

ных культур // Сельскохозяйственная биология.- 1994.- №.5. – С.21-23.

14. Долгих Ю.И., Ларина С.М., Шамина З.Б., Пустовойтова Т.Н. Засухоустойчивость растений кукурузы, полученных из устойчивых к осмотическому действию полиэтиленгликоля клеточных линий // Физиология растений.- 1994. – Т.42, №6. – С.853-858.

15. Соболева Г.В. Регенерация растений гороха (*Pisum sativum* L.) в культуре соматических тканей, резистентных к осмотическому стрессу// Ученые записки Орловского государственного университета. – Орел, 2010.- №2.-С.254-258.

16. Соболева Г.В. и др. Метод клеточной селекции гороха на устойчивость к абиотическим факторам среды. Методические рекомендации. – М., 2011.- 24с.

17. Murashige N., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures // *Physiol. Plant.* – 1962. –V.15. – No.13. – P.473-497.

18. Gamborg O.L., Constabel F., Shyluk I.P. Organogenesis in callus from shoot apical of *Pisum sativum* L. // *Physiologia Plantarum.* – 1974. – V.30. – P.125-128.

## INFLUENCE OF OSMOTIC STRESS ON PROCESSES OF GROWTH AND MORPHOGENESIS IN LONG-TERM CALLUS CULTURES OF PEA (*PISUM SATIVUM* L.).

G.V. SOBOLEVA

The All-Russia Research Institute  
of Legumes and Groat Crops

*Possibility of long-term callus culture usage for testing of resistance to osmotic stress and selection of resistant lines was studied. Analysis of calli growth and shoots regeneration on media with PEG was conducted. It was established that long-term callus tissues were more susceptible to osmotic stress.*

**Key words:** *Pisum sativum* L, osmotic stress, callus, polyethylene glycol, morphogenesis.

УДК 635.656:631.527

### ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОРФОТИПА ЛЮПИНОИД В СЕЛЕКЦИИ ГОРОХА

**И.В. КОНДЫКОВ**, кандидат сельскохозяйственных наук,

**В.Н. УВАРОВ**, кандидат сельскохозяйственных наук,

**Н.А. БУТРИМОВА**, аспирант

ГНУ ВНИИ зернобобовых и крупяных культур

**Н.Н. КОНДЫКОВА**, кандидат сельскохозяйственных наук

ФГБОУ ВПО Орловский Государственный университет

*Проведено изучение 21 генотипов гороха оригинального детерминантного морфотипа люпиноид в сравнении с районированными зерновыми стандартами и родительскими формами. Выявлены особенности архитектоники репродуктивной зоны люпиноидов. Свои преимущества по урожайности и технологичности люпиноиды могут проявлять в условиях избыточного увлажнения, что необходимо учитывать при разработке векторов селекции таких форм и определения возможного ареала их распространения. В коллекции образцов люпиноидного типа выделены доноры и источники хозяйственно ценных признаков. Созданы новые рекомбинантные генотипы, перспективные для селекции высокопродуктивных, технологичных сортов гороха нового поколения.*

**Ключевые слова:** *горох, селекция, люпиноид, апикальное соцветие, урожайность, доноры, источники, хозяйственно ценные признаки, рекомбинантные генотипы.*

Устранение таких негативных характеристик культуры гороха как растянутый репродуктивный период, склонность к израстанию, совпадение вегетативной и репродуктив-

ной фаз развития, неравномерность созревания стало возможным после выявления в геноме вида *Pisum sativum* L. мутаций детерминантного типа роста стебля (ДТР). Различные

модели детерминантного габитуса классифицированы нами по географической точке, в которой впервые были выделены соответствующие мутации [1]: московская модель ДТР - генотипы, созданные на основе мутации, выделенной И.А. Поповой во ВНИИССОК [2]; луганская модель ДТР - образцы, созданные на основе мутации, выделенной А.М. Шевченко в ВСХИ [3]; самарская модель ДТР – формы, созданные на основе мутации, выделенной А.Е. Зубовым в Самарском НИИСХ [4]. В Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию в 2012 г., включены 9 сортов гороха посевного с детерминантным типом роста указанных моделей.

