

## UNIQUE PROTEIN BANDS IN ELECTROPHORETIC SPECTRA OF WILD PEA SUBSPECIES

S.V. Bobkov, I.A. Bychkov

FGBNU «THE ALL-RUSSIA RESEARCH INSTITUTE OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

**Abstract:** *Electrophoretic analysis of seed protein in 9 cultural and 15 wild pea accessions was conducted. Discriminant analysis of polymorphic bands was performed for assignment of their protein to cultural or wild types. As a result nine polymorphic bands were discriminated. Five bands preferably contained proteins of wild pea accessions. Four discriminated bands were composed by proteins of wild pea relatives. Differences in band composition preferably affected storage proteins convicilin, vicilin and legumin. Question of specific “cultural” or “wild” protein isoforms are present in discriminated bands or it is a various abundance of proteins common for both wild and cultural accessions remains to be investigated.*

**Keywords:** pea, electrophoresis, discriminant analysis, band, storage protein, convicilin, vicilin, legumin.

УДК 635.656:631.52

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПЛАСТИЧНОСТЬ И СТАБИЛЬНОСТЬ СОРТОВ И СОРТООБРАЗЦОВ ГОРОХА В УСЛОВИЯХ КАМЕННОЙ СТЕПИ

И.А. ФИЛАТОВА, И.С. БРАЙЛОВА, научные сотрудники

ФГБНУ «НИИСХ ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОЙ ПОЛОСЫ ИМ. В.В. ДОКУЧАЕВА»

*Дана оценка экологической пластичности и стабильности старых местных сортов и новых перспективных сортообразцов гороха по урожайности. Проведен сравнительный анализ по показателям адаптивности между усатыми и листочковыми морфотипами.*

**Ключевые слова:** горох, сорт, урожайность, экологическая пластичность и стабильность.

На современном этапе селекция новых сортов достигла такого уровня, что дальнейшее значительное увеличение урожайности у гороха может привести к снижению его технологичности. Созданные сорта уже обладают достаточно высокой потенциальной урожайностью, порядка 50-60 ц/га и более. Но в производственных условиях продуктивность гороха значительно снижается [1]. Это обусловлено высокой отзывчивостью культуры на изменяющиеся агроклиматические условия выращивания. Поэтому одним из приоритетных направлений в селекции стало выведение сортов сочетающих высокую потенциальную продуктивность и качество урожая с устойчивостью к действию абиотических и биотических стрессов на уровне сорта, агроценоза, агроэкосистемы и агроландшафта (Жученко А.А. цит. по Ефремова В.В.) [2].

Критерием для выделения таких генотипов могут служить показатели экологической пластичности и стабильности. Под экологической пластичностью принято считать среднюю реакцию сорта на изменение условий среды, а под стабильностью – отклонение эмпирических данных в каждом условии среды от этой средней [3]. Добившись их гармоничного сочетания, можно обеспечить максимальную продуктивность сорта, выращивая его в различных почвенно-климатических зонах [4].

Основной целью селекционной работы в нашей лаборатории является создание высокоурожайных сортов, отзывчивых на благоприятные условия выращивания, и стабильных в меняющихся и стрессовых обстоятельствах.

### Условия и методы исследований

Материалом для исследования служили 3 сорта местной селекции прошлых лет – Таловец 70 (1997 год допуска), Дударь (2002 год допуска), Фокор (2005 год допуска), и

новый селекционный материал, представленный 11-ю сортообразцами, 7 из которых имеют усатый морфотип (Л 4/13, Л 2/13, Л 3/13, Л 8/13, Л 9/13, Л 10/13, Л 11/13) и 4 – листочковый (Л 32/13, Л 33/13, Л 34/13, Л 99/13). Урожайные данные были получены в питомнике конкурсного сортоиспытания. Учетная площадь делянок – 20 м<sup>2</sup>, повторность – шестикратная.

