

ВЛИЯНИЕ СРОКОВ ПОСЕВА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО В УСЛОВИЯХ КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

В.Л. Бопп, Д.Н. Ступницкий, М.Е. Данилов

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

E-mail: vl_kolesnikova@mail.ru

Для цитирования: Бопп В.Л., Ступницкий В.Л., Данилов М.Е. Влияние сроков посева на продуктивность люпина узколистного в условиях Красноярской лесостепи // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2024. – № 4(73). – С. 21–28. – DOI: 10.31677/2072-6724-2024-73-4-21-28.

Ключевые слова: люпин узколистный, сроки посева, сохранность растений к уборке, урожайность, вклад факторов в урожайность, Красноярская лесостепь.

Реферат. Экспериментальная работа проведена в 2021–2023 гг. с целью изучения влияния сроков посева на продуктивность люпина узколистного в условиях Красноярской лесостепи. В задачи исследований входило определение действия сроков посева люпина узколистного на всхожесть семян и сохранность растений к уборке; изучение влияния сроков посева культуры на урожайность зерна; оценка вклада факторов в формирование урожайности зерна люпина. Схема опыта предусматривала три срока посева люпина: 1-й срок (ранний) – 5 мая; 2-й срок (средний) – 15 мая; 3-й срок (поздний) – 25 мая. Объекты исследований – сорта люпина узколистного селекции ВНИИ люпина Витязь и Белозерный 110. Гидротермический режим вегетационных периодов различался по годам проведения наблюдений: в июне 2021 г., а также в июле и августе 2022 г. растения испытывали недостаток тепла; в 2021 и в 2023 гг. – дефицит влаги. Результаты исследований показали, что полевая всхожесть семян менялась по вариантам эксперимента и зависела от влагообеспеченности почвы на глубине посева, сложившейся в конкретных условиях вегетации. Наилучшая всхожесть семян у сорта Витязь отмечена в ранний срок посева в 2021 и в 2022 гг., в поздний срок посева в 2023 г.; у сорта Белозерный 110 в средний срок посева в 2021 г., в поздний срок посева в 2022 г. и в 2023 г. Сохранность растений к уборке снижалась от первого срока посева к третьему как у сорта Витязь, так и у сорта Белозерный 110. Ранний срок посева люпина обеспечивает наибольшую урожайность зерна культуры. В среднем по годам эксперимента урожайность сорта Витязь при раннем посеве составила 12,4 ц/га, в средний срок посева продуктивность культуры ниже на 12,9 %, в поздний срок ниже на 50,8 %. Аналогичная тенденция наблюдается у сорта Белозерный 110: в 1-й срок посева средняя урожайность составила 12,2 ц/га, во 2-й срок меньше на 11,5 %, в 3-й срок меньше на 44,3 %. Формирование продуктивности люпина находится в значительной зависимости как от сроков посева (вклад фактора – 34,7–47,4 %), так и от условий вегетации (вклад фактора – 39,6–51,9 %).

INFLUENCE OF SOWING TIME ON THE PRODUCTIVITY OF NARROW-LEAFED LUPIN UNDER CONDITIONS OF THE KRASNOYARSK FOREST-STEPPE

V.L. Bopp, D.N. Stupnitsky, M.E. Danilov

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

E-mail: vl_kolesnikova@mail.ru

Keywords: angustifolia lupine, sowing time, preservation of plants for harvesting, productivity, contribution of factors to productivity, Krasnoyarsk forest-steppe.

