

L225-1, L243-18. Сформовані робочі колекції пшениці м'якої озимої та пшениці м'якої ярої за високим вмістом каротиноїдів.

Ключові слова: пшениця м'яка, каротиноїди, вихідний матеріал.

Leonov O., Alipov V., Usova Z., Suvorova K., Sheliakina T., Yarosh A., Padalka O.
Carotenoids content in flour of bread wheat samples

34 spring and 71 winter bread wheat accessions were taken as the material for studying in 2015–2017. They are characterized by a set of valuable economic features and reflect the diversity of the crop in terms of the carotenoid content in flour. The distribution of the carotenoid content in winter bread wheat flour was close to normal. In most varieties and lines, this parameter was in the range from 1 to 2 mg/100 g. Varieties Okhtyrchanka Yuvileina and Vassa were in the range from 2,5 to 3,0 mg/100 g. Varieties Bona Dea and Bona Vita deviated from a normal distribution. The carotenoid content in their flour exceeded 4,0 mg/100 g. Variations of this trait in winter wheat were from 0,76 mg/100 g in variety Viola to 4,72 mg/100 g in variety Bona Dea. High-carotenoid winter wheat varieties were 20–25% less yielding than released varieties.

The carotenoid content in flour from bread spring wheat accessions was more variable in comparison with winter ones: from 0,36 mg/100 g in variety Rannia 93 to 6,68 mg/100 g in Kinelskaya 61. The distribution of the carotenoid content in flour from spring wheat samples differed from the *Gaussian bell* curve and had several frequency peaks. As compared to winter wheat, there were more spring wheat accessions with a carotenoid content of over 4 mg/100 g. Thus, the carotenoid content in accessions Volgouralskaya, Kinelskaya 61, Kinelskaya 2010, Lutescence 516, Lutescence 540, Lutescence 575, Lutescence 598, Omskaya 41 exceeded 4 mg/100 g (4,16 mg/100 g in standard durum wheat Spadshchyna). The carotenoid content from 3 to 4 mg / 100 g was determined in Laska, G 513-05, LP 588-1-06 and CMSS06Y00716T. The accessions that were superior in carotenoid content were close to standards in terms of grain yield.

As a result of the crossing of modern winter wheat varieties adapted to Ukrainian conditions with high-carotenoid spring wheat accessions, winter forms with a carotenoid content of over 5 mg/100 g were obtained, in particular, L224-5, L225-1, and L243-18. Working collections of bread winter and spring wheat with high carotenoid content were formed.

Key words: bread wheat, carotenoids, source material.

УДК 633.854.78:631.527

**РІЗНОМАНІТТЯ ЛІНІЙ-ВІДНОВНИКІВ ФЕРТИЛЬНОСТІ ПИЛКУ
СОНЯШНИКУ ЗА ЖИТТЄЗДАТНІСТЮ Й ТЕПЛОСТІЙКІСТЮ**

Т. Минець¹, асистент, В. Кириченко², д. с.-г. н., О. Брагін¹, к. с.-г. н.

¹Харківський національний аграрний університет ім. В. В. Докучаєва

²Інститут рослинництва імені В. Я. Юр'єва НААН

Постановка проблеми. Пилкова продуктивність відіграє важливу роль, тому що від кількості виробленого життєздатного пилку залежить зав'язуваність насіння, особливо у перехреснозапильних рослин. Для створення високо-гетерозисних гібридів вирішальне значення має вибір батьківських компонентів, що зумовлює їхню високу продуктивність. Знання пилкоутворювальної здатності батьківських форм дає змогу цілеспрямовано вести підбір компонентів для

схрещування. Саме тому продуктивність життєздатного пилку запилювачів є важливим показником кількості та якості зав'язаних насінин. Це допомагає на ранніх етапах селекції провадити жорстке бракування за такими ознаками і не залучати в подальшу роботу ма-лопилкові форми. Тому селекція на високу продуктивність життєздатного пилку є новим резервом гетерозисної селекції в підвищенні врожайності гібридного насіння.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На думку деяких авторів [9; 10], життєздатність пилку залежить від оптимальних умов, причому пилок кожного виду по-своєму реагує на вологість, температуру, склад світла, повітря, хімічних речовин і атмосферний тиск. Життєздатність та кількість пилку кукурудзи вивчав також Т. Чалик [8], при цьому він використовував методики В. Шардакова та В. Верещагіна і дійшов висновку, що обсяг пилку досить тісно корелює з його кількістю. На думку А. Егікяна [3], велике значення в отриманні повноцінного врожаю має не тільки кількість, а й життєздатність пилку, тому оцінити її у різних відновлювачів фертильності дуже важливо.