Принципиально новый тип детерминантного габитуса выявлен В.Н. Уваровым (ВНИИЗБК) в гибридной популяции F<sub>3</sub> Детерминантный ВСХИ (детерминант луганского типа) x А-87-15 (форма с фасцированным стеблем) [5]. Выделенное оригинальное растение имело многоцветковое апикальное соцветие, напоминающее соцветие люпина, что отразилось в названии новой формы - люпиноид. Гибридологический анализ показал, что формирование люпиноидного соцветия обусловлено комплементарным взаимодействием генов *fa* – фасцированный стебель и *det* – детерминантность луганской модели.

Новая форма активно использовалась в селекционном процессе. В результате нами была создана серия рекомбинантных генотипов, контрастных по архитектонике и биологическим особенностям, послужившая основой создания признаковой коллекции образцов люпиноидного типа. Эта коллекция была изучена с целью определения дальнейших перспектив селекции формы люпиноид, а также для выявления источников хозяйственно ценных признаков.

### Материалы и методика исследований

Коллекция гороха морфотипа люпиноид, включающая 21 образец, изучалась в 2010...2011 гг. в лаборатории селекции зернобобовых культур ГНУ ВНИИЗБК. Для сравнения в опыте были проанализированы родительские формы Детерминантный ВСХИ и А-87-15, а также районированные в Орловской области сорта зернового гороха Орловчанин (индетерминантный) и Батрак (детерминантный тип роста самарской модели). Опытные генотипы выращивались на делянках площадью 7,5 м<sup>2</sup> в трехкратной повторности. Посев осуществлялся сеялкой СКС-6-10. Уборка семян однофазная комбайном «Sampro-130». Степень устойчивости к полеганию рассчитывалась в фазу хозяйственной спелости как отношение высоты агроценоза к длине стебля растений. Содержание белка в семенах определялось на анализаторе зерна «Infratec<sup>TM</sup> 1241». Структурный анализ проводился на 30 растениях каждого образца, отобранных в фазу полного созревания.

Погодные условия в годы исследований были контрастными. Так, в 2010 году наблюдалась жесткая засуха, особенно в репродуктивный период развития гороха: гидротермический коэффициент в межфазный период «всходы-цветение» составил 0,84, в период «цветение-созревание» - 0,38. В 2011 году была отмечена весенняя засуха (ГТК периода «всходы-цветение» 0,29), сменившаяся затяжными обильными дождями (ГТК периода «цветение-созревание» 2,87).

### Результаты исследований и их обсуждение

Отличительной морфологической особенностью растений гороха люпиноидного типа является наличие апикального соцветия, которое несет до 15 очередно расположенных цветков на коротких (5...15 мм) цветоножках (рис. 1). Этот цветонос вместе со стеблем представляют единый осевой орган.



*Рисунок 1. – Апикальное соцветие растения морфотипа люпиноид*

По архитектонике репродуктивной зоны люпиноиды занимают промежуточное положение между родительскими формами и очень сильно отличаются от других форм гороха (рис. 2). Чаще всего, помимо верхушечного цветonoса, растения новой формы имеют два продуктивных узла с пазушными цветonoсами (как у родительской формы Детерминантный ВСХИ). Однако у образцов коллекции отме-

чен широкий диапазон изменчивости строения флоральной зоны: наличие дополнительных продуктивных узлов, сдвоенные продуктивные узлы, наличие только апикального соцветия, сдвоенное апикальное соцветие, апикальное соцветие с малым количеством цветков, полная редукция цветков на апикальном соцветии.



