

УДК 633.16:631.527

А. Я. МАРУХНЯК, Ю. В. ВОРОБІЙОВА, кандидати сільськогосподарських наук
В. Я. ЯРЕМКО, науковий співробітник

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

РЕЙТИНГОВИЙ РОЗПОДІЛ СЕЛЕКЦІЙНИХ ЛІНІЙ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗА АДАПТИВНІСТЮ

Наведено результати вивчення адаптивних особливостей селекційних ліній ячменю ярого за врожайністю зерна. На підставі трирічних досліджень (2015–2017 рр.) встановлено показники екологічної пластичності, стабільності, ефекту генотипу, стресостійкості, генотипової гнучкості, селекційної цінності. Проведено визначення рейтингу адаптивної здатності генотипів за комплексною оцінкою екологічної адаптивності та продуктивності.

Ключові слова: ячмінь ярий, селекційна лінія, пластичність, стабільність, врожайність, адаптивність, рейтинг.

Вступ. В Україні ячмінь ярий посідає друге місце за площами та валовими зборами зерна після пшениці озимої. Проте досягнутий рівень його культивування не повністю задовольняє потреби у високоякісному пивоварному, продовольчому та фуражному зерні [10, 12, 29]. Однак характерним для виробництва зерна ячменю в Україні є нестабільний рівень врожайності та валових зборів [4, 16]. Однією з об'єктивних причин коливання врожайності ячменю за роками є глобальні зміни клімату з дедалі більшою кількістю несприятливих для сільськогосподарського виробництва погодних чинників [17].

Зерно ячменю – цінний концентрований корм для тварин, сировина для пивоваріння та виробництва перлової і ячної крупи.

Ячмінь використовують також для виготовлення борошна, сурогату кави, солодового екстракту, який широко застосовують у спиртовій, кондитерській та інших галузях харчової промисловості [6]. У зерні ячменю міститься 14–16 % білка, 2–3 % жиру, 62–65 % безазотистих екстрактивних речовин. За вмістом незамінних амінокислот ячмінь не поступається основним зерновим культурам, а лізину містить більше, ніж кукурудза, овес, сорго, навіть пшениця і рис [18, 30].

Урожайність ячменю залежить від багатьох чинників, зокрема від погодних умов вирощування. Ячмінь вважають однією з найбільш посухостійких культур [13].

Головними факторами зовнішнього середовища, які визначають агрономічні властивості і якість зерна ячменю ярого, є температура, вода і поживні речовини [37, 39]. Урожай ячменю та якість зерна дуже залежать від умов періодів сівба – цвітіння і наливу зерна [38]. Стресові температурні умови в ці фази розвитку можуть значно знизити врожай зерна ячменю [34].

Створення сортів з високою потенційною продуктивністю було й залишається одним з головних пріоритетів селекції сільськогосподарських культур. Однак в останні роки у зв'язку з кліматичними змінами особливого значення набуває селекція на стабілізацію врожайності. Сорт має не лише забезпечувати високий рівень продуктивності за сприятливих умов, але й менше знижувати її за несприятливих, тобто володіти вищим гомеостазом продукційного процесу [15, 16]. Для підвищення ефективності селекції при створенні сортів, які поєднують господарсько важливі ознаки і високу екологічну пластичність, потрібно проводити пошук більш досконалих, а іноді нетрадиційних підходів до аналізу інформації [24].

Для встановлення показників екологічної пластичності та стабільності за кількісними ознаками сортів і селекційних ліній ячменю ярого використовують різні методики [2, 3, 5, 27, 28, 33]. На сучасному етапі розвитку селекційної науки потрібно не тільки створювати генотипи з високими кількісними ознаками продуктивності, але й намагатися встановити діапазони реагування цих ознак при зміні факторів зовнішнього середовища.

Метою нашої роботи було визначення параметрів екологічної пластичності та стабільності селекційних ліній ячменю ярого за ознакою “врожайність” і проведення рейтингового розподілу ліній за комплексним показником, який враховує адаптивні та продуктивні особливості генотипів.

