

УДК 633.11:631.527:631.524.022

В. М. Стариченко, кандидат сільськогосподарських наук
ННЦ «Інститут землеробства НААН»
stvas@ukr.net

Порівняльна оцінка передбачуваних і непередбачуваних середовищ як фонів для добору на адаптивну здатність

Проведено дослідження на адаптивність 122 селекційних ліній пшениці м'якої озимої у трьох точках протягом трьох років. Визначено зразки екологічного сортовипробування, які мали як високу, так і середню стабільність і пластичність та високу середню урожайність і є перспективними для проведення кваліфікаційної експертизи. Проаналізовано середовища досліджень за диференціюючою здатністю. Виділено середовища, які дають можливість ідентифікувати генотипи за потенціалом урожайності та адаптивністю. Встановлено, що параметри адаптивної здатності й стабільності зразків пшениці м'якої озимої, отримані під час вирощування як у різних географічних точках, так і в одній точці протягом кількох років, тісно корелювали, що підтверджує гіпотезу про достовірність оцінки генотипів за адаптивністю в одній локації. Рівень зв'язку був середнім лише за варіансою взаємодії генотип–середовище. Проте цей показник не є визначальним, тому такий рівень зв'язку істотно не обмежує використання методу в цілому.

Ключові слова:

адаптивність, метод визначення адаптивності, оцінка середовищ, пшениця м'яка озима, урожайність.

Вступ. Адаптивна здатність сорту, поряд з урожайністю, була і залишається одним з тих чинників, які визначають поширення сорту у виробництві. Високоадаптивні сорти є запорукою одержання стабільного урожаю в мінливих погодно-кліматичних умовах та в різних еколого-географічних зонах. Під адаптивною здатністю розуміють здатність генотипу підтримувати властивий йому фенотиповий вираз ознаки в певних умовах середовища. Говорячи про адаптивність, ми маємо на увазі насамперед стійкість до несприятливих абіотичних факторів, які змінюються залежно від середовища вирощування.

Необхідність в адаптивній селекції зростає з рівнем селекційної проробки культурних рослин. В її основі лежить розуміння суті та закономірностей прояву генетичних механізмів, які зумовлюють реакцію макросистем на зміни умов середовища (норма реакції) [1].

Значна частина робіт, присвячених визначенню адаптивної здатності, базується на даних, одержаних в одній географічній локації протягом кількох років. Вважають, що цього достатньо для достовірної оцінки зразків за цією ознакою. Проте наявні в одній точці ґрунтово-кліматичні умови можуть не охоплювати весь спектр

несприятливих абіотичних чинників, тому необхідно перевірити зразки у кількох географічних точках. Таким чином, середовища розділяють на передбачувані (ґрунтово-географічні точки) та непередбачувані (умови року).

Для селекціонерів важливою є можливість оцінити передбачувані середовища як фон для добору. Виділяють три групи фонів: стабілізуючий, на якому поліморфізм популяції не виявляється; аналізуючий, який сприяє виявленню різних біотипів, та нівелюючий, на якому пригнічується життєздатність різних біотипів і нівелюється різниця між ними [2].

Мета досліджень полягає у визначенні диференціюючої властивості передбачуваних і непередбачуваних середовищ та доборі оптимального фону для оцінювання зразків на адаптивну здатність.

Матеріали та методика досліджень. Є різні підходи до оцінки стабільності генотипів рослин. Для вивчення реакції генотипу на зміну умов вирощування розроблено ряд методик: К. W. Finlay, G. N. Wilkingsone [3], S. A. Eberhart, W. A. Russel [4], В. З. Пакудін [5], В. В. Хангільдін, Н. А. Литвиненко [6], В. А. Зикін [7] та ін.

А. В. Кильчевський, Л. В. Хотильова [8] за-

Порівняльна оцінка передбачуваних і непередбачуваних середовищ як фонів для добору на адаптивну здатність

пропонували метод, що дає можливість виявити загальну та специфічну адаптивну здатність генотипів, їхню стабільність, а також порівнювати середовища за їхньою здатністю диференціювати генотипи. Вибір методу зумовлений необхідністю порівняння диференціюючої здатності середовищ під час використання як різних географічних локацій, так і умов року як середовища.

