

DOI: [https://www.doi.org/10.32636/01308521.2019-\(65\)-7](https://www.doi.org/10.32636/01308521.2019-(65)-7)

УДК 633.13:631.52

А. Я. МАРУХНЯК, М. І. ТЕРЛЕЦЬКА, кандидати сільськогосподарських наук
Л. С. ПУРДЯК, фахівець

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Пустомитівського р-ну
Львівської обл., 81115, e-mail: anmarukhnyak@gmail.com

КЛАСТЕРНИЙ РОЗПОДІЛ ГЕНОТИПІВ ВІВСА ЗА ЕКОЛОГІЧНОЮ АДАПТИВНІСТЮ КІЛЬКІСНИХ ОЗНАК ПРОДУКТИВНОСТІ

Наведено результати вивчення адаптивних особливостей селекційних ліній вівса за кількісними ознаками продуктивності: врожайності зерна, кількості і маси зерен у волоті. На підставі трирічних досліджень (2016–2018 рр.) встановлено показники екологічної пластичності, стабільності, мінливості, ефекту генотипу, стресостійкості, генотипової гнучкості, селекційної цінності. Проведено кластерний розподіл генотипів вівса за показниками екологічної адаптивності кількісних ознак.

Ключові слова: овес, селекційна лінія, кількісна ознака, екологічна адаптивність, урожайність, кластерний розподіл.

Вступ. Селекційне вдосконалення сортів зернових культур вийшло на максимальний рівень продуктивності, і подальше підвищення ефективності їх вирощування можливе завдяки впровадженню у селекційний процес нових підходів. Сорт як генетична система специфічно реагує на чинники зовнішнього середовища. Характерною особливістю будь-якого сорту є сукупність властивостей, що визначають його придатність для тієї чи іншої місцевості, і тому правильний вибір сорту має першорядне значення [19].

Створення, поширення та комерційний обіг нових сортів є важливими чинниками забезпечення продовольчої безпеки України [22]. Сортіві ресурси відіграють особливу роль в економічному і соціальному розвитку держави, насамперед, у стабілізації та збільшенні обсягів виробництва продукції рослинництва. Оскільки продуктивні сорти виступають як один з ключових та незамінних факторів впливу на інтенсифікацію та розширення виробництва

сільськогосподарських культур, у центрі уваги має бути саме сорт [25].

Складність створення високопродуктивних та адаптованих генотипів полягає в тому, що існує протиріччя між високою продуктивністю генотипу та його стійкістю до несприятливих чинників навколишнього середовища. Це явище зумовлене особливостями енергетичного балансу рослинного організму, оскільки чим більше енергетичних ресурсів рослина витрачає на підтримання високої стійкості, тим менше їх залишається для формування врожаю за нормальних умов [29]. Для одержання високого реального врожаю потрібно, щоб ознаки продуктивності і екологічної стійкості відповідали умовам зовнішнього середовища [27].

Високоадаптивні сорти є запорукою отримання високих і стабільних врожаїв зерна в мінливих метеорологічних умовах та в різних еколого-географічних зонах. Для реалізації високого генетичного потенціалу проводять розрахунок статистичних параметрів, гомеостатичності та селекційної цінності [22, 26, 31, 33], оцінку екологічної пластичності за врожайністю [22, 26, 29] та іншими кількісними ознаками (структури врожаю та якості зерна) [1, 4, 7, 15, 21, 30].

У наш час починають використовувати методи, які дозволяють візуалізувати розподіл генотипів за поєднанням продуктивності та адаптивності у багатосередовищних випробуваннях: АММІ модель, яка поєднує дисперсійний аналіз та сингулярний розподіл, GGE biplot як графічне відображення матричної мультиплікації [2, 8, 11, 23, 35].

Для того, щоб упорядкувати одержані дослідні дані у наочні структурні об'єкти, розроблено різні методи класифікації. Кластерний аналіз – це узагальнена назва досить великого набору алгоритмів, які використовують для класифікації. Вперше цей термін ввів Р. Тріон (R. С. Трюон) у 1939 р. [13]. Кластерний аналіз використовували для аналізу взаємозв'язків елементів структури продуктивності гороху [3], класифікації самозапильних ліній сорго з позицій подібності їх за фенотипом і генетичним значенням ознак [16], виявлення особливостей популяційної мінливості ячменю ярого за дії різних доз мутагенних факторів на системному рівні [24], ідентифікації окремих груп ліній пшениці озимої за генетично зумовленою врожайністю [5], класифікації голозерних зразків вівса за селекційними індексами [14].

Метою нашої роботи було визначення параметрів екологічної адаптивності генотипів вівса за кількісними ознаками “врожайність зерна”, “кількість зерен у волоті” і “маса зерна у волоті” та проведення

кластерного розподілу генотипів за комплексом показників, які визначають адаптивні та продуктивні особливості.

