

DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11167

УДК 631.527:633.367.3

ПОТЕНЦИАЛ ЗЕРНОВОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ ЛЮПИНА БЕЛОГО И ЕГО РЕАЛИЗАЦИЯ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ РОССИИ

Г.Л. ЯГОВЕНКО, доктор сельскохозяйственных наук
М.В. ЗАХАРОВА, кандидат сельскохозяйственных наук
М.И. ЛУКАШЕВИЧ, доктор сельскохозяйственных наук

ВНИИ ЛЮПИНА – ФИЛИАЛ ФГБНУ ФНЦ «ВИК им. В.Р. ВИЛЬЯМСА»
E-mail: lupin.albus@mail.ru

Отражены основные результаты пятилетнего изучения зерновой продуктивности люпина белого в условиях Брянской области на примере современных сортов и перспективных сортообразцов собственной селекции. Установлен уровень потенциальной и фактически реализованной продуктивности, их вариабельность. Растение люпина белого формирует от 17 до 46 цветков на главном и боковых побегах, и, при благоприятных условиях уровень завязываемости бобов и их сохранности возрастает. Выявлено влияние сорта и метеорологических условий вегетационного периода на величину показателя зерновой продуктивности. Установлены динамика абортивности репродуктивных органов в процессе развития и созревания, а также коэффициент семенной продуктивности. Выявлены образцы с наибольшим потенциалом продуктивности и высокой способностью его реализации для дальнейшей селекции.

Ключевые слова: люпин белый, сорт, сортообразец, зерновая продуктивность, потенциальная продуктивность, завязываемость бобов, сохранность бобов, коэффициент семенной продуктивности.

POTENTIAL WHITE LUPIN GRAIN PRODUCTIVITY AND ITS REALIZATION UNDER CONDITIONS OF THE NON-CHERNOZEM ZONE OF RUSSIA

G.L. Yagovenko, M.V. Zakharova, M.I. Lukashevitch

ALL-RUSSIAN LUPIN SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE – BRANCH OF THE FSBSI
«FEDERAL WILLIAMS RESEARCH CENTER OF FORAGE PRODUCTION AND
AGROECOLOGY»

E-mail: lupin.albus@mail.ru

Abstract: *The article presents the main results of five-year testing of white lupin grain productivity for self-bred modern varieties and perspective breeding lines under conditions of Bryansk region. The level of potential and actually implemented productivity and its variability are revealed. A white lupin plant develops 17-46 flowers on the main stem and on the lateral branches. Pods' setting rate and their preservation ability increase under favorable conditions. An effect of a variety and climatic conditions of the vegetation season on the grain productivity level is shown. The dynamics of abortion of reproductive organs during development and ripening as well as seed productivity coefficient have been found out. Breeding lines with the highest productivity potential and high ability for its realization have been selected for further breeding aims.*

Keywords: white lupin, variety, breeding line, grain productivity, potential productivity, pods' setting rate, pods' preservation ability, seed productivity coefficient.

В настоящее время белый люпин – это ценная высокобелковая кормовая культура. Исследования, проведенные во ВНИИ люпина, показали целесообразность применения зерна люпина и продуктов его переработки (гранулят, экструдат, энергосохаропротеиновый концентрат) в кормлении сельскохозяйственных животных и птицы [1, 2]. Благодаря

способности аккумулировать атмосферный азот люпин в структуре севооборота играет важную роль в биологизации и экологизации земледелия [3]. Современная селекция люпина белого направлена на повышение урожайности зерна и улучшение его качественного состава. Сорты Мичуринский, Алый парус, Пилигрим, созданные за последние годы во ВНИИ люпина, отвечают требованиям сельхозтоваропроизводителей, характеризуются урожайностью зерна 4,5...5,0 т/га и сбором белка с зерном – 1,6...1,8 т/га [4].

Продуктивность является одной из основных характеристик культурных растений, от уровня которой во многом зависит востребованность сортимента. Семенная продуктивность – сложный интегрированный признак, в формирование которого определенным вклад вносят отдельные элементы структуры продуктивности - количество цветков на растении, бобов и семян в них, а также масса 1000 семян [5]. Репродукционным органом люпина белого является многоцветковая верхушечная кисть с очередным расположением цветков, цветение которых происходит по восходящему направлению сначала на центральном, затем на боковых побегах, и длится 10-20 дней. Завязывание бобов также идет по направлению снизу вверх, в то время как на верхушке соцветия ещё продолжается цветение, большая часть цветков впоследствии опадает.

