

УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО СЕМЯН НОВЫХ СОРТОВ И ЛИНИЙ ЛЮПИНА БЕЛОГО В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОГО РЕГИОНА

А. С. Блинник¹, аспирант, преподаватель кафедры растениеводства, селекции и овощеводства, aleks.blinnik@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-5995-7155;

М. И. Лукашевич³, доктор сельскохозяйственных наук, руководитель направления селекции белого люпина, lupin_mail@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-9814-1642;

А. Г. Демидова², кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры экологии и природопользования, ya.demidova-anya@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-5995-9310;

О. Ю. Артемова¹, кандидат сельскохозяйственных наук, преподаватель кафедры растениеводства, селекции и овощеводства, kuren.olya@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0001-5620-078X;

В. Н. Наумкин¹, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры растениеводства, селекции и овощеводства, naumkin47@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-0319-2584;

Л. А. Наумкина¹, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры растениеводства, селекции и овощеводства, naumkin47@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-0319-2584

¹ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет им. В. Я. Горина», 308503 Белгородская обл., Белгородский р-он, п. Майский, Вавилова, 1;

²ФГАОУ «Северо-Кавказский Федеральный университет», 356241, г. Ставрополь, пр-кт Кулакова, 16;

³ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт люпина», 241524, г. Брянск, пос. Мичуринский, ул. Березовая, 2

Исследования по изучению образцов люпина белого зернофуражного направления селекции ВНИИ люпина проводили в течение трех лет (2019–2021 гг.) на полях коллекционного питомника кафедры растениеводства, селекции и овощеводства Белгородского государственного аграрного университета им. В. Я. Горина. Для изучения взяли 4 сорта и 26 линий, стандартом в опыте являлся сорт Мичуринский. По урожайности семян во все годы исследований большинство сортов и линий значительно превысили стандарт. В среднем за 3 года наиболее урожайными являлись линии СН 17-14, СН 54-08 и СН 12-13, которые обеспечили прибавку по сравнению со стандартом в интервале 43–48 %. Прибавка урожайности от 34 до 39 % получена у линий: СН 816-09, СН 1735-10, СН 35-13 и СН 77-17. У сортов Пилигрим и Алы парус, а также четырех линий: СН 18-13, СН 15-13, СН 55-14, СН 138-16 превышение относительно стандарта составило 21–26 %. Сорт Тимирязевский и линии СН 1397-10, СН 78-16 и СН 25-11 превзошли стандарт на 13–18 %. В то же время самыми низкоурожайными, значительно уступающими стандарту являлись линии СН 76-16 и СН 1022-09. Расчет коэффициента адаптивности показал, что сорта и линии, обеспечившие высокую и стабильную по годам урожайность семян, являются и высокоадаптивными к засушливым условиям региона, так как этот коэффициент превысил у них 100 %. Содержание протеина в семенах в среднем за 3 года колебалось от 29,55 до 36,45 % при 32,27 % у стандарта. Его содержание превысило 35,0 % у 7 линий и сорта Пилигрим. Содержание жира в семенах сортов и линий люпина белого в среднем за 3 года колебалось от 10,00 до 11,54 %. Большинство сортов и линий в опыте по содержанию алкалоидов в семенах относятся к группе малоалкалоидных (до 0,099 %) и кормовых среднеалкалоидных (до 0,299 %).

Ключевые слова: люпин белый, сорта, линии, урожайность семян, стрессоустойчивость, компенсаторная способность, протеин, жир.

Для цитирования: Блинник А. С., Лукашевич М. И., Демидова А. Г., Артемова О. Ю., Наумкин В. Н., Наумкина Л. А. Урожайность и качество семян новых сортов и линий люпина белого в условиях Центрально-Черноземного региона // Зерновое хозяйство России. 2022. Т. 14, № 5. С. 20–25. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-82-5-20-25.



