

These genes can serve as genetic markers for visual identification of the trait «sterility–fertility» and «hybridity» of crop plants, which simplifies the process of obtaining the original parental forms in the selection for heterosis.

A collection of self-fertile donors of erectile trait genes by placing a leaf blade (303/15, 289/15), form without ligula (59–1), waxiless forms of photosynthetic organs (103/16, 314–22) was created. The possibility of transmission of recessive marker traits in generations by a number of backcross crosses and individual selections of genotypes with certain characteristics is shown.

Key words: *winter rye, marker genes, inheritance, donor of genes, genetic control of traits, initial material*

УДК: 631.527.21

DOI 10.31395/2415-8240-2020-96-1-291-303

АДАПТИВНА ЗДАТНІСТЬ СОРТОЗРАЗКІВ ГОРОХУ ОВОЧЕВОГО В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ

МАКАРЧУК М. О., кандидат с.-г. наук

Уманський національний університет садівництва

Горох овочевий важлива зернобобова культура. Основним напрямком селекційної роботи є створення ранньостиглих високоврожайних сортів стійких до хвороб і шкідників. Правильно підібраний сорт забезпечує підвищення врожайності. Однак для спрощення селекційної роботи важливе значення має використання маркерних ознак (забарвлення рубчика), що потребує визначення можливого впливу їх на основні господарсько-цінні ознаки в екстремальних умовах вирощування.

Ключові слова: *горох овочевий, генетичний маркер, сорт, ген, адаптивна здатність*

Горох овочевий важлива зернобобова культура. За вмістом легко засвоюваного білка від 5 до 8 % (містить амінокислоти: триптофан, треонін, лізин), калорійністю та вимогливістю до кліматичних умов посідає чільне місце серед більшості овочевих культур. Містить селен із антиканцерогенною властивістю. За умови споживання свіжої продукції проявляє захисну дію від радіоактивних металів. Використовується для споживання у свіжому вигляді, консервуванні, заморожуванні та сушінні.

Крім забезпечення населення свіжою продукцією, саме гороху на власні потреби для формування свого врожаю фіксує приблизно 70 % азоту за рахунок азотфіксації бульбочковими бактеріями, а також своїми рослинними рештками забезпечує ґрунт органічним азотом [1]. Він здатний забезпечувати власну потребу в азоті до 126 кг/га. Також виступає як чи не один з найкращих попередників під озимі та ярі культури.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основним напрямком селекційної роботи є створення ранньостиглих високоврожайних сортів стійких до хвороб і шкідників. Правильно підібраний сорт забезпечує підвищення врожайності від 20 до 25 % [2].

Висока врожайність визначається коротким міжвузлям, а також свідчить про вирівняність досягання [3]. Рівень врожаю залежить від парності бобів та їх багатонасінності [4].

Вчені [5] вказують, що можливо скоротити тривалість відновлення і стабілізації сортової чистоти популяції на основі відбору насіння гороху овочевого за формою – квадратно здавлене перпендикулярно рубчику та ступенем зморшкуватості оболонки.

Отже, для селекційної роботи необхідно чітко знати каріотип культури. Однак, нині відомо більше 1000 та ідентифіковано лише 300 локусів. Незначна частка їх відповідає за проявлення господарсько-цінних ознак [6]. Саме морфологічні ознаки у селекції гороху можуть використовуватися як маркери,

для спрощення ідентифікації, контролю за рецесивними генами і доборі сортозразків.

Основними маркерними ознаками виступають кількість і розмір квіток; забарвлення вінчика квітки та насіння, форма останнього; антоціанова пігментація рослин, фасціація стебла, пергаментний шар бобів; довжина міжвузлів; типи: росту, листка, прилистка; восковий наліт, колір рубчика та інші [6].

Для спрощення селекційної роботи використовують окремі маркерні ознаки, у тому числі забарвлення рубчика. Визначення можливого впливу їх на основні господарсько-цінні ознаки у мінливих погодних умовах вирощування є актуальним.

