

ОЦЕНКА ЗЕРНОВОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ И АДАПТИВНОСТИ ЛЮПИНА ЖЕЛТОГО НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ

П. Ю. Лищенко

М. Г. Драганская, доктор сельскохозяйственных наук

И. К. Саввичева, доктор сельскохозяйственных наук

*Новозыбковская СХОС – филиал ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса»,
пос. Опытная станция Брянской области, Россия,
ngsos-vniia@yandex.ru*

Приведены итоги сравнительной оценки зерновой продуктивности и показателей адаптивности различных сортообразцов люпина желтого, возделываемых на дерново-подзолистой песчаной почве. Исследовали восемь сортов люпина отечественной селекции ВНИИ люпина, Новозыбковской СХОС, ближнего зарубежья — Белоруссии и иностранной селекции (Германия), а также гибридный материал Новозыбковской СХОС за 2016–2020 гг. Проведены испытания адаптивности сортообразцов по показателям экологической стабильности и пластичности, с использованием критерия «урожайность». Изменения метеорологических условий за годы исследований позволили объективно оценить варьирование продуктивности люпина по зерну. За пять лет испытаний урожайность зерна колебалась от 6,4 ц/га у сорта Владко (Белоруссия) до 11,8 ц/га — Новозыбковский 100 (НСХОС). В среднем изменения продуктивности сортов ВНИИ люпина — 9,7–11,3 ц/га, Новозыбковской СХОС — 10,7–11,8 ц/га, Белорусской селекции — 6,4–9,1 ц/га, иностранной — 8,3–8,7 ц/га. Среди гибридного материала НСХОС выделились образцы 5-10-84 (13,2 ц/га), 1-08-7-75 и 2-13-33 (12,7 ц/га), 7-13-65 (12,5 ц/га). По комплексу показателей адаптивности лучшими среди сортов оказались сорта ВНИИ люпина Надежный и Булат; белорусской селекции Кастрычник; Новозыбковской СХОС Дружный 165 и Новозыбковский 100. Из гибридного материала НСХОС отмечены перспективные номера 1-08-7-75, 5-10-84, 4-12-302, 2-13-33, обладающие генетической гибкостью, адаптивностью и стабильностью в условиях песчаных и супесчаных почв юго-запада Брянской области.

Ключевые слова: *люпин желтый, сорта, гибриды, зерновая продуктивность, адаптивность, пластичность, стрессоустойчивость, стабильность, генетическая гибкость.*

Введение. Отделом селекции и семеноводства Новозыбковской СХОС, начиная с 30-х годов прошлого столетия и до настоящего времени, создано несколько сортов желтого люпина: (горький) 4645, затем Малоалкалоидные 1, 2 и 3, в послевоенные годы — кормовой Быстрорастущий 4 и Быстрорастущий 81, возделываемые на зерно, зеленую массу, силос и сидерат. В 80–90-е годы прошлого столетия селекционерами

опытной станции районированы (в соавторстве) сорта Брянский 6, Дружный 165, Ипутский, Родник, Новозыбковский 100, Антей [1; 2].

Особое внимание к культуре люпина связано с многосторонним его использованием: богатый белками корм для животноводства (в зеленой массе — до 2,0 %, в зерне — до 43 %), источник органического вещества для бедных по плодородию почв: до 50–70 т/га зеленой массы, содержащей 200–300 кг азота, учитывая корневые остатки — 15–20 т/га органики. Глубоко проникающая корневая система люпина желтого извлекает из подпахотных горизонтов почвы фосфор, калий и другие микроэлементы и переносит их в пахотный, что делает люпин превосходным предшественником для всех сельскохозяйственных культур [3; 4].

