

ОПАЛКО А.І.^{1,2}, КОЦЮБА С.П.²

¹ Національний дендрологічний парк „Софіївка” НАН України
Україна, 20300, Умань, Черкаської обл., вул. Київська, 12А,
e-mail: opalko_a@ukr.net

² Уманський національний університет садівництва
Україна, 20305, Умань, Черкаської обл., п/в “Софіївка-5”,
e-mail: usau@usau.ic.ck.ua

СТАБІЛЬНІСТЬ УРОЖАЙНОСТІ ЯК КРИТЕРІЙ ЦІННОСТІ НОВИХ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ

Кукурудза була інтродукована в Європу у 1492–1493 рр. після повернення Х. Колумба з першої експедиції до Нового Світу [11]. Це мабуть найбільш окультурена рослина. За історичної доби селекція кукурудзи, як і решти культивованих рослин, впродовж тривалого часу орієнтувалась на генотипи з максимальною потенційною продуктивністю. Однак у середовищі селекціонерів і генетиків склалося переконання, що у процесі багаторазового добору генотипів з комплексами переважно рецесивних генів, які контролюють потенційну продуктивність, поліморфізм вихідного матеріалу зменшується з рівнобіжним зменшенням адаптивності [4, 6]. Ця на перший погляд апіорна теза нещодавно була ревізована [8] з посиланням на власні спостереження й авторитетні джерела [1, 3, 12, 18]. Ще в 1893 р. німецький ботанік А. Шульц [18] звернув увагу на те, що сучасні (на той час) ареали рослин не відображали їхні потенційні адаптаційні можливості. Сумніви в досконалості теорії кліматичних аналогів висловлював М.І. Вавилов [1], а при уважному аналізі першоджерел еволюційної теорії стає очевидним, що за Ч. Дарвіном [12] саме внаслідок виконуваного селекціонером штучного добору мінливість одомашнених видів може зростати, однак переважно за ознаками, які були предметом безпосереднього добору, майже не впливаючи на решту ознак. А.М. Гродзінський [3] пояснював пристосувальні реакції інтродукованих рослин надлишком спадкової інформації, яка проявляється в фенотипі інтродуцентів у нових умовах. Побоювання втрати генетичного різноманіття *Zea mays* L. спонукало до розробки глобальної стратегії його збереження [14] і ряду національних програм [12, 15–17].

З розвитком селекції на гетерозис і поширенням міжлінійних гібридів поліморфізм інбредних ліній як компонентів гетерозисних гібридів різко зменшився. У більшості організмів, які розмножуються статевим способом, близькоспоріднене схрещування (інбридинг) спричинює підвищення рівня гомозиготності. Механізм такої гомозиготизації знайшов своє пояснення у працях Г. Менделя та численних його послідовників [2, 5, 10, 15]. Підвищення рівня гомозиготності може супроводжуватись інбредною депресією, яка насамперед стосується адаптивності.

У селекційних програмах створення нових гетерозисних гібридів кукурудзи передбачається обов'язкове врахування параметрів стабільності продуктивності, що безпосередньо зв'язано з адаптивністю [4], як самих

гетерозисних гібридів, так і інбредних ліній — компонентів цих гібридів [7]. Подальший розвиток ідей адаптивності сприяв наповненню новим змістом поняття антропоадаптивності [6, 10] як спроможності генотипу відповідати потребам виробника, переробника і споживача біологічної продукції. Екологічна стабільність гібридів, їхня стійкість щодо коливань агрокліматичних умов як здатність формувати високі врожаї у сприятливих умовах за незначного зменшення кількості і якості врожаю у несприятливі роки стала головним критерієм оцінювання і добору.

Матеріали і методи

Дослідження проводили у 2003–2009 рр. на селекційній ділянці кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології Уманського національного університету садівництва (УНУС). Згідно Фізико-географічного районування України [9] дослідні поля УНУС розташовані у Центральнопридніпровській височинній області Подільсько-Придніпровського краю Лісостепової Зони України в типових для цієї зони умовах.

