

УДК: 633.12:631.52

КЛАСТЕРНИЙ АНАЛІЗ В СЕЛЕКЦІЇ ГРЕЧКИ

Л. А. ВІЛЬЧИНСЬКА, О. П. ГОРОДИСЬКА, М. В. ДИЯНЧУК, О. О. КАМІННА

Подільський державний аграрно-технічний університет
 Україна, 32300, м. Кам'янець-Подільський, вул. Шевченка, 13
 e-mail: olenakaminna@gmail.com

Мета. Використовуючи кластерний аналіз, скоротити тривалість селекційного процесу у гречки шляхом групування гібридних комбінацій у кластерні класи за схожістю оцінок морфологічних, урожайних і технологічних параметрів. **Методи.** Нами було проведено оцінку зразків гречки (124), створених методом гібридизації на основі використання зразків колекції роду Гречкових *Fagopyrum Mill* методом деревоподібної кластеризації з Евклідовою мірою відстаней. **Результати.** За результатами кластерного аналізу нами зроблено розподіл досліджуваних 124 зразків, створених методом гібридизації, на чотири основні кластери за основними морфологічними, урожайними і технологічними показниками якості зерна. Встановлено, що 66 зразків (53,6 %) відносяться до другого кластера з середніми параметрами основних біометричних, урожайних і технологічних показників якості зерна. Високими господарсько цінними показниками характеризувались лише 25 % зразків або 31 зразок. Дуже високими показниками з досліджуваних зразків характеризуються 13 зразків (10,5 %), дуже низькими — 14 зразків (11,3 %). Практично встановлено те, що донорами покращення морфологічних, урожайних і технологічних показників якості зерна у гречки є сорти з Білорусі — Альонушка, Жнярка, Смуглянка; Татарстану — Казанська крупноплідна; Франції — колекційний зразок № 4013; Росії — Міг, Солянська, Скоростигла 86. Залучення їх до гібридизації з сортами гречки української селекції дає можливість отримати цінний вихідний матеріал. **Висновки.** Використання кластерного аналізу в селекції гречки дає можливість на ранніх етапах селекційного процесу провести швидку оцінку, розподіл та підбір вихідного матеріалу.

Ключові слова: гречка, кластерний аналіз, морфологічні, урожайні і технологічні показники якості зерна.

Вступ. Гречка — цінна круп'яна культура з унікальними біохімічними властивостями та безвідходною технологією вирощування [1–3]. Підвищити врожайність гречки, а отже, збільшити виробництво зерна можливо за рахунок повнішого використання генетичного потенціалу продуктивності сортів. Цій проблемі підпорядкована решта всіх особливих завдань її селекції [4]. Селекція гречки ґрунтується на масовому доборі, в основі якого селекціонер ставить окремі параметри. Скорочення тривалості селекційного процесу — основне завдання селекціонера. Альтернативою є використання на ранніх етапах селекційного процесу різних математично-статистичних розрахунків (кореляційний, дисперсійний, регресійний та інші).

Ефективним методом селекції в цьому напрямі М. І. Вавилов [5], В. М. Тищенко і Н. М. Чекалін [6, 7], Л. К. Тараненко [4] вважають використання індексних показників. Використання індексних показників структури продуктивності та адаптивності гречки стає актуальним у зв'язку з біологічними особливостями культури, обумовленим специфічністю морфо-фізіологічних процесів у рослин гречки, зокрема хронологічним і топографічним нашаруванням періодів вегетативного росту й генеративного розвитку.

Селекційно-генетичному поліпшенню гречки підлягають висота рослин (ВР), кількість вузлів (КВ) і тривалість вегетаційного періоду, маса 1000 зерен (МЗ). Досягнуто певної ефективності селекції цих ознак методами доборів [4].

Використання багатовимірних методів аналізу у селекційному процесі допомагає скоротити тривалість селекційного процесу через більш повну і комплексну оцінку факторів, що впливають на реалізацію генетичного потенціалу рослин [8].

