

СЕЛЕКЦІЯ НА КІЛЬКІСНІ ТА ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ (*TRITICUM AESTIVUM* L.). РОЗШИРЕННЯ ГЕНЕТИЧНОГО РІЗНОМАНІТТЯ КУЛЬТУРНОЇ ПШЕНИЦІ

А.М. Кирильчук¹, С.О. Ковальчук²

¹ Державна установа «Інститут охорони ґрунтів України» (м. Київ, Україна)
e-mail: angela.kyrylchuk@gmail.com; ORCID: 0000-0003-3948-5810

² ННЦ «Інститут землеробства НААН» (сmt Чабани, Київська обл., Україна)
e-mail: sergei83_83@ukr.net; ORCID: 0000-0001-7533-6746

Викладено результати досліджень у відділі селекції і насінництва зернових культур у 2018–2019 рр. на території зернопросапної сівозміни Державного підприємства дослідного господарства «Чабани» ННЦ «Інститут землеробства НААН», розташованого в Фастівському р-ні Київської обл. Вивчалися 850 інтрогресивних ліній, отриманих методом віддаленої гібридизації в попередніх дослідженнях. Виділено 10 ліній з урожайністю зерна від 788,2 до 949,4 г з 1 м², найвищий урожай зерна виявлений у лінії 2555 і 2555/2 (949,4 і 912,1 г відповідно). Лінія 12,2/1 з масою 1000 зерен 53,6 г і показником маса зерен з колоса 2,0 г достовірно перевищила сорт стандарт на 8,6 г та 0,56 г відповідно. За якісними показниками вміст протеїну в зерні у виділених ліній виявлений на рівні 16,8–17,9%, клейковини 29,7–32,12, показник Зелені 65,7–74,7% і достовірно перевищили сорт-стандарт Поліська 90 на 2,7–3,8%, 5,1–7,5 та 20,6–29,6% відповідно. Виділено лінії, які доцільно залучати для отримання кращих сполучень господарсько-цінних ознак і біологічних властивостей за комплексом ознак. Лінії 2557, 2555, 2559, 11,2 — урожай з 1 м², довжина колоса, вміст у зерні протеїну, клейковини, показник Зелені, стійкість до хвороб і зимостійкість; крім того, лінія 2557 — кількістю колосків у колосі; лінії 2555 та 2559 — кількістю колосків, кількістю зерен у колосі та лінія 2555 — масою зерен з колоса. Лінії 2/1 та 12,2/1 — урожай з 1 м², кількість колосків, кількість зерен у колосі, маса зерен з колоса, вміст у зерні протеїну, клейковини, показник Зелені, стійкість до хвороб і зимостійкість; крім того, лінія 12,2/1 — маса 1000 зерен і довжина колоса. Лінії 2533/2, 2555/2, 2558/1 і 2561/1 — вміст у зерні протеїну, клейковини, показник Зелені, стійкість до хвороб і зимостійкість; крім того, лінія 2555/2 за урожай з 1 м². Використання віддалених схрещувань *Triticum aestivum* L. з видами *Aegilops* дало змогу створити різноманітний вихідний матеріал, що представляє цікавість для отримання високоурожайних, зимостійких і стійких до хвороб сортів пшениці озимої з високою якістю зерна в умовах зони Лісостепу України та буде залучений до подальших селекційних програм.

Ключові слова: інтрогресія, беккрос, віддалена гібридизація, рід *Aegilops* spp., урожайність, адаптивність, господарсько-цінні ознаки, спадкова основа.

ВСТУП

Пшениця м'яка (*Triticum aestivum* L.) є важливою продовольчою культурою. Одним із головних напрямів селекції якої є поліпшення якості зерна, яка визначається вмістом білків, сиріої клейковини, крохмалю, жирів, цукрів, незамінних амінокислот, вітамінів, мінеральних сполук і тісно пов'язана з продуктивністю, тривалістю періоду вегетації, стійкістю до хвороб та шкідників.

Для створення нових сучасних сортів пшениці необхідно поєднати в одному генотипі такі обернено корелюючі ознаки, як висока продуктивність і якість зерна з комплексною стійкістю до хвороб та шкідників. Результативність буде залежати від наявності генетичних джерел, сконцентрованих у наявній колекції генофонду, міжвидових та міжродових гібридах.

Віддалена гібридизація є одним з найбільш радикальних методів зміни генотипу культурних рослин і поповнення фонду

генів стійкості до біотичних та абіотичних факторів навколишнього середовища. Однак основною проблемою отримання інтрогресивних форм є несумісність таксономічно віддалених видів.

Метою досліджень було вивчення створених інтрогресивних ліній, отриманих методом віддаленої гібридизації в попередніх дослідженнях і оцінка вихідного матеріалу для використання в селекційних програмах на врожайність і якість пшениці озимої.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Серед найбільш загальних характеристик пшениці слід зазначити, що це однолітня рослина; до неї належать культурні озимі форми та дикорослі види. Багаторічні форми були створені у другій половині минулого століття М.В. Цициним у Москві в числі пшенично-пирійних гібридів, а також серед пшенично-житніх, виведених М. Садиховим в Азербайджані [1].

Не зважаючи на великі успіхи в селекції, актуальним залишається питання створення сортів, які поряд із високою потенційною врожайністю, будуть мати гени, що ефективно захищають від несприятливих абіотичних і біотичних факторів зовнішнього середовища. Велике значення має також підвищена якість зерна [2; 3].

