

КОЛЛЕКЦИОННЫЕ ОБРАЗЦЫ КАК ИСХОДНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ ЛЮПИНА ЖЕЛТОГО

Н.В. НОВИК, И.А. ЯКУБ, кандидаты сельскохозяйственных наук

А.А. ЛЕБЕДЕВ

E-mail: lupin.labzholt@mail.ru

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ЛЮПИНА –
ФИЛИАЛ ФГБНУ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР КОРМОПРОИЗВОДСТВА И
АГРОЭКОЛОГИИ ИМЕНИ В.Р. ВИЛЬЯМСА»

*Во ВНИИ люпина ведется непрерывная работа с мировым генофондом люпина желтого. Результатом стала рабочая коллекция, ежегодно пополняемая новыми генетическими источниками селективируемых признаков. Образцы поступают из ВИРа и научных учреждений других стран. Генетические источники высокой продуктивности, устойчивости к болезням и неблагоприятным факторам окружающей среды используются в дальнейшем для создания исходного материала методами гибридизации, отбора и мутагенеза. Многие коллекционные образцы имеют отдаленное эколого-географическое происхождение и обладают, как правило, наибольшими генотипическими отличиями от местных сортов. Включение в гибридизацию такого материала позволяет объединять в одном генотипе различные, в том числе и фенотипически слабые гены, и получать ценные трансгрессивные формы. За 2018-2020 годы выделены следующие генетические источники: польский сорт *Parus* (к-3371) – полуранный источник высокорослости и быстрого темпа роста, высокой продуктивности зеленой массы; сорт *Puissant* (к-2170) – источник высокорослости, высокой продуктивности семян и их белковости; сорт *SV 01060* (к-2193) – источник высокорослости, среднеспелости, высокой продуктивности зеленой массы, белковости и крупности семян; образцы *Tromusillo-2* (к-3276), *W 72* (к-2936), *W 105* (к-2933), №1004 (к-3913) и с.н. 07-20-240-2384-3 – источники толерантности к вирусным болезням; с.н. 11-11-02-2-4-3 – источник высокой продуктивности семян и зеленой массы; гибрид *Борлута x Житомирский* (к-3592) – источник среднеспелости и высокорослости; к-3915 – источник среднеспелости и высокой семенной продуктивности. Выявленные генетические источники будут использованы для создания сортов люпина желтого с признаками среднеспелости, продуктивности и устойчивости к вирусным болезням.*

Ключевые слова: люпин желтый, селекция, коллекционный материал.

COLLECTION LINES AS INITIAL MATERIAL FOR YELLOW LUPIN BREEDING

N.V. Novik, I.A. Yakub, A.A. Lebedev

E-mail: lupin.labzholt@mail.ru

ALL-RUSSIAN LUPIN SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE – BRANCH OF THE FEDERAL
WILLIAMS RESEARCH CENTER OF FORAGE PRODUCTION & AGROECOLOGY

Abstract: *In the Russian Lupin Research Institute continuous work on the world yellow lupin genebank is in progress. The work resulted in the working collection which is replenished annually by new genetic sources of selected characters. Genetic sources for high productivity, resistance to diseases and unfavorable environmental factors are used for development of initial material by means of hybridization, selection and mutagenesis. During 2018-2020 the following genetic sources*

have been selected: the Polish variety Parus (k-3371) as a semi-early ripened source for plant tallness, high growth tempo and high green mass productivity; the variety Puissant (k-2170) as a source for plant tallness, high seed productivity and seed protein content; the variety SV 01060 (k-2193) as a source for plant tallness, moderate period of ripening, high green mass productivity, seed protein content and their size; the lines Tromusillo-2 (k-3276), W 72 (k-2936), W 105 (k-2933), No. 1004 (k-3913) and the breeding line 07-20-240-2384-3 as sources for tolerance to virus diseases; the breeding line 11-11-02-2-4-3 as a source for high seed and green mass productivity; the hybrid Borluta x Zhitomirskii (k-3592) as a source for plant tallness and moderate period of ripening; k-3915 as a source for moderate period of ripening and high seed productivity.

