

ИЗУЧЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ АДАПТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ МОРФОТИПОВ ГОРОХА В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО УРАЛА

Л.И. ЛИХАЧЁВА, старший научный сотрудник, ORCID: 0000-0001-9161-1496,
E-mail: selektsiya@bk.ru

А.В. МОСКАЛЁВ, научный сотрудник, ORCID: 0000-0002-5559-2635, E-mail: i@almos10.ru

ФГБНУ УРАЛЬСКИЙ ФАНИЦ УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РАН
E-mail: uralniishoz@list.ru

В период с 2018 по 2021 годы было проведено исследование коллекции гороха на реакцию сортообразцов различных морфотипов (усатые, листочковые, хамелеоны) на изменение условий среды. Сравнительная оценка проводилась по параметрам: стрессоустойчивость, генетическая гибкость, пластичность, стабильность, общая и специфическая адаптивная способность и селекционная ценность. Рассмотрена корреляционная связь между параметрами адаптивности сортов коллекции и их продуктивностью. По итогу исследования было выявлено, что горох с усатым типом листа более пластичный и сильнее других морфотипов реагирует на изменения условий выращивания, обладает меньшей стрессоустойчивостью. Также сорта данного морфотипа характеризуются большей продуктивностью и потенциалом урожайности. Наиболее экологически стабильным и стрессоустойчивым морфотипом гороха показал себя морфотип хамелеон. Сорта данного морфотипа дают не высокий, но стабильный урожай. По результатам изучения коллекции выделены генетические источники для создания адаптивных и пластичных сортов: усатые – Астронавт (Германия), Рокет (Дания), Премьер (Ростовская обл.), Томас (Тюменская обл.), хамелеон Спартак (Орловская обл.) и листочковая линия 13-24 (Свердловская обл.).

Ключевые слова: горох посевной, хамелеон, сортообразец, продуктивность, морфотип, стабильность, пластичность.

Для цитирования: Лихачева Л.И., Москалев А.В. Изучение параметров адаптивности различных морфотипов гороха в условиях Среднего Урала. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2023; 2(46):19-27. DOI: 10.24412/2309-348X-2023-2-19-27

STUDY OF THE ADAPTABILITY PARAMETERS OF VARIOUS MORPHOTYPES OF PEAS IN THE CONDITIONS OF THE MIDDLE URALS

L.I. Likhacheva, A.V. Moskalev

FSBSI URAL FEDERAL AGRARIAN RESEARCH CENTER
OF THE URAL BRANCH OF THE RAS

Abstract: *In the period from 2018 to 2021, a study of the pea collection was conducted on the reaction of cultivars of various morphotypes (leafless, leafy, chameleons) to changes in environmental conditions. The comparative assessment was carried out according to the following parameters: stress resistance, genetic flexibility, plasticity, stability, general and specific adaptive ability and breeding value. Correlation between the parameters of the adaptability of the varieties of the collection and their productivity is considered. According to the results of the study, it was revealed that peas of a leafless type are more plastic and react more strongly than other morphotypes to changes in growing conditions, and have less stress resistance. Also, varieties of this morphotype are characterized by greater productivity and yield potential. The chameleon*

morphotype proved to be the most environmentally stable and stress-resistant morphotype of peas. Varieties of this morphotype do not give a high, but stable yield. Based on the results of the study of the collection, genetic sources have been identified for the creation of adaptive and plastic varieties: leafless - Astronaut (Germany), Rocket (Denmark), Premier (Rostov region), Thomas (Tyumen region), chameleon - Spartak (Oryol region) and leaf line 13-24 (Sverdlovsk region).

Keywords: seed peas, chameleon, varietal, productivity, morphotype, stability, plasticity.

В современной селекции гороха всё больше наблюдается использование гороха разного морфотипа помимо листочкового: усатые, хамелеоны, люпиноиды, короткостебельные, детерминантные формы и пр. На данный момент это является основным резервом повышения продуктивности гороха является использование в селекции новых форм гороха с различной морфоструктурой растения [1, 2, 3]. Основными морфотипами, изучаемыми в коллекционном питомнике, являются усатые и листочковые формы и хамелеоны. В коллекции Красноуфимского селекционного центра используются как отечественные генетические источники, так и сортообразцы из разных стран: Россия (65,7%), Украина (9,4%), Чехия (3,6%), Германия (4,7%), Канада (3,6%).

Интерес к другим морфотипам возник из-за ряда недостатков обычного листочкового гороха: высокая полегаемость, неравномерное созревание бобов на растении, осыпаемость семян. Безлисточковые формы гороха имеют более короткий стебель и мощные усы, которые обеспечивают лучшую устойчивость к полеганию, и имеют неосыпающиеся семена [4, 5].

