

КОРМОПРОИЗВОДСТВО: ПОЛЕВОЕ И ЛУГОВОЕ / FODDER PRODUCTION: FIELD AND MEADOW

<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2023.24.2.267-275>

УДК 633.367.2:631.559:631.529(470.342)



Оценка сортов люпина узколистного по урожайности и адаптивности в условиях Кировской области

© 2023. А. П. Кислицына , Ф. А. Попов, Е. В. Светлакова, А. Ю. Софронова
ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», г. Киров, Российская Федерация

В статье представлены результаты сравнительного изучения зерновой продуктивности 7 сортов люпина узколистного (*Lupinus angustifolius* L.) селекции Всероссийского НИИ люпина в условиях Кировской области на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве. Установлено, что урожайность семян сортов люпина узколистного в зависимости от погодных условий различалась по годам возделывания (2020-2022 гг.) в 1,5-2,0 раза. В среднем за 3 года наиболее урожайными были сорта Брянский кормовой и Сидерат 46 – 287 и 281 г/м² соответственно. Даже в крайне неблагоприятном для люпина узколистного 2022 году (при индексе условий среды, равном -62) эти сорта существенно превосходили по урожайности контроль (сорт Витязь – 135,8 г/м²) на 72,9 и 61,1 %. Коэффициент адаптивности сортов Сидерат 46, Смена, Узколистный 53, Брянский кормовой – более 100 %. Элементы структуры продуктивности люпина узколистного (количество бобов на растении, число зёрен в бобе и масса 1000 семян) зависели от гидротермических условий вегетационного периода. В благоприятных условиях увеличивалось количество бобов на растении и крупность семян. Наиболее стабильный показатель – озёрненность боба. Средняя продолжительность вегетационного периода у сортов люпина составляла 84...91 сутки, в жаркую и сухую погоду 2022 года созревание наступало на 5...7 суток раньше среднепогодных сроков. Более продолжительным периодом вегетации отмечен у сортов с сильно выраженным боковым ветвлением: Брянский кормовой, Узколистный 53 и Витязь. Содержание сырого протеина в семенах люпина в благоприятный по гидротермическим условиям год достигало 30,8...36,5 %, в неблагоприятные годы – снижалось на 20-45 % в зависимости от сорта.

Ключевые слова: фазы вегетации, сухое вещество, масса 1000 семян, структура урожая, скороспелость, сырой протеин

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого» (тема № 1021060407720-0).

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

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Кислицына А. П., Попов Ф. А., Светлакова Е. В., Софронова А. Ю. Оценка сортов люпина узколистного по урожайности и адаптивности в условиях Кировской области. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2023;24(2):267-275. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2023.24.2.267-275>

Поступила: 25.01.2023

Принята к публикации: 13.03.2022

Опубликована онлайн: 25.04.2023

The assessment of blue lupine varieties according to productivity and adaptability in the conditions of Kirov region

© 2023. Antonida P. Kislitsyna , Fyodor A. Popov, Elena V. Svetlakova, Angelina Yu. Sofronova

Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Kirov, Russian Federation

The article provides the results of the comparative study of grain productivity of 7 blue lupine (*Lupinus angustifolius* L.) varieties bred by the All-Russian Scientific Research Institute of Lupine in the conditions of Kirov region on sod-podzolic light loamy soil. It has been established that the yield of the seeds of blue lupine varied 1.5-2 times over the years of cultivation (2000-2022) depending on the weather conditions. Over 3 years on the average the varieties Bryansky kormovoy and Siderat were the most productive, 46-287 and 281 g/m², respectively. Even in extremely unfavorable for blue lupine 2022 (by environment condition index of 62) these varieties significantly exceeded the control (Vitayz – 135.8 g/m²) in yield, by 72.9 and 61.1 %. The coefficient of adaptability of the varieties Siderat 46, Smena, Uzkolistny 53, Bryansky kormovoy was over 100 %. The productivity structure elements of blue lupine, namely: the number of beans per plant, the number of grains per bean and mass of 1000 seeds depended on hydrothermal conditions of the growing period. Under favorable conditions the number of beans per plant and the size of seeds increased. The number of grains per bean was the most stable indicator. The average duration of the growing period of lupine varieties was 84-91 days. In hot and dry weather of 2022 the ripening began 5-7 days earlier than long-time average annual periods. The varieties with highly developed side branching had a longer

growing period – Bryansky kormovoy, Uzkolistny 53 and. Vitayz. During the year favorable by hydrothermal conditions the raw protein content in lupine seeds was 30.8–36.5 %. In unfavorable years it decreased by 20–45 % depending on the variety.