Усебічним вивченням пилку соняшнику почали займатися відносно недавно, хоча в літературних джерелах культура соняшнику згадується в 1568 році. Практично повна відсутність інформації з окресленої проблеми щодо олійних культур слугувала поштовхом для розробки методів мікрогаметофітного відбору.

За даними І. Голубинського, нормальну життєздатність пилок соняшнику зберігає 2–3 дні, втрачаючи повну здатність проростати після 10 днів зберігання. Дослідниця Т. Горчакова [1] дійшла висновку, що запилення свіжих приймочок десятиденним пилом негативно позначається на рості, розвитку й продуктивності нащадків. У працях інших авторів [4; 9; 11] зазначено, що приймочки трубчастих квіток соняшнику повністю втрачають сприйнятливість до пилку вже на десятий день після розкриття квітки. За даними В. Дорофєєва зі співаторами [2], пилок соняшнику не втрачає здатність до проростання 10 днів після збору і не здатний до запліднення (але не до проростання) вже на 14-й день. Кращою запліднювальною здатністю володіє пилок, який зберігався щонайбільше 3–4 днів. Не менш важливою проблемою є теплостійкість пилку. Зокрема, В.А. Лях [4] підтвердив на інших олійних культурах, що відбір у F_1 пилку, стійкого до підвищеної температури, дає змогу істотно збільшити відсоток посухостійких генотипів у популяціях спорофітів, що утворюються.

Постановка завдання. Вивчення особливостей пилкоутворення, життєздатності й теплостійкості пилових зерен ліній-відновників фертильності соняшнику було завданням нашого дослідження.

Матеріали та методика досліджень. Польові досліді проводили на експериментальній базі Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН (ІР ім. В.Я. Юр'єва) на полях селекційної сівозміни у 2011–2013 рр. (у статті наведені середні за роки досліджень результати). Об'єктом досліджень були 50 батьківських ліній селекції ІР ім. В.Я. Юр'єва. Сіяли ручними саджалками. Спосіб посіву пунктирний – 70×25 см, ділянка однорядкова, площею 2,45 м² (15 гнізд).

Для визначення пилової продуктивності ліній соняшнику за один день до цвітіння відбирали на типових рослинах нерозкриті трубчасті квітки. Оцінку про-

водили за методикою Н. Савченка вимірюванням оптичної густини суміші пилку у визначеному об'ємі води [7]. Цей спосіб встановлення кількості пилкових зерен андрофертильних форм заснований на визначенні оптичної щільності зваженого пилку в розчині на ФЕК і за таблицями. Одночасно проводили лабораторні дослідження на життєздатність за методикою П. Діакону [5] й теплостійкість пилку [6]. Для цього пилку відбирали з квіток другої-третьої зони цвітіння. Математично результати досліджень опрацьовували з використанням пакетів прикладних статистичних програм кластерного аналізу.

Виклад основного матеріалу. Важливою умовою високого рівня запліднення й виходу гібридного насіння є достатня кількість життєздатного пилку у батьківських ліній. Відомо, що умови року впливають на продуктивність пилку, і це переважно позначається на кількості пилку у квітці. Високі температури негативно впливають як на кількість пилку у соняшнику, так і на його якість. В основу нашої оцінки колекційного матеріалу за теплостійкістю покладено задачу спрямованості способу оцінки інбредних ліній соняшнику через прогрівання зрілого пилку. З метою детального вивчення життєздатності й теплостійкості пилку різних за походженням ліній використано кластерний аналіз. За результатами ієрархічного аналізу вся сукупність вивчених ліній була поділена на чотири кластери, які різнилися за рівнем життєздатності й теплостійкості пилку (рис. 1).