Генетичного різноманіття самої пшениці недостатньо для вирішення цієї проблеми [4–6]. Генетичний фонд пшениці значно збіднів через широке поширення типових сортів із родоводами, що перекриваються. Особливо це стосується генів стійкості до хвороб, обмеження різноманіття якого є одним з основних лімітуючих факторів селекції.

Значний резерв господарсько-корисних ознак представляє собою генофонд численних родинних пшениці м'якої видів та родів [7; 8]. Багато з них були з успіхом використані для передачі корисних ознак у пшеницю м'яку [2; 9].

Існує лише невелика кількість співродичів, чий хромосоми спроможні кон'югувати з хромосомами пшениці та, відповідно, чий корисні гени можуть бути передані їй шля-

хом прямого схрещування. Для більшості ж необхідно використання спеціальних прийомів геномної та хромосомної інженерії з тим, щоб їхнє генетичне різноманіття перетворити в форму, доступну для традиційної селекції [2; 10; 11]. Одним із таких методів є створення та використання синтетично геномно-замінених і геномно-доданих форм як «містків» для передання генетичного матеріалу диких співродичів [12].

Визначення можливостей таких синтетичних форм для розширення генетичної мінливості пшениці м'якої має велике практичне та теоретичне значення. Особливу цікавість представляє створення нових рекомбінантних синтетиків з унікальним поєднанням геномів двох диких видів на фоні геномів А та В культурної пшениці, серій чужорідно-заміщених ліній. Такі форми і серії відкривають нові перспективи у вивченні взаємовідношень геномів пшениці культурної та її співродичів, модифікації геному пшениці м'якої.

Збагачення спадкової основи корисних ознак вирощуваних сортів шляхом передачі генів, які детермінують ці ознаки, від споріднених родів є актуальним завданням у селекції пшениці. Одним із джерел таких генів є рід *Egilops* — *Aegilops* L., філогенетично найбільш близький до пшениці. Рід *Triticum* L. включає геноми A^u , A^b , В, G і D, а рід *Aegilops* — С, D, М, S, U та U^n , серед яких пшеничними є тільки A^u й A^b ; донорами трьох інших елементарних геномів поліплоїдних пшениць були диплоїдні види роду *Aegilops* [13]. Більшість геномів та геномних сполучень роду *Aegilops*, який нараховує 23 види [14], в ході еволюції не увійшли до генофонду культурної пшениці. Ефективність використання цього генетичного потенціалу визначається ступенем його вивченості.

Низкою науковців виявлено, що вміст білка в зерні егілопсів сягає 21–25% і вище [15], а за іншими даними від 19–34% на суху речовину, що перевищує показники пшениці м'якої в 1,5–2,5 рази [16]. Щодо роду *Aegilops* показано, що практично всі види і форми дають добрий вихід клей-

ковини, наприклад, *Ae. triuncialis* містить 58,6% клейковини [17].

У дослідженнях багатьох науковців у генезисі поліплоїдних видів пшениці егілопсів — *Ae. speltooides* та *Ae. tauschii* [17] перехід на тетраплоїдний рівень різко підвищив зернову продуктивність пшениці, а при переході на гексаплоїдний — приєднання геному D зумовило специфічні якості зерна нової культури, необхідні для випікання хліба.

Проморожування в штучних умовах холодної камери показало, що при -13°C найбільш морозостійким був *Ae. cylindrica* та при -16°C на рівні стандарту Миронівська 808. Найбільша зимостійкість егілопсів пов'язана з геномом D [18; 19].

Найбільш посухостійкими видами егілопса є *Ae. columnaris* та *Ae. triuncialis* [20].

В умовах Одеси були використані популяції *Ae. cylindrica* джерело стійкості проти бурої іржі, фузаріозу, твердої сажки *Ae. triaristata* — проти борошнистої роси, твердої сажки за їх участю отримано стійкі лінії з інтрогресивними новими домінантними генами, не ідентичними відомим [21–23].

Однак практика селекції показує, що при вирішенні багатьох завдань внутрішньовидова гібридизація може бути неефективною. Подолання цих проблем сприяють сучасні нетрадиційні технології *in vitro*, котрі відкривають широкі перспективи гібридизації між таксономічно віддаленими видами [24; 25]. Вдосконалення цих технологій є одним із шляхів прискорення перенесення корисних генів у комерційні сорти.

У відділі біотехнології селекційного процесу Миронівського інституту пшениці (МІП) НААН упродовж багатьох років проводиться розробка і вдосконалення методів культури тканин для врятування гібридних зародків, отриманих у результаті віддалених схрещувань [26; 27]. У результаті проведених міжродових і міжвидових схрещувань та використання ефекту ембріокультури встановлено можливості виживання і саморепродукції гібридів у реципрокних комбінаціях від схрещуван-

ня пшениці м'якої *T. aestivum* L. і видів *Aegilops*.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

У дослідженнях використовували інтрогресивний матеріал створений методом віддалених схрещувань із використанням біотехнологічних методів у відділі біотехнології селекційного процесу Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН. Рослини вирощували у польових умовах та в теплицях, гібридизацію проводили твел-методом на інтактних рослинах, а беккриси здійснювали методом підставки [28].