Матеріали і методи. Дослідження проводили у 2016–2018 рр. на полях лабораторії селекції зернових та кормових культур в умовах селекційно-насіниницької сівозміни Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН. Предметом досліджень були селекційні лінії 112-196 (Львівський 23 / Буг // Обрій), 279-1-3 (Чиж / Ант), 359-1-1 (Komes / Calibre // Ставчанський / Чернігівський 27), 369-6-3 (Ант / Аркан), 407-1 (Крепыш / AC Belmont), 377-1-10 (AC Assinoboia / Zlotnyak), 380-1-9 (Ант / AC Assinoboia), 400-2-10 (ІЗО-14 / Фауст), 405-1-5 (AC Belmont / Крепыш) та стандартні сорти Закат і Артур. Попередник – озимі зернові, фон мінерального живлення – $N_{60}P_{60}K_{60}$, агротехніка – загальноприйнята для вирощування вівса в зоні досліджень. Облікова площа ділянки – 25 м², повторність – чотириразова. Сівбу проводили селекційною сівалкою СКС-6-10 з апаратом центрального висіву, збирання – комбайном «Сампо-130», обліки та спостереження – згідно з відповідними методиками державного сортовипробування [17, 18].

За трьома кількісними ознаками визначали пластичність (b_1) і стабільність (S_1^2) – за S. A. Eberhart і W. A. Russel [36], ефект генотипу, що являє собою різницю між середнім показником кількісної ознаки за набором генотипів і відповідним значенням конкретного генотипу, – за методикою Ю. В. Гудзя та Ю. А. Лавриненка [9].

Стійкість сортів до стресу і середню врожайність у контрастних умовах середовища розраховували за рівнянням A. A. Rossille, J. Hamblin, цит. за А. А. Гончаренком [6]. Рівень стійкості до стресу визначають як різницю між мінімальною і максимальною врожайністю ($Y_2 - Y_1$). Він має від'ємне значення, і при більшій його величині стійкість до стресу вважають вищою. Характеристику сортів доповнює показник $(Y_1 + Y_2) / 2$, який виражає ступінь відповідності між генотипом сорту і різними факторами середовища (генотипова гнучкість) [6, 37]. Гомеостатичність (Hom) та селекційну цінність визначали за В. В. Хангільдіним [32]. Статистичну обробку експериментальних даних проводили за допомогою програми Microsoft Excel [34] з визначенням середніх, мінімальних (min), максимальних (max) значень і розмаху варіації (R). Математичну обробку даних проводили дисперсійним методом [10]. Кластерний аналіз для групування генотипів вівса за показниками екологічної

адаптивності кількісних ознак проводили з використанням евклідових відстаней в програмі STATISTICA 10.

Метеорологічні умови в перші два роки проведення досліджень характеризувалися недостатньою кількістю опадів в основний період вегетації вівса (травень – червень): 2016 р. – 187,2 і 2017 р. – 164,7 мм за середньої багаторічної 280 мм. Температура повітря в усі місяці вегетації без винятку була вищою за середні багаторічні показники. 2018 р. різко виділявся режимом атмосферного зволоження в основному за рахунок зливових опадів у 2-й декаді червня (+ 65 мм до норми). Підвищений рівень опадів також спостерігали в 3-й декаді червня і 2-й декаді липня. Сума опадів за травень – червень становила 338,5 мм, що на 58,5 мм перевищувало багаторічну норму.

Результати та обговорення. Аналіз урожайності генотипів вівса показав, що в середньому за три роки найвищу середню продуктивність продемонстрували селекційні лінії 369-6-3, 279-1-3 і 359-1-1 – відповідно 4,08; 4,02 і 4,00 т/га (табл. 1).

1. Показники екологічної адаптивності генотипів вівса за ознакою "врожайність зерна" (2016–2018 рр.)

Сорт, селекцій- ний номер	Урожайність, т/га			b_i	S^2_i	Hom	Sc	ЕФ	СС	ГГ
	Xlim	Xopt	X							
Закат	3,33	4,22	3,89	1,15	0,06	31,04	3,07	0,17	-0,89	3,78
Артур	3,38	4,39	3,99	1,09	0,21	29,77	3,07	0,27	-1,01	3,89
112-196	3,57	4,41	3,95	1,05	0,03	36,57	3,20	0,23	-0,84	3,99
279-1-3	3,50	4,60	4,02	1,35	0,02	29,25	3,06	0,300	-1,10	4,05
359-1-1	3,67	4,58	4,00	1,11	0,13	31,60	3,21	0,28	-0,91	4,13
369-6-3	3,48	4,50	4,08	1,30	0,04	31,11	3,16	0,36	-1,02	3,99
407-1	2,22	3,23	2,72	1,23	0,01	14,65	1,87	-1,00	-1,01	2,73
377-1-10	3,35	3,96	3,58	0,67	0,10	38,66	3,03	-0,14	-0,61	3,66
380-1-9	3,43	4,05	3,71	0,80	0,01	43,79	3,14	-1,01	-0,62	3,74
400-2-10	3,64	4,27	3,88	0,80	0,04	45,26	3,33	0,16	-0,60	3,94
405-1-5	2,36	3,56	3,13	1,50	0,13	14,60	2,07	-0,59	-1,20	2,96
Середнє	3,27	4,16	3,72	1,10	0,04	31,48	2,93	-0,09	-0,89	3,71
min	2,22	3,23	2,72	0,67	0,00	14,60	1,87	-1,01	-1,20	2,73
max	3,67	4,60	4,08	1,35	0,21	45,26	3,33	0,36	-0,60	4,13
R	1,45	1,37	1,36	0,68	0,21	30,66	1,46	1,37	1,80	1,40