Keywords: *phases of vegetation, dry matter, mass of 1000 seeds, yield structure, early ripening, raw protein*

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 Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky (theme No. 1021060407720-0).

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

Conflict of interest: the authors stated that there was no conflict of interest.

For citation: Kislitsyna A. P., Popov F. A., Svetlakova E. V., Sofronova A. Y. The assessment of blue lupine varieties according to productivity and adaptability in the conditions of Kirov region. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2023;24(2):267–275. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2023.24.2.267-275>

Received: 25.01.2023

Accepted for publication: 13.03.2023

Published online: 25.04.2023

Одной из важнейших проблем современного сельскохозяйственного производства Северо-Восточного региона европейской части России, в том числе и Кировской области, по-прежнему остаётся дефицит растительного белка. Для решения этого вопроса необходимо расширение площадей высокобелковых зерновых бобовых культур, а также их ассортимента. В связи с этим большой интерес представляет люпин узколистый (*Lupinus angustifolius* L.), который имеет короткий вегетационный период (80...110 дней), не требователен к плодородию почвы, характеризуется высоким содержанием белка [1, 2]. По содержанию сырого протеина люпин выгодно отличается от других бобовых и злаковых кормовых культур. В одном килограмме его семян протеина в три раза больше, чем в зерне злаковых культур и в полтора раза больше, чем у гороха. В зависимости от экотипа и почвенно-климатических условий содержание сырого протеина в зерне варьирует от 30,0 до 38,0 % в сухом веществе, в зеленой массе – от 16,0 до 20,0 % [1, 2, 3]. Белок люпина отличается высоким качеством, сбалансирован по аминокислотному составу, обладает хорошей усвояемостью, так как в нем нет таких антипитательных веществ, как ингибиторы трипсина и химотрипсина. Современные сорта малоалкалоидны [3, 4]. Кроме кормовых достоинств, люпин обладает высокой азотфиксирующей способностью и характеризуется практически полным симбиотрофным азотным питанием. В зависимости от почвенно-климатических условий люпин способен аккумулировать в биомассе от 150 до 300 кг/га симбиотического азота и усваивать из труднодоступных слоев почвы фосфор и калий [2, 4, 5]. В результате его способности формировать эффективный симбиоз с клубеньковыми бактериями культура люпина представляет интерес как фактор биологической интенсификации продуктивности растениеводства, способствует

повышению плодородия почвы и продуктивности последующих культур в севообороте, что позволяет снижать затраты энергетических ресурсов [6, 7, 8]. Ценность культуры заключается в многофункциональности её использования. Люпин может использоваться как кормовая, сидеральная и пищевая культура [3, 9].

При благоприятных почвенно-климатических условиях люпин способен формировать урожайность семян на уровне 3–4 т/га.

Однако урожайность семян люпина не устойчива, что сдерживает расширение его посевов. Главной причиной является высокая чувствительность к изменениям гидротермических условий выращивания [8, 10]. Для стабильной урожайности зерна необходимы среднесуточные температуры воздуха 15–17 °С, сумма осадков в период «всходы-созревание» не менее 200–250 мм. Устойчивое семеноводство люпина узколистного возможно в регионах с суммой активных температур за вегетационный период 1600...1800 °С [4, 10].

Современные сорта узколистного люпина имеют довольно высокий потенциал продуктивности и благодаря скороспелости их можно выращивать в различных регионах Российской Федерации, в том числе и в районах с коротким вегетационным периодом [2, 4, 11]. Продуктивный потенциал сортов может быть успешно реализован, когда они обладают широким диапазоном реакции на изменяющиеся экологические факторы. При этом с ухудшением почвенно-климатических условий значение экологической устойчивости должно возрастать [4, 12, 13]. Эффективность люпиносеяния в конкретных условиях выращивания во многом будет зависеть от сортового ассортимента [12, 14].

В связи с вышеизложенным, выявление наиболее адаптивных сортов к почвенно-климатическим условиям Кировской области, несомненно, является актуальной темой исследований.

Цель исследования – выявить наиболее перспективные по урожайности, адаптивному потенциалу, продолжительности вегетационного периода, содержанию сырого протеина сорта люпина узколистного в условиях центральной зоны Кировской области.

Новизна исследований заключается в агробиологической оценке сортов люпина узколистного, возделываемого на кислых дерново-подзолистых почвах, по адаптивности и комплексу хозяйственно-биологических признаков в зависимости от погодных условий.

Материал и методы. Исследования проводили в 2020-2022 гг. в ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока. Объекты исследования – сорта люпина узколистного селекции Всероссийского НИИ люпина: универсального назначения (Смена, Белозерный 110, Брянский кормовой, Витязь, Узколистный 53), зернового (Надежда) и сидерального (Сидерат 46). За контроль принят сорт Витязь, районированный по Волго-Вятскому региону в 2011 году.

Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая с невысоким содержанием гумуса (1,29 %), среднекислой реакцией почвенного раствора ($pH_{\text{сол.}}$ 4,3-4,7), повышенной обеспеченностью подвижным фосфором (131,3 мг/кг) и средней обменным калием (107,5 мг/кг).

Площадь учётной делянки 1,5 м², размещение делянок рендомизированное. Предшественник – чистый пар. Под предпосевную культивацию вносили минеральные удобрения: 1 ц/га аммиачной селитры (34 % д. в.), 1 ц/га двойного суперфосфата (42 % д. в.), 1 ц/га хлористого калия 56 % д. в.). Семена перед посевом обрабатывали препаратом симбиотических клубеньковых бактерий *Rhizobium lupine*, произведенным на кафедре ботаники и микробиологии Вятского ГАТУ. Посев узкорядный, проведён вручную в первой пятидневке второй декады мая. Норма высева семян для сортов ветвистого морфотипа – 1,3 млн всхожих зерен на гектар, 2 млн – для сорта Надежда колосовидного морфотипа.

При закладке опытов и проведении исследований руководствовались методикой полевого опыта с кормовыми культурами¹.

Определение и анализ адаптивного потенциала сортов по показателю «урожайность зерна» проводили по методике Л. А. Животкова с соавт.² В данной методике за критерий для сравнения берётся общая видовая адаптивная реакция культуры на конкретные условия вегетации, представленная значениями среднесортовой урожайности. Полученная величина (индекс условий года) является показателем нормы реакции определённой совокупности сортов на факторы внешней среды в каждом конкретном году. Реакцию сорта можно определить при сравнении его урожайности со среднесортовой. При анализе продуктивного и адаптивного потенциалов сортов по варьированию их урожайности используется понятие среднесортовая урожайность года, которая принимается за 100 % (критерий нормы). Затем рассчитывается отношение урожайности каждого из испытываемых сортов к среднесортовой и определяется коэффициент адаптивности. Перевод абсолютных величин урожайности в проценты позволяет сравнить поведение сортов в разные годы. По этому показателю можно судить об адаптивности и продуктивных возможностях сортов люпина [9, 10].

Лабораторные исследования проведены в аналитической лаборатории ФАНЦ Северо-Востока с использованием общепринятых методик. Полученные данные обрабатывали методами дисперсионного и корреляционного анализов по Б. А. Доспехову³ с использованием пакета программ AGROS, версия 2.07.

Результаты и их обсуждение. Метеоусловия в годы исследований резко различались по температурному режиму, количеству осадков и их распределению в течение летнего периода, что позволило оценить реакцию сортов на погодные условия.

2020 год отличался тёплой и влажной погодой в мае, сухими и влажными периодами в летние месяцы, недостаточным температурным режимом в июне и августе. Особенно неблагоприятные условия для растений люпина наблюдались в межфазный период «бутонизация-цветение» (ГТК этого периода составил 0,62).

¹Методические указания по проведению опытов с кормовыми культурами. М., 1997. 156 с.

²Животков 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):3-6. URL: <https://istina.msu.ru/publications/article/2314139/>

³Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

В 2021 году сумма эффективных температур превышала климатическую норму более чем на 200 °С и достигла к моменту уборки люпина 1580,5 °С. В мае превышение показателей среднемесячной температуры составило 3,8 °С, в июне – 3,4 °С, в июле – 0,6 °С, в августе – 3,6 °С. Сумма осадков за период вегетации люпина составила 251 мм (табл. 1), ГТК вегетационного периода – 1,14.

вило 3,8 °С, в июне – 3,4 °С, в июле – 0,6 °С, в августе – 3,6 °С. Сумма осадков за период вегетации люпина составила 251 мм (табл. 1), ГТК вегетационного периода – 1,14.

Таблица 1 – Метеоусловия в период проведения опыта (метеостанция г. Киров) /

Table 1 – Weather conditions during the experiment (meteorological station, Kirov)

Месяц / Month	Осадки, мм / Precipitation, mm				Средняя температура воздуха, °С / Average air temperature, °C				Сумма эффективных температур выше 5 °С / Sum of effective temperatures >5 °C		
	2020 г.	2021 г.	2022 г.	среднее многолетнее / long-term average annual	2020 г.	2021 г.	2022 г.	среднее многолетнее / long-term average annual	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Май / May	89	57	53	54	12,1	15,0	8,5	11,2	226,5	320,4	143,9
Июнь / June	40	63	117	79	15,3	19,9	16,0	16,5	535,0	767,3	454,4
Июль / July	100	94	54	76	20,6	19,2	19,9	18,6	1016,0	1207,2	938,9
Август / August	61	37	18	77	15,1	18,8	20,0	15,2	1327,9	1634,8	1402,1

