

УДК 633.367.3:631.811

ОЦЕНКА КОЛЛЕКЦИИ СОРТОВ И ОБРАЗЦОВ ЛЮПИНА БЕЛОГО ПО АДАПТИВНОСТИ, УРОЖАЙНОСТИ И КАЧЕСТВУ СЕМЯН

БЛИННИК А. С.¹ДЕМИДОВА А. Г.², кандидат сельскохозяйственных наукЛУКАШЕВИЧ М. И.³, доктор сельскохозяйственных наукАРТЁМОВА О. Ю.¹, кандидат сельскохозяйственных наукНАУМКИН В. Н.¹, доктор сельскохозяйственных наукНАУМКИНА Л. А.¹, доктор сельскохозяйственных наук¹ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет им. В. Я. Горина»

308503, Россия, Белгородская обл., Белгородский р-н, п. Майский, ул. Вавилова, д. 1

²ФГАОУ «Северо-Кавказский федеральный университет»

356241, Россия, г. Ставрополь, пр-т Кулакова, д. 16

³ВНИИ люпина — филиал ФГБНУ «ФНЦ ВИК им. В. Р. Вильямса»

241524, Россия, г. Брянск, пос. Мичуринский, ул. Берёзовая, д. 2

E-mail: aleks.blinnik@yandex.ru; ya.demidova-anya@yandex.ru;

kuren.olya@rambler.ru; naumkin47@mail.ru

Сравнительную оценку коллекции сортов и образцов люпина белого по адаптивному потенциалу, стрессоустойчивости, урожайности и качеству семян проводили в 2019–2021 годах на полях коллекционного питомника агрономического факультета ФГБОУ ВО «Белгородский ГАУ». Были проанализированы четыре сорта и 26 сортообразцов люпина белого. Анализ адаптивности селекционного материала люпина показал, что сорта и образцы, которые отличались наибольшим коэффициентом адаптивности, имели высокую и стабильную по годам урожайность семян. В среднем наибольшие коэффициенты адаптивности (от 120,9 до 126,8%) получены у четырёх образцов, наименьшими (от 68,9 до 78,4%) отличались образцы СН 1022-09, СН 76-16 и СН 10-16. Показатель стрессоустойчивости сортов и образцов люпина белого варьировался в довольно широких пределах — от –14 до –191. По компенсаторной способности большинство сортов и образцов превысили стандарт. Урожайность семян сортов и образцов значительно колебалась в зависимости от метеорологических условий года, большинство из них по этому показателю достоверно превысили стандарт. По урожайности семян выделились образцы СН 17-14, СН 54-08 и СН 12-13, которые обеспечили прибавку по сравнению со стандартом 43–48%. У двух сортов, а также четырёх образцов превышение урожайности относительно стандарта составило 21–26%. Значительно уступали стандарту образцы СН 76-16 и СН 1022-09. По массе семян с одного растения большинство сортов и образцов люпина белого превзошли стандарт, у которого этот показатель составил 4,2 г. Содержание протеина в семенах варьировалось от 29,55 до 36,45% при 32,27% у стандарта. По содержанию алкалоидов в семенах все сорта и образцы, за исключением образца СН 2-17 (0,348%), относятся к группе малоалкалоидных и среднеалкалоидных.

Ключевые слова: люпин белый, сорта, образцы, адаптивность, стрессоустойчивость, компенсаторная способность, урожайность, качество.

В настоящее время в мире остро стоит проблема дефицита белка, который оценивается в 20–25% от общей потребности. Одним из эффективных способов решения данной проблемы является возделывание зерновых бобовых культур, в том числе и люпина белого (*Lupinus albus* L.). Люпин — ценная зерновая бобовая культура, имеющая высокую востребованность в качестве источника растительного белка. Урожайность семян этой культуры достаточно высока — 3,0–5,0 т/га, но она не всегда стабильна по годам возделывания (Николаев, Юсова и др., 2019; Артюхов, Подобедов, 2007; Блинник, Наумкин, 2021; Чекмарёв, Артюхов, 2011).

Люпин является важным компонентом кормов для сельскохозяйственных животных и птицы. Среди зерновых бобовых культур люпин отличается наименьшим содержанием ингибиторов протеолитических ферментов, поэтому он обладает высокой переваримостью питательных веществ, особенно белка. В семенах современных сортов люпина белого содержится до 42,0% белка. Белок люпина по биологической

ценности не уступает соевому белку. После термической обработки белок люпина превосходит даже белок куриного яйца (Артюхов, 2007; Шпаар, Элмер и др., 2000; Калабашкин, Коновалова, 2013).

В адаптивном земледелии велика средообразующая роль люпина, которая обусловлена способностью растений вступать в симбиоз с клубеньковыми азотфиксирующими бактериями, что позволяет увеличивать урожайность растениеводческой продукции последующих в севообороте культур, повышать плодородие почвы и снижать затраты на азотные удобрения. Люпин благодаря азотфиксации способен в зависимости от почвенных и гидротермических условий аккумулировать в биомассе от 150 до 300 кг/га симбиотического азота. Поэтому люпин — отличный предшественник для зерновых и технических культур.

