

ІНТРОГРЕСІЇ В ГЕНОМ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ВІД РІЗНИХ ДОНОРІВ – ПРОБЛЕМНИЙ, АЛЕ ПЕРСПЕКТИВНИЙ НАПРЯМ СЕЛЕКЦІЇ

Лифенко С. П., Нарган Т. П., Наконечний М. Ю.

Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннезнавства та сортовивчення

За матеріалами багаторічних досліджень з аналізу результатів і напрямів селекції пшениці озимої м'якої в провідних установах колишнього Радянського Союзу виділено етапні періоди в створенні сортів, що мають велике значення для виробництва. Зважаючи на важливу роль оригінальної генетичної плазми за окремими ознаками, зосереджено увагу на доцільності використання інтрогресивних форм від різних типів віддаленої гібридизації, пшениці м'якої з дикорослими і культурними її співродичами: *Aegilops caudate*, *Triticum timopheevii*, елімусу сибірського.

У статті у вигляді тексту і таблиць наведено фактичні матеріали, що характеризують етапність селекції і комплекс господарськи корисних ознак сортів, у родовах яких є віддалені види пшениці. Зроблено висновок про перспективність використання інтрогресивної мінливості у виконанні програм селекції пшениці озимої м'якої.

Пшениця, гібрид, інтрогресивна селекція, сорт, Triticum timopheevii, Triticum timonovum

Уся історія народної, а потім наукової селекції пшениці озимої м'якої, характеризується як видатними успіхами, так і поступовим удосконаленням генотипів сортів лінійного типу або й деяким покращенням популяцій шляхом застосування різних методів добору. Такий не рівномірний характер розвитку селекції як науки, так і технологічного процесу має свої закономірності і причинно-наслідкові зв'язки.

Як відомо, генетику справедливо вважать теоретичною основою селекції, але стосовно підйомів і спадів результативності, крім генетики, є і ряд інших чинників. Наприклад, славнозвісна "зелена революція", здійснена з пшеницею у міжнародному інституті (СІММІТ), як відомо, крім раціональної організації селекційного процесу і таланту самого селекціонера Н. Борлауга, стала наслідком творчого поєднання двох основних генетичних чинників (використання генотипів з найменшою фотоперіодичною чутливістю і генів карликовості).

Інколи причини зльоту успіхів у селекції безпосередньо мало пов'язані з біологічними властивостями селекційного матеріалу. Наприклад, у 60 – 70 роках минулого сторіччя у більшості країн, де зернові та бобові культури мають суттєве виробниче значення, зростання кількості сортів, зареєстрованих у офіційних державних документах, стала збільшуватися у декілька десятків разів у порівнянні з попередніми десятиріччями. Не останню роль в успіхах селекції в цей період відіграли засоби механізації. Саме тоді установи стали забезпечуватися селекційними сівалками, комбайнами та іншою спеціалізованою технікою. Селекція зазнала революційних змін за рахунок різкого збільшення кількості її ланок і числа досліджуваних генотипів. У цьому випадку головну роль відіграла не селекція як наука, а як удосконалений її технологічний процес.

Найбільш цікаве питання – у чому полягає закономірний зв'язок між "спалахами" успіху і наступним занадто тривалим періодом незначних удосконалень у вигляді чисельних сортів, часто схожих між собою, не зважаючи на те, що створювалися вони в різних установах, різними селекціонерами.

Причини затухання "спалаху" успіхів зрозумілі – вони пояснюються у вичерпаності

зробленого видатного чи оригінального методу. Часто таким оригінальним методом виступає генотип, що використовується як вихідний матеріал.

Наведемо декілька прикладів з історії селекції пшениці озимої м'якої. У другій половині минулого сторіччя академік П. П. Лук'яненко використав як вихідний матеріал для гібридизації оригінальний сорт Кляїн 33, який водночас був генетичним донором цінних властивостей (мінімальна фотоперіодична чутливість, короткостеблість, жаростійкість та стійкість до грибних захворювань стебла і листя) і створив сорт Безоста 4, а із нього – Безосту 1. З цими сортами пов'язана теж своєрідна зелена революція, бо вони були більш урожайні (на 5-12 ц/га) у порівнянні з усіма південностеповими сортами колишнього Радянського Союзу і країн південної Європи.

Трохи пізніше зліт успіхів у селекції озимої пшениці був пов'язаний зі створенням Миронівської 808. Про спосіб її отримання виникало і залишається дотепер багато спірних моментів. Можна лише погодитися з тим, що в його генотипі є складові ярого сорту, можливо, Артемівки. Наступний розвиток селекції в Україні та інших країнах йшов у напрямі поєднання шляхом схрещування цих сортів. Таким чином Безоста 1 і Миронівська 808 стали етапними сортами в історії селекції. Миронівська 808 і тепер найбільш розповсюджений сорт в Росії, а всі інші сорти мають в складі їх родоводів генотип Безостої 1 або Миронівської 808 [1]. Ремесло В. Н. зі співавторами стверджують, що більше ніж 150 сортів озимої та ярої пшениці в Росії та за кордоном створено з використанням вище зазначених сортів [2].

В Україні та багатьох інших країнах після появи цих сортів наступив період поступового покращення цих унікальних генотипів [3]. Наприклад, видатний свого часу сорт Одеська 51 у порівнянні з Безостою 1 мав вищу врожайність і морозо-зимостійкість, хоча в ньому багато ознак Безостої 1. Миронівська ювілейна в порівнянні з Миронівською 808 більш посухостійка [4].