Вегетационный период 2022 года отличался крайне контрастными метеорологическими условиями. Май был на 2,7 °С холоднее обычного. Июнь – умеренно тёплый, осадков выпало 148 % от климатической нормы, и они имели ливневый характер, что привело к уплотнению почвы и оказало негативное воздействие на азотфиксирующую способность люпина узколистного. Июль характеризовался как засушливый (ГТК = 0,87). В течение августа наблюдалась аномально жаркая погода и атмосферная засуха (ГТК = 0,29). За период «май-август» выпало 242 мм осадков.

В зависимости от погодных условий года изменялась продолжительность вегетационного периода люпина узколистного, различия по годам у сортов составляли от 5 до 11 суток (табл. 2). В засушливых условиях ускорялись процессы созревания, и вегетационный период люпина узколистного сокращался. Самый короткий отмечен в 2022 году (81-86 день), все сорта достигали полной спелости с разницей от 1 до 5 суток, в 2020 году – от 6 до 10, в 2021 году – от 2 до 8 суток.

Таблица 2 – Продолжительность вегетационного периода сортов люпина узколистного, сутки /

Table 2 – The duration of the vegetation period of blue lupine varieties, days

Сорт / Variety	2020 г.	2021 г.	2022 г.	Среднее/ Average
Витязь (контроль) / Vityaz (control)	97	92	86	91
Смена / Smena	97	88	81	89
Сидерат 46 / Siderate 46	87	85	81	84
Белозерный 110 / Belozerny 110	93	90	85	86
Брянский кормовой / Bryansky kormovoy	97	91	86	91
Надежда / Nadezhda	88	84	81	84
Узколистный 53 / Uzkolistny 53	97	92	86	91

Таким образом, продолжительность вегетационного периода изучаемых сортов люпина узколистного была соизмерима с поздними сортами яровых зерновых культур. В среднем за три года она составила от 84 до 91 суток.

Более скороспелыми отмечены сорта Надежда и Сидерат 46, которые созревали на 7 суток раньше контроля, Брянский кормовой, Узколистный 53 – одновременно с контрольным сортом Витязь.

Особенно наглядно действие повышенных температур на развитие люпина узколистного проявилось в 2022 году. В условиях засухи у люпина снижалась интенсивность бокового ветвления, что обуславливало меньшее накопление вегетативной массы, большая часть бобов и семян формировалась на центральной кисти. Также в этих условиях встречались растения с бобами без семян (усохшие бобы), так как не все семяпочки развились в полноценные семена.

Недостаток влаги и высокие температуры способствовали сбрасыванию листьев растениями в период формирования семян и усыханию растений, что привело к резкому снижению урожайности и белковости семян.

Урожайность семян была очень низкой – от 123 до 235 г/м² (табл. 3). Сильнее всего среагировали на неблагоприятные условия сорта люпина Витязь и Надежда, которые имели самую низкую урожайность (136 и 123 г/м²).

*Таблица 3 – Урожайность семян сортов люпина узколистного по годам исследований, г/м² /
Table 3 – Productivity of blue lupine seeds by the years of the research, g/m²*

<i>Coptm / Variety</i>	<i>2020 г.</i>	<i>2021 г.</i>	<i>2022 г.</i>	<i>Среднее / Average</i>	<i>Коэффициент адаптивности, % / Adaptivity coefficient, %</i>
Витязь (контроль) / Vityaz (control)	188	302	136	209	88,7
Смена / Smena	208	333	167	236	100,4
Сидерат 46 / Siderate 46	229	379	235	281	119,5
Белозерный 110 / Belozerny 110	183	375	160	239	101,8
Брянский кормовой / Bryansky kormovoy	230	413	219	287	122,2
Надежда / Nadezhda	138	175	123	145	61,8
Узколистный 53 / Uzkolistny 53	190	384	172	249	105,7
Среднесортная урожайность / The average variety yield	195	337	173	235	-
HCP ₀₅ / LSD ₀₅	40,6	93,4	58,7	64,5	-
Индекс условий года (I _j) / The season conditions index	-40	102	-62	-	-

Как отмечают [14, 15], люпин узколистный, как и другие зернобобовые культуры, по сравнению с зерновыми сильнее подвержен влиянию неблагоприятных факторов, что ограничивает его потенциальный урожай и обуславливает нестабильность урожайности бобовых. Особенно важны для них погодные условия в начальный период вегетации и в период «бутонизация-формирование семян», при этом неблагоприятен как недостаток осадков, так и их избыток. Превышение необходимой суммы положительных температур в эти фазы также уменьшает количество и степень развития репродуктивных органов.