Цель исследований — провести сравнительную оценку продуктивности и качественных характеристик люпина белого для определения новых перспективных сортов

и образцов, позволяющих максимально реализовать в почвенно-климатических условиях Центрально-Чернозёмного региона потенциал высокой продуктивности культуры при обеспечении высокого качества семян.

Методика исследований. Исследования проводились в коллекционном питомнике агрономического факультета ФГБОУ ВО «Белгородский ГАУ» в 2019–2021 годах.

Полевые опыты закладывались на чернозёме типичном, среднемощном, малогумусном, тяжелосуглинистого гранулометрического состава. Исследования почвенного участка на содержание агрохимических показателей проводились в испытательной лаборатории УНИЦ ФГБОУ ВО БелГАУ. По агрохимическим показателям почва содержит: органических веществ (по Тюрину) — 4,74%; легкогидролизуемого азота — 126,4 мг/кг; подвижного фосфора (по Чирикову) — 127,5 мг/кг; подвижного калия (по Чирикову) — 127,5 мг/кг; железа — 20,3 мг/кг; цинка — 0,44 мг/кг; марганца — 10,1 мг/кг; кобальта — 0,39 мг/кг.

Исследования качества семян люпина белого проводились в лаборатории ВНИИ люпина — филиала ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса».

Погодные условия 2019 года отличались от среднееголетних данных. Среднесуточная температура за вегетацию составила 19,2°C, что выше средней многолетней температуры на 2,0°C. Наиболее жаркими были первая и вторая декады июня, когда температура повышалась до 21,8 и 23,4°C. За всё время вегетации люпина белого только во второй декаде июля температура была ниже среднееголетних данных.

За вегетацию осадков выпало меньше среднееголетней нормы на 112,5 мм, их распределение по фазам развития люпина белого было неравномерным. Больше осадков выпало в первых декадах мая и июля — 21,6 и 26,0 мм. В целом за вегетационный период осадков выпало меньше на 63% по сравнению со среднееголетней нормой.

За вегетацию 2020 года средняя температура составила 18,2°C, что выше средней многолетней на 1,0°C. Наиболее жарким был июнь (21,4°C), в то время как среднееголетняя температура составляет 17,9°C. Низкая температура наблюдалась во все декады апреля, в третьей декаде она

составила 1,9°C. Во все остальные декады превышение температуры над среднееголетним уровнем было несущественным.

Распределение осадков по фазам развития люпина было неравномерным, за вегетацию выпало меньше среднееголетней нормы на 101,5 мм. Больше количество осадков по сравнению со среднееголетней нормой наблюдалось в третьих декадах мая и июля — 44,1 и 53,1 мм. В остальные декады месяцев выпало лишь 6–23% от среднееголетней нормы.

Условия вегетационного периода 2021 года характеризовались затяжной дождливой весной. Температура воздуха в третьей декаде апреля была 7,9°C, что на 2,1°C ниже средней многолетней температуры. Сумма осадков за этот период составила 17,9 мм, или 128% от апрельской нормы.

Июль характеризовался жаркой погодой, сильными кратковременными ливневыми дождями, шквалистым ветром. За первую декаду средняя температура воздуха составила 22,8°C, что выше средних многолетних значений на 3,7°C. Вторая декада июля была очень жаркой: средняя температура воздуха составила 25,9°C, что на 5,4°C выше нормы.

Средняя температура воздуха за вегетацию 2021 года составила 19,6°C, что выше средней многолетней температуры на 2,4°C.

За вегетацию 2021 года сумма осадков составила 197,5 мм, что на 100,7 мм меньше среднееголетнего уровня.

В целом сложившиеся погодные условия вегетационных периодов люпина в годы проведения исследований характеризовались повышенными температурами, значительными колебаниями влажности воздуха и неравномерностью распределения осадков и были типичными для Центрально-Чернозёмного региона, что может служить основанием для правильного подбора образцов люпина в селекции, а сортов — для использования в производстве.

Объект исследований — четыре сорта и 26 образцов люпина белого (*Lupinus albus* L.) зернофуражного направления, полученные из ВНИИ люпина (табл. 1).

Стандарт — сорт Мичуринский. Включён в Госреестр по Российской Федерации. Сорт универсального направления использования: на семена, зелёный корм и силос. Скоро-

1. Коэффициент адаптивности люпина белого (2019–2021 гг.)