В Україні наступним стрибкоподібним успіхом в селекції було створення сортів напівкарликового типу та сортів від схрещування ярих і озимих генотипів (сорта Одеська напівкарликова, Обрій, Південна зоря, Ольвія та інші). Їх переваги за врожайністю над Безостою 1 і кращим сортом того періоду Одеською 51 досягали 20 %. З цими сортами в селекції наступив знову ж період поступового покращення вихідних сортів. Селекція взагалі розвивається за принципом "наростаючого підсумку". З кожним новим сортом приріст гарантованої урожайності складав 2,5–3,0 ц/га, а в кінцевому результаті збільшення урожайності досягло 8,0–10,0 ц/га (сорта Альбатрос одеський, Селянка, Вікторія одеська, Куяльник та інші). Про результативність селекції найбільш переконливо свідчить аналіз історії сортозмін [5]. Особливо цікаве порівняння сортів, створених у різні роки в одному науковому підрозділі – лабораторії селекції інтенсивних сортів пшениці СГІ – НЦНС (табл. 1).

Таблиця 1

Урожайність сортів пшениці озимої м'якої різних років реєстрації

Сорт	Середня урожайність, ц/га	Рік реєстрації
Одеська 51	56,5	1970
Одеська 267	60,5	1997
Селянка	74,5	2001
Куяльник	76,6	2003
Жайвір	78,7	2010
Ужинок	76,8	2010
Зорепад	75,5	2011
Гурт	79,9	2013
Зиск	77,7	2013
Звитяга	81,5	2013
Вікторія од. (стандарт)	74,4	1998
НІР ₀₅ = 2,5		

Тобто, поступове покращення генотипів може дати значні результати, але цей напрям згодом вичерпує себе. Саме з цих причин сортів озимої пшениці в Україні дуже багато, проте всі вони практично близькі за генетичним потенціалом урожайності і більшості інших господарсько корисних ознак. Про поступове затухання успіхів свідчать результати сортозамін останнього року. Наприклад, у 2013р. експертною радою ДСВ рекомендуються для занесення до Державного реєстру сорти, які перевищують національний стандарт за урожайністю на +2,3 – +7,9 % [6]. Виходом із цієї ситуації може бути лише створення принципово нових генотипів, які б стали етапними в селекції.

На майбутнє вбачається, що такі генотипи можуть бути створені на основі трансгенезу із застосуванням молекулярної біології, а можливо і нанотехнології. Звичайно, це можливе лише за умови, що такі генотипи не шкідливі для людей і довкілля.

Більш небезпечним шляхом отримання принципово нових генотипів ми вважаємо тепер використання інтрогресії – включення генетичної інформації до пшениці м'якої від інших видів шляхом віддаленої гібридизації. Цей напрям в своїй основі не новий, якщо прийняти до уваги, наприклад, схрещування пшениці з видами пирію. [7, 8] Такі дослідження розпочалися у колишньому СРСР і Канаді близько 100 років тому [9, 10]. Багато проведено і інших досліджень з міжвидової гібридизації, отримано дуже цікаві результати з точки зору генетики пшениці, проте в практичній селекції успіхів не так багато [11, 12].

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.

Варто навести приклад, коли при виконанні селекційних програм в окремих установах щорічно здійснюється схрещування за 800-1200 комбінаціями, а сортів немає інколи десятиріччями. Добір і оцінка ліній у старших гібридних поколіннях у кількостях 2-3 тисяч показують, що за врожайністю серед них на рівні батьківських форм виділяється не більше 10-15 %. Тобто, схрещування порушило унікальність генотипів вихідних батьківських сортів. Пошук нових, ще більш вдалих поєднань генів і складає саму суть селекції. Отримати вдалу комбінацію генів при міжвидовій гібридизації у багато разів складніше, ніж при внутрішньовидових схрещуваннях. Але вірогідність створення видатного генотипу, який може забезпечити "стрибок" у селекції і стати етапним, все ж значно більша при віддаленій гібридизації, ніж при внутрішньовидових схрещуваннях.

У наукових підрозділах СГІ – НЦНС протягом багатьох років досліджувалися міжвидові гібриди з різною метою. Особливо багато таких досліджень було проведено при встановленні ефективності та розробці методів використання гетерозису у пшениці.

Розглянемо основні проблемні питання, пов'язані з віддаленою гібридизацією. Найбільш відома із цих проблем – несхрещуваність різних видів або безпліддя гібридного потомства [13]. За останнє десятиріччя у зв'язку із застосуванням методів біотехнології (культура зародків, пиляків, клітинна гібридизація, тощо) ці проблеми поступово вирішуються [14]. Нежиттєздатність та депресивність гібридних потомств – одна з найбільш відомих проблем. Її суть не лише у невідповідності генетичних ядерних механізмів (наявність чи відсутність гомеологічних чи гомологічних хромосом). Не менше значення має генетика відповідності ядерних і цитоплазматичних спадкових чинників (генотипу і плазмотипу). У алоплазматичних форм пшениці м'якої, як і твердої, цитоплазматичний генетичний ефект може бути навіть сильнішим за ядерний.