PRODUCTIVITY AND SEED QUALITY OF THE NEW WHITE LUPINE VARIETIES AND LINES IN THE CENTRAL BLACK EARTH REGION

A. S. Blinnik¹, post graduate, lecturer of the department of plant production, breeding and olericulture, aleks.blinnik@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-5995-7155;

M. I. Lukashevich³, Doctor of Agricultural Sciences, head of white lupine breeding, lupin_mail@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-9814-1642;

A. G. Demidova², Candidate of Agricultural Sciences, associate professor of the department of ecology and nature management, ya.demidova-anya@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-5995-9310;

O. Yu. Artemova¹, Candidate of Agricultural Sciences, lecturer of the department of plant production, breeding and olericulture, kuren.olya@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0001-5620-078X;

V. N. Naumkin¹, Doctor of Agricultural Sciences, professor of the department of plant production, breeding and olericulture, naumkin47@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-0319-2584;

L. A. Naumkina¹, Doctor of Agricultural Sciences, professor of the department of plant production, breeding and olericulture, naumkin47@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-0319-2584

¹FSBEI HE "Belgorodsk State Agricultural University named after V.Ya. Gorin",

308503 Belgorodsk region, belgorodsk district, v. of Maysky, Vavilov Str., 1;

²FSOEE "North-Caucasus federal university",

356241, Stavropol, Kulakov prospect, 16;

³FSBSI "All-Russian Research Institute of Lupine",

241524, Bryansk, v. of Michurinsky, Berezovaya Str., 2

The study of white lupine samples of grain-forage direction developed by the All-Russian Research Institute of Lupine were carried out for three years (2019–2021) on the fields of the collection farm of the of the department of plant production, breeding and olericulture of the Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin. There have been studied 4 varieties and 26 lines, the variety 'Michurinsky' was the standard in the trial. According to the seed productivity in all years of study, most varieties and lines significantly exceeded the standard. On average for 3 years, the most productive lines were 'SN 17-14', 'SN 54-08' and 'SN 12-13', which increase ranged from 43 to 48 % in comparison with the standard variety. Productivity increase from 34 to 39 % was given by the lines 'SN 816-09', 'SN 1735-10', 'SN 35-13' and 'SN 77-17'. The increase of the varieties 'Pilgrim' and 'Aliy parus' and four lines 'SN 18-13', 'SN 15-13', 'SN 55-14', 'SN 138-16' varied from 21 to 26 % compared to the standard. The variety 'Timiryazevsky' and lines 'SN 1397-10', 'SN 78-16' and 'SN 25-11' exceeded the standard on 13–18 %. At the same time, the lines 'SN 76-16' and 'SN 1022-09' produced the lowest yields, significantly inferior to the standard. The calculation of the adaptability coefficient has shown that the varieties and lines that provided high and stable seed productivity over the years are also highly adaptive to the arid conditions of the region, since this coefficient has exceeded 100 %. The protein percentge in seeds on average for 3 years ranged from 29.55 to 36.45 % with 32.27 % for the standard. Its percentage exceeded 35.0 % among 7 lines and the variety 'Pilgrim'. The oil content in seeds of the white lupine varieties and lines on average for 3 years ranged from 10.00 to 11.54 %. Most varieties and lines in the trial according to the content of alkaloids in seeds belong to the group of low alkaloids (up to 0.099 %) and medium alkaloids (up to 0.299 %).

Keywords: white lupine, varieties, lines, seed productivity, stress resistance, compensatory ability, protein, oil.

Введение. В связи с возрастающей потребностью животноводства в дешевых высокобелковых кормах большее внимание уделяют возделыванию зернобобовых культур, которые являются основными источниками растительного белка. Наряду с соей, продолжает расширяться ареал возделывания другой высокобелковой культуры – люпина белого, более требовательного по сравнению с иными видами люпина к плодородию почвы и более засухоустойчивого (Annicchiarico et al., 2014; Гатаулина и др., 2021; Наумкин и др., 2021).