Сорт, образец	Коэффициент адаптивности, %	± к стандарту	Сорт, образец	Коэффициент адаптивности, %	± к стандарту
Мичуринский (стандарт)	86,8	–	СН 55-14	104,2	–
Пилигрим	105,1	+18,3	СН 71-16	91,4	+4,6
Дега	89,8	+3,0	СН 816-09	115,2	+28,4
Тимирязевский	97,7	+10,9	СН 12-13	126,8	+40,0
СН 76-16	73,3	–13,5	СН 1735-10	115,3	+28,5
СН 1022-09	68,9	–17,9	СН 54-08	124,0	+37,2
СН 1397-10	97,9	+11,1	СН 20-13	91,2	+4,4
СН 51-11	91,2	+4,4	СН 35-13	120,9	+34,1
СН 8-12	95,8	+9,0	СН 138-16	108,1	+21,3
СН 15-15	89,6	+2,8	СН 77-17	116,2	+29,4
СН 39-15	83,7	–3,1	СН 10-16	78,4	–8,4
СН 40-15	89,6	+2,8	Алый парус (ПИ-18)	105,9	+19,1
СН 78-16	98,8	+12,0	СН 25-11	102,3	+15,5
СН 18-13	108,3	+21,5	СН 2-17	96,0	+9,2
СН 15-13	105,1	+18,3	СН 17-14	123,3	+36,5

спелый. Длина вегетационного периода в среднем равна 108 суткам. Средняя урожайность семян — 4,37 т/га, зелёной массы — 58,8 т/га. Содержание белка в семенах — 37%, жира — 9%, алкалоидов — 0,06%. Обладает высокой устойчивостью к фузариозу.

Закладку мелкоделяночного полевого опыта проводили с учётом существующих методических рекомендаций. Площадь учётных делянок — 1,0 м², размещение делянок систематическое, повторность шестикратная. Предшественник — яровая пшеница. Посев проводили в оптимальные сроки, при прогревании слоя почвы на глубине заделки семян до 6–7°C. Способ посева сплошной рядовой, с междурядьями 15 см, норма высева — 1,3 млн шт. всхожих семян на га.

Учёты и наблюдения в опыте проводили согласно «Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур» (1985) и «Методическим указаниям по проведению полевых опытов с кормовыми культурами» ВНИИ кормов (1997), для расчёта коэффициента адаптивности использовали метод Л. А. Животкова и др. (1994), стрессоустойчивость и компенсаторную способность определяли по А. А. Rossielle и J. Hemblin (1981). Содержание сырого протеина, сырого жира и алкалоидов в семенах люпина определяли по общепринятым методикам, в аналитической лаборатории ВНИИ люпина.

Статистическую обработку результатов исследований проводили методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову (1985).

Результаты исследований. Центральное-Чернозёмный регион отличается часто повторяющимися засухами и суховеями в весенне-летний период. В связи с этим у новых сортов люпина высокая потенциальная продуктивность должна сочетаться с повышенной адаптивной способностью к неблагоприятным условиям весенне-летнего периода вегетации, приводящим к снижению урожайности семян. Для оценки адаптивности сортов и образцов люпина белого использовали коэффициент адаптивности. Методика определения адаптивности основана на положении о доминировании видовых реакций адаптации над спец-

фическим показателем морфогенеза у разных сортов. Все испытываемые сорта и образцы люпина реагируют на факторы внешней среды одновременно, как одновидовая система. При анализе адаптивного потенциала сортов люпина белого по данной методике используется среднесортная урожайность года, которая является показателем нормы реакции определённой совокупности сортов на внешние факторы в каждом конкретном году. Реакцию каждого из исследуемых сортов на данные факторы внешней среды определяют путём сравнения его конкретной урожайности со среднесортной. Перевод абсолютных величин урожайности в проценты позволяет сравнивать поведение сортов люпина в разные по метеорологическим условиям годы (Николаев, Юсова и др., 2019; Жуйкова, Баталова, 2019; Кундик, 2010).

В наших полевых опытах в среднем за 3 года исследования наибольшими коэффициентами адаптивности, находящимися в интервале от 120,9 до 126,8%, отличались сортообразцы СН 35-13, СН 17-14, СН 54-08, СН 12-13. Сортообразцы СН 816-09, СН 1735-10 и СН 77-17 также обладали высоким коэффициентом адаптивности, который составил 115,2, 115,3 и 116,2% соответственно, что значительно выше в сравнении со стандартным сортом Мичуринский (табл. 1).

Коэффициент адаптивности превысил 100% у сорта Пилигрим, а также у шести сортообразцов: СН 18-13 (108,3%); Альый парус (105,9%); СН 15-13 (105,1%); СН 55-14 (104,2%); СН 138-16 (108,1%), СН 25-11 (102,3%). Наименьшим этот показатель был у сортообразцов СН 1022-09 (68,9%); СН 76-16 (73,3%) и СН 10-16 (78,4%) и варьировался от 68,9 до 78,4%, что на 17,9–8,4% меньше, чем у стандарта.

Важным показателем, характеризующим экологическую пластичность сорта, является также его стрессоустойчивость, которую определяют по разности между минимальной и максимальной урожайностью. Чем меньше разрыв между максимальной и минимальной урожайностью, тем выше стрессоустойчивость сорта и тем шире диапазон его приспособительных возможностей в данных условиях вегетации растений.

