

Адаптивни способности и селекционна ценност на линии пролетен фуражен грах (*Pisum sativum* L.)

Валентин Косев

Институт по фуражните култури - Плевен

E-mail: valkosev@hotmail.com

Резюме

Проучени са адаптивните свойства на линии и сортове пролетен фуражен грах по основни количествени признаци. Определени са генотиповете с висока обща и специфична адаптивна способност, относителна стабилност и селекционна ценност в различни направления за използване. Линии №8 и №11 се характеризират с висока обща адаптивна способност и относителна стабилност на признаците височина на растението (22.56-24.22, 9.99-10.21) и височина на първи боб (2.26-3.18, 3.81-5.33), което предполага бъдещото им изпитване в направление за фураж. Сортовете Керпо и Кристал се отличават с висока селекционна ценност по брой семена (15.05, 16.85) и брой бобове на растение (5.05, 4.62) и могат да се използват като родителски компоненти в комбинативната селекция за създаване на сортове с повишен брой семена и бобове на растение. Интерес за адаптивната селекция представлява линия №29, която съчетава висока продуктивност на зърно (4.09 g) с ниска вариабилност (47.25) и относителна стресоустойчивост към неблагоприятни фактори на средата (-0.87).

Ключови думи: фуражен грах; адаптивна способност; продуктивен потенциал; компоненти на добива

Adaptive properties and selection value of lines and varieties of spring forage pea (*Pisum sativum* L.)

Valentin Kosev

Institute of Forage Crops, Pleven, Bulgaria

E-mail: valkosev@hotmail.com

Abstract

Kosev, V. (2018). Adaptive properties and selection value of lines and varieties of spring forage pea (*Pisum sativum* L.). *Rastenievadni nauki*, 55(2), 26-36 (Bg).

Adaptive properties of lines and varieties of spring forage pea are studied on main quantitative traits. Genotypes with high general and specific adaptive ability, relative stability and selection value in different directions of use are identified. Lines №8 and №11 are characterized by a high general adaptive ability and relative stability of plant height (22.56-24.22, 9.99-10.21) and height of the first pod (2.26-3.18, 3.81-5.33), suggesting their future testing in direction for green biomass. Kerpo and Crystal varieties are distinguished by a high selection value of number of seeds (15.05, 16.85) and number of pods per plant (5.05, 4.62) and they can be used as parent components in combinational selection to create varieties with increased number of seeds and pods per plant. Line №29 is of interest to adaptive selection as it combines high grain productivity (4.09 g) with good variability (47.25) and relative stress resistance (-0.87).

Keywords: forage pea; adaptive ability; productivity potential; yield components

Грахът е една от основните култури, чиито растения са подходящи за отглеждане в различни почвени и климатични условия. Той заема водещо място сред бобовите култури, разпространени в умерения климат, особено в гъсто населените страни, където тези култури са основният източник на хранителен протеин. Благодарение на своята висока пластичност, разнообразие от сортове, студоустойчивост и ранно узряване, грахът има широк ареал на разпространение (Зотиков и Боровлев, 2008).

Използването на граха е многостранно и разнообразно: като храна под формата на зрели семена, като зелен грах в консервната промишленост, като зърнен и зелен фураж, силаж и сено във фуражното производство (Давлетов, 2008; Ашиев, 2014).

Решаването на проблема с недостига на растителен протеин е свързано с увеличаването на посевните площи от бобовите култури. Грахът е една от бобовите култури с висока хранителна стойност и е сравнително устойчив към абнотичен стрес (Григорьева, 2013; Донская, 2013; Naydenova et al., 2014).

Увеличаването на продуктивния потенциал на културните растения винаги е важен фундамент в селекционните програми. Съвременните сортове трябва да са не само високодобивни и даващи качествена продукция, но и устойчиви към неблагоприятните фактори на околната среда. От сортовете се изисква да са широко адаптивни и високо хомеостатични (Caliskan et al., 2013; Dыckova et al., 2015; Georgieva, 2017).

Колкото са по-неблагоприятни почвените и климатичните условия в даден географски район на отглеждане на културата, толкова повече нараства ролята на генотипа за приспособяване на организма към промените на околната среда, т.е. ролята на адаптивната селекция (Жученко, 2003).

Създаването на високопродуктивни сортове с възможност за реализация на техния потенциал е сред приоритетите в селекционните програми. Генотипните различия се обуславят от широк спектър морфолого-биологични параметри, които определят продуктивността на растенията. Реализирането на потенциала на генетически детерминирани признаци подлежи на силна фенотипна изменчивост, определяща способността на индивида да реагира на

въздействието на външните фактори (Фадеева и др., 2010; Шульпеков и др., 2014).

При характеристиката на морфологичните признаци и биологичните свойства на културите в селекционния процес се прави оценка на генофонда по адаптивност и селекционна ценност, която дава важна информация за целесъобразността на използване на отделните образци (Шурхаева и Фадеева, 2010; Абросимова и Фадеева, 2015).

