

УДК 633.11:575.116

Т. П. НАРГАН, к. с.-г. н., старш. наук. співроб.,
І. І. МОЦНИЙ, к. б. н., пров. наук. співроб.,
В. Ю. СЕЧНЯК, к. с.-г. н., пров. наук. співроб.,
С. П. ЛИФЕНКО, д. с.-г. н., проф., акад. НААН України, гол. наук. співроб.
СГІ–НЦНС, Одеса
e-mail: labinsort@ukr.net

ОЦІНКА ЛІНІЙ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ (*TRITICUM AESTIVUM* L.) ВІД ВІДДАЛЕНОЇ ГІБРИДИЗАЦІЇ ЗА ГОСПОДАРСЬКО КОРИСНИМИ ОЗНАКАМИ

Наведені результати зі створення нового вихідного матеріалу пшениці м'якої озимої із застосуванням міжвидових схрещувань для селекції на стійкість до борошнистої роси, листової, жовтої і стеблової іржі. Досліджено 44 інтрогресивні лінії та виділено п'ять генотипів, що характеризуються груповою стійкістю: E1598/12, E1433/12, E200/97–2, E242/97–1 і E242/97–2, а також групи генотипів зі стійкістю до трьох, двох хвороб або до одного патогена. Відмічено низьку частоту об'єднання у покращених ліній показників високої стійкості до захворювань з підвищеною урожайністю та високою якістю зерна. Виділені лінії E173/09, Ф185/09, E208/09, які поєднують помірну стійкість до окремих хвороб з відносно високими показниками врожайності та седиментації. На основі літературних джерел наведено дані щодо генетичного зчеплення забарвлення та опушення колоса з гліадиновими та глютеніновими алелями. Показано, що ознаки опушення колоса від амфіплоїда ПЕАГ і червоний колір від сорту Панна можна вважати фенотиповими маркерами якості.

Ключові слова: *Triticum aestivum* L., віддалена гібридизація, транслокація, інтрогресивні лінії, стійкість, продуктивність.

Вступ. Нова селекційна парадигма розглядає врожайність пшениці як похідну двох компонентів — продуктивності і витривалості (адаптивності). Отже, адаптивність — як здатність сорту стабільно забезпечувати досить високі врожаї за сприятливих умов і незначного зменшення врожаю та його якості у несприятливі роки і стійкість до хвороб, шкідників та несприятливих кліматичних чинників може розглядатися як мета селекції [1]. У цьому контексті створення і впровадження у виробництво стійких до фітозахворювань сортів пшениці озимої — це перспективний шлях розвитку сільського господарства, який дає значний економічний ефект та зменшує потребу в застосуванні пестицидів. Саме залучення колекційних стійких донорів, в першу чергу до іржастих хвороб, у схрещування з сортами місцевої селекції та включення їх у гібридизацію з японським сортом

Norin 10 — джерелом генів карликовості з низькою фотоперіодичною чутливістю, стало початком славнозвісної «зеленої революції» у міжнародному центрі поліпшення пшениці та кукурудзи (CIMMIP). Це дало змогу виділити стійкі до хвороб і вилягання, адаптовані до особливостей місцевого клімату високопродуктивні генотипи і подолати основну причину суттєвого зниження врожаїв у країнах третього світу — ураження пшениці хворобами, зокрема іржастими [2]. На жаль, оскільки ефективність існуючих генів стійкості сучасних комерційних сортів поступово втрачається через утворення внаслідок еволюції нових високовірулентних рас патогенів, абсолютної стійкості виду добитись майже неможливо. Тому пошук нових джерел та створення донорів групової стійкості для селекції сортів нового покоління постійно триває [3]. Особливо актуальним це стало останніми роками, коли внаслідок глобальних змін клімату спостерігається і зміна видового складу та шкодочинності збудників захворювань [4].

На фоні кліматичних змін та виникнення нових рас збудників хвороб перспективним напрямом отримання принципово нових генотипів вважається реконструкція геному пшениці м'якої шляхом інтрогресії — включення генетичного матеріалу від інших видів і родів методом віддаленої гібридизації. Відомо, що такі схрещування викликають потужний формотворчий процес, який реалізується у послідовній низці генерацій. Це може надавати величезні можливості добору матеріалу для селекції на високий рівень стійкості до абіотичних стресових чинників та хвороб [5]. Зокрема в лабораторії селекції інтенсивних сортів пшениці СГІ–НЦНС особливу увагу звернули на найстійкіший до грибкових хвороб вид пшениці *T. timopheevii* Zhuk. Дослідження показали, що він має комплексний імунітет суто генного (ядерного) типу успадкування. Причому найбільш ефективні гени стійкості локалізовані у специфічному геномі G, якого немає у культурних видів пшениці, що ускладнює передачу генів стійкості. Однак створений у лабораторії сорт Ліона, який у своєму родоводі має *T. timopheevii*, віднесено до групи найбільш стійких до стеблової іржі [6]. Створення сорту з таким типом стійкості — це винятковий успіх, бо саме стеблова іржа тепер є найбільшою загрозою для пшениці у багатьох регіонах світу.

Багато проведено й інших досліджень з міжвидової гібридизації, отримано вкрай цікаві результати з точки зору генетики пшениці, проте в практичній селекції успіхів у цілому не надто багато. Причини такого стану очевидні — кожен вид, а тим паче хороший сорт, являє собою вдалу, навіть унікальну асоціацію генів, що є наслідком тривалої природної еволюції або спрямованого селекційного процесу. Гібридизація, особливо віддалена, у більшості випадків порушує таку унікальність. Тому виявлення селекційно цінних стійких до хвороб ліній серед отриманого нами матеріалу від схрещувань з іншими видами і родами є важливим етапом досліджень.

Метою дослідження було виділення ліній-донорів пшениці м'якої озимої, отриманих від міжвидової гібридизації, що є стійкими до розпо-

всюджених листкостеблових хвороб культури та мають високу продуктивність і добру якість зерна, із наявним захисним опушенням на листках і колосі. Матеріалом є похідні від багаторазового схрещування низьковрожайних примітивних ліній або колекційних зразків з сучасними сортами.