2. Показатели стрессоустойчивости сортов и образцов люпина белого (2019–2021 гг.)

Сорт, образец	Lim	$Y_{\min} - Y_{\max}$	$(Y_{\min} + Y_{\max})/2$	Сорт, образец	Lim	$Y_{\min} - Y_{\max}$	$(Y_{\min} + Y_{\max})/2$
Мичуринский (стандарт)	274–316	–42,0	295,0	СН 55-14	311–423	–112,0	367,0
Пилигрим	339–368	–29,0	353,5	СН 71-16	302–321	–19,0	311,5
Дега	298–312	–14,0	305,0	СН 816-09	346–462	–116,0	404,0
Тимирязевский	320–340	–20,0	330,0	СН 12-13	370–524	–154,0	447,0
СН 76-16	234–260	–26,0	247,0	СН 1735-10	343–466	–123,0	404,5
СН 1022-09	216–254	–38,0	235,0	СН 54-08	357–526	–169,0	441,5
СН 1397-10	307–364	–57,0	335,5	СН 20-13	246–437	–191,0	341,5
СН 51-11	282–350	–68,0	316,0	СН 35-13	393–432	–39,0	412,5
СН 8-12	300–346	–46,0	323,0	СН 138-16	342–386	–44,0	364,0
СН 15-15	270–358	–88,0	314,0	СН 77-17	353–451	–98,0	402,0
СН 39-15	265–302	–37,0	283,5	СН 10-16	244–296	–52,0	270,0
СН 40-15	269–360	–91,0	314,5	Альый парус (ПИ-18)	327–420	–93,0	373,5
СН 78-16	291–414	–123,0	352,5	СН 25-11	313–392	–79,0	352,5
СН 18-13	327–430	–103,0	378,5	СН 2-17	307–339	–32,0	323,0
СН 15-13	324–402	–78,0	363,0	СН 17-14	375–473	–98,0	424,0

Примечание: Lim — лимит урожайности, г/м²; $Y_{\min} - Y_{\max}$ — показатель стрессоустойчивости сорта; $(Y_{\min} + Y_{\max})/2$ — компенсаторная способность (по А. А. Rossielle и J. Hemblin, 1981)

В результате проведенных исследований установлено, что наименьшей стрессоустойчивостью в опыте отличались семь образцов: СН 55-14 (-112,0); СН 78-16 (-123,0); СН 1735-10 (-123,0); СН 816-09 (-116,0); СН 12-13 (-154,0); СН 54-08 (-169,0) и СН 20-13 (-191,0). У них этот показатель варьировался от -112 до -191 (-42 у стандарта) при лимитах урожайности: СН 55-14 — 311–423 г/м²; СН 78-16 — 291–414 г/м²; СН 1735-10 — 343–466 г/м²; СН 816-09 — 346–462 г/м²; СН 12-13 — 370–524 г/м²; СН 54-08 — 357–526 г/м² и СН 20-13 — 246–437 г/м². Высокой стрессоустойчивостью ($Y_{\min} - Y_{\max} = -14 - 29$) характеризовались сорта Дега (-14,0); Тимирязевский (-20,0); Пилигрим (-29,0) и сортообразцы СН 71-16 (-19,0) и СН 76-16 (-26,0) при лимитах урожайности сортов 298–368 г/м² и образцов — 234–321 г/м² (табл. 2).

Оценку устойчивости к стрессу можно дополнить показателем компенсаторной способности, который отражает степень соответствия факторов внешней среды генотипу конкретного сорта. В условиях юго-западной части Центрально-Чернозёмного региона высокой компенсаторной способностью отличались сортообразцы СН 12-13 (447,0); СН 54-08 (441,5); СН 17-14 (424,0); СН 35-13 (412,5); СН 816-09 (404,0); СН 1735-10 (404,5); СН 77-17 (402,0) ($(Y_{\min} + Y_{\max})/2 = 402,0 - 447,0$).

Основным и конечным показателем пригодности сорта для возделывания в производстве является урожайность. В среднем за 3 года исследований наибольшая урожайность семян была отмечена в 2019 году, наименьшая — в 2021 году (табл. 3).

Максимальные значения урожайности в 2019 году — 524 и 526 г/м² — получены у образцов СН 12-13 и СН 54-08, они превысили стандарт на 208 и 210 г/м², или на 40%. В 2020 году наиболее урожайными оказались сортообразцы СН 12-13 (407 г/м²), СН 17-14 (412 г/м²) и СН 35-13 (432 г/м²), что на 133–158 г/м², или на 49–58%, больше по сравнению со стандартным сортом. В 2021 году наибольшая урожайность семян в опыте была у сортообразца СН 35-13, которая составила 393 г/м², что на 100 г/м², или на 34%, выше, чем у стандарта.