Застосовували загальноживані методики з власними модифікаціями [5, 7]. Оцінку комбінаційної здатності виконували в діалельних схрещуваннях за четвертим методом першої моделі Гріфінга [5]. Внаслідок вивчення 128 інбредних ліній вітчизняної та зарубіжної селекції у 2004–2006 рр. було відібрано за найвищими ефектами комбінаційної здатності (ЗКЗ і СКЗ) інтродуковані — ВІР44 (Росія), Со125 (Канада), F115 (Франція) і вітчизняні інбредні лінії — Ум331, Ур273 і Чк73, про які ми вже повідомляли [7]. Продуктивність отриманих гібридів порівнювали зі стандартами — Петрівський 169 СВ та Р 3978. Показник врожайності зерна перераховували на 14 відсоткову вологість.

Результати та обговорення

У середньому за роки досліджень найвищу врожайність зерна забезпечили гібриди Ум331×Со125 та Ум331×ВІР44 з показниками 12,05 та 11,95 т/га, що майже у півтора рази більше кращого стандарту Петрівський 169СВ. Гібрид F115×Ур273 стабільно перевищував кращий стандарт на 20%, що позитивно характеризує згадану комбінацію (табл. 1).

Гібриди Ум331×ВІР44 та Ум331×Со125 мало відрізнялись за середньою врожайністю, однак Ум331×ВІР44 у гіршому за сезонним розподілом вологи році знизив урожай на 1,7 т/га. Р 3978 у несприятливий рік зменшив урожайність майже на 2 т/га, що було найгіршим показником у досліді.

Подальший розрахунок параметрів адаптивної здатності, стабільності, селекційної цінності та коефіцієнтів регресії (ϵ_i) і нелінійності (l_{gi}) показників стійкості підтвердив переваги Ум331×Со125, який характеризувався стабільним ступенем стійкості реалізації адитивного ефекту генотипу та середовища (табл. 2).

За рівнем стабільності досліджувані генотипи було об'єднано в три групи: високастабільні (низький показник σ_{CA3i}^2 і $\epsilon_i \gg 1$); середньопластичний тип — σ_{CA3i}^2 близька до середньої, а $\epsilon_i = 1$; інтенсивного типу з сильною реакцією на зміну умов вирощування (висока σ_{CA3i}^2 і $\epsilon_i \geq 1$).

Таблиця 1

Врожайність кращих гетерозисних гібридів кукурудзи, т/га

Гібрид	Урожайність за роками		Середнє	± до стандарту Петрівський 169 СВ	% від стандарту Петрівський 169 СВ
	2008 р.	2009 р.			
Петрівський 169 СВ (st. 1)	8,50	8,25	8,38	0	0
P 3978(st. 2)	8,73	6,64	7,68	-0,66	91,65
Ум331×Со125	12,10	12,00	12,05	+3,67	143,79
Ум331×ВІР44	12,80	11,10	11,95	+3,57	142,60
Чк73×Ур273	8,63	8,18	8,40	+0,02	100,23
F115×Ур273	10,10	10,10	10,10	+1,72	120,52
Середнє	10,14	9,38	9,76		
НІР _{0,95}	2,48	1,63			

Таблиця 2

Параметри адаптивної здатності, стабільності та селекційної цінності кращих гібридів за ознакою “урожай сухого зерна” (2008–2009 рр.)

Параметр	Петрівський 169 СВ	P 3978	Ум331× Со125	Ум331× ВІР44	Чк73× Ур273	F115× Ур273
Ефект ЗАЗ	-0,70	-1,40	2,67	1,90	-1,85	-0,61
Ранг ЗАЗ	4	5	1	2	6	3
Варіанса САЗ, ($\sigma^2_{САЗ}$)	2,80	1,88	3,28	6,57	3,55	2,35
Відносна стабільність (S_{gi} , %)	16,0	17,8	16,7	23,3	26,0	17,3
Ранг S_{gi} %	1	4	2	5	6	3
Коефіцієнт регресії (ϵ_i)	0,11	0,97	0,36	1,72	1,29	0,56
Коефіцієнт нелінійності, (l_{gi})	1,95	0,93	2,29	3,24	1,75	2,64
СЦГ	8,38	3,33	11,75	2,84	1,25	1,43
Ранг СЦГ	2	3	1	4	6	5
Сума рангів	7	12	4	11	18	11

Примітка: Ефект ЗАЗ = ± т/га від середнього популяційного ефекту 9,08.