Целта на изследването е да се направи комплексна оценка на линии пролетен фуражен грах по продуктивни възможности, адаптивен потенциал и селекционна ценност.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Полският опит е изведен през периода 2014-2016 година на II опитно поле в Института по фуражните култури – Плевен с 5 линии пролетен фуражен грах (№115, №29, №9А, №8 и №11) и сортовете Кристал и Керпо, използвани като стандарти. Опитът е заложен на парцели с големина 10 м² (с обща площ 200 м²) в четири повторения. Отчетено е настъпването на фенологичните фази на сортовете и линиите както следва – сеитба, начало цъфтеж, пълен цъфтеж, техническа зрялост.

Във фаза техническа зрялост е извършен биометричен анализ по признаците височина на растението (cm); височина на залагане на първи боб (cm); брой бобове и брой семена от едно растение; брой семена в един боб; маса на семената от едно растение (g) и маса на 1000 семена (g).

Анализът на стабилността и пластичността на сортовете и линиите е извършен чрез регресионния модел, предложен от Finlay and Wilkinson (1963). За количествена оценка на параметрите на стабилност и пластичност е използвана методиката на Кильчевский и Хотылева (1985a, 1985b), основана на изпитване на сортове в различни среди. По тази методика са определени общата адаптивна способност (ОАС), специфичната адаптивна способност (САС), тяхната стабилност (Sgi, %), способността на генотипа да реагира на околната среда (GxE)gi и селекционната ценност на генотипа (СЦГ) за отбор на високопродуктивни и стабилни форми. Стресоустойчивостта (У) е опре-

делена по метода на Rossielle and Hamblin (1981), а хомеостатичността (H_{om}) - по Хангильдин и Бирюков (1984).

Получените експериментални данни са статистически обработени чрез двуфакторен дисперсионен анализ (ANOVA) с програма Excel 2003 и със софтуерния продукт GENES 2009.7.0 (Cruz, 2009).

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Под адаптивна способност се разбира способността на генотипа да поддържа характерната за признаците му фенотипна експресия при определени условия. Общата адаптивна способност (ОАС) характеризира средната проява на признака в различни условия на средата, а специфичната адаптивна способност (САС) е отклонение от ОАС в конкретна среда на отглеждане (Кильчевский и Хотылева, 1997). Показателят селекционна ценност на генотипа (СЦГ) е използван за оценка на генотиповете при оптимални стойности на общата адаптивна способност, стабилност и висока продуктивност. При ниска СЦГ се води интензивен отбор по стабилност, а при висока – по продуктивност (Донская, 2013).

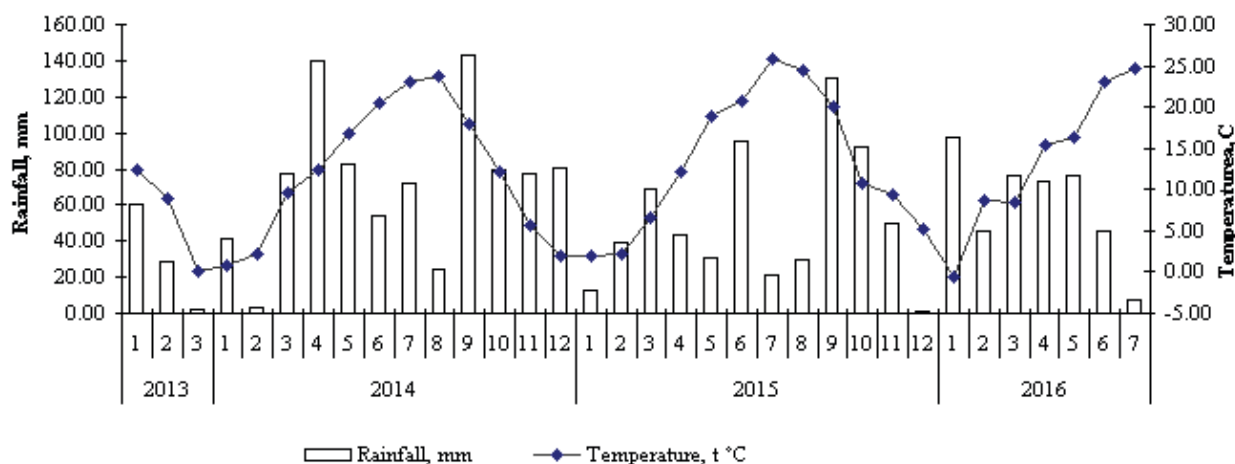
Способността на сортовете да дават стабилни и високи добиви в различни години на отглеждане се определя от устойчивостта на растенията към неблагоприятните фактори на околната среда. Колебанията в продуктивността на сортообразците през различните в

климатично отношение години са резултат от рязката изменчивост на количествените признаци, съставляващи компонентите на продуктивността (Zakharova et al., 2014).