В условиях юго-западной части Центрально-Черноземного региона люпин белый является перспективной, высококорентабельной кормовой культурой, в наибольшей степени приспособленной к почвенно-климатическим условиям данного региона. Это высокоурожайная, высокобелковая культура, в его семенах содержится 35–40 % белка и 9–12 % масла, кроме того, в отличие от сои и других зернобобовых культур, его семена содержат значительно меньше ингибиторов протеаз, и поэтому не требуется их термическая обработка. По биологической ценности белок люпина не уступает сое. Культура отличается многоцелевым использованием, однако одним из ограничивающих факторов его более широкого внедрения в производство является содержание в семенах вредных веществ алкалоидов, способных в больших количествах вызвать отравления животных, и поэтому снижающих его кормовую ценность. В соответствии с их содержанием люпины подразделяют на безалкалоидные, или сладкие, малоалкалоидные, кормовые среднеалкалоидные и горькие с высоким их содержанием, которые используют в качестве сидератов. Поэтому необходимо соблюдать установленные нормативы по их содержанию при использовании на корм. Гидробаротермическая обработка

семян люпина повышает их питательную ценность и переваримость и способствует инактивации антипитательных веществ (Наумкин и др., 2019; Косолапов и др., 2020; Блинник и др., 2021).

Кроме того, благодаря своим биологическим особенностям, в частности высокой азотфиксирующей способности, возрастает роль этой культуры при переходе на почвозащитные, ресурсосберегающие технологии, так как повышается плодородие почвы и улучшается экологическая обстановка (Athar et al., 2021; Гатаулина и др., 2021).

Целью нашего исследования являлось выявление новых сортов и образцов люпина белого, отличающихся высокой и стабильной по годам урожайностью семян и хорошими качественными показателями, наиболее адаптивных к условиям Центрально-Черноземного региона.

Материалы и методы исследований.

Объектом исследования являлись сорта и линии люпина белого *Lupinus albus* L. зернофуражного направления, полученные из ВНИИ люпина. В опыте изучали 4 сорта и 26 линий люпина белого, в качестве стандарта использовали сорт Мичуринский. Исследования по изучению образцов растений люпина белого проводили в 2019–2021 гг. в полевых опытах на коллекционном питомнике кафедры растениеводства, селекции и овощеводства Белгородского ГАУ им. В. Я. Горина.

Почва опытного участка – чернозем типичный среднесуглинистый с высоким содержанием гумуса, легкогидролизуемого азота и подвижного калия.

При закладке мелкоделяночного опыта соблюдали существующие методические рекомендации, учетные деланки площадью 1,0 м² размещали систематическим методом, повторность шестикратная.

В качестве предшественника использовали яровую пшеницу. Культуру сеяли в оптимальные агротехнические сроки с соблюдением традиционной технологии возделывания.

Для проведения учетов и наблюдений в опыте применяли существующие методики и методы: методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами ВНИИ кормов (1997), методику Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1989), метод Животкова Л. А. и др. (1994) для расчета коэффициента адаптивности, метод дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову (2014) – для статистической обработки полученных результатов.

Результаты и их обсуждение. На формирование урожайности семян сортов и линий люпина белого в вегетационные периоды трех последних лет (2019–2021) значительное влияние оказали сложившиеся погодные условия,

различающиеся как по количеству выпадающих осадков, так и по температурному режиму. В то же время во все эти годы осадки распределялись крайне неравномерно по месяцам и декадам, при этом наблюдался их дефицит в критический по влаге период цветения и налива семян, а температура воздуха была на уровне средней многолетней нормы и превышала ее. Неоднородные погодные условия в годы проведения исследований позволили выявить новые сорта и линии люпина белого наиболее стрессоустойчивые и экологически пластичные, способные формировать высокую и стабильную по годам урожайность. Колебания их урожайности обусловлены неоднозначной специфической реакцией конкретного сорта на изменяющиеся погодные условия. Однако можно отметить, что во все годы исследований большинство сортов и линий значительно превысили по этому показателю сорт-стандарт (табл.).

