

Литература

1. Зеленов А.Н., Задорин А.М., Зеленов А.А. Первые результаты создания сортов гороха морфотипа хамелеон // Зернобобовые и крупяные культуры, – 2018. – № 2 (26). – С. 10-17.
2. Новикова Н.Е. Накопление и утилизация крахмала в листьях гороха в связи с семенной продуктивностью // Актуальные вопросы селекции зернобобовых культур интенсивного типа. – Орёл, – 1983. – С. 14-20.
3. Амелин А.В. УПП листовых пластинок – идентифицирующий признак сортов гороха с различной продуктивностью // Методы интенсификации селекционного процесса – Одесса: ВСГИ, – 1990. – С. 17-18.
4. Воронцов Н.Н. Развитие эволюционных идей в биологии. – М.: МГУ, – 1999. – 640 с.
5. Lamprecht H / Das Gen Uni und seine Koppelung mit anderen Gene bei *Pisum* // Hereditas, - 1933. – Bd. 18. – S.269-296.
6. Smýkal R., Aubert G., Buritín J. et al. Pea (*Pisum sativum* L.) in the Genomic Era // Agronomy, 2012; 2. p. 74-115.
7. Костерин О.Е. При царе горохе (*Pisum sativum* L.): непростая судьба первого генетического объекта // Вавиловский журнал генетики и селекции, – 2015; 19 (1). – С. 13-26.
8. Макашева Р.Х. Горох. Культурная флора СССР, т. IV. Зерновые бобовые культуры, – 1979. – С. 23-324.
9. Вавилов Н.И. Мировые очаги (центры происхождения) важнейших культурных растений // Избранные сочинения. Генетика и селекция. – М.: «Колос», – 1966. – С. 184–216.
10. Чехов В.П. Основные числа хромосом и филогенетические отношения родов, субтриб и триб сем. Leguminosae // Бюллетень МОИП, отд. биол., – 1937. Т. 46, вып. 4 – С. 233-240.

NEW HETEROPHYLLOUS FORM OF PEA

A.A. Zelenov, A.N. Zelenov

FSBSI «FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

Abstract: *In the splitting hybrid population from crossing of multiple pinnate leaf sample II - 143 with tendrill acacia Unik-3, a new form of pea with a tiered heterophyllia was found, in which three-leaflet leaves, five-leaflet leaves and leaves of the type tendrill acacia form successively on the stem. It is assumed that, in accordance with the «basic biogenetic law» of Müller-Haeckel the three-leaflet leaves may indicate the origin of the genus Pisum L. from related to Trifolium L. and Medicago L. 16-chromosome ancestral species.*

Keywords: peas, heterophyllia, evolution.

DOI: 10.24411/2309-348X-2018-11025

УДК 635.656

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФАКТОРНОГО АНАЛИЗА В СЕЛЕКЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ ГОРОХА

Р.В. БЕЛЯЕВА, кандидат сельскохозяйственных наук

С.Н. АГАРКОВА, доктор биологических наук

ФГБНУ «ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

В статье представлены результаты полевого изучения 162 образцов гороха из коллекции ВИР имени Н.И. Вавилова по комплексу морфологических признаков и показателей продуктивности с использованием факторного анализа. Выделены источники ценных признаков, представляющие интерес для селекции.

Ключевые слова: горох, коллекция, факторный анализ, источники хозяйственно ценных признаков.

Интенсивное проникновение математических идей в биологию началось относительно недавно. Основоположник генетики Грегор Мендель во второй половине XIX века использовал математический аппарат как средство выяснения наследования признаков

гороха в ряду поколений. Прошло несколько десятилетий, прежде чем возникло новое направление по разработке и широкому применению математических моделей и методов не только в генетических экспериментах, но и в практической селекции сельскохозяйственных растений, в том числе и гороха.

В современных условиях целесообразным и экологически обоснованным направлением селекции гороха является создание сортов с широким диапазоном адаптивных реакций к био- и абиотическим факторам. Эффективной формой выражения теоретических представлений о морфологических и физиолого-биохимических параметрах селективируемых генотипов служит метод моделирования, то есть построения, анализа моделей и интерпретаций полученных с их помощью результатов. Математическая модель, описывая важнейшие параметры сорта, дает прогноз развития количественных и качественных признаков в связи с изменяющимися факторами и учитывает их взаимосвязь с урожайностью.

Выяснение структуры и силы связей между признаками, а также выявление зависимости изменений одних признаков от других осуществляются с помощью корреляционного, регрессионного, факторного анализов.

Методы факторного анализа разнообразны и наиболее распространен метод главных компонент, в основу которого положено предположение о том, что согласованная изменчивость группы признаков зависит от новой переменной – главной компоненты, вокруг которой группируются признаки. Анализ главных компонент сводится к отношению такой линейной функции между переменными, которая объединяет как можно большую часть всей вариабельности и так до тех пор, пока не будет исчерпана вся изменчивость.