По данным Головиной и Беляевой [16], в неблагоприятных погодных условиях (неравномерное распределение осадков, перепады температуры, избыточная влажность и недостаток тепла) симбиотическая деятельность люпина снижается в среднем на 60 %, урожайность надземной массы – на 50 %, семян – на 54 %.

Максимальную урожайность семян получили в 2021 году, который был наиболее благоприятным для реализации потенциала

зерновой продуктивности всех изучаемых сортов люпина узколистного.

Определение индекса условий года (табл. 3), который оценивает агроклиматическое влияние на реализацию потенциала продуктивности всего набора сортов в конкретном году [10], подтвердило, что этот показатель (I_j = 102) характеризует 2021 г. как более благоприятный по сравнению с 2020 г. (I_j = -40) и 2022 г. (I_j = -62).

По зерновой продуктивности за годы исследований сорт Брянский кормовой и Сидерат 46 достоверно превосходили контроль (сорт Витязь) и среднесортную урожайность.

Важным показателем генетической характеристики сортов, который определяет потенциал их продуктивности в различных условиях внешней среды, является экологическая пластичность. Для количественного выражения экологической пластичности чаще всего используется определение коэффициента адаптивности, и если он превышает 100 %, то такой сорт считается потенциально продуктивным.

Анализ адаптивного потенциала сортов люпина по показателю «урожайность» выявил, что сорта Брянский кормовой и Сидерат 46 имели наиболее высокий коэффициент адаптивности – 122,2 и 119,5 % соответственно, сорта Узколистный 53, Белозерный 110 и Смена – более 100 %, что свидетельствует об их экологической пластичности и потенциальной продуктивности.

Неоднородность погодных условий вегетации отразилась на показателях структуры зерновой продуктивности люпина. При жаркой и сухой погоде в период цветения количество продуктивных бобов на растениях резко снижалось. Особенно низким этот показатель отмечен в 2022 году (табл. 4).

**Таблица 4 – Структура зерновой продуктивности сортов люпина узколистного /
Table 4 – Grain productivity structure of blue lupine varieties**

<i>Copt / Variety</i>	<i>Продуктивных бобов, шт/растение / Productive beans, pcs/plants</i>				<i>Число семян в бобе, шт. (среднее за 3 года) / Number of seeds per bean, pcs. (average for 3 years)</i>
	<i>2020 г.</i>	<i>2021 г.</i>	<i>2022 г.</i>	<i>среднее / average</i>	
Витязь (контроль) / Vityaz (control)	3,7	7,5	2,4	4,5	2,9
Смена / Smena	3,3	5,0	2,9	3,7	3,5
Сидерат 46 / Siderate 46	3,6	6,0	3,8	4,5	3,7
Белозерный 110 / Belozerny 110	4,0	6,7	2,5	4,4	3,3
Брянский кормовой / Bryansky kormovoy	4,3	9,0	2,9	5,4	3,0
Надежда / Nadezhda	3,9	3,4	1,7	3,0	2,4
Узколистный 53 / Uzkolistny 53	3,5	4,9	2,3	3,6	3,4
Среднее / Average	3,8	6,0	2,6	4,2	3,2

Количество семян в плоде в более благоприятный 2021 год у всех сортов люпина получено меньше. В зависимости от сорта, в среднем за годы исследований, в бобе сформировалось от 2,4 до 3,7 штук. Лучшая озёрность боба отмечена у сортов люпина

узколистного Смена, Сидерат 46 (табл. 4), число семян в бобе ежегодно превышало среднесортные показатели.

Масса 1000 семян у всех сортов люпина также варьировала по годам изучения (табл. 5).

**Таблица 5 – Масса 1000 семян сортов люпина узколистного по годам исследований, г /
Table 5 – Mass of 1000 seeds of blue lupine varieties by the years of the research, g**

<i>Copt / Variety</i>	<i>2020 г.</i>	<i>2021 г.</i>	<i>2022 г.</i>	<i>Среднее/ Average</i>
Витязь (контроль) / Vityaz (control)	100,0	161,1	109,8	123,6
Смена / Smena	94,7	162,7	112,2	123,2
Сидерат 46 / Siderate 46	95,0	126,0	95,8	109,3
Белозерный 110 / Belozerny 110	90,5	158,0	95,9	114,8
Брянский кормовой / Bryansky kormovoy	125,0	169,5	142,6	145,7
Надежда / Nadezhda	87,0	136,6	108,4	111,5
Узколистный 53 / Uzkolistny 53	95,0	158,0	105,5	112,2
Среднее / Average	98,2	153,1	110,0	120,0

Более крупными и выполненными получены семена в 2021 году при большем количестве плодов на растении, но меньшем числе в бобе.