Мета

Використовуючи кластерний аналіз, скоротити тривалість селекційного процесу у гречки шляхом групування гібридних комбінацій у кластерні класи за схожістю оцінок морфологічних, урожайних і технологічних параметрів.

Матеріали і методи

Польові дослідження 2015–2017 рр. проводились у селекційній сівозміні Науково-дослідного інституту круп'яних культур Подільського державного аграрно-технічного університету (НДІКК ПДАТУ). Селекційна сівозміна дослідного поля розміщена в південній Лісостеповій частині Хмельницької області, яка за теплозабезпеченістю та ступенем зволоження за вегетаційний період відноситься до південного теплого агрокліматичного району. Ґрунти сівозміни — чорноземи глибокі малогумусні, середньовилугувані на карбонатних лесовидних суглинках.

Нами було проведено оцінку зразків гречки (124 комбінації), створених методом гібридизації на основі використання зразків колекції роду Гречкових *Fagopyrum Mill* явища гетеростилії з використанням в якості ізоляції тетраплоїдної форми гречки. Усі оцінки, обліки і аналізи проводили відповідно загальноприйнятої схеми Державного сортопробування [9]. Попередником виступали озимі та ярі колосові культури. Облікова площа ділянки розсадника — 2,7 м², з 1–4 рядками. Два середні рядки форма материнська, а два крайні — батьківська.

Спосіб сівби — широкорядний з шириною міжряддя 45 см, висівали касетною сівалкою СКС-6-10. Сівба проводилась в оптимальні строки 12–27 травня. Стандарт висівали через 8–10 номерів.

Було проведено прості та складні зворотні насичуючі схрещування між підібраними номерами з колекції роду Гречкових *Fagopyrum Mill* та сортами селекції Науково-дослідного інституту круп'яних культур: Вікторія, Веселка, Роксолана, Мрія, Рубра — походження Україна; Солянська, Скоростигла 86, Міг — Росія; Альонущка, Жнярярка, Смуглянка — Білорусь; колекційний зразок № 4013 — Франція; Казанська крупноплідна — Татарстан.

Аналіз структури рослин проводили за такими показниками: висота рослин, см; кількість гілок, шт., в т. ч. першого порядку; всіх: кількість вузлів, шт.; на основному стеблі; вузол 1-го: гілкування та суцвіття; кількість суцвіть, зерен, маса зерна з рослини та маса 1000 зерен. Отримані дані аналізували методом варіаційної статистики. Якість зерна гречки визначали за такими показниками (технологічними): маса 1000 зерен, вирівняність, плівчастість і натура. Обробку даних якості зерна проводили методом дисперсійного аналізу.

Для оцінювання використовували метод деревоподібної кластеризації з Евклідовою мірою відстаней. Статистичну обробку отриманих даних проводили за допомогою комп'ютерних програм типу STATISTICA. Проводили дисперсійний, кластерний аналіз. У практиці найчастіше використовується алгоритм деревоподібної кластеризації, що полягає у формуванні кластерів відмінності або відстані між об'єктами. Евклідова відстань є геометричною відстанню в багатовимірному просторі й обчислюється в такий спосіб: відстань $(x, y) = \sqrt{\sum (x_i - y_i)^2}$. Зазначимо, що Евклідова відстань (її квадрат) обчислюється за вихідними, а не за стандартизованими даними [10].

Результати та обговорення

Кластерний аналіз допомагає згрупувати зразки гречки в кластери за подібністю комплексу господарсько цінних ознак. Якщо сорти і гібриди, що мають однакове селекційне походження, знаходяться в одному кластері, то це свідчить про подібність норми реакції їх генетичного апарату. Опосередковано можна стверджувати, що ці сорти (гібриди) мають спільні батьківські компоненти і в однакових умовах вирощування їх реакція не відрізнятиметься.

Аналіз деревоподібної кластеризації та розподілу зразків свідчить про те, що 53,2 % або 66 зразків із 124 відносяться до середнього кластерного класу Евклідової міри відстаней (е.м.в.), в яких складає 5–10. 31 зразок (25,0 %) відноситься до кластерного класу з високими показниками. Решта досліджуваних зразків відноситься до кластерного класу з низькими (11,3 %) і дуже високими (10,5 %) величинами Евклідової міри відстаней (табл. 1).

