

*sparse sowing varieties Faraon and Spartak and its decrease for the line Ras-1098/8 was marked. The determining factor of the value of collecting crude protein per hectare is the yield of seeds.*

**Keywords:** pea, morphotype, seeding rate, yield, protein.

УДК 631.527.5

## ВЫЯВЛЕНИЕ АКЦЕПТОРОВ И ДОНОРОВ ПРИЗНАКОВ ЯРУСНОЙ ГЕТЕРОФИЛЛИИ И БЕСПЕРГАМЕНТНОСТИ БОБА В УСЛОВИЯХ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

**Е.В. КОЖУХОВА**, кандидат сельскохозяйственных наук

**А.А. ЧУРАКОВ\***, кандидат сельскохозяйственных наук

КНИИСХ – ОБОСОБЛЕННОЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ ФИЦ «КРАСНОЯРСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РАН»

\*ФГБОУ ВО «КРАСНОЯРСКИЙ ГАУ»

*На основании проведенных исследований в условиях Восточной Сибири выявлены сорта и линии гороха, пригодные для использования в качестве доноров и акцепторов таких важных хозяйственно ценных признаков, как отсутствие пергаментного слоя и ярусная гетерофиллия.*

*В первом поколении гибридов при изучении доноров ярусной гетерофиллии в большинстве случаев гетерозис выявлен по основным показателям продуктивности – количеству фертильных узлов, бобов и семян. По показателю – число узлов до первого боба в большинстве случаев выявлена депрессия.*

*При анализе гибридов по признаку беспергаментности в первом поколении с сортом Светозар, характеризующимся усатым типом листа и гладкими семенами, выявлен гетерозис. С образцом Б-478, характеризующимся листочковым типом листа и гладкими семенами в этом случае по большинству признаков наблюдалась депрессия.*

*Во втором поколении по анализируемым признакам подтверждено стандартное расщепление в соотношении 3:4, характерное для самоопыляемых культур, что указывает на независимый характер наследования исследуемых признаков.*

*В качестве доноров ярусной гетерофиллии рекомендуется использовать образцы ТМ 06-462, ТМ 06-257 (НИИСХ Северного Зауралья), КТ-6455 (ТамНИИСХ), Спартак (ВНИИЗБК). В качестве донора признака беспергаментности боба рекомендуется использовать образец ТМ 06-462 (НИИСХ Северного Зауралья).*

**Ключевые слова:** селекция, гибриды, доноры, беспергаментность, ярусная гетерофиллия.

Основной зернобобовой культурой в России является горох. Задачей селекционера, работающего с культурой, помимо создания высокопродуктивных, высокобелковых сортов, является решение проблемы низкой технологичности культуры. Это в первую очередь подразумевает создание линий не склонных к полеганию, с фуникулярными – неосыпающимися семенами, усатым типом листа.

В настоящее время учеными Зеленовым А.Н., Щетининым В.Ю., Соболевым Д.В., Наумкиной Т.С., Задориным А.М., Зеленовым А.А. [1, 2, 3, 4, 5], рекомендуется включение в селекционный процесс нетрадиционных морфотипов гороха – рассеченнолисточковых, многократно непарноперистых, люпиноидных, хамелеонов. В условиях Восточной Сибири, из всех вышеперечисленных морфотипов, наиболее устойчивыми к полеганию, поражению болезнями и повреждению вредителями зарекомендовали себя образцы, обладающие признаками ярусной гетерофиллии – хамелеоны. Ценность этого морфотипа обусловлена высокими показателями продукционного процесса и лучшим биологическим потенциалом [6].

Независимый характер наследования этой мутации был выявлен в исследованиях Антоновой А.М., Дутовой А.А., Лукьяновой и др. [7].

Также, одним из свойств, способствующих улучшению технологичности культуры, ввиду устойчивости боба к растрескиванию, является отсутствие у него пергаментного слоя, контролируемого несколькими генами [8]. Из отрицательных сторон беспергаментности, стоит отметить большую уязвимость образцов болезнями семян. Линии, обладающие беспергаментностью активно используются в работе специалистами Татарского НИИСХ, в результате чего было достигнуто увеличение семенной продуктивности сортообразцов [9].

Все вышеперечисленное вызывает необходимость внедрения в процесс селекционной работы признаков ярусной гетерофиллии и беспергаментности боба, а следовательно поисков их доноров и акцепторов.