Keywords: yellow lupin, breeding, collection material.

Важнейшим этапом в селекционной работе является оценка сортов по основным хозяйственно-ценным признакам, поиск и выявление генетических источников и доноров устойчивости к абиотическим и биотическим факторам среды с целью использования их в гибридизации. Эффективность гибридизации в значительной степени определяется правильным подбором пар для скрещиваний. В связи с этим большое значение имеет привлечение в рабочую коллекцию люпина желтого образцов из ВИРа и научных учреждений других стран. Многие коллекционные образцы имеют отдаленное эколого-географическое происхождение и обладают, как правило, наибольшими генотипическими отличиями от местных сортов. Включение в гибридизацию такого материала позволяет объединять в одном генотипе различные, в том числе и фенотипически слабые гены, и получать ценные трансгрессивные формы.

Предварительное изучение сортов и селекционных образцов в конкретных природно-климатических условиях является необходимым этапом при создании исходного материала для селекции люпина желтого. С этой целью во ВНИИ люпина (г. Брянск) ежегодно формируется коллекционный питомник, обновляемый и пополняемый все новыми образцами. В разные годы в питомнике высевалось от 130 до 260 образцов. В статье представлены результаты изучения 20 лучших форм за 2018-2020 годы (табл. 1).

При изучении генофонда приоритетными задачами стали выделение надежных источников низкой алкалоидности, устойчивости к антракнозу, фузариозу и вирусным болезням, полеганию в сочетании с быстрым темпом роста и интенсивным накоплением биомассы, высокой урожайности семян и зеленой массы, среднеспелости.

Материал и методы исследований

Коллекционный питомник размещался в селекционном севообороте, предшествующем яровые зерновые культуры. Почва серая лесная среднесуглинистая, развивающаяся на лёссовидном карбонатном суглинке. Мощность пахотного слоя 22-27 см, плотность почвы в слое 0-10 см – 1,24 г/см³, в слое 0-20 см, – 1,3 г/см³. Агрохимическая характеристика слоя 0-20 см: реакция почвенного раствора слабокислая (рН_{сол.} – 5,6); содержание гумуса – 2,43%; содержание подвижного фосфора и обменного калия выше среднего (Р₂О₅ по Кирсанову – 136 мг/1кг почвы, К₂О по Масловой – 167 мг/1кг почвы).

Метеоусловия вегетационных периодов 2018, 2019 и 2020 годов характеризовались следующими показателями: среднемесячная температура была в 2018 году 18,4°C, в 2019 году – 17,4°C, в 2020 году – 16,9°C при среднемноголетних показателях – 16,1°C, осадков выпадало 216 мм, 235 мм и 406 мм соответственно по годам при среднемноголетних показателях 304 мм. Осадки выпадали неравномерно, особенно в 2019 году, когда 29% от их суммы пришлось на август, и следовательно растениями люпина практически не использовались. В 2019 году на межфазный период бутонизация – цветение пришлась засушливая жаркая погода, что отрицательно сказалось на завязываемости бобов и в последствии на урожае семян. В 2020 году избыток осадков на фоне повышенных температур в июне и июле способствовал развитию напряженной эпифитотийной обстановки по антракнозу, фузариозу и другим грибным болезням люпина.