Abstract. Experimental work was carried out in 2021–2023. in order to study the influence of sowing timing on the productivity of angustifolia lupine in the conditions of the Krasnoyarsk forest-steppe. The objectives of the research included determining the effect of the timing of sowing angustifolia lupine on seed germination and the safety of plants for harvesting; studying the influence of crop sowing timing on grain yield; assessment of the contribution of factors to the formation of lupine grain yield. The experimental design included three dates for sowing lupine: 1st date (early) – May 5; 2nd term (middle) – May 15; 3rd deadline (late) – May 25. The objects of research were narrow-leaved lupine varieties bred by the All-Russian Research Institute of Lupine Vityaz and Belozerny 110. The hydrothermal regime of growing seasons differed according to the years of observation: in June 2021, as well as in July and August 2022, plants experienced a lack of heat; in 2021 and 2023 there will be a moisture deficit. The research results showed that the field germination of seeds varied according to the

experimental variants and depended on the moisture supply of the soil at the sowing depth, which developed under specific growing season conditions. The best seed germination of the Vityaz variety was noted at early sowing dates in 2021 and 2022, and at late sowing dates in 2023; for the Belozerny variety 110 at the average sowing time in 2021, at the late sowing time in 2022 and in 2023. The safety of plants for harvesting decreased from the first sowing period to the third for both the Vityaz variety and the Belozerny 110 variety. Early sowing of lupine provides the highest grain yield of the crop. On average over the years of the experiment, the yield of the Vityaz variety during early sowing was 12.4 c/ha; during the average sowing period, the crop productivity was 12.9% lower, and at the late sowing period it was 50.8 % lower. A similar trend is observed in the variety Belozerny 110: in the 1st sowing period the average yield was 12.2 c/ha, in the 2nd period it was 11.5 % less, in the 3rd period it was 44.3% less. The formation of lupine productivity is significantly dependent on both the timing of sowing (contribution of the factor – 34.7–47.4 %) and on the growing season conditions (contribution of the factor – 39.6–51.9 %).

Люпин узколистный (*Lupinus angustifolius* L.) – ценная зернобобовая культура, демонстрирующая тренд на расширение посевных площадей в сельскохозяйственном производстве страны. Имея непродолжительную историю domestikifikatsii [1], востребованность культуры значительна благодаря селекционным достижениям: получению сортов, сочетающих высокий потенциал продуктивности с адаптационным ресурсом в условиях меняющегося климата, низкой алкалоидностью [2] и относительной устойчивостью к грибковым заболеваниям [3].

Культивар отличается полифункциональностью, используется как кормовое, пищевое и сидеральное растение [4–6], а также как сырье для перерабатывающей промышленности [7]. Широко известно агроэкологическое значение культуры: благодаря симбиотической азотфиксации и фосфатмобилизующей активности, посевы люпина узколистного способствуют сохранению и восстановлению плодородия почв; повышают продуктивность последующих культур в севообороте при снижении затрат энергетических ресурсов [8–10].

В силу биологических особенностей люпина узколистного: холодостойкости и скороспелости [11, 12], а также созданию генотипов с продолжительностью вегетационного периода 85–95 сут, ареал выращивания культуры продвинулся до северных границ устойчивого земледелия [13]. При этом для условий Красноярского края люпин узколистный – новая культура. Внедрение в производство в регионе сдерживается отсутствием исследований элементов технологии его выращивания с учетом местных почвенно-климатических факторов [14].

Один из решающих факторов получения высоких урожаев любой сельскохозяйственной культуры – выбор оптимального срока посева, которым определяются лучшие условия температуры и влажности для роста и развития растений.

Цель исследований – провести оценку влияния сроков посева на продуктивность люпина узколистного в условиях Красноярской лесостепи. Достижение поставленной цели реализовывалось через решение следующих задач: определить действие сроков посева на всхожесть семян и сохранность растений к уборке; изучить влияние сроков посева люпина узколистного на урожайность зерна; оценить вклад факторов в формирование урожайности зерна люпина.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Экспериментальная работа проведена в 2021–2023 гг. на опытном поле УНПК «Борский» Красноярского государственного аграрного университета, которое расположено в Красноярской лесостепи. Почва – чернозем выщелоченный среднесиловый тяжелосуглинистый. Содержание гумуса – 6,9 %, реакция почвенного раствора нейтральная ($pH_{\text{вод}} - 7,0$), обеспеченность подвижным фосфором средняя (175,8 мг/кг), обменным калием – очень высокая (291,0 мг/кг).