Примітка. Xlim – мінімальна врожайність; Xopt – максимальна врожайність; X – середня врожайність; b_i – коефіцієнт регресії; S^2_i – варіанса стабільності; Hom – гомеостатичність; Sc – селекційна цінність; ЕФ – ефект генотипу, т/га; СС – стресостійкість, т/га; ГГ – генотипова гнучкість, т/га.

При вирощуванні в оптимальних умовах найбільш продуктивні селекційні лінії також були кращими за врожайністю – від 4,50 у 396-6-3 до 4,60 т/га у 279-1-3. За несприятливих умов (Xlim) лише селекційна лінія 359-1-1 виділялася порівняно вищою продуктивністю (3,67 т/га), а кращими за врожайністю були 400-2-10 (3,64 т/га) і 112-196 (3,57 т/га). Голозерні генотипи 407-1 (Крепыш / AC Belmont) і 405-1-5 (AC Belmont / Крепыш) з середнім врожаєм зерна відповідно 2,72 і 3,13 т/га відставали від плівчастих селекційних ліній і стандартних сортів.

Коефіцієнт регресії (b_i) характеризує середню реакцію сортозразка на зміну умов середовища, і більше його значення вказує на ширшу норму реакції та підвищений рівень пластичності. Згідно з коефіцієнтом регресії більшість досліджуваних генотипів вівса були достатньо пластичними за ознакою "врожайність зерна", а найвищою пластичністю відзначилися 279-1-3 ($b_i = 1,35$), 369-6-3 ($b_i = 1,30$) та селекційна лінія 407-1 ($b_i = 1,23$) з голозерним типом зерна. Більш стабільний прояв урожайності зерна виявився у селекційних ліній 380-1-9, 407-1 ($S^2_i = 0,01$) та 279-1-3 ($S^2_i = 0,02$).

Важливим показником стійкості до несприятливих чинників середовища є гомеостатичність, яка показує здатність генотипів зменшувати наслідки впливу шкідливих біотичних та абіотичних факторів. Висока гомеостатичність ознаки "врожайність зерна" виявилася у менш урожайних генотипів 400-2-10, 380-1-9 і 377-1-10 – відповідно 45,26; 43,79 і 38,66. Селекційна лінія з найвищою гомеостатичністю врожайності (400-2-10) показала і найвищу селекційну цінність (3,33).

Найбільш високопродуктивні генотипи вівса (369-6-3, 279-1-3 і 359-1-1) також мали високі показники ефекту генотипу (0,28–0,36) та генотипової гнучкості (3,99–4,13). Найвищий рівень стресостійкості (-0,60...-0,62) виявився у найбільш гомеостатичних генотипів: 400-2-10, 377-1-10 і 380-1-9.

Кластерний аналіз дозволяє ідентифікувати генотипи вівса за генетично зумовленою екологічною пластичністю ознаки врожайності (рис. 1).

Перевага методу кластерного аналізу в тому, що його математичний апарат дозволяє знайти і виділити реально існуюче в ознаковому просторі нагромадження об'єктів (точок) на підставі одночасного групування за великою кількістю ознак [20]. Побудова та аналіз дендрограм деталізує інформацію про характер зв'язків між лініями на рівні кластерів і конкретизує зв'язки між генотипами у їхніх

межах. Дендрограма являє собою одномірний граф кластерів, побудованих за відстанями генетичних дистанцій. Вони розташовані за ієрархічними рівнями і підкреслюють схожість генотипів за обраною для аналізу сукупністю ознак [12].

