

Correlation relations between individual morphological and biological characteristics, economic and valuable features of plants of different varieties of tobacco are determined, which allow determining the degree of variability of one feature depending on the change of another.

Key words: tobacco, variety, source material, seed yield, productivity, growing season, correlation

УДК 633.111.11:575.116

DOI: 10.30835/2413-7510.2019.172784

ЗАСТОСУВАННЯ ІНТРОГРЕСИВНИХ ЛІНІЙ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ВМІСТУ БІЛКА В ЗЕРНІ

Моцний І.І., Молодченкова О.О., Литвиненко М.А., Голуб Є.А.
Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннезнавства та сортовивчення
НААН, Україна

У 2015/16–2017/18 вегетаційних роках проведено порівняльне випробування інтрогресивних ліній пшениці м'якої озимої за врожайністю, крупнозерністю та вмістом білка. Виділено селекційні лінії з високими значеннями маси тисячі зерен (МТЗ), вмісту білка, а також чужинними морфологічними ознаками, які позбавлені негативних властивостей дикорослих видів та характеризуються високою продуктивністю, адаптивністю, толерантністю до низьких агрофонів, високою якістю. Лінії можуть становити інтерес для подальшої селекційної роботи на півдні України за умови збереження зібраних генних комплексів.

Ключові слова: *Triticum aestivum* L., інтрогресивна лінія, вміст білка, продуктивність

Вступ. Однією з вимог, що постає перед селекціонером є створення високопродуктивних сортів пшениці м'якої *Triticum aestivum* L. з високою якістю зерна, яка, перш за все, оцінюється за вмістом білка в ньому [1]. Методом внутрішньовидової гібридизації вдалося значно збільшити потенційну врожайність культури [2], але разом із зростанням продуктивності загострилася проблема генетичного підвищення білковості, яка традиційно відноситься до розряду найзначніших науково-практичних задач селекції [3]. Адже формування високої хлібопекарської якості можливе лише при достатньо високих показниках вмісту білка [4].

Аналіз літературних джерел, постановка проблеми. Нову селекційну парадигму спрямовано на створення сортів не лише з високим генетичним потенціалом продуктивності, але й здатних в умовах півдня України забезпечувати високу якість [5]. Однак, по мірі вичерпання запасів генів у генофонді виду ситуація, в усякому разі, стосовно надійних генетичних джерел білковості, лише погіршується. Хоча в світі давно відомі зразки пшениці м'якої озимої з підвищеним вмістом білка (на 2–3 %), проте при посіві в інших умовах вони далеко не завжди підтверджують ці переваги [6] і часто формують дрібне та щупле зерно [7]. А наявність зворотного зв'язку між вмістом білка і продуктивністю рослин, а також високий внесок екологічної дисперсії ознаки створюють значні труднощі для селекції на підвищений вміст білка [6, 7, 8].

Розширення генетичної мінливості пшениці, зокрема стосовно показників якості і особливо вмісту білка, можливе шляхом міжвидової гібридизації [9, 10]. Відомо [11], що на відміну від пшениці, дикорослі види при низькому рівні зернової продуктивності спроможні накопичувати гіпертрофовано багато білка в зерні (до 30–35 %). Схрещуванням їх з

високопродуктивними сортами пшениці вдається підвищити вміст білка у одержаних ліній до 21,8-22,5 % [9, 12, 13, 14, 15, 16], але, як правило, виділені форми поступаються зареєстрованим сортам за комплексом агрономічних ознак і в першу чергу – за продуктивністю та МТЗ [17], з якими вміст білка часто пов'язаний небажаною кореляцією [13]. Це пояснюється багатьма чинниками, зокрема недостатньою ефективністю інтрогресивних процесів, яка суттєво залежить від дивергенції хромосом пшениці і спорідненого виду [18].

Більш успішним у цьому відношенні може бути залучення у гібридизацію видів, що мають спільні з пшеницею геноми [19]. Наразі перспективними для селекції на підвищений вміст білка вважаються деякі егілопси та однозернянка [9, 12], емер [14], *T. dicoccoides* [15], *T. militinae*, *T. timopheevii* [20, 21], спельта [16], *T. sphaerococcum*, *T. polonicum*, *T. compactum* [22, 23], штучно створені види пшениці [22, 24] та синтетичні амфіплоїди [19]. Особливо ефективними видаються схрещування з донором генома D – *Aegilops tauschii* Coss., так як завдяки саме його участі пшениця м'яка набула тих якостей, які роблять її головною хлібною культурою світу. З іншого боку, з цим геномом пов'язують і низку ознак, що підлягають покращенню, наприклад, знижений вміст білка в зерні. Застосування 42-хромосомних амфіплоїдів за участю *Ae. tauschii* дозволяє шляхом гомологічної кон'югації перенести в геном пшениці не лише гени якісних ознак егілопса [25], а й цілі полігенні системи, що контролюють кількісні ознаки, зокрема крупнозерність і вміст білка [26].

У результаті віддаленої гібридизації у відділі загальної та молекулярної генетики СГІ–НЦНС (м. Одеса) було створено оригінальні інтрогресивні лінії, що відрізнялися високими показниками вмісту білка та стійкості до фітозахворювань [13, 27, 28]. Серед недоліків цих ліній – пізньостиглість, низька МТЗ, продуктивність, морозостійкість та якість. У результаті 3–10 насичувальних схрещувань адаптивного сорту пшениці м'якої озимої Одеська 267 з кращими з цих ліній [29, 30], а також колекційними зразками [31], штучними видами пшениці та амфіплоїдами, схрещування сорту Селянка з мексиканськими елітними синтетиками (амфіплоїдами *T. durum* / *Ae. tauschii*) [32] і подальших ступінчастих схрещувань одержаних гібридів з сучасними сортами СГІ–НЦНС та 4–6 самозапилені одержано 736 нових інтрогресивних ліній пшениці.

Мета і задачі досліджень. Порівняльна селекційна оцінка новостворених інтрогресивних ліній. Визначення кореляції між окремими агрономічними та цінними господарськими ознаками. Виділення крупнозерних високобілкових ліній-донорів, що поєднують високу продуктивність з комплексом цінних ознак чужинного походження.

Матеріал та методика. У 2015/16–2017/18 вегетаційних роках за типом селекційного та контрольного розсадника вивчали інтрогресивні лінії пшениці м'якої різних генерацій, ступенів насичування та походження обсягом 736 шт. В основному це похідні віддаленої гібридизації з різними чужинними ознаками і властивостями від схрещування низки сортів пшениці м'якої озимої (Одеська 267, Альбатрос, Никонія, Селянка, Куяльник, Панна, Гурт) з двома оригінальними рекомбінантними інтрогресивними лініями, одним колекційним зразком, двома оригінальними амфіплоїдами за участю *Elymus sibiricus* L. та шістьма амфіплоїдами за участю *Ae. tauschii*. Окремі з них створено на базі яро-озимих гібридів. У залежності від селекційної історії лінії розподілялись на первинні (2–4 схрещування з сучасними сортами) та удосконалені (5 і більше схрещувань з сучасними сортами). Доцільність такого розподілу було доведено на іншому масиві даних (інші лінії, комбінації, умови) у нашій попередній публікації [33]. Експериментальний матеріал одержано внаслідок індивідуальних доборів за наявністю стійкості до поширених хвороб та окремих морфологічних чужинних ознак як у кожному схрещуванні (бекросуванні), так і після самозапилення, без хімічного захисту рослин. При доборі ліній особливу увагу звертали на їх константність як за окремими, в тому числі чужинними, ознаками, так і за їх комплексом.

Для одержання як первинних, так і удосконалених ліній використовували проміжні форми – ярі 42-хромосомні синтетичні амфіплоїди тетраплоїдних видів пшениці з *Ae. tauschii*. Також застосовували насичувальні схрещування з оригінальними рекомбінантними інтрогресивними лініями ErythrospERMum 200/97-2 (E200/97-2) і Hostianum 242/97-1 (H242/97-1) та колекційним зразком H74/90-245. Лінії E200/97-2 та H242/97-1 створено від

схрещування октоплоїдного тритикале АД825 (Гостіанум 237 / жито Воронежське СГІ) з сортом озимої твердої пшениці Чорномор і перезапилення гібридів F₃ пилком колекційного зразка Н74/90-245 [27, 29]. Крім того, кілька удосконалених ліній одержано за участі сорту Віген, похідного від гібридизації з октоплоїдним НПЕА *Elytricum fertile* [34].

Колекційні зразки та амфіплоїди за участі *T. durum* Desf., *T. dicoccum* Schuebl., *T. militinae* Zhuk., *T. timopheevii* Zhuk., *Ae. tauschii* Coss., *S. cereale* L. і *E. sibiricus* L. було отримано з робочих колекцій дикорослих видів і амфіплоїдів відділів загальної та молекулярної генетики і генетичних основ селекції СГІ–НЦНС, зібраних за роки їх існування. Так, зразок Н74/90-245 було створено в сільськогосподарському інституті «Добруджа» (колишньому ІПС) (Генерал-Тошево, Болгарія) від схрещування (*T. aestivum* Tom Pouce Blanc / АД(*T. timopheevii* × *Ae. tauschii* ssp. *strangulata*) // *T. aestivum* Аврора /3/ *T. aestivum* Rusalka). У НЦГРРУ ІР ім. В.Я. Юр'єва (м. Харків) його інтродуковано за номером ІУ029995. Амфіплоїд Жирова – АД(*T. militinae* / *Ae. tauschii*, A^uGD), створено Є.Г. Жировим у КНДІСГ. Амфіплоїд ПЕАГ АД(*T. dicoccum* u-244569 / *Ae. tauschii* k-110, A^uBD) створено М.С. Летифовой на ДДС ВІРа. Обидва амфіплоїди отримано від к.б.н. Р.Л. Богуславського (НЦГРРУ ІР ім. В.Я. Юр'єва) (за каталогом №№ UA0500016 і UA0500010, відповідно). Елітні синтетики (амфіплоїди *T. durum* / зразки *Ae. tauschii*) створено в СІММУТ (Мексика) [35] і отримано від д.б.н. О.І. Рибалки.