Матеріал і методика. У результаті складних схрещувань сортів пшениці м'якої озимої з оригінальними первинними інтрогресивними лініями або зразками з колекції дикорослих видів та амфіплоїдів відділу загальної та молекулярної генетики СГІ–НЦНС, подальших схрещувань гібридів BC_{2-3} з сучасними сортами СГІ–НЦНС (Ніконія, Селянка, Панна, Куяльник) або без цього та 6–8 самозапиленень одержано 44 удосконалені інтрогресивні лінії пшениці м'якої озимої, які і були матеріалом дослідження. Лінії передані в лабораторію інтродукції та генетичних ресурсів СГІ–НЦНС та занесені до каталогу бази генетичних даних СГІ–НЦНС (табл. 1). Детальний опис матеріалу та умов досліджень містить наша попередня публікація [7].

Матеріал сіяли 1–2-рядковими ділянками широкорядним способом ручною саджалкою у сівозміні відділу загальної та молекулярної генетики СГІ–НЦНС (м. Одеса) та карантинного розсадника СГІ–НЦНС (с. Дачне Одеської обл.). Ділянки площею 10 м² були розміщені в сівозміні лабораторії селекції інтенсивних сортів пшениці СГІ–НЦНС. Агротехніка загальноприйнята для насінницьких посівів зони Півдня України, попередник — чорний пар. Разом з інтрогресивними лініями досліджувались батьківські форми, гібриди та сорти-стандарти Вікторія одеська (далі Вікторія) і Куяльник. Шляхом порівняння статистичних параметрів кількісних ознак, показників стійкості та визначення наявності/відсутності морфологічних ознак в якості фенотипових маркерів досліджувалась експресія донорських ознак у означених інтрогресивних ліній, їхня продуктивність та вплив чужинного генетичного матеріалу на прояв агрономічних ознак на рівні агроценозу.

Таблиця 1

Перелік вторинних інтрогресивних ліній з номерами каталогу бази даних СГІ–НЦНС

№ з/п	Лінія	Різновид	Родовід ліній	№ каталогу СГІ–НЦНС
1	E83/09	<i>Erythrospermum</i>	Од.267 / ОН232/03 // Од.267 ^{*4}	11628
2	E1597/12	- «-	- «-	11629
3	E1598/12	- «-	- «-	11630
4	Ф93/09	<i>Ferrugineum</i>	Альбатрос / SHA663/01	11631
5	E945/11	<i>Erythrospermum</i>	- «-	11632
6	Ф958/11	<i>Ferrugineum</i>	- «-	11633

* — інтрогресивні лінії названі умовно у зв'язку з наявністю в їхньому родоводі інших видів. Але не всі лінії проаналізовані цитогенетично на наявність інтрогресій.

Продовження табл. 1

№ з/п	Лінія	Різновид	Родовід ліній	№ каталогу СГІ–НЦНС
7	Ф964/11	- «-	- «-	11634
8	E137/09	<i>Erythrospermum</i>	Aztec / ES47	11635
9	E1433/12	- «-	Од.267 / E200/97–2	10342
10	E170/09	- «-	Од.267 / E200/97–2 // Од.267 ² /3/ Ніконія	10343
11	E173/09	- «-	- «-	10344
12	E175/09	- «-	- «-	10345
13	Ф178/09	<i>Ferrugineum</i>	- «-	10346
14	Ф180/09	- «-	- «-	10347
15	Ф185/09	- «-	- «-	10348
16	E190/09	<i>Erythrospermum</i>	Од.267 / E200/97–2 // Од.267 ² /3/ Селянка	10350
17	E193/09	- «-	- «-	10351
18	E194/09	- «-	- «-	10352
19	E200/09	- «-	Г242/97–1 / Од.267 ⁴ // Селянка	12004
20	E202/09	- «-	- «-	10355
21	E204/09	- «-	- «-	10356
22	E208/09	- «-	- «-	12005
23	E211/09	- «-	Г242/97–1 / Од.267 ⁴ // Панна	10359
24	E212/09	- «-	Г242/97–1 / Од.267 ³ // Куяльник	12006
25	E214/09	- «-	- «-	11636
26	E218/09	- «-	Од.267 / Н74/90–245 // Од.267 ⁴ /3/ Селянка	10362
27	E1599/12	- «-	- «-	10363
28	E230/09	- «-	Од.267 / Н74/90–245 // Од.267 ³ /3/ Лузанівка	10365
29	E234/09	- «-	Од.267 / ПЕАГ // Од.267 ³ /3/ Се- лянка	10366
30	E235/09	- «-	Од.267 / ПЕАГ // Од.267 ⁵	10367
31	Б238/09	<i>Barbarossa</i>	Од.267 / ПЕАГ // Од.267 ³ /3/ Панна	10368
32	Б241/09	- «-	- «-	10369
33	E243/09	<i>Erythrospermum</i>	Од.267 / ЧЕ1341/98 // Од.267 ³	10370
34	Л245/09	<i>Lutescens</i>	Безоста 1 / <i>T. migushovae</i> // Без- оста 1*4	10371
35	E247/09	<i>Erythrospermum</i>	Альбатрос / NH161/99 /3/ Ніконія // NE105/99	11637
36	Ф250/09	<i>Ferrugineum</i>	Панна / NHN172/99	10372
37	Г1380/10	<i>Hostianum</i>	Од.267 / АД Жирова // Од.267 ³	10373
38	Г1381/10	- «-	- «-	10374
39	E29ф/11	<i>Erythrospermum</i>	Г242/97–2 / 798/93	11639
40	Н74/90–245	<i>Erythrospermum</i>	Tom Pouce Blanc /	10375
41	Н74/90–258	- «-	АД(<i>T. timopheevii</i> × <i>Ae. tauschii</i> ssp. <i>strangulata</i>)// Аврора /3/Русалка	10376

Закінчення табл. 1

№ з/п	Лінія	Різновид	Родовід ліній	№ каталогу СГІ–НЦНС
42	E200/97–2	<i>ErythrospERMum</i>	Тритикале АД825 / <i>T. durum</i>	10377
43	Г242/97–1	Hostianum	Чорномор F ₃ // H74/90–245 або H74/90–258	11638
44	Г242/97–2	- «-	- «-	10378
45	Куяльник, st.	<i>ErythrospERMum</i>		09291
46	Вікторія, st.	- «-		09933