За последние годы посевные площади под этой культурой резко сократились по причине возникновения таких болезней как фузариоз и антракноз. Для повышения устойчивости региональных агроэкосистем необходимо создать урожайные селекционные сорта желтого люпина, предельно адаптированные к конкретным зонам, максимально использующих их агро- и биоклиматические ресурсы. Данный вывод подтверждается конкурсным испытанием, при котором выявилась неоднозначность реакции сортов на эколого-географические условия. Так, сорта белорусской селекции Владко и Кастрычник в наших условиях поражаются в сильной степени вирусным израстанием; сорта Брянского института люпина Надежный, Булат — фузариозом, а в эпифитотийные годы — антракнозом; сорта иностранной селекции Mister и Lord — вирусами, фузариозом. Наблюдается дифференциация сортов по продолжительности отдельных фенофаз и, в конечном итоге, вегетационного периода, габитусу растений, по пораженности болезнями и продуктивности [4].

Целью исследований явилось сравнительное изучение сортообразцов желтого люпина, созданных в разных агро- и биоклиматических условиях: Белоруссии, ВНИИ люпина, иностранной селекции и сортов гибридного материала селекции НСОС, по продуктивности, устойчивости к стрессам, адаптивности к изменяющимся погодным условиям за последние пять лет.

Материалы и методы исследований. Объектом исследований стали посевы лаборатории селекции и семеноводства Новозыбковской сельскохозяйственной опытной станции — филиала ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Почва дерново-подзолистая, песчаная по механическому составу с содержанием илистых частиц 5–10 %, что объясняет их бесструктурность и высокую водопроницаемость. Содержание гумуса — 1,0–1,1 %, в котором фульвокислоты ($\frac{2}{3}$) превышают гуминовые ($\frac{1}{3}$), высокое содержание подвижного фосфора (220–250 мг/кг почвы) и низкое обменного калия (50–60 мг/кг), реакция почвенного раствора слабокислая. Делянки закладывали в конкурсном сортоиспытании с учетной

площадью 10 м² в трехкратном повторении, предшественник — озимая рожь. Обработка почвы, рекомендованная для нашей зоны: зяблевая вспашка на 18–20 см, предпосевная культивация в один–два следа и прикатывание. Учет урожая зерна — ручной, сплошной поделачный, с последующим обмолотом на стационарной молотилке и взвешиванием.

Результаты исследований и данные урожайности обрабатывали по Б. А. Доспехову [5]. Индекс условий среды (J_i), стабильность (Sd^2) и пластичность (bi) — по Эберхарту и Расселу в изложении В. З. Пакудина [6; 7]. Стрессоустойчивость и генетическую гибкость — по А. А. Rosiatte, J. Namotin в изложении А. А. Гончаренко [8], размах урожайности — по В. А. Зыкину [9].

Метеорологические условия за годы проведения исследований отличались по выпавшим осадкам и температурному режиму за вегетационный период.

Результаты исследований. По данным метеостанции Новозыбковской СХОС, погодные условия по годам исследований представлены в таблице 1 в виде гидротермического коэффициента (по Селянинову).

Так, 2016 г. оказался самым благополучным, в котором лишь дважды за сезон значения гидротермического коэффициента (ГТК) опускались до 0,1–0,5: в первых декадах мая (всходы) и июня (бутонизация). В 2017 г. апрель–июнь были сухими с ГТК от 0,0 до 0,3 и лишь в июле пошли обильные дожди. Май и две декады июня в 2018 г. оказались засушливыми, с ГТК 0,0–0,7, но в третьей декаде июня и весь июль шли дожди ливневого характера, что привело к снижению температуры и процесса фотосинтеза. Крайне неблагоприятные погодные условия сложились в 2019 г. Апрель сухой, а ливневые осадки в первой декаде мая нанесли непоправимый ущерб верхнему слою почвы, смыв его вместе со всходами. Во время цветения (первая декада июня) было сухо, главная кисть растений зацветала утром и заканчивала цветение двумя–тремя мутовками к вечеру. Осадки в июле не смогли исправить положение: на главной кисти оформились бобы в двух–трех мутовках, а на боковых побегах завязи не было.

Метеоусловия 2020 г. от предыдущих лет исследования отличались обилием осадков в мае с ГТК 2,7, что способствовало мощному развитию надземной массы.