Випробування вихідного матеріалу проводилося в умовах селекційних ділянок ННЦ «Інститут землеробства НААН» у державному підприємстві Дослідне господарство «Чабани» в 2012–2017 рр. У схрещуваннях брали участь 9 генотипів пшениці м'якої озимої *Triticum aestivum* L. (Миронівська 61, Подолянка, Монотип, Волошкова, Богдана, Одеська напівкарликова, Балкан, Са 8055, Лютесценс 14662), три генотипи пшениці ярої м'якої (Елегія миронівська, Колективна 3, Миронівська яра), п'ять видів *Aegilops* spp.: (*Ae. juvenalis* (K-681) *Ae. Triuncialis* L. (K-1809), *Ae. columnaris* Zhuk. (K-1495), *Ae. triaristata* Willd (K-1435), *Ae. cylindrica* Host. (K-1810); чотири генотипи тритикале (*Triticosecale* Wittm).

Упродовж 2018–2019 рр. вивчались 850 інтрогресивних ліній, отриманих методом віддаленої гібридизації в попередніх дослідженнях. За стандарт для порівняння брали сорт пшениці м'якої озимої власної селекції Поліська 90, що, за поєднанням адаптивності та багатьох господарсько-цінних ознак, наближається до моделі сорту адаптованого до зони Лісостепу.

Методика проведення досліджень загальноприйнята для польових і лабораторних дослідів [29]. Спостереження, обліки проводились за методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур [30]. Тип, ступінь, інтенсивність розвитку та стійкість до хвороб визначали візуально в умовах штучного інфекційного

та природного провокаційного фонів, згідно з методикою проведення фітопатологічних досліджень [31]. Аналіз показників якості насіння визначали методом інфрачервоної спектроскопії на приладі Infrates 1241 (FOSS, Данія). Отримані показники врожайності та якості селекційних зразків досліджували та порівнювали методами варіаційної статистики. Проводили аналіз основних показників структури врожайності — довжини колоса, кількості колосків у колосі, кількість зерен із колоса, маса зерна з колоса, масу 1000 зерен. Для більш об'єктивного добору індекс селекційних зразків використовували індекс озерненості колоса — співвідношення кількості зерен у колосі до його довжини.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

За останні роки раціональному використанню генетичних ресурсів рослин, що є основою для розвитку селекції та забезпеченню продовольчої безпеки, приділяють велику увагу в усьому світі. Види-співродичі культурної пшениці — це види еволюційно-генетично близькі та входять в один рід, придатні для схрещувань із введенням якісних ознак (стійкості до біо- та абіотичних стресів, дефіцит мікроелементів тощо). Необхідна наступна інтрогресія до їхніх геномів кращих комерційних сортів, які втратили широкий поліморфізм у процесі селекції та багаторічного вирощування.

Вивчення видів-співродичів та ідентифікація видів-донорів дасть змогу здійснювати ресинтез пшениці та поліпшити її генетичний склад.

Всебічне вивчення отриманих інтрогресивних ліній із генетичним матеріалом від різних видів диких співродичів дасть можливість визначити закономірності передачі чужорідної генетичної інформації пшениці, найбільш сприйнятливі шляхи їх використання в селекційній практиці. Актуальними є ідентифікація та локалізація генів стійкості в похідних ліній, вивчення та характеристика їх у відношенні інших цінних господарсько-біологічних ознак.

Виділено 10 кращих ліній (*табл. 1*) з урожайністю зерна у межах 788,2–949,4 г з 1 м² та масою 1000 зерен від 33,6 до 53,6 г. Найвищий урожай зерна з 1 м² виявлений у ліній 2555 та 2555/2 і в абсолютному вираженні сягав 949,4 та 912,1 г, що на 257,0 і 219,7 г відповідно достовірно перевищили сорт-стандарт Поліську 90 з урожаєм зерна 692,4 г/м² (НІР₀₅ = 59,8). Однак, за масою 1000 зерен виділені лінії поступались стандарту на 4,3 та 9,8 г (НІР₀₅ = 5,0).

Маса 1000 зерен у виділених зразків коливалась у межах 33,6–53,6 г. Лише лінія 12,2/1 з масою 1000 зерен 53,6 г достовірно перевищила сорт-стандарт на 8,6 г (НІР₀₅ = 5,0). Виділені лінії були високорослими, висота рослин була вищою від стандарту та в середньому становила 131,8 см, сорт-стандарт Поліська 90 відповідно 110 см.

Довжина колоса виділених ліній коливалась у межах 6,6–10,5. Лінія 2557 з довжиною колоса 10,5 см достовірно перевищила сорт-стандарт (6,5 см) на 4 см (НІР₀₅ = 1,2).

Кількість колосків, зерен у колосі та маса зерен із колоса у виділених ліній у середньому становила 15,8 шт., 34,8 шт. та 1,3 г відповідно. Лінія 2/1 з кількістю колосків 18,4 шт., кількістю зерен у колосі 41,8 шт. та масою зерен з колоса 1,55 г достовірно перевищила сорт-стандарт Поліська 90 на 4,4 шт., 9,8 шт. і 0,11 г відповідно (НІР₀₅ = 1,5, 3,1 та 0,2 відповідно). Лінія 12,2/1 з показником маса зерен із колоса 2,0 г достовірно перевищила сорт-стандарт та 0,56 г (НІР₀₅ = 0,2) (див. *табл. 1*).

Всі лінії характеризувались високою зимостійкістю, середній бал становив 5.