Матеріали і методи. Дослідження проводили у 2015–2017 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 545-5-9 (Чудовий / Княжий), 538-2-6 (Галактик / Княжий), 291-9-4 (Спомин / МТ851205), 409-1-4 (СОЛ42 / ST167), 699-218 (Одеський 164 / Бескид), 700-3-17 (Княжий / Рось), 702-1-12 (Княжий / Оболонь), 700-311 (Княжий / Рось), 703-111 (Abissinica 1105 / Надія), 704-2-110 (Оболонь / Бескид) та стандартні сорти Командор і Княжий. Попередник – озимі зернові, фон мінерального живлення – $N_{60}P_{60}K_{60}$, агротехніка – загальноприйнята для вирощування ячменю ярого 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 сорто випробування [19, 20].

За ознакою врожайності зерна визначали пластичність (b_i) і стабільність (S_i^2) – за С. А. Eberhart і W. A. Russel [35], ефект генотипу, що являє собою різницю середнього показника кількісної ознаки за набором генотипів до відповідного значення конкретного генотипу, – за методикою Ю. В. Гудзя та Ю. А. Лавриненка [11]. Цей показник використано у дослідженнях з сортами проса [1].

Стійкість сортів до стресу і середню врожайність у контрастних умовах середовища визначали за рівнянням А. А. Rossille, J. Hamblin, цит. за А. А. Гончаренком [9]. 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 за стійкістю до стресу доповнює величина $(Y_1 + Y_2) / 2$, яка виражає ступінь відповідності між генотипом сорту і різними факторами середовища [9, 36]. Цю методику використано у дослідженнях з сортами гороху, пшениці озимої [22, 25]. Гомеостатичність (Ном) та селекційну цінність визначали за В. В. Хангільдіним [31]. Статистичну обробку експериментальних даних проводили за допомогою програми Microsoft Excel [32] з визначенням середніх, мінімальних (min), максимальних (max) значень і розмаху варіації (R). Математичну обробку даних урожайності проводили дисперсійним методом [14].

Для розрахунку інтегрованого параметра, який би включав такі основні показники, як урожайність і здатність підтримувати запрограмований рівень урожайності за різних умов, визначали рейтинг адаптивності сорту (РАС). В. А. Власенко [8] пропонує для розрахунку включати середню врожайність, параметри

пластичності і стабільності. У наших дослідженнях при ранговій оцінці вище місце при більшому числовому значенні надавали таким показникам: урожайність, коефіцієнт регресії, гомеостатичність, селекційна цінність, ефект генотипу та вище місце при меншому числовому значенні: коефіцієнт варіації, варіанса стабільності. Для ранжування ліній (Z) у межах групи використовували методику непараметричної статистики Дж. У. Снедекора [26]. Показники стресостійкості та генотипової гнучкості не враховували у ранжуванні для уникнення критичного збільшення питомої ваги показників, які вираховують на основі простих математичних операцій з урожайністю селекційних ліній ячменю ярого.

Погодні умови 2015 р. були неоднаковими. Так, квітень характеризувався прохолодною та сухою погодою (температура повітря була на 0,7 °C нижча за норму, а кількість опадів – на 28,3 мм менша від норми). Температура повітря в травні була на 0,5 °C вища за норму, а кількість опадів – на 33,6 мм більша від норми. Червень і липень характеризувалися теплою і помірно сухою погодою (опадів випало відповідно на 51,7 і 14,6 мм менше від норми і температура повітря на 1,5 і 2,4 °C перевищувала норму).

Погодні умови вегетаційного періоду ячменю ярого 2016 р. відповідали тенденціям останніх років, тобто зменшення кількості опадів і зростання температури повітря. Так, за період квітень – липень було зафіксовано 248,7 мм опадів, що на 172,3 мм нижче від середньої багаторічної норми. Однак щодо середньомісячної кількості опадів спостерігали значну варіабельність. У квітні опадів було навіть дещо більше (+10,5 мм) від норми, тоді як у червні та липні відзначали їх дефіцит. Середньомісячна температура повітря показувала щомісячне перевищення багаторічних показників від 1,6 у травні до 3,1 °C у квітні. Метеорологічні умови серпня (-55,2 мм опадів і +1,7 °C до норми) сприяли вчасному та оперативному проведенню збиральних робіт.