Так, створення повних алоплазматичних аналогів сортів Одеська 16, Одеська 26, Безоста 1, Миронівська 808 з цитоплазмою егілопса овата (*Ae. ovate* L.) супроводжувалися не тільки появою цитоплазматичної чоловічої стерильності (ЦЧС), але й повною зміною морфоструктури. Рослини цих сортів пшениці стали дуже схожими на егілопс овату – низькими, тонкостебленими, з підвищеною кущистістю, більш морозостійкими, пізньостиглими. Лінії цих та інших сортів при поєднанні їх генотипів з цитоплазмами більш близьких видів, зокрема *Triticum timopheevii* Zhuk. і *Triticum timonovum* Eslet., були повністю пше-

ничного типу з усіма сортовідрізняльними ознаками.

Досить точні генетичні польові і лабораторні дослідження на реципрокних схрещуваннях аналогів і їх вихідних сортів з включенням генів відновників фертильності показали, що цитоплазми цих, на перший погляд близьких видів, також здійснюють загальний депресуючий ефект на геном пшениці м'якої. Цей ефект проявляється зниженням урожайності і підвищенням вмісту білку в зерні [15].

На жаль, для підвищення вмісту білку в зерні цей напрям у селекції використати неможливо, так як чужорідна цитоплазма підвищує цей показник лише через зниження продуктивності.

Результати дослідів показують, що при віддаленій гібридизації доводиться приймати до уваги відповідність цитоплазми генотипу ядра. При цьому ступінь відповідності у різних сортів може бути неочікуваною [16]. Наприклад, на відміну від більшості сортів і колекційних зразків пшениці озимої м'якої, які мають ЦЧС, сорт кавказького походження Доліспурі має напівдомінантний ген відновлення фертильності у генотипів з цитоплазмами *Tr. timonovum* і *Tr. timopheevii*, тобто у даному випадку у цього сорту пшениці м'якої є ген, що відповідає функціям цитоплазми і інших видів.

Пошуки у напрямі генотипів інших видів, які можуть нести позитивні гени по відношенню до цитоплазми пшениці м'якої, можуть стати перспективним напрямом селекції. У цьому аспекті йдеться також про можливість використання закріпленого ядерно-цитоплазматичного гетерозису.

Щодо використання рекомбінантної мінливості при віддаленій гібридизації за рахунок ядерних спадкових структур – цілих хромосом, їх часток (транслокацій) або й цілих хромосом і навіть окремих геномів, то її можна вважати невичерпним резервом селекції [17; 18].

Пшениця за своєю природою належить до культур з невисоким вмістом білку в зерні. Стосовно цього вона поступається навіть іншим злакам. А пшениця м'яка взагалі посідає майже останнє місце серед поліплоїдного ряду інших видів цього роду. Серед усіх напрямів селекції пшениці на одному із перших місць стоїть підвищення вмісту білку в зерні. Але практична дійсність виявилася повною протилежністю. Великий успіх у селекції на генетичний потенціал продуктивності призвів до критичних рівнів білку в зерні [19]. Наприклад, в урожайному 2013 році в усіх дослідах СГІ – НЦНС урожайність досягла 70-79 ц/га, а вміст білку в зерні не підіймався вище 12 %. У найбільш урожайних сортів він знизився до 9 %. Напрямів підвищення білку в зерні запропоновано багато, але вони майже не дали практичних результатів. Дослідження, проведені у лабораторії селекції інтенсивних сортів пшениці шляхом застосування заміщуючих і відновлюючих беккросів, показали, що заміна у сорту Одеська 26 1D хромосоми на гомеологічну від *Aegilops caudata* вплинула на збільшення вмісту клейковини і білку в зерні, однак якість борошна, тіста і хліба при цьому різко знизилася [15]. Це свідчить про те, що гени, локалізовані в хромосомі 1D, відіграють важливу роль у формуванні технологічних якостей зерна.

Таким чином, дослідження показали, що інтрогресивна селекція шляхом заміни окремих хромосом генома D може збільшити білковість зерна. Але, на жаль, стало відомо, що цей прийом може призвести до втрати фізичних властивостей клейковини і тіста – вони стають більш гідратованими і майже не мають пружності.

Використання алополіплоїдів – це окремий напрям, його успішно «використала» навіть природна еволюція, бо й сама пшениця м'яка являє собою потрійний алополіплоїд (геноми ABD).

Селекцією на основі використання власне інтрогресивної мінливості зазвичай вважають частковий захват ознак інших видів.

Історія селекції з використанням пшенично-житніх транслокацій тепер уже багата і навіть пов'язана з драматичними ситуаціями. У свій час П. П. Лук'яненко використав у схрещуваннях німецьку лінію пшениці Нойцухт, яка несе у своєму генотипі житню транслокацію на хромосомі 1В, створивши відомі сорти Аврора і Кавказ. Вони стали рекорд-

сменами за швидкістю впровадження у виробництво в СРСР та інших країнах. Крім високої продуктивності, з функцією житньої транслокації пов'язана висока стійкість до ряду грибних захворювань. Але, на жаль, стійкість до бурої іржі виявилася расоспецифічного характеру, тобто така, що має вибіркового характеру до різних рас.

