

УДК 633.15:631.9:527

Б. Ф. ВАРЕНИК<sup>1</sup>, І. Ю. БОРОВСЬКА<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннезнавства та сортовивчення

<sup>2</sup>Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН

## **СИСТЕМА ІМУНОЛОГІЧНОЇ ОЦІНКИ СЕЛЕКЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ ПЕРЕХРЕСНОЗАПИЛЬНИХ КУЛЬТУР НА СТІЙКІСТЬ ДО ХВОРОБ ПРИ СЕЛЕКЦІЇ НА ГЕТЕРОЗИС**

*Необхідність складання об'єктивної і якомога повнішої характеристики вихідного селекційного матеріалу є важливою складовою частиною селекційного процесу. Система імунологічної оцінки повинна включати характеристику форм за ступенем ураженості і стабільності ознаки, а також за комбінаційною здатністю із стійкістю до основних хвороб. Високостабільні стійкі форми необхідно використовувати в якості джерел стійкості при селекції перехреснозапильних культур на гетерозис.*

*Ключові слова: селекція на стійкість, перехреснозапильні культури, комбінаційна здатність, імунологічна оцінка*

**Вступ.** Зростання виробництва зерна кукурудзи, соргових культур та насіння соняшнику в Україні значною мірою визначається досягненнями із створення високоврожайних і стійких до основних хвороб сортів та гібридів. Рівень ефективності селекції цих культур дуже тісно пов'язаний з наявністю цінних самозаплених ліній, а тому їхня об'єктивна оцінка, в т.ч. імунологічна, – необхідна частка сучасних селекційних програм.

Ряд авторів [1-4] підкреслює, що стійкість рослин до хвороб зумовлюється багатьма факторами, тому спостерігається значна різниця з ураження різних генотипів. Про це свідчать й експериментальні дані, отримані на природних, штучних і провокаційних фонах [5, 6]. Тому як за середнім, так і за максимальним ураженням досліджуваного матеріалу неможливо робити остаточних висновків про його стійкість до хвороб.

Для характеристики селекційного матеріалу основних сільськогосподарських культур за стійкістю до різних хвороб запропоновано ряд шкал [7-10]. Основним їх недоліком, на наш погляд, є те, що кожній групі стійкості, незалежно від інтенсивності інфекційного фону, відповідають визначені, постійні відсотки ураження. Таким чином, кількість виділених стійких (або сприйнятливих) зразків безпосередньо залежить від інтенсивності фону, на якому проводилося вивчення. Це виключає можливість порівняння зразків, які висівались у різні роки. Розділяти матеріал за групами стійкості пропонується також шляхом порівняння його зі спеціально підібраними

стандартами (стійким і сприйнятливим) [11, 12]. Але при цьому важко оцінити, який буде ступінь реакції стандартного й досліджуваного зразків на умови середовища, яка саме значною мірою визначає стійкість генотипу до захворювання.

Система імунологічної оцінки повинна включати характеристику форм за ступенем ураження і стабільності ознаки, а також за комбінаційною здатністю за стійкістю до основних хвороб. В селекційно-генетичних дослідженнях найбільш поширена оцінка загальної комбінаційної (ЗКЗ) та специфічної комбінаційної здатності (СКЗ) за методикою Griffing В.А. [13]. Традиційно для визначення генетичної цінності досліджуваного матеріалу використовують ефекти ЗКЗ і СКЗ, які відображають перевищення напівсібсовими гібридами середнього значення в досліді і виражаються у фізичних величинах [14]. Високостабільні стійкі форми необхідно використовувати в якості джерел стійкості при селекції на гетерозис.