Таблица 1

Список образцов коллекции люпина желтого и их происхождение

Каталог ВИР	Название сорта или образца	Происхождение
к-3811	Надежный (стандарт)	ВНИИ люпина
к-2164	Tedin 2	Польша
к-3371	Parus	-//-
к-3915		-//-
к-3276	Tromusillo-2	Испания
к-1551	22/53 Paltype	Нидерланды
к-1554	A500/50	-//-
к-1556	88/53 Paltype	-//-
к-2170	Puissant	-//-
к-2193	SV 01060	Швеция
к-2933	W 105	Украина
к-2936	W 72	-//-
к-3592	Борлута х Житомирский	-//-
к-3593	Союз х Пламенный	-//-
к-3835	Мотив 369	Беларусь
к-3913	№1004	-//-
	БГУ М1	-//-
	с.н. 1163-08	ВНИИ люпина
	с.н. 11-11-02-2-4-3	-//-
	с.н. 07-20-240-2384-3	Новозыбковская ОС

Образцы высевались на делянках площадью 1м², площадь питания растений составляла 100 см². Стандартом служил ранний сорт Надежный селекции ВНИИ люпина, внесенный в Госреестр в 2007 году. Оценка коллекционных образцов по скороспелости, алкалоидности и устойчивости к болезням проводилась в соответствии с Международным классификатором СЭВ [1] и по «Методическим указаниям по изучению коллекции зерновых бобовых культур ВИР» [2]. В фазу бутонизации определялась алкалоидность каждого растения методом оттиска черешков листьев на фильтровальной бумаге, пропитанной реактивом Драгендорфа. При обнаружении алкалоидных растений образец подвергался очистке, отдельные растения изолировались. В фазу сизых бобов по снопу из 10 растений определялась продуктивность зеленой массы. В сухом веществе семян в лаборатории физиологии определено содержание белка. В конце вегетации велся подсчет количества сохранившихся внешне здоровых растений, методом очёса с них убраны бобы. Обмолот семян проводился на колосковой молотилке МК-1. Алкалоидность семян определялась окрашиванием их дерти в растворе Бухарда в двух концентрациях, позволяющих выделить без-, мало- и алкалоидные образцы.

Результаты и их обсуждение

При математическом анализе отдельных хозяйственно ценных признаков был сделан расчет коэффициента вариации, который отражает пластичность того или иного образца в среднем за три года. В целом выделенные образцы имели низкий коэффициент вариации по продолжительности вегетационного периода (табл. 2).

Продолжительность вегетационного периода является одним из основных биологических признаков, который определяет возможности получения высокого урожая в конкретных климатических условиях и своевременную его уборку. Для условий Нечерноземной зоны наиболее пригодны раннеспелые и среднеспелые сорта, которые убирают во 2-3-й декаде августа. Однако в условиях потепления климата, у ранее созданных раннеспелых сортов сократился вегетационный период, они стали созревать в третьей декаде июля – первой декаде августа, как следствие снизилась их урожайность. К тому же селекционный уклон в сторону создания раннеспелых сортов привел к потере позднеспелых

теплолюбивых генотипов [3]. Поэтому выявление генисточников среднеспелости и использование их в скрещиваниях позволит повысить эффективность селекционной работы в данном направлении.

Таблица 2

Характеристика коллекционных образцов по продолжительности вегетационного периода

KVIR	Название сорта или образца	Вегетационный период, дней			Среднее	Коэффициент вариации, CV%
		2018 г.	2019 г.	2020 г.		
к-3371	Parus	115	128	124	122	5,5
к-1551	22/53 Paltype	105	118	115	113	6,0
к-2933	W 105	110	118	116	115	3,6
к-2936	W 72	105	108	108	107	1,6
к-3835	Мотив 369	105	112	108	108	3,2
к-3276	Tromusillo-2	105	105	108	106	1,6
к-3913	№1004	105	118	115	113	6,0
к-2164	Tedin 2	115	120	115	117	2,5
к-2170	Puissant	120	128	124	124	3,2
к-2193	SV 01060	125	128	128	127	1,4
к-3592	Борлута х Житомирский	125	128	126	126	1,2
к-3593	Союз х Пламенный	115	118	115	116	1,5
к-1554	A500/50	105	118	115	113	6,0
к-1556	88/53 Paltype	105	118	120	114	7,1
к-3915		110	118	115	114	3,6
	БГУ М1	105	112	108	108	3,2
	с.н. 1163-08	105	110	115	110	4,6
	с.н. 07-20-240-2384-3	105	105	108	106	1,6
	с.н. 11-11-02-2-4-3	112	112	115	113	1,5
	Надежный- St	105	105	108	106	1,6