У 2017 р. за період квітень – липень було зафіксовано 199,6 мм опадів, що на 121,4 мм нижче від середньої багаторічної норми. Як і в попередньому році, середньомісячна кількість опадів мала значну мінливість. У травні опадів було навіть дещо більше (+9,7 мм) від норми, тоді як у червні та липні спостерігали їх дефіцит (відповідно -71,8 і -44,8 мм).

Середньомісячна температура повітря показувала щомісячне перевищення багаторічних показників від 0,9 у травні до 1,9 °C у

червні. Характер погодних умов у 2017 р. за квітень – липень свідчить про сприятливий період під час сходів та кушіння, що дозволило рослинам ячменю ярого без значного зниження фізіологічних показників перенести дефіцит вологи та підвищення температури повітря у наступних фазах їх розвитку. Метеорологічні умови серпня (-55,6 мм опадів і +3,3 °С до норми) сприяли збиранню врожаю.

Результати та обговорення. Для визначення адаптивних особливостей провели аналіз врожайності перспективних генотипів ячменю ярого попереднього та конкурсного випробування за 2015–2017 рр. Найвищу продуктивність відзначено в селекційних ліній 702-1-12 (4,63 т/га), 409-1-4 (4,06 т/га) і 545-5-9 (4,04 т/га). Максимальні показники ефекту генотипу також забезпечили ці лінії – відповідно 0,77; 0,22 і 0,18 т/га.

Найвищі показники стресостійкості виявилися у генотипів ячменю 700-311 (-1,13), 699-218 (-0,92) та с. Командор і 702-1-2 (-0,91 т/га). Цей параметр має негативний знак, і чим він менший, тим вища стресостійкість генотипу. Середня врожайність селекційних ліній у стресових і нестресових умовах характеризує їхню генетичну гнучкість. Кращими за генотиповою гнучкістю, тобто за ступенем відповідності між генотипом і факторами зовнішнього середовища, були лінії 700-311, 702-1-12 і 409-1-4 – відповідно 6,52; 4,53 і 4,30 т/га (табл. 1).

1. Урожайність та показники адаптивної здатності селекційних ліній ячменю ярого за 2015–2017 рр.

Сорт або селекційний номер	Середня урожайність, т/га-Z	Коефіцієнт регресії (b _i)-Z	Варіанса стабільності (S ² _i)-Z	Ефект генотипу, т/га-Z	Стресостійкість, т/га	Генотипова гнучкість, т/га
1	2	3	4	5	6	7
Командор	4,02-4	1,04-4	0,01-1	0,16-4	-0,91	4,11
Княжий	3,85-8	0,99-8	0,08-6	-0,01-8	-0,14	3,86
545-5-9	4,04-3	1,04-3	0,04-4	0,18-3	-0,66	4,07
538-2-6	3,85-7	0,99-7	0,06-5	-0,01-7	-0,36	3,85
291-9-4	3,53-11	0,91-11	0,02-3	-0,33-11	-0,69	3,66
409-1-4	4,06-2	1,06-2	0,24-10	0,22-2	-0,47	4,30
699-218	3,87-6	1,00-6	0,02-2	0,01-6	-0,92	3,87
700-3-17	3,92-5	1,02-5	0,23-9	0,06-5	-0,63	3,92

1	2	3	4	5	6	7
702-1-12	4,63-1	1,19-1	0,36-12	0,77-1	-0,91	4,53
700-311	3,53-10	0,92-10	0,08-7	-0,33-10	-1,13	6,52
703-111	3,37-12	0,87-12	0,14-8	-0,49-12	-0,88	3,27
704-2-110	3,69-9	0,95-9	0,26-11	-0,17-9	-0,65	3,77
Середнє	3,86	1,00	0,13	0,01	-0,70	4,14
min	3,37	0,87	0,01	-0,49	-1,13	3,27
max	4,63	1,19	0,36	0,77	-0,14	6,52
R	1,26	0,32	0,35	1,26	-0,99	3,25