Но, помимо этого, необходима оценка коллекционного материала на экологическую устойчивость и отзывчивость на изменения условий среды. Так как технология возделывания гороха является результатом сложного взаимодействия «генотип-среда», и потенциал сортов может реализовываться только в определённых благоприятных условиях среды. Для того чтобы оценить степень влияния изменения условий выращивания на различные морфотипы необходимо провести сравнительный анализ по экологической адаптивности, стрессоустойчивости и пластичности [6, 7, 8].

Материалы и методы

Изучение коллекции гороха проводилось с 2018 по 2021 года в ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН на опытном участке Красноуфимского селекционного центра.

Цель исследования – изучение параметров адаптивности различных морфотипов гороха: листочковые, усатые, хамелеоны. Сравнительная оценка их по таким параметрам как стрессоустойчивость, генетическая гибкость, пластичность, стабильность, общая и специфическая адаптивная способность и селекционная ценность.

Предшественником был сидеральный (сурепица) пар. Почвы – серые лесные. Поля севооборота имели следующие агрохимические показатели: рН_{KCl} – 6,48, гидролитическая кислотность – 1,61 мг-экв./100г почвы, содержание гумуса (по Тюрину) – 5,1%, легкогидролизуемого азота (по Корнфилду) – 114 мг/кг почвы, обменного калия (по Кирсанову) – 146 мг/кг почвы, фосфора (по Кирсанову) – 254 мг/кг почвы.

Ранней весной проводилось закрытие влаги в два следа и предпосевная культивация в два следа на глубину заделки семян с одновременным боронованием. Семена высевались с нормой высева 1,3 млн всхожих семян/га сеялкой ССФК-7, учетная площадь делянок – 3 м². Наблюдения и учеты выполняли по методике государственного сортоиспытания зернобобовых культур (Методические указания по изучению коллекции зерновых бобовых культур / ВАСХНИИ, Всесоюз. науч.-исслед. ин-т растениеводства им. Н.И. Вавилова. – Ленинград: ВИР, 1975. – 59 с.). Математическая обработка данных проводилась методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову (1985).

Показатели экологической стабильности и пластичности рассчитывались по методике S.A. Eberhart, W.A. Russell в изложении В.З. Прокудина, Л.М. Лопатиной [10, 9]. Устойчивость сортов к стрессу и среднюю урожайность в контрастных условиях среды определяли по уравнению A.A. Rossille, J. Hamblin, цит. по А.А. Гончаренко [11, 10]. Для расчётов использовалась программа Microsoft Excel и надстройка к Microsoft Excel для статистического анализа и оценки результатов полевых и лабораторных опытов AgCStat.

Было изучена коллекция гороха в количестве 207 образцов различных морфотипов (усатые, листочковые и хамелеоны), из них выделены по продуктивности 45 сортов по 15 лучших сортообразцов каждого морфотипа. Среди выделенных сортообразцов был проведён расчёт соотношений морфотипов по признакам адаптивности.

Метеорологические условия на юго-западе Свердловской области, где расположен Красноуфимский селекционный центр УрФАНИЦ УрО РАН за период проведения исследования сильно отличались по годам от сильного переувлажнения до засухи. Наиболее благоприятными были года 2019 и 2020-й, в которых наблюдалось незначительное отклонение от среднемноголетних показателей, при достаточном увлажнении и тёплой погоде. Индекс среды в данные годы составлял 8,7 и 3,71 соответственно (табл. 1).

В 2018 и 2019 годах погодные условия были на уровне среднемноголетних, но в 2018 году наблюдался переизбыток влаги период налива зерна, что негативно сказалось на урожайности. Индекс среды в 2018 году составил -1,34. Год 2020 был тёплым и благоприятным для гороха, ГТК составлял 1,0 с индексом среды 3,71. Год 2021 отличился как наименее благоприятный, индекс среды составил - 11,07. Этому сопутствовала сильная засуха (ГТК - 0,8), во время появления всходов осадки практически отсутствовали, это привело к пониженной всхожести, и в течение всей вегетации наблюдался сильный недостаток влаги (на 35% ниже среднемноголетнего) при повышенной температуре воздуха (на 2,5°C выше среднемноголетнего).

Таблица 1

Метеоданные за 2018-2021 годы

Показатели	Годы исследования			
	2018	2019	2020	2021
Осадки, мм	193	204	150	127
Отклонение от среднемноголетнего, %	-2	+4	-24	-35
Температура, °С	14,6	15,1	16,8	17,1
Отклонение от среднемноголетнего, °С	0,0	+0,4	+2,2	+2,5
Индекс среды (Ij)	-1,34	8,70	3,71	-11,07
ГТК	1,5	2,1	1,0	0,8

За период исследования наблюдались разнообразные погодные условия от переувлажнения до засухи, что позволяют лучше оценить сорта коллекции на стрессоустойчивость и адаптивную способность.