Большинство представленных в таблице 2 образцов имели продолжительность вегетационного периода на 1-21 день больше, чем ранний стандарт Надежный. Особенно следует выделить образцы Parus (к-3371), Puissant (к-2170), SV 01060 (к-2193) и Борлута х Житомирский (к-3592), которые на протяжении трех лет созревали на 10-23 дня позже стандарта. При этом сорта Parus (к-3371) и Puissant (к-2170) принадлежат к группе полуранных, а образцы SV 01060 (к-2193) и Борлута х Житомирский (к-3592) – к группе среднеспелых.

Пять образцов имели самый низкий коэффициент вариации 1,2-1,5%, то есть проявили достаточно высокую пластичность по годам, это Борлута х Житомирский (к-3592), SV 01060 (к-2193), Союз х Пламенный (к-3593) и с.н. 11-11-02-2-4-3. Выделенные образцы могут быть использованы в скрещиваниях, для получения гибридов с удлиненным вегетационным периодом.

При исследовании коллекции изучалась корреляция между хозяйственно ценными признаками. Высота растений у люпина желтого – признак наследственно устойчивый. Он в значительной степени влияет на урожай зеленой массы и ее сухого вещества ($r= 0,88$) (табл.3). Также и продолжительность вегетационного периода оказывает влияние на высоту растений, коэффициент корреляции $r= 0,70$. Из чего можно сделать вывод, что при отборе высокорослых растений на первых этапах селекции такой нужный признак, как среднеспелость с большой вероятностью будет передаваться новому поколению гибридов.

Таблица 3

Корреляции между хозяйственно ценными признаками у изучаемых образцов люпина желтого по средним значениям в 2018-2020 гг.

	Высота	Урожайность зеленой массы	Урожайность семян	Содержание белка в семенах	Масса 1000 семян
Урожайность зеленой массы	0,88	1,00			
Урожайность семян	0,24	0,30	1,00		
Содержание белка в семенах	-0,05	0,03	0,38	1,00	
Масса 1000 семян	0,71	0,63	-0,01	0,17	1,00
Продолжительность вегетационного периода	0,70	0,59	0,04	0,05	0,65

*Уровень значимости коэффициентов корреляции $P < 0,05$

Большинство представленных полуранних и среднеспелых высокорослых образцов имели массу 1000 семян выше, чем у стандартного сорта, хотя и относились наряду со стандартом к группе средних по величине семян (табл. 4). Только один образец – SV 01060 (к-2193) с массой 1000 семян 166 г отнесен к группе среднекрупных. Коэффициент корреляции между высотой и массой 1000 семян составил $r = 0,71$. Таким образом, высокорослые полуранние и среднеспелые образцы могут использоваться в качестве генетических источников для создания сортов универсального хозяйственного использования (на семена и зеленую массу), но непригодны для создания сортов зеленоукосного использования, одним из параметров модели которых является мелкосемянность [4].

Масса 1000 семян также положительно коррелировала с продолжительностью вегетационного периода ($r = 0,65$) и урожайностью зеленой массы ($r = 0,63$).

В проведенном опыте выделены высокорослые генотипы Tromusillo-2 (к-3276), Puissant (к-2170), с.н. 11-11-02-2-4-3, Борлута x Житомирский (к-3592), Parus (к-3371), SV 01060 (к-2193). Они превышали стандарт Надежный (58 см) на 4-17 см.