Цель исследования - оценка факторов, влияющих на процесс формирования продуктивности зерна люпина белого, установление уровня потенциальной продуктивности и выявление образцов с наиболее высоким уровнем реализации биологического потенциала.

Материал и методы исследований

Исследования проводились на опытных полях ВНИИ люпина (Брянская область) в период 2015-2019 гг. Почва опытных участков серая лесная, легкосуглинистая, реакция почвенного раствора рН 5,0-5,6. В годы исследований складывались контрастные метеоусловия вегетационных периодов, что позволило провести оценку образцов в благополучных и стрессовых для роста и развития люпина белого условиях.

Объектом исследований служили включенные в Госреестр селекционных достижений РФ сорта и перспективные образцы собственной селекции – Мичуринский, Пилигрим, Алый парус, сн 1022-09, сн 1397-10. Сорта Мичуринский, Пилигрим и образец сн 1397-10 – синецветковые, средняя высота растений 55-65 см, скороспелые, вегетационный период 110 дней. Образец сн 1022-09 – белоцветковый, высота растений 45-55 см, вегетационный период 105-110 дней. Сорт Алый парус розовоцветковый, высокорослый (высота растений 85-95 см), позднеспелый, вегетационный период 120-125 дней.

Для расчета средних показателей использовали выборку из 10 растений, каждое было этикетировано и учитывалось индивидуально на протяжении вегетации. В учет вошли следующие показатели: количество цветков, завязавшихся и созревших бобов, количество семягнезд и завязавшихся семян отдельно на главном и боковых побегах, масса семян с растения.

Результаты исследований

Контрастность метеорологических условий в годы исследований представлена значениями гидротермического коэффициента, рассчитанного подекадно за вегетационный период люпина белого (рис. 1).

В 2018 г. I и III декады мая и последующая I декада июня оказались крайне засушливыми, количество атмосферных осадков составило 1,6-2,8 мм, что на 90-95% ниже нормы (ГТК меньше 0,4). При этом температурный режим всего вегетационного периода незначительно превышал среднемноголетние значения. В целом вегетационный период 2018 г. можно охарактеризовать как слабозасушливый, начиная со II декады июня и в июле сложились удовлетворительные условия естественного увлажнения (ГТК = 1,29...2,32).

Вегетационный период 2019 г. проходил также в удовлетворительных условиях естественного увлажнения (ГТК = 1,22) с неравномерным распределением атмосферных осадков по декадам (ГТК = 0,12...3,06). На протяжении мая наблюдался повышенный температурный режим и обилие атмосферных осадков (ГТК=1,4...2). У большинства образцов период завязывания бобов приходится на вторую - начало третьей декады июня,

которая характеризовалась отсутствием осадков (1% от нормы) и превышением температуры воздуха над среднеголетними показателями на 5,5⁰С (ГТК= 0,12...1,50).

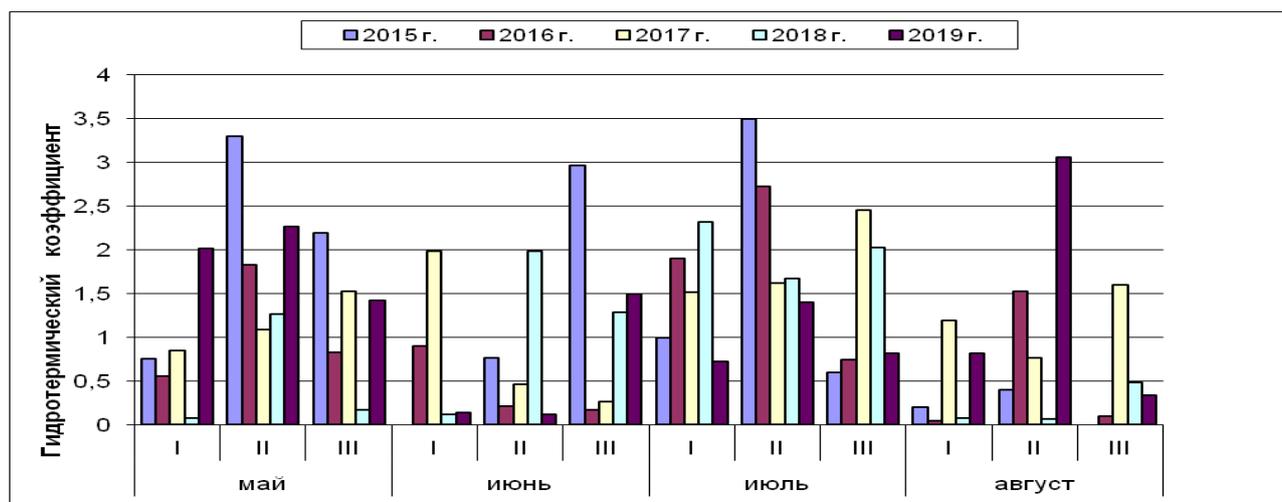


Рис. 1. Гидротермический коэффициент вегетационных периодов 2015-2019 гг.