Фітопатологічну оцінку здійснювали протягом 2007–2015 рр. у польових умовах на фоні природних епіфітотій борошнистої роси (*Blumeria graminis* (DC) Speer f. sp. *tritici* March.) — 2008, 2013, 2014 рр., листової (*Puccinia triticina* Erikss. and Henn.) — 2009, 2011, 2012, 2014 рр. та жовтої (*Puccinia striiformis* West.) — 2013, 2015 рр. іржі, а також септоріозу (*Septoria tritici* Rob. ex Desm). Стійкість до бурої листової та стеблової (*Puccinia graminis* Pers. f. sp. *tritici* Erikss. and Henn.) іржі додатково оцінювали на штучному інфекційному фоні в розсаднику зараження відділу фітопатології та ентомології СГІ–НЦНС, де інтенсивність ураження накопичувачів інфекції становила 1–2 бали. Ступінь стійкості генотипів визначали за інтенсивністю ураження за 9-бальною інтегрованою шкалою [8]. Позначення 7;3 означає сегрегацію, 7(3) — серед стійких в основному рослин зрідка зустрічались сприйнятливі.

Показники якості борошна визначали методом седиментації SDS30, розробленим у відділі генетичних основ селекції СГІ–НЦНС [9], та із застосуванням ближньої інфрачервоної спектроскопії за допомогою приладу NIRS5000 (США). В останньому випадку калібрування приладу проводили при визначенні показника седиментації методом Пумп'янського за величиною осаду в 2 %-й оцтовій кислоті після відстоювання протягом 5 хв. Вміст білка визначали за методом К'ельдаля на приладі Kjeltex-Auto 1030, вміст крохмалю — колориметричним методом на приладі Сахариметр універсальний (СУ-5).

Роки досліджень досить сильно різнилися за гідротермічними показниками періоду вегетації і далеко не завжди були оптимальними для росту і розвитку рослин пшениці [7]. Проте в переважній більшості були сприятливими для прояву основних хвороб пшениці, розповсюджених на Півдні України. Лише зимовий період 2010/11 року вирізнявся стійкими тривалими морозами впродовж усього періоду та відсутністю снігового покриву, а весняно-літній період 2011 року був посушливим з температурними показниками в межах норми, що не сприяло розвитку багатьох листостеблових захворювань. Як правило, ураження бурою іржею з'являлися наприкінці квітня, інфекція борошнистої роси була присутня на посівах як восени, так і навесні. Поширення інфекції септоріозу в сприятливі для нього роки спостерігалось у фазі молочної стиглості.

Отже, в роки епіфітотій без штучної інокуляції рослин вдалося диференціювати генотипи і виділити лінії, стійкі на природному тлі. Але стосовно листової і стеблової іржі оцінку створених ліній отримали і на штучному інфекційному фоні.

Результати та обговорення. У залежності від року дослідження та походження матеріалу, зокрема джерела стійкості від інших видів, створені інтрогресивні лінії істотно різнилися стійкістю до хвороб та наявністю окремих морфологічних ознак різновиду (опушенням та кольором колоса). Слід зазначити, що в останні роки поширення та інтенсивність ураження пшениці борошнистою россою дещо змінюється, очевидно внаслідок зміни метеорологічних умов. Проте протягом 2007/08 с.-г. року відбулася зміна расового складу захворювання [10], і значна частина ліній втратила стійкість. Епіфітотії бурої листової іржі останнім часом зустрічаються на Півдні України щороку. Останніми роками листової іржа в посівах пшениці проявлялась на різних етапах розвитку рослин. В 2011 р. перші ознаки захворювання рослин відмічено на початку фази колосіння, а в 2009 та 2013 рр. — у фазу наливу зернівки. Максимального розвитку хвороба досягала у фазу молочної стиглості. Спостереження за генотипами виявили у них як досить широку варіабельність ступеня ураження борошнистою россою і листовою іржею за роками, так і різницю між лініями в межах одного року від украї сприйнятливих до стійких (табл. 2).

Перше, очевидно, зумовлено змінами расового складу популяцій патогенів, що підтверджується свідченнями фітопатологів [10; 11; 8]. Друге має генетичні причини. Відомо, що колекційні зразки (Н74/90–245 та Н74/90–258) та окремі вихідні лінії (Е200/97–2, Г242/97–1 і Г242/97–2) мають зумовлений пшенично-житньою транслокацією 1BL.1RS, мало-ефективний в сучасних умовах генний комплекс *Pm8/Lr26/Sr31/Yr9*. Такий же тип генів є у ліній, що мають у родоводі амфіплоїд AD (*T. timopheevii* / *Ae. tauschii*) із Болгарії [12; 13], тому ймовірно, що окремі гени стійкості походять від його складових. Не виключене також можливе комбінування з іншими генами стійкості. Зокрема відомо, що в сортах (Ніконія, Селянка, Куяльник, Панна), які входять до родоводу низки удосконалених сортів і ліній, присутній генний кластер *Pm38/Lr34/Yr18* [14]. Отже, взаємодія кластерів *Pm8/Lr26/Sr31/Yr9* і *Pm38/Lr34/Yr18*, за сприятливих умов, може забезпечувати певний рівень стійкості [15].

У Степу України жовта іржа набуває значного поширення тільки під час епіфітотій в окремі роки, а стеблова іржа зустрічається лише при штучному зараженні, але їхня шкодочинність дуже висока [8]. В період дослідження матеріалу локальні епіфітотії жовтої іржі спостерігались у 2008 та 2015 роках.