Урожайность семян сортов и линий люпина белого (2019–2021 гг.)
Productivity of white lupine seeds and lines (2019–2021)

Сорт, линия	Урожайность семян, г/м ²			средняя	± к контролю	
	2019 г.	2020 г.	2021 г.		г/м ²	%
Мичуринский, st	316	274	293	294	–	–
Пилигрим	360	368	339	356	+62	+21
Дега	300	298	312	303	+9	+3
Тимирязевский	340	332	320	331	+36	+13
СН 76-16	260	252	234	249	–46	–15
СН 1022-09	254	232	216	234	–60	–20
СН 1397-10	364	327	307	333	+38	+13
СН 51-11	350	300	282	311	+16	+6
СН 8-12	300	346	322	323	+28	+10
СН 15-15	358	290	270	306	+12	+4
СН 39-15	302	285	265	284	–10	–3
СН 40-15	360	289	269	306	+12	+4
СН 78-16	414	310	291	338	+44	+15
СН 18-13	430	352	327	370	+75	+26
СН 15-13	402	348	324	358	+64	+22
СН 55-14	423	334	311	356	+62	+21
СН 71-16	303	321	302	309	+14	+5
СН 816-09	462	372	346	393	+99	+34
СН 12-13	524	407	370	434	+139	+48
СН 1735-10	466	373	343	394	+100	+34
СН 54-08	526	392	357	425	+131	+45
СН 20-13	437	262	246	315	+21	+7
СН 35-13	400	432	393	408	+114	+39
СН 138-16	386	372	342	367	+72	+25
СН 77-17	451	384	353	396	+102	+35
СН 10-16	296	260	244	267	–28	–9
Алый парус (ПР-18)	420	337	327	361	+67	+23
СН 25-11	392	340	313	348	+54	+18
СН 2-17	339	330	307	325	+31	+11
СН 17-14	473	412	375	420	+126	+43
НСР ₀₅	23,4	21,0	17,5	–	–	–

Наибольшая урожайность семян в среднем по сортам и линиям за последние 3 года отмечена в 2019 г., наименьшая – в 2021 году. Максимальные значения урожайности в 2019 г. – 524 и 526 г/м² получены у линий СН 12-13 и СН 54-08, они превысили стандарт на 208 и 210 г/м², или на 40 %. Урожайность свыше 450 г/м² сформировали линии СН 816-09, СН 1735-10, СН 77-17 и СН 17-14 и обеспечили прибавку по сравнению со стандартом 30–33 %. Самыми низкоурожайными в опыте, которые значительно уступили стандарту – на 56 и 62 г/м², являлись линии СН 76-16 и СН 1022-09.

В 2020 г. наибольшее превышение урожайности по сравнению со стандартом, которое составило 33–37 %, обеспечили линии СН 12-13, СН 35-13 и СН 17-14, они сформировали 407, 432 и 412 ц/га соответственно. В условиях этого года урожайность превысила 350 ц/га у сорта Пилигрим и шести линий: СН 18-13, СН 816-09, СН 1735-10, СН 54-08, СН 138-16, СН 77-17. В целом достоверно превысили стандарт 4 сорта и 18 линий. Существенное снижение урожайности по сравнению со стандартом, так же как и в предыдущем году, отмечено у линий СН 76-16 и СН 1022-09.

Наибольшая урожайность семян в опыте в 2021 г. составила 393 ц/га у СН 35-13, что на 100 г/м², или на 34 %, выше, чем у стандарта. Этот показатель превысил 350 г/м² у линий СН 12-13, СН 54-08, СН 77-17 и СН 17-14, которые обеспечили прибавку урожайности по сравнению со стандартом в пределах 60–82 г/м² (20–28 %). Существенно уступали по этому показателю стандарту, как и в предыдущие годы, СН 76-16 и СН 1022-09, а также еще 4 линии: СН 39-15, СН 40-15, СН 20-13, СН 10-16.

Таким образом, в среднем за 3 года наибольшую прибавку урожайности по сравнению со стандартом, от 43 до 48 %, обеспечили линии СН 17-14, СН 54-08 и СН 12-13. Превышение по сравнению со стандартом от 34 до 39 % получено у линий СН 816-09, СН 1735-10, СН 35-13 и СН 77-17. Прибавку от 21 до 26 % получили у сортов Пилигрим и Алый парус, а также 4 линий: СН 18-13, СН 15-13, СН 55-14, СН 138-16.