Климатические условия года за период исследования сильно менялись от переувлажнения до засухи, и стали основной причиной влияния на урожайность и её вариацию (71,17%) (табл. 2). Степень влияния генотипа составил 12,37%, степень взаимодействия «генотип-среда» - 16,46%.

Таблица 2

Степень влияния фактора генотип-среда на общее изменение продуктивности сортообразцов

Источники вариации	Сумма квадратов	Степени свободы	Дисперсия	F _{факт}	F _{та695}	Влияние %
Общее	131,56	179				100,00
Среда	93,63	3				71,17
Генотип	16,28	44	0,37	2,4	1,5	12,37
Генотип-среда	21,65	132	0,16			16,46

Результаты и обсуждения

Для определения параметров адаптивности и его хозяйственной ценности сортов гороха был проведён комплексный показатель реакции сортов на изменения условия среды (табл. 3).

Таблица 3

Изучаемые сортообразцы коллекции гороха листочкового морфотипа (2018-2021 гг.)

Сорт	Урожайность, т/га	Стрессоустойчивость $Y_2 - Y_1$	Генетическая гибкость $((Y_2 + Y_1)/2)$	Коэффициент вариации V, %	Гомеостатичность Ном	Пластичность bi	Стабильность Si^2	ОАС*	САС*	СЦ*
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Листочковые										
Таловец 65	2,32	-2,75	2,29	42%	2,0	1,30	0,09	0,16	1,13	0,96
Эдем	2,42	-2,33	2,00	39%	2,6	1,25	0,15	0,26	1,10	1,09
Тюменец	2,10	-2,26	1,87	42%	2,2	1,20	0,04	-0,06	1,02	0,86
10-147	2,12	-2,47	2,27	42%	2,0	1,15	0,18	-0,04	1,03	0,87
Орлан	2,03	-2,18	1,74	41%	2,3	1,10	0,07	-0,13	0,96	0,87
Красноуфимский неосыпающийся	2,26	-2,28	2,19	36%	2,8	1,10	0,04	0,10	0,94	1,13
13-24	2,53	-2,11	2,28	32%	3,8	1,08	0,03	0,37	0,93	1,41
Фитотрон 1	2,08	-1,87	1,90	38%	3,0	1,03	0,09	-0,08	0,91	0,98
Фаленский юбилейный	2,12	-2,33	1,81	42%	2,2	0,97	0,54	-0,04	1,02	0,89
Марафон	2,20	-1,76	2,24	35%	3,6	0,95	0,21	0,04	0,89	1,13
Венец	2,28	-1,77	1,99	31%	4,1	0,94	0,09	0,12	0,83	1,28
Чишминский 229	2,14	-1,88	2,06	31%	3,6	0,90	0,03	-0,02	0,78	1,20
Erbі	2,23	-2,03	2,03	34%	3,3	0,88	0,30	0,06	0,86	1,18
Титан	2,23	-1,45	2,11	26%	6,0	0,77	0,01	0,06	0,66	1,43
Нарымский 14	2,03	-1,74	2,13	38%	3,1	0,63	0,77	-0,13	0,89	0,95
Усатые										
Madonna	2,41	-3,13	2,44	48%	1,6	1,56	0,10	0,25	1,34	0,79
Альвеста	2,34	-3,08	2,13	48%	1,6	1,52	0,03	0,18	1,29	0,78
Оплот	2,33	-3,15	2,26	48%	1,5	1,51	0,08	0,17	1,30	0,76
Альянс	2,25	-3,06	2,30	49%	1,5	1,33	0,54	0,09	1,28	0,71
Премьер	2,55	-2,75	2,46	38%	2,4	1,30	0,12	0,38	1,13	1,18
Красноуфимский 11	2,27	-2,38	2,24	42%	2,3	1,25	0,11	0,10	1,09	0,95
Родник	2,39	-2,39	2,47	40%	2,5	1,23	0,19	0,23	1,10	1,07
Юлдаш	2,33	-2,65	2,33	43%	2,1	1,15	0,58	0,17	1,16	0,94
Ангела	2,25	-2,17	2,25	39%	2,6	1,15	0,14	0,09	1,02	1,02
Стабил	2,30	-2,11	2,28	38%	2,9	1,13	0,14	0,14	1,00	1,09
Астронавт	2,68	-2,27	2,86	33%	3,6	1,12	0,24	0,52	1,02	1,44
Кадет	2,21	-2,01	2,00	37%	3,0	1,08	0,05	0,05	0,93	1,08
Рокет	2,64	-2,18	2,58	30%	4,0	1,08	0,01	0,48	0,91	1,53
Сотник	2,40	-2,28	2,19	35%	3,0	1,06	0,21	0,24	0,97	1,22