При цьому інфекційний фон захворювання був дуже нерівномірний і вогнищний. Польова оцінка стійкості рослин до цих видів іржі показала значний розмах варіації за ознакою (табл. 3). У цілому стійкі лінії, віднай-

дені прямо чи опосередковано (через схрещування з інтрогресивними лініями ОН232/03, Е200/97–2, Г242/97–1 та Г242/97–2) в потомстві колекційних зразків Н74/90–245, Н74/90–258 або *T. migushovae*. В їх родоводі присутня *T. timopheevii* або її голозерний мутант *T. militinae*. В інших комбінаціях за участі амфіплоїдів ES47, ПЕАГ, АД Жирова або похідних амфіплоїдів Н79/9–9 та *Elytricum fertile* (інтрогресивні лінії SHA663/01, ЧЕ1341/98, NH161/99, NHN172/99, NE105/99) форм з високою стійкістю не виявлено. Як правило, лінії, стійкі до стеблової іржі, проявляли стійкість і до листової та жовтої іржі. Проте виділені окремі генотипи, що мають стійкість лише до одного виду іржі (Е170/09, Е173/09, Ф178/09, Ф180/09, Ф185/09, Е235/09, Е238/09). Поява таких ліній дає нам право зробити припущення про можливість детермінації стійкості іншими спадковими чинниками, окрім транслокації 1BL.1RS. До того ж лінії Е170/09, Е175/09, Е194/09, що характеризувались певною стійкістю до стеблової іржі і помірно уражались листовою іржею, не мають означеної транслокації. Це відповідає літературним свідченням [16; 17] стосовно стійкості сортів та інтрогресивних ліній до іржастих хвороб незалежно від наявності пшенично-житньої транслокації. Очевидно, стійкість до видів іржі, детермінована означеною транслокацією, проявляється лише стосовно певного расового складу збудника того чи іншого фітозахворювання. А в генотипах, що мають високу резистентність до зазначених хвороб, присутні й інші ефективні гени стійкості, не пов'язані з цією транслокацією. Певної уваги заслуговує лінія Е214–7/09, яка має ідентифіковану транслокацію 1BL.1RS від сорту Аврора, високу стійкість до стеблової та помірну стійкість до листової іржі, але сильно уражалась жовтою іржею. Це може зумовлюватися виникненням у геномі пшениці домінантних супресорів мутантного походження, здатних пригнічувати чужинні гени стійкості [18].

На противагу традиційним хворобам, які останніми роками мають відносно низький поріг шкодочинності, більш інтенсивно почав проявлятися септоріоз листя — хвороба, яка у 1990-х роках майже не зустрічалася в зоні Степу України [19]. За даними фітопатологів [8], серед інших видів септоріозу на Півдні України, на відміну від більш північних регіонів, домінує *S. tritici*. Найбільш сильна природна епіфітотія септоріозу спостерігалась влітку 2008 р., що пояснюється збігом кількох чинників: гриби — збудники септоріозу добре перезимували, оскільки була відносно тепла з відлигами зима — середньомісячна температура в грудні, січні і лютому 2007/08 с.-г. році складала 1,5; –0,8; і 1,9 °С відповідно внаслідок випадання дощів у квітні, травні, червні (51,4; 15,3; 41,0 мм відповідно) та відносно вологості 80–90 %. За помірної та не надто високої температури повітря почався інтенсивний розвиток захворювання. Поширення хвороби на дослідних ділянках становило 100 %. Взагалі більшість ліній сильно уражались септоріозом (3–4 бали), але дев'ять — Е175/09, Е230/09, Е234/09, Е247/09, Ф250/09, Е29ф/11, Е200/97–1, Е242/97–1,

Таблиця 2

Стійкість інтрогресивних ліній до борошнистої роси і бурі листкової іржі, бал, по роках

Лінія	Борошниста роса *, природня епіфітотія					Листкова іржа									
	2007	2008	2009	2010	2013**	штучний інфекційний фон			природня епіфітотія						
						2007	2008	2015	2010	2011	2012	2013	2014	2009	2013**
E1597/12		3	4	5	5		8	6	7	7	7	7	7	7	6
E1598/12	8	6	7	8	8	8	8	6	7	8	8	8	7	7	9
E1433/12	8	6	7	7	6	8	7	7	7	7	8	7	7	8	8
E173/09	6	5	7	7	6	2	3	5	5	4				5	7
E175/09	8(5)	6	7	8	6	2	3	5	5	4		5	3	5	6
Ф185/09	8	3	4	5	5	2	3	5	4	4				3	6
E190/09	7	4	6	8	7	8	7(3)	7	8	8			7	8	9
E193/09	8	6	7	8	7	2	7	5	7	4				7;5	7;5
E194/09	8	6	7	8	7	5	5	5	5	4			3	5	7
E200/09	5	4	6	6	6	8	7(3)		6;2					7;4	5;4
E202/09	3	3	4	6	6	8	7	6	6	7				8	7
E204/09	7	4	5	7	7	8	7	7	7	8				8	7

E208/09	5	2	6				8	7	8				7	6		8	8
E212/09	5	6	7	6	7		8	7	5	7			7			8	6
E214/09	5	3	6	6	6	7	7	5	6	8(6)	7(3)		8	5	6	8	6
E218/09	7	3	7;4	7	7		8	7(3)	8	8	7		8	8	7;3	8;5	9
E1599/12	7	3	7;4	5	6	8	8	7	4	7	7		6		7	6	6
E243/09	6	3	6	5	6	2	3	3	3	3	3				2	3	7;4
Л245/09	5	4	5	5	6	8	6	6	7	6					7	7	7
E29ф/11	3	4	4	4	6	7	7	7	6	8	7		8	8	6	8	7
H74/90–245	8	7	9	8	5	6	6	7	7	8	8		8	8	8	8	7
H74/90–258	8	7	8	8	5	7	7	8	8	8	8		8	8	8	8	7
E200/97–2	7	6	7	7	6	7	7	8	7	8	8		8	8;5	7	8	7;5
Г242/97–1	7	6	8	8	7	7	7	9	7	8	8		8	8	8	8	7
Г242/97–2	7	6	7	7	6	8	8	8	7	8	8		8	8	8	8	7
Куяльник	3	3	4	3	4	3	3	3	4	4	3		4	5	3	4	4
Вікторія	3	4	5	3	4	3	3	4	4	3	3		3	5	3	5	3

* — в таблиці роки епіфітотії борошністої роси виділені жирним шрифтом;

** — оцінка в сівозміні карантинного розсадника СГП–НЦНС, Дачна, 2013 р.

E242/97–2 — були слабкосприятливими (5 балів), а дві лінії E1433/12 та H74/90–245 виявились помірно стійкими (6 балів). Ці лінії мали різну стійкість до борошнистої роси та видів іржі. Проте серед досліджених інтрогресивних ліній виділені генотипи, що характеризуються стійкістю проти кількох збудників одночасно (E1598/12, E1433/12, E204/09, E208/09, E212/09, E218/09, E200/97–2, E242/97–1, E242/97–2), а тому є особливо цінними як джерела чи донори групової стійкості.