Особенно мелкие семена сформировались у всех сортов люпина узколистного в 2020 году, когда после жаркой и сухой погоды в фазу

«цветение» образование зерна проходило в условиях дождливой погоды, а созревание при прохладной и сухой погоде августа.

Расчеты показали, что при одинаковом числе растений семенная продуктивность изучаемых сортов люпина на 57 % была обуслов-

лена крупностью семян ($r^2 = 0,57$) и на 67 % – числом бобов на одном растении ($r^2 = 0,67$).

Содержание сырого протеина в семенах люпина, как и урожайность, зависело от по-

годных условий вегетации (табл. 6). Лучшие показатели белковости у всех сортов люпина получены в более благоприятных условиях 2021 года.

Таблица 6 – Содержание сырого протеина в семенах сортов люпина узколистного, % / Table 6 – The content of raw protein in the seeds of blue lupine varieties, %

<i>Cорт/ Variety</i>	<i>2020 г.</i>	<i>2021 г.</i>	<i>2022 г.</i>	<i>Среднее/ Average</i>
Витязь (контроль) / Vityaz (control)	22,09	33,93	25,11	27,04
Смена / Smena	20,88	36,54	20,14	25,85
Сидерат 46 / Siderate 46	18,88	31,58	23,11	24,52
Белозерный 110 / Belozerny 110	20,40	30,89	22,57	24,62
Брянский кормовой / Bryansky kormovoy	21,75	31,88	25,86	26,50
Надежда / Nadezhda	21,78	35,27	23,83	26,96
Узколистный 53 / Uzkolistny 53	18,59	32,75	24,34	25,22
Среднее / Average	20,48	33,00	23,50	25,60

Очень низкое содержание белка в семенах люпина в 2020 году возможно связано с израс-танием растений при тёплой и дождливой погоде в третьей декаде июля и первой пяти-дневке августа (ГТК = 3,2). Вероятно, избыток дождей в этот период вызвал перераспреде-ление потоков пластических веществ, большая часть которых идёт на поддержание функцио-нирования фотосинтетического аппарата расте-ний, но не на синтез белковых веществ^{4, 5}.

Как отмечают Л. Л. Яговенко с соавт. [8], складывающиеся гидротермические условия в период налива зерна (июль) очень суще-ственны, и избыточное увлажнение в это время приводит к снижению белковости семян почти на 20 % относительно лет с сухим июлем. В наших условиях снижение содержания сырого протеина в зерне относительно благо-приятного года, в зависимости от сорта, дости-гало 20-45 %. В среднем за 3 года высокое содержание сырого протеина отмечено у сортов Витязь (27,04 %), Надежда (26,96 %) и Брянский кормовой (26,50 %).

Максимальный сбор сырого протеина в среднем за три года обеспечил сорт Брянский кормовой – 76,05 г/м².

Закключение. Таким образом, урожай-ность семян всех изучаемых сортов люпина

узколистного была нестабильной, и разли-чалась по годам в 1,5-2,0 раза. Ежегодно более продуктивными отмечены сорта Брянский кормовой универсального использования и Сидерат 46 сидерального назначения, в среднем за три года урожайность семян составила 287 и 281 г/м² соответственно. Эти сорта обладали более высоким уровнем адаптивности (122,2 и 119,5 %) к почвенно-климатическим условиям региона.

Содержание сырого протеина в семенах люпина узколистного зависело от погодных условий вегетационного периода, при благо-приятных гидротермических условиях содер-жание достигало 30,89...36,54 %, в неблаго-приятных снижалось на 20-45 %. В среднем за 3 года более высокое содержание сырого протеина отмечено у сортов Витязь (27,04 %), Надежда (26,96 %) и Брянский кормовой (26,50%). Максимальный сбор сырого протеина в среднем за три года обеспечил сорт Брянский кормовой – 76,05 г/м².

Средняя продолжительность вегетаци-онного периода у изучаемых сортов люпина соизмерима с продолжительностью вегетации яровых зерновых культур и составила, в зави-симости от сорта, в среднем за три года 84...91 сутки.

⁴Химия и биохимия растений. Пер. с англ. К. С. Спектрова: под. ред. М. Н. Запрометова. М.: Агропромиздат, 1986. 386 с.

⁵Овчаров К.Е. Физиология формирования и прорастания семян. М.: Колос, 1976. 255 с.