Методика досліджень. Дослідження проводились на дослідній ділянці Уманського національного університету садівництва в умовах Правобережного Лісостепу. Вихідний матеріал – сорти вітчизняної і зарубіжної селекції (а саме зразки, Німеччини, Італії, Англії та інші).

Сівбу гороху проводили вручну. За стандарт було обрано ранньостиглий сорт Шервуд. Упродовж вегетації здійснювали повний аналіз зразків, що дає можливість виділити важливі селекційні зразки за господарсько-біологічними ознаками на основі фенологічних спостережень та біометричних вимірів відповідно до методики [7]. Статистичний аналіз виконували за Р. Фішером [8] із використання відповідних комп'ютерних програм «Statistica-6» та MS «Exell».

Результати досліджень. Селекційна робота щодо створення та впровадження у виробництво високоврожайних сортів гороху починається із підбору батьківських пар. У результаті гібридологічного аналізу здійснюється добір у популяції. Та для спрощення виділення важливих селекційних зразків використовують морфологічні ознаки які контролюються домінантними алелями.

«Чорний рубчик» насіння гороху є маркерною ознакою з доміантним вираженням у генотипі. Проте, саме його рецесивний стан визначає його як гена-модифікатора із підвищенням насінневої продуктивності.

Біометричний аналіз досліджуваних сортозразків свідчить про їх різноманітність. За кількістю продуктивних вузлів відмічається збільшення показника від 4,8 до 6,3 шт. за даних стандарту 6,0 шт. (табл. 1).

Табл. 1. Біометричні показники досліджуваних сортозразків гороху, 2018–2019 рр.

Сортозразок	Кількість, шт.						Маса, г			
	продуктивних вузлів		бобів		насінин у бобі		насінин з рослини		1000 насінин	
Шервуд (<i>st</i>)	6,0	± до st	8,3	± до st	5,5	± до st	7,6	± до st	183	± до st
737	4,8	-1,2*	8,7	+0,4	5,1	-0,4	5,8	-1,8*	131	-52*
762	6,3	+0,3	9,0	+0,7	5,4	-0,1	7,7	+0,1	188	+5
784 (<i>pl</i>)	6,3	+0,3	9,7	+1,4*	5,6	0,1	8,2	+0,6	200	+16*
<i>HIP₀₅</i>	0,8	—	1,4	—	0,5		1,4	—	11	—

Примітка: * – істотно на рівні $P > 0,05$

Суттєве зменшення показника мав тільки 737 сортозразок.

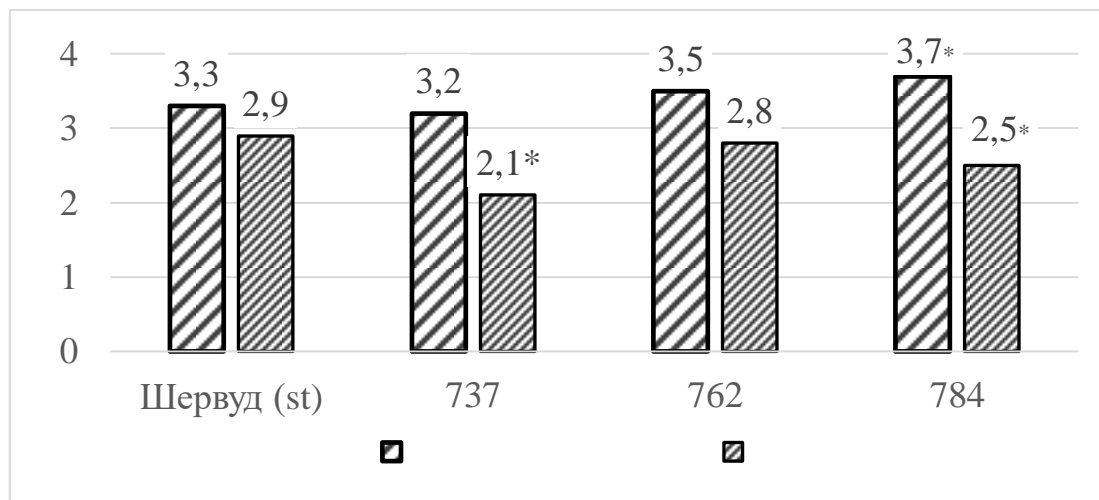
Кількість бобів становила від 8,7 до 9,7 шт. за даних стандарту 8,3 шт. Проте серед досліджуваних зразків суттєве збільшення (на 1,4 шт.) показника мав 784 номер за наявності в генотипі рецесивної алелі *pl*. Натомість кількість насіння у бобі була в межах стандарту, забезпечивши різницю до стандарту від 0,1 до 0,4 шт.