Расчет показателей экологической стабильности и пластичности проводили по методике S.A. Eberhart, W.A. Russell в изложении В.З. Пакудина [3]. Устойчивость сортов к стрессу и среднюю урожайность в контрастных условиях среды определяли по уравнению A.A. Rossille, J. Hamblin, цит. по А.А. Гончаренко [1]. Статистическую обработку данных – методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (1985).

Опыты закладывались на полях НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева (Каменная степь). Климат характеризуется как умеренно-континентальный. Каменная Степь расположена на юго-востоке Воронежской области, на границе двух природных зон: южной лесостепи и северной степи. Характерной особенностью климата переходной зоны является непостоянство режима осадков и изменчивость температурного режима.

Метеорологические условия в годы проведения исследований складывались достаточно контрастно и отражали особенности климата ЦЧЗ. Это позволило наиболее объективно проанализировать сорта и сортообразцы, отобранные для изучения. Благоприятными для реализации генетического потенциала были 2011 и 2015 гг. Индекс условий среды (I<sub>j</sub>) составил 12,5 и 10,9 соответственно. Единственным негативным моментом в 2015 году стал ураган, прошедший 25 июня, растения к этому моменту уже полностью сформировали бобы. Порывы ветра достигали 15 м/с. Это привело к сильному полеганию в основном у облиственных форм гороха. Для проведения уборки растения пришлось поднимать вручную, что привело к массовому осыпанию зерна. Крайне неблагоприятные погодные условия сложились в 2010 и 2014 гг., I<sub>j</sub> = - 6,2 и - 16,9 соответственно. 2010 год зарекомендовал себя как острозасушливый. За период вегетации выпало 59,6 мм осадков, гидротермический коэффициент составил 0,4. В 2014 году на урожайность гороха большое отрицательное влияние оказали погодные условия, сложившиеся в период посев – всходы – 3-4 листа. Резкое повышение температур в дневные часы до 30-35<sup>0</sup>С, при этом температура почвы достигала 40<sup>0</sup>С и выше, стало причиной значительной гибели растений. Поражение их корневой гнилью отмечалось с момента появления всходов. К уборке количество продуктивных растений составляло всего 20-30 %. Результатом этого стала очень низкая урожайность гороха. У лучших сортообразцов она составила всего 5-7 ц/га. 2012 и 2013 годы можно отнести к относительно нейтральным, I<sub>j</sub>= 2,8 и -3,1. Гидротермический коэффициент в эти годы был одинаков – 0,9.

### Результаты исследований

Урожайность у всех образцов сильно варьировала по годам. Минимальные значения отмечены у сортов селекции прошлых лет, это Таловец 70 – 1,9 ц/га и Дударь – 2,9 ц/га, максимальные у новых сортообразцов Л 2/13 – 39,7 ц/га, Л 3/13 – 39,5 ц/га, Л 4/13 – 37,4 ц/га, Л 11/13 – 37,3 ц/га и Л 34/13 – 37,1 ц/га (табл. 1). Прирост урожайности у новых сортообразцов относительно старых сортов составил +2,8 ц/га – усатый морфотип и +3,9 ц/га – листочковый морфотип. Сравнивая листочковые и усатые морфотипы можно отметить, что сортообразцы с обычной формой листа, Л 32/13, Л 33/13, Л 34/13 и 99/13, в большей степени способны реализовать свой продуктивный потенциал в стрессовых условиях. Их урожайность в 2014 году в среднем составила 6,5 ц/га, а у сортообразцов с усатым морфотипом – 4,6 ц/га. Это объясняется их более высоким потенциалом экологической пластичности и урожайности [5]. Но и в группе «усатых» выделяются 3 образца, приближающиеся по минимальным значениям к облиственным формам, это линии – Л 4/13 (5,5 ц/га), Л 2/13 (6,6 ц/га), Л 3/13 (5,2 ц/га). Кроме этого они же имеют самые высокие показатели по урожайности в благоприятные годы – 37,4 ц/га, 39,7 ц/га и 39,5 ц/га соответственно.