Сорт	Урожайность, т/га	Стрессоустойчивость $Y_2 - Y_1$	Генетическая гибкость $((Y_2 + Y_1)/2)$	Коэффициент вариации V, %	Гомеостатичность Ном	Пластичность bi	Стабильность Si ²	ОАС*	САС*	СЦ*
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Томас	2,22	-1,28	2,36	22%	7,9	0,52	0,19	0,06	0,57	1,54
Хамелеоны										
Аз-331	2,33	-2,50	2,42	40%	2,3	1,24	0,12	0,17	1,08	1,02
Аз-131	2,18	-2,16	2,09	36%	2,8	1,08	0,00	0,02	0,92	1,07
Аз-318	2,24	-2,02	2,16	32%	3,4	0,97	0,04	0,08	0,83	1,24
Аз-92-897	1,95	-1,75	1,76	36%	3,1	0,91	0,09	-0,21	0,80	0,98
Аз-1061	2,24	-1,67	2,00	29%	4,6	0,87	0,04	0,08	0,75	1,32
Аз-1397	2,07	-1,65	2,17	32%	3,9	0,84	0,12	-0,09	0,77	1,14
Аз-95-614	1,49	-1,72	1,64	42%	2,1	0,76	0,16	-0,67	0,72	0,62
Спартак	2,35	-1,54	2,40	24%	6,3	0,75	0,04	0,19	0,66	1,56
Аз-176	1,75	-1,39	1,47	33%	3,9	0,69	0,14	-0,41	0,66	0,95
Аз-129	1,68	-1,33	1,50	30%	4,2	0,66	0,04	-0,48	0,58	0,98
Аз-1420	1,79	-1,34	1,66	27%	4,9	0,65	0,03	-0,38	0,57	1,10
Аз-95-645	1,19	-0,96	1,19	35%	3,6	0,52	0,05	-0,97	0,48	0,61
Аз-130	1,43	-1,43	1,31	37%	2,7	0,49	0,30	-0,73	0,61	0,69
Орёл	1,98	-0,97	1,87	18%	11,1	0,37	0,12	-0,18	0,42	1,47
Аз-136	1,75	-0,89	1,73	18%	10,6	0,35	0,07	-0,41	0,37	1,30

* – ОАС – Общая адаптивная способность; САС – Специфическая адаптивная способность; СЦГ – Селекционная ценность генотипа

По урожайности за годы испытания наибольший результат показали сорта: усатые – Астронавт (2,68 т/га), Рокет (2,64 т/га), Премьер (2,55 т/га); листочковые – 13-24 (2,53 т/га), Эдем (2,42 т/га), Таловец 65 (2,32 т/га); хамелеоны – Спартак (2,35 т/га), Аз-331 (2,33 т/га), Аз-318 (2,24 т/га) (рис. 1).