У зв'язку з цим розповсюдилася раса бурої іржі, до якої ці два сорти дуже чутливі. Епіфітотія спалахнула до небувалого ареалу розповсюдження і ступеню ураження. Сорти Аврора і Кавказ пішли з виробництва так швидко, як і впровадилися. Трагедія спіткала і видатного селекціонера. Він помер на пшеничній ділянці в період максимального спалаху епіфітотії.

Прикрий випадок трапився і в нашій практичній селекції. Сорт Одеська напівкарликова, незважаючи на її успіхи як дуже врожайного сорту, схильна до ураження бурою іржею. Для створення генетичного бар'єру захисту було проведено ряд бекросів із генотипами, які несуть гени стійкості дикорослого *Aegilops cylindrica*. Нова Одеська напівкарликова під час появи епіфітотії бурої іржі була стійкою до хвороб, а оригінальна Одеська напівкарликова значно уразилася. Але радість була передчасною. Нова Одеська напівкарликова була стійкою лише до пшеничних рас бурої іржі, але в той же рік трохи згодом виникла епіфітотія на дикорослих заростях *Aegilops cylindrica*. Цей збудник хвороби знайшов місце і на новій Одеській напівкарликовій, що несла гени від егілопса. На щастя, нова Одеська напівкарликова не дійшла до виробництва – її справедливо вибракували на заключному етапі селекції. Ці два приклади переконали нас у тому, що при селекції пшениці м'якої із залученням інших культурних видів і дикунів можна отримати значний позитивний результат, але водночас можливий випадок, коли з захватом позитивних генів можна перенести в культурну пшеницю дуже небезпечні властивості від її співродичів.

Це питання є актуальним і в наш час, тому що в Україні стали швидко розповсюджуватись сорти пшениці озимої м'якої з пшенично-житньою транслокацією [20]. Суттєвих негативних ознак у цих сортів поки що не відмічено, але генетичний потенціал технологічних якостей зерна їх, на жаль, невисокий. Секаліни в складі борошна, які є наслідком функції житньої транслокації, погіршують об'єми і пористість хліба.

При міжвидових схрещуваннях елементи чужорідних ядерних структур слугують не тільки джерелом рекомбінантних змін, але вони можуть викликати в геномі пшениці м'якої різного типу мікромутації, що теж в окремих випадках може бути корисним для селекції.

Варто зупинитися на позитивних результатах селекції з використанням віддаленої гібридизації, отриманих у лабораторії селекції інтенсивних сортів пшениці СГІ – НЦНС за останні два десятиріччя. Проблеми створення сортів, стійких до основних грибних захворювань, лишаються актуальними протягом усієї наукової селекції пшениці м'якої озимої практично у всіх країнах, де ця культура має суттєве виробниче значення. Успіхів було досягнуто майже в усіх установах, особливо на Півдні України і Північному Кавказі. Але вони практично втрачалися через появу нових вірулентних рас збудників хвороб.

У лабораторії селекції інтенсивних сортів пшениці СГІ – НЦНС було звернуто увагу на найбільш стійкий до хвороб вид пшениці *Tr. timopheevii*. Дослідження показали, що цей вид має комплексний імунітет до хвороб суто генного (ядерного) типу успадкування. Причому гени стійкості локалізовані у специфічному геномі G, який відсутній у культурних видів пшениці, що заважає передачі генів стійкості. Але частково стійкість цього джерела є і в геномі A, який близький для пшениці м'якої і твердої.

Зарубіжним дослідникам (Англія) все ж вдалося передати цю стійкість генетичному донору типу м'якої пшениці TP-114-65A (напівдика форма). Шляхом вкрай складних ступінчастих схрещувань від цього донора було отримано сорт Ювілейна 75 {[TP114/65A × Прибой) × Одесская п/к] × Пересвет}. Новий сорт був комплексно стійкий до хвороб і районований у ряді зон колишнього СРСР, хоча у виробництві він проіснував нетривалий час через інші недоліки, не пов'язані зі стійкістю до хвороб. Зате у подальшому Ювілейна 75 як інтрогресивний генотип по відношенню до *Tr. timopheevii* виявила винятково вдалі

сортоутворюючі властивості. Вона увійшла до родоводів багатьох сортів: Ніконія, Кірія, Небокрай, Доброполька, Зірниця, Ліона, Гурт. Ці сорти відіграли значну роль у виробництві зерна в Україні, не втратили значення і тепер. Найбільш цікавим сортом як інтрогресивна форма від іншого виду (*Tr. timopheevii*) є сорт Ніконія.

За даними Кубанського аграрного університету [6] наш сорт Ліона {[Одеська 16 × ((ТР 114/65А × Прибой) × Одеська напівкарликова)] × [(Лерма Рохо × Кавказ²) × Альбатрос од.]}, яка в своєму родоводі має ТР 114/65А віднесено до групи сортів, найбільш стійких до стеблової іржі. Як відомо, створення сорту з таким типом стійкості – це винятковий успіх, бо саме стеблова іржа тепер представлена самими вірулентними расами і складає найбільшу загрозу для захисту пшениці від хвороб у багатьох регіонах світу [21].

У селекції пшениці м'якої озимої, як показала практика, суттєвого успіху можна досягти також за рахунок інтрогресивних рекомбінантних змін з використанням інших видів, зокрема і тих, що найбільш споріднені пшениці м'якій (*Tr. durum*, *Tr. palmovae*).

