. 43 p. URL: https://researchlibrary.agric.wa.gov.au/cgi/viewcontent.cgi?article=1054&context=tech_bull
15. Вишнякова М. А., Бурляева М. О., Семёнова Е. В., Сеферова И. В., Соловьёва А. Е., Шеленга Т. В., Булынецов С. В., Буравцева Т. В., Яньков И. И., Александрова Т. Г., Егорова Г. П. Исходный материал для селекции на качество зерна и зелёной массы в коллекции генетических ресурсов зернобобовых ВИР. Зернобобовые и крупяные культуры. 2014;(2(10)):6-16. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21637250>

References

1. Takunov I. P. *Lyupin v zemledelii Rossii*. [Lupin in agriculture of Russia]. Bryansk: Pridesen'e, 1996. 372 p.
2. Novikov M. N., Tuzhilin V. M., Samokhina O. A., Lisyatnikov I. I. *Sistema biologizatsii zemledeliya v Nechernozemnoy zone: nauch.-prakt. rekomendatsii na primere Vladimirskoy oblasti*. [Biologization system of agriculture in the Non-Chernozem zone: scientific guidance the case of Vladimir region]. Moscow: Rosinformagrotekh, 2007. 295 p.
3. Yagovenko G. L., Belous N. M., Yagovenko L. L. *Lyupin v zemledelii Tsentral'nogo regiona Rossii: vliyaniye na agrokhimicheskie svoystva seroy lesnoy pochvy i produktivnost' sevooborotov*. [Lupin in agriculture of the Central region of Russia: impact of agrochemical characters of the gray forest soil and crop rotation productivity]. Bryansk: BGAU, 2011. 183 p.
4. Lysenko O. G. *Lyupin uzkolistnyy (Lupinus angustifolius L.) – sideral'naya kul'tura*. [Narrow-leaved lupine (*Lupinus angustifolius* L.) – sidereal culture]. *Nauchnye trudy po agronomii* = Research papers on agronomy. 2019;(2):45-50. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41619431>
5. Kosolapov V. M., Yagovenko G. L., Lukashevich M. I., Ageeva P. A., Novik N. V., Misnikova N. V., Slesareva T. N., Takunov I. P., Pimokhova L. I., Yagovenko T. V. *Lyupin: selektsiya, vozdeleyvaniye, ispol'zovaniye*. [Lupin: breeding, cultivation, use]. Bryansk: Bryanskoe oblastnoye poligraficheskoye ob"edineniye, 2020. 304 p.
6. Ponomareva S. V., Selekho V. V. *Vliyaniye pogodnykh usloviy na urozhaynost' i kachestvo sortov gorokha*. [The yield and the quality of pea cultivars depending on weather conditions]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2017;(1(56)):20-29. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28318038>
7. Takunov I. P., Slesareva T. N., Lukashevich M. I., Ageeva P. A., Yakusheva A. S., Rutskeya V. I. et al. *Innovatsionnyy opyt proizvodstva kormovogo lyupina*. [Innovation experience for forage lupin production]. Moscow: Rosinformagrotekh, 2012. 77 p.
8. Zhivotkov L. A., Morozova Z. A., Sekatueva L. I. *Metodika vyyavleniya potentsial'noy produktivnosti i adaptivnosti sortov i selektsionnykh form ozimoy pshenitsy po pokazatelyu «urozhaynost'»*. [Methods for detection of potential productivity and adaptivity of winter wheat varieties and breeding lines for «yield» parameter]. *Selektsiya i semenovodstvo*. 1994;(2):3-7. (In Russ.). URL: <https://istina.msu.ru/publications/article/2314139/>
9. Naumkin V. N., Naumkina L. A., Kurenskaya O. Yu., Lukashevich M. I., Ageeva P. A. *Otsenka sortov lyupina po urozhaynosti i kachestvu semyan, adaptivnosti i ustoychivosti rasteniy k zasukhe*. [Evaluation of lupine varieties for yield and seed quality, adaptability and plant resistance to drought]. *Innovatsii v APK: problemy i perspektivy* = Innovations in Agricultural Complex: problems and perspectives. 2019;(1(21)):132-141. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37378400>
10. Ageeva P. A., Pochutina N. A. *Belorozovyy 144 – novyy sort kormovogo uzkolistnogo lyupina*. [Belorozovyy 144 is a new feed narrow-leaved lupin variety]. *Zernobobovyye i krupyanye kul'tury* = Legumes and Groat Crops. 2021;(3(39)):119-124. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24412/2309-348X-2021-3-119-124>
11. Ageeva P. A., Pochutina N. A. *Rezultaty ispytaniya sortov uzkolistnogo lyupina*. [Results of the narrow-leaved lupin testing]. *Zernobobovyye i krupyanye kul'tury* = Legumes and Groat Crops. 2018;(3(27)):77-81. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/2309-348X-2018-11037>
12. Lukashevich M. I., Ageeva P. A., Novik N. V., Zakharova M. V. *Dostizheniya i perspektivy selektsii lyupina. Dostizheniya nauki i tekhniki APK* = Achievements of Science and Technology of AICis. 2018;32(2):29-32. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2018-10207>
13. Ivanova E. I., Khusnidinov Sh. K., Zamashchikov R. V., Ageeva P. A. *Osobennosti plodoobrazovaniya lyupina uzkolistnogo (Lupinus angustifolius L.) v usloviyakh Irkutskoy oblasti*. [Peculiarities of fruit formation of blue lupin (*Lupinus angustifolius* L.) in Irkutsk region]. *Aktual'nye voprosy agropromyshlennogo kompleksa Rossii i za rubezhom: mat-ly Vserossiyskoy nauch.-prakt. konf., posvyashchennoy 85-letiyu doktora s.-kh. nauk Sh. K. Khusnidinova*. [Current problems of agro-industrial complex in Russia and abroad: Proceedings of All-Russian scientific and practical Conference, dedicated to the 85th anniversary of DSc in Agriculture Sh. K. Husnidinov]. Irkutsk: Irkutskiy GAU im. A. A. Ezhhevskogo, 2021. pp. 60-66. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47442185&pff=1>
14. Crosbie G. B., Gladstones J. S. *Lupin wild types introduced into Western Australia to 1973*. Technical Bulletin. 1978. 43 p. URL: https://researchlibrary.agric.wa.gov.au/cgi/viewcontent.cgi?article=1054&context=tech_bullet
15. Vishnyakova M. A., Burlyaeva M. O., Semenova E. V., Seferova I. V., Solov'eva A. E., Shelenga T. V., Bulyntsev S. V., Buravtseva T. V., Yan'kov I. I., Aleksandrova T. G., Egorova G. P. *Iskhodnyy material dlya selektsii na kachestvo zerna i zelenoy massy v kolleksii geneticheskikh resursov zernobobovykh VIR*. [The starting material for selection for grain quality and green mass in the VIR collection of leguminous genetic resources]. *Zernobobovyye i krupyanye kul'tury* = Legumes and Groat Crops. 2014;(2(10)):6-16 (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21637250>