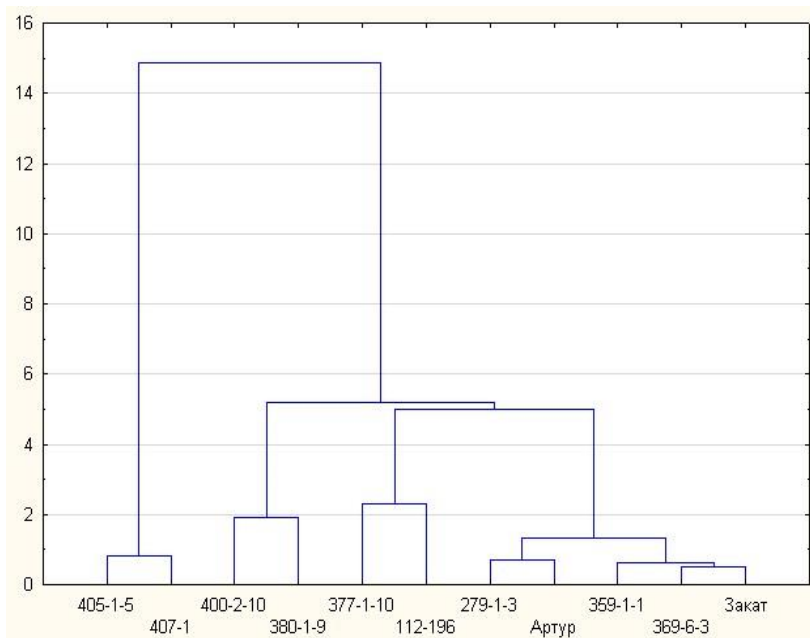


Рис. 1. Результати кластерного аналізу екологічної адаптивності генотипів вівса за ознакою врожайності зерна

Формування кластерів у дослідженнях екологічної адаптивності ознаки "врожайність зерна" розпочалося на відстанях генетичних дистанцій менше 1. Найбільш близькими за показниками пластичності та стабільності виявилися селекційні лінії 359-1-1, 369-6-3 і сорт Закат. Наступний близький підкластер формували сорт Артур і селекційна лінія 279-1-3. Окремий підкластер на дещо більших відстанях утворили лінії 405-1-5 і 407-1, тобто голозерні генотипи. На відстанях генетичних дистанцій, рівних 2 та більше, об'єдналися у підкластери 400-2-10 і 380-1-9 та 377-1-10 і 112-196.

Ознака "кількість зерен у волоті" вирізнялася значною варіабельністю як у роки з оптимальними, так і з несприятливими

умовами вирощування. Середнє значення ознаки за генотипами вівса в оптимальних умовах на 27,1 шт. зерен перевищувало аналізований показник за лімітованих умов. Найвищі середні показники кількості зерен були у селекційної лінії 377-1-10 та стандартних сортів Закат і Артур – відповідно 62,9; 57,2 і 57,7 шт. зерен, проте за оптимальних умов виділялися селекційні лінії 369-6-3 (74,0 шт.) і 400-2-10 (72,0 шт.). Висока пластичність за аналізованою ознакою виявилася у селекційних ліній 400-2-10 ($b_i = 1,52$), 369-6-3 ($b_i = 1,28$) і 359-1-1 ($b_i = 1,18$), найстабільніший прояв ознаки був у сорту Артур ($S^2_i = 3,6$), 405-1-5 ($S^2_i = 3,7$) і 400-2-10 ($S^2_i = 4,1$) (табл. 2).

2. Показники екологічної адаптивності генотипів вівса за ознакою "кількість зерен у волоті" (2016–2018 рр.)

Сорт, селекційний номер	Кількість зерен у волоті, шт.			b_i	S^2_i	Hom	Sc	ЕФ	СС	ГГ
	Xlim	Xорт	X							
Закат	42,4	71,9	57,2	0,34	190,9	221,8	33,7	3,20	-29,5	57,2
Артур	46,1	67,7	57,7	0,85	3,6	306,0	39,3	3,70	-21,6	56,9
112-196	38,8	64,8	54,9	1,12	16,0	214,3	32,9	0,90	-26,0	51,8
279-1-3	41,3	66,7	52,5	1,03	25,3	212,4	32,5	-1,05	-25,4	54,1
359-1-1	33,2	64,9	52,3	1,18	84,7	162,4	26,8	-1,07	-31,7	49,1
369-6-3	40,2	74,0	55,6	1,28	30,6	189,8	30,2	-1,06	-33,8	57,1
407-1	33,9	67,9	53,1	1,11	126,2	161,8	26,5	-0,90	-34,0	50,9
377-1-10	53,7	69,4	62,9	-0,90	16,1	482,0	48,7	8,90	-15,7	61,6
380-1-9	33,3	55,9	43,9	0,91	9,6	169,6	26,2	-10,10	-22,6	44,6
400-2-10	36,4	72,0	55,1	1,52	4,1	169,9	27,9	1,10	-35,6	54,2
405-1-5	36,8	58,8	49,3	0,91	3,7	215,3	30,9	-4,70	-22,0	47,8
Середнє	39,6	66,7	54,0	1,56	46,4	227,8	32,3	-0,10	-27,1	53,2
min	33,2	55,9	43,9	-0,90	3,6	161,8	26,2	-10,10	-35,6	44,6
max	53,7	74,0	62,9	1,52	190,9	482,0	48,7	8,90	-15,7	61,6
R	20,5	18,1	19,0	2,42	187,3	320,2	22,5	19,00	41,3	17,0

Примітка. Xlim – мінімальна кількість зерен у волоті; Xорт – максимальна кількість зерен у волоті; X – середня кількість зерен у волоті; b_i – коефіцієнт регресії; S^2_i – варіанса стабільності; Hom – гомеостатичність; Sc – селекційна цінність; ЕФ – ефект генотипу, шт.; СС – стресостійкість, шт.; ГГ – генотипова гнучкість, шт.