Изучените селекционни материали се характеризират с разнообразни морфологични признаци. Сортовете Керпо и Кристал и линии №115 и №8 представляват форми с обикновен тип листа. Линия №9А е селектирана като мустачеста акация – плейофила. Линия №11 формира по осем листенца на сложния лист. Линия №115 се характеризира с широки листа обикновен тип, с много големи бобове с полупергаментен слой. Линия №29 е хетеролистна, наподобявайки тип „хамелеон”, с висока продуктивност, със сравнително къс вегетационен период и устойчивост към полягане. Биолого-морфологичните различия на използваните селекционни материали обуславят реакцията им при промяна на условията на средата и формирането на определена продуктивност.

Основните климатични фактори – количество на валежите и температура през периода на провеждане на опита, се характеризират със силно вариране и неравномерно разпределение през фенологичните фази (Фиг. 1.)

С по-голямо количество валежи и балансиран температурен режим се характеризира 2014 година. За 2015 година са характерни засушливи условия, като количеството на падналите валежи през месеците април и май е съответно 68.40 mm и 43.60 mm. 2016 година заема междинно положение спрямо другите две години



Фигура 1. Характеристика на метеорологичните условия за периода на изследване (2014-2016 г.)
Figure 1. Characterization of meteorological conditions for the experimental period (2014-2016)

с температури за месеците април и май, близики до нормалните (15-16°C) и сума на валежите между 73 mm и 76 mm.

При изследваните сортове и линии пролетен фуражен грах, факторите генотип, условия на средата и взаимодействието между тях са достоверни за признаците височина на растението, височина на първи боб, брой бобове на растение, брой семена на растение, маса на 1000 семена (Табл. 1). Не са установени статистически значими различия и при трите фактора по отношение на признака брой семена в боб. Стойностите за тегло на семената от растение при отделните генотипове варира по години. Дисперсионният анализ показва, че значително влияние върху този признак са оказали условията на средата и генотипа, като тяхното взаимодействие е недостоверно.

Адаптивността на сортовете и линиите пролетен фуражен грах към условията на околната среда може да бъде оценена чрез пластичността им, изразена чрез различни критерии (Табл. 2). В настоящото изследване е използван коефициентът на регресия (bi) на Finlay и Wilkinson (1963).

Данните, представени в Таблица 2, нагледно показват добре изразен полиморфизъм меж-

ду изследваните образци грах по използваните показатели. Това позволява да се отберат перспективни генотипове по определени признаци за включване в селекционния процес.

По признака **височина на растението** линия №115 (bi=2.42) проявява висока отзивчивост. При Керпо (bi=0.52) и линия №29 (bi=0.33) е установено сравнително по-ниско значение на признака, но и най-добра адаптивност. Линия №29 по критерия (GxE)gi е най-добре адаптирана към разнообразните условия на средата, както по този признак (298.75), така и по височината на първи боб (143.94). Като относително най-стабилни могат да бъдат определени линии №8 и №11. Те съчетават висока проява на признаците височина на растението, височина на първи боб и селекционна ценност СЦГi (69.21-69.31). По обща адаптивна способност (ОАС) се открояват линии №8 и №11 (22.56, 24.22) следвани от линии №9А (9.76) и №115 (2.42). Колкото е по-висока ОАС, толкова генотипът е по-добре адаптиран към разнообразни условия на отглеждане. Адаптивността на сорта при конкретни условия на средата, изразена чрез ниските стойности на показателите САС и Sgi показва, че сорт Керпо и линия №8 са най-стабилни спрямо останалите образци в групата.

Таблица 1. Дисперсионен анализ (ANOVA) на количествени признаци при пролетен фуражен грах (2014-2016 г.)

Table 1. Analysis of variance (ANOVA) for yield components in spring pea (2014-2016)

Източник на вариране/ Source of variation	DF	Среден квадрат за изследваните признаци/ Means sum of squares for the traits studied						
		Височина на растението/ Plant height	Височина на първи боб/ Height of 1 st pod	Брой бобове на рас тение/ Pods per plant	Брой семена на рас тение/ Seeds per plant	Брой семена в боб/ Seeds per pod	Тегло на семената от растението/ Seed weight per plant	Маса на 1000 семена/ Weight of 1000 seeds
Среда/ Environment (E)	2	2345.43**	739.75**	65.92**	825.03**	0.31ns	20.64**	2603.51**
Генотип/ Genotype (G)	6	4000.01**	1135.73**	23.32**	218.11**	1.179ns	5.59*	21256.91**
Взаимодействие G x E/ G x E Interaction	12	425.96**	177.86**	15.79**	605.54**	1.08ns	1.12ns	3111.43**
Общо/ Total	20							

*, ** - статистическа значимост при P=0.05, P=0.01; ns - недоказаност

*, ** - significant at 5% and 1% level of probability; ns - non-significant

Таблица 2. Параметри на стабилност и адаптивна способност при хибридни линии пролетен фуражен грах по изследваните признаци