Таким образом, в среднем за 3 года наиболее урожайными, достоверно превосходящими стандарт по этому показателю, были три сорта и 12 образцов. Наибольшую прибавку урожайности (от 43 до 48%) по сравнению со стандартом обеспечили образцы СН 17-14, СН 54-08 и СН 12-13. Прибавка урожайности от 34 до 39% получена у образцов СН 816-09, СН 1735-10, СН 35-13 и СН 77-17. Превысили стандарт на 21–26% сорт Пилигрим, а также пять образцов: СН 18-13, Алый

3. Урожайность семян сортов и образцов люпина белого (2019–2021 гг.)

Сорт, образец	Урожайность семян, г/м ²			Средняя	± к контролю	
	2019 г.	2020 г.	2021 г.		г/м ²	%
Мичуринский (стандарт)	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	–	–	–

Примечание: «+» — варианты опыта, достоверно превышающие контроль.

парус, СН 15-13, СН 55-14, СН 138-16. У сорта Тимирязевский и образцов СН 1397-10, СН 78-16 и СН 25-11 превышение над стандартом составило от 13 до 18%. В то же время самыми низкоурожайными, уступающими стандарту на 15 и 16%, были образцы СН 76-16 и СН 1022-09.

Установить закономерности формирования урожая и проследить его зависимость от многообразия факторов внешней среды и особенностей биологии культуры позволяет анализ структуры урожая.

Одним из основных элементов структуры урожая кормового люпина, являющимся довольно устойчивым показателем, слабо подверженным влиянию метеорологических условий вегетации, является число бобов на одном растении. В нашем опыте в среднем за 3 года число бобов на одном растении люпина варьировалось от 3,4 шт. у СН 76-16 до 4,9 шт. у СН 54-08.

Большинство сортов и образцов люпина в опыте по массе семян с одного растения превысили стандарт, у которого в среднем за 3 года данный показатель составил 4,2 г, тогда как у сорта Пилигрим и 19 изучаемых сортообразцов масса семян с одного растения находилась в интервале 4,8–6,0 г (табл. 4).

4. Элементы структуры урожая люпина белого (2019-2021 гг.)

Сорт, образец	Число бобов на одном растении, шт.	Масса семян с одного растения, г	Масса 1000 семян, г
Мичуринский (стандарт)	3,9	4,2	273,4
Пилигрим	3,7	4,8	252,4
Дега	3,7	3,9	271,3
Тимирязевский	4,1	4,6	274,6
СН 76-16	3,4	3,4	257,2
СН 1022-09	3,4	3,8	239,8
СН 1397-10	3,9	4,8	260,4
СН 51-11	4,0	4,6	263,4
СН 8-12	3,5	3,9	258,4
СН 15-15	4,0	4,8	254,2
СН 39-15	4,2	3,9	244,9
СН 40-15	3,9	4,8	255,7
СН 78-16	4,3	5,2	278,2
СН 18-13	4,1	5,2	265,4
СН 15-13	4,3	5,0	273,4
СН 55-14	4,0	5,3	261,7
СН 71-16	3,8	3,9	250,1
СН 816-09	4,6	5,9	237,8
СН 12-13	4,8	6,3	280,6
СН 1735-10	4,3	6,2	255,8
СН 54-08	4,9	6,1	251,0
СН 20-13	4,6	5,7	268,5
СН 35-13	3,9	5,0	236,6
СН 138-16	3,8	4,9	274,4
СН 77-17	4,4	6,0	275,7
СН 10-16	4,2	5,5	261,3
Алый парус (ПР1-18)	4,1	5,5	292,4
СН 25-11	4,0	5,0	306,1
СН 2-17	3,7	3,5	284,5
СН 17-14	4,4	6,0	256,4

Важным сортовым показателем, который варьируется под влиянием внешних условий, является масса 1000 семян. В среднем за 3 года этот показатель был наибольшим у образца СН 25-11 и составил 306,1 г. У образцов СН 12-13, СН 2-17 и Алого паруса масса 1000 семян превысила 280,0 г. У сортов Дега, Тимирязевский и четырёх образцов (СН 78-16, СН 15-13, СН 138-16, СН 77-17) этот показатель находился на уровне стандарта. Остальные сорта и образцы люпина уступали стандарту по массе 1000 семян.

Наряду с урожайностью большое значение имеет качество получаемого урожая. Основными показателями оценки качества семян люпина белого является содержание в них сырого протеина и жира, а также сбор сырого протеина и жира с урожаем.

В среднем за 2 года содержание протеина в семенах сортов и образцов люпина белого варьировалось от 29,55 до 36,45% (табл. 5).

Наиболее высокобелковыми оказались семь сортообразцов люпина и сорт Пилигрим, у которых содержание протеина в семенах превысило 35,00%. Наибольший сбор протеина с 1 м² (от 140,54 до 155,87 г) обеспечили образцы 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 был отмечен у сорта Пилигрим и восьми сортообразцов люпина.