*Рисунок 2. - Репродуктивная зона растений морфотипа люпиноид (в центре) и родительских форм Детерминантный ВСХИ (слева) и А-87-15 (справа)*

По урожайности семян в среднем за годы исследований большинство образцов люпиноидного типа существенно превзошли родительские формы Детерминантный ВСХИ и,

особенно, фасцированную форму А-87-15 (таблица). Однако максимальную среднюю урожайность продемонстрировал листочковый индетерминантный стандарт Орловчанин

(2,97 т/га). Лучший люпиноид Лу-153-06 уступил ему в среднем 0,22 т/га. Наиболее отчетливо преимущество Орловчанина по урожайности прослеживается в засушливом 2010 г. Однако в условиях избыточного увлажнения во второй половине вегетации в 2011 г. у Орловчанина наблюдалось израстание и формирование слабо выполненных бобов на верхних продуктивных узлах. У люпиноидов Лу-153-06, Лу 01-396 и Лу-Д-114 такие процессы отсутствовали. В результате по урожайности они на 0,08...0,10 т/га превзошли лучший стандарт. Второй стандарт - детерминантный,

безлисточковый сорт Батрак - по урожайности семян в 2011 г. превзошли 6 линий с многоцветковым апикальным цветоносом: Лу-153-06, Лу-118-03, Лу-213-94, Лу 01-396, Лу-Д-115, Лу-Д-114. Таким образом, преимущество детерминантного типа роста у лучших люпиноидных генотипов изученной коллекции проявляется в условиях достаточного и избыточного увлажнения. При этом они по урожайности превосходят не только индетерминантный стандарт, но и детерминантный сорт самарской модели.

Таблица. - Характеристика образцов гороха морфотипа люпиноид в сравнении с районированными стандартами и родительскими формами, (среднее за 2010...2011 гг.)

Образец	Морфологические признаки	Урожайность, т/га			Содержание белка в семенах, %	Устойчивость к полеганию, %
		2010	2011	среднее		
<b>Орловчанин, ст.</b>	пк, л, инд, н	<b>3,17</b>	<b>2,77</b>	<b>2,97</b>	<b>24,0</b>	<b>51,3</b>
Лу-153-06	ср, л, н	2,62	<b>2,87</b>	<b>2,75</b>	25,7	59,7
Лу-268-98	пк, л, н	2,94	2,44	2,69	23,7	58,1
Лу-98-204	ср, л, н	2,88	2,50	2,69	23,6	55,1
Лу-118-03	ср, л, о	2,60	2,75	2,68	24,4	68,1
Лу-01-396	ср, л, н	2,48	<b>2,87</b>	2,68	<b>26,5</b>	53,8
Лу-98-201	пк, л, н	2,86	2,36	2,61	24,6	58,2
Лу-213-94	ср, л, н	2,50	2,70	2,60	23,6	55,3
СВ-52-Л	пк, ус, о	2,72	2,46	2,59	23,4	70,5
Лу-Д-115	пк, ус, о	2,48	2,69	2,59	<b>26,4</b>	<b>93,3</b>
<b>Батрак, ст.*</b>	пк, ус, дет/л, н	-	<b>2,57</b>	-	<b>25,0</b>	<b>99,3</b>
УГ-03-387	пк, ус, п, н	2,80	2,30	2,55	<b>27,4</b>	<b>94,4</b>
Лу-Д-116	пк, ус, о	2,71	2,36	2,54	24,8	<b>90,7</b>
Лу-98-205	ср, л, н	2,83	2,24	2,54	24,3	54,6
УГ-07-320	ср, ус, п, н	2,77	2,28	2,53	25,4	58,6
Лу-Д-114	пк, ус, о	2,20	<b>2,85</b>	2,53	<b>27,1</b>	77,7
<b>Дет. ВСХИ</b>	ср, л, дет/с, н	<b>2,42</b>	<b>2,60</b>	<b>2,51</b>	<b>26,4</b>	<b>40,5</b>
Лу-Д-60	ср, л, н	2,80	2,17	2,49	24,4	57,3
Лу-523-97	к, л, н	2,89	1,90	2,40	<b>26,5</b>	71,9
Лу-139	к, л, о	2,47	2,06	2,27	26,0	82,1
Лу-194-01	пк, л, о	2,32	2,06	2,19	<b>27,3</b>	82,3
Лу-97-82	пк, л, о	2,32	1,92	2,12	25,3	60,3
Лу-Д-145	ср, л, н	2,17	2,07	2,12	<b>26,5</b>	57,2
Лу-72-99	к, л, о	2,28	1,79	2,04	24,2	68,2
<b>А-87-15</b>	ср, л, фас, о	<b>1,41</b>	<b>2,02</b>	<b>1,72</b>	<b>25,8</b>	<b>60,7</b>