В период вегетаций растений метеорологические условия были нестабильны по годам проведения наблюдений. В 2021 г. в мае, июле и августе температура воздуха была выше среднесилового уровня. В основные периоды роста и развития растений люпина, за исключением третьей декады июня, отмечался существенный дефицит влаги. Гидротермический коэффициент за июль, август и сентябрь составил 0,5, 0,8 и 0,4 единицы соответственно. Влагообеспеченность вегетационного сезона 2022 г. на 17,9 % превышала климатическую норму, при этом распределение осадков было неравномерным. В среднем температура воздуха за период «май – сентябрь» выше среднесилового значения на 0,4 °C, однако режим теплообеспеченности был аномальным: средняя температура мая превышала климатическую норму на 4,1 °C; в первой декаде июня

зафиксировано существенное похолодание в ночное время суток, сопровождавшееся заморозками до минус 5 °С; в июле и августе среднемесячная температура была ниже среднееголетних значений на 1,1 и 1,3 °С соответственно; и только в сентябре фактическая температура воздуха соответствовала среднееголетнему показателю. ГТК вегетации превысил климатическую норму на 0,2 единицы при среднееголетнем значении 1,2. Вегетационный сезон 2023 г. был теплый и засушливый в наиболее критические периоды для роста и развития растений люпина. В мае количество выпавших осадков составило 33 мм, что несколько ниже среднееголетнего значения, но достаточно для прорастания семян люпина. Затем установился засушливый период: осадков выпало менее нормы в июне на 28,4 мм (51,3 % от среднееголетнего показателя), в июле – на 21,8 мм (67,3 %), в августе – на 19,7 мм (68,5 %). В сентябре, когда ростовые процессы у люпина прекращены и идет созревание зерна, осадков выпало больше нормы на 42,2 мм, но на продуктивности культуры это не отразилось. За вегетацию ГТК составил 1,1.

Объекты исследований – сорта люпина узколистного селекции ВНИИ люпина – филиала ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии им. В.Р. Вильямса» Витязь и Белозерный 110.

Изучали три срока посева культуры: 1-й срок (ранний) – 5 мая; 2-й срок (средний) – 15 мая; 3-й срок (поздний) – 25 мая. Запасы продуктивной влаги к моменту посева в слое почвы 0–20 см в среднем за период исследований оцениваются как хорошие: в I декаде мая – 47 мм, во II декаде – 43 мм и в III декаде – 40 мм.

Из-за медленного темпа роста надземной части люпина узколистного до фазы бутонизации в ценозе наблюдается высокое конкурентное давление со стороны сорного компонента фитоценоза [15]. Поэтому для защиты культивара от сегетальной растительности были использованы гербициды (фон). До появления всходов люпина применили гербицид почвенного действия *Камелот*, СЭ дозе 4,0 л/га с последующим прикатыванием кольчато-шпоровыми катками; по вегетирующим растениям – гербицид *Пилот*, ВСК в дозе 2,0 л/га.

Учет урожайности зерна выполнен методом прямого обмолота комбайном Sampo Terrion 130 в фазу полной спелости зерна, пересчет урожайности на стандартную чистоту и влажность проведен в соответствии с ГОСТ 11321–89 [16].

Полученные результаты обработаны методом дисперсионного анализа и описательной статистики с использованием программ MS Excel и Snedecor.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Изучение влияния сроков посева на всхожесть семян показало, что ранний срок посева, проведенный в 2021 г., обеспечил появление 95,0 % высеванных семян сорта Витязь и 92,0 % семян сорта Белозерный 110 (рис. 1). Отсутствие продуктивных осадков в первой декаде мая не оказало значительного негативного влияния на полноту всходов культуры, так как на глубине посева влагообеспеченность была достаточно благоприятной за счет имеющихся влагозапасов осенне-зимнего периода.