Найнижчий коефіцієнт варіації по вибірці сягав 6,9 та 8,1% висота рослин і врожай зерна з 1 м², найвищий — 20% маса зерен із колоса. Отже, висота рослин та врожай зерна є стабільними величинами.

Якісні показники виділених кращих ліній представлені у *табл. 2*.

Вміст протеїну в зерні у виділених лініях варіював від 16,8 до 17,9%, та достовірно перевищив сорт-стандарт Поліська

Таблиця 1. Кращі лінії, отримані методом віддаленої гібридизації за основними господарсько-цінними ознаками, 2018-2019 р.

Лінія	Урожай з 1 м ² , г	± до St Поліська 90	Маса 1000 зерен, г	Висота рослини, см	Довжина колоса, см	Кількість колосків, шт.	Кількість зерен у колосі, шт.	Маса зерен з колоса, г	Зимо-стійкість
St Поліська 90	692,4	–	45,0	110,0	6,5	14,0	32,0	1,44	4
2557	874,9	182,5	34,6	134,6	10,5	16,8	33,8	1,17	5
2555	949,4	257,0	40,7	135,2	9,9	17,4	36,4	1,48	5
2559	844,5	152,1	37,2	135,4	8,7	16,8	37,2	1,38	5
11,2	788,2	95,8	38,6	144,6	8,8	15,4	35,8	1,38	5
2/1	845,1	152,7	37,1	139,6	7,1	18,4	41,8	1,55	5
12,2/1	831,4	139,0	53,6	130,4	8,0	16,8	37,4	2,00	5
2533/2	833,3	140,9	35,2	137,0	6,6	13,8	32,8	1,15	5
2555/2	912,1	219,7	37,3	127,2	6,8	13,2	30,2	1,13	5
2558/1	879,7	187,3	33,6	130,6	9,3	15,0	32,0	1,08	5
2561/1	897,6	205,2	37,3	125,4	6,9	14,2	30,6	1,14	5
Середнє	849,9		39,1	131,8	8,1	15,8	34,8	1,3	
Sx	20,6		1,7	2,7	0,4	0,5	1,1	0,1	
V, %	8,1		14,6	6,9	17,6	11,0	10,2	20,0	
S	68,4		5,7	9,1	1,4	1,7	3,5	0,3	
НІР ₀₅	59,8		5,0	7,9	1,2	1,5	3,1	0,2	

Примітка: Sx – середня вибірка, S – стандартне відхилення, V,% – коефіцієнт варіації.

90 з вмістом протеїну 14,1% на 2,7–3,8% (НІР₀₅ = 0,9).

Вміст клейковини, у виділених ліній, виявлений на рівні 29,7–32,1%, що порівняно до стандарту (24,6%) достовірно вище на 5,1–7,5% (НІР₀₅ = 1,8).

Показник Зелені коливався від 65,7 до 74,7%, та достовірно перевищив сорт-стандарт (45,1%) на 20,6–29,6% (НІР₀₅ = 6,9).

Коефіцієнт варіації по вибірці становив 5,9, 6,7 та 11,9% відповідно.

Кореляційний аналіз виявив пряму залежність між урожаєм з 1 м² та вмістом у зерні протеїну, клейковини, показником Зелені (r = 0,77–0,79); та обернену залежність між масою 1000 зерен і вмістом у зерні протеїну, клейковини, показником Зелені (r = 0,42–0,49). Всі лінії характеризуються стійкістю до хвороб (борошниста роса, бура іржа, септоріоз) від 6 балів

(ураження оцінювалось як менше 20%) до 9 балів (ознак ураження немає).

Між висотою рослин та вмістом у зерні протеїну, клейковини, показником Зелені виявлений тісний кореляційний зв'язок (r = 0,57–0,63). Однак, також існує обернена залежність між висотою рослин та вмістом крохмалю в зерні (r = 0,52).

Функціональний кореляційний зв'язок виявлений між вмістом у зерні протеїну, клейковини та Зелені (r = 0,98–0,99), а також обернений прямий зв'язок між вмістом у зерні крохмалю й протеїну, клейковини, Зелені (r = 0,99–1,00). Тобто, лінії пшениці озимої з підвищеним вмістом у зерні протеїну, клейковини й Зелені мають низький вміст крохмалю, та що вищий урожай зерна очікувати, то нижчу хлібопекарську якість отримують, особливо, якщо посіви не забезпечувати оптимальним азотним живленням.

Таблиця 2. Характеристика кращих ліній віддалених гібридів за якістю зерна та стійкістю до хвороб, 2018-2019 р. (середнє)

Лінія	Протеїн	± до St Поліська 90	Крохмаль	Клейковина	± до St Поліська 90	Показник Зелені	Борошниста роса	Бура іржа	Сетторіоз
St Поліська 90	14,1	—	67,2	24,6	—	45,1	7	7	6
2557	17,3	3,2	61,7	30,0	5,4	66,1	8	8	8
2555	16,8	2,7	63,3	29,8	5,2	67,0	8	8	8
2559	17,5	3,4	62,2	30,8	6,2	69,7	9	8	8
11,2	16,8	2,7	63,0	30,1	5,5	66,3	8	8	7
2/1	16,9	2,8	63,1	29,7	5,1	66,7	8	8	8
12,2/1	17,1	3,0	61,9	29,7	5,1	65,7	9	9	8
2533/2	16,9	2,8	63,3	30,9	6,3	70,4	8	8	8
2555/2	17,6	3,5	61,7	32,0	7,4	74,5	8	8	8
2558/1	17,9	3,8	61,5	32,1	7,5	74,7	8	8	8
2561/1	17,1	3,0	61,7	31,3	6,7	70,6	8	8	8
Середнє	16,9		62,8	30,1		67,0			
S _x	1,0		0,5	0,6		2,4			
V, %	5,9		2,6	6,7		11,9			
S	1,0		1,6	2,0		7,9			
НІР ₀₅	0,9		1,4	1,8		6,9			