Table 2. Estimates of the adaptability and stability parameters for yield components in spring pea

Сорт/ Variety	bi-FW	(GxE)gi	OACi GAA	CACi/ SAA	Sgi, %	СЦГi/ STSG
Височина на растението (cm)/ Plant height (cm)						
Керпо	0.52**	25.93	-27.94	5.16	10.91	32.58
Кристал	0.91	2.12	-25.71	9.49	19.16	22.46
№115	2.42**	205.29	2.42	25.1	32.31	6.08
№29	0.33**	298.75	-5.31	16.02	22.91	24.23
№9А	1.04	81.89	9.76	14.05	16.53	44.92
№8	0.87	21.28	22.56	9.99	10.21	69.31
№11	0.9	27.36	24.22	10.61	10.66	69.21
Височина на първи боб (cm)/ Height of 1 st pod (cm)						
Керпо	1.32*	8.63	-14.85	8.11	23.42	6.81
Кристал	0.41**	6.89	-15.75	0.44	1.30	32.23
№115	2.42**	130.04	-0.48	16.27	33.21	-6.82
№29	1.17	143.94	1.85	13.79	26.86	4.03
№9А	0.78	3.80	9.32	4.76	8.10	42.46
№8	0.43**	10.31	9.72	2.26	3.81	51.45
№11	0.44**	14.80	10.19	3.18	5.33	48.76
Брой семена на от растение/ Number of seeds per plant						
Керпо	0.53**	5.86	-3.29	2.71	13.44	15.05
Кристал	0.25**	21.31	-4.89	0.91	4.89	16.85
№115	1.33**	5.54	-5.79	8.4	47.56	1.79
№29	0.79	16.91	0.05	6.25	26.58	11.7
№9А	1.40**	9.54	6.85	8.92	29.45	13.44
№8	1.14	0.73	1.88	7.11	28.08	11.89
№11	1.56**	18.63	5.18	10.09	35.23	9.57
Брой бобове на растение/ Number of pods per plant						
Керпо	0.34	1.10	-1.55	0.12	2.19	5.05
Кристал	0.13	3.06	-0.65	0.83	13.40	4.62
№115	1.12	0.08	-2.15	1.98	42.50	0.95
№29	0.50	1.97	-0.42	1.37	21.42	3.83
№9А	1.79	3.02	1.75	3.33	38.83	2.34
№8	1.68	2.24	1.88	3.09	35.56	2.91
№11	1.45	1.01	1.15	2.63	32.98	3.05

Таблица 2. Продължение / Table 2. Continued

		Тегло на семената от растение (g)/ Seed weight per plant (g)				
Керпо	1.05	0.01	0.44	1.03	21.14	2.86
Кристал	0.9	0.34	0.76	1.06	20.36	3.12
№115	0.74	0.14	0.26	0.78	16.51	3.18
№29	0.45	0.51	0.89	0.63	11.85	4.09
№9А	1.43	0.16	-0.9	1.41	39.9	0.77
№8	1.03	0.13	-1.06	1.08	31.88	1.27
№11	1.39	0.48	-0.39	1.49	36.9	1.12
		Маса на 1000 семена (g)/ Weight of 1000 seeds (g)				
Керпо	3.85**	1007.42	24.84	42.84	19.51	64.85
Кристал	2.43**	283.2	62.44	27.52	10.7	157.8
№115	3.23**	602.24	19.57	35.72	16.66	85.32
№29	0.76**	89	40.9	12.26	5.2	191.42
№9А	-4.75**	4084.55	-37.13	52.71	33.43	-32.76
№8	0.73**	5.95	-62.46	7.65	5.78	104.7
№11	0.76**	7.45	-48.16	8.21	5.6	116.96

bi-FW - регресионен коефициент по модела на Finlay и Wilkinson; (GxE)gi - способност на генотипа да реагира на околната среда; OACi - обща адаптивна способност; SACi - специфична адаптивна способност; Sgi, % - относителна стабилност на признака; СЦГi - селекционна ценност на генотипа; *, ** - статистическа значимост при P= 0.05; P=0.01

bi-FW - regression coefficient by Finlay and Wilkinson's regression model; (GxE)gi - criterion for estimation of the genotype ability to enter into interaction with environment; GAAi - general adaptive ability; SAAi - specific adaptive ability; Sgi - relative stability of the genotypes; STSG - selective value of genotype; *, ** - significant at 0.05 and 0.01 probability levels, respectively

Коефициентът на регресия (bi) дава близка информация с параметъра Sgi (%) по отношение стабилността на признака при различни среди на отглеждане. По височина на залагане на първи боб близо до „идеалния” тип е линия №29 (bi=1.17) с коефициент на регресия малко над единицата. Сорт Керпо и линия №115 могат да бъдат охарактеризирани като екологично нестабилни (bi>1) с височина на залагане на първи боб от 34 до 49 см. Сорт Кристал и линии №8 и №11 се проявяват като най-стабилни както по отношение коефициента на регресия, така и по отношение на другите параметри. Съчетанието на добра стабилност и сравнително високо залагане на първи боб определят линии №8 и №11 като селекционно най-ценни генотипове (51.45, 48.76). Според показателя СЦГ интерес представлява и линия №9А (42.46).