Примечания: *пк* – полукарлик, *ср* – среднестебельный, *к* – карлик, *л* – листочковый, *ус* – усатый, *инд* – индетерминантный тип роста, *дет/л* – детерминантный тип роста луганской модели, *дет/с* - детерминантный тип роста самарской модели, *фас* – фасцированный стебель, *о* – обычные семена, *н* – неосыпающиеся семена, *п* – пелюшка; \* данные за 2011 г.

По содержанию белка в семенах выделились люпиноиды УГ-03-387 (27,4%), Лу-194-01 (27,3%), Лу-Д-114 (27,1%), Лу-Д-145 (26,5%), Лу-01-396 (26,5%), Лу-523-97 (26,5%), которые по этому показателю в среднем за 2010...2011 гг. превзошли и родительские формы, и районированные стандарты.

Концентрация большого количества репродуктивных органов в апикальной зоне люпиноидов создает достаточно неустойчивую конструкцию, равновесие которой легко нарушается, особенно при сильном ветре или выпадении осадков. В связи с этим для селекции наибольший интерес представляют образцы коллекции, которые не полегли вплоть до фазы полного созревания: УГ-03-387 (94,4%), Лу-Д-115 (93,3%), Лу-Д-116 (90, %). По степени устойчивости они практически не отличались от стандарта Батрак (99,3% в 2011 г.) и почти в 2 раза превзошли второй стандарт Орловчанин (в среднем 51,3%). Эти генотипы характеризуются сходной архитектурой растений: укороченные прочные междоузлия, усатый тип листа, отсутствие или слабое развитие фасциации стебля. Из листочковых образцов в меньшей степени полегли ЛУ-194-01 (82,3 %) и ЛУ-139 (82,1 %).

В изученной коллекции выделены доноры и источники хозяйственно ценных признаков, представляющие интерес для селекции.

Донорами гена *af* являются образцы УГ-03-387, Лу-Д-114, Лу-Д-116, Лу-Д-115, Лу-153-06, СВ-52Л, УГ-07-320 с усатым типом листа. Их использование перспективно в селекции устойчивых к полеганию люпиноидов нового поколения.

Семена образцов Лу-153-06, Лу-98-201, Лу-268-98, Лу-523-97, Лу-01-396, Лу-213-94, Лу-98-204, Лу-98-205, УГ-03-387, УГ-07-320, Лу-Д-145, Лу-Д-60 имеют

семяножку, прочно сросшуюся с семенной кожурой – признак, контролируемый геном *def*. Эти генотипы могут использоваться как доноры признака неосыпаемости семян.

Линии Лу-268-98, Лу-98-201, СВ-52-Л, ЛУ-Д-115, УГ-03-387, ЛУ-Д-116, ЛУ-Д-114, ЛУ-194-01, Лу-97-82 характеризуются наличием укороченных прочных междоузлий (ген *le*). Антоциановой пигментацией (ген *A*) характеризовались образцы гороха полевого (пелюшки) УГ-03-387 и УГ-07-320.

