

УДК 633.16:631.527

Солонечний П. М.*Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН, пр. Московський, 142, м. Харків, 61060, Україна,
e-mail: pashabarley86@gmail.com*

ОЦІНКА АДАПТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ЛІНІЙ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО З ВИКОРИСТАННЯМ АММІ АНАЛІЗУ

Взаємодія генотип-середовище ($G \times E$) є однією з основних тем у селекції рослин, тому що вона є однією з визначальних ознак при створенні та передачі перспективних ліній до Державного сортовипробування. Існує кілька статистичних методів, за допомогою яких можна оцінити ступінь впливу взаємодії $G \times E$ на врожайність та виділити генотипи у яких цей вплив є мінімальним та прогнозувати їх фенотипову реакцію на зміну умов навколишнього середовища. Найбільш поширеними методами є лінійний регресійний аналіз, нелінійний регресійний аналіз, багатовимірний аналіз і непараметрична статистика. Останніми роками квантифікація взаємодії $G \times E$ та дослідження стабільності врожайності ячменю здійснювали за допомогою різноманітних процедур, зокрема методу головних компонент.

Модель АММІ (адитивні основні ефекти і мультиплікативна взаємодія) включає в себе дисперсійний аналіз (ANOVA) і метод головних компонент (PCA) в єдиному підході, який може бути застосований для оцінки стабільності та адаптивності генотипів. АММІ використовує ANOVA щоб перевірити основні ефекти генотипу і середовища та PCA для аналізу залишкової мультиплікативної взаємодії між генотипами і навколишнім середовищем з метою визначення сума квадратів взаємодії $G \times E$ з мінімальною кількістю ступенів свободи. Крім того, АММІ одночасно квантифікує внесок кожного генотипу і середовища в суму квадратів $G \times E$ та забезпечує легку графічну інтерпретацію результатів методом побудови графіка біплот. Тому, з цією технікою, можна легко визначити продуктивні сорти з широкою адаптивністю, а також розмежувати агрономічне зонування сортів з певною пристосованістю і визначити умови, оптимальні для проведення випробувань.

Метою даного дослідження була оцінка адаптивності і стабільності врожайності ліній ячменю ярого з використанням АММІ аналізу і допоміжних непараметричних статистик для добору генотипів з високою продуктивністю і фенотиповою стабільністю завдяки зменшеним ефектам взаємодії $G \times E$.

Дослідження проведено в 2012–2015 рр. у лабораторії селекції та генетики ячменю Інституту рослинництва імені В. Я. Юр'єва НААН. Вихідним матеріалом для досліджень були вісім перспективних ліній ячменю ярого та два сорти-стандарти 'Взірець' і 'Командор'.

Аналіз адаптивності і стабільності проводили методом АММІ за Zobel *et al.* (1988),

Рівень фенотипової стабільності генотипів визначали за показником ASV (AMMI stability value), який розраховували за формулою Purchase (2000).

Індекс стабільності врожайності (YSI) розраховували за формулою:

$$YSI = RASV + RY,$$

де RASV – ранг генотипу за рівнем ASV;

RY – ранг за врожайністю (Y).

Математичну обробку даних урожайності генотипів ячменю ярого проведено з використанням програми CropStat 7.2.

Контрастні гідротермічні умови років досліджень дозволили достовірно оцінити генотипи за стабільністю та адаптивністю. Середня врожайність досліджених сортів та ліній коливалась від 2,79 т/га в 2013 році до 6,55 т/га в 2014 році.

Використовуючи дисперсійний аналіз, сума квадратів врожайності була розділена на ефекти генотипу, навколишнього середовища і взаємодії генотип-середовище ($G \times E$). Найвищий внесок в мінливість пояснюється ефектом навколишнього середовища (89,0 %) та значно меншими внесками генотипу і взаємодії генотип-середовище, що пояснюють 5,8 % і 5,2 % дисперсії, відповідно. Великий внесок фактору середовища у загальну дисперсію врожайності пов'язаний зі значною мінливістю гідротермічних умов у роки проведення досліджень. Взаємодія $G \times E$ була додатково розділена з використанням методу головних компонент. В наших дослідженнях перші дві вісі PCA пояснювали 95 % варіабельності взаємодії, що зробило можливою оцінку стабільності генотипів за цими двома компонентами.

Модель АММІ не передбачає кількісної оцінки міри стабільності, тому для кількісної оцінки і ранжирування генотипів за стабільністю врожайності Purchase *et al.* (2000) запропонували показник ASV. ASV являє собою відстань від центра (нуля) в двовимірній скаттерограммі з ІРСА1 (вісі першого головного компоненту взаємодії) та ІРСА2 (вісі другого головного компоненту взаємодії). Оскільки ІРСА1 вносить більший внесок у суму квадратів взаємодії генотип-середовище, він повинен мати пропорційний внесок у порівнянні з ІРСА2, щоб компенсувати частку відносного вкладу ІРСА1 і ІРСА2 у загальну взаємодію GE. У методі ASV генотипи з найменшим рівнем ASV є найбільш стабільними. Серед досліджених зразків лінії 06-652 та 09-837 були найбільш стабільними, а лінії 05-393, 09-2162 та 08-1385 мали значне варіювання врожайності.

Стабільність сама по собі, однак, не є єдиним параметром при оцінці генотипу, тому що найстабільніші генотипи не обов'язково матимуть високу продуктивність. Отже, існує потреба в підходах, які включають інтегральну оцінку за середньою врожайністю та стабільністю в єдиний індекс, що спонукало різних дослідників запропонувати різні критерії для одночасного добору за врожайністю та її стабільністю. Оскільки ASV враховує ІРСА1 і ІРСА2, які включають більшу частину варіації взаємодії $G \times E$, тому ранг ASV є достовірною оцінкою стабільності генотипів. Сума рангів ASV та врожайності дають комплексну оцінку генотипів за стабільністю та врожайністю, так званий «індекс стабільності врожайності» (YSI). Генотипи з найменшим YSI вважається найбільш стабільним та врожайними. В наших дослідженнях такими генотипами є лінії 06-652 та 09-837.

Щоб ілюструвати вплив кожного генотипу і середовища, були побудовані АММІ1 і АММІ2 біплоти. В даному випадку найбільш стабільними виявилися лінії 06-652, 09-837 та 09-791а. Найвищою продуктивністю серед цих генотипів характеризувалась лінія 09-837, що робить її найбільш бажаним генотипом. Лінія 06-652 також є цінним генотипом, оскільки переважає сорти-стандарти як за середньою врожайністю, так і за стабільністю.

АММІ2 білот, побудований з використанням ІРСА1 та ІРСА2, також вказував на лінії 09-837 та 06-652 як найстабільніші генотипи, оскільки вони були найбільш наближені до центру білот. З іншого боку, генотипи 08-1385 та 05-393 були найбільш нестійкими, тобто вони мали пристосування до конкретних умов вирощування.

Дані графічного аналізу з використанням АММІ1 та АММІ2 підтверджують дані одержані шляхом розрахунку показників ASV та YSI, що робить його повноцінною альтернативою математичним розрахункам.

За результатами досліджень як з використанням показників ASV та YSI, так і за допомогою розбудови графіків АММІ1 та АММІ2, було виділено лінії 06-652 та 09-837, як найбільш перспективний матеріал. Лінію 0-837 передано до Державного сортовипробування під назвою 'Пан'. Показано можливість використання АММІ аналізу для оцінки адаптивних особливостей перспективного селекційного матеріалу на завершальному етапі селекційного процесу.