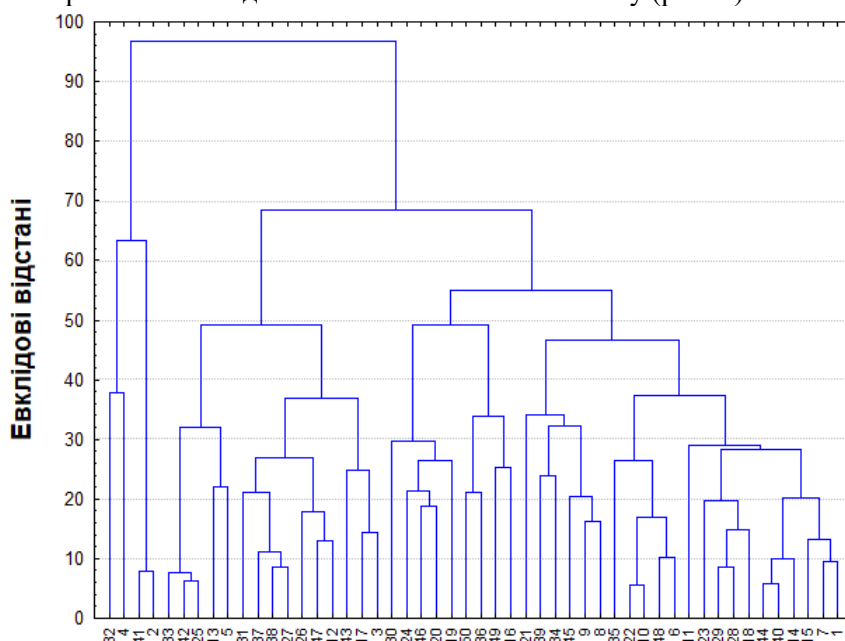


Рис. 1. Дендрограма мінімального дерева відстаней між лініями-відновниками фертильності соняшнику за комплексом показників життєздатності й теплостійкості пилку.

До складу кластерів входить різна кількість ліній. Найбільшу кількість ліній охоплює четвертий кластер, який розташований в правій частині дендрограми (22 лінії). При цьому в його межах можна виділити три підкластери. Другим за кількістю є другий кластер, який охоплює п'ятнадцять ліній. Найбільш віддаленим у багатомірному евклідовому просторі є перший кластер, до якого входять лише чотири лінії, що свідчить про специфічність життєздатності й теплостійкості їхніх пилкових зерен.

Чіткіше уявлення про кількісну міру відмінностей між кластерами можна отримати за результатами аналізу даних К-середніх (рис. 2).

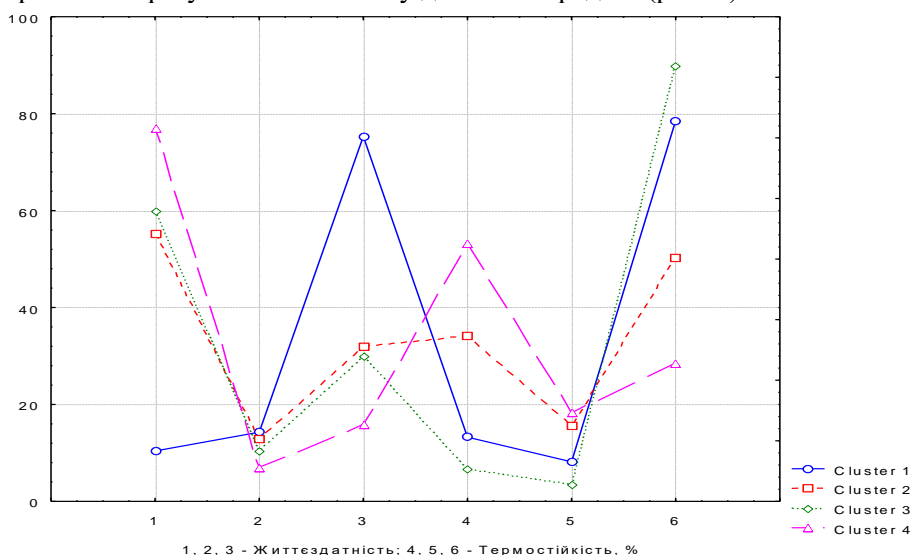


Рис. 2. Графік середніх для кластерів значень життєздатності й теплостійкості (1 – життєздатні пилкові зерна; 2 – слабожиттєздатні; 3 – нежиттєздатні; 4 – теплостійкі; 5 – слаботеплостійкі; 6 – нетеплостійкі).