Після дисперсійного аналізу даних врожаю і встановлення факту взаємодії генотип – середовище для досліджуваних сортозразків проводили оцінку параметрів екологічної пластичності і стабільності. Коефіцієнт регресії (b_i) характеризує середню реакцію сортозразка на зміну умов середовища і дає можливість прогнозувати зміну досліджуваної ознаки, у цьому випадку урожайності, в межах наявних у досліді умов. Більша величина коефіцієнта регресії вказує на більшу норму реакції сортозразка при зміні умов вирощування.

Здебільшого b_i має позитивне значення, але може набувати знаку мінус за впливу окремих абіотичних чи біотичних факторів – вилягання посівів, ураження хворобами і шкідниками тощо. Значення b_i , близьке до нуля, свідчить про те, що сортозразок не реагує на зміну умов вирощування. Коефіцієнт регресії врожайності сортозразка в умовах середовища прийнято називати коефіцієнтом екологічної пластичності, а дисперсію щодо регресії – стабільністю.

За методикою Еберхарта – Рассела сума квадратів взаємодії кожного сорту з умовами середовища ділиться на дві частини: лінійний компонент регресії (b_i) та нелінійну частину, яку визначають середнім квадратичним відхиленням від лінії регресії (S_i^2). Варіанса стабільності ознаки (S_i^2) показує, наскільки надійно сортозразок відповідає тій пластичності за оцінкою коефіцієнта регресії b_i . Встановлено, що підвищення стабільності урожайності сорту супроводжується зменшенням його пластичності S_i^2 [23].

У наших дослідженнях високою пластичністю, тобто широкою екологічною адаптивністю, вирізнялися сортозразки з коефіцієнтом регресії від 1,06 до 1,19. До цієї категорії віднесено селекційні лінії 702-1-12, 409-1-4, що за результатами проведених розрахунків належать до генотипів інтенсивного типу з підвищеною реакцією на поліпшення умов вирощування. Лінії 545-5-9, 538-2-6, 699-218, 700-3-17, 704-2-110 і сорти Командор та Княжий з коефіцієнтом регресії від 0,95 до 1,04 належать до генотипів з середнім рівнем екологічної

пластичності. Високою стабільністю урожайності виділялися генотипи з показниками S_i^2 , близькими до нуля (Командор, 291-9-4, 699-218), тобто з низькою та середньою пластичністю.

Одним із важливих показників, що характеризують стійкість рослин до несприятливих чинників середовища, є гомеостаз – універсальна властивість у системі взаємодії генотипу і навколишнього середовища. Критерієм гомеостатичності сортів можна вважати їхню здатність підтримувати низьку варіабельність ознак продуктивності [21].

Трирічне вивчення селекційних ліній ячменю ярого показало, що найвища гомеостатичність та найнижча варіабельність ознаки “врожайність” виявилася у генотипу Княжий / Оболонь (702-1-12). Нижчою варіабельністю продуктивності порівняно з іншими лініями виділялися 700-3-17 і 699-218 – відповідно 33,35 та 33,57 %. Слід зауважити, що згідно з коефіцієнтом варіації перспективний селекційний матеріал та стандартні сорти характеризувалися значною мінливістю ознаки “врожайність” (32,73–33,24 %) за невеликого розмаху варіації (2,52 %) (табл. 2).