Кожен новий районований сорт пшениці більшою чи меншою мірою піднімає «планку урожайності» зерна. Згідно з закономірностями, кожен додатковий кілограм приросту врожаю зерна, щоб не знижувалася хлібопекарська якість, має бути забезпечений доступним мінеральним азотом, оскільки між урожаєм зерна та його якістю існує чітко виражена зворотна залежність, тобто чим більша врожайність, тим менша якість зерна.

Реалізація селекційних програм, спрямованих на створення сортів із високим та сталим рівнем зернової продуктивності, потребує вивчення генотипових відмінностей та добору на цій основі вихідного матеріалу за комплексом ознак. Тому, оцінюючи кожну лінію, ми виділили зразки, які доцільно використовувати для отримання кращих сполучень господарсько-цінних ознак і біологічних властивостей.

Лінія 2557: урожай з 1 м² — 874,9 г; довжина колоса — 10,5 см; кількість колосків у

колосі — 16,8 шт.; вміст у зерні протеїну — 17,3%; клейковини — 30,0%; показник Зелені — 66,1%; стійкість до хвороб (бал) — 8; зимостійкість (бал) — 5.

Лінія 2555: урожай з 1 м² — 949,4 г; довжина колоса — 9,9 см; кількість колосків — 17,4 шт.; кількість зерен у колосі — 36,4 шт.; маса зерен з колоса — 1,48 г; вміст у зерні протеїну — 16,8%; клейковини — 29,8%; показник Зелені — 67%; стійкість до хвороб (бал) — 8; зимостійкість (бал) — 5.

Лінія 2559: урожай з 1 м² — 844,5 г; довжина колоса — 8,7 см; кількість колосків — 16,8 шт.; кількість зерен у колосі — 37,2 шт.; вміст у зерні протеїну — 17,5%; клейковини — 30,8%; показник Зелені — 69,7%; стійкість до хвороб (бал) — 8–9; зимостійкість (бал) — 5.

Лінія 11,2: урожай з 1 м² — 788,2 г; довжина колоса — 8,8 см; вміст у зерні протеїну — 16,8%; клейковини — 30,1%; показник Зелені — 66,3%; стійкість до хвороб (бал) — 7–8; зимостійкість (бал) — 5.

Лінія 2/1: урожай з 1 м² – 845,1 г; кількість колосків – 18,4 шт.; кількість зерен у колосі – 41,8 шт.; маса зерен з колоса – 1,55 г; вміст у зерні протеїну – 16,9%; клейковини – 29,7%; показник Зелені – 66,7%; стійкість до хвороб (бал) – 8; зимостійкість (бал) – 5.

Лінія 12,2/1: урожай з 1 м² – 831,4 г; маса 1000 зерен – 53,6 г; довжина колоса – 8,0 см; кількість колосків – 16,8 шт.; кількість зерен у колосі – 37,4 шт.; маса зерен з колоса – 2,00 г; вміст у зерні протеїну – 17,1%; клейковини – 29,7%; показник Зелені – 65,7%; стійкість до хвороб (бал) – 8-9; зимостійкість (бал) – 5.

Лінія 2533/2: вміст у зерні протеїну – 16,9%; клейковини – 30,9%; показник Зелені – 70,4%; стійкість до хвороб (бал) – 8; зимостійкість (бал) – 5.

Лінія 2555/2: урожай з 1 м² – 912,1 г; вміст у зерні протеїну – 17,6%; клейковини – 32,0%; показник Зелені – 74,5%; стійкість до хвороб (бал) – 8; зимостійкість (бал) – 5.

Лінія 2558/1: вміст у зерні протеїну – 17,9%; клейковини – 32,1%; показник Зелені – 74,7%; стійкість до хвороб (бал) – 8; зимостійкість (бал) – 5.

Лінія 2561/1: вміст у зерні протеїну – 17,1%; клейковини – 31,3%; показник Зелені – 70,6%; стійкість до хвороб (бал) – 8; зимостійкість (бал) – 5.

Виділені та вивчені лінії є цінним вихідним матеріалом для селекційних програм зі створення високоврожайних сортів із відмінною хлібопекарською якістю зерна.