Як бачимо, групи ліній, або кластери, значно різнилися між собою за рівнем життєздатності й теплостійкості пилкових зерен. При цьому кожен із виділених кластерів становить собою окремий специфічний тип реакції на термотест й рівень життєздатності пилку. Але найсуттєвішу різницю спостерігали між лініями першого й четвертого кластерів. Так, лінії першого кластера характеризувалися найменшим відсотком життєздатних пилкових зерен, доволі високим відсотком слабожиттєздатних та максимальним – нежиттєздатних. На відміну від них лінії четвертого кластера характеризувалися максимальним відсотком життєздатного пилку, найнижчими – слабо- і нежиттєздатного. При цьому у відповідь на термотест лінії четвертого кластера зберігали високий рівень життєздатності пилкових зерен. Водночас у відповідь на вплив високих температур життєздатність пилкових зерен ліній першого кластера була на низькому рівні. До складу четвертої групи входять такі лінії, як X06104B, X565B, 729-07, 733-07, X06130B, 07-22. Очевидно, що саме вони найцікавіші як джерела високої життєздатності й теплостійкості пилку.

Лінії, які увійшли до складу третього кластера, мали найнижчі показники теплостійкості, оскільки відсоток нежиттєздатних пилкових зерен після термотесту становив майже 100 %. Водночас у контрольних варіантах досліджу життєздатні пилкові зерна склали 60 %. Лінії другого кластера займали проміжне місце як за життєздатністю, так і за теплостійкістю.

Висновки. Отож, виявлена значна диференціація за ознаками пилкової продуктивності, життєздатності й теплостійкості між лініями-відновниками фертильності. У результаті проведених досліджень виділені групи ліній з високою життєздатністю – Х565В, 729-07, 07-49, Мх1008В, Х134В та лінії з високою теплостійкістю пилкових зерен – 759-07, 07-58, Х06130В, 07-22, 07-39, Х720В, Х526В. Їх можна рекомендувати як батьківські компоненти гібридів, що забезпечать якісне запилення на ділянках розмноження та гібридизації в умовах високих температур у період цвітіння соняшнику.

Одержані результати використовуватимуться в подальшій роботі для створення ліній з високим рівнем пилкової продуктивності, життєздатності й теплостійкості.

Бібліографічний список

1. Горчакова Т. Д. Выяснение условий опыления, влияющих на формирование выровненного потомства при межсортовом скрещивании подсолнечника: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Одесса, 1956. 13 с.
2. Дорофеев В. Ф., Лаптев Ю. П., Чекалин Н. М. Цветение, опыление и гибридизация растений. Москва: Агропромиздат, 1990. 144 с.
3. Егикян А. А. О жизнеспособности пыльцы кукурузы. *Изв. АН Арм. ССР*, 1956. Т. 9, № 3. С. 103–108.
4. Лях В. А., Сорока А. И., Мищенко Л. Ю. Методы отбора ценных генотипов на уровне пыльцы. Запорожье, 2000. 48 с.
5. Паушева З.П. Практикум по цитологии растений. Москва: Колос, 1980. 303 с.
6. Спосіб оцінки інбредних ліній соняшнику за теплостійкістю зрілого пилку: пат. на корисну модель 13504 Україна № 60538; заявл. 15.11.2010; опубл. 25.06.2011. Бюл. № 12.
7. Савченко Н. И. Спорообразовательная способность андроеца и производство гибридных семян сельскохозяйственных культур. Киев: Наук. думка, 1980. 158 с.
8. Чалык Т. С. Оценка искусственных восстановителей по количеству и качеству пыльцы. *ЦМС в селекции и семеноводстве кукурузы*. Кишинев: Штиинца, 1974. С. 112–115.
9. Щербань Н. Ф., Рябота А. Н., Щербань С. В. Пыльцевая продуктивность линий-восстановителей фертильности пыльцы и их гибридов первого поколения подсолнечника. *Збірник наукових праць*. Запоріжжя, 1998. Вип. 3. С. 155–165.
10. Visser T. Germination and storage of pollen. *Meded. landbouwhogeschool Wageningen*, 1955, P. 1–68.
11. Production of pollen in different lines of sunflowers and its relation to production of crossed seed. Vear F. et al. *Genetical studies of nectar and pollen production in sunflower*. 1958, Vol. 5, Issue 1–2. P. 64–84.