Для классификации наблюдений и таксономических изучений используется кластерный анализ. Этот метод основан на определении взаимной близости расположения центров сравниваемых групп по изучаемым признакам, т.е. осуществляется оценка комплексного выражения сходства – различия объектов, деление на определенные таксономические единицы и проверка надежности предлагаемой классификации.

Высокая разрешающая способность предложенных методических подходов побудила нас использовать их для решения первоочередных селекционно-генетических задач при изучении коллекции гороха.

Цель исследования основана на поиске источников морфологических и хозяйственно ценных признаков для создания высокопродуктивных сортов гороха, адаптированных к условиям ЦЧР России, с использованием методов факторного анализа.

Материал и методика проведения исследования

Материалом для исследований служили 162 образца гороха (*Pisum sativum* L.) ВИР имени Н.И. Вавилова различного направления использования, разнообразных по набору морфологических признаков. Происхождение сортов – страны Восточной Европы, России, страны СНГ, Азии и Северной Америки.

Изучение коллекции осуществляли в соответствии с Методическими указаниями ВИР [1, 2].

Образцы испытывали в 2009...2014 гг. в полевом севообороте лаборатории генетики и биотехнологии института по общепринятой методике [3].

Посев образцов коллекции проводили вручную. Длина рядка 1 м. Число рядков в делянке 2...3. Расстояние между рядками 20 см, между семенами в рядке 5 см. Уход за посевами опытных делянок проводили в течение вегетационного периода. Уборка проводилась вручную по мере созревания.

У растений, отобранных в фазу полной спелости, определяли основные показатели и элементы структуры урожая: длину стебля, расстояние до 1-го боба, число продуктивных узлов на растении, число непродуктивных узлов на растении, число бобов на растении, число ветвей 2-го порядка, облиственность, число семян с растения, массу сухого растения, массу семян с растения, массу 1000 семян, вегетационный период.

В исследованиях проведена оптимизация структуры урожая сортов гороха на основе оценки генетической дивергентности с применением факторного и кластерного анализов [4] с использованием пакета прикладных программ STATISTICA for Windows 6,0 и селекционно-ориентированного пакета АГРОС (ГВЦ РАСХН).

Результаты и обсуждение

Погодные условия в течение исследований (2009...2014 гг.) существенно отличались от среднепогодных значений: 2009 и 2014 годы были умеренно теплые и влажные; 2011 – характеризуется недостаточным увлажнением; 2010 – экстремально засушливый (табл. 1).

Таблица 1

Агрометеорологические условия г. Орел

Показатели	Месяц			
	май	июнь	июль	август
Средняя температура воздуха за месяц, °С				
Средняя многолетняя	13,8	16,8	18,0	17,0
2009	13,7	18,8	19,8	16,5
2010	17,2	21,0	25,4	24,0
2011	15,6	19,4	22,1	18,3
2012	16,8	17,6	21,3	18,8
2013	18,0	19,8	18,8	19,0
2014	15,5	16,3	20,9	20,0
Количество осадков за месяц, мм				
Среднее многолетнее	51,0	73,0	81,0	63,2
2009	36,9	82,0	56,3	28,9
2010	43,8	31,9	19,8	25,3
2011	27,2	64,5	143,7	126,8
2012	15,9	93,6	59,5	70,5
2013	64,3	68,5	49,5	33,2
2014	124,0	53,3	19,4	14,4

Сорта, изученные в 2009...2011 гг. имели более короткий вегетационный период по сравнению с 2012...2014 гг.

В условиях 2009...2011 гг. оценивали 97 образцов гороха по 12 морфологическим и хозяйственно ценным признакам с использованием факторного и кластерного анализов.

В 2009 г. 97 сортов гороха были распределены по 5 кластерам в соответствии с евклидовым расстоянием. В первый кластер вошли 10 сортов (10%), обладавшие длинным стеблем, высокой продуктивностью семян до 14 г/раст., высокой облиственностью и сравнительно высокой массой 1000 семян (более 200 грамм). Из этой группы сортов по крупносемянности и высокой семенной продуктивности выделены образцы к-6600, к-7493, к-3199, к-7862.

Второй кластер объединяет сорта короткостебельные, более половины с усатым типом листа, крупнолистные со средней продуктивностью семян – 6,2 г/раст. и массой 1000 семян – 181 г. В данный кластер вошли 35 сортов (36%), из которых три сорта выделены по высокой продуктивности семян с растения – к-2610, к-8269, к-8124.

В третий кластер включен один образец к – 590776. Сорт короткостебельный, усатый, отличается значительной площадью листьев, мелкосемянный.