Важной генетически обусловленной характеристикой сортов, в сильной степени определяющей реализацию их потенциала продуктивности в различных условиях внешней среды, является экологическая пластичность. Она особенно актуальна в регионах со значительным колебанием метеорологических условий по годам.

Одним из показателей, применяемых для количественного выражения экологической пластичности, является коэффициент адаптивности, при этом если он превышает 100 %, то такой сорт считается потенциально высокопродуктивным.

Наибольшими коэффициентами адаптивности в опыте в среднем за 3 года, находящимися в интервале от 120,9 до 126,8 %, отличаются линии СН 35-13, СН 17-14, СН 54-08, СН 12-13, показавшие себя как наиболее урожайные.

Этот показатель находился на уровне 115,2–116,2 % у линий СН 816-09, СН 1735-10

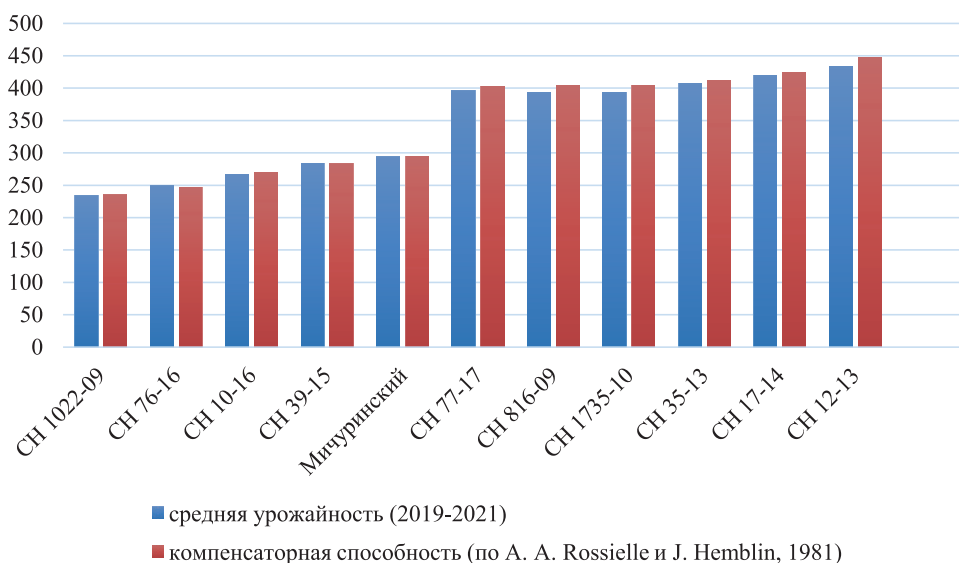
и СН 77-17. Коэффициент адаптивности превысил 100 % у сортов Пилигрим и Алый парус, а также 5 линий: СН 18-13, СН 15-13, СН 55-14, СН 138-16, СН 25-11. Наименьшим этот показатель был у линий СН 1022-09, СН 76-16 и СН 10-16 и варьировал от 68,9 до 78,4 %, что на 17,9 и 8,4 % меньше, чем у стандарта.

Предпочтение следует отдавать сортам с высокой стрессоустойчивостью, особенно в отношении часто повторяющихся в данном регионе засух и суховеев в весенне-летний период, снижающих урожайность культуры. Важным показателем, характеризующим экологическую пластичность сорта, является его стрессоустойчивость, которую определяют по разности между минимальным и максимальным значениями урожайности за исследуемый период.

Установлено, что наиболее высокой стрессоустойчивостью в опыте, а значит, и более широким диапазоном приспособительных возможностей, характеризовались три сорта: Дега, Тимирязевский, Пилигрим и две линии – СН 71-16 и СН 76-16.

Одной из адаптивных характеристик сорта, показывающей, насколько генотип соответствует условиям среды, является его компенсаторная способность, которая отражает среднее значение урожайности в контрастных (стрессовых и нестрессовых) условиях и характеризует его генетическую гибкость (А. А. Rossielle и J. Hemblin, 1981).