Матеріалом були 122 селекційні лінії пшениці озимої селекції ННЦ «Інститут землеробства НААН». Адаптивність визначали за врожайністю. Дослідження проводили протягом 2011–2013 років у трьох точках: Копилівському дослідному полі (с. Копилів, Макарівський р-н, Київська обл.), Черкаській дослідній станції (ДС) (с. Холоднянське, Смілянський р-н, Черкаська обл.) та Панфільській ДС (с. Панфили, Яготинський р-н, Київська обл.). Копилівське дослідне поле географічно та за ґрунтово-кліматичними умовами належить до зони Полісся, Черкаська ДС – типовий правобережний Лісостеп, Панфільська ДС – лівобережний Лісостеп. З урахуванням географічних локацій та років отримали шість середовищ. Середовища позначили латинськими літерами в такій послідовності: *A* – Черкаська ДС, 2012 р.; *B* – Копилівське дослідне поле, 2011 р.; *C* – Копилівське дослідне поле, 2012 р.; *D* – Панфільська ДС, 2011 р.; *F* – Панфільська ДС, 2012 р.; *E* – Панфільська ДС, 2013 р.

Погодні умови в трьох пунктах досліджень склалися по-різному й найсприятливішими були на Панфільській та Черкаській дослідних станці-

ях. У 2010–2011 рр. осіння посуха не дала можливість провести сівбу пшениці м'якої озимої в оптимальні строки, її посіяли 29 вересня–10 жовтня на всіх пунктах досліджень. Достатня та надмірна волога у 2012 та 2013 рр. дала можливість посіяти розсадники 15–29 вересня. Суворозима 2012/13 року внесла свої корективи у формування врожаю пшениці озимої. Максимальна температура повітря грудня підвищувалася до плюс 6–10°C, мінімальна – знижувалася до мінус 18–23°C. Поверхня ґрунту охолоджувалася до мінус 20°C.

Для визначення диференціюючої здатності середовища (ДЗС) використовують варіансу $\sigma^2_{ДЗС}$. Варіанса відображає диференціюючу здатність середовища, показник s_{ek} – відносна диференціююча здатність. Чим вища варіанса, тим сильнішим буде поліморфізм у середовищі за цією ознакою. Показник d_k характеризує поліморфізм у певному середовищі. Варіанса є варіансою ефекту середовища у взаємодії генотип-середовище. Коефіцієнт l_{ek} відображає нелінійність реакції генотипів у певному середовищі, коефіцієнт компенсації середовища K_{ek} – величину компенсації/дестабілізації середовища [8].

Площа облікової ділянки екологічного сортовипробування становила 10 м² у чотирикратній повторності.

Результати досліджень. Урожайність зразків у різних середовищах наведено на рисунку 1. Висока середня урожайність (5–6 т/га) є характерною для середовищ *A*, *F*, *E*, при цьому