Польові дослідження було закладено у сівозміні відділу селекції та насінництва пшениці СГІ–НЦНС за загальноприйнятою схемою селекційного процесу самозапильних культур. Попередник – чорний пар. У селекційному розсаднику (2015/16 р.) матеріал було висіяно 1-рядковими ділянками касетною селекційною сівалкою. Довжина рядка 1,15 м, площа живлення окремої рослини 30 × 5 см². Для визначення продуктивності та окремих показників якості зерна відібрані лінії було висіяно разом з індикатором високої білковості (сорт Панна) у контрольному розсаднику (2016/17-2017/18 рр.) без повторення. Посів проводили селекційною тракторною сівалкою ССФК-7 з порційним апаратом, ділянки мали сім рядків довжиною 5 м, міжряддя 15 см, облікова площа ділянки 5 м² з розрахунку по 450–500 схожих зерен на 1 м² (норма висіву 4,5 млн зерен/га). Сорти-стандарти (Антонівка, Куяльник, Мудрість) та рекурентну форму (Одеська 267) сіяли через кожні 10 номерів у тричотирикратному повторенні. В контрольному розсаднику внесення добрив здійснювали за технологічною картою інституту: 1) під передпосівну культивування вносили 150 кг/га нітроамофоски; 2) ранньовесняне підживлення по таломерзлому ґрунту аміачною селітрою в дозі 200 кг/га за допомогою сівалки СЗ-3,6; 3) підживлення по листу здійснювали обприскуванням баковою сумішшю із використанням карбаміду з розрахунку 10-12 кг/га. Урожай, вирощений суцільним способом, збирали селекційним комбайном «Samro-130». Рослини, вирощені в широкорядному посіві, підживлювали та збирали вручну.

Оскільки пріоритетом дослідження була адаптивність та стійкість до хвороб, хімічний захист посівів не проводили. Посіви здійснювали пізно – в кінці листопада. Тому сформований рівень урожайності можна вважати результатом реалізації потенціалу продуктивності (адаптивності) та генетично обумовленої стійкості (толерантності) кожної лінії в умовах впливу комплексу абіотичних і біотичних негативних факторів.

Матеріал оцінювали за рядом показників: наявність морфологічних ознак сторонніх видів, тип розвитку, висота рослин, урожайність, якість зерна та ін. Проводили фенологічні спостереження – відзначали дати сходів, колосіння, цвітіння, стиглості зерна. Показники якості зерна – дисперсність борошна (текстуру ендосперму) та седиментацію SDS30 визначали методами, розробленими у відділі генетичних основ селекції СГІ–НЦНС [36]. При цьому ступінь твердозерності чи м'якозерності ліній – Н/S (hard/soft) виражали в умовних одиницях приладу (у.о.п.) – інфрачервоного аналізатора “Inframatic 8600” (Perten, Швеція). Величини у.о.п. залежать від налаштування приладу і в нормі варіюють від -50 до 150. У цілому умовно м'якозерними вважаються зразки, що мають Н/S < 0 у.о.п., а умовно твердозерними – зразки, що мають Н/S вище 0 у.о.п. Проте, за даними колективу відділу, прилад калібрується під кожну партію зерна окремо (в залежності від того, яка саме культура аналізується – тверда чи м'яка пшениця). І в межах діапазону шкали аналізатора, відкаліброваного для аналізу борошна твердозерної хлібопекарської пшениці, умовно

м'якозерними вважають зразки, що мають показники H/S не вище +5 у.о.п. Отже, загалом, за дисперсністю борошна всю множину ліній можна умовно розділити на чотири основні групи: звичайні м'якозерні ($H/S \leq 5$), проміжні ($H/S = 6-15$), твердозерні ($H/S = 16-45$) і супертвердозерні ($H/S > 45$). Серед похідних віддаленої гібридизації зрідка виявляються також суперм'якозерні форми з показником $H/S < -20$. Вміст білка визначали у цільнозмеленому борошні за методом К'ельдаля на приладі Kjelttec-Auto 1030 [37], а масу тисячі зерен (МТЗ) – за загальноприйнятою методикою. При доборі ліній з підвищеним вмістом білка розраховували додаткові критерії білковості – «Збір білка на одиницю площі» = («Урожайність, ц/га» × «Вміст білка, %»)/100 % та «Відносний вміст білка на 1000 зерен» = («МТЗ, г» × «Вміст білка, %»)/100 % [7]. Їх застосування дозволить нівелювати деякою мірою дисперсію ознаки, обумовлену варіаціями анатомічної будови зернівки або продуктивності рослини під впливом екологічних умов.

Відмінності досліджених показників від значень стандартів легітимізували за допомогою стандартного (середньоквадратичного) відхилення (SD). Генотипи, що мали значення агрономічних ознак та показників якості вищі за середнє арифметичне по досліді (M) плюс стандартне відхилення ($M+SD$), вважались ефективними для добору. Для спрощення розуміння матеріалу в таблицях і тексті статті наводяться уніфіковані позначення ступеню вірогідності визначених нами або взятих з літератури показників, критеріїв і коефіцієнтів: * – вірогідно при $p < 0,05$; ** – вірогідно при $p < 0,01$; *** – вірогідно при $p < 0,001$. Позначення хвороб та морфологічних ознак у таблицях і тексті наведено у відповідності з міжнародним каталогом генних символів [38].

Обговорення результатів. У 2016 р. у селекційному розсаднику було вивчено 736 інтрогресивних ліній. Переважна більшість з них уже було відібрано як константні на дослідній ділянці відділу загальної та молекулярної генетики і в карантинному розсаднику відділу фітопатології та ентомології та являли собою потомство кількох рослин. Частина ліній були потомством окремих індивідуальних рослин, відібраних безпосередньо перед передачею їх у селекційний розсадник. Добір ліній проводили окомірно з урахуванням архітекtonіки рослини (загальна селекційна оцінка ≥ 3 бали), однорідністю та константністю за ознаками інтересу (стійкість до хвороб та морфології рослини).

У залежності від походження матеріалу, зокрема джерела чужинних генів, новостворені інтрогресивні лінії істотно різнилися за рівнем стійкості до хвороб та вилягання, наявністю ознак різновиду (опушенням та кольором колоса), фенотипом, а також за датами колосіння та висотою рослин і нерідко були непривабливими, більш пізньостиглими і високорослими, ніж сучасні сорти. Все ж в обох групах ліній було виділено скоростиглі короткостеблі форми, із загальною оцінкою на рівні сортів-стандартів, досить високою МТЗ, значеннями вмісту білка на рівні або вище стандартів, які проте частково або повністю зберегли експресію цільових чужинних ознак. У 2016 р. із 736 досліджених ліній для посіву в КР-1 (2016/17 р.) було відібрано 119 шт., а в 2017 р. – 20 шт. (табл. 1). Інші лінії не були селекційно привабливими (загальна оцінка 2 бали), розщеплювались за ознаками, або зовсім не мали ознак інтересу.

Гідротермічні умови проведення досліджень у 2016/17 та 2017/18 вегетаційних роках у контрольному розсаднику були несхожими за впливом на розвиток рослин і, в цілому, несприятливими для пшениці, зокрема через надто пізній посів, а також сукупність агротехнічних і метеорологічних чинників. Це проявилось у наявності вірогідного впливу умов року на тривалість вегетаційного періоду ($F=33,5^{***}$), урожайність ($F=31,5^{***}$), вміст білка ($F=9,6^{**}$) і збір білка ($F=8,2^{**}$) та у відносно низькій урожайності стандартів (max=64,0–83,5 ц/га), порівняно з максимальними показниками 2015 і 2016 рр. (101,0 і 105,0 ц/га відповідно) [33]. Селекційна оцінка матеріалу в цих умовах показала, що схрещування з сучасними сортами пшениці призвело до розширення спектру мінливості ознак у досліджених ліній. Хоча загалом інтрогресивні лінії в 2017 р характеризувались низькою або середньою продуктивністю та значно поступалися стандартам як середніми значеннями, так і розмахом варіації (min–max), все ж вдалося виділити декілька ліній, що перевершували за абсолютними значеннями ознаки середню арифметичну стандартів (57,1 ц/га).

Статистичні показники ознак досліджених ліній

Ознака	Лінія	2017 р.				2018 р.			
		<i>N</i>	<i>M</i> ± <i>SE</i>	<i>SD</i>	<i>LV</i>	<i>N</i>	<i>M</i> ± <i>SE</i>	<i>SD</i>	<i>LV</i>
ДК, 05	Рекурент	6	20,3±0,3	0,8	20–22	2	16,0±0,0	0,0	16–16
	Стандарти	17	17,4±0,2	0,9	16–19	12	11,5±0,2	0,7	11–12
	Первинні	36	20,9±0,4	2,6	15–25	3	20,3±1,2	2,1	18–22
	Удосконалені	83	20,3±0,2	1,6	16–23	17	15,6±0,7	3,1	11–22
ВР, см	Рекурент	6	107±1,3	3,1	103–110	2	101±1,0	1,4	100–102
	Стандарти	17	103±1,2	4,9	102–104	12	92±3,1	10,6	78–104
	Первинні	36	97±2,5	15,1	50–124	3	84±3,2	5,5	79–90
	Удосконалені	83	97±1,3	11,7	65–133	17	83±2,4	7,6	68–95
Ур, ц/га	Рекурент	6	53,3±2,4	5,8	43,2–59,4	2	73,2±2,4	3,4	70,8–75,6
	Стандарти	17	57,1±2,1	8,6	42,0–64,0	12	65,6±4,4	14,6	40,8–83,5
	Первинні	36	42,2±1,7	10,2	23,1–61,0	3	65,7±7,5	12,9	57,9–80,6
	Удосконалені	83	48,5±0,9	8,5	20,5–75,4	17	63,5±1,4	5,7	53,8–71,5
Б, %	Рекурент	6	11,8±0,7	1,7	11,1–12,5	2	9,4±0,3	0,4	9,1–9,7
	Стандарти	17	10,1±0,1	0,4	10,0–10,4	12	10,5±0,2	0,6	9,8–11,9
	Первинні	36	11,5±0,2	1,1	8,8–13,0	3	10,7±0,5	0,8	9,8–11,1
	Удосконалені	83	11,5±0,1	0,7	9,9–12,9	17	10,4±0,1	0,5	9,6–11,0
ЗБ, ц/га	Рекурент	6	6,4±0,8	2,0	5,7–7,2	2	6,9±0,6	0,8	6,3–7,5
	Стандарти	17	5,5±0,2	0,8	5,3–5,7	12	6,9±0,4	1,5	4,2–8,5
	Первинні	36	4,8±0,2	1,3	2,7–7,7	3	7,0±1,0	1,7	5,7–8,9
	Удосконалені	83	5,6±0,1	1,1	2,6–9,5	17	6,6±0,2	0,7	5,2–7,6
МТЗ, г	Рекурент	6	37,8±1,6	3,9	36,0–41,1	2	42,6±1,2	1,7	41,4–43,8
	Стандарти	17	40,0±0,9	3,7	39,1–40,9	12	40,6±0,6	2,2	36,9–44,4
	Первинні	36	39,9±0,7	4,1	32,9–48,5	3	39,9±1,7	3,0	37,9–43,4
	Удосконалені	83	38,6±0,3	3,0	33,3–45,0	17	41,9±0,9	3,6	32,6–45,6
ВБ, г	Рекурент	6	4,6±0,1	0,2	4,5–4,6	2	4,0±0,4	0,6	3,6–4,4
	Стандарти	17	4,1±0,1	0,4	3,8–4,3	12	4,3±0,1	0,4	3,8–5,3
	Первинні	36	4,6±0,1	0,8	3,1–6,2	3	4,2±0,1	0,1	4,2–4,2
	Удосконалені	83	4,4±0,1	0,9	3,6–5,3	17	4,3±0,1	0,4	3,5–4,9