Сорти, створені шляхом гібридизації з участю генетичних донорів від ТР 114/65А, вдало поєднують у собі високу адаптивність, урожайність і стійкість до впливу екстремальних чинників, серед яких особливе значення має стійкість до хвороб. Це підтверджується державним випробуванням нових сортів у Поліссі, Лісостепу і Степу (табл. 2; табл. 3). Сорти Ватажок, Гурт, незважаючи на свій степовий екотип, показують також значні переваги перед сортами-стандартами у Лісостепу і Поліссі.

Таблиця 2

Результати державного сортовипробування сортів, створених із застосуванням інтрогресивної селекції, 2011 р. (гарантована прибавка до стандарту Єдність)

Сорт	Полісся		Лісостеп		Степ		Середньозважене	
	ц/га	± до стандарту, ц/га	ц/га	± до стандарту, ц/га	ц/га	± до стандарту, ц/га	ц/га	± до стандарту, ц/га
Ватажок	70,2	+3,0	81,4	+11,9	59,5	-0,5	69,7	+4,6
Гурт	71,7	+4,5	83,6	+14,1	61,2	+1,2	71,5	+5,4

Таблиця 3

Стійкість до впливу екстремальних чинників сортів, створених із застосуванням інтрогресивної селекції (результати ДСВ2011 р.), бал

Сорт	Стійкість до						Перезимівля
	вилягання	борошнистої роси	бурої іржі	ушкодження злаковими мухами	посухи	кореневих гнилей	
Полісся							
Ватажок	8,7	8,5	8,4	8,8	9,0	8,8	8,7
Гурт	7,0	8,5	8,0	9,0	8,8	8,5	9,0
Лісостеп							
Ватажок	8,4	9,0	8,4	8,8	8,0	8,8	8,0
Гурт	6,5	6,0	9,0	8,6	8,5	8,6	8,2
Степ							
Ватажок	8,5	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	8,2
Гурт	8,3	9,0	8,5	9,0	9,0	9,0	8,5

Серед дикорослих, хоча й далеких, співродичів пшениці м'якої рід колосняку (*Elymus*) викликає великий інтерес серед ботаніків і селекціонерів [22]. По-перше, це багаторічний вид, по-друге, він має найбільший багатоквітковий колос, по-третє, він стійкий до багатьох грибкових захворювань і неперевершений рекордсмен за морозостійкістю, посу-

хостійкістю і жаростійкістю. Проте отримати гібриди із видів колосняку з пшеницею тривалий час нікому не вдалося. Із застосуванням новітніх методів схрещування елімуса сибірського з пшеницею у Німеччині були отримані гібриди, використані для різних типів подальших схрещувань і генетичного аналізу.

Разом із фахівцями відділу генетики СГІ – НЦНС було отримано лінію від інтрогресивного схрещування [(BC₁ F₂ SES_{96/99} × Зірка) × Ніконія] і передано як сорт на державне сортовипробування під назвою Віген. За комплексом господарсько корисних ознак (урожайність, морозо-зимостійкість, стійкість до хвороб, технологічні якості зерна та інше) сорт Віген має суттєві переваги над кращими сортами-стандартами (табл. 4). За технологічними якостями зерна сорт Віген перевищує відомі кращі сорти (Куяльник, Вікторія од.), «сила» борошна з його зерна досягає 420 о.а.

Таблиця 4

Господарсько корисні ознаки сорту Віген (випробування по чорному пару, середні багаторічні показники СГІ – НЦНС)

Сорт	Урожайність, ц/га	Морозостійкість, (живих рослин після проморожування при t = - 19°C), %	Стійкість до хвороб, бал		
			борошніста роса	бура іржа	піренофороз
Віген	81,5	84,4	4	4	4
Вікторія одеська (стандарт)	73,2	39,1	4	1	3
НІР ₀₅ = 3,8					

Висновок. Отримані позитивні практичні результати в селекції з використанням генотипів від схрещування пшениці м'якої озимої з її дикорослими і культурними співродичами свідчать про перспективність використання інтрогресивної рекомбінантної мінливості у виконанні програм із селекції пшениці м'якої озимої.

Список використаної літератури

1. Рабинович С. В. Современные сорта озимой пшеницы стран-членов СЭВ и других зарубежных государств как исходный материал для селекции / С. В. Рабинович, И. В. Васильев, Г. М. Субота // Селекция и семеноводство по респ. межв. темам. – Киев: Урожай, 1988. – Вып. 64. – С. 15–21.
2. Ремесло В. Н. Династия мироновских пшениц / В. Н. Ремесло, А. В. Коломацкий // Наука и человечество : Доступно и точно о главном в мировой науке. – М.: Знание, 1980. – С. 105-117. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://lysenkoism.narod.ru/remeslo.htm>.
3. Кочмарский В. С. Мироновский институт пшеницы имени В. Н. Ремесло НААН Украины [Електронний ресурс] / В. С. Кочмарский, Л. А. Коломиец, В. В. Кириленко //– Режим доступу: [http://www.zhros.ru/num29\(5\)_2013/pdf/8Koch.pdf](http://www.zhros.ru/num29(5)_2013/pdf/8Koch.pdf).
4. Кочмарський В. С. Селекція пшениці м'якої озимої у Миронівському інституті пшениць ім. В. М. Ремесла НААН [Електронний ресурс] / В. С. Кочмарський, Л. А. Коломиець, В. В. Кириленко // Вісник аграрної науки, грудень 2012 р. – С. 51-54. – Режим доступу: file:///C:/Users/User/Downloads/vaan_2012_12_14.pdf.
5. Литвиненко М. А. Відділ селекції та насінництва пшениці в 100-річній історії інституту / М. А. Литвиненко // Збір. наукових праць СГІ – НЦНС 100-літньому ювілею інституту присвячується. – Одеса, 2012.– С. 11-27.
6. Результати польових та лабораторних досліджень з кваліфікаційної експертизи сортів

рослин озимих культур на придатність до поширення в Україні за 2011-2013 рр. Державна ветеринарна та фітосанітарна служба України. Український інститут експертизи сортів рослин. Київ, 2013.