Таблиця 3

Стійкість інтрогресивних ліній до жовтої та стеблової іржі, бал, по роках

Лінія	Жовта іржа, природня епіфітотія		Стеблова іржа, штучний інфекційний фон	
	2008	2015	2007	2015
E1597/12	6	5	8	6
E1598/12	7	7	8	7
E1433/12	4;8	7	7	8
E173/09	7	7	6	4
E175/09	7	7	6	8
Ф178/09	7	7	2	5
Ф180/09	7	7	2	5
Ф185/09	7	7	2	5
E190/09	3	6	7	8
E193/09	7	7	6	7
E194/09	7	6	6	7
E202/09	7	8	8	8
E204/09	7	8	8	8
E211/09	6	6	7	8
E212/09	6	6	8	7
E214/09	1	3	8	7
E218/09	8	7	8	8
E1598/12	4	3	8;4	7
E235/09	7	7	3	3
B238/09	6	6	3	3
E243/09	6	5	5	5
L245/09	7	7	8	6
E29ф/11	4	4	8	8
H74/90–245	7	6	8	8
H74/90–258	8	8	8	8
E200/97–2	5	4	9	7
Г242/97–1	6	7	8	7
Г242/97–2	6	7	8	7
Куяльник	6	5	2	4
Вікторія	6	4	3	5
Суміш сортів індикаторів			1	2

Однією з головних вимог, що постає перед сучасним виробником, є отримання великих валових зборів зерна пшениці з високими показниками його якості. Відомо, що якість зерна пшениці озимої цінується, перш

за все, за вмістом білка у ньому [20]. Отже серед усіх напрямів селекції пшениці на одному із перших місць стоїть підвищення вмісту білка в зерні. Однак пшениця за своєю природою належить до культур з невисоким вмістом білка у зерні. Стосовно цього вона поступається навіть іншим злакам. А пшениця м'яка взагалі посідає майже останнє місце серед поліплоїдного ряду інших видів цього роду. Показник вмісту кількості крохмалю для селекційної оцінки генотипу дуже важливий у зв'язку з тим, що ця ознака пов'язана з виповненістю зерна, а також з якістю самого крохмалю. Покращення цього показника останніми роками стає актуальним напрямом у селекції. У цілому, внаслідок насичення інтрогресивних ліній генетичним матеріалом сучасних високопродуктивних сортів, спостерігається зменшення вмісту білка до рівня сортів-стандартів, з одночасним зростанням урожайності та вмісту крохмалю у покращених ліній (порівняно з колекційними зразками (H74/90–245 та H74/90–258) або первинними інтрогресивними лініями (E200/97–2 і Г242/97–2). Причому за сприятливих умов 2009 року відбулося різке зменшення вмісту білка, особливо у ліній, що характеризувались більш високим його показником в інші роки (табл. 4).

Це пов'язано з вищою урожайністю матеріалу в цілому, а також з тим, що вегетація інтрогресивних ліній триваліша, ніж у сортів з оптимальними показниками для південної зони. Деяким винятком з цієї закономірності можна вважати лінії E173/09, E185/09, E190/09, E193/09, E208/09 та E211/09, у яких було зауважено дещо підвищений вміст білка навіть в урожайному 2009 році. Так, зростання урожайності у лінії E193/09 на 32,5 % та у E185/09 на 42 % не призвело до зменшення вмісту білка, його показник навіть дещо збільшився — на 9,0 та 4,5 % відповідно. А при зростанні урожайності у ліній E173/09 та E190/09 відповідно на 39,1 і 47,5 % кількість білка знизилась несуттєво, лише на 3 та 7,5 % відповідно.

Лінію, яка б поєднувала всі позитивні властивості з високою врожайністю, на жаль, не вдалось виділити. До того ж серед більш продуктивних ліній частина мала низьку якість борошна (седиментація 30,0–42,3 мл), що, вочевидь, пов'язано з присутністю 1BL.1RS транслокації від сорту Аврора. Відомо [9], що седиментація, визначена за об'ємом осаду після 5 хв набухання в 2 %-й оцтовій кислоті, значною мірою залежить від рівня твердозерності та загального вмісту білка в зерні, підвищення якого часто супроводжує транслокацію 1BL.1RS. Проте виділено лінії (E173/09, Ф185/09, E208/09), що поєднують стійкість до окремих хвороб з відносно високими показниками врожайності та седиментації. За продуктивністю переважна більшість досліджених ліній значно поступалася стандартам (табл. 4), незважаючи на те, що схрещування з сучасними високопродуктивними сортами пшениці були найбільш частими у програмах гібридизації.

Та все ж виділено кілька ліній з ознаками стійкості та урожайністю на рівні стандарту або близькою за значенням. Вивчення цих ліній