В ходе изучения коллекции выделены источники отдельных компонентов семенной продуктивности, превысившие лучший по этим показателям стандарт Орловчанин:

- число бобов на растении: Лу-Д-145 (6,95), Лу-98-204 (6,19), Лу-153-06 (6,12); Орловчанин – 4,53;

- число семян на растении: Лу-97-82 (22,4), Лу-Д-145 (19,4), Лу-Д-114 (19), Лу-268-98 (17,4); Орловчанин – 15,7;

- число семян в бобе: Лу-Д-116 (4,14), Лу-118-03 (4,05), Лу-Д-115 (3,96); Орловчанин – 3,43;

- масса семян с растения: Лу-97-82 (4,86 г), Лу-Д-145 (4,83 г), Лу-Д-114 (4,40 г); Орловчанин - 4,35г.

Наиболее крупносемянным в коллекции оказался люпиноид ЛУ-523-97 (МТС 289 г), который по этому показателю превысил оба стандарта (Орловчанин 278 г, Батрак 273 г). Самыми мелкосемянными были линии Лу-Д-115 (197 г), ЛУ-153-06 и ЛУ-72-99 (обе 210 г). По комплексу хозяйственно ценных признаков

выделилась линия Лу-Д-114 (рис. 3), которая имеет беслисточковый (усатый) тип листа, относительно устойчива к полеганию, формирует большое число семян на растении и имеет высокий уровень содержания белка. Растения этого образца в усло-



Рисунок 3 – Перспективная линия Лу-Д-114 морфотипа люпиноид.

виях переувлажнения не израстают, характеризуются сжатым репродуктивным периодом и дружным созреванием. Урожайность линии Лу-Д-114 в таких условиях существенно выше, чем у районированных стандартов с индетерминантным и детерминантным типом роста.

В результате направленного рекомбиногенеза удалось объединить признак люпиноидного соцветия с другими оригинальными признаками архитектоники растения. Так, в 2011 г. в гибридных популяциях F<sub>4</sub> Рас710/7-1 x Лу-194-01 и F<sub>4</sub> Рас 669 x Лу-194-01, любезно предоставленных создателем новой рассеченнолисточковой (Рас-тип) формы гороха А.Н. Зеленовым, нами выделены рекомбинантные люпиноидные генотипы с рассеченными листочками (рис. 4). Рассеченнолисточковый морфотип (его развитие контролируется генами безлисточковости *af* и усиковой акации *tac<sup>A</sup>*) в настоящее время рассматривается в селекции гороха как один из перспективных листовых вариантов, обладающих высокой интенсивностью фотосинтеза [6, 7].



Рисунок 4. – Растение рекомбинантного генотипа гороха с люпиноидным соцветием и рассеченными листочками

Таким образом, в результате комплексного изучения 21 генотипов гороха оригинальной детерминантной формы люпиноид в сравнении с районированными зерновыми стандартами и родительскими формами установлено, что свои преимущества по урожайности и технологичности люпиноиды могут проявлять в условиях избыточного увлажнения, что необходимо учитывать при разработке направлений селекции таких форм и определения возможного ареала их распространения. В изученной коллекции выделены доноры и источники отдельных хозяйственно ценных признаков и их комплекса, представляющие интерес для селекции. В результате реализации специальной селекционной программы созданы новые рекомбинантные генотипы, перспективные для создания высокопродуктивных, технологичных сортов гороха нового поколения.