Сведения об авторах

✉ **Агеева Полина Алексеевна**, кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, руководитель направления селекции узколистного люпина, Всероссийский научно-исследовательский институт люпина – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В. Р. Вильямса», ул. Берёзовая 2, п. Мичуринский, Брянский р-н., Брянская обл., Российская Федерация, 241524, e-mail: lupin_mail@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5928-5168>, e-mail: lupin.labuzkolist@mail.ru

Почутина Наталья Александровна, старший научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт люпина – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В. Р. Вильямса», ул. Берёзовая 2, п. Мичуринский, Брянский р-н., Брянская обл., Российская Федерация, 241524, e-mail: lupin_mail@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8285-4880>

Громова Ольга Михайловна, младший научный сотрудник направления селекции узколистного люпина, Всероссийский научно-исследовательский институт люпина – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В. Р. Вильямса», ул. Берёзовая 2, п. Мичуринский, Брянский р-н., Брянская обл., Российская Федерация, 241524, e-mail: lupin_mail@mail.ru

Зайцева Наталья Михайловна, старший научный сотрудник направления физиологии растений, Всероссийский научно-исследовательский институт люпина – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В. Р. Вильямса», ул. Берёзовая 2, п. Мичуринский, Брянский р-н., Брянская обл., Российская Федерация, 241524, e-mail: lupin_mail@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4952-529X>

Information about the authors

✉ **Praskovya A. Ageeva**, PhD in Agricultural Science, leading researcher, Head of the Department of blue lupin breeding, All-Russian Lupin Scientific Research Institute – branch of the Federal Williams Research Center of Forage Production & Agroecology, Berezovaya str. 2, s. Michurinsky, Bryansk region, Russian Federation, 241524, e-mail: lupin_mail@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5928-5168>, e-mail: lupin.labuzkolist@mail.ru

Natalia A. Potchutina, senior researcher, All-Russian Lupin Scientific Research Institute – branch of the Federal Williams Research Center of Forage Production & Agroecology, Berezovaya str. 2, s. Michurinsky, Bryansk region, Russian Federation, 241524, e-mail: lupin_mail@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8285-4880>

Olga M. Gromova, junior researcher, the Department of blue lupin breeding, All-Russian Lupin Scientific Research Institute – branch of the Federal Williams Research Center of Forage Production & Agroecology, Berezovaya str. 2, s. Michurinsky, Bryansk region, Russian Federation, 241524, e-mail: lupin_mail@mail.ru

Natalia M. Zaytseva, senior researcher, the Department of plant physiology, All-Russian Lupin Scientific Research Institute – branch of the Federal Williams Research Center of Forage Production & Agroecology, Berezovaya str. 2, s. Michurinsky, Bryansk region, Russian Federation, 241524, e-mail: lupin_mail@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4952-529X>

✉ – Для контактов / Corresponding author