Гомеостатичність ознаки "кількість зерен у волоті", вища за середню, виявилася лише у селекційної лінії 377-1-10 (Hom = 482,0) і сорту Артур (Hom = 306,0), ці ж генотипи були кращі за селекційною цінністю – відповідно 48,7 і 39,3. Селекційна цінність ознаки у сорту Закат та селекційних ліній 112-196 і 279-1-3 була вищою за середнє значення і становила відповідно 33,7; 32,9 і 32,5. Позитивні ефекти

генотипу продемонстрували селекційні лінії 377-1-10 (8,90 шт.), 400-2-10 (1,10 шт.), 112-196 (0,90 шт.) та стандартні сорти Артур (3,70 шт.) і Закат (3,20 шт.). Селекційна лінія 377-1-10 виявилася кращою як за ефектом генотипу, так і за стресостійкістю (-15,7 шт.) та за генотиповою гнучкістю (61,6 шт.).

Кластерний аналіз екологічної адаптивності за ознакою "кількість зерен у волоті" показав кардинально інші утворення кластерів і на абсолютно відмінних відстанях генетичних дистанцій порівняно з попередньою ознакою. Більшість генотипів вівса об'єдналися у кластер на відстані до 40 одиниць, куди увійшли лінії 279-1-3, 112-196, 405-1-5, 369-6-3, 380-1-9, 400-2-10 та 380-1-9. Наступний підкластер утворили генотипи вівса 407-1 і 359-1-1. Генетичну дивергенцію щодо екологічної адаптивності кількості зерен у волоті показали сорти Закат, Артур, а особливо селекційна лінія 377-1-10 (рис. 2).

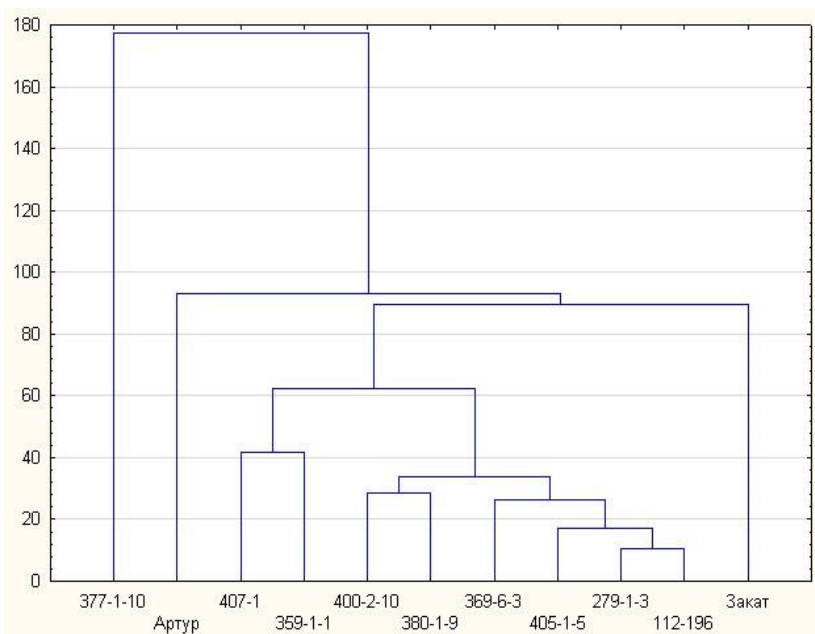


Рис. 2. Результати кластерного аналізу екологічної адаптивності генотипів вівса за ознакою кількості зерен у волоті

Середня маса зерна у волоті за досліджуваними генотипами вівса в оптимальних умовах вирощування була досить значною (2,10 г) та відзначалася високою варіабельністю: від 1,49 г у голозерної селекційної лінії 407-1 до 2,46 г у лінії 377-1-10 з плівчастим типом зерна, яка і за середнім значенням перевищувала 2,0 г. Високою середньою масою зерна у волоті характеризувалися 369-6-3 (1,92 г), сорт Артур (1,88 г), 279-1-3 і 400-2-10 (1,84 г) (табл. 3).

Значною позитивною реакцією ознаки на поліпшення умов зовнішнього середовища виділялися стандартний сорт Закат ($b_i = 2,39$), селекційні лінії 369-6-3, 279-1-3, 359-1-3 і 400-2-10 з високими коефіцієнтами регресії – відповідно 1,60; 1,48; 1,29 і 1,23. Краща стабільність прояву ознаки "маса зерна у волоті" була у сорту Закат і селекційної лінії 407-1 ($S^2_i = 0,00$).