Донорами являются генетически исследованные источники, легко передающие признак и не передающие вместе с ним каких-либо нежелательных признаков, от которых трудно, или даже невозможно будет освободиться без одновременной утере переданного полезного признака [10]. Следовательно, потомство должно быть высокофертильно (жизнеспособно, плодовито, высокоурожайно), обеспечивать желаемый эффект в возможно большем числе гибридных комбинаций и не иметь отрицательных признаков, сцепленных с передаваемым свойством. Поэтому важно выявить источники с легкостью отдающие и акцепторы, принимающие данный признак.

В Западной Сибири поисками доноров важных хозяйственно ценных признаков занимаются А.В. Обухова, Л.В. Омельнюк, Н.А. Поползухина [11].

#### **Материалы и методика исследований**

Исследования проводились в условиях лесостепи Красноярского края, в пос. Минино, на опытных селекционных полях КрасНИИСХ. Получение гибридов в F<sub>1</sub> и F<sub>2</sub>, а также подсчет их структуры по признаку беспергаментности был проведен в 2015-2016 годах, по гетерофиллии – в 2016-2017 годах. Анализ результатов исследований проведен в 2017 году.

Предшественником являлся чистый пар. Обработка осуществлялась согласно рекомендациям для возделывания зернобобовых культур.

Для скрещивания были использованы сорта местной селекции: с усатым типом листа и с неосыпающимися семенами – Руслан, полукороткий сорт Стоян – с усатым типом листа и гладкими семенами, а также усатый, гладкосемянный сорт Светозар. В качестве источников признаков ярусной гетерофиллии использовались образцы морфотипа хамелеон – Спартак, АЗ-92897 (ВНИИЗБК), ТМ 06-462, ТМ 06-257 (ВНИИСХ Северного Зауралья), источником беспергаментности боба являлся сорт зернового направления КТ-6455 (ТатНИИСХ).

В первом поколении были проведены количественные учеты структуры гибридов: высота растений, количество непродуктивных, количество фертильных узлов, количество бобов и семян с растения. На основании этих учетов в F<sub>1</sub> была проведена оценка степени доминирования количественных признаков, определяющих продуктивность сорта. Степень доминирования в F<sub>1</sub> оценивали по формуле:

$$F_{1\text{ ср}} - P_{\text{ ср}}$$

$$P_{\text{ макс}} - P_{\text{ ср}},$$

где F<sub>1 ср</sub> – среднее значение признака в F<sub>1</sub>,

P <sub>ср</sub> – среднее значение признака у обоих родителей,

P <sub>макс</sub> – среднее значение признака у лучшего из родителей [12].

Распределение по типам наследования проводили по модификационной шкале Савкина Н. Л. [13]:

h<sub>p</sub> = 0 – доминирование отсутствует;

h<sub>p</sub> = -0,25 - 0,25 – промежуточное наследование;

h<sub>p</sub> = 0,25 – 0,75 – неполное доминирование признака лучшего родителя;

h<sub>p</sub> = 0,25 - -0,75 – неполное доминирование признака худшего родителя;

h<sub>p</sub> = 0,75 – 1,25 – доминирование признака лучшего родителя;

$h_p = 0,75 - -1,25$  – доминирование признака худшего родителя;

$h_p > 1,25$  – гетерозис;

$h_p < -1,25$  – депрессия.

В  $F_2$  был проведен анализ соотношения расщепления гибридов по качественным признакам на основании заранее выдвинутой теории при помощи метода  $\chi^2$ .

#### Результаты исследований и их обсуждения

При анализе гибридов первого поколения на наследование признака ярусной гетерофиллии, контролируемого геном  $up1^{tac}$  выявилось, что в большинстве случаев по показателям высоты растения, количеству фертильных узлов, количеству бобов и семян с растения у гибридов в  $F_1$  наблюдался гетерозис. По числу непродуктивных узлов до первого боба в первом поколении преимущественно наблюдалась депрессия.

Полный гетерозис по наиболее важным признакам, оказывающим влияние на продуктивность сортов - количество бобов, количество фертильных узлов и вес семян, выявлен у образцов Н – 1571 (Руслан х ТМ-06-462) и Н – 1585 (Красноуфимский х ТМ-06-462). У гибридных комбинаций Н-1575 (ТМ 06-257 х Стоян) и Н-1576 (Спартак х Стоян) депрессия наблюдалась по количеству непродуктивных узлов, что не оказывает негативного влияния на урожайность.