Этот показатель тесно коррелирует со средним значением урожайности сортов и линий за исследуемый период, а следовательно, с увеличением урожайности повышалась и компенсаторная способность. Подавляющее большинство сортов и линий превысили стандарт по этому показателю, и только 4 линии – СН 76-16, СН 1022-09, СН 39-15 и СН 10-16 – уступали стандарту (рисунок).



Компенсаторная способность сортов и линий (2019–2021)
Compensatory ability of varieties and lines (2019–2021)

Основными показателями качества семян люпина белого, определяющими его кормовую и пищевую ценность, являются содержание в них протеина и жира, которые обусловлены сортовыми особенностями, агротехникой возделывания и складывающимися погодными условиями.

Содержание протеина в семенах сортов и линий люпина белого в среднем за 3 года колебалось в довольно широких пределах – от 29,55 до 36,45 % при 32,27 % у стандарта.

Наиболее высокобелковыми, у которых его содержание превысило 35,00 %, явились 7 линий: СН 1397-10, СН 40-15, СН 18-13, СН 15-15, СН 1022-09, СН 39-15, СН 2-17 и сорт Пилигрим, при этом 3 линии из перечисленных характеризовались как низкоурожайные.

Наибольший сбор протеина с 1 м² – от 140,54 до 155,87 г – обеспечили линии СН 18-13, СН 77-17, СН 17-14 и СН 12-13, которые отличались высокой урожайностью. Сбор протеина в интервале от 121,18 до 139,15 г получили у 8 линий и сорта Пилигрим.

Содержание жира в семенах люпина белого – более стабильный показатель, который варьировал в среднем за 3 года от 10,00 до 11,54 % в зависимости от сортов и линий и погодных условий. С увеличением урожайности увеличился сбор жира с 1 м², и максимальное его значение – 52,81 г получено у наиболее урожайной линии СН 12-13. Сбор жира свыше 40 г с 1 м² получили у 10 линий и сорта Алый парус при 29,57 г у стандарта.

Основным критерием, определяющим пригодность зерна люпина для скормливания животным, является содержание в нем алкалоидов, которое изменяется не только в зависимости от сорта, но и от погодных условий, и не должно превышать установленных нормативов, поэтому его необходимо контролировать. В зерне районированных сортов люпина белого их содержание обычно находится в пределах 0,05–0,10 % (Косолапов В. М. и др., 2020).

Содержание алкалоидов в семенах люпина белого в опыте в среднем за 3 года колебалось в довольно широких пределах – от 0,048 у стандарта до 0,348 % у линии СН 2-17. При этом линии с высоким содержанием алкалоидов (свыше 0,3 %) по классификации относятся к сидеральным горьким. Большинство сортов и линий относятся к группе малоалкалоидных (до 0,099 %) и кормовых среднеалкалоидных (до 0,299 %).

Выводы. Во все годы исследований большинство сортов и линий превысили по урожайности стандарт, в среднем за 3 года наибольшая прибавка урожайности – от 43 до 48 % – относительно стандарта получена у линий СН 17-14, СН 54-08 и СН 12-13. Прибавку в интервале от 34 до 39 % получили у линий СН 816-09, СН 1735-10, СН 35-13 и СН 77-17. Сорта Пилигрим и Алый парус, а также 4 линии: СН 18-13, СН 15-13, СН 55-14, СН 138-16 превысили стандарт на 21–26 %. Сорта и линии, обеспечившие высокую и стабильную по годам урожайность семян, являются и высокоадаптивными к засушливым условиям региона, так как коэффициент адаптивности превысил у них 100 %. Наибольшей стрессоустойчивостью в опыте, а значит, и более широким диапазоном приспособительных возможностей, отличались 3 сорта: Дега, Тимирязевский, Пилигрим и 2 линии – СН 71-16 и СН 76-16.

По компенсаторной способности большинство сортов и линий превысили стандарт.