Таблиця 1. Кластерні класи розподілу досліджуваних зразків гречки (середнє за роки досліджень)

| Кластерний клас | Кількість зразків | % співвідношення | Показники |
|-----------------|-------------------|------------------|-------------|
| 0–5 | 14 | 11,3 | низькі |
| 5–10 | 66 | 53,2 | середні |
| 10–15 | 31 | 25,0 | високі |
| 15–20, > 20 | 10 | 8,1 | дуже високі |
| | 3 | 2,4 | |

За походженням до III і IV кластерних класів відносять селекційні номери, створені на основі схрещування сортів білоруської, російської селекції з колекційним зразком інтродукованим із Франції № 4013.

До I і II кластерних класів відносять гібридний матеріал, створений на основі схрещування сортів української селекції з сортами із Білорусі, Росії, а також від схрещування сортів української селекції між собою.

Нами проводився облік основних морфологічних параметрів досліджуваних зразків та розподіл зразків на класи відповідно до меж варіювання їх у кластерних класах (табл. 2). Нами було зосереджено особливу увагу на морфологічні показники, безпосередньо пов'язані з продуктивністю гречаних рослин, зокрема, кількість гілок, суцвіть, вузлів всіх, зерен, маса зерна з рослини.

Таблиця 2. Межі варіювання основних репродуктивних показників у кластерних класах

| Кластерний клас | Основні репродуктивні показники | | | | |
|-----------------|---------------------------------|-------------|-----------|-----------|-------------------------|
| | кількість, шт. | | | | Маса зерна з рослини, г |
| | гілок | вузлів всіх | суцвіть | зерен | |
| 0–5 | 0–1 | 0–20 | 0–50 | 0–50 | 0–1 |
| 5–10 | 1,1–2,5 | 20,1–40 | 50,1–150 | 51–200 | 1,1–2 |
| 10–15 | 2,6–4,0 | 40,1–50,0 | 150,1–200 | 200,1–300 | 2,1–3 |
| 15–20, > 20 | > 4,1 | > 50,1 | > 200,1 | > 300,1 | > 3,1 |

У результаті проведених досліджень було виявлено те, що у другому кластерному класі, до якого відносять до 53,2 % досліджуваних зразків, кількість гілок варіює в межах від 1,1–2,5 шт., вузлів всіх на рослині — 20,1–40, кількість суцвіть — 50,1–150, кількість зерен — 50,1–200 шт., маса зерна з рослини — 1,1–2 грамів. У третьому кластерному класі, до якого відносять 25,0 % зразків, кількість гілок становить — 2,6–4,0 шт.; вузлів всіх — 40,1–50,0; суцвіть — 150,1–200; зерен — 200,1–300 шт.; маса зерна з рослини — 2,1–3 грами.

До першого кластерного класу з усієї сукупності зразків відносять 11,3 %, які характери-

зуються низькою кількістю гілок (0–1), вузлів на рослині (до 20 шт.), суцвіть (до 50 шт.), зерен (до 50 шт.), маса зерна рослини до 1,0 грама.

Решта зразків (10,5 %) характеризуються високими параметрами основних морфологічних показників: кількістю гілок більше 4,1 шт., кількістю вузлів на рослині більше 50,1 шт., кількістю суцвіть більше 200,1 шт., кількістю зерен з рослини більше 300,1 шт., масою зерна з рослини більше 3 грамів.

Нами було проведено облік основних урожайних і технологічних показників якості зерна у досліджуваних зразків і здійснено розподіл зразків за кластерними класами (табл. 3).