Примітка. ДК – дата колосіння, травень; ВР – висота рослин; Ур – урожайність; Б – вміст білка; ЗБ – збір білка на одиницю площі; МТЗ – маса 1000 зерен; ВБ – відносний вміст білка на 1000 зерен. *N* – кількість спостережень (з урахуванням повторень); *M* – середнє значення ознаки; *SE* – похибка; *SD* – стандартне відхилення; *LV* – ліміти варіації.

У першу чергу, це більш відпрацьовані у селекційному відношенні вдосконалені лінії ІЛ1161/16 і ІЛ1073/16 (75,4 і 64,1 ц/га відповідно), які перевершили навіть індикатор продуктивності – одну із ділянок сорту Куяльник з максимальною врожайністю (64,0 ц/га). Хоча знайшлась така лінія (ІЛ997/16–61,0 ц/га) і серед первинних. Досить високу врожайність показали також удосконалені лінії ІЛ299/16 (60,5 ц/га), ІЛ1023/16 і ІЛ1039/16 (обидві 62,2 ц/га). А лінія Е2792/14 (60,9 ц/га) поєднувала високу продуктивність (вище середнього значення стандартів) зі стійкістю до трьох видів іржі та борошнистої роси.

Відзначено розбіжність результатів вивчення матеріалу залежно від року врожаю насіння. Так, у 2018 р., на відміну від 2017 р., рекурентний сорт (Одеська 267) у середньо-

му перевершив за врожайністю стандарти, а інтрогресивні лінії знаходились на їх рівні. Очевидно, тут проявились переваги рекурентного генотипу, стійкого до пізніх посівів, низьких агрофонів та жорстких умов вирощування. Більш висока врожайність, досягнута в 2018 р. перш за все серед первинних інтрогресивних ліній (табл. 1), пояснюється проведенням серед них добором, у тому числі і за продуктивністю та стійкістю до хвороб, що знижує загальну навантаженість патогена в біоценозі.

Вміст білка – це один з основних показників якості зерна, яким ми приділяємо особливу увагу при оцінці матеріалу. В 2017 р. спостерігалася тенденція збільшення середніх значень цього показника як у первинних, так і вдосконалених ліній порівняно зі стандартами (табл. 1). Між інтрогресивними лініями відзначено значну різницю за вмістом білка, який варіював від 8,84 % до 13,01 %, а в умовах менш сприятливого для формування білка (більш урожайного) 2018 року – від 9,60 % до 11,14 % відповідно. З 119 досліджених у 2017 р. 15 ліній мали вміст білка понад 12,5 %, а одна лінія – понад 13,0 %. Однак жодна з ліній не перевершила індикатор високої білковості – сорт Панну (13,64 %). У 2018 р. показники вмісту білка нижчими – всього дві кращі лінії (із 20 досліджених) ледве перевищували 11 %. Низьку білковість рекурентного сорту, очевидно, обумовлено його високою врожайністю. Проте збір білка з одиниці площі у стандартів був більшим, ніж у первинних ліній і знаходився на рівні вдосконалених за рахунок їх вищої врожайності (табл. 1). З цієї ж причини первинні лінії поступалися вдосконаленим у 2017 р. та перевершили їх у 2018 р. Варто зазначити, що у більш сприятливих гідротермічних умовах 2015 і 2016 років стандарти значно переважали за збором білка як первинні, так і вдосконалені лінії [33], оскільки змогли реалізувати свою високу потенційну продуктивність.

Незважаючи на наявність загальнобіологічного негативного зв'язку між продуктивністю та білковістю [8], який ймовірно має більшою мірою фізіологічну причину, ніж генетичну [39], та високу залежність останньої від умов вирощування, все ж іноді вдається знайти та успішно залучити в селекційний процес генетичні донори ознаки з підвищеним вмістом білка в різних умовах [7, 40, 41]. Створені шляхом залучення інших видів нові донори високої білковості, можливо, матимуть інші детермінанти ознаки, що робить їх особливо привабливими для трансгресивної селекції. Відомо, що при залученні в схрещування високобілкових форм різного походження позитивні трансгресії все ж трапляються, хоча й дуже рідко (0–6,5 %) та широко варіюють у залежності від комбінації схрещування [42].

У процесі виявлення високобілкових форм стояла задача створити лінії з комплексом цінних господарських ознак і, перш за все, формуванням повноцінного зерна за ознаками його виповненості і МТЗ. Відомо, що ступінь виповненості зерна впливає на величину абсолютного вмісту білка [3, 7]. Цим було обумовлено необхідність визначення додаткового критерія – відносного вмісту білка [7]. Виявилось, що в роки дослідів за середніми значеннями МТЗ інтрогресивні лінії майже не відрізняються від стандартів. За відносним вмістом білка, у перерахунку на 1000 зерен (у 2017 р.), спостерігали збільшення цього показника у інтрогресивних ліній (табл. 1). При цьому розмах варіації за обома ознаками був максимальним у первинних ліній, хоча крупнозерні форми з частотою 19,4 % і 2,4 % виділялись в обох групах ліній відповідно. В 2018 р. ці показники нівелювались до значень стандартів внаслідок раніше проведеного добору за продуктивністю. Варто зазначити, що в залежності від ознаки середньоквадратичні відхилення могли бути вищими як в групі стандартів, так і серед ліній (табл. 1).

Одержані крупнозерні лінії, за умови формування вмісту білка на рівні або вище стандартів, було виділено в окрему групу ліній, що забезпечують вищий відносний вміст білка (табл. 2). Більшість з них характеризуються пізнім дозріванням, нижчою, ніж у стандартів, урожайністю та збором білка. Окремі лінії відносяться до високорослого типу (105–115 см.). Такі зразки необхідно залучати в гібридизацію з високопродуктивними інтенсивними сучасними сортами степового екотипу, які мають комплекс інших цінних господарських ознак, у першу чергу високу зимостійкість, посухостійкість, скоростиглість та слабку реакцію на фотоперіод, імунітет до хвороб і є добре пристосованими до мінливих кліматичних умов Степу України.

Інтрогресивні лінії з підвищеним відносним вмістом білка та кращі за урожайністю і білковістю, 2017–2018 рр.

Лінія	ВБ, г	МТЗ, г	Б, %	ДК, 05	ВР, см	Ур, ц/га	ЗБ, ц/га
Од. 267 (рекурент)	4,4	39,0	11,0	19,7	106,4	56,1	6,6
Антонівка (стандарт)	4,1	40,1	10,3	18,0	102,0	51,1	5,2
Куяльник (стандарт)	3,9	38,8	10,1	17,0	101,3	65,2	7,1
Мудрість (стандарт)	4,5	42,5	10,6	17,4	96,8	62,6	6,6
Панна (індикатор)	5,6	40,9	13,6	21,0	100,0	54,0	7,4
Лінії з підвищеним відносним вмістом білка							
R522/17	5,3	43,4	12,2	22,0	65,5	49,7	6,0
П849/16	5,4	43,3	12,4	21,5	100,0	36,8	4,6
П900/16	5,2	43,9	11,9	23,0	91,0	38,1	4,5
П909/16	5,2	44,9	11,6	24,0	93,5	26,5	3,1
П910/16	5,7	46,4	12,3	24,0	94,0	30,8	3,8
П911/16	5,8	44,9	12,9	24,0	94,5	43,7	5,6
П914/16	6,2	48,5	12,8	24,0	96,0	39,5	5,1
П940/16	6,1	47,1	13,0	25,0	115,0	23,1	3,0
П953/16	5,7	46,8	12,3	25,0	106,0	38,4	4,7
П956/16	5,4	43,2	12,6	19,0	82,0	40,5	5,1
П1023/16	5,1	44,6	11,3	21,0	97,0	62,2	7,1
П1100/16	5,4	40,7	12,6	22,0	93,0	20,5	2,6
П480/17	5,4	44,7	12,1	19,0	105,0	57,0	6,9
П481/17	4,8	44,8	10,8	17,0	95,0	58,5	6,3
П485/17	5,3	45,5	11,7	19,0	99,0	59,8	7,0
Лінії, кращі за врожайністю і білковістю							
П299/16	4,6	36,4	12,8	21,0	127,0	60,5	7,7
П939/16	4,8	38,2	12,6	22,0	100,0	57,1	7,2
П997/16	4,8	38,0	12,6	21,0	105,0	61,0	7,7
П1039/16	4,6	40,9	11,4	23,0	95,0	62,2	7,1
E2792/14	4,2	34,6	12,0	17,0	89,0	60,9	7,3
П1073/16	4,8	40,4	11,9	22,0	95,0	64,1	7,6
П1161/16	4,5	35,7	12,6	21,0	98,0	75,4	9,5
П1047/16	5,0	42,5	11,8	19,0	92,0	60,3	7,1
П1050/16	4,8	40,7	11,7	19,0	87,0	59,0	6,9
П665/18	4,3	38,4	11,1	21,0	80,0	62,9	7,0
E196/09	5,1	41,8	12,3	19,0	78,0	59,8	7,4
П334/17	4,2	38,8	10,9	18,0	76,0	57,4	6,3
<i>SD</i>	0,5	3,6	1,1	3,0	11,0	4,1	1,4

Примітка. ВБ – відносний вміст білка на 1000 зерен; МТЗ – маса 1000 зерен; Б – абсолютний вміст білка; ДК – дата колосіння, травень; ВР – висота рослин; Ур – урожайність; ЗБ – збір білка на одиницю площі.