Содержание протеина в семенах сортов и линий люпина белого в среднем за 3 года колебалось от 29,55 до 36,45 % при 32,27 % у стандарта. Его содержание превысило 35,00 % у 7 линий и сорта Пилигрим. Содержание жира в семенах сортов и линий люпина белого в среднем за 3 года варьировало от 10,00 до 11,54 %.

Большинство сортов и линий в опыте по содержанию алкалоидов в семенах относятся к группе малоалкалоидных (до 0,099 %) и кормовых среднеалкалоидных (до 0,299 %).

Библиографические ссылки

1. Блинник А. С., Демидова А. Г., Наумкина Л. А., Куренская О. Ю., Лукашевич М. И. Результаты испытания новых сортов и образцов люпина белого в условиях лесостепи Центрально-Черноземного региона // Зерновое хозяйство России. 2021. № 3(75). С. 51–56. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-75-3-51-56.
2. Гатаулина Г. Г., Шитикова А. В., Медведева Н. В. Влияние стрессовых погодных условий на разных этапах вегетации на формирование элементов продуктивности у сортов люпина белого (*Lupinus albus* L.) селекции РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2021. № 5. С. 65–76. DOI: 10.26897/0021-342X-2021-5-65-76.
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Альянс, 2014, 352 с.
4. Косолапов В. М. Люпин: селекция, возделывание, использование / В. М. Косолапов, Г. Л. Ягovenko, М. И. Лукашевич [и др.]. Брянск: ФНЦ ВИК им. В. Р. Вильямса, 2020, 304 с.
5. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами ВНИИ кормов. М.: РПО ВНИИ кормов, 1997, 156 с.
6. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1989. 197 с.
7. Наумкин В. Н., Артюхов А. И., Куренская О. Ю., Стебаков В. А. Эффективность макро- и микроудобрений при возделывании люпина белого в юго-западной части Центрально-Черноземного региона // Вестник аграрной науки. 2019. № 5(80). С. 18–25. DOI: 10.15217/issn2587-666X.2019.5.18.
8. Наумкин В. Н., Блинник А. С., Артемова О. Ю., Демидова А. Г., Лукашевич М. И., Ягovenko Т. В. Влияние макро- и микроудобрений, их сочетаний на формирование урожайности и качество семян люпина белого в условиях юго-западной части Центрально-Черноземного региона // Кормопроизводство. 2021. № 3. С. 32–37.

9. Наумкин В. Н., Блинник А. С., Крюков А. Н., Наумкина Л. А., Стебаков В. А., Артемова О. Ю. Формирование продуктивности семян люпина белого в зависимости от минеральных макро- и микроудобрений в условиях Центрально-Черноземного региона // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2021. № 2(30). С. 167–177.
10. Annicchiarico P., Manunza P., Arnoldi A., Boschini G. Quality of *lupinus albus* L. (white lupin) seed: extent of genotypic and environmental effects // Journal of «Agricultural and Food Chemistry». 2014. Т. 62, № 28. С. 6539–6545. DOI: 10.1021/jf405615k.
11. Athar M., Vasileva V., Kosev V. Evaluation of white lupin (*lupinus albus* L.) for production characteristics and symbiotic nitrogen-fixation potential // Pakistan Journal of Botany. 2021. Т. 53, № 1. С. 253–259. DOI: 10.30848/pjb2021-1(16).