3. Показники екологічної адаптивності генотипів вівса за ознакою "маса зерна у волоті" (2016–2018 рр.)

Сорт, селекційний номер	Маса зерна у волоті, г			b_i	S^2_i	Ном	Sc	ЕФ	СС	ГГ
	Xlim	Xopt	X							
Закат	0,85	2,36	1,62	2,39	0,00	3,47	0,58	-0,11	-1,51	1,61
Артур	1,64	2,04	1,88	0,65	0,01	16,70	1,51	0,15	-0,40	1,83
112-196	1,43	2,05	1,82	0,90	0,06	9,82	1,30	0,09	-0,62	1,74
279-1-3	1,32	2,24	1,84	1,48	0,01	7,18	1,08	0,11	-0,92	1,78
359-1-1	1,20	1,99	1,72	1,29	0,08	6,53	1,04	-0,01	-0,79	1,60
369-6-3	1,42	2,44	1,92	1,60	0,01	7,22	1,12	0,19	-1,02	1,93
407-1	1,13	1,49	1,31	0,57	0,00	9,53	0,99	-0,42	-0,34	1,31
377-1-10	1,77	2,46	2,02	-1,13	0,03	10,74	1,45	0,29	-0,69	2,12
380-1-9	1,34	1,91	1,53	0,86	0,07	7,11	1,07	-0,20	-0,57	1,63
400-2-10	1,53	2,34	1,84	1,23	0,08	7,71	1,20	0,11	-0,81	1,94
405-1-5	1,13	1,77	1,55	1,03	0,05	6,60	0,99	-0,18	-0,64	1,45
Середнє	1,34	2,10	1,73	0,99	0,04	8,42	1,12	0,00	-0,76	1,72
min	0,85	1,49	1,31	-1,13	0,00	3,47	0,58	-0,42	-1,51	1,31
max	1,77	2,46	2,02	2,39	0,08	16,70	1,51	0,29	-0,34	2,12
R	0,92	0,97	0,71	3,52	0,08	13,23	0,93	0,71	1,85	0,81

Примітка. Xlim – мінімальна маса зерна у волоті; Xopt – максимальна маса зерна у волоті; X – середня маса зерна у волоті; b_i – коефіцієнт регресії; S^2_i – варіанса стабільності; Ном – гомеостатичність; Sc – селекційна цінність; ЕФ – ефект генотипу, г; СС – стресостійкість, г; ГГ – генотипова гнучкість, г.

Аналіз показників гомеостатичності та селекційної цінності за масою зерна у волоті показав безперечну перевагу сорту Артур (Ном = 16,70; Sc = 1,51) і лінії 377-1-10 (Ном = 10,74; Sc = 1,45) і 112-196

($H_{om} = 9,82$; $S_c = 1,30$). Перераховані сортозразки вівса також мали високі показники ефекту генотипу (відповідно 0,15; 0,29 і 0,09 г), стресостійкості (-0,40; -0,69 і -0,62 г) та генотипової гнучкості (1,83; 2,12 і 1,74 г).

Проведений кластерний аналіз показників екологічної адаптивності генотипів вівса за ознакою "маса зерна у волоті" на порівняно незначній відстані генетичних дистанцій (до 1) зафіксував створення досить однорідного кластера з участю селекційних ліній 380-1-9, 405-1-5, 359-1-1, 400-2-10, 369-6-3, 279-1-3. На певній відстані від нього і з менш подібними показниками екологічної адаптивності утворився підкластер з селекційних ліній 407-1 і 112-196. Більш генетично дивергентними за ознакою маси зерна у волоті виявилися стандартні сорти Артур і Закат та меншою мірою селекційна лінія 377-1-10 (рис. 3).

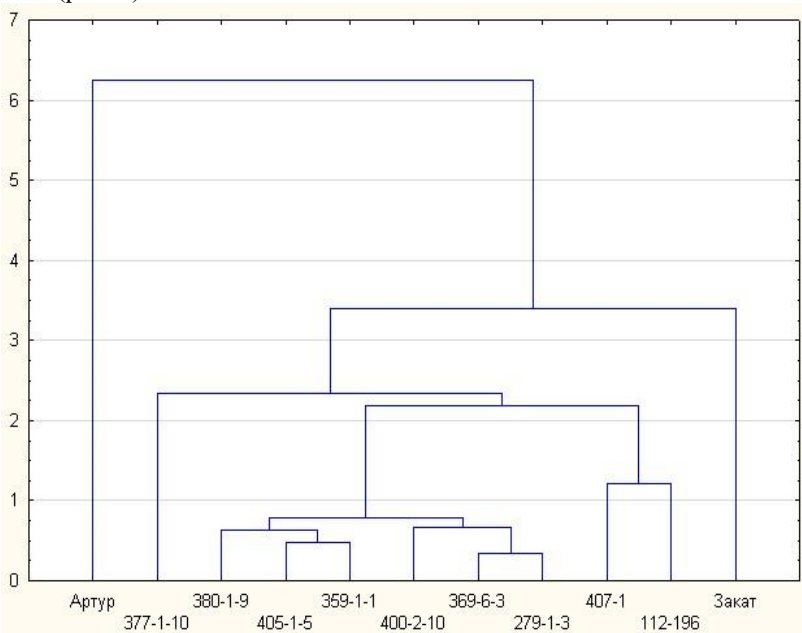


Рис. 3. Результати кластерного аналізу екологічної адаптивності генотипів вівса за ознакою маси зерна у волоті