Според коефициента на регресия по **брой семена на растение**, линиите №11, №9А и №115 могат да бъдат определени като високо отзивчиви към условията на средата, а сортовете Кристал и Керпо - като стабилни (bi=0.25, bi=0.53). С най-благоприятна САС се отличават сортовете Керпо (2.71) и Кристал (0.91), както и линия №29 (6.25). По параметъра (GxE)gi много добре взаимодействат с околната среда Кристал, №29 и №11. С висока селекционна ценност на генотипа (СЦГ) по този признак се характеризират Кристал (16.85), Керпо (15.05) и №9А (13.44).

По признака брой бобове от растение коефициентът на регресия е статистически незначим. Поради това оценката за екологична стабилност и адаптивност е направена въз основа на числовите изражения на другите параметри. За оценка на способността на генотипа да

встъпва във взаимодействие с различни среди е използван критерия (GxE)gi. Този параметър е значително по-висок при Кристал (3.06) и при №9А (3.02) спрямо останалите образци. Относителната стабилност на признака (Sgi, %) е в границите от 2.19 при Керпо до 42.50 при №115. Най-висока специфична адаптивна способност (САС) е отчетена при №9А (3.33), №8 (3.09) и №11 (2.63). Тези линии формират средно по 8 боба на растение. С най-добри показатели по селекционна ценност на генотипа (СЦГ) и по относителна стабилност на признака се отличават сортовете Керпо (5.05, 2.19) и Кристал (4.62, 13.40), следвани от линия №29 (3.83, 21.42).

Продуктивността на растението е комплексен признак, чието най-ясно изражение е теглото на семената от растение. По този признак между изследваните образци също са установе-

ни статистически значими различия (Табл. 3). Този признак се определя от структурните компоненти брой бобове на растение, брой семена в боб и маса на 1000 семена. По този признак с най-висока стойност на САС се характеризират линии №11 (1.49) и №9А (1.41), докато с най-ниска САС (0.63) е линия №29. С добро съчетание между параметъра селекционна ценност на генотипа (СЦГ) и маса на семената от растение се отличават №29 (4.09, 5.32), №115 (3.18, 4.70) и сорт Кристал (3.12, 5.20). Параметърът относителна стабилност на признака (Sgi, %) не е свързан с общата адаптивна способност (ОАС) и носи относителен характер. Много изследователи посочват ненаследствения характер на този показател и евентуалните възможности от използването му в селекцията за стабилност (Абросимова и Фадеева, 2015).

Таблица 3. Параметри на стресоустойчивост и хомеостатичност на генотипове пролетен фуражен грах
Table 3. Parameters of the stress resistance and homeostatic of the spring forage genotypes

Сорт, линия/ Variety, line	Показатели/ Parameters of adaptability				
	X_{cp} X_{av} (2014-2016)	X_{opt} X_{opt}	X_{lim} X_{lim}	У S	H_{om} H_{om}
Височина на растението (cm)/ Plant height (cm)					
Керпо	47a	54	39	-15	19.57
Кристал	50ab	61	39	-22	10.12
№115	78cd	107	67	-40	5.87
№29	70bc	75	51	-24	12.01
№9А	85cde	97	90	-7	68.22
№8	98de	108	100	-8	104.42
№11	99e	110	102	-8	103.06
Височина на първи боб (cm)/ Height of 1 st pod (cm)					
Керпо	34.63a	41	25	-16.00	8.84
Кристал	33.73a	36	31	-5.00	89.96
№115	49.00b	68	40	-28.00	5.21
№29	51.33b	52	37	-15.00	12.54
№9А	58.80b	65	56	-9.00	71.54
№8	59.20b	63	58	-5.00	208.61
№11	59.67b	64	59	-5.00	177.56