В таблице 1 представлена характеристика образцов по средним показателям, полученным за годы исследований. Сорт Мичуринский сформировал в среднем 28,3 цветка на растении (на главном и боковых побегах), наименьшее значение показателя 21,9, максимальное – 38,1. Сорт Пилигрим, сн 1022-09 и сн 1397-10 по данному показателю оказались на уровне 31,2-32,6 цветка на растении. Максимальные значения получены у сорта Пилигрим и сн 1397-10 – 46 цветков. В опыте выявлены существенные различия между образцами по количеству цветков на растении ($HCP_{0,05}=6,2$). Наименьшее количество цветков сформировал сорт Алый парус – 25,4 шт. ($min=17,4$, $max=38,7$). Выявлена значительная вариация числа цветков на растении по всем образцам, кроме сн 1022-09.

Таблица 1

Характеристика образцов люпина белого по элементам продуктивности, 2015-2019 гг.

Образец	Показатель	Количество цветков, шт.	Количество завязавшихся бобов, шт.	Количество созревших бобов, шт.
Мичуринский	Среднее	28,3	12,7	6,2
	min-max	21,9-38,1	8,7-18	4,6-8,7
	V, %	21	27	28
Пилигрим	Среднее	32,5*	15,9*	7,7
	min-max	20,5-46,4	9,6-24,2	4,1-12,4
	V, %	34	46	41
Алый парус	Среднее	25,4	9,4	5,5
	min-max	17,4-38,7	6,4-13,2	3,4-8,5
	V, %	31	29	37
сн 1022-09	Среднее	32,6*	13,1*	7,6
	min-max	26,3-38,4	8,3-18,5	4,4-9,6
	V, %	16	37	27
сн 1397-10	Среднее	31,2	13,4*	7,7
	min-max	22,5-46,3	7,6-24,7	4,3-15,7
	V, %	30	49	59
Среднее по опыту		30,0	12,9	6,9
HCP _{0,05}		6,2*	3,6	2,3

По количеству завязавшихся бобов лучшими значениями характеризуются также сорт Пилигрим, сн 1397-10, сн 1022-09 – 15,9, 13,4 и 13,1 завязь на растении соответственно. Они достоверно превысили сорт Алый парус по данному показателю ($НСР_{0,05}=3,6$). Сорт Мичуринский незначительно уступил по количеству завязи – 12,7 штук, значения по сорту Алый парус оказались минимальными – 9,4. Наблюдалась значительная вариабельность показателя по всем образцам.

В процессе развития бобов происходит их абортация, преимущественно в верхней части кисти. Уже к уборке на растениях оставалось в среднем 5,5-7,7 бобов, из которых складывалась семенная продуктивность. Максимальные показатели 12,4 и 15,7 бобов проявились у сорта Пилигрим и образца сн 1397-10. Отмечена высокая вариация данного показателя – от 27 до 59% и отсутствие значимых различий среди вариантов ($НСР_{0,05}=2,3$).

На рисунке 2 визуальнo представлены данные по образцам за 5 лет исследований. По всем образцам наблюдается тенденция стремительного снижения количественных показателей в процессе развития репродуктивных органов растений. Так, верхняя диаграмма, отражающая количество цветков на растении находится в пределах 17-46 штук, наивысшие значения по всем образцам отмечены в 2017 г.

Завязываемость бобов в пределах от 6,5 до 24,7 штук на растении, а сохранившихся к уборке 3,4-15,7 штук. Наибольшее количество завязавшихся и сохранившихся бобов наблюдалось в 2017 г. по всем образцам, в 2015 и 2017 гг. для образца сн 1022-09.