Четвертый кластер насчитывает 7 сортов (7%). Все сорта крупносемянные, высокопродуктивные, среднестебельные. По массе 1000 семян и высокой семенной продуктивности выделено 5 сортов – к-5638, к-4930, к-1739, к-5078, к-2059.

Пятый кластер характеризуется однородностью сортов по хозяйственно ценным признакам и включает 44 сорта (45%) с коротким стеблем, со средней облиственностью, средней семенной продуктивностью, средняя масса 1000 семян в пределах 144 г. Высокая семенная продуктивность за три года подтверждена у следующих образцов: к-135000, к-529877, к-8583, к-529917, к-5897.

Отборы, проведенные на основании кластерного анализа по выделению генетических источников гороха с высокой семенной продуктивностью и крупносемянностью, полностью подтверждены результатами полевых испытаний за 2009...2011 гг. (табл. 2, 3).

Таблица 2

Образцы гороха, выделенные по массе 1000 семян, (Беляева, Наумкина, 2017) [5]

Образец	Происхождение	Масса 1000 семян, г			
		2009 г.	2010 г.	2011 г.	\bar{x}
к-5638	ФРГ	215,0	191,1	200,0	202,0
к-4930	Венгрия	218,0	214,0	219,0	217,0
к-1739	Англия	282,4	189,9	240,0	252,0
к-6600	Болгария	250,0	258,0	252,0	254,0
к-7493	Россия	253,0	172,0	200,0	221,0
к-5078	Нидерланды	308,3	372,0	308,0	279,0
к-2059	Англия	250,0	233,0	265,0	249,3
к-3199	М. Азия	248,0	250,0	211,0	236,0

Таблица 3

Образцы гороха, выделенные по массе семян с растения, (Беляева, Наумкина, 2017) [5]

Образец	Происхождение	Масса семян с растения, г			
		2009	2010	2011	\bar{x}
к-6116	Великобритания	7,3	8,9	5,1	7,1
к-°135000	Россия	9,2	8,1	1,5	6,3
к-2610	Италия	7,2	8,7	3,1	6,2
к-8269	Польша	7,2	8,9	12,3	9,5
к-8124	Россия	6,8	11,6	8,9	9,1
к-7862	Казахстан	13,1	6,0	5,1	8,1
к-529877	Швеция	9,6	5,9	6,1	7,2
к-8583	Англия	13,8	7,4	5,8	9,0
к-529917	Швеция	8,5	9,5	5,0	7,7
к-5897	ФРГ	8,1	8,5	7,3	8,0
к-5078	Нидерланды	10,5	6,7	3,7	5,1

В течение 2012...2014 гг. было изучено 65 образцов. Отборы перспективных источников в коллекционном питомнике проводили по представленной выше методике. На основании кластерного анализа выделены сорта по скороспелости (7 сортов), по короткостебельности (10 сортов), высокостебельности (6 сортов), по массе 1000 семян (7 сортов), по массе семян с растения (8 сортов). Объективность оценки сортов по выделенным признакам подтверждена результатами трехлетнего испытания в полевых условиях (табл. 4...8).

Таблица 4

Образцы гороха, выделенные по скороспелости

Образец	Происхождение	Продолжительность вегетационного периода, сут.			
		2012	2013	2014	\bar{x}
к-7556	Казахстан	76	61	82	73
к-7942	Болгария	77	62	83	74
к-8907	Башкирия	74	71	83	76
к-8910	Россия	76	76	81	77
к-8991	Болгария	77	70	83	76
к-9156	Россия	70	77	83	76
к-8951	Швеция	70	75	82	75

Таблица 5

Образцы гороха, выделенные по длине стебля (короткостебельность)

Образец	Происхождение	Длина стебля, см			
		2012	2013	2014	\bar{x}
к-401	США	57,0	34,0	39,0	43,0
к-5082	Франция	42,0	28,0	37,5	38,3
к-9294	Россия	45,0	41,0	44,2	43,0
к-9323	Швейцария	25,0	26,5	29,7	27,0
к-9122	Болгария	40,0	39,0	62,4	47,0
к-6010	Франция	41,0	32,0	55,0	42,6
к-6635	Марокко	43,0	35,0	55,0	44,3
к-8980	Франция	24,0	34,0	39,0	32,3
к-5237	Индия	38,0	30,0	48,4	38,8
к-8908	Чехословакия	27,	28,0	34,7	29,9

Таблица 6

Образцы гороха, выделенные по длине стебля (высокостебельность, см)

Образец	Происхождение	Длина стебля, см			
		2012	2013	2014	\bar{x}
к-5948	Австралия	104	82	133	106
к-3615	Китай	115	81	117	104
к-6497	Эфиопия	93	62	128	94
к-8399	Россия	114	54	103	90
к-5559	Белоруссия	97	68	110	92
к-8553	Франция	96	78	121	98