Особенностью коллекционного питомника является высокой уровень инфекционной нагрузки. Большинство образцов, и в особенности с более продолжительным вегетационным периодом, неустойчивы к антракнозу и вирусным болезням, что в конечном итоге снижает их урожай семян. Этим объясняется отсутствие корреляции между показателями урожайность семян и продолжительность вегетационного периода. При сравнительной оценке коллекционных образцов выявлены пять генотипов с наибольшей урожайностью семян: с.н. 11-11-02-2-4-3, к-3915, с.н. 07-20-240-2384-3, Puissant (к-2170) и SV 01060 (к-2193), которые превысили стандарт Надежный на 6-19% (табл. 4). Еще у четырех образцов этот показатель был на уровне стандарта (131,7-134,5 г/м²): Tromusillo-2 (к-3276), 22/53 Paltype (к-1551), Parus (к-3371) и №1004 (к-3913).

Наибольшая урожайность сухого вещества зеленой массы отмечена у образцов с.н. 11-11-02-2-4-3, SV 01060 (к-2193) и Parus (к-3371), они превысили стандарт Надежный (613 г/м²) на 18-29%.

Содержание белка в семенах и зеленой массе – важные сортовые показатели люпина желтого. Поэтому селекционеры уделяют данному признаку особое внимание при изучении новых коллекционных образцов. В данном наборе исследуемых генотипов по признаку содержание белка в семенах обнаружены 11 образцов, превышающих стандартный сорт Надежный (табл. 4).

**Результаты изучения коллекционных образцов люпина желтого по основным хозяйственно ценным признакам
(среднее за 2018-2020 гг.)**

КVI R	Название образца	Высота растений,		Урожайность семян		Урожайность сух. в-ва зеленой массы*		Содержание белка в семенах**, %	Масса 1000 семян		Поражение вирусными болезнями, %
		см	± к St	г/м ²	% к St	г/м ²	% к St		г	± к St	
к-3811	Надежный St	58		130,6		613		39,6	117		23,7
к-3371	Parus	74	+16	133,2	102	792	129	39,0	147	+30	36,3
к-1551	22/53 Paltype	58	0	131,9	101	607	99	39,8	133	+16	19,0
к-2933	W 105	59	+1	107,3	82	616	100	40,5	124	+7	13,6
к-2936	W 72	53	-5	100,6	77	608	99	42,6	132	+15	9,2
к-3835	Мотив 369	56	-2	113,6	87	611	100	39,7	141	+24	18,6
к-3276	Tromusillo-2	62	+4	131,7	101	623	102	40,2	134	+17	15,4
к-3913	№1004	57	-1	134,5	103	614	100	39,9	127	+10	10,5
к-2164	Tedin 2	50	-8	129,3	99	599	98	41,1	128	+11	20,4
к-2170	Puissant	64	+6	139,1	107	621	101	42,3	141	+24	16,3
к-2193	SV 01060	75	+17	138,4	106	785	128	42,6	166	+49	18,8
к-3592	Борлуга х Житомирский	68	+10	112,2	86	655	107	39,1	140	+23	20,8
к-3593	Союз х Пламенный	61	+3	78,6	60	628	102	38,7	139	+22	22,5
к-1554	A500/50	60	+2	96,5	74	617	101	39,3	129	+12	18,1
к-1556	88/53 Paltype	54	-4	107,2	82	603	98	39,2	114	-3	16,2
к-3915		61	+3	146,3	112	618	101	40,3	133	+16	17,7
	БГУ М1	52	-6	126,7	97	542	88	41,5	126	+9	22,1
	с.н. 1163-08	53	-5	121,5	93	537	88	40,6	112	-5	18,6
	с.н. 07-20-240-2384-3	57	-1	143,5	110	625	102	40,8	115	-2	13,7
	с.н. 11-11-02-2-4-3	64	+6	154,9	119	721	118	41,2	119	+2	20,3

*– данные за 2018-2019 гг.; **– урожай семян 2018 года

Наибольшей белковостью в 2018 году отличались образцы W 72 (к-2936) (42,6%), SV 01060 (к-2193) (42,6%) и сорт Puissant (к-2170) (42,3%) – на 3% выше стандарта.

