ФАКТОРИАЛЬНЫЕ СОСТАВЛЯЮЩИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ГОРОХА С УСАТЫМ И ЛИСТОЧКОВЫМ МОРФОТИПОМ

И. А. Филатова, старший научный сотрудник лаборатории селекции бобовых культур, niish1c@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-5706-7332

Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Центрально-Черноземной полосы им. В. В. Докучаева, 397463, Воронежская обл., Таловский р-н, пос. 2 участка Института им. Докучаева, кв-л 5, 81; e-mail: niish1c@mail.ru

Исследовательская работа проведена в условиях юго-востока Воронежской области на полях НИИСХ ЦЧП им. В. В. Докучаева в 2015–2017 гг. Погодные условия в годы проведения эксперимента сложились достаточно благоприятными. Водный и тепловой режимы обеспечили оптимальные условия для роста и развития растений гороха ГТК: 2015 г. – 1,3; 2016 г. – 1,2; 2017 г. – 1,1. Целью исследований стало выявление факториальных составляющих, определяющих продуктивность растений гороха, принадлежащих к разным морфотипам. В качестве объектов исследования были отобраны высокопродуктивные линии своей селекции. Перед уборкой у каждого образца был отобран сноповый материал для проведения структурного анализа, в котором определяли следующие показатели: высота растения, количество продуктивных узлов, количество бобов на растении, количество зерен в бобе, количество зерен на растении, масса 1000 зерен, масса зерна с растения. Урожайность зерна определяли после уборки комбайном в пересчете на 14% влажность. В результате проведенного анализа было установлено, что формирование зерновой продуктивности у образцов с листочковым морфотипом, в сравнении с усатым, происходит за счет большего количества плодоносящих узлов – 3,31 и 2,53 шт./раст. соответственно (+0,78 шт./раст.); бобов на растении – 5,27 и 4,19 шт./раст. (+1,08 шт./раст.); зерна на растении – 18,6 и 17,5 шт./раст. (+1,1 шт./раст.). Урожайность образцов с усатым морфотипом обуславливается большим количеством зерен в бобе – 4,24 и 3,61 шт./боб (+0,63 шт./боб) и более тяжеловесным зерном – 236 и 228 г (масса 1000 зерен – +8 г). Различия по показателям «количество зерен на растении» и «масса 1000 зерен» находились в пределах ошибки опыта.

Ключевые слова: горох, усатый морфотип, листочковый морфотип, урожайность, элементы продуктивности.

Для цитирования: Филатова И. А. Факториальные составляющие продуктивности гороха с усатым и листочковым морфотипом // Зерновое хозяйство России. 2020. № 4(70). С. 36–39. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-70-4-36-39.

THE FACTORIAL PRODUCTIVITY COMPONENTS OF PEAS WITH LEAFLESS AND LEAFY MORPHOTYPES

I. A. Filatova, senior researcher of the laboratory for legumes breeding, niish1c@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-5706-7332

Research Institute of Agriculture of the Central-Blackearth area named after V. V. Dokuchaev, 397463, Voronezh region, Talovsky district, v. of 2-nd plot of the Dokuchaev Institute, b. 5, 81; e-mail: niish1c@mail.ru