Таблица 7

Образцы гороха, выделенные по массе 1000 семян

Образец	Происхождение	Масса 1000 семян, г			
		2012	2013	2014	\bar{x}
к-8951	Швеция	320,8	296,1	395,0	337,3
к-8907	Башкирия	220,0	152,2	182,7	185,0
к-8903	Венгрия	195,2	142,1	185,7	174,3
к-8908	Чехословакия	208,3	156,1	168,1	175,5
к-8910	Россия	190,0	159,2	187,1	178,7
к-8703	Великобритания	239,1	136,5	177,2	184,2
к-5883	Великобритания	213,2	176,3	195,0	194,7

Таблица 8

Образцы гороха, выделенные по массе семян с растения

Образец	Происхождение	Масса семян с растения, г/раст.			
		2012	2013	2014	\bar{x}
к-4046	Канада	8,4	2,7	8,2	6,4
к-9152	Россия	4,1	2,5	9,0	5,2
к-8903	Венгрия	4,1	2,7	9,1	5,3
к-7730	Украина	4,5	3,4	8,9	5,6
к-7558	Россия	3,3	3,1	8,8	5,0
к-6784	Чехословакия	4,4	2,6	12,8	6,6
к-9122	Болгария	4,1	2,7	11,7	6,1
к-5567	Франция	5,9	3,2	8,2	5,7

Заключение

Показано, что использование кластерного анализа повышает объективность оценки сортов гороха как генетических источников хозяйственно ценных признаков в коллекционных питомниках.

По результатам изучения коллекционных сортов за 2009...2014 гг. для включения в селекционный процесс рекомендуются следующие образцы гороха:

– по скороспелости – к-2610; к-4930; к-590613; к-590614; к-590615; к-590582; к-590680; к-5372; к-590712; к-6555; к-6600; к-2611; к-5290; к-7556, к-7942, к-8907, к-8910, к-8991, к-9156, к-8951;

– по длине стебля (короткостебельности) – к-5290; к-590743; к-592765; к-8269; к-590763; к-401, к-5082, к-9294, к-9323, к-9122, к-6013, к-6635, к-8980, к-5237, к-8908;

– по массе 1000 семян – к-5078; к-4930; к-8269; к-6600; к-5638; к-1739; к-3199; к-2059; к-7493; к-8951, к-8907, к-8903, к-8908, к-8910, к-8703, к-5883;

– по массе семян с растения – к-8553; к-529917; к-7862; к-8124; к-135000; к-8269; к-5897; к-6116; к-4046, к-9152, к-8903, к-7730, к-7558, к-6784, к-9122, к-5567.

Литература

1. Вишнякова М.А. Коллекция ВИР как основа для расширения горизонтов селекции зернобобовых // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2016. – № 2 (18). – С. 10-14.
2. Методические указания. Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых ВИР: пополнение, сохранение и изучение (под ред. Вишняковой М.А.). – С-Пб.: ООП «Копи-Р. Групп», – 2010. – 142 с.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: «Колос», 1985. – 351 с.
4. Иберла К. Факторный анализ. – М.: Статистика, – 1980.
5. Беляева Р. В., Наумкина Т.С. Поиск, изучение и размножение источников и доноров хозяйственно ценных признаков гороха // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2017. – № 4 (24). – С. 43-48.

THE USE OF FACTOR ANALYSIS IN SELECTION AND GENETIC STUDIES OF PEAS

R.V. Belyaeva, S.N. Agarkova

FSBSI «FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

Abstract: The article presents the results of a field study of 162 pea samples from the Vavilov VIR collection on a complex of morphological features and productivity indicators using factor analysis. Sources of valuable features of interest for breeding are identified.

Keywords: peas, collection, factor analysis, sources of economically valuable signs.

DOI: 10.24411/2309-348X-2018-11026

УДК 635.656.631.526.32.631.8

ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ И МИКРОУДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА СОРТОВ ГОРОХА С РАЗНОЙ АРХИТЕКТОНИКОЙ ЛИСТОВОГО АППАРАТА

М.Т. ГОЛОПЯТОВ, кандидат сельскохозяйственных наук

ФГБНУ «ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

В статье изложены результаты многолетних исследований (2014-2016) по предпосевной комбинированной обработке семян гороха 3,0% раствором гумата натрия и комплексного микроудобрения аквамикс (100 г/т семян), содержащего в хелатной форме микроэлементы на урожай и качество зерна сортов гороха с разной архитектурой листового аппарата (листочковые, безлисточковые и с ярусной гетерофиллией-хамелеоны). Установлено, что обработка семян перед посевом БАВ и аквамиксом способствовала