Певний інтерес можуть представляти схрещування з крупнозерними високобілковими сортами, похідними від різних джерел цих ознак всередині виду. З досліджених сортів досить перспективними видаються Мудрість, який за абсолютними значеннями має відносно крупне зерно, та Панна, який накопичує багато білка.

За даними кореляційного аналізу тривалість вегетаційного періоду позитивно корелювала зі значеннями вмісту білка ($r=0,26^{**}$), МТЗ ($r=0,32^{***}$) та відносного вмісту білка ($r=0,41^{***}$), однак, не мала впливу на врожайність і збір білка. Наявність негативної кореляції МТЗ зі збором білка в 2017 р. (табл. 3) обумовлена виключно внеском урожайності. Висота рослини не мала ніякого значення для варіації всіх досліджених ознак у 2017 р. і

позитивно корелювала з вмістом білка ($r=0,43^*$), урожайністю ($r=0,39$) і залежним від них збором білка ($r=0,59^{**}$) у 2018 р. Останнє збігається з повідомленням [16], де стверджується, що з підвищенням висоти рослин зростає кількість реутилізованого з вегетативної маси азоту в зерно. Відсутність же зв'язку між висотою рослин і МТЗ переважно відповідає літературним свідченням стосовно генотипових кореляцій [13, 33, 42].

Попри відсутність кореляції між урожайністю ліній і вмістом білка, що іноді спостерігається у похідних міжвидової гібридизації [33], у 2017 р. знайдено слабку негативну кореляцію між урожайністю і відносним вмістом білка (табл. 3), яку, в свою чергу, обумовлено виключно негативним зв'язком урожайність – МТЗ ($r=-0,32^{***}$). Це суперечить даним літератури, за якими серед похідних міжсортних схрещувань між МТЗ і врожайністю спостерігали, як правило, позитивну, хоч і слабку кореляцію ($r=0,16...0,62^*$) [7, 13]. У той же час встановлено відсутність будь якої кореляції між МТЗ та вмістом білка (табл. 3, рис. 1а).

Таблиця 3

Коефіцієнти кореляції агрономічних показників з ознаками білковості у досліджених ліній

Пара ознак	2017 (N=124)	2018 (32)	Пара ознак	2017 (N=124)	2018 (32)	Пара ознак	2017 (N=124)	2018 (32)
ДК-Б	0,26**	-0,16	ДК-ВБ	0,41***	-0,28	ДК-ЗБ	0,04	-0,24
ВР-Б	0,07	0,43*	ВР-ВБ	0,06	0,12	ВР-ЗБ	-0,02	0,59**
МТЗ-Б	0,04	-0,08	МТЗ-ВБ	0,76***	0,78***	МТЗ-ЗБ	-0,29**	-0,08
Ур-Б	0,03	-0,03	Ур-ВБ	-0,22*	-0,04	Ур-ЗБ	0,94***	0,96***

Примітка. * – вірогідно при $p<0,05$; ** – вірогідно при $p<0,01$; *** – вірогідно при $p<0,001$.

На діаграмі розсіяння досліджених у 2017 р. ліній у просторі ознак МТЗ і вмісту білка кращі за вмістом білка форми розподілилися відносно рівномірно вище лінії регресії, з незначною лівосторонньою асиметрією. Проте п'ять ліній з високими значеннями обох показників розташувалися у верхньому правому куті площини (рис. див. 1 а). Найвністю саме цих ліній пояснюється відсутність кореляції між вказаними ознаками, що вказує на можливість добору серед похідних таких схрещувань високобілкових форм з крупним зерном. Взагалі, кореляція між вмістом білка і МТЗ є негативною і за даними різних авторів варіює від -0,17 до -0,59** [7, 13, 41], хоча внаслідок добору може проявляти позитивну тенденцію ($r=0,11...0,23$) [3]. У той же час, виходячи з графіка регресії (рис. див. 1 а), можна стверджувати, що добір за величиною зерна без урахування його білковості може привести до втрати частини ліній з підвищеним вмістом білка.

Інтрогресивні лінії, кращі за вмістом білка мали середні або низькі значення за врожайністю; на діаграмі розсіяння вони розподілилися рівномірно вище лінії регресії (рис. 1 б), що обумовило відсутність кореляції між цими показниками (див. табл. 3). Кілька ліній, розташованих поблизу верхнього правого кута площини (за врожайністю – на рівні або лівіше індикатора високої врожайності – максимального значення для стандартів «К»=64,0 ц/га), характеризувалися дещо вищою врожайністю, ніж основна маса та відносно вищими показниками вмісту білка. Визначені в нашому дослідженні кореляції в цілому суперечать загальновідомим тенденціям; переважна більшість авторів вказує на негативну залежність вмісту білка від урожайності [7, 13, 33, 40, 41, 43], хоча значення коефіцієнтів кореляції варіюють у дуже широких межах – $r=-0,12...-0,91^{***}$. Зрідка зустрічаються свідчення і слабкої позитивної кореляції ($r=0,16...0,27^*$) [3]. Крім того, є думка, що в контрольованих умовах вміст білка в зерні можна підвищити до певної міри (16 %) без зміни врожайності, і лише подальше підвищення вмісту білка супроводжується зниженням врожаю [44]. Суперечливість літературних даних з даного питання, ймовірно, обумовлено різнотиповістю матеріалу та умов досліджень і внутрішньою гетерогенністю гібридних популяцій, а також надмірною залежністю результатів кореляційного аналізу від маргінальних значень [13].

Інтрогресивні лінії, кращі за відносним вмістом білка при перерахунку на 1000 зерен, мали переважно низькі значення за врожайністю; на діаграмі розсіяння вони розподілилися

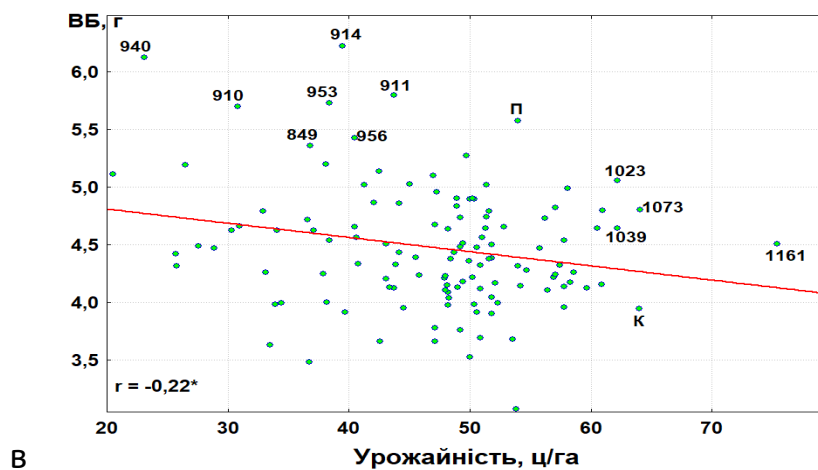
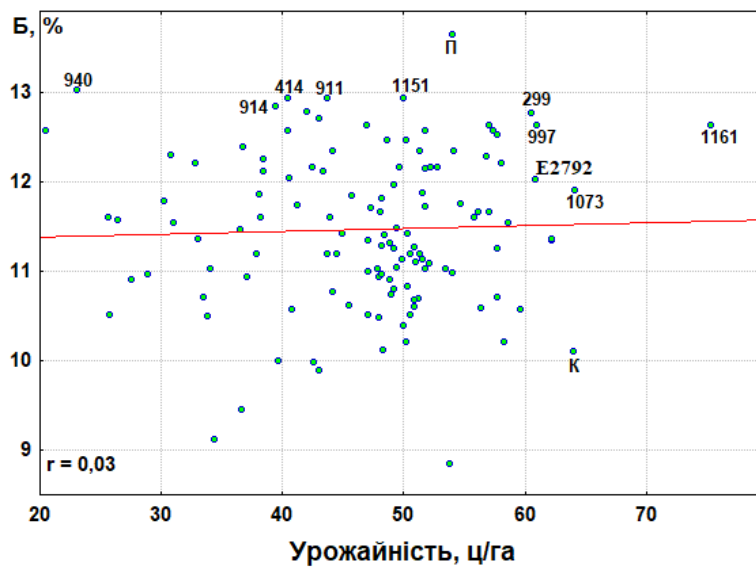
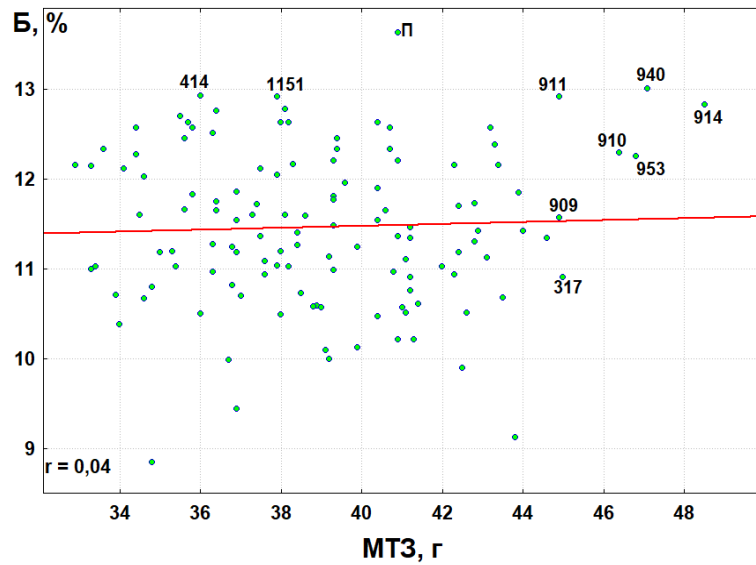


Рис. 1. Залежність вмісту білка від маси тисячі зерен (МТЗ) (а) та врожайності (б) і відносного вмісту білка на 1000 зерен (ВБ) від врожайності (в) у досліджених ліній, 2017 р.