Цветение проходило в условиях воздушной и почвенной засухи, сократив его до одного–двух дней вместо пяти–семи, что отрицательно сказалось на формировании генеративных органов и, как следствие, на урожайности зерна. Налив зерна проходил в засушливых условиях, которые обусловили мелкосемянность.

Рассчитанный индекс среды свидетельствует, что при положительном его значении урожайность как сортов, так и гибридов была на

уровне 9,0–19,6 ц/га, при отрицательном — ниже 2,0–16,8 ц/га [9; 10; 11; 12; 13].

1. Показатели ГТК за вегетацию в период проведения исследований (2016–2022 гг.)

Год	Декада	Месяц					За вегетационный период		Индекс среды, Ji
		апрель	май	июнь	июль	август	t °C	осадки	
2016	I	0,0	0,1	0,5	1,2	0,6	16,9	63,4	+0,44
	II	2,9	4,6	0,8	3,5	2,5	16,7	233,5	
	III	0,3	1,0	0,9	0,8	1,0	19,3	82,3	
	среднее	1,1	1,9	0,7	1,8	1,4	17,6	∑ 379,2	
2017	I	0,0	1,0	0,6	1,6	0,3	15,8	58,9	+0,22
	II	0,0	0,1	0,3	0,7	0,0	17,0	28,1	
	III	0,4	0,0	0,0	5,6	1,9	17,5	149,8	
	среднее	0,1	0,4	0,3	2,6	0,7	16,8	∑ 236,8	
2018	I	0,0	0,0	0,1	1,1	0,0	17,6	30,0	-0,07
	II	0,8	0,0	0,8	4,3	0,6	18,2	133,2	
	III	0,7	0,7	3,2	1,3	0,0	18,6	112,1	
	среднее	0,5	0,2	1,4	2,2	0,2	18,1	∑ 273,4	
2019	I	0,0	2,1	0,9	1,2	3,0	16,0	120,7	-0,38
	II	0,0	0,2	0,0	0,4	1,0	17,6	31,3	
	III	0,0	0,9	2,8	0,7	0,0	19,4	92,4	
	среднее	0,0	1,1	1,2	0,8	1,3	17,7	∑ 244,4	
2020	I	0,0	4,3	0,4	0,6	0,0	17,3	82,2	-0,19
	II	0,0	0,5	2,5	0,9	0,0	17,0	100,9	
	III	0,4	3,2	0,1	0,9	2,5	17,7	113,8	
	среднее	0,1	2,7	1,0	0,8	0,8	17,3	∑ 296,9	

Обсуждение результатов. Анализ урожайности зерна люпина желтого по годам исследований проводили с использованием методики Л. А. Животкова с сотрудниками — «среднесортная урожайность», по которой сравнение шло не со стандартом, а со средней урожайностью по изучаемым сортообразцам в каждом конкретном году. Данный показатель указывал на долевое участие (процент) или коэффициент адаптивности совокупности номеров к факторам внешней среды.

За годы исследований средняя величина коэффициента адаптивности составила больше единицы у сортов Надежный и Новозыбковский 100 (1,13 и 1,09), а также гибридов (1,03–1,24), что свидетельствует о высокой выраженности реакции на неблагоприятные условия вегетации. Низкий коэффициент адаптивности 0,54–0,87 отмечен у сортов Белорусской селекции и зарубежных (0,72–0,85), которые проявили слабую реакцию на изменения внешней среды, однако зерновая продуктивность этих сортов уступала вышеуказанным сортам (табл. 2).