2. Рейтинговий розподіл селекційних ліній ячменю ярого за адаптивністю і показники мінливості, гомеостатичності та селекційної цінності

Сорт або селекційний номер	Коефіцієнт варіації (V, %)-Z	Гомеостатичність (Hom)-Z	Селекційна цінність (Sc)-Z	Середній ранг	Урожайність / сер. ранг	Рейтинг
Командор	33,64-4	11,95-3	3,22-5	4,1	0,98	3
Княжий	35,24-12	10,93-8	3,72-2	7,4	0,52	8
545-5-9	33,86-6	11,92-4	3,43-4	3,9	1,04	2
538-2-6	34,58-11	11,13-7	3,51-3	6,7	0,57	7
291-9-4	34,47-10	10,23-11	2,91-8	9,3	0,35	11
409-1-4	33,83-5	12,01-2	2,88-9	4,6	0,88	4
699-218	33,57-3	11,53-6	3,05-7	5,1	0,76	5
700-3-17	33,35-2	11,75-5	2,57-10	5,6	0,70	6
702-1-12	32,73-1	14,16-1	3,79-1	2,6	1,78	1
700-311	33,78-7	10,46-10	2,55-12	9,4	0,46	9
703-111	33,92-8	9,93-12	2,57-11	10,7	0,31	12
704-2-110	34,34-9	10,74-9	3,10-7	9,0	0,41	10

Середнє 33,94 11,40 3,11
 min 32,73 9,93 2,55

max	33,24	14,16	3,79
R	2,51	4,23	1,24

Високим рівнем гомеостазу продуктивності відзначалися лінії 702-1-12 (14,16), 409-1-4 (12,01), 545-5-9 (11,92), с. Командор (11,95). Низька гомеостатичність виявилася у ліній 703-111 (9,93), 291-9-4 (10,23), 700-311 (10,46), які також формували нижчий врожай зерна.

Селекційна цінність є комплексним показником, який поєднує врожайність з рівнем адаптивної здатності генотипу. У наших дослідженнях вищою селекційною цінністю вирізнялися лінії 702-1-12 (3,79), 538-2-6 (3,51), 545-5-9 (3,43), с. Княжий (3,72).

Завершальним етапом встановлення рейтингу адаптивності генотипу є визначення середнього арифметичного значення рангів за показниками середньої врожайності, коефіцієнта регресії, варіанси стабільності, ефекту генотипу, коефіцієнта варіації, гомеостатичності та селекційної цінності. Для підкреслення важливого значення показника продуктивності в інтегрованому параметрі адаптивності знаходимо частку від ділення врожайності на середній ранг. У підсумковому ранжуванні вищі числові значення відповідатимуть високій сукупній адаптивній здатності.

Рейтинг адаптивності селекційних ліній ячменю ярого майже не відрізнявся від середнього рангу, що свідчить про менший вплив продуктивності на нього. Кращі генотипи за цим показником (702-1-12, 545-5-9, с. Командор, 409-1-4) були також кращими за середнім рангом.

Висновки

1. Серед перспективних генотипів ячменю ярого попереднього та конкурсного випробування за 2015–2017 рр. найвищу продуктивність формували селекційні лінії 702-1-12 (4,63 т/га), 409-1-4 (4,06 т/га) і 545-5-9 (4,04 т/га). Максимальні показники ефекту генотипу, що являє собою різницю середнього показника кількісної ознаки за набором генотипів до відповідного значення конкретного генотипу, також забезпечили ці лінії – відповідно 0,77; 0,22 і 0,18 т/га.

2. Найвищі показники стресостійкості виявилися у генотипів ячменю 700-311 (-1,13), 699-218 (-0,92) та с. Командор і 702-1-12 (-0,91 т/га). Кращими за генотиповою гнучкістю, тобто за ступенем відповідності між генотипом і факторами зовнішнього середовища, були лінії 700-311, 702-1-12 і 409-1-4 – відповідно 6,52; 4,53 і 4,30 т/га.

3. Високою пластичністю, тобто широкою екологічною адаптивністю, вирізнялися сортозразки з коефіцієнтом регресії від 1,06 до 1,19. До цієї категорії потрапили селекційні лінії 702-1-12, 409-1-4, що за результатами проведених розрахунків належать до генотипів

інтенсивного типу з підвищеною реакцією на поліпшення умов вирощування. Високою стабільністю урожайності виділялися генотипи за показниками S_1^2 , близькими до нуля (Командор, 291-9-4, 699-218), тобто з низькою та середньою пластичністю.