The research work was carried out in the conditions of the southeast of the Voronezh region in the fields of the Research Institute of Agriculture of the Central-Blackearth area named after V. V. Dokuchaev in 2015–2017. The weather conditions during the years of the trial were quite favorable. The water and thermal regimes provided optimal conditions for the growth and development of pea plants, 1.3 in 2015, 1.2 in 2016 and 1.1 in 2017. The purpose of the study was to identify the factorial components that determine the productivity of peas belonging to different morphotypes. There were selected highly productive lines as objects of study. Before harvesting there was selected a material for analysis, and there were determined the following indicators: plant height, number of productive nodes, number of beans per plant, number of grains in a bean, number of grains per plant, 1000 grains weight, grain weight per plant. The grain productivity was determined after harvesting with a combine in terms of 14% moisture content. As a result of the analysis, there was found that the formation of grain productivity in peas of a leafy morphotype in comparison with a leafless morphotype was provided by a greater number of fruiting nodes: 3.31 and 2.53 pcs/plant. respectively (+0.78 pcs/plant); beans per plant: 5.27 and 4.19 pcs/plant. (+1.08 pcs/plant); and grains per plant: 18.6 and 17.5 pcs/plant (+1.1 pcs/plant). The productivity of the samples with a leafless morphotype was due to a larger number of grains per bean: 4.24 and 3.61 pieces/bean (+0.63 pieces/bean) and heavier grains: 236 and 228 g (1000 grain weight +8 d). Differences in the trait "number of grains per plant" and "1000 grain weight" were within the experimental error.

Keywords: peas, leafless morphotype, leafy morphotype, productivity/yield, elements of productivity.

Введение. Переход производства гороха на возделывание усатых форм привнес ряд положительных моментов, упрощающих проведение некоторых технологических операций при его возделывании. Таким образом, практически в полном объеме отказались от раздельного комбайнирования, что привело к значительному снижению потерь зерна при уборке и более щадящему использованию техники, но при этом были снижены некоторые признаки и свойства, которыми обладали листочковые формы гороха. По данным физиологов, снижение потенциала продуктивности происходит из-за ослабления устойчивости к абиотическим стрессорам, в том числе к дефициту влаги (Новикова,

2009), уменьшения общей площади листовой поверхности и менее развитой корневой системы (Зеленов и др., 2020). Поэтому селекционеры в своей работе не отказываются от изучения различных по морфотипу форм гороха (Ашиев, 2018). Всестороннее изучение и оценка образцов с широким признаковым диапазоном позволят более результативно вести селекцию на создание новых сортов гороха.

Сравнительная оценка факториальных составляющих продуктивности усатых и листочковых форм гороха позволит выявить недостающие элементы, ведущие к снижению урожайности сортов с усатым морфотипом. В связи с этим целью наших исследований

стали изучение и сравнительная оценка биометрических показателей продуктивности различных по типу листа форм гороха.

Материалы и методы исследований. Испытания проводили в 2015–2017 гг. на полях НИИСХ ЦЧП им. В. В. Докучаева в звене зернопарового селекционного севооборота. Предшественник – яровая пшеница. Агротехника – рекомендованная для зоны. Почва представлена высокоплодородным обыкновенным черноземом.

В качестве объектов исследования были выбраны высокопродуктивные линии гороха из конкурсного сортоиспытания, по 8 образцов каждого морфотипа. Площадь учетной делянки – 20 м², повторность – шестикратная. Перед уборкой был отобран сноповый материал с площадок площадью 1 м². При проведении исследований за основу была взята «Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур» (1989 г.). Статистическая обработка данных выполнена программой – надстройка к Excel для статистической оценки и анализа результатов полевых и лабораторных опытов (Гончар-Зайкин и Чертов, 2003).

Метеоусловия в годы сбора экспериментальных данных сложились достаточно благоприятными для полноценного роста и развития гороха, это позволило максимально точно выявить показатели, определяющие продуктивность гороха разных морфотипов в оптимальных условиях выращивания. ГТК по Селянину за период вегетации составлял: 2015 г. – 1,3; 2016 г. – 1,2; 2017 г. – 1,1.

Результаты и их обсуждение. По длине вегетационного периода все отобранные линии принадлежали к среднеспелому типу. В 2015 г. средняя продолжительность от всходов до полной спелости составляла 69 дней, в 2016 г. – 78 дней, в 2017 г. – 80 дней. Средняя урожайность за три года – 3,2 т/га.