2. Зерновая продуктивность и адаптивность сортообразцов люпина желтого

Сорт, сортообразец	Урожайность зерна, ц/га						U _{min} – U _{max} , стрессоустой- чивость, ц/га	$\frac{U_{min} + U_{max}}{2}$ генетическая гибкость, ц/га	d, размах урожайно- сти, %	Коэффициенты		
	Годы					среднее по годам				b ₁ , рег- рессии	S ² d, стабиль- ности	адаптив- ности
	2016	2017	2018	2019	2020							
Сорта ВНИИ люпина												
Надежный	18,4	11,0	10,0	7,0	9,9	11,3	-11,4	12,7	61,9	1,13	1,23	1,13
Булат	11,8	10,0	10,2	5,0	11,3	9,7	-6,8	8,4	57,6	0,97	0,62	0,92
Сорта Белоруссии												
Кастрычник	9,0	12,0	12,0	6,5	5,8	9,1	-6,2	8,9	51,7	0,30	0,51	0,87
Владко	12,3	11,6	2,0	3,0	3,3	6,4	-10,3	7,6	83,7	0,64	1,42	0,54
Сорта иностранной селекции												
Mister	10,0	12,0	5,0	7,0	9,7	8,7	-7,0	8,5	58,3	0,87	0,51	0,85
Lord	10,0	18,0	6,0	3,0	4,6	8,3	-15,0	10,5	83,3	0,83	1,47	0,72
Сорта Новозыбковской СХОС												
Дружный 165	19,6	12,2	8,0	7,0	6,5	10,7	-13,1	13,0	66,8	1,07	1,37	0,96
Новозыбковский 100	17,8	12,6	11,5	7,0	10,1	11,8	-10,8	12,4	60,7	1,18	1,22	1,09
Гибридный материал НСХОС												
1-08-7-75	18,0	14,6	12,1	9,0	10,0	12,7	-9,0	13,5	50,0	1,27	0,93	1,19
5-10-84	17,0	15,0	13,0	8,0	12,8	13,2	-9,0	12,5	52,9	1,32	1,04	1,24
17-10-72	15,6	12,5	11,0	7,5	8,9	11,1	-8,1	11,5	51,9	1,11	1,01	1,04
5-10-159	19,3	11,9	5,9	8,2	8,0	10,7	-13,4	12,6	69,4	1,07	1,42	0,98
3-12-182	17,4	13,1	12,3	8,0	9,7	12,1	-9,4	12,7	54,0	1,21	1,13	1,13
4-12-302	15,0	11,5	11,7	7,0	9,6	11,0	-8,0	11,0	53,3	1,10	0,9	1,03
2-13-33	13,5	14,0	16,8	9,0	10,4	12,7	-7,8	12,9	46,4	1,27	0,57	1,23
7-13-65	17,1	14,7	13,1	8,0	9,6	12,5	-9,1	12,5	53,2	1,25	1,16	1,17
Сумма	241,8	206,7	160,6	110,2	140,2	859,5						
Среднее	15,1	12,9	10,0	6,9	8,8	10,7						
Индекс условий среды	+0,44	+0,22	-0,07	-0,38	-0,19							

Примечание: U_{min} — минимальная урожайность,
U_{max} — максимальная урожайность

Среди гибридного материала с коэффициентом адаптивности ниже единицы или близко к ней выделились образцы 5-10-159, 4-12-302 и 17-10-72, у которых более высокая устойчивость к стрессам, а генетическая гибкость двух последних номеров отражает показатель средней урожайности зерна в контрастных условиях.

Сорта желтого люпина по-разному реагировали на изменения условий среды. Более пластичным (0,97), стабильным (0,62), стрессоустойчивым (-6,8 ц/га) с меньшим процентом размаха урожайности (57,6 %) оказался сорт нового поколения Булат, но при этом величина урожайности его на 1,6 ц/га ниже, чем у Надежного за счет меньшего веса зерна с главной кисти: 6,39 против 6,67 г. По всей видимости, сорт Булат более требователен к уровню плодородия почв.

Белорусский сорт Кастрычник оказался адаптированным к почвенным и, особенно, климатическим параметрам вегетации при средней массе зерна с главной кисти 7,48, колебания урожайности зерна по годам самые низкие (51,7 %), разница между минимальным и максимальным сборам зерна -6,2 ц/га, с меньшим коэффициентом пластичности (b_1 -0,3) и стабильности (S^2d -0,51), чем сорт нового поколения Владко, соответствующие показатели у которого составляли 83,7 % — 10,3 ц/га, 0,64 и 1,42, вес зерна с главной кисти — 6,59 г.