4. Вища гомеостатичність ознаки “врожайність” була у ліній 702-1-12, 409-1-4 і с. Командор. Селекційні лінії 702-1-12, 538-2-6 і с. Княжий виділялися вищими показниками селекційної цінності за цією кількісною ознакою.

5. Рейтинговий розподіл сукупної адаптивної здатності ознаки “врожайність” селекційних ліній ячменю ярого за показниками середньої врожайності, коефіцієнта регресії, варіанси стабільності, ефекту генотипу, коефіцієнта варіації, гомеостатичності та селекційної цінності на перші місця вивів генотипи 702-1-12, 545-5-9 і с. Командор.

Список використаної літератури

1. Беленіхіна А. В. Сортовивчення проса посівного за агроекологічною стабільністю і пластичністю / А. В. Беленіхіна, В. М. Костромітін // Селекція і насінництво. – 2014. – Вип. 106. – С. 141–147.

2. Важеніна О. Є. Екологічна стабільність елементів продуктивності сортів ячменю ярого та ефективність селекції на основі їх використання в гібридизації / О. Є. Важеніна, М. Р. Козаченко, Н. І. Васько // Вісник Сумського НАУ. – 2013. – № 11. – С. 164–169.

3. Васильківський С. П. Оцінка адаптивного потенціалу ячменю ярого за продуктивною куцистістю / С. П. Васильківський, В. М. Гудзенко // Агробіологія : зб. наук. пр. – 2011. – Вип. 6 (86). – С. 138–144.

4. Васько Н. І. Урожайність сортів ячменю ярого в залежності від погодних умов / Н. І. Васько // Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області. – 2017. – Вип. 22. – С. 108–116.

5. Ващенко В. В. Адаптивність і стабільність сортів ячменю ярого за показниками продуктивності / В. В. Ващенко, О. О. Шевченко // Вісник Дніпропетровського ДАУ. – 2013. – № 1 (31). – С. 11–15.

6. Вислобокова Л. Н. Влияние элементов агротехники на урожайность ячменя / Л. Н. Вислобокова, Ю. П. Сорокин, В. А. Воронцов // Земледелие. – 2010. – № 6. – С. 25–28.

7. Вінюков О. О. Екологічна пластичність нових сортів ячменю ярого до стресових факторів / О. О. Вінюков, О. Б. Бондарева,

О. М. Коробова // Селекція і насінництво. – 2016. – Вип. 110. – С. 29–35.

8. Власенко В. А. Оцінка адаптивності сортів пшениці м'якої ярої / В. А. Власенко // Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. – 2006. – № 4. – С. 93–103.

9. Гончаренко А. А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур / А. А. Гончаренко // Вестник РАСХН. – 2005. – № 6. – С. 49–53.

10. Гораш О. С. Обґрунтування зони вирощування пивоварного ячменю / О. С. Гораш // Вісник аграрної науки. – 2007. – № 1. – С. 24–29.

11. Гудзь Ю. В. Теория и практика адаптивной селекции кукурузы / Ю. В. Гудзь, Ю. А. Лавриненко. – Херсон : БОРИСФЕН-полиграфсервис, 1997. – 168 с.

12. Дериглазова Г. М. Влияние природных и антропогенных факторов на урожай и качество зерна ярового ячменя / Г. М. Дериглазова // Земледелие. – 2012. – № 6. – С. 43–45.

13. Дорошенко В. А. Погодні умови вегетаційного періоду і врожайність ячменю / В. А. Дорошенко, В. Ф. Панченко, С. І. Власенко // Агроном. – 2006. – № 4. – С. 115–117.

14. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). / Б. А. Доспехов. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – М. : Колос, 1979. – 416 с.

15. Іващенко О. О. Напрями адаптації аграрного виробництва до змін клімату / О. О. Іващенко, О. І. Рудник-Іващенко // Вісник аграрної науки. – 2011. – № 8. – С. 10–12.