Таблиця 4

Біохімічні показники та урожайність інтрогресивних ліній, по роках

Лінія	Вміст, %				Седиментація*, мл		Урожайність, ц/га		
	білка			крохмалю					
	2008	2009	2013	2013	2008	2009	2008	2009	2013
E83/09			12,7	60,7					42,3
E1597/12			12,8	58,8					47,8
E1598/12			13,9	57,5					40,5
Ф93/09			13,5	57,5					39,9
E945/11			13,6	56,9					42,0
Ф958/11			12,8	60,1					46,8
Ф964/11			13,0	58,8					45,4
E1433/12	13,0		14,0	57,5	40,2				43,3
E170/09	13,3	9,0	12,5	60,1	36,4	30,0	56,9	68,7	49,9
E173/09	14,2	12,4	12,8	57,5	49,1	51,7	39,6	65,1	40,2
E175/09	13,3	9,2	12,1	60,1	47,1	36,4	51,2	71,8	46,2
Ф178/09	13,6	11,6	11,9	56,9	45,9	49,7	50,9		42,2
Ф180/09	13,3	10,3	12,6	60,1	43,1	46,6	54,8	61,4	48,6
Ф185/09		13,0	12,6	58,8		58,6	52,0	70,5	40,9
E190/09	13,3	12,3	13,5	58,8	45,5	48,8	32,8	62,5	37,1
E193/09	13,3	14,5	15,8	56,9	45,0	47,4	45,3	67,1	48,2
E194/09	13,4	9,6			46,6	41,4	69,4	73,1	57,5
E200/09	12,4	9,4			44,8	43,9	74,7	74,9	60,4
E202/09	13,2	13,4			41,8	47,6	35,2		40,0
E204/09	14,0	13,0	13,8	56,9	44,3	49,5			48,1
E208/09	12,6	12,1			41,1	51,7	63,5	67,7	62,8
E211/09	13,8	11,6	14,5	57,5	49,8	48,8		62,5	47,3
E212/09	12,3	9,0			47,6	45,5	45,3	78,7	63,5
E214/09	12,3	9,5	12,6	60,1	46,4	45,9	70,2	74,9	62,3
E218/09	13,8	8,7			47,1	33,3	59,7	64,3	42,4
E1599/12			12,5	56,9				69,6	52,6
E230/09	13,6	9,9	13,9	56,3	46,5	45,9	49,8	59,1	47,0
E234/09	11,3	8,2	11,5	62,0	42,3	33,9	57,0	56,7	46,4
E235/09	11,9	9,3	12,7	60,1	45,7	36,0			51,4
Б238/09	12,0	9,3			47,0	40,5	44,4	56,4	34,1
Б241/09	13,0	9,6	12,1	56,3	48,3	45,9	54,9	55,2	55,3
E243/09	12,1	9,2			47,7	41,9	63,3	66,9	38,7
Л245/09	11,8	9,5	15,0	56,3	45,3	40,0	49,2	56,4	41,1
E247/09	13,0		13,8	57,5	46,3				46,0
Ф250/09	12,0		11,9	58,2	35,4				52,2
Г1380/10			12,9	59,4					40,1
Г1381/10			14,8	56,9					39,7

Закінчення табл. 4

Лінія	Вміст, %				Седиментація*, мл		Урожайність, ц/га		
	білка			крох-малу					
	2008	2009	2013	2013	2008	2009	2008	2009	2013
E29ф/11			13,1	56,3			53,1	60,8	47,3
H74/90–245		10,0	16,1	56,3		46,7		45,3	48,5
H74/90–258		10,4	15,9	56,3		50,3		50,3	52,4
E200/97–2	15,8	9,3	16,4	56,3		41,6	37,3	41,3	48,4
G242/97–1	13,9	8,9	13,8	58,2	50,0	48,1	44,5	46,1	43,3
G242/97–2	15,0		15,6	57,5	53,8		35,9		45,4
Куяльник	12,0	12,4	14,7	55,0	42,7	46,2	75,2	78,5	63,3
Вікторія	12,7	13,1	13,1	58,2	53,1	54,6	72,2	67,4	65,0
НСР _{0,05}							1,8	2,1	2,2

* — показник визначався на приладі NIRS5000.

у контрольному розсаднику протягом двох років підтвердило наявність у них різного рівня стійкості, окремої або групової, до основних листкостеблових захворювань пшениці на фоні нестабільної по роках урожайності (табл. 5). При цьому лінія E200/09 розщеплювалась за стійкістю до листової та втратила стійкість до стеблової іржі, а лінія E243/09 підтвердила стійкість лише до борошнистої роси. Отже виділені лінії можна вважати донорами стійкості, але їх необхідно поліпшувати стосовно рівня урожайності. З цією метою лінії залучені в гібридизацію з кращими високопродуктивними інтенсивними сортами селекції СГІ–НЦНС.

Слід зазначити, що контрольовані нами ознаки різновиду — опушення і червоний колір колоса фізично розташовані поряд з відповідними кластерами білків клейковини хромосом 1A і 1B. Ген *Hg* тісно зчеплений ($0,3 \pm 0,3$ – $4,0 \pm 1,4$ % рекомбінації) з локусом *Gld-1A* гліадин-глютенінового комплексу [21], який впливає на якість борошна і маркером якого він може служити.

Частина інтрогресивних ліній різновиду *Ferrugineum* чи *Barbarossa* отримала ознаку червоний колір від сорту Панна. Ознака червоного колосу у цього сорту контролюється кількома генами, але найбільш цінним для селекції із них є добре відомий домінуючий ген (*Rg1*), який має високу експресивність і пенетрантність та зчеплений [21] з гліадиновим алелем *Gld-1B*₁₅ ($1,8 \pm 0,8$ – $4,1 \pm 1,5$ % рекомбінації) і глютеніновим алелем *Glu-B1*₇₇₊₈ ($44,3 \pm 3,1$ % рекомбінації), що позитивно впливає на якість борошна. Отже опушення колоса можна рекомендувати як фенотиповий маркер алеля *Gld-1A*₁₀, а червоний колір колоса — відповідно *Gld-1B*₁₅. Обидва гліадинові алелі походять від ярих мексиканських сортів, вони передані в сучасні сорти та перспективні лінії СГІ–НЦНС послідовно через посередництво сортів Одеська красноколоса та Панна і максималь-но посилюють вплив супералеля *Glu-B1*₇₇₊₈ на всі показники якості [22].

Таблиця 5

Стійкість до хвороб, загальна оцінка та якість зерна вивчених інтрогресивних ліній

Лінія	(KP2)		Стійкість до, бал (KP2)					Заг. оцінка, бал		Ур., ц/га		SDS30, мл	
	ДК	ВР	Pm	Lr	Yr	Sr	Prf	KP1	KP2	KP1	KP2	KP1	KP2
E194/09	17	88	7	7	5	7	7;4	5+	4	73,1	61,3	88	
E200/09	17	93	6	6;2	8	3	4	5+	4+	74,9	79,7	67	73
E208/09	19	82	5	6	6	5	4	4	4	78,9	70,4	70	
E212/09	17	88	6	5	6	7	6;4-3	5+	4+	78,7	74,1	67	
E214/09	18	92	7	6	4	3-4	4	5+	4+	74,9	74,6	90	72
E243/09	17	90	7	2	5	2	4;5	5-	4	66,9	65,0	93	
Куяль-ник	16	102	3	2	6	2	6;4	5-	4+	78,5	83,6	87	70
Вікторія	17	97	4	3	5	3	4;5	5-	5-	67,4	81,7	73	70
НСР _{0,05}	0,3	7,5								1,5	1,2		

Примітка: KP1, KP2 — контрольний розсадник першого (2012 /13 р.) та другого року вивчення (2014 /15 р.); ДК — дата колосіння, травень; ВР — висота рослин; Pm, Lr, Yr, Sr, Prf — стійкість відповідно: до борошнистої роси, листової, жовтої і стеблової іржі та піренофорозу; Ур. — урожайність; SDS30 — седиментація SDS30 [9].