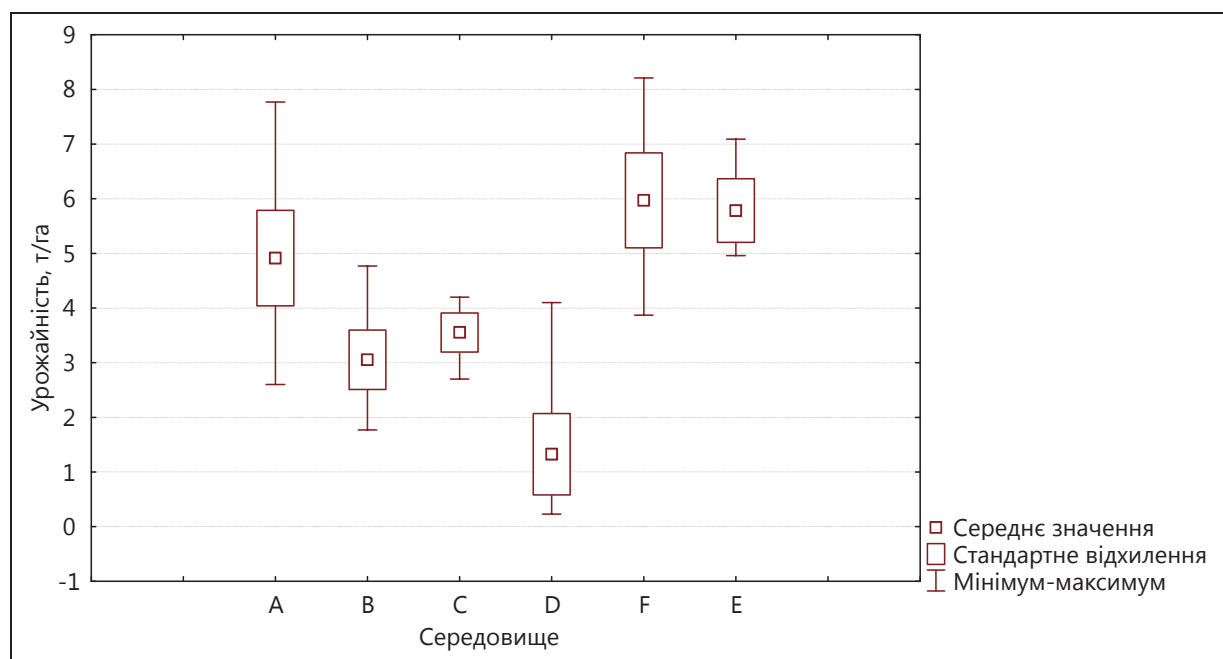


Рис. 1. Мінливість урожайності ліній пшениці м'якої озимої залежно від середовища вирощування

Порівняльна оцінка передбачуваних і непередбачуваних середовищ як фонів для добору на адаптивну здатність

стандартне відхилення та розмах варіації буде найнижчим у середовищі *E*. Тут же зазначено найвищу мінімальну урожайність, що становила близько 5 т/га. Порівняно з середовищами *A* і *F*, які також дали можливість виявити високопродуктивні зразки, середовище *E* дало менше можливостей для диференціації низькопродуктивних форм.

У середовищі *D* зазначено найнижчу середню урожайність – 1,4 т/га, проте коефіцієнт варіації становив 56%, що свідчить про значне варіювання ознаки. У середовищі *B* максимальна урожайність була практично на рівні середовища *D*, однак середнє та мінімальне значення були істотно вищими, а стандартне відхилення свідчить про середній рівень варіації.

Оскільки дослідження проводили невідривно від селекційного процесу, значна частина генотипів була представлена не в усіх середовищах. У зв'язку з невеликою кількістю спостережень (15), що може спричинити відхилення від нормального розподілу та спотворення результатів, з дослідження вилучили середовище *C*. Обчислення проводили за трьома варіантами. Перший варіант (I) включає географічні локації – середовища *ABD*, кількість зразків – 120. Згідно з другим варіантом (II) середовищами вважали три роки досліджень в одній локації – *DFE*, кількість представлених зразків – 29. Третій варіант (III) представляє максимальну кількість середовищ – *ABDEF*. Різниця між урожайністю зразків у різних середовищах підтверджена результатами дисперсійного аналізу.

Загалом за параметрами адаптивної здатності проаналізовано 122 генотипи пшениці озимої. Визначено зразки екологічного сорто-випробування, які мали як високу, так і середню стабільність і пластичність та високу середню урожайність, перспективні для передачі на державне сорто-випробування.

Оскільки використовували як умови року, так і різні географічні точки, то для порівняння середовищ доцільно користуватися разом з варіансом диференціюючої здатності також і показником відносної диференціюючої здатності. Найвищий показник s_{ek} (від 46,6 до 50,95%) зафіксовано в середовищі *D* (Панфільська ДС, 2011 рік), у якому склалися вкрай несприятливі погодні умови для вирощування озимої пшениці, що зумовило надзвичайно низьку урожайність та значну диференціацію зразків за цією ознакою (табл. 1). Відносна диференціююча здатність інших середовищ коливалася від 8,46

до 14,92%. У той же час варіанса була найвищою в середовищі *A* – 0,62. За цим параметром високу диференціюючу здатність мають середовища *A*, *D* і *F*, тоді як середовища *B* і *E* – низьку.

Коефіцієнт компенсації/дестабілізації K_{ek} варіює у різних варіантах обчислення, проте в усіх середовищах він перевищує 1, що свідчить про переважання ефектів дестабілізації. Середовища з такими значеннями K_{ek} є придатними для використання як провокаційний фон.