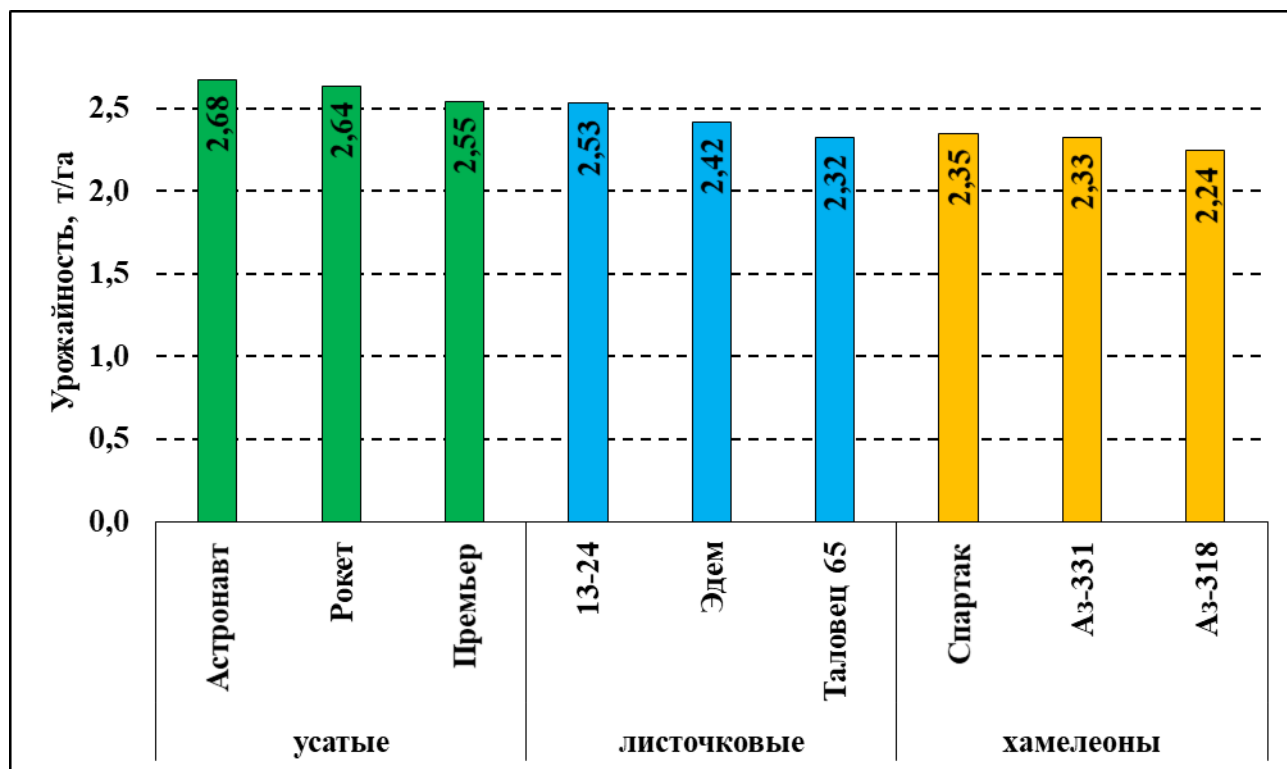


Рис. 1. Урожайность лучших сортообразцов коллекции, в среднем за 2018-2021 гг.

Как показали данные изучения параметров адаптивности хамелеоны обладают хорошей стрессоустойчивостью ($Y_2 - Y_1 = -1,75 \dots -0,89$), более 65% сортов показали лучший результат. Наилучшей стрессоустойчивостью обладает сорт Аз-136 (-0,89). Лучший результат по листовым показали 25% сортообразцов ($Y_2 - Y_1 = -1,88 \dots -1,45$), наибольшая стрессоустойчивость у сорта Титан (-1,45). Усатый морфотип наименее стрессоустойчив, выделилось лишь 10% сортообразцов ($Y_2 - Y_1 = -2,01 \dots -1,28$), лучший показатель у сорта Томас (-1,28). Корреляция стрессоустойчивости составляет $r = -0,641$ (табл. 4). Стрессоустойчивые сорта имеют меньший потенциал продуктивности, но могут давать стабильные урожаи (рис. 2).

Таблица 4

Корреляционная связь между продуктивностью и параметрами адаптивности

Показатели	Стрессоустойчивость	Генетическая гибкость	Коэффициент вариации	Гомеостатичность	Пластичность	Стабильность	САС	СЦГ
Продуктивность	-0,641	0,906	0,171	-0,192	0,671	-0,007	0,650	0,482