Всхожесть семян люпина во 2-й срок посева не имела существенных отличий от посева в первой декаде мая. Выпавшие осадки за декаду составили 42,6 % от месячной нормы, что способствовало созданию условий для набухания и прорастания семян. Наиболее низкая всхожесть отмечена в 3-й срок посева: 90,7 % от высеванного посевного материала у сорта Витязь и 89,5 % у сорта Белозерный 110, что объясняется недобором атмосферных осадков третьей декады мая при повышенном температурном фоне, усиливающим испарение влаги из верхнего слоя почвы.

Острозасушливые условия первой и второй декад июня, а также июля и августа при температуре воздуха, превышающей среднееголетние значения, привели к низкой сохранности растений люпина к уборке. При этом отметим, что количество оставшихся растений снижается от первого срока посева к третьему. На делянках, посеянных в третьей декаде мая, к завершению вегетации насчитывалось 48,6 % от взойшедших семян у сорта Витязь, 45,5 % у сорта Белозерный 110.

В 2022 г. в 1-й срок посева у сорта Витязь возшло 93,7 % от высеванных семян, у сорта Белозерный 110 – 96,2 %. Во второй декаде мая полнота всходов ниже, чем в 1-й срок посева; гидротермический режим оказался неблагоприятным для обеспечения прорастания семян: при среднееголетней температуре мая 13,4 °С фактическая средняя температура за декаду составила 16,6 °С при полном отсутствии осадков, что привело к пересыханию верхнего слоя почвы.