Представленные образцы гороха относятся к короткостебельным формам. Максимальная длина стебля была зафиксирована в 2016 г. (в среднем около одного метра – 100,5 см), а наименьшая – в 2015 г. (58,3 см). Независимо от погодных условий года уса-тые формы гороха имели более низкий стеблестой. В среднем за 3 года исследований отклонение составило 3,7 см к листочковым формам (табл. 1).

1. Биометрические показатели продуктивности усатых и листочковых форм гороха 1. Biometric productivity indicators of leafless and leafy forms of peas

Показатели	Морфотип	Годы			Среднее	Отклонение усатые – листочковые
		2015	2016	2017		
Высота растения, см	усатые	56,7	97,3	70,5	74,8	-3,7
	листочковые	59,8	103,6	72,2	78,5	–
HCP ₀₅	–	3,6	5,7	6,1	–	5,1
Количество плодоносящих узлов, шт./раст.	усатые	2,14	3,05	2,41	2,53	-0,78
	листочковые	2,89	3,92	3,13	3,31	–
HCP ₀₅	–	0,37	0,45	0,34	–	0,37
Бобов на растении, шт.	усатые	3,52	4,80	4,25	4,19	-1,08
	листочковые	4,79	5,69	5,34	5,27	–
HCP ₀₅	–	0,77	0,74	0,56	–	0,57
Количество зерен в бобе, шт.	усатые	4,23	4,14	4,36	4,24	+0,63
	листочковые	3,76	3,33	3,75	3,61	–
HCP ₀₅	–	0,71	0,40	0,60	–	0,44
Количество зерен с растения, шт.	усатые	14,9	19,3	18,3	17,5	-1,1
	листочковые	17,6	18,7	19,6	18,6	–
HCP ₀₅	–	3,6	2,8	2,9	–	2,3
Масса зерна с 1 растения, г	усатые	4,00	3,97	4,12	4,03	-0,11
	листочковые	4,45	3,74	4,22	4,14	–
HCP ₀₅	–	0,76	0,56	0,45	–	0,43
Масса 1000 зерен, г	усатые	270	210	227	236	+8
	листочковые	254	203	226	228	–
HCP ₀₅	–	38	15	18	–	19
Урожайность, т/га	усатые	3,68	3,35	3,15	3,39	+0,39
	листочковые	3,10	2,98	2,93	3,00	–
HCP ₀₅	–	0,24	0,36	0,25	–	0,23

Удлинение стебля у листочковых линий происходило только за счет увеличения количества плодоносящих узлов. У них формировалось 3,31 плодоносящего узла, а у усатых – на 0,78 шт./раст. меньше (HCP₀₅ = 0,37 шт./раст.) и составляло 2,53 шт./раст. Количество непродуктивных узлов оставалось стабильным и равнозначным как у образцов с усатой, так и с обычной формой листа. Наиболее оптимальным количеством плодоносящих узлов считается 3–4 шт./раст., так как это обеспечивает более дружное созревание всех бобов. При меньшем их количе-

стве значительно снижается продуктивность, а увеличение становится причиной более продолжительного периода созревания. В этом случае уборка напрямую возможна лишь после применения десикации, использование которой разрешено только на семенных участках.

Показатель «количество бобов на растении» в высокой степени коррелирует с показателем «количество плодоносящих узлов» как у листочковых форм, так и у усатых: густ = 0,861 ± 0,109; гус = 0,932 ± 0,077 (табл. 2).