Содержание жира в семенах люпина белого в среднем за 2 года варьировалось от 10,00 до 11,54%. С увеличением урожайности соответственно увеличивался и сбор жира с 1 м². Его максимальное значение (52,81 г) было получено у образца СН 12-13. Сбор жира свыше 40 г с 1 м² обеспечили 11 сортообразцов люпина белого, тогда как у стандарта этот показатель составил 29,57 г/м².

Содержание алкалоидов в семенах люпина белого варьировалось в довольно широких пределах — от 0,048 до 0,348%. При этом большинство сортов и сортообразцов люпина в опыте, за исключением образца СН 2-17 (0,348%), относятся к группе малоалкалоидных и среднеалкалоидных.

Заклучение. Оценка сортов и сортообразцов люпина по адаптивности показала, что в среднем за 3 года исследований наибольший коэффициент адаптивности — от 120,9 до 126,8% — был у образцов СН 35-13, СН 17-14, СН 54-08, СН 12-13. У образцов СН 816-09, СН 1735-10 и СН 77-17 данный коэффициент оказался немного ниже и составил 115,2, 115,3 и 116,2% соответственно. Наименьшим коэффициентом адаптивности (от 68,9 до 78,4%) отличались образцы СН 1022-09, СН 76-16 и СН 10-16.

Наибольшей стрессоустойчивостью и более широким диапазоном приспособительных возможностей отличались сорта Дега, Тимирязевский, Пилигрим и образцы СН 71-16 и СН 76-167, у которых этот показатель варьировался от –14 до –29 (–42 у стандарта). По компенсаторной способности большинство сортов и образцов превысили стандарт.

В среднем за 3 года наибольшая прибавка урожайности (от 43 до 48% относительно стандарта) получена у образцов СН 17-14, СН 54-08 и СН 12-13. Прибавка в интервале от 34 до 39% получена у образцов СН 816-09, СН 1735-10, СН 35-13 и СН 77-17. Сорта Пилигрим и Алый парус, а также четыре образца (СН 18-13, СН 15-13, СН 55-14, СН 138-16) превысили стандарт на 21–26%. Число бобов на одном растении люпина по сорта и образцам варьировалось от 3,4 шт. у СН 76-16 до 4,9 шт. у СН 54-08. По массе семян с одного растения боль-

5. Качество семян сортов и образцов люпина белого
(2019–2020 гг.)

Сорт, образец	Содержание, %			Сбор с 1 м ² , г	
	протеина	жира	алкалоидов	протеина	жира
Мичуринский (стандарт)	32,27	10,03	0,048	95,18	29,57
Пилигрим	35,75	10,34	0,083	130,13	37,64
Дега	33,99	10,00	0,073	101,62	29,90
Тимирязевский	33,60	10,14	0,076	112,88	34,07
СН 76-16	31,79	10,34	0,062	81,38	26,46
СН 1022-09	36,14	10,84	0,065	87,82	26,33
СН 1397-10	35,08	10,62	0,070	121,18	36,69
СН 51-11	33,34	11,26	0,077	108,34	36,58
СН 8-12	32,51	10,66	0,067	105,01	34,43
СН 15-15	36,09	11,21	0,105	116,93	36,30
СН 39-15	36,17	10,96	0,095	106,14	32,15
СН 40-15	35,91	10,38	0,082	116,53	33,67
СН 78-16	31,54	10,90	0,089	114,16	39,46
СН 18-13	35,95	11,54	0,089	140,54	45,12
СН 15-13	31,41	10,33	0,101	117,77	38,72
СН 55-14	34,56	11,16	0,111	130,81	42,24
СН 71-16	32,01	10,80	0,076	99,87	33,68
СН 816-09	29,55	11,19	0,075	123,20	46,64
СН 12-13	33,49	11,35	0,091	155,87	52,81
СН 1735-10	30,53	10,55	0,075	128,07	44,26
СН 54-08	29,38	10,42	0,104	134,83	47,80
СН 20-13	33,84	10,75	0,086	118,25	37,57
СН 35-13	33,45	10,80	0,099	139,15	44,93
СН 138-16	33,49	11,23	0,062	126,91	42,56
СН 77-17	33,85	10,46	0,166	141,30	43,65
СН 10-16	33,43	10,63	0,138	92,92	29,55
Алый парус (ПР1-18)	29,61	11,10	0,097	112,05	42,01
СН 25-11	31,31	11,20	0,123	114,58	40,97
СН 2-17	36,45	11,07	0,348	121,93	37,01
СН 17-14	33,44	10,21	0,132	147,95	45,16

шинство сортов и образцов люпина в опыте превысили стандарт, у которого данный показатель составил 4,2 г. Наибольшая масса 1000 семян отмечена у образца СН 25-11, которая составила 306,1 г при показателе стандартного сорта Мичуринский 273,4 г.