До групи високостабільних віднесено гібриди Ум331×Со125, F115×Ур273 та Петрівський 169 СВ, що характеризувались низькою реакцією на коливання умов середовища, однак вони не забезпечили бажаного відгуку на покращення умов вирощування. P 3978 характеризувався середньою нормою реакції і $\epsilon_i=0,97$, що близько $\epsilon_i=1$, тому його віднесено до середньопластичного типу. Дані гібриди здатні успішно пристосовуватись до змінних умов середовища. Більш чутливими до коливань умов вирощування були

гібриди третьої групи Ум331×ВІР44 та Чк73×Ур273. Найвищий ефект ЗАЗ був у гібридних комбінацій Ум331×Со125 та Ум331×ВІР44, однак ранг селекційної цінності генотипу був вищим у гібрида Ум331×Со125.

За сумою рангів вивчені гібриди розташувались у такому порядку: Ум331×Со125, Петрівський 169 СВ, Ум331×ВІР44, F115×Ур273, Р 3978 і Чк73×Ур273. Ранжуючи ці ж гібриди в порядку зменшення середньої врожайності отримуємо дещо інше розташування: Ум331×Со125, Ум331×ВІР44, F115×Ур273, Чк73×Ур273, Петрівський 169 СВ, Р 3978. При цьому першу позицію в обох рядах посів гібрид Ум331×Со125, що дає підстави визнати його кращим. Відомий гібрид Петрівський 169 СВ поступався за середньою врожайністю новим гібридам, однак сума рангів стабільності вказую на неповністю вичерпаний потенціал цього гібрида.

Висновок

Всебічний аналіз комплексу параметрів продуктивності та адаптивної здатності нових гібридних комбінацій та районованих гібридів-стандартів кукурудзи дав змогу виділити кращий — Ум331×Со125, який готується до подання на його включення до Державного сортовипробування.

Література

1. *Вавилов Н.И.* Ботанико-географические основы селекции.— М.; Л.: Гос. изд-во совх. и колх. лит-ры, 1935.— 60 с.
2. *Вавилов Н.И.* Менделизм и его значение в биологии и агрономии // Мендель Г. Опытты над растительными гибридами.— М.: Наука, 1965.— С. 98–106.
3. *Гродзінський А.М.* До системи уявлень про інтродукцію та акліматизацію рослин // Інтродукція та акліматизація рослин на Україні.— К., 1978.— Вип.12.— С. 3–7.
4. *Жученко А.А.* Адаптивна система селекції растений (еколого-генетические основы).— М.: РУДН, 2001.— Т.1.— 780 с.
5. *Литун П.П., Проскурин Н.В.* Генетика количественных признаков. Генетические скрещивания и генетический анализ: Учебное пособие.— Харьков: ХГАУ им. В.В. Докучаева, 1992.— 96 с.
6. *Опалко А.И., Опалко О.А.* Проблема повышения антропоадаптивного потенциала культурных растений // Актуальные проблемы сохранения устойчивости живых систем: Мат. VIII Международ. науч. экологической конф. (Белгород, 27–29 сентября 2004 г.).— Белгород: Изд-во БелГУ, 2004.— С. 152–153.
7. *Опалко А.И., Савченко С.П.* Селекційна цінність інбредних ліній та отриманих на їхній основі гетерозисних гібридів кукурудзи уманської селекції // Зб. наук. пр. НДП “Софіївка” НАН України.— 2006.— Вип.2.— С. 123–132.
8. *Термена Б.К.* Значення генотипічної мінливості в аспекті адапційної здатності рослин // Інтродукція рослин.— 2009.— №1.— С. 29–32.
9. *Фізико-географічне районування* // Національний атлас України.— К.: ДНВП “Картографія”, 2007.— С. 228–229.
10. *Яценко А.О., Опалко А.И.* Напрями і перспективи селекції культурних рослин // Еволюція рослинного світу в природному і культигенному середовищі: Зб. тез доп. Міжнарод. наук. конф. “Еволюція рослинного світу в природному і культигенному середовищі”, присвяченої 200-річчю зо дня народження Чарльза Дарвіна (20–23 жовтня 2009 р.).— Умань: НДП “Софіївка” НАН України, 2009.— С. 128–129.
11. *Brandolini A., Brandolini A.* Classification of Italian maize (*Zea mais* L.) germplasm // Plant Genetic Resources Newsletter.—2001.— №126.— P. 1–11.