16. Кочмарский В. С. Отечественный ячмень – новые сорта способны противостоять стихии и засухам / В. С. Кочмарский, В. Н. Гудзенко, В. П. Кавунец // Зерно. – 2010. – № 2. – С. 52–56.

17. Кульбіда М. За тривалою аномально вологою погодою в Україні все частіше спостерігається посуха / М. Кульбіда, Т. Адаменко // Зерно і хліб. – 2009. – № 4. – С. 12–14.

18. Маслак О. Економіка ячменю в Україні / О. Маслак, О. Ільченко // Пропозиція. – 2015. – № 235 (1). – С. 44–47.

19. 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.

20. 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.

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

22. Новикова Н. Е. Проблемы засухоустойчивости растений в аспекте селекции гороха / Н. Е. Новикова // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2012. – № 1. – С. 53–57.

23. Пакудин В. З. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур / В. З. Пакудин, Л. М. Лопатина // Сельскохозяйственная биология. – 1984. – № 4. – С. 109–112.

24. Потанин В. Г. Новый подход к оценке экологической пластичности сортов растений / В. Г. Потанин, А. Ф. Алейников, П. И. Степочкин // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2014. – Т. 18, № 3. – С. 548–552.

25. 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.

26. Снедекор Дж. У. Статистические методы в применении к исследованиям в сельском хозяйстве и биологии / Дж. У. Снедекор ; [пер. с англ. В. Н. Перегудовой]. – М. : Сельхозиздат, 1961. – 503 с.

27. Солонечний П. М. Гомеостатичність та селекційна цінність сучасних сортів ячменю ярого / П. М. Солонечний // Селекція і насінництво. – 2013. – Вип. 103. – С. 36–41.

28. Солонечний П. М. Оцінка адаптивної здатності та стабільності сортів ячменю ярого до стресових факторів / П. М. Солонечний // Вісник Полтавської ДАА. – 2014. – № 4 (75). – С. 48–53.

29. Технологія та ефективність вирощування ячменю ярого, придатного для пивоваріння / Н. І. Васько [та ін.] // Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області. – 2014. – Вип. 16. – С. 26–35.

30. Ульрих С. Е. Ячмень в производстве продуктов питания / С. Е. Ульрих // Зерно. – 2010. – № 12. – С. 24–33.

31. Хангильдин В. В. О принципах моделирования сортов интенсивного типа / В. В. Хангильдин // Генетика количественных признаков сельскохозяйственных растений. – М. : Наука, 1978. – С. 111–116.

32. Яковлев В. Б. Статистика. Расчеты в Microsoft Excel / В. Б. Яковлев. – М. : КолосС, 2005. – 352 с.
33. АММИ (Additive main effect and multiplicative interaction) model for assessment of yield stability of spring barley genotypes / P. M. Solonechnyi [et al.] // Селекція і насінництво. – 2016. – Вип. 110. – С. 131–141.
34. Drought tolerance improvement in crop plants: an integrated view from breeding to genomics / L. F. Cattivelli [et al.] // Field Crop Research Biology. – 2008. – № 105. – P. 1–14.
35. Eberhart S. A. Stability parameters for comparing varieties / S. A. Eberhart, W. A. Russel // Crop Sci. – 1966. – № 6. – P. 36–40.
36. Langer I. Association among productivity, production response and stability index in oat varieties / I. Langer, K. Frey, T. Bailey // Euphytica. – 1979. – Vol. 28. – P. 17–14.
37. Pettersson C. G. Prediction of grain protein in spring malting barley grown in northern Europe / C. G. Pettersson, H. Eckersten // European Journal of Agronomy. – 2007. – № 27. – P. 205–214.
38. Promising ecophysiological traits for genetic improvement of cereals yields in Mediterranean environments grains / G. A. Sillaffer [et al.] // Annals of Applied Biology. – 2005. – № 46. – P. 61–70.
39. The effect of cultivar and environment on β amylase activity is associated with the change of protein content in barley grains / G. P. Zhang [et al.] // Journal of Agronomy and Crop Science. – 2006. – № 192. – P. 43–49.

Отримано 09.02.2018