Маса насінин з рослини змінювалася від 5,8 до 8,2 г за умови даних стандарту 7,6 г. Суттєву зменшення (на 1,8 г) відносно даних стандарту було встановлено лише у сортозразку 737.

Аналіз даних маси 1000 зерен показує на зміну показника від 131 до 200 г за даних стандарту 183 г. Зразки 762 та 784 мали масу 1000 насінин відповідно 188 та 200 г, тому їх відповідно віднесено до групи з крупним насінням.

Отже, на основі біометричних даних можемо виділити 784 сортозразок гороху за наявності у генотипі гена *pl* (гена-модифікатора) чорного забарвлення рубчика на насінні, який забезпечив суттєве збільшення кількості бобів на рослині до 9,7 шт. та маси 1000 насінин 200 г. Проте, одночасного збільшення всіх елементів продуктивності не спостерігається. Зі збільшенням деяких елементів знижується їх вирівняність і стабільність, особливо за зміни погодних умов.

Основним показником вирощування культури є її урожайність. Так, рівень урожайності досліджуваних сортозразків в умовах 2018 року становив від 3,2 до 3,7 т/га за даних стандарту 3,3 т/га (рис. 1).



**Рис 1. Урожайність сортозразків гороху, т/га
(примітка: * – істотно на рівні $P > 0.05$)**

Суттєве збільшення врожайності забезпечував 784 зразок. За даними 2019 року рівень урожайності був від 2,1 до 2,8 т/га, тоді як стандарт забезпечив 2,9 т/га. У цьому році відмічалось суттєве зменшення рівня врожаю у 737 та 784 номерів. Рік відмічався періодами різких змін температурного режиму та тривалими періодами відсутності опадів (особливо у період бутонізації–цвітіння).

Отже, за отриманими даними встановлено залежність урожайності гороху досліджуваних сортозразків від зміни погодних умов вирощування. Проте, для

спростування чи підтвердження здатності протистояти впливу негативних факторів навколишнього природного середовища здійснено розрахунок адаптивної здатності вирощуваних сортів на основі даних урожайності за методикою оцінювання адаптивної здатності й стабільності генотипів [9, 10].

Параметри специфічної адаптивної здатності, вказують на здатність генотипа реагувати на вплив специфічних (абіотичних і біотичних) факторів середовища, за яким виділено сортозразок 784 та стандарт (табл. 2).

Табл. 2. Параметри екологічної пластичності та стабільності сортів гороху за врожайністю, (2018–2019 рр.)

Сортозразок	САЗ	Відносна стабільність	Коефіцієнт регресії	СЦГ
Шервуд (<i>st</i>)	0,8	39,41	1,0	1,6
737	0,6	40,12	0,8	1,3
762	1,3	38,80	1,2	1,3
784 (<i>pl</i>)	1,5	36,17	1,3	1,5

Значення відносної стабільності сорту визначає реакцію генотипу на мінливі погодні умови і вказують на фенотипічну різницю. Найбільш стабільними є 784 сортозразок з мінімальним показником. Цей же генотип виділено і за селекційною цінністю. Хоча він поступився даним контролю, проте серед досліджуваних сортозразків 784 номер мав більше значення за іншими показниками адаптивної здатності.