**Матеріал і методи досліджень.** Для створення оптимальних умов для накопичення інфекції найбільш шкідливих хвороб кукурудзи, соняшнику і соргових культур – сажкових хвороб, фузаріозних гнилей, фомопсису, білої та сірої гнилі – сівбу проводили в багаторічній монокультурі кукурудзи й соняшнику. восени, після збирання урожаю, проводили лушення післязбиральних решток дисковими луцильниками, а потім зяблеву оранку. весняний обробіток ґрунту полягав в ранньому боронуванні і двох культиваціях: перша – водночас з підготовкою ґрунту під ранні ярові культури на глибину 10-12 см, друга – перед посівом на глибину 7-8 см. посів проводили ручними саджалками за визначеною маркером відстанню у міжряддях та лунками – 70×70 см, а також селекційними сівалками.

Догляд за посівами включав дворазове рихлення ґрунту у двох напрямках та дворазову ручну прополку в лунках. У фазі сім'ядольних листків проводили проривку. В кожній лунці залишали по 2 рослини.

Протягом вегетації рослин соняшнику проводили фенологічні спостереження, за якими визначали тривалість фаз розвитку рослин, зокрема: „поява сходів”, „1-2 пара справжніх листків”, „утворення качанів та кошиків”, „початок цвітіння”, „повне цвітіння”, „фізіологічна стиглість”.

Для визначення рівня ураженості перехреснозапильних культур найбільш шкідливими хворобами проведено фітопатологічну оцінку як на природному, так і на штучно створених інфекційних фонах збудників основних хвороб.

Стійкість зразків соняшнику до збудників хвороб у польових дослідах визначали в умовах природного зараження та на штучних інфекційних фонах. Провокаційний фон створювали використовуючи монокультуру. Інфекційний фон збудника фомопсису підвищували розміщенням уражених стебел між дослідними ділянками у фазі бутонізації. Інфекційний фон збудника білої гнилі створювали внесенням інокулюму при сівбі. Разом з трьома насінинами в кожну лунку загортали 2-3 шматочки подрібнених до 0,5 мм склероціїв білої гнилі. Контролем при цьому був висів без інфекції.

У період утворення другої пари справжніх листків проводили фітопатологічну оцінку. За показник витривалості зразка до ґрунтової інфекції білої гнилі приймали кількість здорових сходів у відсотках по відношенню до кількості висіяних сім'янок, з поправкою на польову схожість, яку визначали на контрольних ділянках.

Фітопатологічну оцінку ураженості досліджуваного матеріалу проводили за розповсюдженістю (табл. 1, 2) та інтенсивністю розвитку хвороби, яка визначається за площею ураженої тканини кожної окремої рослини.

Таблиця 1

Шкала обліку хвороб соняшнику за ступенем їх ураженості у польових умовах

Бал	Група стійкості	Ураженість рослин на ділянці, %
9	високостійкі	< 10
7	стійкі	10,1 – 35,0
5	середньостійкі	35,1 – 60,0
3	сприйнятливі	60,1 – 85,0
1	високосприйнятливі	>85

В умовах широкого розповсюдження хвороб, але за низької інтенсивності їхнього розвитку, застосовували методику, що диференціює сортозразки за рівнем ураження з урахуванням довірчого інтервалу НІР. При цих градаціях за відсотком пошкодженої поверхні рослини визначені такі межі: найменш уражені (показник ознаки достовірно нижчий від середнього за дослідом мінус НІР); середньоуражені – середнє по досліді  $\pm$  НІР; найбільш уражені – показник достовірно вищий за середнє за дослідом + НІР [15].

Таблиця 2

Шкала обліку сажкових хвороб кукурудзи за ступенем їх ураженості у польових умовах

Бал	Група стійкості	Ураженість рослин на ділянці, %	
		летюча сажка	пухирчаста сажка
9	високостійкі	< 10	< 5
7	стійкі	10,1 – 15,0	5,1 – 25,0
5	середньостійкі	15,1 – 25,0	25,1 – 50,0
3	сприйнятливі	25,1 – 50,0	50,1 – 75,0
1	високосприйнятливі	>50	>75

**Результати досліджень.** Нами проведені багаторічні дослідження селекційного матеріалу кукурудзи, соняшнику і соргових культур в умовах провокаційного та інфекційного фонів проявлення основних хвороб кукурудзи (пухирчаста і летюча сажки, кореневостеблові гнилі, фузаріоз і біль качанів),

соняшнику (біла, сіра й вугільна гнилі, фомопсис, несправжня борошниста роса) і соргових культур (летюча сажка, кореневостеблові гнилі) в умовах південного Степу України.