References

1. Blinnik A. S., Demidova A. G., Naumkina L. A., Kurenskaya O. Yu., Lukashevich M. I. Rezul'taty ispytaniya novykh sortov i obraztsov lyupina belogo v usloviyakh lesostepi Tsentral'no-Chernozemnogo regiona [The testing results of new white lupine varieties and samples in the forest-steppe of the Central Black Earth region] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2021. № 3(75). С. 51–56. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-75-3-51-56.
2. Gataulina G. G., Shitikova A. V., Medvedeva N. V. Vliyaniye stressovykh pogodnykh usloviy na raznykh etapakh vegetatsii na formirovaniye elementov produktivnosti u sortov lyupina belogo (*lupinus albus* L.) selektsii RGAU-MSKhA imeni K. A. Timiryazeva [The effect of stressful weather conditions at different stages of vegetation on the formation of productivity elements among the white lupine varieties (*lupinus albus* L.) bred by RSAU-MAA named after K. A. Timiryazev] // Izvestiya Timiryazevskoi sel'skokhozyaistvennoi akademii. 2021. № 5. С. 65–76. DOI: 10.26897/0021-342X-2021-5-65-76.
3. Dospikhov, B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methodology of a field trial (with the basics of statistical processing of the study results)]. М.: Al'yans, 2014, 352 s.
4. Kosolapov, V. M. Lyupin: selektsiya, vozdel'yvaniye, ispol'zovaniye [Lupine: breeding, cultivation, use] / V. M. Kosolapov, G. L. Yagovenko, M. I. Lukashevich [i dr.]. Izd-vo Bryansk: FNTs VIK im. V. R. Vil'yamsa, 2020, 304 s.
5. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevykh opytov s kormovymi kul'tura-mi VNII kormov [Methodical recommendations on conducting field trials with fodder crops of ARRI of feeds]. М.: RPO VNII kormov, 1997. 156 s.
6. Metodika Gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur [Methodology of the State Variety Testing of agricultural crops]. М., 1989. 197 s.
7. Naumkin V. N., Artyukhov A. I., Kurenskaya O. Yu., Stebakov V. A. Effektivnost' makro- i mikroudobrenii pri vozdel'yvanii lyupina belogo v yugo-zapadnoi chasti Tsen-tral'no-Chernozemnogo regiona [Efficiency of macro- and microfertilizers while cultivating white lupine in the southwestern part of the Central Black Earth region] // Vestnik agrarnoi nauki. 2019. № 5(80). С. 18–25. DOI: 10.15217/issn2587-666X.2019.5.18.
8. Naumkin V. N., Blinnik A. S., Artemova O. Yu., Demidova A. G., Lukashevich M. I., Yagovenko T. V. Vliyaniye makro- i mikroudobrenii, ikh sochetanii na formirovaniye uro-zhainosti i kachestvo semyan lyupina belogo v usloviyakh yugo-zapadnoi chasti Tsentral'no-Chernozemnogo regiona [The effect of macro- and microfertilizers, their combinations on the formation of white lupine productivity and seed quality in the southwestern part of the Central Black Earth region] // Kormoproizvodstvo. 2021. № 3. С. 32–37.
9. Naumkin V. N., Blinnik A. S., Kryukov A. N., Naumkina L. A., Stebakov V. A., Ar-temova O. Yu. Formirovaniye produktivnosti semyan lyupina belogo v zavisimosti ot mi-neral'nykh makro- i mikroudobrenii v usloviyakh Tsentral'no-Chernozemnogo regiona [Formation of the productivity of white lupine seeds depending on mineral macro- and microfertilizers in the Central Black Earth region] // Innovatsii v APK: problemy i perspektivy. 2021. № 2(30). С. 167–177.
10. Annicchiarico P., Manunza P., Arnoldi A., Boschini G. Quality of *lupinus albus* L. (white lupin) seed: extent of genotypic and environmental effects // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2014. Т. 62, № 28. С. 6539–6545. DOI: 10.1021/jf405615k.
11. Athar M., Vasileva V., Kosev V. Evaluation of white lupin (*lupinus albus* L.) for pro-duction characteristics and symbiotic nitrogen-fixation potential // Pakistan Journal of Botany. 2021. Т. 53, № 1. С. 253–259. DOI: 10.30848/pjb2021-1(16).

Поступила: 29.07.22; доработана после рецензирования: 16.08.22; принята к публикации: 17.08.22.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут полную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Блинник А. С., Наумкина Л. А., Лукашевич М. И. – концептуализация исследования, подготовка опыта, выполнение полевых опытов и сбор данных, анализ данных и их интерпретация; Блинник А. С., Наумкина Л. А., Демидова А. Г., Артемова О. Ю. – подготовка опыта, анализ данных и их интерпретация; Блинник А. С., Демидова А. Г. – анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.