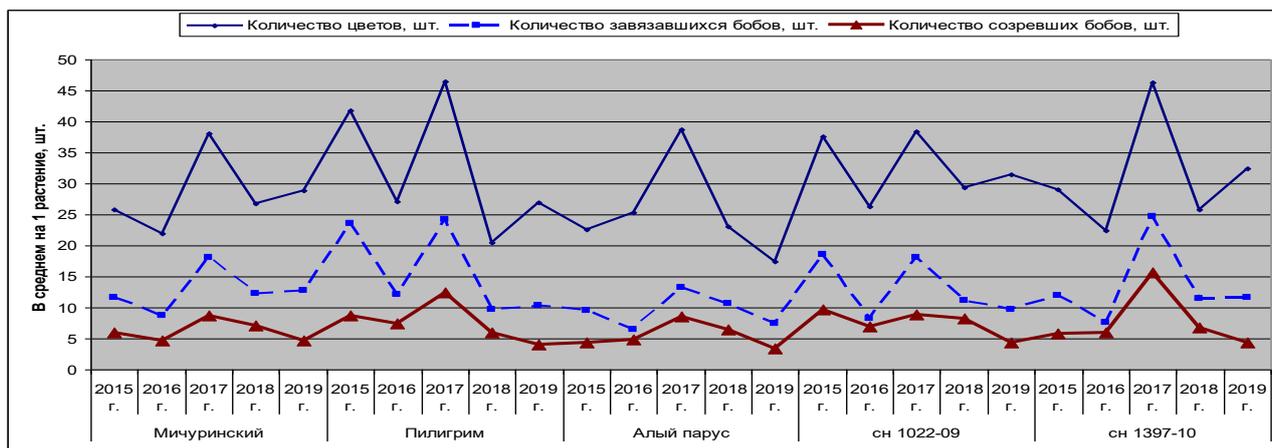


Рис. Количественные показатели продуктивности исследуемых образцов за период 2015-2019 гг.

В результате проведенного двухфакторного дисперсионного анализа установлено, что основное влияние на величину показателей: количество цветков, завязи и сохранившихся бобов на растении оказывают условия среды (в том числе метеорологические условия вегетационного периода), на долю которых приходится 35-39% (табл. 2). Доля влияния генотипов лишь 6-11% и взаимодействия «генотип-среда» 13-16%. Влияние случайных, неизученных факторов составило 35-45%.

Таблица 2

Влияние различных факторов на количественные показатели продуктивности люпина белого, %

Источник вариации	Количество цветков на растении	Количество завязи на растении	Количество созревших бобов на растении
Фактор А - генотип	7	11	6
Фактор Б - среда	38	39	35
Взаимодействие генотип-среда	13	16	14
Случайное	42	35	45

В таблице 3 представлены расчетные показатели – завязываемость бобов, их сохранность к уборке и процент созревших бобов от общего количества цветов на растении. Лучшие показатели образования завязи отмечены по сортам Мичуринский и Пилигрим (44-48%). Не смотря на то, что образец сн 1022-09 превзошел другие образцы по количеству сформированных цветов на растении, их завязываемость составила только 39%. В процессе развития растений часть завязавшихся бобов в верхней части кисти не развивается и происходит их осыпание. Сохранность завязи к уборке за период исследований составила 49-61%, выделились сорт Алый парус, образцы сн 1022-09 и сн 1397-10 (58%, 61% и 57% соответственно). В итоге от общего количества цветков на растении лишь 21-24% формируют полноценные бобы, из которых складывается зерновая продуктивность люпина белого.

Таблица 3

Завязываемость и сохранность бобов на растениях люпина белого, среднее за 2015-2019 гг.

Образец	Завязываемость бобов, %	Сохранность бобов к уборке, %	% созревших бобов от количества цветков
Мичуринский	44	49	22
Пилигрим	48	50	24
Алый парус	38	58	21
сн 1022-09	39	61	23
сн 1397-10	42	57	24

Различают реальную и потенциальную семенную продуктивность (ПСП и РСП). Потенциальная – это число образовавшихся семязачатков, она позволяет охарактеризовать репродуктивные возможности вида и сорта, зависит от количества побегов, цветков в соцветии, семязачатков в цветке [6]. Реальная семенная продуктивность или количество полученных жизнеспособных семян с растения определяет развитие, распространение и масштабы хозяйственного использования любой культуры.

Наши исследования показывают, какую часть потенциальной продуктивности реализуют сорта и сортообразцы люпина белого в условиях Брянской области. Отмечены сортовые различия по числу семягнезд и завязавшихся из них семян (табл. 4).

Таблица 4

Зерновая продуктивность образцов люпина белого (в среднем на 1 растение), среднее за 2015-2019 гг.