К – Куяльник (індикатор високої врожайності), П – Панна (індикатор високої білковості).

поблизу верхнього лівого кута площини (рис. 1 в), що і обумовило негативне значення коефіцієнта кореляції ($r=-0,22^*$). Кілька ліній, розташованих у правій частині графіка, характеризувались дещо вищою врожайністю та середніми показниками МТЗ і вмісту білка. Лінія ІЛ1161/16, розміщена найближче до правого краю графіка, виділилась одночасно за продуктивністю і білковістю (рис. 1 б), але характеризувалась низькою МТЗ.

На жаль, через негативну кореляцію між відносним вмістом білка та врожайністю жодна лінія не ввійшла до кращих у розподілі на всіх трьох графіках. На першому графіку (рис. 1 а) кращими були лінії з високими показниками відносного вмісту білка, на другому – (рис. 1 б) урожайні лінії з високим вмістом білка (див. табл. 2). Це в першу чергу лінія ІЛ1161/16 та кілька інших інтрогресивних ліній з різних комбінацій схрещування (табл. 4): Е2792/14, ІЛ299/16, ІЛ997/16, ІЛ1073/16 та ін. Лінії, що мають в родоводі сорт Панну, як правило, вирізняються високою хлібопекарською якістю зерна (седиментація SDS30) і вмістом білка в борошні, а їх урожайність знаходиться на рівні стандартів. Крім того, лінії ІЛ480/17, ІЛ481/17 і ІЛ485/17 мали дещо підвищену МТЗ. Лінія ІЛ665/18 на фоні відносно високої білковості (11,1 %) мала показники МТЗ і седиментації SDS30 на рівні стандартів (51–54 мл). При цьому лінія ІЛ665/18 виявилась м'язозерною за консистенцією ендосперму ($H/S=0$ о.п.), а лінії ІЛ1047/16 та ІЛ1050/16 – суперм'язозерними ($H/S=-8$ і $H/S=-5$ о.п. відповідно).

Таблиця 4

Походження кращих інтрогресивних ліній і наявність чужинних ознак у них

Лінія	Походження ¹⁾	Ознака ²⁾
ІЛ334/17	Од.267/АД Жирова //Од.267 ^{*8} /3/Ватажок F ₅	Lr Sr
ІЛ299/16	Зміна/3/Од.267/АД Жирова //Од.267 ^{*8} F ₄	Lr
R522/17	Од. 267/ Н74/90-245 F ₂ //Од.267 ^{*12} /3/Ватажок F ₄	Lr Sr
ІЛ1161/16	Од.267/ Н74/90-245 F ₂ //Од.267 ^{*4} /3/Селянка F ₄ /4/Куяльник F ₅	Lr Sr
Е196/09	Од.267/ Е200/97-2 //Од.267 ^{*2} /3/Панна F _∞	Pm Sr Hl
ІЛ480/17, ІЛ481/17, ІЛ485/17	Од.267/ ПЕАГ //Од.267 ^{*3} /3/Панна F _∞	Pm Yr
ІЛ849/16	Селянка/ ES17 F ₂ //Селянка F ₄ /3/Гурт F ₅	Pm Lr Yr
ІЛ665/18	Селянка/ ES17 F ₂ //Од.267 F ₄ /3/Зміна F ₅	Yr Sr
ІЛ900/16, ІЛ909/16, ІЛ910/16, ІЛ911/16, ІЛ914/16	Селянка/ ES20 F ₂ //Од.267 F ₇	Lr Yr
ІЛ939/16, ІЛ940/16	Селянка/ ES20 F ₂ //Селянка F ₆	Pm Lr Yr
ІЛ953/16, ІЛ956/16	Селянка/ ES25 F ₂ //Од.267 F ₇	Lr Yr Sr C/Д
ІЛ997/16	Aztec/ ES47 F ₅ //Селянка/3/Зміна F ₄	Hs
Е2792/14, ІЛ1047/16, ІЛ1050/16	Е214-1/09 /Гурт ^{*2} F ₆	Pm Lr Yr Sr
ІЛ1073/16	Е214-1/09 /Гурт//Жайвір F ₆	Lr Yr
ІЛ1023/16	Віген /Од.267// Альбатрос F ₆	Pm
ІЛ1039/16	Віген /Од.267//Селянка F ₆	Lr Yr
ІЛ1100/16	Подяка/ Е175/09 F ₆	Pm Lr Yr Hl

Примітка. ¹⁾ АД **Жирова** – АД (*T. militinae* x *Ae. tauschii*), **Н74/90-245** – Tom Pouce Blanc/АД(*T. timopheevii*/*Ae. tauschii* ssp. *strangulata*)//Аврора/3/Rusalka, **Е200/97-2** та **Н242/97-1** – тритикале АД825/*T. durum* Чорномор F₃ //Н74/90-245, **ПЕАГ** – АД (*T. dicocum*/*Ae. tauschii*), **ES17** – CIGM87.2760 (*T. durum* Altar 84/*Ae. tauschii* WX220 (TA2470)), **ES20** – CIGM87.2761 (*T. durum* Altar 84/*Ae. tauschii* WX221 (TA2472)), **ES25** – CIGM86.942 (*T. durum* Altar 84/*Ae. tauschii* WX224), **ES47** – CIGM89.561 (*T. durum* 68.111/RGB-U//WARD/3/FGO/4/RABI/5/*Ae. tauschii* WX882 (TA2455)), **Е214-1/09** – Н242/97-1/Од.267^{*3}//Куяльник, **Е175/09** – Од.267/Е200/97-2//Од.267^{*2}/3/Никонія;

²⁾ **Hl** – опушення листової пластинки, **Hs** – опушення стебла, **C/Д** – сіро-димчастий колір колоса; **Pm, Lr, Yr Sr** – стійкість, відповідно, до борошнистої роси, листової, жовтої і стеблової іржі.

Серед виділених ліній лише Е196/09 (седиментація 88 мл), ІЛ480/17 (81 мл) і декількома мірою ІЛ334/17 (79 мл) поряд зі стійкістю до окремих хвороб та комплексом корис-

них господарських ознак, у тому числі зимостійкості, стійкості до вилягання, врожайності характеризувались твердозерною консистенцією ендосперму, взагалі притаманною для хлібної пшениці, та високими показниками якості зерна.

Слід зазначити, що виділена в чинному дослідженні лінія E2792/14, увійшла до кращих за комплексом ознак, зокрема за збором білка, також і в нашому попередньому дослідженні [33] в 2015–2016 рр., оскільки показала високу врожайність у гостро посушливих умовах ДПДГ «Покровське» (Одеська область). Недоліками переважної більшості відібраних інтрогресивних ліній є їх пізньостиглість, інколи високорослість, ксероморфна структура рослини та нестійкість до вилягання. Так, найпродуктивніша лінія IL1161/16 колосилась в умовах досліду на 3–4 доби пізніше стандартів (див. табл. 2), що за умов ранньої літньої посухи може призводити до запалу зерна і зниження його врожайності та якості. Суттєвим недоліком високопродуктивних інтрогресивних ліній є також відсутність стабільності врожайності в різних умовах [17, 33]. Тому кращі лінії необхідно додатково перевіряти на врожайність в інших умовах, зокрема на високих агрофонах, і в разі необхідності поліпшувати шляхом схрещування зі спеціально підібраними високопродуктивними скоростиглими сучасними сортами. Практичне значення, як на нашу думку, можуть також мати гібриди від схрещування між собою високобілкових форм, що одержали цю ознаку з різних джерел (як всередині виду, так і за його межами), контрастних за іншими характеристиками, але з мінімальною кількістю негативних показників та достатньо високою продуктивністю. Зокрема, можливо, має сенс схрещування між собою найбільш продуктивних інтрогресивних ліній, у яких за походженням детермінація підвищеного вмісту білка є різною. Доцільно при цьому проводити добори в ранніх поколіннях, а також визначати генетичні параметри, оскільки відомо [3], що коефіцієнт спадковості та частота позитивних трансгресій корелюють з виходом константних високобілкових форм пізніх поколінь. Зазначене дозволить збільшити обсяги опрацювання найбільш перспективних комбінацій.

Отже, в результаті схрещування оригінальних первинних інтрогресивних ліній, колекційних зразків, амфіплоїдів та елітних синтетиків за участю *Ae. tauschii* з сучасними сортами пшениці одержано кілька селекційних ліній з ознаками групової стійкості до хвороб, високими значеннями МТЗ, вмісту білка а також морфологічних ознак, які шляхом беккросів з високоадаптивним, максимально пристосованим до місцевих умов сортом Одеська 267, позбавлені негативних властивостей, притаманних дикорослим видам (ксероморфна структура рослини, ломкість та спонтанне осипання колоса, погана вимолочуваність зерна, жорсткість колосових та квіткових лусок та ін.). Лінії характеризуються високою адаптивністю, посухо- та зимостійкістю, толерантністю до низьких та жорстких агрофонів, високою якістю. За продуктивністю лінії досягають стандарту або перевищують його в жорстких умовах та за технологічних відхилень в окремі роки. Означені лінії необхідно досліджувати за продуктивністю на високих агрофонах та поліпшувати у відношенні стабільності врожайності. При цьому слід мати на увазі, що при схрещуванні їх з кращими сортами чи перспективними лініями і подальшому доборі за продуктивністю зібрані генні комплекси (в тому числі припустимо з участю чужинних генів) будуть «розсипатися». Тому контроль за наявністю цих комплексів у потомстві необхідно виконувати щороку.

Висновки. Шляхом багатократного схрещування первинних інтрогресивних ліній, колекційних зразків та амфіплоїдів за участю *Ae. tauschii* з сучасними сортами пшениці вдається істотно підвищити продуктивність і седиментацію SDS30. Спостерігаються тенденції до збільшення продуктивності в удосконалених (п'ять і більше схрещувань з сучасними сортами) ліній з чужинними ознаками, порівняно з первинними (2–4 схрещування з сучасними сортами) інтрогресивними лініями. Окремі показники якості (вміст білка, МТЗ та відносний вміст білка) були вищими у інтрогресивних ліній порівняно зі стандартами, але лише в умовах 2017 р. У 2018 р. ці показники нівелювалися до значень стандартів внаслідок проведеного добору за продуктивністю. При цьому крупнозерні форми з високим вмістом білка виділено в обидва роки в обох групах ліній.