Список литературы

1. Такунов И. П., Слесарёва Т. Н., Лукашевич М. И., Агеева П. А., Якушева А. С., Рущкая В. И., Пимохова Л. И., Деркачев И. П., Мисникова Н. В., Новиков М. Н. Инновационный опыт производства кормового люпина. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2012. 80 с.
2. Косолапов В. М., Фицев А. И., Гаганов А. П., Мамаева М. В. Горох, люпин, вика, бобы: оценка и использование в кормлении сельскохозяйственных животных. М.: Угрешская типография, 2009. 374 с.
3. Ведерникова Г. А., Коломейченко В. В. Кормовые достоинства и энергетическая оценка сортов люпина узколистного. Кормопроизводство. 2003;(6):31-32.
4. Косолапов В. М., Яговенко Г. Л., Лукашевич М. И., Агеева П. А., Новик Н. В., Мисникова Н. В., Слесарева Т. Н., Исаева Е. И., Пимохова Л. И., Яговенко Т. В., Такунов И. П. Люпин – селекция, возделывание, использование. Брянск: Брянское областное полиграфическое объединение, 2020. 304 с.
5. Дебелый Г. А. Зернобобовые культуры в Нечернозёмной зоне РФ. М.: Немчиновка НИИСХ ЦРНЗ, 2009. 260 с.
6. 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. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30556443> EDN: ZSRIKB
7. Исаева Е. И., Артюхов А. И. Разноротационные севообороты с люпином и соей и их эффективность в полевом кормопроизводстве. Кормопроизводство. 2012;(5):8-10.
8. Яговенко Л. Л., Мисникова Н. В., Яговенко Г. Л. Зависимость между метеоусловиями вегетационного периода и количеством и качеством урожая семян узколистного люпина в севооборотах. Кормопроизводство. 2012;(5):13-16.
9. Агеева П. А., Матюхин М. В., Почутин Н. А., Громова О. М. Результаты оценки сортов люпина узколистного по хозяйственно ценным признакам и адаптивности в условиях Брянской области. Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2021;(5):15-17. DOI: <https://doi.org/10.30850/vrsn/2021/5/15-17> EDN: GWBRGL
10. Наумкин В. Н., Наумкин 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):132-141. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37378400> EDN: XSUNBX
11. Агеева П. А., Почутин 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> EDN: UJDUNL
12. Наумкин В. Н., Наумкина Л. А., Мещарев О. Д., Артюхов А. И., Лукашевич М. И., Агеева П. А. Результаты оценки образцов люпина в условиях Центрально-Чернозёмного региона. Кормопроизводство. 2011;(6):24-25.
13. Лукашевич М. И., Агеева П. А., Новик Н. В., Захарова М. В. Достижения и перспективы селекции люпина. Достижения науки и техники в АПК. 2018;32(2):29-32. DOI: <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2018-10207> EDN: YVJHAE
14. Агеева П. А., Почутин Н. А., Матюхина М. В. Люпин узколистный – источник ценных питательных веществ для использования в кормопроизводстве. Кормопроизводство. 2020;(10):29-32. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44576992> EDN: NBXRDL
15. Гатаулина Г. Г., Заренкова Н. В., Никитина С. С. Сорта сои северного экотипа: как погода влияет на рост, формирование урожая и его вариабельность. Кормопроизводство. 2019;(7):34-40. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39244825> EDN: KVHXOP
16. Головина Е. В., Беляева Р. В. Симбиотическая деятельность и формирование урожая люпина узколистного и сои в контрастных погодных условиях. Земледелие. 2022;(6):31-36. DOI: <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2022-6-31-36> EDN: IMJLCL

References

1. Takunov I. P., Slesareva T. N., Lukashevich M. I., Ageeva P. A., Yakusheva A. S., Rutskaia V. I., Pimokhova L. I., Derkachev I. P., Misnikova N. V., Novikov M. N. Innovative experience in the production of feed lupine. Moscow: FGBNU «Rosinformagrotekh», 2012. 80 p.
2. Kosolapov V. M., Fitsev A. I., Gaganov A. P., Mamaeva M. V. Peas, lupin, vetch, beans: evaluation and use in feeding farm animals. Moscow: Ugreshskaia tipografiya, 2009. 373 p.
3. Vedernikova G. A., Kolomeychenko V. V. Fodder advantages and energy evaluation of varieties of blue lupine. Kormoproizvodstvo = Forage Production. 2003;(6):31-32. (In Russ.).
4. Kosolapov V. M., Yagovenko G. L., Lukashevich M. I., Ageeva P. A., Novik N. V., Misnikova N. V., Slesareva T. N., Isaeva E. I., Pimokhova L. I., Yagovenko T. V., Takunov I. P. Lupin – breeding, cultivation, use. Bryansk: Bryanskoe oblastnoe poligraficheskoe ob"edinenie, 2020. 304 p.
5. Debelyy G. A. Leguminous crops in the Non-Chernozem zone of the Russian Federation. Moscow: Nemchinovka NIISKh TsRNZ, 2009. 260 p.
6. Yagovenko G. L., Belous N. M., Yagovenko L. L. Lupin in agriculture of the Central region of Russia: influence on agrochemical properties of gray forest soil and crop rotation productivity. Bryansk: BGAU, 2011. 183 p. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30556443>
7. Isaeva E. I., Artyukhov A. I. Variable crop rotations with lupine and soybean and their efficiency in field fodder production. Kormoproizvodstvo = Forage Production. 2012;(5):8-10. (In Russ.).