ВИСНОВКИ

За результатами досліджень вивчення інтрогресивних ліній пшениці озимої отриманих методом віддаленої гібридизації виділено 10 ліній з урожайністю зерна від 788,2 до 949,4 г з 1 м², найвищий урожай зерна виявлений у ліній 2555 й 2555/2 і в

абсолютному визначенні становив 949,4 і 912,1 г, що на 257,0 та 219,7 г відповідно достовірно перевищили сорт-стандарт Поліську 90 з урожаєм зерна 692,4 г/м² (НІР₀₅ = 59,8). Лінія 12,2/1 з масою 1000 зерен 53,6 г і показником маса зерен із колоса 2,0 г достовірно перевищила сорт-стандарт на 8,6 г й 0,56 г відповідно (НІР₀₅ = 5,0 та 0,2 відповідно). За якісними показниками вміст протеїну в зерні у виділених ліній виявлений на рівні 16,8–17,9%, клейковини 29,7–32,12%, показник Зелені 65,7–74,7% і достовірно перевищили сорт-стандарт Поліська 90 на 2,7–3,8%, 5,1–7,5 й 20,6–29,6% відповідно (НІР₀₅ = 0,9, 1,8 та 6,9% відповідно). Виділено лінії, які доцільно залучати для отримання кращих сполучень господарсько-цінних ознак і біологічних властивостей за комплексом ознак. Лінії 2557, 2555, 2559, 11,2, – урожай з 1 м², довжина колоса, вміст у зерні протеїну, клейковини, показник Зелені, стійкістю до хвороб і зимостійкістю; крім того, лінія 2557 – кількістю колосків у колосі; лінії 2555 та 2559 – кількістю колосків, кількістю зерен у колосі та лінія 2555 – масою зерен з колоса. Лінії 2/1 та 12,2/1 – урожай з 1 м², кількість колосків, кількість зерен у колосі, маса зерен із колоса, вміст у зерні протеїну, клейковини, показник Зелені, стійкість до хвороб і зимостійкість; крім того, лінія 12,2/1 – маса 1000 зерен і довжина колоса. Лінії 2533/2, 2555/2, 2558/1 і 2561/1 – вміст у зерні протеїну, клейковини, показник Зелені, стійкість до хвороб і зимостійкість; крім того, лінія 2555/2 за урожаєм з 1 м². Використання віддалених схрещувань *Triticum aestivum* L. з видами *Aegilops* дало змогу створити різноманітний вихідний матеріал, що представляє цікавість для отримання високоврожайних, зимостійких та стійких до хвороб сортів пшениці озимої з високою якістю зерна в умовах зони Лісостепу України.

ЛІТЕРАТУРА

1. Дорофеев В.Ф. и др. Культурная флора СССР: пшеница. Ленинград: Колос, 1979. Т. 1. 348 с.
2. Knott D.R. Transferring alien genes to wheat. Wheat and wheat improvement / E.G. Heynee (Ed). Soc. Agron, 1987. P. 480.
3. Ячевская Г.Л., Наумов А.А. Использование метода отдаленной гибридизации в селекции пшеницы: Обзор МС АГРОПРОМИНФОРМ. Москва: ВНИИТЭИагропром, 1990. 68 с.
4. Feldman M. and R. Sears. The wild gene resources

- of wheat. *Scientifican American*. 1981. Vol. 244. № 1. P. 98–107.
5. Hope H.J., Comea A. and Hasty P. Ice encasement tolerance of prairienland ryegrass, orbit tall wheatgrass and puma rye grown under controlled environments. *Cereal Res. Communie. Szegtd*. 1984. Vol. 12. N 1/2. P. 101–103.
 6. Kimber G. Evolutionary relationships and their influence on plant breeding. *Gene manipulation in plant improvement. 16th Stadler Genetics Symp*. 1984. P. 281–293.
 7. Вавилов Н.И. Учение об иммунитете растений к инфекционным заболеваниям. *Теоретические основы селекции*. Москва-Ленинград: Госиздат, 1935. Т. 1. С. 893–900.
 8. Fedak G. Alien species as a sources of physiological trait for wheat improvement. *Euphytica*. 1985. Vol. 105. P. 673–680.
 9. Jiang J., Friebe and Gill B.S. Recent advances in alien gene transfer in wheat. *Euphytica*. 1994. 73. P. 199–212.
 10. Sears E.R. Chromosome engineering in wheat. *Stadler Symp.*, Columbia, USA. 1972. Vol. 4. P. 23–28.