Содержание протеина в семенах сортов и образцов люпина белого варьировалось от 29,55 до 36,45% при 32,27%

у стандарта. Высокое содержание протеина (более 35%) — у сорта Пилигрим и семи образцов люпина. Содержание жира в семенах сортов и образцов люпина белого варьировалось от 10,00 до 11,54%. По содержанию алкалоидов в семенах все сорта и образцы, за исключением образца СН 2-17 (0,348%), относятся к группе малоалкалоидных и среднеалкалоидных.

Литература

1. Артюхов А. И. Люпин в адаптивной интенсификации растениеводства / А. И. Артюхов // 20 лет Всероссийскому научно-исследовательскому институту люпина: сборник научных трудов ВНИИ люпина. — Брянск: ЗАО Издательство «Читай-город», 2007. — С.10–15.
2. Артюхов А. И. Люпин — важная составляющая часть стратегии самообеспечения России комплементарным белком / А. И. Артюхов, А. В. Подобедов // Кормопроизводство. — 2012. — № 5. — С.3–4.
3. Блинник А. С. Влияние минеральных удобрений на содержание протеина в семенах люпина белого / А. С. Блинник, В. Н. Наумкин // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК: материалы Международной студенческой научной конференции, Майский, 24–25 февраля 2021 г. — Майский: Белгородский государственный аграрный университет им. В. Я. Горина, 2021. — С.11.
4. Блинник А. С. Экологическая пластичность и урожайность семян сортов люпина белого в условиях лесостепи Центрально-Чернозёмного региона / А. С. Блинник, В. Н. Наумкин // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК: материалы Международной студенческой научной конференции, Майский, 29–30 марта 2022 г. — Майский: Белгородский государственный аграрный университет им. В. Я. Горина, 2022. — С.99–100.
5. Жуйкова О. А. Адаптивность линий и сортов овса голозёрного в условиях Кировской области / О. А. Жуйкова, Г. А. Баталова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. — 2019. — Т. 20. — № 2. — С.118–125. Doi: 10.30766/2072-9081.2019.20.2.118-125.
6. Калабашкин П. Н. Влияние инокуляции семян и минеральных удобрений на продуктивность люпина узколистного при уборке на кормовые цели / П. Н. Калабашкин, Н. Ю. Коновалова // Молочнохозяйственный вестник. — 2013. — № 4 (12). — С.20–24.
7. Кундик Т. М. Адаптивность сортов люпина узколистного в условиях Брянской области / Т. М. Кундик // Биологизация земледелия в Чернозёмной зоне: сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, посвящённой 30-летию Брянской ГСХА

и 70-летию со дня рождения Заслуженного деятеля науки РФ, доктора с.-х. н., профессора В. Ф. Мальцева. — Брянск: Издательство Брянской ГСХА, 2010. — С.111–116.

8. Адаптивный потенциал сортов ярового овса по признаку «масса 1000 зёрен» в условиях Омского Прииртышья / П. Н. Николаев, О. А. Юсова, С. В. Васюкевич и др. // *Агрофизика*. — 2019. — № 2. — С.38–44. Doi: 10.25695/AGRPH.2019.02.06.
9. Чекмарёв П. А. Рациональные подходы к решению проблемы белка в России / П. А. Чекмарёв, А. И. Артюхов // *Достижения науки и техники АПК*. — 2011. — № 6. — С.5–8.
10. Зернобобовые культуры / Д. Шпаар, Ф. Элмер, А. М. Постников, Г. И. Тарануха, В. А. Захарченко, К. Эстер и др.; под общей редакцией Д. Шпаара. — Минск: «ФУАинформ», 2000. — 264 с.