Таблиця 1

Параметри середовища як фон для добору

Варіант	Параметри	Середовище				
		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>D</i>	<i>F</i>	<i>E</i>
I	<i>X</i> сеп, т/га			1,45	6,59	5,99
	d_k			-3,23	1,91	1,31
				0,29	0,23	0,11
				0,46	0,51	0,27
	s_{ek} %			46,61	10,81	8,65
	K_{ek}			3,46	3,83	2,03
II	l_{ek}			0,64	0,46	0,39
	<i>X</i> сеп, т/га	5,12	3,03	1,34		
	d_k	1,96	-0,13	-1,83		
		0,29	0,15	0,27		
		0,59	0,18	0,46		
	s_{ek} %	14,96	14,17	50,95		
III	K_{ek}	6,00	1,88	4,73		
	l_{ek}	0,49	0,83	0,58		
	<i>X</i> сеп, т/га	5,30	3,24	1,38	6,54	5,98
	d_k	0,81	-1,25	-3,11	2,05	1,49
		0,41	0,14	0,36	0,30	0,06
		0,62	0,10	0,47	0,52	0,26
Фон	s_{ek} %	14,92	9,81	49,70	11,02	8,46
	K_{ek}	11,43	1,85	8,60	9,51	4,69
	l_{ek}	0,66	1,40	0,78	0,58	0,23
		Аналізуючий	Стабілізуючий	Аналізуючий	Аналізуючий	Стабілізуючий

Значення коефіцієнта l_{ek} у середовищах *A*, *B*, *D* і *F* перевищує 0,5, що свідчить про переважно нелінійну реакцію генотипів на зміни в цьому середовищі, а в середовищі *E* наближається до нуля, що свідчить про лінійність реакції генотипів.

Оскільки у середовищі *D* зазначено найнижчу середню урожайність, його доцільно використовувати як фон для оцінювання генотипів на стійкість до несприятливих чинників. Середовище *F*, навпаки, забезпечує найвищу середню урожайність при високій, що дає можливість використовувати його як фон для диференціа-

Порівняльна оцінка передбачуваних і непередбачуваних середовищ як фонів для добору на адаптивну здатність

ції за потенціалом урожайності. Середовища *D* і *F* відповідають Панфільській ДС, умовам 2011 і 2012 рр. відповідно.

За параметрами адаптивності та стабільності, розрахованими для ліній пшениці озимої екологічного сортовипробування, визначали відповідність результатів, одержаних за різними варіантами обчислень. Для цього встановили лінійний кореляційний зв'язок між варіантами за масивами одержаних параметрів (табл. 2). Коефіцієнти кореляції, які ми визначали, свідчать про тісний зв'язок, що підтверджує дані інших

авторів про можливість використання для визначення адаптивної здатності генотипів однієї ґрунтово-географічної локації протягом кількох років. Лише коефіцієнт кореляції між значеннями варіанси $\sigma^2_{(G \times E)gi}$ яка визначає ефект генотипу у взаємодії генотип-середовище, отриманими за різними варіантами обчислення, був меншим ніж 0,6. Проте, оскільки цей показник, згідно з авторами методу, не є визначальним, такий рівень зв'язку істотно не обмежує використання методу в одній локації. Всі одержані коефіцієнти кореляції є істотними при $P_{01}(t_{\text{факт}} > t_{\text{теор}})$.

Таблиця 2

Коефіцієнти кореляції за показниками, які одержано при різних варіантах компіляції вихідних даних, враховуючи пропущені значення

Варіанти обчислення	Параметри адаптивної здатності та стабільності генотипів								
	x сер	ЗАзі	$\sigma^2_{(G \times E)gi}$	$\sigma^2_{САзі}$	sg _i	lg _i	kg _i	b _i	СЦГі
Варіант I / варіант II	0,62	0,62	0,49	0,69	0,90	0,94	0,69	0,69	0,95
Варіант II / варіант III	0,85	0,85	0,82	0,72	0,80	0,97	0,72	0,78	0,94
Варіант I / варіант III	0,89	0,89	0,55	0,96	0,90	0,96	0,96	0,96	0,90

Висновки. За параметрами адаптивної здатності проаналізовано 122 генотипи пшениці м'якої озимої. Визначено зразки екологічного сортовипробування, які мали як високу, так і середню стабільність і пластичність та високу середню урожайність, перспективні для передачі на кваліфікаційну експертизу.

Оцінено середовища за параметрами диференціюючої здатності. Середовища *A*, *D* і *F* ми можемо ідентифікувати як аналізуючий фон, а середовища *B* і *E* – як стабілізуючий. Враховуючи мінімальну та максимальну середню урожайність у середовищах, що дає

можливість виявити високоадаптивні зразки та зразки з високою потенційною продуктивністю відповідно, найвищий диференціюючий потенціал мають середовища *D* і *F*, що відповідають Панфільській ДС, умовам 2011 та 2012 рр.