Все гибридные популяции морфотипа хамелеон при скрещивании с сортом Стоян по наиболее важным продуктивным признакам проявляли гетерозис, или доминирование признака лучшего из родителей.

В качестве акцептора в комбинациях, где одним из родителей был сорт с признаками ярусной гетерофиллии, при анализе показателей, влияющих на продуктивность (количество семян, фертильных узлов и бобов на растение) в  $F_1$  являлся усатый (af), с неосыпающимися семенами (def) сорт Руслан. Гетерозис с ним проявился по всем анализируемым признакам (табл. 1).

Таблица 1

#### Степень доминирования основных параметров продуктивности гибридов $F_1$ (ярусная гетерофиллия)

№	Образец	Происхождение	Высота растения	Количество			
				узлов до 1-го боба	фертильных узлов	бобов	вес семян
1	Н-1569	Яхонт х ТМ-06-462	Г	Д	НД-	Г	Г
2	Н-1570	ТМ-06-462 х Яхонт	Г	НД+	Д+	Г	Г
3	Н-1571	Руслан х ТМ-06-462	Г	Г	Г	Г	Г
4	Н-1574	А3-92897 х Стоян	Г	Д	Г	Д+	Г
5	Н-1575	ТМ 06-257 х Стоян	Г	Д	Г	Г	Г
6	Н-1576	Спартак х Стоян	Г	Д	Г	Г	Г
7	Н-1585	Красноуфимский х ТМ-06-462	Г	П	Г	Г	Г

*Г- гетерозис, Д – депрессия, НД+ – неполное доминирование признака лучшего из родителей, НД – неполное доминирование признака худшего из родителей, Д+ – доминирование признака лучшего из родителей, П – промежуточное наследование, 0 – доминирование отсутствует*

В процессе работы с гибридами, наследуемыми признак беспергаментности боба, в  $F_1$ , на фоне единообразия гибридов первого поколения, наиболее продуктивными были комбинации Н-1538 – гетерозис выявлен по количеству фертильных узлов, бобов и семян на растение, и Н-1549, в которой по количеству фертильных узлов выявлено наследование признаков лучшего из родителей, по остальным параметрам также выявлен гетерозис.

В качестве более перспективного акцептора признака беспергаментности боба, учитывая продуктивность гибридов в первом поколении, выступил сорт местной селекции Светозар, с усатым типом листа и осыпаящимися семенами.

Листочковый, гладкосемянный образец Б-478 (Радомир х Россиянин-1), для которого характерны в генотипе доминантные аллели, при скрещивании с беспергаментной линией КТ-6455 в качестве отцовской формы, по наиболее важным продуктивным признакам проявлял депрессию (табл. 2).

Таблица 2

**Степень доминирования основных параметров продуктивности гибридов F<sub>1</sub>  
(беспергаментность боба)**

№	Образец	Происхождение	высота растения	Количество			
				узлов до 1-го боба	фертильных узлов	количество бобов	семян на растение
8	Н-1536	Б-478 х КТ 6455	Г	Д	Д	Д	Д
9	Н-1538	Светозар х КТ-6455	Д+	Д	Г	Г	Г
10	Н-1549	КТ-6455 х Светозар	Г	Г	Д+	Г	Г
11	Н-1540	КТ-6455 х Б-478	Д+	Г	НД-	0	НД-

*Г – гетерозис, Д – депрессия, НД+ – неполное доминирование признака лучшего из родителей, НД – неполное доминирование признака худшего из родителей, Д+ – доминирование признака лучшего из родителей, П – промежуточное наследование, 0 – доминирование отсутствует*

По данным некоторых авторов Антоновой М.А., Дутовой А.А., Луньковой А.А. и др. [7], при скрещивании образцов, обладающих ярусной гетерофиллией с образцами, имеющими иные формы листа, во втором поколении наблюдается независимый характер наследования. По исследованиям Зеленова А.Н. [14] расщепление гибридов второго поколения на усатые и хамелеоны проходит в соотношении 3:1. Наши исследования подтверждают данный факт.

Наследование признака беспергаментности боба, контролируемое несколькими генами наследуется по типу полимерии [15]. Редуцирование пергаментного слоя проходило в соотношении 3:1. Это подтверждено в наших исследованиях при помощи критерия Пирсона ( $\chi^2$ ) (табл. 3).