Для об'єктивної диференціації зразків за стійкістю достатнім можливо вважати фон, на якому не менше 75-80 % зразків мають хворі рослини, кошики або качани, а середня ураженість їх складає не менше 10 %.

Характеристику матеріалу за стійкістю до хвороб рекомендується складати з використанням відповідних шкал. Це дозволить визначати стабільність ознаки, зрівняти між собою форми, які вивчалися у різні роки і при різному рівні розвитку хвороби.

В зв'язку з широким розповсюдженням деяких хвороб, при контрастній за роками інтенсивності їхнього розвитку, гібриди та їхні батьківські форми, відповідно до реакції на ураження збудником фомопсису, розподілено на групи згідно з критерієм НІР.

Статистично визначені межі груп гібридів соняшнику за інтенсивністю розвитку хвороби наведено в таблиці 3. У 2007 р. стійкі гібриди мали від 1,3 до 13,4 % ураженої збудником хвороби площі стебла, середньостійкі – від 13,5 до 21,8 % та сприйнятливі – від 21,9 до 55,5 %.

Варіювання ураженості окремих гібридів за роками інколи перекидає розмах порогових значень однієї групи стійкості. Це тісно пов'язано з генотипом конкретних ліній і відображає стабільність ознаки. Тому даний показник необхідно враховувати при складанні характеристики, виділяючи три градації: високу, середню і низьку стабільність. Ступінь стабільності ознаки визначаємо за кількістю (відсотком) показників ураження ліній, які потрапили в основну групу стійкості. Такий розподіл ліній за стабільністю легко проводити в стійкій і сприйнятливій групах. У середньостійкій групі можливо виділити тільки лінії з високою стабільністю, оскільки форми із більш значними коливанням ураженості доцільно вважати „відносно стійкими” або „відносно сприйнятливими”.

Групування, проведене за інтенсивністю ураження хворобою у 2008 р., мали такий рівень ураженості: стійкі гібриди – від 0,0 до 4,4; середньостійкі – від 4,5 до 6,9; сприйнятливі – від 7,0 до 16,5% ураженої збудником фомопсису площі стебла.

У 2009 р. до групи стійких гібридів віднесено ті, що мали 4,3 - 7,1% ураженої збудником хвороби площі стебла, середньостійких – від 17,2 до 22,9 % і до сприйнятливих – від 23,0 до 45,0%.

В середньому за три роки межі груп характеризуються так: стійкі гібриди – від 5,9 до 13,5% колонізованої патогеном площі стебла; середньостійкі – від 13,6 до 16,9 %; сприйнятливі – від 17,0 до 27,0%.

Розподіл гібридів соняшнику за рівнем ураження збудником фомопсису згідно з параметрами довірчого інтервалу НІР, 2007-2009 рр.

Група стійкості	Межі груп за ураженою площею стебла, (середнє $\pm$ НІР), %			
	2007 р.	2008 р.	2009 р.	середнє
Стійкі	1,3... 13,4	0,0... 4,4	4,3... 17,1	5,9... 13,5
Середньостійкі	13,5... 21,8	4,5... 6,9	17,2... 22,9	13,6... 16,9
Сприйнятливі	21,9... 55,5	7,0... 16,5	23,0... 45,0	17,0... 27,0
Середнє	17,6	5,7	19,9	15,2
НІР <sub>0,05</sub>	4,2	1,3	2,9	1,7

Групи складають гібриди, об'єднані відповідним рівнем досліджуваної ознаки. Щорічно виявляли певні відмінності у відсотковому відношенні груп одна до одної (рис.).

При описі коливання кількості гібридів видно, що у групі найменш уражених найбільша і однакова частка їх – 43,5% була у 2008 і 2009 рр. У 2007 р. до цієї групи увійшло найменше гібридів – 30,7 %.