7. Цицин Н. В. Отдаленная гибридизация растений.– М.: Сельхозгиз, 1954. – 147 с.
8. Дружинин А. Е. Увеличение генетического разнообразия саратовских пшениц методами интрогрессивной селекции как развитие идей Н. И. Вавилова / А. Е. Дружинин, С. Н. Сибикеев, В. А. Крупнов // Вестник саратовского государственного университета им. Н. И. Вавилова. 2004. – № 10.– С. 33-37.
9. Крупнов В. А. Чужеродные гены для улучшения мягкой пшеницы / В. А. Крупнов, С. Н. Сибикеев // Идентифицированный генофонд растений и селекция. – СПб., 2005.– С. 740-758.
10. Knott D. R. The transfer of genes for rust resistance to wheat from related species / D. R. Knott // Proceeding 5th International symposium.– New Delhi, 1978.– P. 354-357.
11. McCallum B. D. A review of wheat cultivars grown in the Canadian prairies / B. D. McCallum, R. M. DePauw // Can. J. Plant Sci., 2008. – 88. – P. 649-677.
12. Сотников А. М. Хозяйственно-биологическая характеристика гибридов озимой мягкой пшеницы, полученных путем внутривидовой и отдаленной гибридизации в условиях Ставропольского края [Электронный ресурс]: дис.... канд. с-х. наук: 06.01.05 / А. М. Сотников. – Ставрополь 2001. – 189 с. – Режим доступа: <http://www.disscat.com/content/khozyaistvenno-biologicheskaya-kharakteristika-gibridov-ozimoi-myagkoi-pshenitsy-poluchennyk>.
13. Елагин И. Н. Дело всей жизни. К 90-летию со дня рождения академика Н. В. Цицина [Электронный ресурс] / И. Н. Елагин. – Режим доступа: www.gas.ru/FStorage/download.aspx?Id=325a8909-df54-4d04-9fc1.
14. Першина Л. А. О роли отдаленной гибридизации и полиплоидии в эволюции растений / Л. А. Першина // Вестник ВОГиС. – Новосибирск, 2009. – Том 13. – № 2. – С. 336-344.
15. Лыфенко С. Ф. Некоторые особенности генетического контроля признака содержания белка в зерне озимой мягкой пшеницы и возможности улучшения технологических качеств зерна в процессе селекции / С. Ф. Лыфенко // Сб. научн. трудов ВСГИ: Селекция пшеницы на юге Украины. – Одесса, 1980. – С. 75-80.
16. Хайленко Н. А. Межвидовые скрещивания с использованием видов пшеницы с разным геномным составом [Электронный ресурс] / Н. А. Хайленко, Н. А. Алтаева. – Режим доступа: <http://e-lib.gasu.ru/konf/biodiversity/2010/36.pdf>
17. Козуб Н. А. Сопряженность 1BL/1RS транслокации с качественными и количественными признаками у мягкой пшеницы *T. aestivum* / Н. А. Козуб, И. А. Созинов, А. А. Созинов // Цитология и генетика. – 2001.– 35.– № 5.– С. 74-80.
18. Friebe B. Alien genes in wheat improvement / B. Friebe, W. J. Ravpp, B. S. Gill // Wheat in a Global Environment. In: Z. Bedo and L. Lang, eds. Proc 6th Intern. Wheat Conference, 5-9 June, Budapest, Hungari.– Kluwer Acad. Publ., 2001, – P. 709-720.
19. Орлюк А. П. Адаптивний і продуктивний потенціали пшениці / А. П. Орлюк, К. В. Гончарова: монографія. – Херсон, 2002.– 272 с.
20. Скринінг сортів озимої м'якої пшениці на наявність пшенично-житньої транслокації за ДНК-маркерами / [А. І. Степаненко, Б. В. Моргун, Т. В. Чугункова, Н. І. Адаменко, Л. Г. Великожон] // Вісник українського товариства генетиків і селекціонерів. – 2012. – Т. 10, № 12. – С. 311-318.
21. 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 КубГАУ, № 67(03), 2011 г. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/03/pdf/23.pdf>.
22. Агафонов А. В. Общая структура рекомбинационного генома *Elymus sibiricus* и взаимоотношения вида с морфологически близкими таксонами *E. pubiflorus*, *E. lineicus* и *E. yubaridakensis* [Электронный ресурс] / А. В. Агафонов // Сибирский ботанический вест-