Сорта зарубежной селекции Mister и Lord различались зерновой продуктивностью и адаптивностью по годам исследований. При благоприятных условиях индекса среды (2016–2017 гг.) урожайность варьировала от 10 до 18 ц/га, а при отрицательном (2018–2020 гг.) она колебалась на уровне 3,0–9,7 ц/га.

По комплексу параметров адаптивности сорт Mister лучше, чем Lord: сбор зерна с главной кисти составил 7,23 г., за счет чего зерновая продуктивность более стабильна (S^2d -0,51), он стрессоустойчив (-7,0 ц/га) с процентом размаха урожайности ($d = 58,3\%$), тогда как у сорта Lord эти показатели выше: S^2d — 1,47–15 ц/га, 83,3 %, при массе зерна с главной кисти 6,54 г.

Местные сорта Новозыбковской СХОС Дружный 165 (10,7 ц/га) и Новозыбковский 100 (11,8 ц/га) по урожайности зерна превосходили все изучаемые в данном эксперименте.

Отмечено, что эти сорта в большей степени реагировали на условия окружающей среды, масса зерна с главной кисти колебалась по годам от 5,2 до 11,2 г и от 6,51 до 10,1 г соответственно, размах урожайности зерна составил 61–67 %. За последние три года индекс условий окружающей среды отрицательный, в результате пластичность (1,37–1,18) и стабильность (S^2d 1,07–1,22) выше единицы, а стрессоустойчивость низкая (-13,1 и -10,8 ц/га). По большинству параметров адаптивности сорт Новозыбковский 100 превосходит Дружный 165. Гибридный

материал Новозыбковской СХОС последних лет исследований при положительных и отрицательных индексах условий среды по урожайности зерна превышал сорта различных селекционных центров. К ним можно отнести номера 1-08-7-75, 5-10-84, 3-12-182, 2-13-33, 7-13-65, где она изменялась от 12,1 до 13,2 ц/га.

Экспериментальные данные по гибридам показали высокую отзывчивость на изменение условий среды за вегетацию, так как b_i (коэффициент регрессии) оказался выше единицы. Гибридный материал относится к интенсивным типам, он меньше приспособлен к неблагоприятным агро- и климатическим параметрам окружающей среды и максимально реализовал свой потенциал в благоприятных условиях.

Следует отметить высокую генетическую гибкость изучаемого гибридного материала, так как урожайность практически отражала среднюю по годам исследований, а также большой сбор зерна с главной кисти от 7,85 до 8,40 г.

Заключение. Результаты исследований за 2016–2020 гг. показали, что наиболее ценными среди сортов разных селекционных центров оказались местные: Новозыбковский 100 и Дружный 165, которые создавались и проходили испытания в почвенно-климатических условиях нашей зоны. К ним можно присоединить сорт ВНИИ люпина Надежный, возделывавшийся как стандарт с середины 90-х годов прошлого столетия. В эксперименте с гибридным материалом установлено, что номера 1-08-7-75, 5-10-84, 3-12-182, 2-13-33, 7-13-65 показали хорошую генетическую гибкость, с коэффициентами адаптивности и стабильности близкими к единице, обладающие высокой продуктивностью зерна на песчаных почвах Брянской области в любых условиях окружающей среды, превышая среднюю по сортообразцам на 1,8–2,5 ц/га.

Литература

1. Лихачев Б. С. Константин Иванович Саввичев и селекция люпина на Брянщине // Саввичевские научные чтения. – Брянск : Изд-во БГСХА, 2003. – С. 3–17.
2. Саввичева И. К. Направления, методы и результаты селекции желтого люпина на Новозыбковской опытной станции // Саввичевские научные чтения. – Брянск : Изд-во БГСХА, 2003. – С. 18–28.
3. Лихачев Б. С., Новик Н. В., Якушева А. С. О возможности возрождения культуры люпина желтого // Кормопроизводство. – 2011. – № 4. – С. 24–46.
4. Лихачев Б. С., Новик Н. В. Биологический потенциал люпина желтого и возможности селекционного повышения уровня его реабилитации // Люпин – его возможности и перспективы. – Брянск : Читай–город, 2012. – С. 119–125.
5. Доспехов Б. А. Методы полевого опыта (с основами статической обработки исследований) : учебник для высших сельскохозяйственных учебных заведений. – М. : Альянс, 2014. – 351 с.
6. Ebezhazt S. A., Russel W. A. Stability parameters for comparing varieties // Grop. Sci. – 1966. – V. 6, № 1. – P. 36–40.