Для встановлення реакції сортів на зміну погодних умов регіону вирощування використовували коефіцієнт регресії. Взаємне застосування якого з САЗ дає можливість оцінити сорти на основі продуктивності за адаптивною здатністю. Отже, до інтенсивного типу із САЗ та коефіцієнтом регресії можна віднести селекційні зразки 762 та 784, що підтверджує дані врожайності за 2018 та 2019 роки.

Висновки. Наявність у генотипі рецесивної алелі *pl*, яка визначає у домінантному стані наявність чорного забарвлення рубчика насінини, не знижує біометричних показників продуктивності гороху. Проте на основі даних адаптивної здатності підтверджено високу реакцію його сортозразків на поліпшення і погіршення умов вирощування із зміною відповідно рівня врожайності. Тому необхідно продовжити випробування і дослідження щодо доцільності використання та впливу маркерної ознаки «чорний рубчик» на врожайність новостворених сортозразків і ефективність його застосування для спрощення селекційної роботи.

Література

1. Алмашова В. С., Онищенко С. О., Урсал В. В. Агроекологічні аспекти вирощування насіння гороху овочевого на півдні України при зрошенні за умов збалансованого природокористування. *Таврійський науковий вісник: Науковий журнал*. 2013. Вип. 83. С. 23–27.
2. Камінський В. Ф., Дворецька С. П., Костина Т. П. Вплив погодних умов та системи удобрення на формування продуктивності сортів гороху. *Корми і кормовиробництво*. 2013. Вип. 75. С. 79–86.
3. Беседин А. Г. Основные направления и результаты селекции гороха овощного на Кубани. *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2015. № 36(06). URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/15/06/11.pdf>
4. Зеленов А. Н. Основные положения концепции ароморфозного направления в селекции гороха. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2015. № 2(14). С. 12–20.
5. Духін Є. О., Могильна О. М., Яковченко О. І. Спосіб сортооновлення сортопопуляції гороху овочевого сорту Каскад. *Овочівництво і багтанництво*. 2016. Вип. 62. С. 77–79.
6. Безугла О. М., Кобизева Л. Н., Василенко А. О., Безуглий І. М. Генетична колекція гороху (*Pisum sativum* L.). *Селекція і насінництво*. 2014. Вип. 105. С. 104–122.

7. Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні. / Український інститут експертизи сортів рослин; ред. Ткачик С. О.; укл. Лівандовський А. А., Хоменко Т. М. та ін. Вінниця, 2016. 82 с.

8. Fisher R. A. *Statistical methods for research workers*. New Delhi: Cosmo Publications, 2006. 354 p.

9. Кильчевский А. В., Хотылева Л. В. Метод оценки адаптивной способности и стабильности генотипов [растений], дифференцирующей способности среды. Сообщение 1. Обоснование метода. *Генетика*. 1985. Т. 21. № 9. С. 1481–1490.

10. Кильчевский А. В., Хотылева Л. В. Метод оценки адаптивной способности и стабильности генотипов [растений], дифференцирующей способности среды. Сообщение 2. Обоснование метода. *Генетика*. 1985. Т. 21. № 9. С. 1491–1498.

References

1. Almashova, V. S., Onishchenko, S. O., Ursal, V. V. (2013). Agroecological aspects of growing vegetable pea seeds in the south of Ukraine under irrigation under conditions of balanced nature management. *Taurian Scientific Bulletin: Scientific Journal*, no. 83, pp. 23–27.

2. Kaminsky, V. F., Dvoretzkaya, S. P., Kostina, T. P. (2013). Influence of weather conditions and fertilizer system on the formation of productivity of pea varieties. *Feed and feed production*, no. 75, pp. 79–86.

3. Besedin, A. G. (2015). The main trends and results of garden pea breeding in the Kuban. *Fruit growing and viticulture of the South of Russia*, no. 36 (06). URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/15/06/11.pdf>.

4. Zelenov, A. N. (2015). The main provisions of the concept of aromorphous direction in the selection of peas. *Legumes and cereals*, no. 2 (14), pp. 12–20.

5. Dukhin, E. A., Mogilna, O. M., Yakovchenko, O. I. (2016). Method of variety renewal of pea variety of vegetable variety Cascade. *Vegetable and melon growing*, no. 62, pp. 77–79.