 11. Feldman M. Cytogenetic and molecular approaches to alien gene transfer in wheat. *Wheat Genetics Symposium*. 1988. Vol. 1. P. 23–32.
 12. Жиров Е.Г., Терновская Т.К. Геномная инженерия у пшеницы. *Вестник сельскохозяйственных наук*. 1984. № 10. С. 58–66.
 13. Гончаров Н.П. Сравнительная генетика пшениц и их сородичей. Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2002. 252 с.
 14. Hammer K. Vorarbeiten zur monographischen Darstellung von wildpflanzen-sorten: *Aegilops* L. *Kulturpflanze*. 1980, 28. С. 33–180.
 15. Далгатова Б.И. Биохимические и технологические свойства твердой пшеницы Азербайджана и пшенично-эгилопсовых гибридов: автореф. дисс. ... канд. биол. наук: 03.00.04. Ленинград, 1979. 21 с.
 16. Holubec V., Hanusova R. and Kostikanova E. The Aegilops collection in the Praha-Ruzyne (Czechoslovakia) Gene Bank: collecting, evaluation and documentation. *Hereditas*. 1992. Vol. 116. P. 271–276.
 17. Богуславский Р.Л., Голик О.В. Род *Aegilops* L. как генетический ресурс селекции. Харьков, 2004. 236 с.
 18. Limin A.E. and Fowler D.B. Cold hardness of some wild relatives of hexaploid wheat. *Canadian Journal of Botany*. 1981. Vol. 59. P. 572–573.
 19. Барашкова Э.А., Мигушова Э.Ф. К вопросу морозостойкости доноров геномов пшеницы. *Бюллетень ВИР*. 1976. № 65. С. 36–41.
 20. Damania A.B., Altunji H. and Dhalival A.S. Evaluation of Aegilops spp. for drought and frost tolerance. *Genetic Resources Unit Annual Report*. Aleppo: ICARDA, 1992. P. 45–46.
 21. Бабаянц Л.Т., Рыбалка А.И., Аксельруд Д.В. Нове джерело стійкості пшениці до основних хвороб. *Збірник наукових праць Селекційно-генетичного інституту*. Одеса, 1996. С. 111–116.
 22. Бабаянц Л.Т., Рыбалка А.И., Бабаянц О.В. и др. Новый исходный материал и его использование при селекции пшеницы на групповую устойчивость к фитопатогенам. *Первая Всерос. конф. по иммунитету раст. к болезням и вредителям*: науч. матер. Санкт-Петербург: ВИЗР, 2002. С. 167.
 23. Бабаянц О.В. Фузариоз пшеницы на юге Украины, сортоустойчивость, новые источники и доноры устойчивости. *Первая Всерос. конф. по иммунитету раст. к болезням и вредителям*: науч. матер. Санкт-Петербург: ВИЗР, 2002. С. 167–168.
 24. Бутенко Р.Г., Тихоненко Т.И., Прокофьев М.И. Основы сельскохозяйственной биотехнологии. Москва: Агропромиздат, 1990. 384 с.
 25. Pershina L.A., Numerova O.M., Belova L.I. and Devyatkina E.P. Biotechnological and cytogenetic aspects of producing new wheat genotypes using hybrids. *Euphytica*. 1998. Vol. 100, № 1–3. P. 239–244.
 26. Хамула П.В., Тимоха С.И., Василенко С.И., Гирко В.С. Размножение F1 отдалённых гибридов злаков. *Вісник аграрної науки*. 1993. № 6. С. 61–68.
 27. Гирко В.С. Сохранение и клональное размножение отдалённых гибридов. *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 1996. № 5. С. 46–48.
 28. Волощук С.И., Ковальчук С.О. Отримання інтродресивних форм при віддалених схрещуваннях triticum, secale та aegilops. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2017. Вип. 2. С. 171–182.
 29. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур. Вип. 1. Київ, 2000. 100 с.
 30. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: уч. пособ. Москва: Колос, 1985. 423 с.
 31. Булавка Н.В. Генетические основы селекции на морозо- и зимостойкость. *Биологические резервы повышения урожайности зерновых колосовых культур*: сб. науч. трудов. Мировна, 1989. С. 43–51.