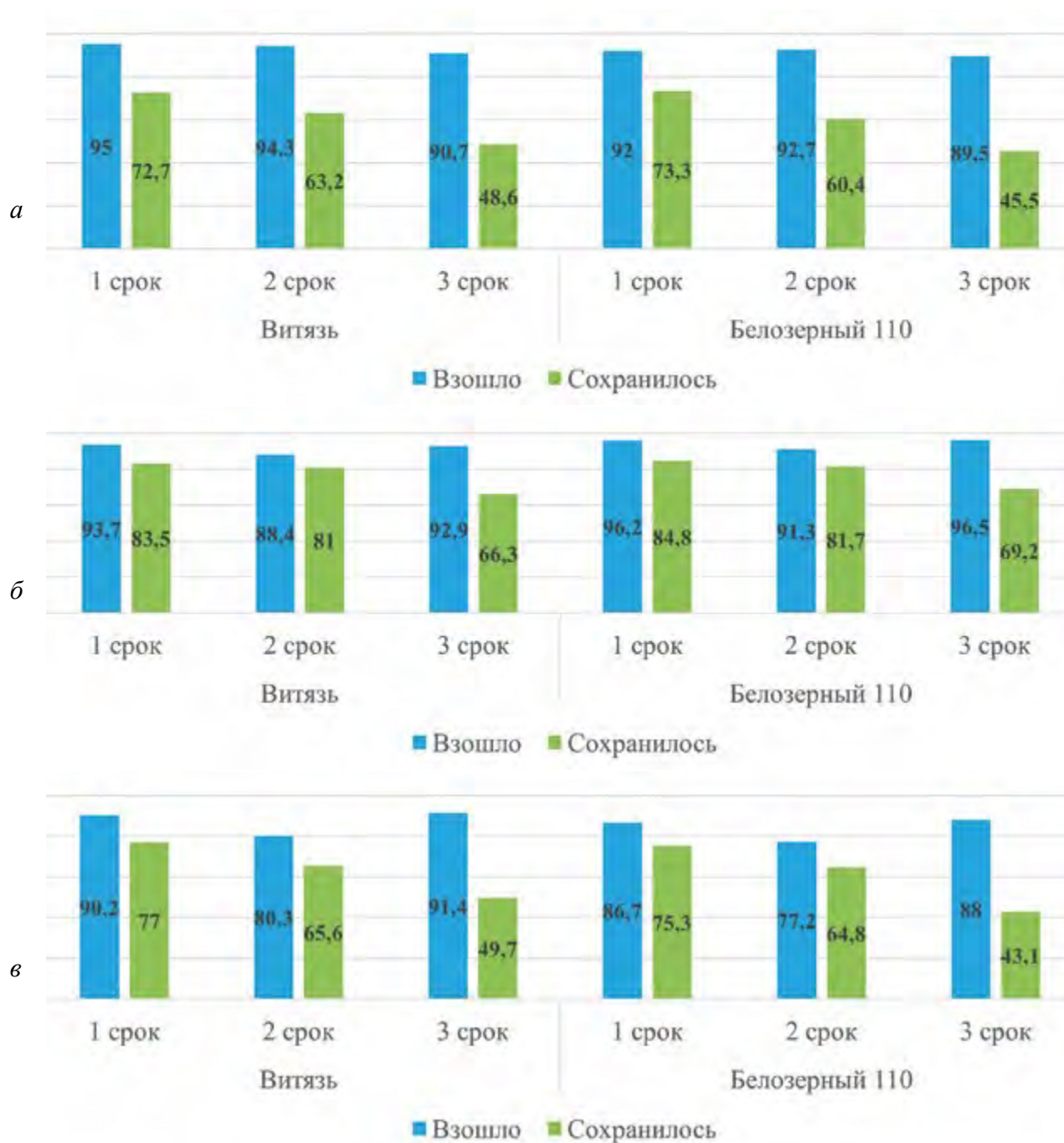


Рис. 1. Влияние сроков посева на всхожесть семян и сохранность растений к уборке, %:

а – 2021 г.; б – 2022 г., в – 2023 г.

Effect of sowing dates on seed germination and plant survival for harvesting, %: а – 2021; б – 2022, с – 2023.

Осадки, выпавшие в третьей декаде мая, способствовали дружному появлению всходов в 3-й срок посева, показатели всхожести практически соответствуют значениям 1-го срока посева у обоих сортов.

Растений к уборке у сорта Витязь 1-го срока посева сохранилось 83,5 %, у сорта Белозерный 110 – 84,8 %. Условия влагообеспеченности веге-

тационного периода, за исключением мая, превосходили климатическую норму и были достаточны для развития культуры, снижая внутривидовую и межвидовую конкурентность с сорным компонентом ценоза за влагу, и способствовали лучшему сохранению растений к уборке. С изменением срока посева от раннего к позднему сохранность растений снижалась.

В 2023 г. у сорта Витязь, посеянного в 1-й срок, всошло 90,2 % от высеванных семян, у сорта Белозерный 110 – 86,7 %. В первой декаде мая выпало всего 4,0 мм осадков, но за счет запасов влаги, накопленных к началу посева, а также конденсации входящих паров при низких температурах почвы, сложившихся в ночное время суток, был обеспечен достаточный уровень увлажнения почвы для появления всходов.

Учет всхожести семян люпина, посеянного во 2-й срок, показал, что отсутствие продуктивных с агрономической точки зрения осадков (за вторую декаду выпало 3,0 мм осадков) привело к снижению их полевой всхожести по сравнению с 1-м сроком посева у сорта Витязь на 9,9 %, у сорта Белозерный 110 – на 9,5 %.

Посев в третьей декаде мая проходил на фоне хорошей влагообеспеченности почвы на глубине посева, выпало 26,0 мм осадков, всхожесть семян была выше предыдущих сроков посева.

Дефицит влаги в мае и установившаяся в июне почвенно-воздушная засуха способствовали снижению сохранности растений к уборке. Меньше всего сохранилось экземпляров люпина при посеве в 3-й срок: у сорта Витязь – 49,7 % от взошедших семян, у сорта Белозерный 110 – 43,1 %.

Состояние развития растений люпина сорта Витязь различных сроков посева на 08.06.2023 продемонстрировано на рис. 2.