Висновки

1. У результаті проведених досліджень показників екологічної адаптивності за кількісними ознаками виявлено генотипову різноманітність реакції селекційних ліній та сортів вівса на зміну чинників зовнішнього середовища. За сприятливих умов кращими за врожайністю зерна були селекційні лінії 369-6-3, 279-1-3 і 359-1-1, а за несприятливих – 400-2-10 і 112-196.

2. Високою пластичністю за ознакою врожайності зерна відзначилися селекційні лінії 279-1-3, 369-6-3 і 407-1, за кількістю зерен у волоті – 400-2-10, 369-6-3, 359-1-1, а за масою зерна у волоті – 369-6-3, 279-1-3, 359-1-3.

3. Селекційні лінії з високою гомеостатичністю ознаки “врожайність зерна” (400-2-10, 380-1-9 і 377-1-10) також характеризувалися добрими показниками селекційної цінності. Ця залежність підтверджувалася і при аналізі інших кількісних ознак. Крім цього, генотипи вівса з високими значеннями кількісних ознак мали добрі показники ефекту генотипу та генотипової гнучкості, а більш гомеостатичні генотипи відзначалися високим рівнем стресостійкості.

4. За допомогою кластерного аналізу можна оцінювати генетичну подібність або віддаленість генотипів за показниками екологічної адаптивності кількісних ознак. За ознакою “врожайність зерна” найбільш близькими за показниками пластичності і стабільності виявилися селекційні лінії 279-1-3, 359-1-1, 369-6-3 та сорти Закат і Артур; за ознакою “кількість зерен у волоті” – 279-1-3, 112-196, 405-1-5 і 369-6-3; за ознакою “маса зерна у волоті” – 369-6-3, 279-1-3, 359-1-1, 405-1-5, 380-1-9 і 400-2-10. За всіма трьома кількісними ознаками генетичну подібність реакції на зміну зовнішніх чинників виявили селекційні лінії 279-1-3 та 369-6-3. Найвірогіднішим поясненням цьому може бути наявність у родоводі зазначених селекційних ліній сорту Ант.

Список використаної літератури

1. Адаптивні особливості сортів тритикале ярого в умовах Східного Лісостепу України / В. К. Рябчун та ін. *Агробіологія*. 2017. № 1. С. 56–60.

2. Багатосередовищні випробування ячменю ярого за врожайністю та стабільністю / О. А. Демидов та ін. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2017. Т. 13, № 4. С. 343–350.

3. Василенко А. О., Понуренко С. Г. Аналіз взаємозв'язків елементів структури продуктивності гороху з вусатим типом листа. *Селекція і насінництво*. 2005. Вип. 91. С. 92–98.
4. Василюк П. М. Оцінка стабільності і пластичності показників продуктивності та якості нових сортів пшениці м'якої озимої в умовах Лісостепу України. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2014. № 1. С. 15–18.
5. Ващенко В. В., Назаренко М. М. Аналіз продуктивності пшениці м'якої озимої в умовах Північного Степу України. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2014. № 4. С. 68–72.
6. Гончаренко А. А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур. *Вестник РАСХН*. 2005. № 6. С. 49–53.
7. Гудзенко В. М., Васильківський С. П., Поліщук Т. П. Продуктивність та адаптивність зразків генофонду ячменю ярого в багаторічних випробуваннях у Центральному Лісостепу України. *Генетичні ресурси рослин*. 2017. Вип. 20. С. 31–40.
8. Гудзенко В. М., Василенко Н. В. Стабільність та пластичність зразків ячменю ярого за кількістю зерен з головного колоса. *Вісник Сумського НАУ. Серія "Агрономія і біологія"*. 2012. Вип. 9 (24). С. 161–166.
9. Гудзь Ю. В., Лавриненко Ю. А. Теория и практика адаптивной селекции кукурузы. Херсон : БОРИСФЕН-полиграфсервис, 1997. 168 с.
10. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 4-е, перераб. и доп. Москва : Колос, 1979. 416 с.
11. Екологічне сортовипробування ячменю ярого на завершальному етапі селекції / О. А. Демидов та ін. *Агроекологічний журнал*. 2017. № 4. С. 58–65.
12. Клімова О. Є. Кластерний аналіз рекомбінантних ліній кукурудзи цукрової за сукупністю селекційних ознак. *Бюлетень Інституту зернових культур НААН України*. 2014. № 7. С. 56–63.
13. Леончик Е. Ю. Кластерный анализ. Терминология, методы, задачи. Изд. 2-е, доп. и перераб. Одесса, 2011. 68 с.
14. Лісова Ю. А. Селекційні індекси голозерних зразків вівса. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2016. Вип. 60. С. 96–104.