Таблиця 3. Розподіл за урожайними і технологічними показниками якості зерна у кластерних досліджуваних класах гречки (2015–2017 рр.)

| Кластерний клас | Урожайність, ц/га | Маса 1000 зерен, г | Вирівняність, % | Плівковість, % |
|-----------------|-------------------|--------------------|-----------------|----------------|
| 0–5 | 0–5 | 31,1–35 | 80–90 | > 23,5 |
| 5–10 | 5,1–15 | 26,1–31 | | 23,1–23,5 |
| 10–15 | 15,5–25 | 23,6–26 | 90,1–99 | 22–23 |
| 15–20, > 20 | 25,1–30 | 22–23,5 | До 80,1 | 21–21,9 |

Установлено, що 53,2 % (66 зразків) із досліджуваних зразків характеризувались урожайністю 5,1–15 ц/га, масою 1000 зерен 26,1–31 грами, вирівняністю 80–90 %, плівковістю 23,1–23,5 %. Основну сукупність цих зразків становили прямі і зворотні комбінації, отримані від схрещування сортів Вікторія, Веселка, Мрія і Роксолана з сортами з Білорусі і Росії.

Із 124 зразків 31 зразок (25,0 %) характеризуються досить високими показниками урожайності (15,5–25 ц/га), невисокою масою 1000 зерен (до 23,5 грами), низькою вирівняністю (до 80,1 %), низькою плівковістю плодів (до 21,9 %). Основне ядро цього кластерного класу складають зразки, отримані від схрещування колекційного зразка

№ 4013, інтродукованого з Франції з сортами з Білорусі — Альонушка, Жнярка, Смуглянка, а також новий селекційний матеріал, отриманий від схрещування сорту Казанська крупноплідна з вище зазначеними сортами.

Висновок

1) Використання кластерного аналізу в селекції гречки дає можливість на ранніх етапах селекційного процесу провести швидку оцінку, розподіл та підбір вихідного матеріалу.

2) У селекційних програмах в якості донорів для покращення морфологічних, урожайних і технологічних ознак у гречки використовувати сорти з Білорусі — Альонушка, Жнярка, Смуглянка; колекційний зразок № 4013, інтродукований з Франції; сорти з Росії — Солянська, Скоростигла 86, Міг; Татарстану — Казанська крупноплідна.

Література

1. Вільчинська Л. А. Нові сорти гречки — Малинка, Квітнева, Перлина Поділля // Досягнення і проблеми генетики, селекції та біотехнології // Збірник наук. праць ІХ з'їзду УТГІС. — Київ : Логос, 2012. — С. 32–37.

2. Вільчинська Л. А., Городиська О. П. Оцінка нового селекційного матеріалу гречки за ознакою скоростиглості BLACK SEA SCIENTIFIC JOURNAL OF ACADEMIC RESEARCH. — Tbilisi, Georgia, 2014. — V. 14. — P. 14–19.
3. Вільчинська Л. А., Городиська О. П. Посухостійкий сортозразок гречки 7/07 / Вільчинська Л. А., Городиська О. П. // Збірник наукових праць ПДАТУ. — Випуск 23. — 2015. — С. 135–143. ISSN 2410-1125.
4. Тараненко Л. К., Яцишен О. Л. Принципи, методи і досягнення селекції гречки (*Fagopyrum esculentum* Moench): монографія. — Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2014. — 224 с.
5. Вавилов Н. И. Теоретические основы селекции. — М. : Наука, 1979. — 293 с.
6. Тищенко В. Н., Чекалин Н. М. Генетические основы адаптивной селекции озимой пшеницы в зоне Лесостепи. — Полтава, 2005. — 270 с.
7. Чекалин М. М., Тищенко В. М., Баташова М. Є. Селекція і генетика окремих культур: навчальний посібник. — Полтава : ФОРМ Говоров С. В., 2008. — 368 с.
8. Мельник А. В. Використання кластерного аналізу за підбору сортів і гібридів ріпаку ярого для вирощування в Лівобережному Лісостепу України // Вісник Полтавської державної академії. — 2013. — № 4. — С. 6–11.
9. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. — М., 1989. — Вып. 2. — С. 3–25.
10. Царенко О. М., Злобин Ю. А., Скляр В. Г., Панченко С. М. Комп'ютерні методи в сільському господарстві та біології: навчальний посібник. — Суми : Університетська книга, 2000. — 202 с.