Таблица 3. Продължение / **Table 3.** Continued

		Брой семена на растение/ Number of seeds per plant			
Керпо	20a	23	16.5	-20	18.85
Кристал	19ab	21	17.7	-6.5	49.04
№115	18ab	27	10	-3.3	2.13
№29	24abc	31	20.5	-17	8.05
№9А	30c	37	19.9	-10.5	5.88
№8	25bc	31	17	-17.1	6.22
№11	29c	36	16.9	-14	4.18
		Брой бобове на растение/ Number of pods per plant			
Керпо	5.27ab	6	4.8	-1.20	36.12
Кристал	6.17abc	7	6.5	-0.50	73.13
№115	4.67a	7	3	-4.00	2.62
№29	6.40abc	8	6.2	-1.80	15.17
№9А	8.57c	11	4.7	-6.30	3.45
№8	8.70c	11	5.1	-5.90	4.07
№11	7.97bc	10	4.9	-5.10	36.12
		Тегло на семената от растение (g)/ Seed weight per plant (g)			
Керпо	4.88bc	5.79	3.7	-2.09	10.63
Кристал	5.20c	6.46	4.7	-1.76	14.12
№115	4.70bc	5.65	4.2	-1.45	18.53
№29	5.32c	6.07	5.2	-0.87	47.25
№9А	3.53a	4.85	2	-2.85	3.06
№8	3.37a	4.16	2.1	-2.06	4.98
№11	4.04ab	5.09	2.3	-2.79	3.87
		Маса на1000 семена (g)/ Weight of 1000 seeds (g)			
Керпо	219.63c	170	247.9	-77.9	14.36
Кристал	257.23c	228	283.7	-55.7	42.5
№115	214.37bc	173	239.1	-66.1	19.28
№29	235.70c	224	233.1	-9.1	462.84
№9А	157.67ab	218	119	-99	4.74
№8	132.33a	124	142	-18	107.27
№11	146.63a	138	156.9	-18.9	119.12

X_{cp} - средна стойност на признака за годините на проучване; X_{opt} - стойност на признака при оптимални условия (2014); X_{lim} - стойност на признака при лимитиращи условия (2015); Y - стресоустойчивост; H_{om} - хомеостатичност; a, b, c, d - статистически доказани разлики при $P=0.05$

X_{av} - average value of the trait (2014-2016); X_{opt} - maximal value of the trait (in optimal conditions - 2014); X_{lim} - minimal value of the trait (in limit conditions - 2015); S - stress resistance; H_{om} - homeostatic; a, b, c, d - statistical proven difference in $P=0.05$

Проведеният анализ показва, че изпитваните сортове реагират различно на промените в средата на отглеждане и реализират различен продуктивен потенциал, изразен чрез селекционната ценност на генотипа. Затова за получаване на високо продуктивни и стабилни генотипове е необходима рекомбинация на генетичните системи по този признак и на тази основа целенасочен отбор в процеса на селекцията.

От изследвания набор от генотипове по отношение на масата на 1000 семена коефициентът на регресия е достоверно доказан, което е указание за възможен статистически анализ на стабилността чрез него по метода на Finlay and Wilkinson (1963). По отношение стабилността на този признак интерес представлява №29 ($b_i=0.76$), както и №11 и №8, въпреки че при тях стойността на този признак е съществено по-ниска. Сортовете Керпо, Кристал и линия №115 се отличават по своята отзивчивост и при благоприятни условия на средата масата на 1000 семена при тях може чувствително да се повиши. Сред групата генотипове единствено Кристал и №29 могат да комбинират в себе си висока обща адаптивна способност (62.44, 40.90) и ниска вариабилност на признака (10.7%, 5.2%). С най-висока обща адаптивна способност (ОАС) и селекционна ценност на генотипа (СЦГ) се характеризират сорт Кристал (62.44, 157.8) и линия №29 (40.9, 191.42).

Получените резултати за параметрите стресоустойчивост и хомеостатичност (Табл. 3) показват, че хибридните линии №9А, №8 и №11 по отношение на признаците височина на растението и височина на залагане на първи боб проявяват по-добра устойчивост на влиянието на стресови фактори.

Различията в хомеостазата между генотиповете по признака брой семена от растение определят сорт Кристал като най-стабилен, понасящ минимално неблагоприятно въздействие на околната среда ($U=-6.5$, $N_{om}=49.04$).

Сортовете и линиите са близки по стресоустойчивостта си по брой бобове на растение, но с твърде различни стойности на хомеостазата си. Кристал, Керпо и линия №11 са в състояние да сведат до минимум последствията от неблагоприятното въздействие на околната среда, както е видно от по-високата стойност на индекса за хомеостаза (73.13-36.12).

Проявите на хомеостазата на сортовете по отношение на теглото на семената от растение показват, че линия №29 се приспособява най-добре към специфичните условия на околната среда. Тя се характеризира с висока продуктивност (4.70 g) и добро ниво на стабилност (ниска вариабилност).

По признака маса на 1000 семена линии №5 и №9А представляват интерес поради съчетаването на висока продуктивност на растението с висок индекс на стабилност.

В Таблица 4 са показани зависимостите между теглото на семената от растение и параметрите b_i -FW, $(G \times E)_{gi}$, OAC_i , CAC_i , Sg_i (%) и СЦГ_i. Статистически значима положителна корелация спрямо теглото на семената (добив семена) са показали OAC_i ($r=0.99^{**}$) и СЦГ_i ($r=0.93^{**}$), а Sg_i (%) - отрицателна ($r=-0.87^{**}$). Въз основа на получените данни от корелационния анализ е установена висока положителна взаимовръзка ($r=0.93^{**}$) между ОАС и СЦГ. Отсъствието на достоверни зависимости между ОАС и хомеостатичността ($r=0.72$) и стресоустойчивостта ($r=0.07$) предполага, че в изследваната група образци може да има относително стабилни генотипове с висока и ниска продуктивност.