15. Маренюк О. Б. Пластичність та стабільність кількісних ознак колекційних зразків ячменю ярого в умовах підвищеної кислотності ґрунтів. *Селекція і насінництво*. 2014. Вип. 106. С. 77–81.

16. Методы и результаты селекции сорговых культур в Селекционно-генетическом институте / Г. К. Дремлюк и др. *Збірник наук. праць СГП – НЦНС*. 2007. Вип. 10 (50). С. 237–248.

17. Методика державного сортовипробування сортів на придатність до поширення в Україні : Загальна частина. *Охорона прав на сорти рослин* : офіційний бюлетень. 2003. Вип. 1, ч. 3. 106 с.

18. Методика проведення експертизи та державного випробування сортів рослин зернових, круп'яних та зернобобових культур. *Охорона прав на сорти рослин* : офіційний бюлетень. 2003. Вип. 2, ч. 3. 214 с.

19. Москалець Т. З. Прояв стабільності та пластичності генотипів пшениці м'якої озимої в умовах лісостепового екотопу. *Вісник Українського товариства генетиків і селекціонерів*. 2015. Т. 13, № 1. С. 51–55.

20. Опря А. Т. Статистика (модульний варіант з програмованою формою контролю знань) : навч. посіб. Київ : Центр учбової літератури, 2012. 448 с.

21. Особливості формування врожайності та прояв ознак продуктивності у сортів пшениці озимої в умовах Південного Степу / В. В. Базалій та ін. *Таврійський науковий вісник*. 2017. Вип. 97. С. 3–12.

22. Порівняльний аналіз статистичних програмних продуктів для кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення / Н. В. Лещук та ін. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2017. Т. 13, № 4. С. 429–435. DOI: 10/21498/2518-1017.13.4.2017.117757.

23. Продуктивность сортов ячменя ярого в экологическом сортоиспытании / П. Н. Солонечный и др. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2014. № 4. С. 96–99.

24. Проскурнін М. В., Криворученко Р. В. Малі дози радіації в селекційно-генетичних дослідженнях ячменю ярого. *Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області*. 2011. Вип. 11. С. 134–140.

25. Радченко А. Сорт рослин як об'єкт аграрних правовідносин. *Jornalul juridic national: teorie si practica*. 2016. № 1, ч. 1. С. 73–77.

26. Рівень адаптивності перспективних ліній пшениці м'якої озимої в умовах Лісостепу України / В. С. Кочмарський та ін. *Миронівський вісник*. 2016. Вип. 2. С. 98–116.

27. Рослинництво / В. В. Базалій та ін. Херсон : ФОП Грінь Д. С., 2015. 520 с.

28. Солонечний П. М. Адаптивний потенціал перспективних ліній ячменю ярого селекції IP імені В. Я. Юр'єва НААН. *Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області*. 2013. Вип. 15. С. 119–125.

29. Солонечний П. М. Оцінка адаптивної здатності та стабільності сортів ячменю ярого за продуктивністю. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2014. № 4. С. 48–53.

30. Стабільність елементів продуктивності сортів ячменю ярого в екологічному випробуванні / П. М. Солонечний та ін. *Селекція і насінництво*. 2014. Вип. 105. С. 194–201.

31. Статистичні параметри адаптивності за урожайністю нових генотипів пшениці м'якої озимої / Л. А. Коломієць та ін. *Вісник Українського товариства генетиків і селекціонерів*. 2009. Т. 7, № 2. С. 198–205.

32. Хангильдин В. В. О принципах моделирования сортов интенсивного типа. *Генетика количественных признаков сельскохозяйственных растений*. Москва : Наука, 1978. С. 111–116.

33. Хоменко С. О., Федоренко І. В., Федоренко М. В. Гомеостатичність та селекційна цінність колекційних зразків пшениці м'якої ярої для умов Лісостепу України. *Миронівський вісник*. 2016. Вип. 3. С. 85–93.

34. Яковлев В. Б. Статистика. Расчеты в Microsoft Excel. Москва : КолосС, 2005. 352 с.

35. GGE biplot взаємодії генотип-середовище сортів ячменю ярого / П. М. Солонечний та ін. *Селекція і насінництво*. 2014. Вип. 106. С. 93–102.

36. Eberhart S. A., Russel W. A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci*. 1966. № 6. P. 36–40.

37. Langer I., Frey K., Bailey T. Association among productivity, production response and stability index in oat varieties. *Euphytica*. 1979. Vol. 28. P. 17–14.

Отримано 05.02.2019