References

1. Rabinovich SV, Vasiliev IV, Subota GM. 1988. Modern varieties of winter wheat from the member countries of the CMEA and other foreign countries as source material for selection. *Selektsia i semenoovdstvo*. 64:15–21.
2. Remeslo VN, Kolomatskii AV. 1980. The dynasty of Mironovskaya wheat. *Science and Humanity: Understandable and accurately about the main things in world science* [Internet]. Moskva (Russia): Znanye. p. 105-117. Available from: [//lysenkoism.narod.ru/remeslo.htm](http://lysenkoism.narod.ru/remeslo.htm).
3. Kochmarskii VS, Kolomyets LA, Kirilenko VV. 2013. Myronivka Wheat Institute nd. a V. N. Remeslo of NAAS of Ukraine [Internet]. Available from: [http://www.zhros.ru/num29\(5\)_2013/pdf/8Koch.pdf](http://www.zhros.ru/num29(5)_2013/pdf/8Koch.pdf).
4. Kochmarskii VS, Kolomyets LA, Kirilenko VV. 2012. The selection of soft winter wheat in Myronivka Wheat Institute nd. a V. N. Remeslo of NAAS of Ukraine. *Visnik agrarnoyi nauki*. [Internet]. [cited 2012 Dec], 51-54. Available from: [///C:/Users/User/Downloads/vaan_2012_12_14.pdf](http://C:/Users/User/Downloads/vaan_2012_12_14.pdf).
5. Litvinenko MA. 2012. The department of selection and seed production in centennial history of the institute. *Research Papers Collection of Institute of Plant Breeding & Genetics National Center of Seed and Variety Studies to centenary of the institute are devoted*. p. 11-27.
6. 2013. The results of fields and laboratory studies on the qualifying examination of plant varieties of winter crops for suitability for spreading in Ukraine in 2011-2013. *State Veterinary and Phytosanitary Service of Ukraine*. Kyiv: Ukrainian Institute for Plant Variety examination.
7. Tsitsin NV. 1954. Distant hybridization of plants. Moskva: Selkhozgiz. 147 p.
8. Druzhinin AE, Sibikeiev SN, Krupnov VA. 2004. The increase of the genetic diversity of Saratov wheat by introgressive selection as the development N. I. Vavilov's ideas. *Bulletin of Saratov State University* nd. a N. I. Vavilov. 10:33-37.
9. Krupnov VA, Sibikeiev SN. 2005. Foreign genes for the soft wheat improvement. In: *Identified genepool of plants and selection*. St Peterburg. p. 740-758.
10. Knott DR. 1978. The transfer of genes for rust resistance to wheat from related species. *Proceeding 5th International symposium*; New Delhi. p. 354-357.
11. McCallum BD, DePauw RM. 2008. A review of wheat cultivars grown in the Canadian prairies. *Can. J. Plant Sci.* 88:649-677.
12. Sotnikov AM. 2001. Economic and biological characteristics of soft winter wheat hybrids obtained by intraspecific and distant hybridization in Stavropol Territory. [dissertation] [Internet]. Stavropol. 189 p. Available from: <http://www.dissercat.com/content/khozyaistvenno-biologicheskaya-kharakteristika-gibridov-ozimoi-myagkoi-pshenitsy-poluchennyk>.
13. Yelagin IN. Lifework. To the 90-th anniversary of academician N. V. Tsitsin [Internet]. Available from: www.ras.ru/FStorage/download.aspx?Id=325a8909-df54-4d04-9fc1.
14. Pershina LA. 2009. About the role of distant hybridization and polyploidy in plant evolution. *Vestnik VOGiS*. 13(2):336-344.
15. Lyfenko SPh. 1980. Several peculiarities of the genetic control of the indicator of protein content in grain of soft winter wheat and possibilities of improvement of technological qualities of grain during selection. *Research Papers Collection of Institute of All-Union Institute of Plant Breeding & Genetics*. p. 75-80.
16. Khaylenko NA, Altaieva NA. 2010. Interspecies hybridizations using sorts of wheat with different genomic structure [Internet]. Available from: <http://e-lib.gasu.ru/konf/biodiversity/2010/36.pdf>
17. Kozub NA, Sozinov IA, Sozinov AA. 2001. The conjugation between 1BL/1RS translocation with qualitate and quantitative characters in soft wheat *T. Aestivum*. *Cytol Genet*. 35(5):74-80.

18. Friebe B, Ravpp WJ, Gill BS. 2001. Alien genes in wheat improvement. In: Bedo Z., Lang L., editors. *Wheat in a Global Environment. Proceeding 6th Intern. Wheat Conference, 2001 June 5-9; Budapest (Hungari): Kliwer Acad. Publ. p. 709-720.*
19. Orliuk AP, Goncharova KV. 2002. Adaptive and productive capacity of wheat. Kherson. 272 p.
20. Stepanenko AI, Morgun BV, Chugunkova TV, Adamenko NI, Velikozhon LG. 2012. Screening cultivars of soft winter wheat for wheat and rye translocation by DNA-markers. *Bulletin of Ukrainian of geneticists and breeders.* 10(12):311-318.
21. Siniak YeV, Volkova GV, Mitrofanova OP. 2011. Sources of wheat et aegilops resistance to stem rust (causative agent *Puccinia graminis* Pers. f. sp. *Tritici* Erikss. et Henn). *Science journal of Kuban SAU* [Internet]. 67(03). Available from: <http://ej.kubagro.ru/2011/03/pdf/23.pdf>.
22. Agafonov AV. 2007. General structure of recombinational genepool *Elymus sibiricus* and interrelation of the sort with structurally close taxons *E. pubiflorus*, *E. lineicus* et *E. Yubarid-akensis*. *Botanical bulletin of Siberia* [Internet]. 2(2):21—32. Available from: <http://journal.csbg.ru/pdfs/i3.pdf>.