Селекция люпина желтого на устойчивость к болезням попрежнему остается актуальной задачей для селекционеров. Наиболее вредоносными являются вирусные болезни и антракноз. С целью выявления генетической устойчивости к антракнозу в 2018-2019 гг. коллекционные образцы высевались на искусственном инфекционном антракнозном фоне. Стандартный сорт Надежный и с.н. 11-11-02-2-4-3 показали среднюю устойчивость к антракнозу, остальные коллекционные образцы характеризовались как высоковосприимчивые. Оценка на устойчивость к вирусным болезням велась непосредственно в коллекционном питомнике. Наиболее устойчивые образцы в разные годы испытаний поражались вирусными болезнями на 9,2-15,4%. К таким генотипам можно отнести: W 72 (к-2936), №1004 (к-3913), W 105 (к-2933), с.н. 07-20-240-2384-3 и Tromusillo-2 (к-3276). Названные образцы можно привлекать в скрещивания как источники толерантности к вирусным болезням.

Заключение

Таким образом, в результате проведенных исследований выявлен ценный исходный материал для создания сортов люпина желтого с признаками среднеспелости, продуктивности и устойчивости к вирусным болезням. Данные генотипы включены в схемы скрещиваний.

Литература

1. Степанова С., Назарова Н., Корнейчук В., Леман Хр., Миколайчик Я. Широкий унифицированный классификатор СЭВ и Международный классификатор СЭВ рода *Lupinus* L. – Ленинград: ВИР, – 1983. – 40 с.
2. Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых ВИР: пополнение, сохранение и изучение / Методические указания // Вишнякова М.А., Буравцева Т.В., Булынецов С.В., Бурляева М.О. и др. – Санкт-Петербург. – 2010. – 141 с.
3. Артюхов А.И., Агеева П.А., Лукашевич М.И., Новик Н.В., Люпин – селекция и адаптация в агроландшафты России / Труды Кубанского государственного аграрного университета – 2016. – № 2 (59) – С. 51-60.
4. Кобызева Л.Н., Тертышный А.В., Гончарова Е.А. Перспективный исходный материал зернобобовых культур в НЦГРРУ для создания сортов различных групп спелости // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2013. – № 2 (6). – С.96-100.

References

1. Stepanova S., Nazarova N., Kornejchuk V., Leman Hr., Mikolajchik Ja. Shirokij unificirovannyj klassifikator SJeV i Mezhdunarodnyj klassifikator SJeV roda *Lupinus* L. [The wide unified classifier for CEC and the International CEC classifier of *Lupinus* L.] – Leningrad: VIR, 1983, 40 p. (in Russian)
2. Vishnjakova M.A., Buravceva T.V., Bulynceev S.V., Burljaeva M.O. et al. Kollekcija mirovyh geneticheskikh resursov zernovyh bobovyh VIR: popolnenie, sohranenie i izuchenie [VIR World genebank collection for grain legumes: replenishment, conservation and study] / Metodicheskie ukazaniya. - Sankt-Peterburg, 2010, 141 p. (in Russian)
3. Artjuhov A.I., Ageeva P.A., Lukashevich M.I., Novik N.V. Ljupin – selekcija i adaptacija v agrolandschafty Rossii [Lupin – breeding and adaptation into agrolandscape of Russia] *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2016, no. 2 (30), pp. 51-60. (in Russian)
4. Kobyzeva L.N., Tertyshnyi A.V., Goncharova E.A. Perspektivnyi iskhodnyi material zernobobovykh kul'tur v NTsGRRU dlya sozdaniya sortov razlichnykh grupp spelosti [Promising source material for leguminous crops in NTsGRRU for creating varieties of different ripeness groups]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2013, no. №2(6), pp.96-100. (in Russian)