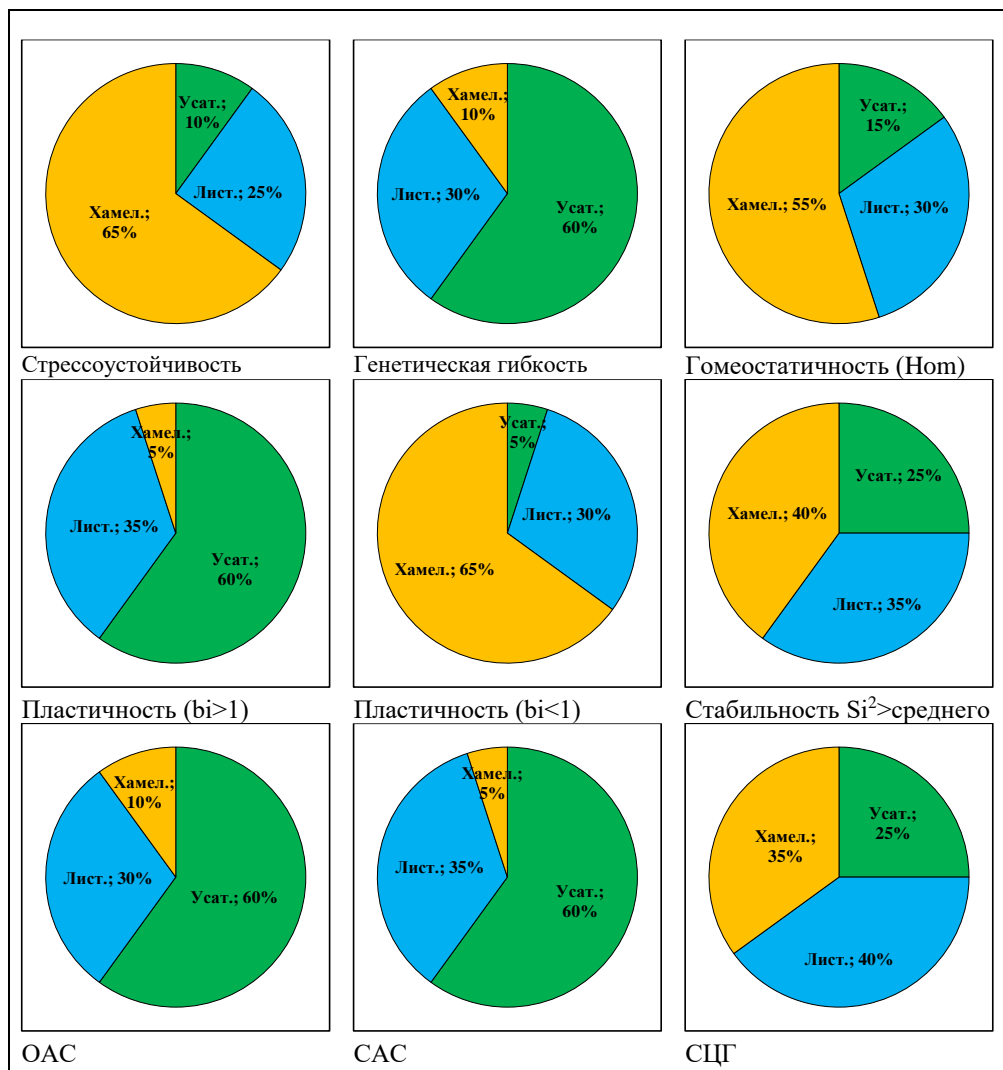


Рис. 2. Параметры адаптивности коллекции гороха

На диаграмме (рис.2) видно, что усатые сорта имеют лучшую генетическую гибкость (60% выделившихся) и хорошо реагируют на изменения условий среды ($(Y_2 + Y_1)/2 = 2,00...2,86$), наибольшее значение у сорта Астронавт (2,86). Листочковые обладают меньшей генетической гибкостью (30% выделившихся) и меньше реагируют условия года ($(Y_2 + Y_1)/2 = 1,74...2,29$), наилучший результат у сорта Таловец 65 (2,29). Наихудшую генетическую гибкость показали хамелеоны, лишь 10% выделившихся ($(Y_2 + Y_1)/2 = 1,19...2,42$), но неплохие значения показали сорта Аз-133 (2,42) и Спартак (2,40). Корреляционная связь с урожайностью составляет $r=0,906$, значит высокий показатель генетической гибкости у сортов влияет на общую продуктивности сорта.

Наиболее гомеостатичными сортами показали себя хамелеоны (55% выделившихся) с показателями Ном от 2,1 до 11,1. Они также имеют наименьшую вариативность по продуктивности от 18% до 42%. Из листочковых выделились по гомеостатичности 30% сортов (Ном= 2,0...6,0) с коэффициентами вариации 26-42%. Наибольший показатель гомеостатичности был у сортов морфотипа хамелеон: Орёл (11,1), Аз-136 (10,6) и усатого сорта Томас (7,9). Сильной корреляционной связи гомеостатичности и вариативности с продуктивностью выявлено не было ($r=-0,192$ и $0,171$ соответственно).

Среди морфотипов отобранных по высокому параметру пластичности ($b>1$) наибольшую долю заняли сорта усатого морфотипа (60%). Сорта с лучшей пластичностью Мадонна (1,56), Альвеста (1,52), Оплот (1,51). Доля листочковых сортов и хамелеонов составила 35% и 5% соответственно. Из листочковых наибольшая пластичность у сортов Таловец 65 (1,30) и Эдем (1,25). Корреляционная связь продуктивности и пластичности составила $r=0,671$. сорта усатого морфотипа обладают наибольшей пластичностью и отзывчивостью на изменение условий года.

Среди сортов с низким уровнем пластичности ($b < 1$) преобладает морфотип «хамелеон» (65% от общего числа сортов). Сорта с наименьшим уровнем пластичности Аз-136 (0,35), Орёл (0,37), Аз-130 (0,49). На долю листочковых приходится 30% сортов, а из усатых форм только 5% сортов (сорт Томас $b=0,52$). Хамелеоны обладают слабой реакцией на изменения условий выращивания. Листочковый морфотип может похвастаться большей универсальностью реакции на изменение условия среды.

Среди более статичных морфотипов с низким показателем Si^2 большую долю заняли хамелеоны (40%), листочковые и усатые по 35% и 25% соответственно. Это также говорит в пользу большей пластичности усатых сортов и большей стабильности у хамелеонов. Корреляционная связь между продуктивностью и показателем стабильности составила $r=0,033$.