6. Bezugla, O. M., Kobizeva, L. N., Vasilenko, A. O., Bezugli, I. M. (2014). Genetic collection of peas (*Pisum sativum* L.). *Breeding and seed production*, no. 105, pp. 104–122.

7. Methods of examination of plant varieties of cereals, cereals and legumes for distribution suitability in Ukraine. / Ukrainian Institute of Plant Variety Examination; ed. Tkachik S.я зО.; compiler. Livandovsky A. A., Khomenko T. M. and others. Vinnytsia, 2016. 82 p.

8. Fisher, R. A. (2006). Statistical methods for research workers. New Delhi: Cosmo Publications, 354 p.

9. Kilchevsky, A. V., Khotyleva, L. V. (1985). A method for assessing the adaptive ability and stability of genotypes [plants], differentiating ability of the environment. Message 1. Justification of the method. *Genetics*, vol. 21, no. 9, pp. 1481–1490.

10. Kilchevsky, A. V., Khotyleva, L. V. (1985). A method for assessing the adaptive ability and stability of genotypes [plants], differentiating ability of the environment. Message 2. Justification of the method. *Genetics*, vol. 21, no. 9, P. 1491–1498.

Аннотация

Макарчук М. А.

Адаптивная способность сортообразцов гороха овощного в условиях Правобережной Лесостепи.

Овощной горох ценная зернобобовая культура. По содержанию легко усваиваемого белка от 5 до 8 %, калорийности и требовательности к климатическим условиям занимает важное место среди овощных культур.

Используется для употребления в свежем виде, консервировании, замораживании и сушке.

Основным направлением в селекционной работе есть создание раннеспелых высокоурожайных сортов устойчивых к болезням и вредителям. Но для селекционной работы необходимо четко знать кариотип культуры. Сейчас известно более 1000 и идентифицировано только лишь 300 локусов. Небольшая их часть отвечает за проявление хозяйственно-ценных признаков. Именно морфологические признаки в селекции гороха могут использоваться как маркеры, для упрощения идентификации, контроля за рецессивными генами для отбора сортообразцов.

Поэтому для упрощения селекционной работы использовали маркерный признак окраски рубчика, с последующим определением его влияния на основные хозяйственно-ценные признаки в условиях изменения климата.

Исследования проводились на опытном поле Уманского национального университета садоводства в условиях Правобережной Лесостепи. На протяжении вегетации проводили полный анализ образцов на основе фенологических наблюдений и биометрических измерений.

Селекционная работа по созданию и внедрения в производство высокоурожайных сортов гороха начинается с подбора родительских пар. В результате гибридологического анализа осуществляется отбор в популяции. Но для упрощения выбора отдельных ценных селекционных образцов используют морфологические признаки, которые контролируются доминантными аллелями.

«Черный рубчик» семян есть маркерным признаком с его доминантным проявлением в генотипе. Однако, именно его рецессивное состояние определяет проявление гена-модификатора, который может способствовать увеличению семенной продуктивности.

На основе полученных биометрических данных выделено 784 сортообразец, у которого при наличии в генотипе гена r_l (гена-модификатора)

окрашенного рубчика на семенах, обеспечил существенное увеличение данных количества бобов до 9,7 шт и массы 1000 семян 200 г.

Также по данным урожайности выявлена зависимость исследуемых сортообразцов к изменениям погодных условий выращивания. Однако, для подтверждения или опровержения их способности противостоять влиянию негативных факторов окружающей среды мы осуществили расчет адаптивной способности выращиваемых сортов на основе данных урожайности. Итак, по нашим данным выявлено, что к интенсивному типу на основе показателей САС и коэффициента регрессии относятся 762 и 784 селекционные образцы, с подтверждением изменения их урожайности за 2018 и 2019 годы.