ИНТРОГРЕССИИ В ГЕНОМ ПШЕНИЦЫ МЯГКОЙ ОЗИМОЙ ОТ РАЗНЫХ ДОНОРОВ – ПРОБЛЕМНОЕ, НО ПЕРСПЕКТИВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ СЕЛЕКЦИИ

Лыфенко С. Ф., Нарган Т. П., Наконечный Н. Ю.

Селекционно-генетический институт – Национальный центр семеноводства и сортоизучения

По материалам многолетних исследований и выполнения селекционных программ сделан вывод об общих закономерностях и результативности в выведении сортов пшеницы мягкой озимой в учреждениях бывшего Советского Союза и в Украине за последние десятилетия. При этом отмечены этапные периоды и сорта, которые сыграли выдающуюся роль в истории земледелия.

Рассмотрены основные проблемы, возникающие при скрещивании пшеницы озимой мягкой как с родственными, так и с отдаленными видами злаков. Показаны, исходя из возможностей современных методов биотехнологии, пути решения наиболее известных и распространенных трудностей. Среди них – барьер нескрещиваемости видов и стерильность потомства при получении новых форм растений методом отдаленной гибридизации.

Выявлены возможности увеличения белковости зерна и количества клейковины у пшеницы озимой мягкой при интрогрессивной селекции. Отмечены изменения физических особенностей клейковины и теста, которые приводят к снижению хлебопекарных качеств у форм, полученных от такого типа скрещиваний.

Показана значимость вида *Tr. timopheevii* с комплексным иммунитетом к болезням, у которого гены устойчивости локализованы в геноме G. Успешный перенос генов устойчивости генетическому донору полудикой формы мягкой пшеницы TP-114-65A, в дальнейшем показал значительную сорт образующую способность.

Проанализированы результаты селекции с использованием отдаленной гибридизации на устойчивость к основным грибным болезням.

Акцентировано внимание на сортах, созданных с использованием отдаленной гибридизации. По материалам собственных исследований и анализа результатов государственного испытания сделаны обобщающие выводы. Приведена характеристика новых сортов по комплексу хозяйственно полезных свойств (урожайность, морозо-зимостойкость, засухоустойчивость, устойчивость к болезням и др). Эти сорта имеют в своих родословных генотипы, полученные от скрещивания пшеницы мягкой озимой с её дикими сородичами *Ae. caudate*, *Ae. ovate*, *Tr. timopheevii*, *Tr. timonovum*, елимус сибирский и др.

Сделан вывод о целесообразности использования интрогрессивной рекомбинантной изменчивости в выполнении селекционных программ и в частности при создании сортов, которые могут стать этапными в селекции пшеницы мягкой озимой.

Пшеница, гибрид, интрогрессивная селекция, сорт, Triticum timopheevii, Triticum timonovum

PROBLEMATIC BUT PROSPECTIVE DIRECTION OF BREEDING: INTROGRESSIONS INTO GENOME OF WINTER BREAD WHEAT DIFFERENT DONORS

Lyfenko S. Ph., Nargan T. P., Nakonechny N. Ju.

Plant Breeding and Genetics Institute – National Center of seed and Cultivar Investigation

The conclusion due to common regularities and results in varieties breeding of winter bread wheat were done basing on long-term analyses and realization of breeding programs in the institutions of the former Soviet Union and the Ukraine till last ten years. The most impotent period and varieties having great role in history of wheat cultivation were marked.

The main problems in hybridization of winter bread wheat as winter relative so with remote spe-

cies of cereals were studied. The methods of modern biotechnology and means of solving the most known and spread difficulties as barrier of non-cross ability of species and progeny sterility in new forms of plants received by method of remote hybridization were demonstrated.

Possibilities to increase protein content of grain and semolina quantity of winter bread wheat under introgressive hybridization were exposed. Changes of physical features of semolina and dough decreasing of bread-making quality of forms creating by such a type of hybridization were made up.

Importance of the sp. *Tr. timopheevii* complex of immunity to diseases which genes of resistance were located in genome G was shown up. Successful transferring of resistance gens to genetically donor of semi wild from of bread wheat TP-114-65A have demonstrated in future significant variety forming ability.

Results of breeding with remote hybridization on resistance to main fungi diseases were analyzed. Attention was accentuated on varieties created by remote hybridization. On own investigations and results of the state test were done summarized conclusions. Characteristics in text and tables of new varieties on complex of economic features, as yielding, frost and winter resistance, drought resistance and disease resistance were done in the work. These varieties have in their pedigree genotypes from winter bread wheat hybridization with wild relatives: *Ae. caudate*, *Ae. ovate*, *Tr. timopheevii*, *Tr. timonovum*, *Elymus sibiricum* L. etc.

Conclusion about expediency of introgressive recombinant changeability using in breeding programs and in varieties creation, particularly, wheat breeding, was done.

Wheat, hybrid, introgressive hybridization, variety, Triticum timopheevii, Triticum timonovum