REFERENCES

1. Dorofeev, V.F. et al. (1979). *Kulturnaya flora SSSR: Pshenitsa [Cultural flora of the USSR: Wheat]*. Ленинград: Колос [in Russian].
2. Knott, D.R. & Heynee, E.G. (Ed.) (1987). Transferring alien genes to wheat. Wheat and wheat improvement. Agron [in English].
3. Yachevskaya, G.L. & Naumov, A.A. (1990). *Ispolzovanie metoda otdalennoy gibridizatsii v seleksii pshenitsy: Obzor MS AGROPROMINFORM [Using the method of distant hybridization in wheat breeding: Review of MS AGROPROMINFORM]*. Moskva [in Russian].
4. Feldman, M. & Sears, R. (1981). The wild gene resources of wheat. *Scientifican American*, 244, 1, 98–107 [in English].
5. Hope, H.J., Comea, A. & Hasty, P. (1984). Ice encasement tolerance of prairienland ryegrass, orbit tall wheatgrass and puma rye grown under controlled environments. *Cereal Res. Communie. Szegtd*, 12, 1/2, 101–103 [in English].

6. Kimber, G. (1984). Evolutionary relationships and their influence on plant breeding. Gene manipulation in plant improvement. *16th Stadler Genetics Symp.*, 281–293 [in English].
7. Vavilov, N.I. (1935). Uchenie ob immunitete rasteniy k infektsionnym zabolevaniyam [The doctrine of plant immunity to infectious diseases]. *Teoreticheskie osnovy selektsii – Theoretical foundations of breeding*. (Vol. 1). Moscow-Leningrad: Gosizdat [in Russian].
8. Fedak, G. (1985). Alien species as a sources of physiological trait for wheat improvement. *Euphytica*, 105, 673–680 [in English].
9. Jiang, J. (1994). Friebe and Gill B.S. Recent advances in alien gene transfer in wheat. *Euphytica*, 73, 199–212 [in English].
10. Sears, E.R. (1972). Chromosome engineering in wheat. *Stadler Symp.*, 4, 23–28 [in English].
11. Feldman, M. (1988). Cytogenetic and molecular approaches to alien gene transfer in wheat. *Wheat Genetics Symposium*, 1, 23–32 [in English].
12. Zhiron, Ye.G. & Ternovskaya, T.K. (1984). Genomnaya inzheneriya u pshenitsy [Genomic engineering in wheat]. *Vestnik sel'skokhozyaystvennykh nauk – Bulletin of Agricultural Sciences*, 10, 58–66 [in Russian].
13. Goncharov, N.P. (2002). *Sravnitel'naya genetika pshenits i ikh sorodichey [Comparative genetics of wheat and their relatives]*. Novosibirsk: Sib. univ. publishing house [in Russian].
14. Hammer, K. (1980). Vorarbeiten zur monographischen Darstellung von wildpflanzensofortimenten: *Aegilops L. Kulturpflanze*, 28, 33–180 [in English].
15. Dalgatova, B.I. (1979). Biokhimicheskie i tekhnologicheskie svoystva tverдой pshenitsy Azerbaydzhana i pshenichno-egilopsovykh gibridov [Biochemical and technological properties of Azerbaijan durum wheat and wheat-Aegilops hybrids]. *Candidate's thesis*. L. [in Russian].
16. Holubec, V., Hanusova, R. & Kostikanova, E. (1992). The Aegilops collection in the Praha-Ruzyne (Czechoslovakia) Gene Bank: collecting, evaluation and documentation. *Hereditas*, 116, 271–276 [in English].
17. Boguslavskiy, R.L. & Golik, O.V. (2004). *Rod Aegilops L. kak geneticheskiy resurs selektsii [Genus Aegilops L. as a genetic selection resource]*. Kharkov [in Russian].
18. Limin, A.E. & Fowler, D.B. (1981). Cold hardiness of some wild relatives of hexaploid wheat. *Canadian Journal of Botany*, 59, 572–573 [in English].
19. Barashkova, E.A. & Migushova, E.F. (1976). K voprosu morozostoykosti donorov genomov pshenitsy [On the issue of frost resistance of wheat genome donors]. *Byulleten VIR – VIR Bulletin*, 65, 36–41 [in Russian].
20. Damania, A.B., Altunji, H. & Dhalival, A.S. (1992). Evaluation of Aegilops spp. for drought and frost tolerance. *Genetic Resources Unit Annual Report*, 45–46 [in English].
21. Babaian, L.T., Rybalka, O.I. & Akselrud, D.V. (1996). Nove dzherelo stiikosti pshenitsi do osnovnykh khvorob [A new source of resistance of wheat to major diseases]. *Zbirnyk naukovykh prats Seleksiino-henetychnoho instytutu – Collection of scientific works of the Breeding and Genetic Institute*, 111–116 [in Ukrainian].
22. Babayants, L.T. et al. (2002). Novyy iskhodnyy material i ego ispolzovanie pri selektsii pshenitsy na grupovuyu ustoychivost k fitopatogenam [New source material and its use in wheat breeding for group resistance to phytopathogens]. *Pervaya Vserossiyskaya konferentsiya po immunitetu rasteniy k boleznyam i vreditelyam: nauchnyye materialy – The first All-Russian conference on plant immunity to diseases and pests: scientific materials*, 167 [in Russian].
23. Babayants, O.V. (2002). Fuzarioz pshenitsy na yuge Ukrainy, sortoustoychivost, novye istochniki i donory ustoychivosti [Fusarium wheat in the south of Ukraine, variety resistance, new sources and donors of resistance]. *Pervaya Vserossiyskaya konferentsiya po immunitetu rasteniy k boleznyam i vreditelyam: nauchnyye materialy – The first All-Russian conference on plant immunity to diseases and pests: scientific materials*, 167–168 [in Russian].
24. Butenko, R.G., Tikhonenko, T.I. & Prokofev, M.I. (1991). *Osnovy sel'skokhozyaystvennoy biotekhnologii [Fundamentals of Agricultural Biotechnology]*. Moscow: Agropromizdat [in Russian].
25. Pershina, L.A., Numerova, O.M., Belova, L.I. & Devyatkina, E.P. (1998). Biotechnological and cytogenetic aspects of producing new wheat genotypes using hybrids. *Euphytica*, 100, 1–3, 239–244 [in English].
26. Khamula, P.V., Timokha, S.I., Vasilenko, S.I. & Girko, V.S. Razmnozhenie F1 ot dalennykh gibridov zlakov [Reproduction of F1 distant hybrids of cereals]. *Visnik agrarnoi nauki – Bulletin of Agrarian Science*, 6, 61–68 [in Russian].
27. Girko, V.S. (1996). Sokhraneniye i klonalnoye razmnozheniye ot dalennykh gibridov [Conservation and clonal reproduction of distant hybrids]. *Izvestiya Timiryazevskoy sel'skokhozyaystvennoy akademii – Bulletin of the Timiryazev Agricultural Academy*, 5, 46–48 [in Russian].
28. Voloshchuk, S.I. & Kovalchuk, S.O. (2017). Otrymannia introgressivnykh form pry viddalennykh skhreshchuvanniakh triticum, secale ta aegilops [Obtaining introgressive forms at remote crosses of triticum, secale and aegilops]. *Zbirnyk naukovykh prats NNTS «Instytut zemlerobstva NAAN» – Collection of scientific works of NSC «Institute of Agriculture of NAAS»*, 2, 171–182 [in Ukrainian].
29. Metodyka derzhavnogo sortovyprobuvannya sil's'kohospodars'kykh kul'tur [Methods of state variety testing of crops]. (2000). Is. 1. Kyiv [in Ukrainian].
30. Dospikhov, B.A. (1985). *Metodyka polezogo opyta [Methodology of field experience]*. Moscow: Kolos [in Russian].
31. Bulavka, N.V. (1989). Geneticheskiye osnovy selektsii na morozo- i zimostoykost' [Genetic foundations of breeding for frost and winter hardiness]. *Biologicheskiye rezervy povysheniya urozhaynosti zernovykh kolosovykh kul'tur: sbornik nauchnykh trudov – Biological reserves of increasing the productivity of grain crops: collection of scientific works*, 43–51 [in Russian].

Стаття надійшла до редакції журналу 20.02.2021