Для отбора конкурентоспособных сортообразцов целесообразно выявить их адаптивный потенциал. Уровень устойчивости к стрессу определяется по разности между минимальной и максимальной урожайностью ( $Y_2 - Y_1$ ). Он имеет отрицательный знак, и чем больше его величина, тем выше стрессоустойчивость сорта. Наибольшие значения по этому показателю отмечались у сорта Таловец 70 – 28,2 и у облиственных сортообразцов: Л 32/13 – 29,2; Л 33/13 – 29,6; Л 99/13 – 28,6. Новые сорта с усатым морфотипом имели более низкие показатели по устойчивости к стрессу (табл. 1), что объясняется их более высокой реакцией на агроклиматические факторы среды.

Характеристику сортов по стрессоустойчивости дополняет величина  $(Y_1 + Y_2) / 2$ , которая отражает степень соответствия между генотипом сорта и различными факторами среды [1; 5]. Самые низкие показатели были отмечены у старых сортов Фокор – 18,7; Таловец 70 – 18,7; Дударь – 16,0, что говорит об их низкой генетической гибкости. Видимо, за долгие годы у них сформировалась достаточно стабильная популяция растений, адаптированная к местным условиям. Новые сортообразцы имели более высокую среднюю урожайность в контрастных условиях. Наибольшим данный показатель был у сортообразцов Л 2/13 – 23,2 ц/га и Л 3/13 – 22,4 ц/га, кроме этого, они же обладали самой высокой продуктивностью в благоприятные годы и лишь незначительно уступали облиственным сортообразцам в неблагоприятные.

Таблица 1

**Адаптивный потенциал сортов и сортообразцов гороха по урожайности, 2010-2015 гг.**

Сортообразец гороха	Урожайность, ц/га		$\sigma$	$Y_2 - Y_1$	$(Y_2 - Y_1) / 2$
	max ( $Y_1$ )	min ( $Y_2$ )			
Усатый морфотип					
Л 4/13	37,4	5,54	12,3	-31,9	21,5
Л 2/13	39,7	6,61	12,1	-33,1	23,2
Л 3/13	39,5	5,22	13,9	-34,3	22,4
Л 8/13	34,7	3,60	11,7	-31,1	19,2
Л 9/13	33,4	3,32	11,4	-30,1	18,4
Л 10/13	36,4	3,83	11,6	-32,6	20,1
Л 11/13	37,3	3,98	13,0	-33,3	20,6
St <sub>1</sub> Фокор	33,8	3,61	11,2	-30,2	18,7
St <sub>2</sub> Таловец 70	30,1	1,90	9,6	-28,2	16,0
Листочковый морфотип					
Л 32/13	36,5	7,34	10,6	-29,2	21,9
Л 33/13	36,6	6,98	11,0	-29,6	21,8
Л 34/13	37,1	4,45	11,6	-32,7	20,8
Л 99/13	35,8	7,19	10,2	-28,6	21,5
St <sub>3</sub> Дударь	34,6	2,86	10,1	-31,7	18,7

Об адаптивности сортов к условиям среды, в первую очередь, судят по экологической пластичности и стабильности их урожайности. По методике S.A. Eberhart, W.A. Russell в изложении В.З. Пакудина и Л.М. Лопатиной, пластичность сортов оценивается по коэффициенту регрессии ( $b_i$ ), а стабильность – по дисперсии признака ( $S^2_i$ ). Чем больше  $b_i$ , тем более отзывчив сорт на изменение условий выращивания. В случае если  $b_i$  нулевое или стремится к нулю, то сорт не реагирует на изменение условий среды. Если  $b_i$  равен или близок к единице, изменение урожайности полностью соответствует изменению условий выращивания. Низкие значения  $S^2_i$  показывают, что сорт слабо отзывается на улучшение условий выращивания [3].