7. Пакудин В. З., Лопатина Л. М. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур // Сельскохозяйственная биология. – 1984. – № 4. – С. 109–113.
8. Гончаренко А. А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур // Вестник РАСХН. – 2005. – № 6. – С. 49–53.
9. Зыкин В. А., Мешков В. В., Сапега В. А. Параметры экологической пластичности сельскохозяйственных растений, их расчет и анализ : методические рекомендации. – Новосибирск : Сибирское отделение ВАСХНИЛ, 1984. – С. 1–24.
10. Неттевич Э. Д. Влияние условий возделывания и продолжительности изучения на результаты оценки сорта по урожайности // Вестник РАСХН. – 2001. – № 3. – С. 34–38.
11. Животков Л. А., Морозова З. А., Секутаева Л. И. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю «урожайность» // Селекция и семеноводство. – 1994. – № 2. – С. 3–6.
12. Левакова О. В., Ерашенко Л. М. Результаты изучения экологической адаптивности и стабильности новых сортов // Вестник АПК Верхневолжья. – 2017. – № 9 1(37). – С. 18–22.
13. Мамеев В. В., Ториков В. Е. Изменчивость и прогнозирование урожайности озимой пшеницы в юго-западной части центрального региона России (на примере Брянской области) // Аграрный вестник Верхневолжья. – 2017. – № 1 (18). – С. 24–30.

ASSESSMENT OF GRAIN PRODUCTIVITY AND ADAPTABILITY YELLOW LUPINE ON SODDY-PODZOL SANDY SOIL

P. Yu. Lishchenko, M. G. Draganskaya, I. K. Savvicheva

The article presents the results of a comparative assessment of grain productivity and adaptability indicators of various varieties of yellow lupine cultivated on soddy-podzolic sandy soil. We studied 8 varieties of lupine of domestic selection of the All-Russian Research Institute of Lupine, Novozybkovskaya SHOS; neighboring countries - Belarus and foreign selection (Germany), as well as the hybrid material of the Novozybkovskaya SHOS for 2016–2020. The adaptability of variety samples was comprehensively tested in terms of environmental stability and plasticity, using the criterion of "yield". Changes in meteorological conditions over the years of research made it possible to objectively assess the variation in the productivity of lupine by grain. For five years of testing, the grain yield varied from 6.4 c/ha Vladko (Belarus) to 11.8 c/ha, Novozybkovsky 100 (Novozybkovskaya SHOS). On average, changes in the productivity of varieties of VNIИ lupine from 9.7 to 11.3 c/ha, Novozybkovskaya SHOS – 10.7–11.8 c/ha, Belarusian breeding – 6.4–9.1 c/ha, foreign – 8.3–8.7 c/ha. Samples 5-10-84 (13.2 c/ha), 1-08-7-75 and 2-13-33 (12.7 c/ha) and 7-13-65 (12,5 c/ha). According to the set of indicators of adaptability, the All-Russian Research Institute of Lupine Nadezhny and Bulat turned out to be the best among the varieties; Belarusian selection Kastrыchnik; Novozybkovskoy SHOS – Druzhny 165 and Novozybkovsky 100. From the hybrid material of the Novozybkovskaya SHOS promising numbers 1-08-7-75, 5-10-84, 4-12-302, 2-13-33, which have genetic flexibility, adaptability and stability in conditions of sandy and sandy loamy soils of the South-West of the Bryansk region.

Keywords: yellow lupine, varieties, hybrids, grain productivity, adaptability, plasticity, stress resistance, stability, genetic flexibility.