Рис. 2. Состояние развития растений люпина сорта Витязь по срокам посева (08.06.2023)

The development status of lupine plants of the Vityaz variety by sowing dates (08.06.2023)

Сроки посева люпина оказали существенное влияние на продуктивность культуры независимо от года исследований. В ранний срок посева формируется максимальная зернопродуктивность культуры: у сорта Витязь от 10,2 ц/га в 2023 г. до 14,6 ц/га в 2022 г., у сорта Белозерный 110 от 9,6 ц/га в 2023 г. до 16,1 ц/га в 2022 г. (таблица). Урожайность зерна во 2-й срок посева несколько ниже, чем в первый; чем менее благоприятный гидротермический режим вегетационного периода, тем более выражены различия в продуктивности между 1-м и 2-м сроками посева. При посеве семян люпина в поздний срок растения растут и развиваются в менее благоприятных

условиях: больше негативное воздействие дефицита влагообеспечения, усиление конкурентных взаимоотношений с сеgetальной растительностью, что приводит к существенному снижению урожайности.

В среднем по годам эксперимента урожайность сорта Витязь при раннем посеве составила 12,4 ц/га, в средний срок посева продуктивность культуры ниже на 12,9 %, в поздний срок ниже на 50,8 %. Аналогичная тенденция наблюдается у сорта Белозерный 110: в 1-й срок посева средняя урожайность составила 12,2 ц/га, во 2-й срок меньше на 11,5 %, в 3-й срок меньше на 44,3 %.

Влияние сроков посева люпина узколистного на урожайность зерна, ц/га
Effect of sowing time of narrow-leaved lupine on grain yield, c/ha

Год (фактор В)	Срок посева (фактор А)							
	Сорт Витязь				Сорт Белозерный 110			
	1-й срок	2-й срок	3-й срок	Среднее	1-й срок	2-й срок	3-й срок	Среднее
2021	12,5	10,1	6,3	9,7	10,9	8,6	7,1	8,9
2022	14,6	14,0	8,4	12,3	16,1	15,0	9,3	13,5
2023	10,2	8,3	3,5	7,4	9,6	8,7	4,0	7,5
Среднее по фактору А	12,4	10,8	6,1		12,2	10,8	6,8	
НСП ₀₅ факторов: А – 1,4; В – 1,4					НСП ₀₅ факторов: А – 1,0; В – 1,0			

Формирование урожайности зерна люпина в значительной степени зависело как от сроков посева, так и от условий вегетационного периода (рис. 3).



Рис. 3. Вклад факторов в формирование урожайности зерна люпина в разные сроки посева (2021–2023 гг.), %: а – сорт Витязь, б – сорт Белозерный 110

Contribution of factors to the formation of lupine grain yield at different sowing dates (2021–2023), %: a – Vityaz variety, b – Belozerny 110 variety

Вклад фактора «срок посева» в формирование зернопродуктивности у сорта Витязь составил 47,4 %, у сорта Белозерный 110 – 34,7 %; влияние фактора «условия вегетации» у сорта Витязь – 39,6 %, у сорта Белозерный 110 – 51,9 %.

ВЫВОДЫ

1. Результативность полноты всходов люпина узколистного зависит от осадков и, соответственно, наличия влаги на глубине посева семян. Сохранность растений к уборке за период прове-

дения исследований снижается от первого срока посева (ранний) к третьему сроку (поздний).

2. Наибольшая урожайность зерна люпина образуется при раннем сроке посева в середине первой декады мая; продуктивность снижается от 1-го срока посева к 3-му сроку.