Среди испытываемых образцов наибольшей реакцией на улучшение агроклиматических условий выращивания обладали сортообразцы Л 3/13 ( $b_i = 1,22$ ) и Л 11/13 ( $b_i = 1,16$ ). Их можно отнести к интенсивному типу (табл. 2).

Самые низкие показатели пластичности были у старых сортов Таловец 70 и Дударь (0,81 и 0,81), к тому же они обладали самой низкой стабильностью (14,6 и 26,4), что указывает на наличие специфической реакции этих образцов при изменении условий среды и низкую отзывчивость на улучшение условий возделывания.

Следуя модели S.A. Eberhart и W.A. Russell, в идеале высокоурожайный сорт должен иметь коэффициент пластичности  $b_i$  близкий к 1, а вариансу стабильности  $S_i^2$  – стремящейся к 0 [1]. В наших исследованиях наибольшую ценность, в этом смысле, имеют сортообразцы: Л 4/13, 8/13, 11/13, 32/13, 34/13 и сорт Фокор, так как их коэффициент регрессии близок к единице (0,95-1,16), а варианта стабильности имеет достаточно низкие значения (2,3-4,8) (табл. 2).

Сравнивая усатые и листочковые морфотипы гороха, следует отметить, что усатые формы являются более пластичными ( $b_i > 1$ ). Стабильность представленных сортообразцов сугубо индивидуальна и существенных различий между разными по морфотипу образцами не выявлено.

Таблица 2

**Урожайность, экологическая пластичность и стабильность старых сортов и новых сортообразцов гороха, 2010-15 гг.**

Сортообразец гороха	Урожайность, ц/га							$b_i$	$S_i^2$
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	$X_i$		
Усатый морфотип									
Л 4/13	14,6	34,8	24,1	17,4	5,54	37,4	22,3	1,09	4,84
Л 2/13	16,8	31,9	26,2	15,7	6,61	39,7	22,8	1,04	16,04
Л 3/13	13,5	39,5	23,8	15,6	5,22	38,1	22,6	1,22	8,94
Л 8/13	14,6	32,0	26,0	17,6	3,60	34,7	21,4	1,05	3,33
Л 9/13	14,5	31,9	17,4	17,0	3,32	33,4	19,6	0,99	8,74
Л 10/13	15,7	30,3	25,0	17,7	3,83	36,4	21,5	1,02	7,89
Л 11/13	16,9	36,7	26,9	17,1	3,98	37,3	23,2	1,16	2,70
St <sub>1</sub> Фокор	14,1	30,8	23,8	17,9	3,61	33,8	20,7	1,00	2,80
St <sub>2</sub> Таловец 70	14,4	30,1	23,3	19,0	1,90	21,7	18,4	0,81	14,59
$X_{jyc}$	15,0	33,1	24,1	17,2	4,2	34,7			
Листочковый морфотип									
Л 32/13	15,4	36,5	26,4	20,1	7,34	30,8	22,8	0,95	3,10
Л 33/13	16,5	36,6	31,4	21,3	6,98	29,2	23,7	0,94	13,13
Л 34/13	17,6	37,1	26,7	20,8	4,45	32,2	23,1	1,04	2,30
Л 99/13	16,4	35,8	22,0	24,6	7,19	30,9	22,8	0,89	9,57
St <sub>3</sub> Дударь	15,6	34,6	18,9	18,3	2,86	20,0	18,4	0,81	26,43
$X_{jlc}$	16,3	36,1	25,1	21,0	5,8	28,6			
$X_j$	15,5	34,2	24,4	18,6	4,75	32,5	21,7		
$I_j$	-6,2	12,5	2,8	-3,1	-16,9	13,6			

**Заключение**

В результате проведенных исследований было установлено, что сорта прошлых поколений гороха Таловец 70 и Дударь обладают низкой генетической гибкостью. Они сильно реагируют на негативные изменения факторов внешней среды, значительно снижая при этом свою продуктивность, и в меньшей степени реагируют на улучшения агроклиматического фона по сравнению с новым поколением сортообразцов.