Висновки. Серед досліджених інтрогресивних ліній є генотипи, що характеризуються стійкістю проти кількох збудників захворювань пшениці одночасно, а тому мають особливу цінність як джерела групової стійкості. Кращі з них можуть бути використані як донори стійкості до борошнистої роси, бурої, жовтої і стеблової іржі. Незалежно від наявності пшенично-житньої транслокації 1BL.1RS від сорту Аврора, інтрогресивні лінії проявляють стійкість до видів іржі, але за присутності цієї транслокації стійкість підвищується. Широка варіабельність матеріалу за ступенем ураження борошнистою роскою і листовою іржею залежить від умов року, а також від змін расового складу популяцій патогенів.

Групову стійкість проти збудників борошнистої роси, бурої, жовтої та стеблової іржі проявили п'ять ліній: E1598/12, E1433/12, E200/97-2, E242/97-1, E242/97-2; стійкими до жовтої, бурої та стеблової іржі були дев'ять ліній: E200/09, E202/09, E204/09, E208/09, E212/09, E218/09, E245/09, H74/90-245, H74/90-258; до борошнистої роси та жовтої і стеблової іржі три лінії: E175/09, E193/09, E194/09; до бурої і стеблової іржі три: E1597/12, E190/09, E29ф/11. По дві лінії проявили стійкість лише до одного збудника хвороби: до жовтої іржі — E173/09 та Ф185/09; до стеблової іржі — E214/09, E1599/09.

Виділені інтрогресивні лінії E173/09, E185/09, E190/09, E193/09, E208/09 та E211/09, які поєднують хорошу якість зерна з урожайністю, що наближається до стандартів зони. Виділені лінії характеризуються

нестабільною за роками урожайністю, тому їх доцільно поліпшувати стосовно показника продуктивності.

Ознаки опушення колоса від амфіплоїда ПЕАГ і червоний колір колоса від сорту Панна можна вважати фенотиповими маркерами якості.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Опалко А. І. Батько «зеленої революції» (до 100-річчя з дня народження лауреата Нобелівської премії миру Нормана Борлауга) / А. І. Опалко // Фактори експериментальної еволюції організмів: збірник наукових праць УТГіС. — К.: Логос, 2014. — Т. 15. — С. 10–15.
2. Miller H. I. Norman Borlaug: The genius behind the Green revolution [Електронний ресурс] / H. I. Miller // Forbes. — 2012. — Режим доступу: <http://www.forbes.com/sites/henrymiller/2012/01/18/norman-borlaug-the-genius-behind-the-green-revolution/>
3. Черняєва І. М. Нові джерела стійкості пшениці м'якої озимої до хвороб в умовах північно-східної частини Лісостепу України / І. М. Черняєва, І. С. Лучна, В. П. Петренкова, Я. В. Кочуров // Генетичні ресурси рослин. — 2012. — № 10/11. — С. 132–139.
4. Самець Я. Хвороби пшениці озимої в умовах зміни кліматичних умов / Я. Самець, В. Кулька, Л. Шабатівська // Роль науки у підвищенні технологічного рівня і ефективності АПК України: IV всеукр. наук.-практ. конф., 15–16 травня 2014 р.: матеріали. — Тернопіль: Крок, 2014. — С. 159–161.
5. Давоян Р. О. Генотипи дикорастущих сородичей как источник генетического разнообразия мягкой пшеницы / Р. О. Давоян, И. В. Бебякина, О. Р. Давоян // Генетические ресурсы культурных растений в XXI веке: состояние, проблемы, перспективы: II Вавиловской междунар. конф., 26–30 ноября 2007 г.: тезисы. — Санкт-Петербург: ВИР, 2007. — С. 63–64.
6. Синяк Е. В. Источники устойчивости пшеницы и эгилопса к стеблевой ржавчине (возбудитель *Puccinia graminis* Pers. f. sp. *tritici* Erikss. et Henn) [Электронный ресурс] / Е. В. Синяк, Г. В. Волкова, О. П. Митрофанова // Научный журнал Куб ГАУ. — 2011. — № 67 (03). — Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/03/pdf/23.pdf>.
7. Моцний І. І. Залучення інтрогресивних ліній для селекції пшениці м'якої озимої / І. І. Моцний, Т. П. Нарган, С. П. Лифенко, М. І. Єриняк // Вісник Харківського національного аграрного університету. Сер.: Біологія. — 2014. — Вип. 1 (31). — С. 79–90.
8. Бабаянц О. В. Основы селекции и методология оценок устойчивости пшеницы к возбудителям болезней: монографія / О. В. Бабаянц, Л. Т. Бабаянц. — Одесса: ВМВ, 2014. — 401 с.
9. Рибалка О. І. Наукове обґрунтування розробки нових методів оцінки хлібопекарської якості борошна пшениці / О. І. Рибалка, М. В. Червоніс, І. Г. Топораш, І. О. Сурженко, О. П. Боделан, З. В. Щербина // Хранение и переработка зерна. — 2006. — № 1 (79). — С. 43–48.
10. Трасковецкая В. А. Расовый состав *Blumeria graminis* (DC) Speer f. sp. *tritici* в степи Украины в 2008–2011 гг. и эффективность *Pm*-генов / В. А. Трасковецкая, О. В. Бабаянц // Тезисы Междунар. научн. конф. к 100-летию СГИ — НЦНС «Селекция и генетика сельскохозяйственных растений: традиции и перспективы», Одесса, 17–19 октября 2012 г. — Одесса, 2012. — С. 310–311.