#### Литература

1. Кондыков И.В., Зотиков А.Н., Зеленов А.Н., Кондыкова Н.Н., Уваров В.Н. Биология и селекция детерминантных форм гороха / Орел: «Картуш», 2006. 120 с.
2. Попова И.А. Характеристика некоторых мутантных линий овощного гороха / Химический мутагенез и создание селекционного материала – М.: Наука. – 1972. – С.261-264.
3. Шевченко А.М. Создание сортов гороха новых морфобиологических типов / Селекция и семеноводство. – 1989. - №5. – С.20-22.
4. Зубов А.Е., Князькова С.Р. Хозяйственное значение и селекционная ценность новой формы зернового гороха с детерминантным типом роста / Доклады ВАСХНИЛ. 1989. - №12. -С. 16-19.
5. Уваров В.Н. Люпиноид – новый тип детерминантности у гороха / Селекция и семеноводство. – 1993. - №5-6. – С.19-20.
6. Зеленов А.Н., Кондыков И.В., Задорин А.М., Щетинин В.Ю., Гурьев Г.П., Наумкина Т.С. Изучение генетических особенностей и создание принципиально новых генотипов гороха с измененной архитектоникой листа (08-04-13686) / «Ориентированные фундаментальные исследования и их реализация в АПК России» Материалы конференции РАСХН - РФФИ, Сергиев Посад, 2009. - С. 89-93.
7. Зеленов А.Н., Кондыков И.В., Уваров В.Н. Вавиловские принципы селекции гороха XXI века / Зернобобо-

вые и крупяные культуры. Орел. - 2012. - №4. - С. 19-27.

## PROSPECTS OF USE OF THE MORPHO-TYPE LUPINOID IN PEAS BREEDING

I.V. Kondykov, V.N. Uvarov, N.A. Butrimova

The All-Russia Research Institute of Legumes and Groat Crops

N.N. Kondykova

Orel State Agrarian University

*Studying of 21 samples of peas of original determinant morphotype lupinoid in comparison to the zoned standards was performed. Features of architectonics of their reproductive zone were revealed. The lupinoids display their advantages on productivity and adaptability to manufacture*

*in the conditions of overmoistening; that is necessary to consider by working out of vectors of breeding of such forms and definition of possible geographic range of their cultivation. In the collection of samples of lupinoid type the donors and sources of economic valuable characteristics, perspective for breeding of highly productive, technological varieties of peas of new generation were found. New recombinant genotypes, perspective for breeding of highly productive, technological varieties of peas of new generation are released.*

**Key words:** Peas, breeding, lupinoid, apical raceme, productivity, donors, sources, economic valuable characteristics, recombinant genotypes.

УДК 546.62:[547.9:635.656]

## ОСОБЕННОСТИ АМИНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА БЕЛКА ЛИСТОВЫХ МУТАНТОВ ГОРОХА

А.Н. ЗЕЛЕНОВ<sup>1</sup> доктор сельскохозяйственных наук

Н.В. ШЕЛЕПИНА<sup>2</sup> кандидат сельскохозяйственных наук

М.В. МАМАЕВА<sup>3</sup> кандидат сельскохозяйственных наук

<sup>1</sup>ГНУ ВНИИ зернобобовых и крупяных культур

<sup>2</sup>ФГБОУ ВПО Орловский государственный институт экономики и торговли

<sup>3</sup>ГНУ Всероссийский институт кормов им. В.Р. Вильямса

*В статье приведены результаты исследования аминокислотного состава белка зерна листовых морфотипов гороха. Показано, что формы с измененной архитектурой листа являются источником высококачественного белка и пригодны для использования как в селекции на качество, так и в пищевых и кормовых целях.*

**Ключевые слова:** горох, морфотип, лист, белок, аминокислота, биологическая ценность.

**Введение.** Помимо традиционных форм, к настоящему времени в генофонде рода *Pisum sativum* L. выявлен ряд нетрадиционных по архитектонике листа морфотипов: акациевидный, усиковая акация, многократно непарноперистый, хамелеон, рассеченнолисточковый, дважды непарноперистый.

Широкого распространения в сельскохозяйственной практике они пока не получили, за исключением гетерофильной формы хаме-

леон, итогом селекционной работы с которой стало создание сорта Спартак, превосходящего районированный стандарт по устойчивости к полеганию, семенной продуктивности, а также по содержанию белка [1].

Однако, по мнению ряда исследователей, практически все нетрадиционные морфотипы гороха имеют высокий потенциал биологической, а некоторые – и семенной продуктивности.