Тривалість вегетаційного періоду позитивно корелювала зі значеннями вмісту білка, МТЗ та відносного вмісту білка у перерахунку на 1000 зерен, однак не з урожайністю і збором білка. В той же час в обидва роки встановлено відсутність будь якої кореляції врожайності ліній і МТЗ з одного боку та вмістом білка з другого боку. Останнє обумовлене присутністю ліній з високими значеннями МТЗ і вмісту білка та створює можливості для добору серед похідних таких схрещувань високобілкових форм з крупним зерном. Наявність негативної кореляції МТЗ зі збором білка в один із років дослідження обумовлена виключно внеском урожайності, яка негативно корелювала з МТЗ. З цієї ж причини утворилась негативна кореляція між відносним вмістом білка та врожайністю.

За результатами випробувань виділено кілька інтрогресивних ліній ІЛ910/16, ІЛ911/16, ІЛ914/16, ІЛ940/16, ІЛ953/16 з високим відносним вмістом білка, які представляють інтерес для трансгресивної селекції на крупне зерно і підвищений вміст білка. Також виділено перспективні селекційні лінії Е196/09, Е2792/14, ІЛ299/16, ІЛ997/16, ІЛ1073/16, ІЛ1100/16, ІЛ1161/16, ІЛ334/17, ІЛ480/17, які поєднують врожайність на рівні або вище стандарту з чужинними ознаками стійкості до хвороб та високими значеннями вмісту білка, а також ксероморфних морфологічних ознак, але без негативних властивостей дикорослих видів. Лінії характеризуються адаптивністю, толерантністю до низьких агрофонів, високою якістю та можуть слугувати донорами стійкості до борошнистої роси, листової, жовтої і стеблової іржі, опушення листа як чинника стійкості до шкідників та посухи. Відмічено низьку частоту поєднання у покращених ліній показників високої білковості та крупнозерності та відсутність поєднання цих параметрів з високою врожайністю та якістю зерна.

Список використаних джерел

1. Солодушко М., Серeda І. Особливості вирощування пшениці озимої в умовах північного Степу України. Роль науки у підвищенні технологічного рівня і ефективності АПК України: матеріали ІV всеукр. наук.-практ. конф., Тернопіль, 15–16 травня 2014 р. Тернопіль: Крок, 2014. С. 169–171.
2. Литвиненко М.А. 100 років розвитку селекційних програм пшениці м'якої озимої. Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. 2016. № 2– (31). С. 75–82.
3. Кириченко Ф.Г., Литвиненко Н.А., Адамовская В.Г. Селекция озимой пшеницы на повышенную белковость зерна. Вестник сельскохозяйственной науки. 1986. № 6(357). С. 72–79.
4. Рибалка О.І., Моргуn Б.В., Починoк В.М. Сучасні дослідження якості зерна пшениці у світі: генетика, біотехнологія та харчова цінність запасних білків. Физиология и биохимия культурных растений. 2012. Т. 44, №1. С. 3–22.
5. Литвиненко М.А., Голуб Є.А., Хоменко Т.М. Особливості створення та ідентифікації екстрасильних за хлібопекарськими властивостями сортів пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.). Plant Varieties Studying and Protection. 2018. Т. 14, № 1. С. 66–74.
6. Mikulikova D., Masar S., Horvathova V., Kraic J. Stability of quality traits in winter wheat cultivars. Czech J. Food Sci. 2009. V. 27 (6). P. 403–417.
7. Кириченко Ф.Г., Литвиненко Н.А., Адамовская В.Г. Изучение и отбор высокобелковых образцов озимой мягкой пшеницы из коллекции ВИР как исходного материала для селекции. Докл. ВАСХНИЛ. 1979. № 11. С. 6–9.
8. Рибалка О.І. Якість пшениці та її поліпшення. К.: Логос, 2011. 495 с.
9. Рыбалка А.И., Хохлов А.Н., Вовчук С.В. Боделан О.П. Интрогрессия генов, контролирующих биосинтез клейковинных белков от дикорастущих видов в пшеницу и их влияние на качество зерна. Цитология и генетика. 1993. Т. 27, № 3. С. 8–14.
10. Лифенко С.П., Нарган Т.П., Наконечний М.Ю. Интрогресії в геном пшениці м'якої від різних донорів – проблемний, але перспективний напрям селекції. Селекція і насінництво. 2014. Вип. 105. С. 39–50. doi: 10.30835/2413-7510.2014.42043
11. Мамадюсуfoва, М.Г., Сабоиев И.А., Рахимов М.М., Насырова Ф.Ю., Алиев К.А. Содержание крахмала и белка пшеницы и её диких сородичей, произрастающих в разных условиях. Докл. АН РТ. 2013. Т. 56, №10. С. 832–837.

12. Лифенко С.П., Рибалка О.І., Коваль Т.М., Аксельруд Д.В. Интрогрессивні лінії пшениці з генами від егілопсів і однозернянки та можливість використання їх в селекції. Цитологія і генетика. 1998. Т. 32, № 6. С. 48–53.
13. Кульбіда М.П., Моцний І.І., Коваль Т.М. Аналіз розподілу гібридів м'якої пшениці з амфіплоїдами за показниками якості зерна при оптимальному рівні азотного живлення. Зб. наук. праць СГІ–НАЦ НАІС. 2003. Вип. 4 (44). С. 27–41.
14. Lage J., Skovmand B., Peña R.J., Andersen S.B. Grain quality of emmer wheat derived synthetic hexaploid wheats. Gen. Res. Crop Evolution. 2006. V. 52(5). P. 955–962.
15. Похилько С.Ю., Швартау В.В., Починок В.М., Михальська Л.М., Дуган О.М., Моргун Б.В. Комплексний аналіз вмісту загального білка в зерні м'якої пшениці, яка містить ген *Gpc-B1* від *Triticum turgidum* ssp. *dicoccoides*. Вісник УТГіС. 2017. Т. 15, № 1 С. 52–57.
16. Любич В.В. Формування вмісту білка в зерні сортів і ліній пшениці спельти. Геноміка та біохімія сільськогосподарських рослин: тези Міжнар. наук. конф., Одеса, 12 вересня 2017 р. Одеса: Астропринт, 2017. С. 92–93.
17. Нарган Т.П., Моцний І.І., Сечняк В.Ю., Лифенко С.П. Оцінка ліній пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.) від віддаленої гібридизації за господарсько корисними ознаками. Зб. наук. праць СГІ–НЦНС. 2016. Вип. 28 (68). С. 15–32.
18. Sears E.R. Transfer of alien genetic material to wheat. Wheat science today and tomorrow / ed. by L.T. Evans, W.J. Peacock. Cambridge University Press, 1981. P. 75–89.
19. Першина Л.А. Хромосомная инженерия растений – направление биотехнологии. Вавиловский журнал генетики и селекции. 2014. Т. 18, № 1. С. 138–146.
20. Леонова И.Н., Будашкина Е.Б. Изучение признаков продуктивности у интрогрессивных линий *Triticum aestivum/Triticum timopheevii*, устойчивых к грибным болезням. Вавиловский журнал генетики и селекции. 2016. Т. 20, № 3. С. 311–319. doi: 10.18699/VJ16.120
21. Relina L.I., Boguslavskiy R.L., Vecherska L.A., Didenko S.Yu., Golik O.V., Sheliakina T.A., Pozdniakov V.V. Grain quality of tetraploid wheat *Triticum timopheevii* (Zhuk.) Zhuk. Селекція і насінництво. 2018. Вип. 114. С. 106–119. doi: 10.30835/2413-7510.2018.152144
22. Колюча Г.С. Створення інтрогрессивних форм пшениці м'якої з генетичним матеріалом від споріднених видів злаків. Генетичні ресурси рослин. 2011. Вип. 9. С. 155–164.
23. Колюча Г.С., Юрченко Т.В., Вологдіна Г.Б., Муха Т.І., Правдзіва І.В., Близнюк Б.В. Селекційна цінність матеріалу, створеного шляхом інтрогрессивних схрещувань пшениці з малопоширеними і дикорослими видами злаків. Миронівський вісник. 2016. Вип. 3. С. 94–107.
24. Злацька А.В. Значення специфічності генетичного матеріалу для успішної інтрогресії у геном пшениці (на прикладі інтрогрессивних ліній *Triticum aestivum* L./*Triticum miguschovae* Zhirov): автореф. дис. ... канд. біол. наук. К., 2001. 19 с.
25. Doneva S., Daskalova N., Spetsov P. Transfer of novel storage proteins from a synthetic hexaploid line into bread wheat. Zemdirbyste-Agriculture. 2018. V. 105(2). P. 113–122. doi: 10.13080/z-a.2018.105.015
26. Mujeeb-Kazi A., Deldago R., Cortes A. Cano S., Rosas V., Sanchez J. Progress in exploiting *Aegilops tauschii* for wheat improvement. Ann. Wheat Newsletter. 2004. V. 50. P. 79–88.
27. Моцний И.И., Лыфенко С. Ф., Коваль Т. Н. Наследование признаков устойчивости к грибным болезням отдаленными гибридами пшеницы с амфиплоидами. Цитология и генетика. 2000. Т. 34, № 2. С. 46–56.
28. Литвиненко Н.А., Адамовская В.Г., Молодченкова О.О., Моцний И.И. Генетическая устойчивость пшеницы к фузариозу и ее связь с активностью ингибитора трипсина в зерне. Цитология и генетика. 2002. Т. 36, № 2. С. 30–34.
29. Моцний І.І., Благодарова О.М. Успадкування стійкості до хвороб та морфологічних ознак у гібридів м'якої пшениці з інтрогрессивними лініями. Зб. наук. праць СГІ–НАЦ НАІС. 2004. Вип. 6(46). С. 179–193.
30. Моцний И.И., Благодарова Е.М., Файт В.И. Идентификация 1В-1R транслокации и замещения у интрогрессивных линий озимой пшеницы с помощью биохимических мар-