Найбільш варіабельною є група середньостійких гібридів. Найменшою вона була у 2009 р. (20,5 %), проміжною – у 2008. (25,6 %). Відсоткове відношення гібридів групи середньостійких 2007 р. було приблизно однакове з групою середньостійких за усередненими трирічними даними, 28,2 та 30,7 % відповідно.

Рівномірно розподілялась за роками група сприйнятливих гібридів: 35,8 % зразків у 2007, 2009 рр. і в середньому за три роки та 30,7 % гібридів у 2008 році.

Характеристика вихідного селекційного матеріалу повинна також включати відомості про його комбінаційну здатність за стійкістю щодо основних хвороб певного регіону. Вивчення комбінаційної здатності щодо стійкості необхідно проводити за допомогою тестерів, стійких і сприйнятливих одночасно до декількох захворювань. Найбільш ефективним шляхом дослідження комбінаційної здатності є вивчення властивостей гібридів, створених за участю самоzapильних ліній, які слід перевірити. Польове випробування гібридів, спеціально створених з цією метою, дозволяє отримати необхідну інформацію для виявлення ЗКЗ, а в деяких випадках і СКЗ.

Нами встановлено, що між стабільністю ознаки і комбінаційною здатністю існує позитивна кореляційна залежність. Рангові коефіцієнти кореляції, які були вираховані на іншому наборі ліній між балом стійкості та ефектами ЗКЗ, були суттєвими і склали відповідно 0,72-0,76.

Таким чином, чим вище бал стійкості ліній, тим більша кількість їх характеризується середньою, високою і дуже високою ЗКЗ. Серед стійких саме такі лінії є найбільш селекційно цінними за даною ознакою.

Характеристика селекційного матеріалу обов'язково повинна включати оцінку його комбінаційної здатності за найбільш важливими ознаками. Комбінаційна

здатність за стійкістю до основних хвороб ми вивчали в системі топкросних схрещувань із використанням 2-3 тестерів, які різнилися за стійкістю до хвороб. Перед нами стояла задача підібрати або створити такі тестери, які дозволяли б проводити оцінку комбінаційної здатності одночасно до декількох захворювань.

Проведені дослідження показали, що гібриди-тестери, які використовуються для одночасної оцінки комбінаційної здатності до декількох захворювань, цілком задовольняють диференціацію матеріалу, який вивчається за даною ознакою: збіг оцінок ЗКЗ, які отримані при використанні гібридів і ліній-тестерів, відмічено у 68-76% випадків.