8. Yagovenko L. L., Misnikova N. V., Yagovenko G. L. Dependence between meteorological conditions of vegetation period and narrow-leaved lupine seed yield quantity and quality in crop rotations. *Kormoproizvodstvo* = Forage Production. 2012;(5):13-16. (In Russ.).
9. Ageeva P. A., Matyukhin M. V., Pochutina N. A., Gromova O. M. The results of narrow leaved lupine varieties evaluating for economically valuable traits and adaptability to the Bryansk region conditions. *Vestnik Rossiyskoy sel'skokhozyaystvennoy nauki* = Vestnik of the Russian agricultural science. 2021;(5):15-17. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30850/vrsn/2021/5/15-17>
10. Naumkin V. N., Naumkin L. A., Kurenskaya O. Yu., Lukashevich M. I., Ageeva P. A. 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):132-141. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37378400>
11. Ageeva P. A., Pochutina 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 commercialbiological 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>
12. Naumkin V. N., Naumkina L. A., Meshcharekov O. D., Artyukhov A. I., Lukashevich M. I., Ageeva P. A. Evaluation results of lupin samples under conditions of Central Chernozem region. *Kormoproizvodstvo* = Forage Production. 2011;(6):24-25. (In Russ.).
13. Lukashevich M. I., Ageeva P. A., Novak N. V., Zakharova M. V. Achievements and prospects of lupine breeding. *Dostizheniya nauki i tekhniki v 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>
14. Ageeva P. A., Pochutina N. A., Matyukhina M. V. Blue lupine - source of valuable nutrients in forage production. *Kormoproizvodstvo* = Forage Production. 2020;(10):29-32. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44576992>
15. Gataulina G. G., Zarenkova N. V., Nikitina S. S. Northern soybean varieties: climate effect on growth, development and yield. *Kormoproizvodstvo* = Forage Production. 2019;(7):34-40. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39244825>
16. Golovina E. V., Belyaeva R. V. Symbiotic activity and crop formation in blue lupine and soybeans under contrasting weather conditions. *Zemledele. 2022*;(6):31-36. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2022-6-31-36>

Сведения об авторах

✉ **Кислицына Антонида Павловна**, кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник лаборатории агрохимии и кормопроизводства, ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», ул. Ленина, д. 166а, г. Киров, Российская Федерация, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7474-7359>, e-mail: zemledele_niish@mail.ru

Попов Фёдор Александрович, кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник, заведующий лабораторией агрохимии и кормопроизводства, ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», д. 166а, ул. Ленина, г. Киров, Российская Федерация, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9801-3453>

Светлакова Елена Вячеславовна, младший научный сотрудник лаборатории агрохимии и кормопроизводства, ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», д. 166а, ул. Ленина, г. Киров, Российская Федерация, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4904-697X>

Софронова Ангелина Юрьевна, младший научный сотрудник лаборатории земледелия, ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», д. 166а, ул. Ленина, г. Киров, Российская Федерация, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4904-697X>

Information about the authors

✉ **Antonida P. Kislitsyna**, PhD in Agricultural Science, senior researcher, the Laboratory of Agrochemistry and Fodder Production, Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Lenin str, 166a, Kirov, Russian Federation, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7474-7359>, e-mail: zemledele_niish@mail.ru

Fyodor A. Popov, PhD in Agricultural Science, senior researcher, Head of the Laboratory of Agrochemistry and Fodder Production, Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Lenin str., 166a, Kirov, Russian Federation, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9801-3453>

Elena V. Svetlakova, junior researcher, the Laboratory of Agrochemistry and Fodder Production, Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Lenin str., 166 a, Kirov, Russian Federation, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4904-697X>

Angelina Yu. Sofronova, junior researcher, the Laboratory of Agriculture, Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Lenin str., 166 a, Kirov, Russian Federation, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7153-7970>

✉ – Для контактов / Corresponding author