Параметри адаптивної здатності та стабільності зразків пшениці м'якої озимої, одержані під час вирощування у різних географічних точках і в одній точці протягом кількох років, тісно корелювали, що підтверджує гіпотезу про достовірність оцінки зразків за адаптивністю в одній локації

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Адаптивная селекция. Теория и технология на современном этапе / [П. П. Литун, В. В. Кириченко, В. П. Петренко, В. П. Коломацкая]. – Харьков, 2007. – 263 с.
2. Синская Е. Н. Проблема популяций у высших растений / Е. Н. Синская – Л. : Сельхозиздат, 1963. – 124 с.
3. Finlay K. W. The analysis adaptation in a plant breeding programme / K. W. Finlay, G. N. Wilkinson // Australian J. Agric. Res. – 1963. – V. 14. – P. 742–754.
4. Eberhart S. A. Stability parameters for comparing varieties / S. A. Eberhart, W. A. Russel // Crop science. – 1966. – V. 6. – P. 36–40.
5. Пакудин В. З. Оценка экологической пластичности сортов / В. З. Пакудин // Генетический анализ количественных и качественных признаков с помощью математико-статистических методов. – М., 1973. – С. 40–44.
6. Хангильдин В. В. Гомеостатичность и адаптивность сортов озимой пшеницы / В. В. Хангильдин, Н. А. Литвиненко // Науч.-тех. бюл. ВСГИ. – 1981. – Вып. 1 (39). – С. 8–14.
7. Параметры экологической пластичности сельскохозяйственных растений, их расчет и анализ : метод. рекомендации / В. А. Зыкин, В. В. Мешков, В. А. Сапега. – Новосибирск, 1984. – 22 с.
8. Кильчевский А. В. Метод оценки адаптивной способности и стабильности генотипов, дифференцирующей способности среды. Сообщение 1. Обоснование метода / А. В. Кильчевский, Л. В. Хотылева // Генетика. – 1985. – Т. XXI, № 9. – С. 1481–1490.

Порівняльна оцінка передбачуваних і непередбачуваних середовищ як фонів для добору на адаптивну здатність

УДК 633.11:631.527:631.524.022

В. М. Стариченко. Сравнительная оценка предусмотренных и непредусмотренных сред как фонов для отбора на адаптивную способность // Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин : наук.-практ. журн. – 2014. – № 3 (24). – С. 67–71.

Проведено исследование на адаптивность 122 селекционных линий пшеницы мягкой озимой в трёх пунктах на протяжении трёх лет. Определены образцы экологического сортоиспытания, которые имели как высокую, так и среднюю стабильность и пластичность, а также высокую среднюю урожайность и являются перспективными для проведения квалификационной экспертизы. Проанализированы среды по дифференцирующей способности. Выделены среды, которые позволяют идентифицировать генотипы по потенциалу урожайности и адаптивности. Установлено, что параметры адаптивной способности и стабильности образцов пшеницы мягкой озимой, полученные при выращивании как в разных географических точках, так и в одной точке на протяжении нескольких лет, тесно коррелировали, что подтверждает гипотезу о достоверности оценки генотипов по адаптивности в одной локации. Уровень связи был средним только по вариансе взаимодействия генотип–среда. Однако этот показатель не является определяющим, поэтому такой уровень связи существенно не ограничивает использование метода в целом.

Ключевые слова: адаптивность, метод определения адаптивности, оценка сред, пшеница мягкая озимая, урожайность.

UDC 633.11:631.527:631.524.022

V. M. Starychenko. Comparative evaluation of predictable and unpredictable environments as backgrounds for selection to adaptive ability // Sortovivchennia ta okhorona prav na sorty roslin : naukovopraktychnyi zhurnal (Plant Varieties Studying and Protection : journal of applied research). – 2014. – № 3 (24). – P. 67–71.

The research of 122 breeding lines of winter wheat to adaptability have been carried out for three years at three points. Samples for ecological variety testing were determined which have both high and average stability and plasticity, high average yield and are promising for qualified examination. The environments are analyzed for differentiating ability. Environments were selected which allow to identify genotypes for yield potential and adaptive ability. It is established that the parameters of adaptive ability and stability of winter wheat samples obtained during cultivation both in various geographical locations and at one point during some years were closely correlated. This confirms the hypothesis that the genotype estimate for adaptive ability in one location is reliable. The connection level was average only for the variance of genotype–environment interaction. However, this parameter is not principal therefore this connection level does not restrict significantly the use of the method in general.

Keywords: adaptability, adaptability determining method, environment assessment, soft winter wheat, yield.

Надійшла 03.09.2014 р.