- керів. Геном рослин: зб. наук. статей V міжнар. конф., Одеса, 13–16 жовтня 2008 р. Одеса, 2008. С. 98–101.
31. Симоненко В.К., Моцний І.І., Січняк О.Л. Характеристика гібридів F₁ від схрещування м'якої пшениці з інтрогресивними зразками. Зб. наук. праць СГІ–НАЦ НАІС. 2007. Вип. 10 (50). С. 41–52.
 32. Моцний І.І., Рибалка О.І. Різноманіття амфіплоїдів *T. durum* x *Ae. tauschii* і їхніх гібридів з м'якою пшеницею за морфологічними ознаками та стійкістю до хвороб. Зб. наук. праць СГІ–НЦНС. 2011. Вип. 17(57). С. 45–53.
 33. Моцний І.І., Литвиненко М.А., Молодченкова О.О., Соколов В.М., Файт В.І., Сечняк В.Ю. Створення вихідного матеріалу пшениці м'якої озимої із застосуванням міжвидових схрещувань для селекції на підвищений вміст білка. Цитологія і генетика. 2019. Т. 53, № 2. С. 21–33.
 34. Моцний І.І., Нарган Т.П., Єриняк М.І., Лифенко С.П. Застосування похідних неповного пшенично-елімусного амфіплоїда (НПЕА) *Elytricum fertile* в селекції пшениці м'якої озимої. Вісник аграрної науки. 2017. Вип. 8. С. 45–50.
 35. Mujeeb-Kazi A., Hettel G.P. eds. Utilizing wild grass biodiversity in wheat improvement: 15 years of wide cross research at CIMMYT. CIMMYT Research Report, № 2. Mexico, D.F.: CIMMYT, 1995. 140 p.
 36. Рибалка О.І., Червоніс М.В., Топораш І.Г., Сурженко І.О., Боделан О.П., Щербина З.В. Наукове обґрунтування розробки нових методів оцінки хлібопекарської якості борошна пшениці. Хранение и переработка зерна. 2006. № 1 (79). С. 43–48.
 37. Ермаков А.И., Арасимович В.В., Ярош Н.П., Перуанский Ю.В., Луковникова Г.А., Иконникова М.И. Биохимические методы исследования растений. Ленинград: Агропромиздат, 1987. С. 254–258.
 38. McIntosh R.A., Dubcovsky J., Rogers W.J., Morris C.F., Appels R., Xia X.C. Catalogue of gene symbols for wheat: 2017 Supplement. URL: <http://www.shigen.nig.ac.jp/wheat/komugi/genes/macgene/supplement2017.pdf>
 39. Кириченко Ф.Г., Нефедов А.В., Парфентьев М.Г., Адамовская В.Г. Создание форм и сортов озимой мягкой пшеницы с высокими технологическими качествами. Проблемы повышения качества зерна: сб. научн. трудов ВАСХНИЛ. Москва: Колос, 1977. С. 40–47.
 40. Тищенко В.Н. Направление селекции озимой пшеницы на улучшение технологических свойств зерна. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2005. № 2. С. 29–36.
 41. Шульдин А.Ф. Пути повышения содержания белка в зерне пшеницы. Селекция и семеноводство. 1974. № 3. С. 15–19.
 42. Кириченко Ф.Г., Литвиненко Н.А., Адамовская В.Г. Содержание белка, его наследование и связь с некоторыми признаками у гибридов озимой пшеницы ранних поколений. Цитология и генетика. 1984. Т. 18, № 3. С. 200–205.
 43. Орлюк А.П., Жукова Л.Ф., Горбатенко И.Ю. Генетический эффект отбора по признакам качества зерна при орошении. Генетика. 1978. Т. 8, № 1. С. 5–15.
 44. Павлов А.Н. О параллелизме модификационной и генотипической изменчивости признаков качества зерна. С.-х. биология, 1990. № 1. С. 13–27.

References

1. Solodushko M, Sereda I. Cultivation particularities of winter wheat within the conditions in the North Steppe of Ukraine. A role of science in the increasing of technology level and effectiveness of Farming Sector of Ukraine. Proceedings of IV All-Ukrainian science and practice conference. Ternopol, May 15–16, 2014. Ternopol: Crock, 2014: 169–171.
2. Lytvynenko MA. 100-year history of the development of bread winter wheat breeding programs. Sortovyvchennya ta okhorona prav na sorty roslyn. 2016; 31(2): 75–82.
3. Kirichenko FG, Litvinenko NA, Adamovskaya VG. Winter wheat breeding on increased protein content of grain. Vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki. 1986; 6: 72–79.
4. Rybalka AI, Morgun BV, Pochinok VM, Recent research of wheat grain quality in the world: genetics, biotechnology and nutrition quality of storage proteins. Fiziologia i biokhimiya kulturnykh rasteniy. 2012; 44(1): 3–22.

5. Lytvynenko MA, Holub YeA., Khomenko TM. The soft winter wheat (*Triticum aestivum* L.) breeding for extra-strong baking quality identification and development. *Plant varieties study-ing and protection*. 2018; 14 (1): 66–74. doi: 10.21498/2518-1017.14.1.2018.126511.
6. Mikulikova D, Masar S, Horvathova V, Kraic J. Stability of quality traits in winter wheat cul-tivars. *Czech J. Food Sci*. 2009; 27(6): 403–417.
7. Kirichenko FG, Litvinenko NA, Adamovskaya VG. Study and selection high protein samples of bread winter wheat from collection of All-Soviet Union Crop Research Institute such as starting material for breeding. *Doklady VASKHNIL*. 1979; 11: 6–9.
8. Rybalka AI. The quality of wheat and its improvement. Kyiv: Logos, 2011. 496 p.
9. Rybalka AI, Khokhlov AN, Vovchuk SV, Bodelan OP. Introgression of genes controlling the biosynthesis of gluten proteins from wild species into wheat and their effect on grain quality. *Tsytopologia i Genetyka*. 1993; 27(3): 8–14.
10. Lyfenko SP, Nargan TP, Nakonechnyi NJu. Problematic but prospective direction of breed-ing: introgressions into genome of winter bread wheat different donors. *Sel. nasinn*. 2014; 105: 39–50. doi: 10.30835/2413-7510.2014.42043.
11. Mamadyusufova MG, Saboiev IA, Rahimov MM, Nasirova FYu, Aliev KA. The content of starch and protein of wheat and its wild relatives, growing in different ecological conditions of Tajikistan. *Doklady akademii nauk Respubliki Tadjikistan*. 2013; 56(10): 832–837.
12. Lyfenko SP, Rybalka AI, Koval TM, Akselrud DV. Introgressive wheat lines bearing genes from goatgrasses and einkorn and possibility of their using in selection. *Tsytopologia i Genetyka*. 1992; 32(6): 48–53.
13. Kulbida MP, Motsnyi II, Koval TN. Analysis of distribution of the hybrids of bread wheat with amphiploids by quality grain characteristics at the optimum level of nitrogenous nutri-tion. *Zbirnyk naukovykh prats SHI–NTsNS*. 2003; 4(44): 27–41.
14. Lage J, Skovmand B, Peña RJ, Andersen SB. Grain quality of emmer wheat derived synthetic hexaploid wheats. *Gen. Res. Crop Evolution*. 2006; 52(5): 955–962.
15. Pokhylko SYu, Schwartz VV, Pochinok VM, Mykhalska IM, Dugan OM, Morgun BV. Complex analysis of total protein content in bread wheat containing *Gpc-B1* gene from *Triti-cum turgidum* ssp. *dicoccoides*. *Visnyk ukrayinskoho tovarystva henetykiv i selektsioneriv*. 2017; 15(1): 52–57. <https://www.researchgate.net/publication/321950033>.
16. Lyubich VV. Formation of protein content in grain of spelt wheat varieties and strains. *Ge-nomics and biochemistry of agricultural plants. Abstracts of International science conference. Odessa, September 12, 2017. Odessa: Astroprint, 2017: 92–93.*
17. Nargan TP, Motsnyi II, Sechnyak VE, Liphenko, S.F. Characterization of winter bread wheat lines (*Triticum aestivum* L.) from wide hybridization by economically valuable characters. *Zbirnyk naukovykh prats SHI–NTsNS*. 2016; 28(68): 15–32.
18. Sears ER. Transfer of alien genetic material to wheat. *Wheat science today and Tomorrow*. Cambridge University Press, 1981: 75–89.
19. Pershyna LA. Chromosome engineering of plants – biotechnology direction. *Vavilovskii zhurnal genetiki i selekcii*. 2014; 18(1): 138–146.
20. Leonova IN, Budashkina EB. The study of agronomical traits determining productivity of *Triti-cum aestivum/Triticum timopheevii* introgression lines with resistance to fungal diseases. *Vavi-lovskii zhurnal genetiki i selekcii*. 2016; 20(3): 311–319.
21. Relina LI, Boguslavskiy RL, Vecherska LA, Didenko SYu, Golik OV, Sheliakina TA, Pozdniakov VV. Grain quality of tetraploid wheat *Triticum timopheevii* (Zhuk.) Zhuk. *Sel. nasinn*. 2018; 114:106–119. doi: 10.30835/2413-7510.2018.152144.
22. Koliucha HS. Creating introgressive bread wheat forms with genetic material from related ce-reals species. *Henetychni Resursy Roslyn*. 2011;9: 155–164.
23. Koliucha HS, Yurchenko TV, Volohdina HB, Mukha TI, Pravdziva IV, Blyzniuk BV. Breed-ing value of material derived from introgressive crosses of wheat with uncommon and wild cereal species. *Myronivskiy visnyk*. 2016; 3: 94–107.
24. Zlatska AV. Importance of genetic material specificity for successful introgression into com-mon wheat genome (using the *Triticum aestivum* L./*Triticum miguschovae* Zhirov introgres-sive lines as a model). [dissertation]. Kyiv, 2001.