Таблица 3

**Подтверждение теории расщепления 3/4:1/4**

Гибрид	Происхождение	Показатель $\chi^2$	Уровень значимости
Ярусная гетерофилия			
Н-1569	Яхонт х ТМ-06-462	0	0,95
Н-1570	ТМ-06-462 х Яхонт	0,1	0,9 – 0,5
Н-1571	Руслан х ТМ-06-462	0,1	0,9 – 0,5
Н-1575	ТМ 06-257 х Стоян	1,2	0,2
Н-1576	Спартак х Стоян	0	0,95
Н-1585	Красноуфимский х ТМ-06-462	0	0,95
При N=40; n = 2*			
Редуцирование пергаментного слоя			
Н-1536	Б-578 х КТ 6455	1,1	0,5 – 0,2
Н-1538	Светозар х КТ-6455	0,3	0,9 – 0,5
Н-1549	КТ-6455 х Светозар	1,1	0,5 – 0,2
Н-1540	КТ-6455 х Б-478	0,3	0,9 – 0,5
При N=20; n = 2*			

*\*N – число потомков; n = 2 – число анализируемых фенотипических классов*

Но так как полная беспергаментность контролируется одновременно двумя рецессивными генами *pv*, а толщина стенок регулируется геном *N*, то для полной картины наследования необходимо проведение дополнительных исследований.

Расщепление во втором поколении соответствовало стандартному расщеплению, характерному для самоопыляемых культур – 3:1. Уровень значимости во всех случаях был больше 0,05, что доказывает верность выдвинутой гипотезы.

В процессе разделения и анализа гибридов, обладающих ярусной гетерофиллией и усатым типом листа, при сравнении среднего значения числа семян с растения, выявлено, что в большинстве случаев достоверной разницы между показателем продуктивности у носителей исследуемых признаков не обнаружено. Лишь одна гибридная комбинация Н-1585 имела больший показатель продуктивности у выщепленных растений, обладающих усатым типом листа по сравнению с гибридами, обладающих гетерофиллией (табл. 4).

Таблица 4

**Сравнительная характеристика полученных морфотипов в F<sub>2</sub> по показателю продуктивности (число семян с растений)**

Гибрид	Происхождение	Ярусная гетерофилия	Усатый тип листа
Н-1569	Яхонт X ТМ-06-462	19,5	19,5
Н-1570	ТМ-06-462 X Яхонт	25,9	31,5
Н-1571	Руслан X ТМ-06-462	22,8	18,7
Н-1575	Стоян X ТМ 06-257	22,5	20,5
Н-1576	Спартак X Стоян	22,2	25,3
Н-1585	Красноуфимский X ТМ-06-462	18,3	27,4
НС <sub>0,5</sub> 7,3			

**Выводы**

На основании проведенных исследований и анализа полученных данных выявлены сорта и линии, пригодные для использования в качестве родительских форм при создании высокопродуктивных сортов гороха с беспергаментным типом боба, а так же обладающих признаками ярусной гетерофиллии.

В качестве доноров признака ярусной гетерофиллии рекомендуется использовать образцы ТМ 06-462, ТМ 06-257 (НИИСХ Северного Зауралья), КТ-6455 (ТатНИИСХ), Спартак (ВНИИЗБК). В качестве донора признака беспергаментности боба рекомендуется использовать образец ТМ 06-462.

В качестве акцептора для свойства беспергаментности боба рекомендуется использовать усатый, гладкосемянный сорт Светозар зернового направления.

В 17% случаев гибриды второго поколения, обладающие усатым типом листа, имеют больший показатель продуктивности по сравнению с гибридами, обладающими ярусной гетерофиллией.

**Литература**

1. Зеленов А.Н., Щетинин В.Ю., Соболев Д.В. Селекционная ценность рассеченолисточковой формы гороха // Аграрная наука. – 2008. – № 2. – С. 19-20.
2. Зеленов А.Н., Наумкина Т.С., Щетинин В. Ю., Задорин А.М., Зеленов А.А. Достоинства и перспективы использования многократно непарноперистой формы гороха. // Зернобобовые и крупяные культуры – 2014. – № 3 (11). – С. 12-19.
3. Зеленов А.Н. Перспективы использования новой селекционной формы гороха хамелеон // Доклады РАСХН. 2000. – № 4. – С. 15-17.
4. Зеленов А.Н., Зеленов А.А. Повышение биоэнергетического потенциала растений – актуальная проблема селекции гороха // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2016. – № 4 (20). – С. 9-15.
5. Задорин А.М. Гетерофильная форма гороха и ее селекционные свойства // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2013. – № 3. – С. 16-18.
6. Фадеева А.Н. Создание исходного материала гороха для селекции в условиях северной части Северного Поволжья // Автореф. дис...канд. биол. наук, 2001. СПб, – 20 с.