Zelenov et al. (2014) съобщават за ниска хомеостатичност и нестабилност на добива на зърно при генотипове грах с форма на листа тип плейофила. Те считат, че грах от такъв тип представлява селекционен интерес поради високата интензивност на фотосинтезата, балансиран аминокиселинен състав и продуктивност на зелената маса, превъзхождаща типа грах с обикновни листа.

Гончаров (2011) в своите изследвания съобщава, че количествените признаци определящи продуктивността (на зърно или зелена маса) могат да служат като критерии за косвена оценка и отбор по адаптивност на подходящи генотипове в ранните етапи на селекционния процес, когато екологичното изпитване на кандидат сортовете е затруднено.

Според Абросимова и Фадеева (2015) селекционната работа само с високодобивни генотипове може да доведе до загуба на екологичната стабилност. Като основна причина за това авторите изтъкват факта, че стойността на признака и чувствителността на растителния организъм към промените на околната среда са относител-

Таблица 4. Корелационни зависимости между параметрите стабилност, адаптивност, хомеостатичност и тегло на семената от растение

Table 4. Correlation dependencies of parameters stability, adaptability and homeostatic with grain productivity expressed by seed weight per plant

	Тегло на семената от растение/ Seed weight per plant	bi-FW bi-FW	(GxE)gi (GxE)gi	OACi GAA	CACi SAA	Sgi, % Sgi, %	СЦГi STSG	Y S
bi-FW	-0.72							
(GxE)gi	0.30	-0.22						
OACi GAA	0.99**	-0.72	0.31					
CACi SAA	-0.66	0.97**	-0.02	-0.66				
Sgi, %	-0.87**	0.94**	-0.11	-0.87**	0.93**			
СЦГi STSG	0.93**	-0.91**	0.20	0.93**	-0.88**	-0.98**		
Y S	0.72	-0.99**	0.21	0.07	-0.97**	-0.94**	0.91**	
H _{om}	0.718	-0.88**	0.48	0.72	-0.83*	-0.081*	0.84*	0.88**

*, ** - статистическа значимост при P=0.05; P=0.01

*, ** - significant at 0.05 and 0.01 probability levels, respectively

но независими и генетически се детерминират самостоятелно. Селекционна ценност имат генотиповете, притежаващи коадаптивни генни комплекси.

Кадремас (2014) изразява становището, че адаптивната селекция трябва да бъде насочена не към потенциалната, а към реалната продуктивност на растенията. Авторката изтъква факта, че обикновено в селекционните програми главната задача е получаване на генотипове с висока потенциална продуктивност. Нейното проявление налага създаване на повишен агрофон, който обаче за много райони на отглеждане би бил нетипичен.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Линии №8 и №11 се характеризират с висока обща адаптивна способност и относителна стабилност на признаците височина на растението (22.56-24.22, 9.99; 10.21) и височина на залагане на първи боб (2.26-3.18, 3.81; 5.33), което предполага бъдещото им изпитване в направление за фураж.

Сортовете Керпо и Кристал се отличават с висока селекционна ценност по брой семена (15.05,

16.85) и брой бобове на растение (5.05, 4.62) и могат да се използват като родителски компоненти в комбинативната селекция за създаване на сортове с повишен брой семена и бобове на растение.

Интерес за адаптивната селекция представлява линия №29, която съчетава висока продуктивност на зърно (4.09 g) с добра хомеостатичност (47.25) и относителна стресоустойчивост (-0.87) към неблагоприятните фактори на средата.

Силна и положителна връзка с признака тегло на семената от растение, независимо от условията, имат параметрите OACi ($r=0.99$) и СЦГi ($r=0.93$). Те са ефективни за оценка на сортове и линии в различни условия. Установена е отрицателна корелация на Sgi (%) ($r=-0.87$) със същия признак.