12. *Darwin Ch.* On the origin of species by means of natural selection, or the preservation of favored races in the struggle for life.— London: John Murray, 1859.— 502 p.

13. *Eschholz T.W., Peter R., Stamp P., Hund A.* Genetic diversity of Swiss maize (*Zea mays* L. ssp. *mays*) assessed with individuals and bulks on agarose gels // *Genetic Resources and Crop Evolution*.— 2008.— Vol.55, №7.— P. 971–983.

14. *Global strategy for the ex situ conservation and Utilization of Maize Germplasm* September 2007.— 62 p.

15. *Holland J.B.* Increasing Yield // *Handbook of Maize: Its Biology*.— N.Y.: Springer, 2008.— P. 469–482.

16. *Peter R., Eschholz T.W., Stamp P., Liedgens M.* Swiss maize landraces — Early vigour adaptation to cool conditions // *Acta Agronomica Hungarica*.— 2006.— Vol.54, №3.— P. 329–336.

17. *Reif J.C., Fischer S., Schrag T.A., Lamkey K.R., Klein D., Dhillon B.S., Utz H.F., Melchinger A.E.* Broadening the genetic base of European maize heterotic pools with US Cornbelt germplasm using field and molecular marker data // *Theoretical and Applied Genetics*.— 2010.— Vol.120, №2.— P. 301–310.

18. *Schultz A.* Grundzüge der Entwicklungsgeschichte der Pflanzenwelt Mitteleuropas seit dem Aus gange der Tertiärperiode: Inaug-Diss.— Halle, 1893.— 32 s.

Резюме

Вивчали врожайність і параметри адаптивної здатності, стабільності, селекційної цінності, а також коефіцієнти регресії (ϵ) і нелінійності (I_{gr}) як показників стійкості гібридів кукурудзи. Кращий за продуктивністю і стабільністю гібрид Ум331ХСо125 готується до подання на включення до Державного сортовипробування.

Изучали урожайность и параметры адаптивной способности, стабильности, селекционной ценности, а также коэффициенты регрессии (ϵ) и нелинейности (I_{gr}) как показатели устойчивости гибридов кукурузы. Лучший за продуктивностью и стабильностью гибрид Ум331ХСо125 готовится к представлению на включение в Государственное сортоиспытание.

The productivity and parameters of adaptive ability, stability, selection value and also coefficients of regression (ϵ) and nonlinearity (I_{gr}) as indexes of maize hybrids firmness were studied. The best after the productivity and stability the hybrid of Um331ХСо125 prepares to presentation on including to State strain testing.

ПОЗНЯК С.И.^{1,2}, ЮДАНОВА С.С.¹, МАЛЕЦКАЯ Е.И.¹, МАЛЕЦКИЙ С.И.¹

¹ *Институт цитологии и генетики СО РАН
Россия, 630090, Новосибирск, пр. Лаврентьева, 10
e-mail: Svetlana-poznyak@rambler.ru*

² *Новосибирский Государственный Аграрный Университет, МСХ РФ
Россия, 630039, Новосибирск, ул. Добролюбова, 160*

АПОЗИГОТИЧЕСКАЯ РЕПРОДУКЦИЯ СЕМЯН У САХАРНОЙ СВЕКЛЫ В ДВУХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗОНАХ

Свекла — перекрестно опыляющееся растение, которой присуще открытое цветение и обилие пыльцы, легко разносимой ветром. Как полагают специалисты в области эмбриологии растений, семена у свеклы возникают в результате двойного оплодотворения [1–3]. Такой тип семенной репродук-