7. Антонова, М.А., Дутова А.А., Лунькова А.А., Мещерякова П.В., Миляева П.А., Синюшин А.А. К изучению наследования морфотипа хамелеон у гороха // Зернобобовые и крупяные культуры - № 1 (13) – 2015. – С. 5 – 10.
8. Хангильдин В.В. Генетика культурных растений: зернобобовые, овощные, бахчевые (Генетика гороха: генетика признаков). – Ленинград ВО «Агропромиздат», 1990. – С. 58 – 80.
9. Фадеева А.Н. Сорты гороха Фрегат и Кабан – селекция нового уровня. Агробизнес. Растениеводство. [<http://agbz.ru/articles/sorta-goroaha--fregat--i--kaban--seleksiya-novogo-urovnya>]
10. Мережко, А.Ф. Система генетического изучения исходного материала для селекции растений. // Л.:ВИР. – 1984. – 70 с.
11. Обухова А.В., Омельнюк Л.В., Поползухина Н.А. Комбинационная способность гороха посевного в системе диаллельных скрещиваний по элементам семенной продуктивности // Вестник государственного аграрного университета. - № 12. – 2012. – С. 14 – 17
12. Petr F., Frey K. Genotypic correlations, dominance and heritability of quantitative characters in oats / F. Petr, K.J. Frey // Crop Science.-1966, V. 6, № 3. – P.259 - 262.
13. Савкин Н.Л. Доноры для создания скороспелых неосыпающихся сортов гороха в зоне Юго-Востока Украины: Автореф. Дис...канд. с.-х. наук. – Л., 1987 б. – 253 с.
14. Задорин А.М. Исходный материал и методы селекции гетерофильной формы гороха: Автореф. дисс...к.с.-х.н. – Орел, 2005. – 24 с.
15. Blixt S. Mutation genetics in Pisum / S. Blixt // Agri. Hort. Gen. – 1972. – Bd. 30 – Hf 1- 4. – P.1-293.

## DETECTION OF ACCEPTORS AND DONORS OF SIGNS OF TIERED HETEROPHILY AND PARCHMENT-FREE OF PODS IN THE CONDITIONS OF EASTERN SIBERIA

E.V. Kozhukhova, A.A. Churakov\*

KNIISK – FIC OP «KSC SB RAS»

\* FGBOU VO «KRASNOYARSK GAU»

**Abstract:** *On the basis of the studies in Eastern Siberia the cultivars and lines suitable for use as donors and acceptors of such important agronomic traits as the absence of the parchment layer and tiered heterophily.*

*In the first generation hybrids in the study of donor tier of heterophily in most cases, heterosis revealed by key indicators of productivity – the number of fertile nodes, pods and seeds. According to the indicator - the number of nodes before the first pod in most cases, depression is detected.*

*When analyzing hybrids on the basis of a parchment-free character in the first generation with the Svetozar variety, characterized by tendrill leaf type and smooth seeds, heterosis is revealed. Sample B-478, characterized by leaflet type of leaf and smooth seeds in this case, most of the signs observed depression.*

*In the second generation by the analyzed features the standard splitting in the ratio 3/4:1/4 is confirmed, typical for self-pollinated crops, indicating the independent nature of inheritance of the studied traits.*

*As donors of tiered heterophily it is recommended to use samples TM 06-462, TM 06-257 (Research Institute of Agriculture Northern Zauralye), KT-6455 (Tatar Research Institute of agriculture), Spartak (VNIIZBK). As a donor of the sign of parchment-free of beans, it is recommended to use a sample TM 06-462 (Research Institute of Agriculture Northern Zauralye).*

**Keywords:** selection, hybrids, donors, parchment-free, tiered heterophily.

УДК 635.656

## ПОИСК, ИЗУЧЕНИЕ И РАЗМНОЖЕНИЕ ИСТОЧНИКОВ ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ ГОРОХА

**Р.В. БЕЛЯЕВА**, кандидат сельскохозяйственных наук

**Т.С. НАУМКИНА**, доктор сельскохозяйственных наук

ФГБНУ «ВНИИ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

*В статье представлены результаты полевого изучения 97 образцов гороха из коллекции ВИР им. Вавилова. Проведен анализ образцов по комплексу морфологических*