Образцы гороха листочкового морфотипа характеризуются лучшей стрессоустойчивостью, но меньшей пластичностью по сравнению с усатыми формами.

Выделен наиболее ценный и перспективный селекционный материал – Л 4/13, 8/13, 11/13, 32/13, 34/13, обладающий высокой пластичностью и экологической стабильностью,

способный формировать стабильную урожайность в неблагоприятные годы и положительно реагирующий на благоприятные изменения при возделывании.

### **Литература**

1. Гончаренко А.А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур // Вестник РАСХН. – 2005. – № 6. – С. 49-53.
2. Ефремова В.В., Аистова Ю.Т., Самелик Е.Г., Назаренко Л.В. Адаптивно-значимые признаки у изучаемых сортов озимой мягкой пшеницы // Науч. жур. КубГАУ. – 2013. – № 85 (1). – С. 1-13.
3. Пакудин В.З., Лопатина Л.М. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур // Сельскохозяйственная биология. – 1984. – № 4. – С. 109-113.
4. Фомин В.С., Коробова Н.А. Адаптивность сортов Центрально-Черноземного селекцентра. // Вестник РАСХН. – 2006. – № 3. – С. 25-27.
5. Новикова Н.Е. Проблемы засухоустойчивости растений в аспекте селекции гороха // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2012 – № 1. – С. 53-57.

## **ECOLOGICAL PLASTICITY AND STABILITY OF VARIETIES AND ACCESSIONS OF PEAS IN KAMENNAYA STEPPE**

**I.A. Filatova, I.S. Brailova**

**FSBSI «V.V. DOKUCHAEV RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE OF CENTRAL-CHERNOZEM ZONE»**

***Abstract:** An assessment of the ecological plasticity and stability of old local varieties and promising new varieties of peas for yield. A comparative analysis on indicators of adaptability between baleen and listactivity morphotypes.*

**Keywords:** pea, variety, productivity, ecological plasticity and stability.

**УДК 633.193.631.52**

## **СОПРЯЖЕННОСТЬ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ СОРТООБРАЗЦОВ ГОРОХА В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО УРАЛА**

**Л.И. ЛИХАЧЁВА, В.С. ГИМАЛЕТДИНОВА, Е.Г. КОЗИОНОВА**  
ФГБНУ «УРАЛЬСКИЙ НИИСХ», КРАСНОУФИМСКИЙ СЕЛЕКЦИОННЫЙ ЦЕНТР  
E-mail:selektsiya@bk.ru

*Изучена вариабельность количественных признаков коллекции гороха с различным типом листа (длинностебельные листочковые и короткостебельные усатые). Выявлены корреляции признаков с продуктивностью коллекционных сортообразцов.*

**Ключевые слова:** горох, количественные признаки, коэффициент корреляции, вариабельность, взаимосвязь.

В генофонде гороха появились генотипы с новыми мутантными признаками, изменившими габитус растения, что привело к существенному изменению параметров морфоструктуры новых сортов, увеличению пределов изменчивости количественных признаков гороха.

Многими авторами различно оценивается роль отдельных признаков в формировании продуктивности [1, 2, 4, 5]. Данные этих исследований предоставляют возможность сочетания ценных признаков в генотипе, повысить эффективность селекционной работы. В связи с этим изучение закономерностей изменчивости и корреляции количественных признаков генофонда гороха представляет актуальность для селекционной работы.

### **Методы исследований**

В 2013-2015 гг. в Красноуфимском селекцентре была изучена коллекция гороха различного эколого-географического происхождения, представленная образцами ВИР имени Н.И. Вавилова и перспективными сортами различных селекционных учреждений.