В группу выделившихся по общей адаптивной способности (ОАС) попало 60% сортов усатого морфотипа (0,09...0,59), 30% сортов листочкового морфотипа (0,09...0,37) и 10% хамелеонов (0,17...0,19). Наибольшие показатели были у усатых сортов Астронавт (0,59), Рокет (0,48), Премьер (0,38) и листочковой линии 13-24 (0,37). И среди выделившихся по специфической адаптивной способности (САС) наибольший процент был среди усатых (60%) (0,97...1,34), листочковые 35% (1,02...1,13) и хамелеоны 5% (1,08). Самые высокие значения показали усатые сорта Мадонна (1,34), Оплот (1,30). Коэффициент корреляции продуктивности с САС составляет $r=0,651$.

По признаку селекционная ценность наибольшие показатели были у гороха листочкового морфотипа (40%) (1,09...1,43), доля хамелеонов (1,10...1,56) и усатых (1,18...1,54) сортообразцов 35% и 25% соответственно. Наибольшие значения признака было у хамелеона Спартак (1,56) и усатых сортов Томас (1,54), Рокет (1,53). Корреляция СЦГ с продуктивностью составила $r=0,476$.

Заключение

Таким образом, горох с усатым типом листа более пластичный ($bi=1.08-1.36$) и сильнее других морфотипов реагирует на изменения условий среды (генетическая гибкость=2,00-2,86), но при этом он обладает меньшей стрессоустойчивостью (-3,15...-1,28). Также усатые сорта характеризуются большей продуктивностью и потенциалом урожайности (2,21-2,68 т/га).

Листочковые сорта обладают неплохой стабильностью ($Si^2=0,01-0,77$) и имеют более высоким показатель генетической ценности (0,86-1,43).

Самыми экологически стабильными и стрессоустойчивым горохом является морфотип хамелеон ($Si^2=0,0-0,3$). Сорта данного морфотипа могут давать не высокий, но стабильный урожай (1,19-2,35 т/га).

Исходя из корреляционного анализа на продуктивность больше всего влияют такие показатель как генетическая гибкость ($r=0,906$), пластичность ($r=0,671$), стрессоустойчивость ($r=-0,641$) и СЦГ ($r=0,482$).

По совокупности показателей адаптивности изучения коллекции можно выделить следующие генетические сточки для селекции на адаптивные или пластичные сорта: усатые – Астронавт (Германия) по продуктивности (2,68 т/га), генетической гибкости (2,86) и ОАС (0,59), Рокет (Дания) по продуктивности (2,64 т/га), ОАС (0,48) и СЦГ (1,53), Премьер (Ростовская обл.) по продуктивности (2,55 т/га) и ОАС (0,38), Томас (Тюменская обл.) по гомеостатичности (7,9), экологической стабильности ($b=0,52$) и СЦГ (1,54), хамелеон Спартак (Орловская обл.) по продуктивности (2,35 т/га), генетической гибкости (2,40) и СЦГ (1,56) и листочковая линия 13-24 (Свердловская обл.) по продуктивности (2,53 т/га), ОАС (0,37).

Дополнительно по продуктивности можно выделить генетические сточки для селекции: усатые сорта Мадонна (Германия) (2,41 т/га), Родник (Орловская обл.) (2,39 т/га), листочковые сорта Эдем (Свердловская обл.) (2,42 т/га) Таловец 65 (Воронежская обл.) (2,32 т/га). Данные сорта усатого морфотипа превышают принятый в регионе стандарт по усатым сортам Красноуфимский 11 (2,27 т/га) на 5,0-17,4%. И листочковые сорта и хамелеоны превышают листочковый стандарт Марафон (2,24 т/га) на 3,5-12,8%.

Исследования выполнены в рамках Государственного задания Минобрнауки. «Фундаментальные основы управления селекционным процессом создания новых генотипов растений с высокими хозяйственно ценными признаками продуктивности, устойчивости к био- и абиострессорам (150)» по теме: «Создание конкурентоспособных, высокоурожайных сортов зерновых, зернобобовых, кормовых, плодово-ягодных культур и картофеля мирового уровня на основе перспективных генетических ресурсов, устойчивых к био- и абиотическим факторам».