Образец	Количество семягнезд, шт.		Коэффициент семенной продуктивности, %		Доля в общей продуктивности, %		Масса семян, г
	гл.	бок.	гл.	бок.	гл.	бок.	
Мичуринский	19,4	5,8	93	50	84	16	5,4
Пилигрим	22,0	9,8	93	59	78	22	6,6
Алый парус	21,5	2,7	92	30	94	6	6,4
сн 1022-09	19,7	8,2	90	48	80	20	6,4
сн 1397-10	22,3	9,8	95	45	81	19	7,7

Высокие показатели количества образованных семягнезд в пересчете на 1 растение показали сорт Пилигрим и сн 1397-10 – 22 и 9,8 шт. соответственно на главном и боковых побегах. По коэффициенту семенной продуктивности большая часть образцов формирует 90-95% семян на главном побеге и 45-59% на боковых. Позднеспелый сорт Алый парус характеризуется более низким уровнем формирования семян в бобах боковых побегов – 30%. Вклад в зерновую продуктивность растения семян с главного побега составил 78-94%, с

боковых – 6-22%. По образцам в среднем за годы исследований получено 5,4-7,7 г семян с растения, максимальные значения у образца сн 1397-10.

Заключение

Таким образом, на формирование продуктивности люпина белого оказывают влияние, как сортовые различия, так и метеорологические условия вегетационного периода. Наибольшее количество цветков на растении формируют сорт Пилигрим и образец сн 1022-09 (32 шт.) Способность к завязыванию бобов по исследуемым образцам колеблется от 39 до 48%. Сохранность их к уборке составляет 49-61%, из образовавшихся семязачатков формируется 90-95% семян на главном побеге и 30-59% на боковых. По результатам исследований выделились сорт Пилигрим и сортообразцы сн 1022-09, сн 1397-10, которые обладают более высоким потенциалом продуктивности и уровнем его реализации. Они могут использоваться в качестве родительских форм или доноров при создании нового исходного материала для дальнейшей селекции люпина белого на стабильно высокую продуктивность.

Литература

1. Артюхов А.И., Сорокин А.Е. Люпин в кормлении птицы // Птицеводство. – 2016. – № 11. – С. 2-6.
2. Артюхов А.И., Сорокин А.Е., Афонина Е.В. Люпин в кормлении с.-х. животных и птицы // Комбикорма. – 2017. – № 12. – С. 43-46.
3. Яговенко Г.Л., Белоус Н.М., Яговенко Л.Л. Люпин в земледелии Центрального региона России: влияние на агрохимические свойства серой лесной почвы и продуктивность севооборотов. Брянск: Изд-во Брянской ГСХА. – 2011. – 182 с.
4. Лукашевич М.И., Агеева П.А., Новик Н.В., Захарова М.В. Достижения и перспективы селекции люпина // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32. – № 2. – С. 29-32. DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10207.
5. Вишнякова М.А. Стратегия семенного размножения однолетних и многолетних бобовых растений // Бобовые культуры в современном сельском хозяйстве: сб. науч. тр. Новгород, – 1998. – С. 144-145.
5. Вайнагий И.В. О методике изучения семенной продуктивности растений // Ботанический журнал. – 1974. – Т. 59. – № 6. – С. 826-831.

References

1. Artyukhov A.I., Sorokin A.E. Lupine in poultry feeding. *Ptitsevodstvo— Poultry farming*, 2016, no. 11, pp. 2-6. (In Russian)
2. Artyukhov A.I., Sorokin A.E., Afonina E.V. Lupine in feeding agricultural animals and poultry. *Kombikorma*, 2017, no. 12, pp. 43-46. (In Russian)
3. Yagovenko G.L., Belous N.M., Yagovenko L.L. Lupine in agriculture in the Central region of Russia: influence on the agrochemical properties of gray forest soil and crop rotation productivity. *Bryansk GSKhA Publ.*, 2011, 182 p. (In Russian)
4. Lukashevich M.I., Ageeva P.A., Novik N.V., Zakharova M.V. Achievements and prospects of selection of lupine. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2018, Vol. 32, no. 2, pp. 29-32. DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10207. (In Russian)
5. Vishnyakova M.A. [The strategy of seed propagation of annual and perennial legumes]. *Bobovye kul'tury v sovremennom sel'skom khozyaistve: sb. nauch. tr.* [collection of scientific papers Legumes in modern agriculture]. *Novgorod*, 1998, pp. 144-145. (In Russian)
5. Vainagii I.V. About the methodology for studying the seed productivity of plants. *Botanicheskii zhurnal*. 1974, Vol. 59, no. 6, pp. 826–831. (In Russian)