11. Васильев А. А. Расовый состав *Puccinia triticina* Erikss на Юге Украины в 2004–2012 годах / А. А. Васильев // Тези Міжнар. наук.-практ. конф. «Підвищення стійкості рослин до хвороб і екстремальних умов середовища в зв'язку із задачами селекції», Харків, 11–12 червня 2013 р. — Харків, 2013. — С. 76.
12. Моцний І. І. Успадкування стійкості до хвороб та морфологічних ознак у гібридів м'якої пшениці з інтрогресивними лініями / І. І. Моцний, О. М. Благодарова // Зб. наук. праць СГІ — НАЦ НАІС. — Одеса, 2004. — Вип. 6 (46). — С. 179–193.
13. Моцний И. И. Идентификация 1В-1R транслокации и замещения у интрогрессивных линий озимой пшеницы с помощью биохимических маркеров / И. И. Моцный, Е. М. Благодарова, В. И. Файт // Зб. наук. статей V Міжнар. конф. «Геном рослин». — Одеса, 2008. — С. 98–101.
14. Галаєв О. В. Характеристика сортів пшениці м'якої української і російської селекції за алелями локусу *csLV34*, зчепленого з геном мультипатогенної стійкості *Lr34/Yr18/Pm38* / О. В. Галаєв, Ю. М. Сиволап // Цитология и генетика. — 2015. — Т. 49, № 1. — С. 18–25.
15. Штубей Т. Ю. Цитофизиологические аспекты возрастной устойчивости мягкой пшеницы к возбудителю бурой ржавчины *Puccinia triticina* Erikss / Т. Ю. Штубей // Автореф. дисс. ... к. б. н. — Москва, 2009. — 24 с.
16. Топал М. М. Адаптивні властивості та продуктивність сортів і ліній з пшенично-житніми транслокаціями в умовах Півдня України / М. М. Топал // Зб. наук. праць СГІ–НЦНС. — Одеса, 2014. — Вип. 23 (63). — С. 88–99.
17. Литвиненко М. А. Селекційна цінність транслокації 1AL/1RS щодо стійкості до бурої та стеблової іржі на Півдні України / М. А. Литвиненко, М. М. Топал // Зб. наук. праць СГІ–НЦНС. — Одеса, 2014. — Вип. 24 (64). — С. 85–94.
18. Hanusova R. Suppression of powdery mildew resistance gene Pm8 in *Triticum aestivum* L. (common wheat) cultivars carrying wheat-rye translocation T1BL. 1RS / R. Hanusova, S. L. K. Hsam, P. Bartos, F. J. Zeller // Heredity. — 1996. — V. 77. — P. 383–387.
19. Гешеле Э. Э. Методическое руководство по фитопатологической оценке зерновых культур. — Одесса, 1971. — 57 с.
20. Солодушко М. Особливості вирощування пшениці озимої в умовах північного Степу України / М. Солодушко, І. Середа // Роль науки у підвищенні технологічного рівня і ефективності АПК України: IV всеукр. наук.-практ. конф., 15–16 травня 2014 р.: матеріали. — Тернопіль: Крок, 2014. — С. 169–171.
21. McIntosh R. A. Catalogue of gene symbols for wheat / R. A. McIntosh, Y Yamazaki, J. Dubcovsky [et al.] // Proc. 12th Int. Wheat Genet. Symp. Yokohama, Japan, 8–13 September 2013 / KOMUGI, Wheat Genetic Resources Database. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.shigen.nig.ac.jp/wheat/komugi/genes/download.jsp>.
22. Благодарова О. М. Геногеографія гліадин- і глютенінкодуєчих локусів українських сортів озимої м'якої пшениці і їх зв'язок з агрономічними ознаками / О. М. Благодарова, М. А. Литвиненко, Є. А. Голуб // Зб. наук. праць СГІ–НЦНС. — Одеса, 2004. — Вип. 6 (46). — С. 100–105.

UDC 633.11:575.116

Nargan T. P., Motsny I. I., Sechniak V. Yu., Lyfenko S. Ph. Plant Breeding and Genetics Institute — National Center of Seed and Cultivar Investigations

EVALUATION OF WINTER BREAD WHEAT (*TRITICUM AESTIVUM* L.) LINES FROM WIDE CROSSES BY THEIR AGRONOMIC VALUABLE TRAITS

The results of the creation of a new original material of bread winter wheat using the interspecific crosses for breeding for resistance to powdery mildew, leaf, stem and yellow rusts have been presented. 44 introgression wheat stocks were studied, and five genotypes, characterized by group resistance: E1598/12, E1433/12, E200/97–2, E242/97–1 and E242/97–2 as well as groups of genotypes resistant to three, two or one pathogen were selected. Low frequency of combination of high disease resistance with good yield performance and grain quality was observed at advanced stocks. The stocks: E173/09 F185/09, E208/09, which combine a moderate resistance to certain diseases with relatively high yield and sedimentation value have been isolated. The data on genetic linkage of color and pubescence of the spike with gliadin and gluten alleles have been presented based on the literature. The characters of spike hairiness from amphiploid PЕАН and red spike from cv. Panna are shown to be considered as phenotypic markers of quality.

УДК 633.11:575.116

Нарган Т. П., Мощный И. И., Сечняк В. Е., Лыфенко С. Ф. Селекционно-генетический институт — Национальный центр семеноведения и сортоизучения

ОЦЕНКА ЛИНИЙ ПШЕНИЦЫ МЯГКОЙ ОЗИМОЙ (*TRITICUM AESTIVUM* L.) ОТ ОТДАЛЕННОЙ ГИБРИДИЗАЦИИ ПО ИХ ХОЗЯЙСТВЕННО ПОЛЕЗНЫМ ПРИЗНАКАМ

Показаны результаты работы по созданию нового исходного материала пшеницы мягкой озимой с использованием межвидовых скрещиваний в селекции на устойчивость к мучнистой росе, листовой, желтой и стеблевой ржавчине. Исследованы 44 интрогрессивные линии и выделены пять генотипов, характеризующиеся групповой устойчивостью: E1598/12, E1433/12, E200/97–2, E242/97–1 и E242/97–2, а также группы генотипов с устойчивостью к трем, двум или одному патогену. Отмечена низкая частота встречаемости сочетания в улучшенных линиях таких показателей, как высокая устойчивость к заболеваниям с хорошей уро-

жайностью и отличными технологическими качествами зерна. Выделены линии E173/09, Ф185/09, E208/09, в которых объединяются средняя устойчивость к отдельным возбудителям болезней с относительно высокими показателями урожайности и седиментации. На основе литературных источников приводятся данные генетического сцепления окраски и опушения колоса с глиадиновыми и глютеиновыми аллелями. Показано, что признаки опушения колоса от амфиплоида ПЕАГ и красный цвет колоса от сорта Панна могут считаться фенотипическими маркерами качества.