3. Вклад факторов «срок посева» и «условия вегетации» в формирование урожая зерна люпина значителен и составляет 34,7–47,4 % и 39,6–51,9 % соответственно в зависимости от сорта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Алкалоиды люпина узколистного как фактор, определяющий альтернативные пути использования и селекции культуры* / М.А. Вишнякова, А.В. Кушнарева, Т.В. Шеленга, Г.П. Егорова // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2020. – Т. 24, № 6. – С. 545–556. – DOI: 10.18699/VJ20.656.
2. *Hama J.R., Strobel B.W.* Natural alkaloids from narrow-leaf and yellow lupins transfer to soil and soil solution in agricultural fields // *Environmental Sciences Europe*. – 2020. – № 2. – P. 1–12.
3. *Лысенко О.Г., Лысенко В.Ф., Пасынкова Е.Н.* Сорт люпина узколистного (*Lupinus angustifolius* L.) Меценат // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. – 2022. – № 6. – С. 805–813. – DOI: 10.30766/2072-9081.2022.23.6.805-813.
4. *Asparagine* slows down the breakdown of storage lipid and degradation of autophagic bodies in sugar-starved embryo axes of germinating lupin seeds / S. Borek, E. Paluch-Lubawa, S. Pukacka, M. Pietrowska-Borek, L. Ratajczak // *Journal of Plant Physiology*. – 2017. – Vol. 11. – P. 51–67.
5. *Effects* of replacing soybean meal with raw or extruded blends containing faba bean or lupin seeds on nitrogen metabolism and performance of dairy cows / S. Mendowski, P. Chapoutot, G. Chesneau, A. Ferlay, F. Enjalbert, G. Cantalapiedra-Hijar, A. Germain, and P. Nozière // *Journal of Dairy Science*. – 2019. – Vol. 102, № 6. – P. 130–147.
6. *Люпин: селекция, возделывание, использование* / В.М. Косолапов, Г.Л. Яговенко, М.И. Лукашевич [и др.] // Брянск: Брянское обл. полиграф. объединение, 2020. – 304 с.
7. *The potential* of blue lupins as a protein source, in the diets of laying hens / M.R.F. Leea, S. Parkinsona, H.R. Fleminga, V.J. Theobalda, D.K. Leemansa, T. Burgess // *Veterinary and Animal Science*. – 2016. – № 1. – P. 29–35.
8. *Васильчиков А.Г.* Сравнительная оценка размеров симбиотической азотфиксации зернобобовых культур // *Земледелие*. – 2014. – № 4. – С. 8–11.
9. *Яковлева М.И., Дмитриев В.Л., Мефодьев Г.А.* Влияние зернобобовых культур как предшественников на урожайность и качество картофеля // *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. – 2020. – № 1. – С. 48–51. – DOI: 10.12737/2073-0462-2020-48-51.
10. *Головина Е.В., Беляева Р.В.* Симбиотическая деятельность и формирование урожая люпина узколистного и сои в контрастных погодных условиях // *Земледелие*. – 2022. – № 6. – С. 31–36. – DOI: 10.24412/0044-3913-2022-6-31-36.
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.
12. *Люпин узколистный – результаты изучения сортов и сортообразцов по адаптивности и комплексу хозяйственно-биологических признаков* / П.А. Агеева, Н.А. Почутина, О.М. Громова, Н.М. Зайцева // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. – 2022. – № 2. – С. 211–220. – DOI: 10.30766/2072-9081.2022.23.2.211-220.
13. *Слесарева Т.Н., Лукашевич М.И.* Люпин и некоторые вопросы технологии его возделывания // *Защита и карантин растений*. – 2018. – № 7. – С. 12–16.
14. *Бопп В.Л., Данилов М.Е.* Люпин узколистный: влияние гербицидов и удобрений на продуктивность зеленой массы // *Вестник КрасГАУ*. – 2020. – № 5. – С. 73–79. – DOI: 10.36718/1819-4036-2020-5-73-79.
15. *Слесарева Т.Н., Мисникова Н.В.* Перспективные гербициды для послевсходового применения в посевах люпина узколистного // *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. – 2024. – № 2. – С. 77–85. – DOI: 10.26898/0370-8799-2024-2-9.
16. *ГОСТ 11321–89.* Люпин кормовой. Требования при заготовках и поставках. Издание официальное. – М., 1989 – 19 с.