2. Коэффициенты корреляции между основными показателями, формирующими продуктивность растения у усатого и листочкового морфотипа гороха
2. Coefficients of correlation between the main indicators that form the productivity of peas of leafless and leafy morphotypes

Листочковый / Усатый	Количество продуктивных узлов	Бобов на растении	Количество зерен в бобе	Количество зерен с растения
Продуктивных узлов	—	0,932 ± 0,077	-0,349 ± 0,199	0,765 ± 0,137
Бобов на растении	0,861 ± 0,109	—	-0,299 ± 0,203	0,884 ± 0,099
Количество зерен в бобе	-0,726 ± 0,147	-0,666 ± 0,159	—	0,168 ± 0,210
Количество зерен с растения	0,011 ± 0,213	0,277 ± 0,205	0,508 ± 0,184	—

Вследствие этого у листочковых образцов отмечается также и большее количество бобов. В среднем на растениях с усатым морфотипом формировалось 4,19 боба, а на листочковых – 5,27; превышение показателя было на 1,08 шт./раст. при $HCP_{05} = 0,57$ шт./раст.

Семенная продуктивность боба в большей степени определяется генетическим потенциалом образца, что составляет порядка 30%. Погодные условия также вносят свои коррективы, но их влияние незначительно – 5,7% (табл. 3).

3. Влияние генотипа (фактор А) и условий среды (фактор В) на высоту растений, урожайность и ее элементы
3. Effect of the genotype (factor A) and environmental conditions (factor B) on plant height, yield and its elements

Фактор	Количество плодоносящих узлов	Бобов на растении	Количество зерен с растения	Количество зерен в бобе	Масса зерна с одного растения	Масса 1000 зерен	Урожайность
A, %	30,9	33,5	4,7	30,0	1,20	1,76	34,5
F _φ	53,1	41,9	2,8	24,2	0,75	2,04	33,5
B, %	33,8	23,3	23,5	5,7	11,1	59,0	20,0
F _φ	29,0	14,6	7,1	2,4	3,46	34,2	9,7
AB, %	0,22	0,69	6,9	1,5	7,80	0,98	4,7
F _φ	0,19	0,43	2,1	0,6	2,43	0,57	2,3

Примечание: F_τ для фактора А – 4,1; F_τ для факторов В и АВ – 3,3.

Кроме этого установлено, что с увеличением количества плодоносящих узлов (КПУ) и количества бобов на растении (КБР) снижается озерненность боба. Наиболее выражена эта взаимосвязь у листочковых образцов: $r_{кпу} = -0,726 \pm 0,147$ и $r_{кбр} = -0,666 \pm 0,159$. У образцов гороха с усатым морфотипом это влияние выражено в меньшей степени: $r_{кпу} = -0,349 \pm 0,199$ и $r_{кбр} = -0,299 \pm 0,203$ (табл. 2). При сравнении абсолютных величин показателя «количество зерен в бобе» с высокой долей достоверности усатые образцы превышают листочковые на 0,63 шт./боб при $HCP_{05} = 0,44$ шт./боб (4,24 шт./боб и 3,61 шт./боб соответственно) (табл. 1).

Показатель «количество зерен на растении» является комплексом, объединяющим 2 показателя – «количество бобов на растении» и «количество зерен в бобе». Учитывая, что в первом случае превосходство было на стороне образцов с листочковым морфотипом, а во втором случае – за усатыми формами, средние значения по семенной продуктивности растений обеих анализируемых групп практически нивелировались. Различия составили +1,1 шт./раст. в сторону листочкового морфотипа.

Масса 1000 зерен относится к показателям, которые в значительной степени подвержены изменениям под влиянием метеоусловий, складывающихся в период налива и созревания зерна. Доля влияния погоды на признак составляет 59%. Учитывая, что исследования проводили при оптимальных для роста и развития растений условиях, абсолютные значения массы зерна в течение всех лет находились в одних цифровых величинах, это позволило достоверно оценить данный показатель. Было установлено, что масса 1000 зерен у усатых форм гороха (236 г) выше, чем у листочковых (228 г) форм, на 8 г, но хотя

эти различия находятся в границах ошибки опыта ($HCP_{05} = 19$ г), тем не менее тенденция сохранялась на протяжении трех лет изучения.