References

1. Vilchynska L. A. Novi sorty grechky — Malynka, Kvitneva, Perlyna Podillia // Dosyahnennia i problemy genetyky, selektsii ta biotekhnolohii // Zbirnyk nauk. prats IX z'izdu UTHiS. — Kyiv, Lohos. — 2012. — P. 32–37.
2. Vilchynska L. A., Horodyska O. P. Otvinka novogo selektsiinogo materialy grechky za oznakoy skorostyglosti BLACK SEA SCIENTIFIC JOURNAL OF ACADEMIC RESEARCH. — Tbilisi, Georgia, 2014. — V. 14. — P. 14–19.

3. Vilchynska L. A., Horodyska O. P. Posukhostiiki sortozrazok grechky 7/07 / Vilchynska L. A., Horodyska O. P. // Zbirnyk naukovykh prats PDATU. — Ed. 23. — 2015. — P. 135–143. ISSN 2410-1125.
4. Taranenko L. K., Yatsyshen O. L. Pryntsipy, metody i dosiagnennia selektsii grechky (*Fagopyrum esculentum* Moench): monohrafiia. — Vinnytsia : TOV «Nilan-LTD», 2014. — 224 p.
5. Vavylov N. I. Teoretycheskye osnovy selektsii. — M. : Nauka, 1979. — 293 p.
6. Tyshchenko V. N., Chekalyn N. M. Genetycheskye osnovy adaptivnoi selektsii ozymoi pshenytsy v zone Lesostepy. — Poltava, 2005. — 270 p.
7. Chekalin M. M., Tyshchenko V. M., Batashova M. E. Seleksiia i genetyka okremykh kultur: navchalnyi posibnyk. — Poltava : FOP Hovorov S. V., 2008. — 368 p.
8. Melnyk A. V. Vykorystannia klasterneho analizu za pidboru sortiv i hybrydiv ripaku yarogo dlia vyroshchuvannia v Livoberezhnomy Lisostepy Ukrainy // Visnyk Poltavskoi derzhavnoi akademii 2013. — № 4. — P. 6–11.
9. *The methodology of state varietal testing of agricultural crops.* — M., 1989. — Ed. 2. — P. 3–25.
10. Tsarenko O. M., Zlobin Y. A., Skliar V. H., Panchenko S. M. Komp'uterni metody v silskomy gospodarstvi ta biologii : navchalnyi posibnyk. — Sumy : Universytetska knyga, 2000. — 202 p.

CLUSTER ANALYSIS IN THE BUCKWHEAT SELECTION

L. A. Vilchynska, O. P. Horodyska,
M. V. Dyianchuk, O. O. Kaminna

Abstract. The purpose: using cluster analysis to shorten the selection process duration in buckwheat by

grouping hybrid combinations into cluster classes by the similarity of morphological estimates, yield and technological parameters **Methods.** We evaluated samples of buckwheat (124), created by hybridization methods using samples of the Buckwheat family *Fagopyrum Mill* using tree-like clustering with the Euclidean distances measure. **Results.** Based on the cluster analysis results, we made a distribution of the 124 studied samples, created by the hybridization method, into four main clusters according to the main morphological, yield and technological indicators of grain quality. It was found that 66 samples, 53.6 %, refer to the second cluster with the average parameters of the main biometric, yield and technological indicators of grain quality. Only 25 % of samples or 31 samples were characterized by high economic-value indicators. Very high indicators of the studied samples are characterized by 13 samples — 10.5 %, very low — 14 samples — 11.3 %. It has been practically established that the morphological improvement, yield and grain quality technological indicators in buckwheat varieties from Belarus — Alenushka, Zhniariarka, Smuglianka; Tatarstan — Kazan large-fruited; France — collection sample № 4013; Russia — Mig, Solianska, Skorostyha 86. Bringing them to hybridization with varieties of Ukrainian selection buckwheat makes it possible to obtain valuable raw material. **Conclusions.** The cluster analysis usage in the buckwheat selection makes it possible in the early stages of the selection process to perform a quick assessment, distribution and the source material selection.

Keywords: buckwheat, cluster analysis, morphological, yield and grain quality technological indicators.