ЛИТЕРАТУРА

- Абросимова, Т. Н., & Фадеева, А. Н. (2015). Адаптивная способность и селекционная ценность коллекции овощных сортов гороха. *Овощи России*, (1), 27-30.
- Ашиев, А. Р. (2014). Исходный материал гороха (*Pisum sativum* L.) и его селекционное использование в ус-

- ловиях Предуральской степи Республики Башкортостан. Автореф. дис. канд. наук. Казань, 2014. 20 с.
- Гончаров, А. В.** (2011). Подбор и оценка сортов вики яровой для смешанных посевов. *Автореф. дисс. канд. с.-х. наук*, Немчиновка.
- Григорьева, А. В.** (2013). Селекционная ценность исходного материала сои для зоны неустойчивого увлажнения Ростовской области. Автореф. дис. канд. наук, Зерноград.
- Давлетов, Ф. А.** (2008). Селекция неосыпающихся сортов гороха в условиях Южного Урала. Гилем.
- Донская, М. В.** (2013). Исходный материал нута (*Cicer arietinum* L.) для селекции сортов северного экотипа. Автореф. дис. канд. наук. Орел, 2013.
- Жученко, А. А.** (2003). Экологическая генетика культурных растений. Самара, 275 с.
- Зотиков, В. Н. & Боровлев, А. А.** (2008). Повышение устойчивости производства сельскохозяйственных культур в современных условиях. Орел, 36-49.
- Кадермас, И. Г.** (2014). Формирование фотосинтетического и симбиотического аппаратов растений и их вклад в повышение продуктивности агроценозов гороха посевного (*Pisum sativum* L.). Автореф. дис. канд. наук. Омск.
- Кильчевский, А. В. & Хотылева, Л. В.** (1985a). Метод оценки адаптивной способности и стабильности генотипов, дифференцирующей способности среды. Сообщение 1. Обоснование метода. *Генетика*, 21(9), 1481-1490.
- Кильчевский, А. В. & Хотылева, Л. В.** (1985b). Метод оценки адаптивной способности и стабильности генотипов, дифференцирующей способности среды. *Генетика*, 21(9), 1491-1498.
- Кильчевский, А. В. & Хотылева, Л. В.** (1997). Экологическая селекция растений. Минск, Тэхналогія.
- Фадеева, А. Н., Шурхаева, К. Д. & Фадеев, Е. А.** (2010). Селекционная ценность коллекции гороха. Материалы научно-практ. конф., посв. 90-летию ТатНИИСХ, Казань, 2010, 634-639.
- Хангильдин, В. В., & Бирюков, С. В.** (1984). Проблема гомеостаза в генетико-селекционных исследованиях. *Генетико-цитологические аспекты в селекции с.-х. растений*, (1), 67-76.
- Шульпеков, А. С., Сирота, С. М., Добруцкая, Е. Г., & Пронина, Е. П.** (2015). Оценка адаптивности сортов гороха овощного, пригодных для заморозки в условиях Юго-запада ЦЧР. *Овощи России*, (4), 42-47.
- Шурхаева, К. Д., & Фадеева, А. Н.** (2010). Влияние изменчивости признаков на адаптивный потенциал сортов гороха ТатНИИСХ. In: *Инновационные разработки молодых ученых - АПК России* (pp. 167-173).
- Caliskan, S., Erdogan, C., Arslan, M., & Caliskan, M. E.** (2013). Comparison of organic and traditional production systems in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Turkish Journal Field Crops*, 18, 34-39.
- Cruz, C. D.** (2006). Programa GENES: Biometria (No. 519.5). Universidad Federal de Viçosa, Brazil.
- Dyckova, T. A., Rekashus, E. S., Prudnikov, A. D., Konova, A. M. & Kurdakova, O. V.** (2015). Ecological plasticity and stability of the red clover samples in the Smolensk region. *Meždunarodnyj naučno-issledovatel'skij žurnal*, Выпуск Декабрь.
- Finlay, K. W. & Wilkinson, G. N.** (1963). The analysis of adaptation in a plant-breeding programme. *Australian Journal of Agricultural Research*, 14(6), 742-754.
- Georgieva, N.** (2017). Suitability of pea cultivars for organic farming conditions. *Biological Agriculture & Horticulture*, 33(4), 225-234.
- Naydenova, Y., Georgieva, N. & Nikolova, I.** (2014). Feeding value estimation of introduced forage pea (*Pisum sativum* L.) varieties and lupine (*Lupinus albus* L., *Lupinus luteus* L.) in organic cultivation. In: Nat. Sci. Conf. with Int. participation, BioTroyan, 27-28 Nov. 2014, pp. 279-289. [http://www.agriacad.bg/images/novini/Site_2_2%20\(1\).pdf](http://www.agriacad.bg/images/novini/Site_2_2%20(1).pdf).
- Rossielle, A. A. & Hamblin, J.** (1981). Theoretical aspects of selection for yield in stress and no stress environment. *Crop Science*, 21(6), 12-23.
- Zakharova, M. V., Lukashevitch, M. I. & Sviridenko, T. V.** (2014). Variability and interrelationship of productivity elements in white lupin varieties. *Зернобобовые и крупяные культуры*, 2(10), 81-84 (Ru).
- Zelenov, A. N., Naumkina, T. S., Schetin, V. Yu., Zadorin, A. M. & Zelenov, A. A.** (2014). Advantages and prospects of use of the suprade odd-pinnate form of peas. [Достоинства и перспективы использования многократно непарноперистой формы гороха]. *Зернобобовые и крупяные культуры*, 3(11), 12-19 (Ru).