References

1. Artyukhov A. I. Lyupin v adaptivnoy intensivifikatsii rasteniyevodstva / A. I. Artyukhov // 20 let Vserossiyskomu nauchno-issledovatel'skomu institutu lyupina: sbornik nauchnykh trudov VNIИ lyupina. — Bryansk: ZAO Izdatelstvo "Chitay-gorod", 2007. — P.10–15.
2. Artyukhov A. I. Lyupin — vazhnaya sostavlyayushchaya chast strategii samoobespecheniya Rossii komplementarnym belkom / A. I. Artyukhov, A. V. Podobedov // *Kormoproizvodstvo*. — 2012. — No. 5. — P.3–4.
3. Blinnik A. S. Vliyaniye mineralnykh udobreniy na sodержanie proteina v semenakh lyupina belogo / A. S. Blinnik, V. N. Naumkin // *Gorinskie chteniya*. Innovatsionnye resheniya dlya APK: materialy Mezhdunarodnoy studencheskoy nauchnoy konferentsii, Mayskiy, 24–25 fevralya 2021 g. — Mayskiy: Belgorodskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet im. V. Ya. Gorina, 2021. — P.11.
4. Blinnik A. S. Ekologicheskaya plastichnost i urozhaynost semyan sortov lyupina belogo v usloviyakh lesostepi Tsentralno-Chernozemnogo regiona / A. S. Blinnik, V. N. Naumkin // *Gorinskie chteniya*. Innovatsionnye resheniya dlya APK: materialy Mezhdunarodnoy studencheskoy nauchnoy konferentsii, Mayskiy, 29–30 marta 2022 g. — Mayskiy: Belgorodskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet im. V. Ya. Gorina, 2022. — P.99–100.
5. Zhuykova O. A. Adaptivnost liniy i sortov ovsa golozernogo v usloviyakh Kirovskoy oblasti / O. A. Zhuykova, G. A. Batalova // *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*. — 2019. — Vol. 20. — No. 2. — P.118–125. Doi: 10.30766/2072-9081.2019.20.2.118-125.
6. Kalabashkin P. N. Vliyaniye inokulyatsii semyan i mineralnykh udobreniy na produktivnost lyupina uzkolistnogo pri uborke na kormovye tseli / P. N. Kalabashkin, N. Yu. Konovalova // *Molochnokhozyaystvennyy vestnik*. — 2013. — No. 4 (12). — P.20–24.
7. Kundik T. M. Adaptivnost sortov lyupina uzkolistnogo v usloviyakh Bryanskoy oblasti / T. M. Kundik // *Biologizatsiya zemledeliya v Nechernozemnoy zone: sbornik nauchnykh trudov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, osv'yashchennoy 30-letiyu Bryanskoy GSKhA i 70-letiyu so dnya rozhdeniya Zasluzhennogo deyatelya nauki RF, doktora s.-kh. n., professora V. F. Maltseva*. — Bryansk: Izdatelstvo Bryanskoy GSKhA, 2010. — P.111–116.
8. Adaptivnyy potentsial sortov yarovogo ovsa po priznaku "massa 1000 zeren" v usloviyakh Omskogo Priirtyshya / P. N. Nikolaev, O. A. Yusova, S. V. Vasuykevich et al. // *Агрофизика*. — 2019. — No. 2. — P.38–44. Doi: 10.25695/AGRPH.2019.02.06.
9. Chekmarev P. A. Ratsionalnye podkhody k resheniyu problemy belka v Rossii / P. A. Chekmarev, A. I. Artyukhov // *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. — 2011. — No. 6. — P.5–8.
10. Zernobobovye kultury / D. Shpaar, F. Ellmer, A. M. Postnikov, G. I. Taranukho, V. A. Zakharchenko, K. Ester et al.; pod obshchey redaktsiyei D. Shpaara. — Минск: "FUАinform", 2000. — 264 p.

STRESS-RESISTANCE, PRODUCTIVITY AND SEED QUALITY OF WHITE LUPINE GENOTYPES

BLINNIK A. S.¹

DEMIDOVA A. G.², PhD Agr. Sc.

LUKASHEVICH M. I.³, Dr. Agr. Sc.

ARTEMOVA O. YU.¹, PhD Agr. Sc.

NAUMKIN V. N.¹, Dr. Agr. Sc.

NAUMKINA L. A.¹, Dr. Agr. Sc.

¹Belgorod State Agrarian University n. a. V. Ya. Gorin

308053, Russia, the Belgorod region, Belgorodskiy rayon, poselok Mayskiy (village), Vavilova str., 1

²Northern Caucasus Federal University

356241, Russia, Stavropol, prospekt Kulakova, 16

³The All-Russian Research Institute of Lupine — branch of the Federal

Williams Research Center of Fodder Production and Agroecology

241524, Russia, Bryansk, poselok Michurinskiy (village), Berezovaya str., 2

E-mail: aleks.blinnik@yandex.ru; ya.demidova-anya@yandex.ru;

kuren.olya@rambler.ru; naumkin47@mail.ru

Competitive trial of white lupine genotypes took place at the Belgorod State Agrarian University in 2019–2021. Such traits as stress-resistance, productivity and seed quality were tested. Four varieties and 26 lines of white lupine performed as the objects of this study. Genotypes having the highest adaptive potential provided high and stable seed yield. Four genotypes had the highest adaptive capacity (from 120.9 to 126.8%) while such lines as SN 1022-09, SN 76-16 and SN 10-16 showed the lowest ones (from 68.9 to 78.4%). Stress resistance varied from –14 to –191. Compensatory effect of most genotypes exceeded the one of the standard. Seed productivity was greatly affected by environmental conditions; however, most of them performed better than the standard. SN 17-14, SN 54-08 and SN 12-13 showed yield increase of 43–48%. Two varieties and four lines showed increase in productivity of 21–26%. SN 76-16 and SN 1022-09 performed worse than the standard. Most genotypes exceeded the standard in seed mass from one plant (4.2 g). Protein content varied from 29.55 to 36.45% in seeds while the standard had 32.27%. Except for SN 2-17 (0.348%), all the genotypes had low or average concentration of alkaloids in seeds.

Keywords: white lupine, variety, genotype, adaptability, stress-resistance, compensatory effect, productivity, quality.