REFERENCES

1. Vishnyakova M.A., Kushnareva A.V., Shelenga T.V., Egorova G.P., *Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii*, 2020, T. 24, No. 6, pp. 545–556, DOI: 10.18699/VJ20.656. (In Russ.)
2. Hama J.R., Strobel B.W., Natural alkaloids from narrow-leaf and yellow lupins transfer to soil and soil solution in agricultural fields, *Environmental Sciences Europe*, 2020, No. 2, pp. 1–12.
3. Lysenko O.G., Lysenko V.F., Pasyukova E.N., *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*, 2022, No. 6, pp. 805–813, DOI: 10.30766/2072-9081.2022.23.6.805-813. (In Russ.)
4. Borek S., Paluch-Lubawa E., Pukacka S. [et al.], Asparagine slows down the breakdown of storage lipid and degradation of autophagic bodies in sugar-starved embryo axes of germinating lupin seeds, *Journal of Plant Physiology*, 2017, Vol. 11, pp. 51–67.
5. Mendowski S., Chapoutot P., Chesneau G. [et al.], Effects of replacing soybean meal with raw or extruded blends containing faba bean or lupin seeds on nitrogen metabolism and performance of dairy cows, *Journal of Dairy Science*, 2019, Vol. 102, No. 6, pp. 130–147.
6. Kosolapov V.M., Yagovenko G.L., Lukashevich M.I. [et al.], *Lyupin: selekciya, vozdeleyvanie, ispol'zovanie* (Lupine: selection, cultivation, use), Bryansk: Bryanskoe oblastnoe poligraficheskoe ob"edinenie, 2020, 304 p.

7. Leea M.R.F., Parkinsona S., Fleminga H.R. [et al.], The potential of blue lupins as a protein source, in the diets of laying hens, *Veterinary and Animal Science*, 2016, No. 1, pp. 29–35.
8. Vasil'chikov A.G., *Zemledelie*, 2014, No. 4, pp. 8–11. (In Russ.)
9. Yakovleva M.I., Dmitriev V.L., Mefod'ev G.A., *Vestnik Kazanskogo GAU*, 2020, No. 1, pp. 48–51, DOI: 10.12737/2073-0462-2020-48-51. (In Russ.)
10. Golovina E.V., Belyaeva R.V., *Zemledelie*, 2022, No. 6, pp. 31–36. – DOI: 10.24412/0044-3913-2022-6-31-36. (In Russ.)
11. Ageeva P.A., Pochutina N.A., Matyukhina M.V., *Kormoproizvodstvo*, 2020, No. 10, pp. 29–33. (In Russ.)
12. Ageeva P.A., Pochutina N.A., Gromova O.M., Zajceva N.M., *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*, 2022, No. 2, pp. 211–220, DOI: 10.30766/2072-9081.2022.23.2.211-220. (In Russ.)
13. Slesareva T.N., Lukashevich M.I., *Zashchita i karantin rastenij*, 2018, No. 7, pp. 12–16. (In Russ.)
14. Bopp V.L., Danilov M.E., *Vestnik KraSGAU*, 2020, No. 5, pp. 73–79, DOI: 10.36718/1819-4036-2020-5-73-79. (In Russ.)
15. Slesareva T.N., Misnikova N.V., *Sibirskij vestnik sel'skokhozyajstvennoj nauki*, 2024, No. 2, pp. 77–85, DOI: 10.26898/0370-8799-2024-2-9. (In Russ.)
16. *GOST 11321-89. Lyupin kormovoj. Trebovaniya pri zagotovkakh i postavkakh* (Fodder lupine. Requirements for procurement and supply), Izdanie oficial'noe, Moscow, 1989, 19 p.

Информация об авторах:

В.Л. Бопп, кандидат биологических наук, доцент
 Д.Н. Ступницкий, кандидат сельскохозяйственных наук
 М.Е. Данилов, аспирант

Contribution of the authors:

V.L. Bopp, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor
 D.N. Stupnitsky, Candidate of Agricultural Sciences
 M.E. Danilov, graduate student

Вклад авторов:

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
 Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.