Литература

1. Чураков А. А., Валиулина Л. И. Результаты и перспективы селекции гороха усатого морфотипа в Красноярском крае // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – № 6. – С. 24-26. – EDN SHUDBP.
2. Кондыков И. В., Бобков С. В. Урожайность и качество зерна у сортов гороха с различным сочетанием рецессивных мутантных генов // Аграрная Россия. – 2012. – № 8. – С. 2-6. – EDN TMVKWF.
3. Фадеева А. Н. Основные достижения и направления селекции гороха в Татарском НИИСХ // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2012. – № 1(1). – С. 65-68. – EDN QCPATR.
4. Семенов В. А. Современное состояние и направления развития исследований по селекции гороха на 2011-2015 годы // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2012. – № 2(2). – С. 45-50. – EDN QCRLGH.
5. Омелянюк Л. В., Асанов А.М. Изучение сортообразцов гороха мировой коллекции ВИР в условиях южной лесостепи Западной Сибири // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2006. – № 1(161). – С. 17-23. – EDN HUICDJ.
6. Давлетов Ф. А., Гайнуллина К. П., Каримов И. К. Влияние метеорологических условий на формирование урожая зерна гороха // Зерновое хозяйство России. – 2016. – № 5. – С. 10-16. – EDN XRLICX.
7. Филатова И. А. Формирование элементов продуктивности гороха в зависимости от погодных условий вегетационного периода // Земледелие. – 2018. – № 6. – С. 44-56. – DOI 10.24411/0044-3913-2018-10612. – EDN YOEGQH.
8. Жученко, А. А. Эколого-генетические проблемы селекции растений // Сельскохозяйственная биология. – 1990. – Т. 25. – № 3. – С. 3-4. – EDN UKNKQP.
9. Пакудин В.З., Лопатина Л.М. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур // Сельскохозяйственная биология. – 1984. – № 4. – С. 109-113.
10. Гончаренко А. А. Экологическая устойчивость сортов зерновых культур и задачи селекции // Зерновое хозяйство России. – 2016. – № 3. – С. 31-37. – EDN WLASMV.

References

1. Churakov A.A., Valiulina L.I. Rezul'taty i perspektivy selekcii goroha usatogo morfotipa v Krasnojarskom krae [Results and prospects of breeding of leafless pea morphotype in the Krasnoyarsk Territory]. *Dostizhenija nauki i tehniki APK*. 2014, no. 6, pp. 24-26. EDN SHUDBP. (In Russian)
2. Kondykov I.V., Bobkov S.V. Urozhajnost' i kachestvo zerna u sortov goroha s razlichnym sochetaniem recessivnyh mutantnyh genov [Yield and grain quality in pea varieties with different combinations of recessive mutant genes]. *Agrarnaja Rossija*, 2012, no. 8, pp. 2-6, EDN TMVKWF. (In Russian)
3. Fadeeva A.N. Osnovnye dostizhenija i napravlenija selekcii goroha v Tatarskom NIISH [The main achievements and directions of pea breeding in the Tatar Scientific Research Institute of Agriculture]. *Zernobobovye i krupjanye kul'tury*, 2012, no. 1(1), pp. 65-68, EDN QCPATR. (In Russian)
4. Semenov V. A. Sovremennoe sostojanie i napravlenija razvitija issledovanij po selekcii goroha na 2011-2015 gody [Current state and development directions of research on pea breeding for 2011-2015] *Zernobobovye i krupjanye kul'tury*, 2012, no. 2(2), pp. 45-50, EDN QCRLGH. (In Russian)
5. Omel'janjuk L.V., Asanov A.M. Izuchenie sortoobrazcov goroha mirovoj kollekcii VIR v uslovijah juzhnoj lesostepi Zapadnoj Sibiri [The study of pea varieties of the world collection of VIR in the conditions of the southern forest-steppe of Western Siberia]. *Sibirskij vestnik sel'skhozjajstvennoj nauki*, 2006, no. 1(161), pp. 17-23, EDN HUICDJ. (In Russian)
6. Davletov F.A., Gajnullina K. P., Karimov I. K. Vlijanie meteorologicheskikh uslovij na formirovanie urozhaja zerna goroha [Influence of meteorological conditions on the formation of pea grain yield]. *Zernovoe hozjajstvo Rossii*, 2016, no. 5, pp. 10-16, EDN XRLICX. (In Russian)
7. Filatova I.A. Formirovanie jelementov produktivnosti goroha v zavisimosti ot pogodnyh uslovij vegetacionnogo perioda [Formation of elements of pea productivity depending on the weather conditions of the growing season]. *Zemledelie*, 2018, no. 6, pp. 44-56, DOI 10.24411/0044-3913-2018-10612, EDN YOEGQH. (In Russian)
8. Zhuchenko A.A. Eekologo-geneticheskie problemy selekcii rastenij [Ecological and genetic problems of plant breeding] *Sel'skhozjajstvennaja biologija*, 1990, V. 25, no. 3, pp. 3-4, EDN UKNKQP. (In Russian)
9. Pakudin V.Z., Lopatina L.M. Ocenka jekologicheskoi plastichnosti i stabil'nosti sortov sel'skhozjajstvennyh kul'tur [Assessment of ecological plasticity and stability of crop varieties] *Sel'skhozjajstvennaja biologija*. 1984, no.4, pp. 109-113. (In Russian)
10. Goncharenko A. A. Jekologicheskaja ustojchivost' sortov zernovyh kul'tur i zadachi selekcii [Ecological sustainability of cereal varieties and breeding tasks]. *Zernovoe hozjajstvo Rossii*, 2016, no. 3, pp. 31-37, EDN WLASMV. (In Russian)