Одним из главных показателей, определяющих продуктивность популяции сорта, является «масса зерна с растения». В нашем эксперименте между усатыми (4,03 г) и листочковыми формами (4,14 г) гороха по данному показателю различия практически отсутствовали и составили всего 0,11 г при $HCP_{05} = 0,43$ г.

Несмотря на равную продуктивность растений у анализируемых форм гороха, по урожайности образцы с усатым морфотипом значительно превзошли листочковые (3,39 и 3,0 т/га соответственно) на 0,39 т/га при $HCP_{05} = 0,23$ т/га. Мы считаем, что потери зерна связаны с высокой полегаемостью листочковых образцов гороха к моменту уборки (1,5–2 балла по пятибалльной шкале).

Выводы. Современные усатые сортообразцы гороха по своему генетическому потенциалу находятся на одном уровне с высокопродуктивными листочковыми образцами. Различия по высоте растений между листочковыми и усатыми формами незначительны (3,7 см) и находятся в пределах ошибки опыта, но тенденция ежегодно сохраняется. Для образцов гороха листочкового морфотипа также характерно большее количество продуктивных узлов (+0,78 шт./раст.) и бобов на растении (+1,08 шт./раст.). Явным же преимуществом усатых образцов является высокая озерненность бобов: в среднем у них формируется на 0,63 зерна/боб больше. Также они обладают незначительно, но более тяжеловесным зерном. Показатели «количество зерен на растении» и «масса зерна с растения» практически идентичны, но с небольшим смещением вектора в сторону листочковых форм: +1,1 шт./раст. и +0,11 г/раст.

Библиографические ссылки

1. Ашиев А. Р., Хабибулин К. Н., Костылев П. И., Игнатьев Н. Г. Изучение генетического потенциала сортообразцов гороха разных морфотипов в условиях Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2018. № 1(55). С. 47–52.
2. Гончар-Зайкин П. П., Чертов В. Г. Рациональное природопользование и сельскохозяйственное производство в южных регионах Российской Федерации. М.: Современные тетради. 2003. С. 559–564.
3. Зеленов А. Н., Задорин А. М., Зеленов А. А., Коновалова М. Е. Селекция усатых сортов гороха в ФНЦ зернобобовых и крупяных культур // Зернобобовые и крупяные культуры. 2020. № 1(33). С. 4–10. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11147.
4. Новикова Н. Е. Водный обмен у растений гороха с разным морфофизиологическим типом листа // Сельскохозяйственная биология. 2009. № 5. С. 73–77.

References

1. Ashiev A. R., Habibulin K. N., Kostylev P. I., Ignat'ev N. G. Izuchenie geneticheskogo potentsiala sortoobrazcov goroha raznykh morfotipov v usloviyakh Rostovskoy oblasti [The study of the genetic potential of pea varieties of different morphotypes in the Rostov region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 1(55). S. 47–52.
2. Gonchar-Zajkin P. P., Chertov V. G. Racional'noe prirodo pol'zovanie i sel'skohozyajstvennoe proizvodstvo v yuzhnykh regionakh Rossijskoj Federacii [Rational nature management and agricultural production in the southern regions of the Russian Federation]. M.: Sovremennye tetradi, 2003. S. 559–564.
3. Zelenov A. N., Zadorin A. M., Zelenov A. A., Konvalova M. E. Selekcija usatykh sortov goroha v FNC zernobobovykh i krupyanykh kul'tur [Breeding of leafless pea varieties in the Federal Research Center of legumes and groats] // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. 2020. № 1(33). S. 4–10. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11147.
4. Novikova N. E. Vodnyj obmen u rastenij goroha s raznym morfofiziologicheskim tipom lista [Water exchange in pea plants with different morpho-physiological types of leaves] // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. 2009. № 5. S. 73–77.

Поступила: 30.05.20; принята к публикации: 14.07.20.

Критерии авторства. Автор статьи несет ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Филатова И. А. – концептуализация исследований, подготовка опыта, выполнение полевых опытов, сбор данных, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.