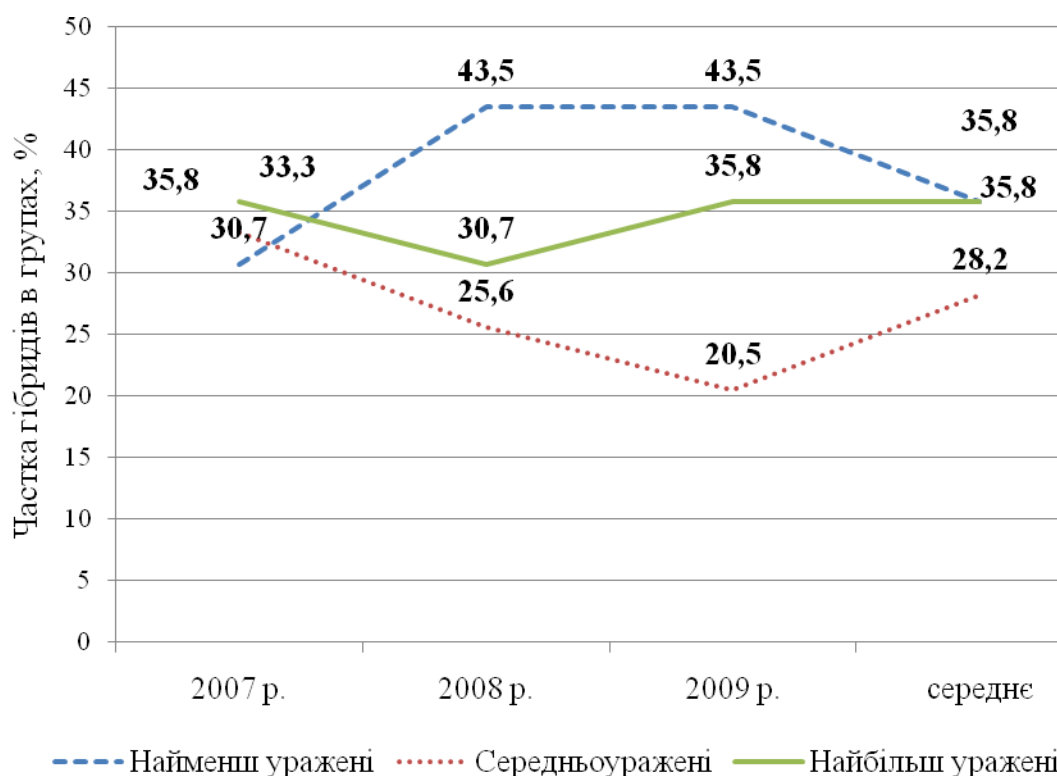


Рис. Коливання частки гібридів всередині груп за рівнем ураження збудником фомопсису в роки досліджень (2007-2009 рр.)

Аналіз отриманих результатів дозволяє заключити, що гібриди-тестери мають добре різнитися за стійкістю до кожного захворювання і бути стабільними за даною ознакою, тому до їх складу повинні входити самозапилені лінії з високою і середньою стабільністю (табл. 4).

Таблиця 4

Зв'язок стійкості самозапиленних ліній кукурудзи з їхньою загальною комбінаційною здатністю (ЗКЗ)

Бал	Кількість (%) ліній з середньою і високою комбінаційною здатністю за стійкістю до		
	коренево-стеблових гнилей	фузаріозу качанів	білі качанів
<u>Стійкі лінії</u>			
9	83,3	83,3	100

7	62,5	50,0	40,0
5	11,1	15,4	25,5
<u>Сприйнятливі лінії</u>			
3	27,3	44,4	28,6
2	50,0	50,0	66,7
1	83,3	100	85,7

Лінії з балами 6, 5 та 4 використовувати взагалі неможливо. Такий підхід до вибору тестерів дає можливість набагато зменшити кількість схрещувань і випробувань гібридів і в той же час збільшити кількість зразків, які будуть вивчатися.

Нами також встановлено, що між стабільністю ознаки і комбінаційною здатністю існує позитивна кореляційна залежність. Рангові коефіцієнти кореляції, які були вираховані на іншому наборі ліній між балом стійкості до кореневостеблових гнилей, фузаріозу і білі та ефектами ЗКЗ, були суттєвими і склали відповідно 0,72-0,76-0,70. Таким чином, чим вищий бал стійкості ліній, тим більша кількість їх характеризується середньою, високою і дуже високою ЗКЗ. Серед стійких саме такі лінії є найбільш селекційно цінними за даною ознакою.

**Висновки.** Можливість використання вихідного матеріалу в селекції на стійкість до хвороб багато в чому залежить від того, наскільки всебічно він пройшов оцінку. Вже на перших етапах вивчення необхідно виділяти форми, які характеризуються високою стабільністю ознаки. Високостабільні стійкі лінії з хорошою комбінаційною здатністю можуть використовуватися в якості джерел стійкості; безпосередньо у гібридизації, по можливості з більшим вкладом у генотип гібрида, а також для покращення стійкості створених уже гібридів, замінюючи ними сприйнятливі форми.

Для об'єктивної диференціації зразків щодо стійкості достатнім можливо вважати фон, на якому не менше 75-80% зразків мають хворі рослини, кошики або качани, а середня ураженість їх складає не менше 10%.