По результатам наших исследований наличие в генотипе рецессивной аллели *rl*, которая определяет в доминантном состоянии наличие черного окрашивания рубчика, не приводит к снижению биометрических показателей продуктивности и урожайности, и упрощает контроль за чистотой семян. Однако, на основе данных адаптивной способности подтверждена высокая реакция двух сортообразцов на улучшение и ухудшение условий выращивания с соответственным изменением уровня урожайности.

Ключевые слова: горох овощной, генетический маркер, сорт, ген, адаптивная способность.

Annotation

Makarchuk M. A.

Adaptive capacity of vegetable peas varieties in the conditions of right-Bank forest-steppe.

Vegetable peas are a valuable grain-legume crop. Vegetable peas occupy an important place among vegetable crops by the content of easily digestible protein from 5 to 8 %, caloric content and exactingness to climatic conditions. Vegetable peas are used for fresh consumption, canning, freezing and drying.

The main direction in breeding work is the creation of early-maturing high-yielding varieties resistant to diseases and pests. But for breeding work, you need to clearly know the karyotype of the culture. Now more than 1000 are known and only 300 loci have been identified. A small part of them is responsible for the manifestation of economically valuable traits. It is the morphological features in the selection of peas that can be used as markers to simplify identification and control of recessive genes for the selection of cultivars.

Therefore, to simplify the selection work, we used a marker feature of the color of the tripe, with the subsequent determination of its influence on the main economically valuable traits in the conditions of climate change.

The research was carried out on the experimental field of the Uman National University of Horticulture in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe. During the growing season, a complete analysis of samples was performed based on phenological observations and biometric measurements.

Selection work on the creation and introduction of high-yielding varieties of peas into production begins with the selection of parent pairs. As a result of hybridological analysis, selection is carried out in the population. But to simplify the selection of individual valuable breeding samples, morphological features are used that are controlled by dominant alleles.

The "black tripe" of seeds is a marker feature with its dominant manifestation in the genotype. However, its recessive state determines the manifestation of a modifier gene that can increase seed productivity.

*784-th cultivar was isolated on the base of the obtained biometric data. This cultivar with the *pl* gene (modifier gene) a colored tripe on the seeds in the genotype provided a significant increase in the data on the number of beans to 9.7 pcs and the weight of 1000 seeds 200 g.*

Also, according to the yield data, the dependence of the studied cultivars on changes in weather conditions of cultivation was revealed. However, in order to confirm or disprove their ability to resist the influence of negative environmental factors, we have calculated the adaptive ability of cultivated varieties based on yield

data. So, according to our data, it was revealed that 762 and 784 selection samples belong to the intensive type based on the SAS indicators and regression coefficient, with confirmation of changes in their yield for 2018 and 2019.

According to the results of our research, the presence of the recessive pl allele in the genotype, which determines the presence of black staining of the tripe in the dominant state, does not lead to a decrease in biometric indicators of productivity and yield, and simplifies the control of seed purity. However, based on the adaptive ability data, the high reaction of two cultivars to the improvement and deterioration of growing conditions with a corresponding change in the yield level was confirmed.

Keywords: *vegetable peas, genetic marker, variety, gene, adaptive ability.*

УДК 001.82:631.165:633.85

DOI 10.31395/2415-8240-2020-96-1-303-319

АНАЛІЗ ПРОДУКТИВНОСТІ РОСЛИН СОМАКЛОНАЛЬНИХ ЛІНІЙ РИЖІЮ ЯРОГО

А. І. ЛЮБЧЕНКО, кандидат сільськогосподарських наук

І. О. ЛЮБЧЕНКО, аспірант

Уманський національний університет садівництва

У статті наведено результати оцінки створеного методами клітинної селекції стійкого до хлоридного засолення та осмотичного стресу вихідного матеріалу рижію ярого за продуктивністю та елементами структури врожаю. Створені генотипи характеризувались індивідуальними морфологічними показниками та відрізнялись від вихідних сортів-донорів експлантів. Відмічено залежність формування елементів продуктивності соматоклональних ліній від погодних умов. В середньому за роки досліджень, залежно від генотипу, гілкування рослин становило 5,4–12,8 шт., на рослині формувалось від 81,7 до