Минець Т., Кириченко В., Брагін О. Різноманіття ліній-відновників фертильності пилку соняшнику за життєздатністю й теплостійкістю

Життєздатність і теплостійкість пилкових зерен ліній-відновників фертильності є важливим чинником успішної гетерозисної селекції соняшнику. Знання пилкоутворюю-

вальної здатності батьківських форм дає змогу цілеспрямовано вести підбір компонентів для схрещування. Проведено порівняльне вивчення 50 ліній колекції соняшнику за життєздатністю пилку і його теплостійкістю. За результатами кластерного аналізу уся сукупність вивчених ліній була розділена на чотири кластери, які різнилися за комплексом вивчених показників якості пилкової продуктивності. Виділено групи ліній з високою життєздатністю – Х565В, 729-07, 07-49, Мх1008В, Х134В і лінії з високою теплостійкістю пилкових зерен – 759-07, 07-58, Х06130В, 07-22, 07-39, Х720В, Х526В, які можна рекомендувати як джерела стійкості для використання в гетерозисній селекції.

Чіткіше уявлення про кількісну міру відмінностей між кластерами можна отримати за результатами аналізу даних К-середніх. Групи ліній, або кластери, значно різняться між собою за рівнем життєздатності й теплостійкості пилкових зерен. При цьому кожен із виділених кластерів становить собою окремий специфічний тип реакції на термотест і рівень життєздатності пилку. Так, лінії першого кластера характеризувалися найменшим відсотком життєздатних пилкових зерен, доволі високим відсотком слабожиттєздатних і максимальним – нежиттєздатних. Лінії четвертого кластера – навпаки, але зберігали високий рівень життєздатності пилкових зерен. Водночас у відповідь на вплив високих температур життєздатність пилкових зерен ліній першого кластера була на низькому рівні. До складу четвертої групи входять такі лінії, як Х06104В, Х565В, 729-07, 733-07, Х06130В, 07-22. Очевидно, що ці лінії становлять найбільший інтерес, як джерела високої життєздатності й теплостійкості пилку.

Ключові слова: *Helianthus annuus* L., лінії, пилкова продуктивність, життєздатність, теплостійкість, кластерний аналіз.

Mynets T., Kyrychenko V., Bragin O. Sunflower pollen fecundity variety of restoring lines according to viability and heat resistance

Viability and heat resistance of pollen grains of fecundity restoring lines are an important factor in the successful heterozygosity selection of sunflower. Knowledge of pollen formation ability enables to select purposefully components for cross-breeding. 50 lines of the sunflower collection according to viability of the pollen and its heat resistance have been studied comparatively. According to the results of cluster analysis, the whole set of the studied lines was divided into four clusters, which differed according to the complex of studied quality indicators in pollen productivity. Highly-viable groups of lines – H565V, 729-07, 07-49, Mx1008B, X134B and lines with high heat resistance of pollen grains – 759-07, 07-58, X06130B, 07-22, 07-39, X720B, X526B have been singled out, which can be recommended as source of stability to use in heterozygous breeding.

A clearer idea of the quantitative measure concerning the differences between clusters can be obtained from the results of the K-mean data analysis. The groups of lines or clusters differed significantly according to the viability level and heat resistance of pollen grains. At the same time, each of the selected clusters is a separate specific type of reaction to the thermostest and the level of pollen viability. Thus, the lines of the first cluster were characterized by the smallest percentage of viable pollen grains, a rather high percentage of the poorly living ones and by maximum percenting – nonviable ones and vice versa. The lines of the fourth cluster, but retained a high level of pollen grains viability. Whereas, as the result of the high temperatures effect, the viability of pollen grains of the first cluster lines was low. The fourth group includes the following lines: X06104B, X565B, 729-07, 733-07, X06130V, 07-22. Obviously, these lines are of the greatest interest as the sources of high viability and heat resistance of the pollen.

Key words: *Helianthus annuus* L., lines, pollen productivity, viability, heat resistance, cluster analysis.