Характеристика вихідного селекційного матеріалу повинна включати відомості про його комбінаційну здатність за стійкістю до основних хвороб певного регіону. Дослідження комбінаційної здатності за стійкістю треба проводити за допомогою тестерів, стійких і сприйнятливих одночасно до декількох захворювань.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Рассел Г.Э. Селекция растений на устойчивость к вредителям и болезням / Г.Э. Рассел. – М.: Колос, 1982. – 421 с.
2. Боровская М.Ф. Болезни кукурузы / М.Ф. Боровская, В.Г. Матичук. – Кишинев: Штиинца, 1990. – 276 с.
3. Грисенко Г.В. Формирование паразитизма и особенности борьбы с факультативными патогенами, поражающими кукурузу: Автореф. дис... д-ра биол. наук: Всесоюзный НИИК / Г.В. Грисенко.- Киев, 1970. – 49с.
4. Петренкова В.П. Теоретичні основи селекції соняшнику на стійкість до некро-

- трофних патогенів: Автореф. дис. ... док-ра с.-г. наук: спец. 06.01.05 «Селекція рослин» / В.П.Петренкова. – Одеса, 2005. – 35 с.
5. Кобелева Э.Н. Особенности наследования устойчивости к болезням кукурузы / Э.Н. Кобелева // Селекция и технолог. воздел. кукурузы и некоторые вопросы агротех. др. культур в сев.-запад. части Степи УССР. – Днепропетровск, 1976. – С. 48-54.
  6. Петренкова В.П. Стійкість до хвороб гібридів та самозапилених ліній соняшнику Селекційно-генетичного інститут / В.П. Петренкова, Б.Ф. Вареник, І.Ю. Боровська // Зб. наук. пр.. СГІ–НЦНС.– Одеса: СГІ–НЦНС, 2012. – С. 94-101.
  7. Грисенко Г.В. Методика фитопатологических исследований на кукурузе / Г.В. Грисенко, Е.Л. Дудка.– Днепропетровск, 1980.– 29с.
  8. Грисенко Г.В. Методы определения устойчивости кукурузы к стеблевым гнилям / Г.В. Грисенко, Н.Б. Навроцкая, П.В. Инглик // Новые приемы борьбы с вредителями и болезнями кукурузы. – Дніпропетровськ., 1979. – С. 86-94.
  9. Методика випробування і застосування пестицидів / Трибіль С.О., Снігарьова Д.Д., Секун М.П., Иващенко О.О. [та ін.]; за ред. проф. С.О.Трибіля.– К.:Світ, 2000. – 448 с.
  10. Методика державного випробування сортів рослин на придатність до поширення в Україні. – К.: Алефа, 2003. – Ч. I. – 106 с.
  11. Кукин В.Ф. Болезни подсолнечника и меры борьбы с ними / В.Ф.Кукин. – М.: Колос, 1982. – 75 с.
  12. Чернобай Л.М. Ознакова колекція – джерело стійкості проти сажкових хвороб вихідного матеріалу для селекції кукурудзи в умовах східного Лісостепу України / Л.М.Чернобай // Генетичні ресурси рослин: науковий журнал. – Харків: ІР ім. В.Я. Юр'єва, 2008.– № 5. – С.147-159.
  13. Griffing V.A. A generalized treatment of diallel crosses in quantitative inheritance / V.A. Griffing // Heredity. – 1956. – N 10. – P. 31-50.
  14. Литун П.П. Генетическая организация количественных признаков и прогнозирование гетерозиса / П.П. Литун, А.Л. Зозуля // Селекция и семеноводство. – К.: Урожай, 1987. – Вып. 63. – С. 16-23.
  15. Боровська І.Ю. Можливість диференціації гібридів соняшнику за низьких рівнів ураженості збудником фомопсису / І.Ю.Боровська, В.В.Кириченко, В.П.Петренкова, В.В.Баранова // Селекція та насінництво: міжвід. тем. наук. зб. – Харків, 2007. – Вип. 97. – С. 25-31.

Надійшла 08.04.2013 р.