25. Doneva S, Daskalova N, Spetsov P. Transfer of novel storage proteins from a synthetic hexaploid line into bread wheat. *Zemdirbyste-Agriculture*. 2018; 105(2): 113–122. doi: 10.13080/z-a.2018.105.015.
26. Mujeeb-Kazi A, Deldago R, Cortes A, Cano S, Rosas V, Sanchez J. Progress in exploiting *Aegilops tauschii* for wheat improvement. *Ann. Wheat Newsletter*. 2004; 50: 79–88.
27. Motsnyi II, Liphenko SF, Koval TN. Inheritance of characters of resistance to fungal diseases of wide wheat hybrids with amphiploids. *Tsytoplogia i Genetyka*. 2000; 34(2): 46–56.
28. Litvinenko NA, Adamovskaia VG, Molodchenkova OO, Motsnyi II. Genetic resistance of wheat to fusaria and its connection with trypsin inhibitor activity in seed. *Tsytoplogia i Genetyka*. 2002; 36(2): 30–34.
29. Motsnyi II, Blagodarova EM. Inheritance of resistance to diseases and morphological characters in the hybrids of common wheat with introgressive lines. *Zbirnyk naukovykh prats SHI–NTsNS*. 2004; 6(46): 179–193.
30. Motsnyi II, Blagodarova EM, Fayt VI. Identification of 1B-1R translocation and substitution in introgressive lines of winter wheat with biochemical markers. The genome of plants. Collection of sciences articles of V international conference, Odessa, October 13–16, 2008. Odessa, 2008: 98–101.
31. Symonenko VK, Motsnyi II, Sechnyak AL. Crossability of bread wheat with introgression samples, inheritance of characters and correlation connections between them in the F₁ hybrids. *Zbirnyk naukovykh prats SHI–NTsNS*. 2007; 10(50): 41–52.
32. Motsnyi II, Rybalka OI. Variability of amphiploids *T. durum* x *Ae. tauschii* and their hybrids to winter wheat for morphological characters and disease resistance. *Zbirnyk naukovykh prats SHI–NTsNS*. 2011; 17(57): 45–53.
33. Motsnyi II, Litvinenko NA, Molodchenkova OO, Sokolov VM, Fayt VI, Sechnyak VYe. Development of winter wheat starting material using interspecific crossing for breeding for increased protein content. *Tsytoplogia i Genetyka*. 2019; 53(2): 21–33.
34. Motsnyi II, Narhan TP, Yeryniak MI, Liphenko SF. Application of derivatives of incomplete wheat-wildrye amphiploid (WWRA) *Elytricum fertile* in selection of winter soft wheat. *Visnyk ahrarnoyi nauky*. 2017; 8: 45–50.
35. Mujeeb-Kazi A, Hettel GP. eds. Utilizing wild grass biodiversity in wheat improvement: 15 years of wide cross research at CIMMYT. CIMMYT Research Report, no. 2. Mexico, D.F.: CIMMYT, 1995. 140 p.
36. Rybalka AI, Chervonis MV, Toporash IG, Surzhenko IO, Bodelan OP, Shcherbina ZV. Scientific rationale of new methods development of wheat flour bread-making quality estimation. *Khraneniye i pererabotka zerna*. 2006; 1(79): 43–48.
37. Ermakov AI, Arasimovich VV, Yarosh NP, Peruanskyi YuV, Lukovnikova GA, Ikonnikova MI. Biochemical research methods of plants. Leningrad: Agropromizdat, 1987: 254–258.
38. McIntosh RA, Dubcovsky J, Rogers WJ, Morris CF, Appels R, Xia XC. Catalogue of gene symbols for wheat: 2017 Supplement. 2017. <https://shigen.nig.ac.jp/wheat/komugi/genes/macgene/supplement2017.pdf>
39. Kirichenko FG, Nephedov AV, Parphentyev MG, Adamovskaya VG. Creation of winter common wheat forms and varieties with high technologic qualities. Problems of improving the grain quality. *Sbornik nauchnykh trudov VASKHNIL*. Moscow: Kolos, 1977: 40–47.
40. Tishchenko VN. Direction of winter wheat breeding on improvement technologic properties of grain. *Visnyk Poltavskoyi derzhavnoyi ahrarnoyi akademiyi*. 2005; 2: 29–36.
41. Shulindin AF. The tracks of protein content increasing in the wheat grain. *Selektsiya i semenovodstvo*. 1974; 3: 15–19.
42. Kirichenko FG, Litvinenko NA, Adamovskaya VG. Protein content, its inheritance and connection with some characters in the winter wheat hybrids of the early generation. *Tsytoplogia i Genetyka*. 1984; 18 (3): 200–205.
43. Orlyuk AP, Zhukova LF, Gorbatenko IYu. Genetic selection effect on grain quality characters at the irrigation. *Genetika*. 1978; 8 (1): 5–15.
44. Pavlov AN. About parallelism of modification and genotypic variation of grain quality characters. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya*. 1990; 1: 13–27.

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТРОГРЕССИВНЫХ ЛИНИЙ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ БЕЛКА В ЗЕРНЕ

Моцный И.И., Молодченкова О.О., Литвиненко Н.А., Голуб Е.А.
Селекционно-генетический институт–Национальный центр семеноведения и
сортоизучения, Украина

Вступление. Проблема генетического повышения содержания белка относится к числу наиболее актуальных научно-практических задач селекции. Одним из инструментов расширения генетической изменчивости пшеницы, в частности, относительно содержания белка, является отдаленная гибридизация. В результате скрещивания оригинальных первичных интрогрессивных линий, коллекционных образцов, амфиплоидов и элитных синтетиков с участием *Ae. tauschii* с современными сортами пшеницы получено несколько селекционных линий с чужеродными полигенными комплексами устойчивости к болезням, высокими показателями массы тысячи зерен, содержания белка, а также морфологических признаков.

Цель и задачи исследований. Сравнительная селекционная оценка новосозданных интрогрессивных линий. Определение корреляции между отдельными агрономическими и ценными хозяйственными признаками. Выделение крупнозерных высокобелковых линий-доноров, обладающих высокой продуктивностью и комплексом ценных признаков чужеродного происхождения.

Материал и методика. Изучены 736 интрогрессивных линий пшеницы мягкой разных генераций, степеней насыщения и происхождения. В основном это производные отдаленной гибридизации с разными чужеродными признаками и свойствами от скрещивания нескольких сортов пшеницы мягкой озимой (Одесская 267, Альбатрос, Никония, Селянка, Куяльник, Панна, Гурт) с двумя оригинальными рекомбинантными интрогрессивными линиями, одним коллекционным образцом, двумя оригинальными амфиплоидами с участием *Elymus sibiricus* L. и шестью амфиплоидами с участием *Ae. tauschii*. Полевые опыты были заложены согласно общепринятой схеме селекционного процесса самоопыляющихся культур. Консистенцию эндосперма и седиментацию SDS30 определяли методами, разработанными в отделе генетических основ селекции СГИ–НЦСС, содержание белка определяли методом Кьельдаля на приборе Kjeltec-Auto 1030, массу тысячи зерен, статистическую обработку данных проводили согласно общепринятым методам.

Обсуждение результатов. По результатам испытаний в 2015/16–2017/18 вегетационных годах выделены несколько линий IL910/16, IL911/16, IL914/16, IL940/16, IL953/16 с высоким относительным содержанием белка, представляющих интерес для трансгрессивной селекции на крупное зерно и повышенное содержание белка, а также перспективных селекционных линий E196/09, E2792/14, IL299/16, IL997/16, IL1073/16, IL1100/16, IL1161/16, IL334/17, IL480/17, сочетающих урожайность на уровне или выше стандарта с чужеродными комплексами устойчивости к болезням и высокими показателями содержания белка, а также ксероморфными морфологическими признаками, но без орпидальных свойств дикорастущих видов.

Выводы. Изученные линии могут представлять интерес для дальнейшей селекционной работы на юге Украины, при условии сохранения чужеродных генных комплексов.

Ключевые слова: *Triticum aestivum* L., интрогрессивная линия, содержание белка, продуктивность

USE OF INTROGRESSION WINTER BREAD WHEAT LINES TO INCREASE THE PROTEIN CONTENT IN GRAIN

Motsnyi I.I., Molodchenkova O.O., Lytvynenko M.A., Golub Ye.A.

Plant Breeding & Genetics Institute–National Center of Seed and Cultivar Investigation, Ukraine.

Introduction. The problem of genetic increase in the protein content is the most important scientific and practical objective in plant breeding. Interspecies hybridization is a tool to expand the genetic diversity of wheat, in particular with respect to the protein content. Several breeding lines with alien polygenic complexes for disease resistance, high 1000-grain weight, protein content and morphological characters were obtained using crosses of original introgressive lines, collection accessions, amphiploids and elite synthetics derived from *Ae. tauschii* with modern wheat varieties.

Aim and objectives of research. To perform comparative breeding evaluation of newly developed introgressive lines; to determine correlations between some agronomic characters and economic features; to select large-seeded, high-protein donor lines with high performance and a set of valuable characters of alien origin.

Material and methods. 736 introgressive lines of bread wheat of different generations, saturation degrees and origin were studied. Generally, they were derivatives with different alien characters from distant hybridization and properties from several winter bread wheat varieties (Odesskaya 267, Albatros, Nikoniya, Selianka, Kuyalnik, Panna, Gurt), which were crossed with two original recombinant introgressive lines, one collection accession, two original amphiploids derived from *Elymus sibiricus* L., and six amphiploids derived from *Ae. tauschii*. The field experiments were laid out in compliance with the conventional design of the breeding of self-pollinating crops. The endosperm consistency and SDS30 sedimentation index were measured by the methods developed in the Department of Genetic Basics of Breeding of PBGI–NCSCI; the protein content - by the Kjeldahl digestion on a Kjeltec-Auto 1030 analyzer; 1000-grain weight – by the conventional technique; the data were statistically processed by standard methods.

Results and discussion. The results of the 2015/16-2017/18 trials distinguished several lines (IL910/16, IL911/16, IL914/16, IL940/16, and IL953/16) with a high relative protein content. They are of interest for transgressive breeding for large grain and increased protein content. In addition, promising breeding lines (E196/09, E2792/14, IL299/16, IL997/16, IL1073/16, IL1100/16, IL1161/16, IL334/17, and IL480/17) combining performance equal to or higher than that of the standard, with alien complexes of disease resistance, high protein content and xeromorphic morphological characters but without negative features of wild species, were singled out.

Conclusions. The studied lines may be of interest for further breeding in the South of Ukraine, provided preservation of the alien gene complexes.

Key words: Triticum aestivum L., *introgressive line, protein content, performance*