

ВПЛИВ ПШЕНИЧНО-ЖИТНИХ ТРАНСЛОКАЦІЙ НА ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ЗЕРНА В ПРОЦЕСІ СЕЛЕКЦІЇ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ НА ПІВДНІ УКРАЇНИ

М. А. Литвиненко, Є. А. Голуб, Я. С. Фанін

Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства і сортовивчення, Овідіопільська дор. 3, м. Одеса, 65036, Україна

Актуальність теми. Використання інтрогресивного матеріалу від залучення в сучасний генотип пшениці м'якої озимої ПЖТ IAL.IRS, IBL.IRS є досить актуальним на даному етапі розвитку селекції. Це дає можливість розширення генетичного різноманіття селекційного матеріалу для ідентифікації нових генетичних джерел цінних ознак. Можливості отримання генотипів з достатньо високим рівнем якості зерна на основі інтрогресивного матеріалу з ПЖТ IAL.IRS, IBL.IRS в селекційних програмах півдня України залишаються дискусійною проблемою. **Мета.** Встановлення ролі генетичного середовища як фактору направлено впливу ПЖТ на хлібопекарські властивості та розробка селекційних прийомів нейтралізації негативних ефектів транслокацій для отримання генотипів з високими показниками якості зерна цінної і сильної пшениці. **Матеріали і методи.** Польові експерименти проводились на полях СГІ–НЦ НС в період 2010–2020 рр. Метеорологічні умови за роки проведення досліджень в цілому були типові для степової зони – посушливі. Вплив ПЖТ IAL.IRS, IBL.IRS на показники якості зерна пшениці м'якої озимої в процесі селекції було досліджено на лініях, створених від схрещування місцевих сортів-носіїв транслокацій, та краєвих сортів селекції СГІ–НЦ НС. **Результати досліджень.** Встановлено, що введення в місцевий генотип пшениці м'якої озимої ПЖТ IAL.IRS, IBL.IRS змінює показники якості зерна (вміст білка підвищується, реологічні властивості знижуються). Це залежить від генетичного середовища, гібридної комбінації та наявності-відсутності «генетичних факторів», які можуть зменшувати негативний вплив ПЖТ на хлібопекарські властивості ліній. Показано, що частота отримання рекомбінантних ліній, що поєднують високу врожайність та підвищений рівень хлібопекарських властивостей, підвищується при використанні інтрогресивних ліній з ПЖТ IAL.IRS. **Висновки.** Комбінуючи в генотипі ПЖТ з алелями, що позитивно впливають на хлібопекарські властивості, а також створюючи гетерогенність в складі генотипів з ПЖТ і без них у певному співвідношенні, можна направлено зменшувати негативний вплив ПЖТ на якість зерна пшениці м'якої озимої і створювати сорти з параметрами якості цінних і сильних пшениць. Прикладом є високожаростійкий сорт сильної пшениці Октава одеська, який занесений до Реєстру для поширення у всіх агрокліматичних зонах України.

Ключові слова: пшениця м'яка озима, рекомбінантні лінії, хлібопекарна якість, пшенично-житні транслокації IAL.IRS і IBL.IRS

Вступ. Світові тенденції розвитку продовольчого ринку свідчать про зростання ролі культури пшениці як основної зернової продовольчої культури [1]. В Україні провідне місце займає пшениця м'яка озима, яка за господарсько-біологічними властивостями забезпечує високі і стабільні урожаї зерна високої харчової якості [2]. В рості урожайності, покращенні якості зерна пшениці важливу роль відіграє селекція нових сортів. За даними багаторічного дослідження «Історія сортозмін», який постійно проводиться у відділі селекції і насінництва пшениці Селекційно-генетичного інституту – Національного цен-

тру насіннєзнавства і сортовивчення (СГІ–НЦ НС) з 1972 р., в процесі селекції культури на півдні України досягнуто не тільки феноменальний ріст генетичного потенціалу урожайності в 2,5 рази (з 3–4 т/га до 10–12 т/га), збереження або по ряду показників і підвищення стійкості до біотичних і абіотичних факторів, а й суттєвого покращення хлібопекарських властивостей [3–4]. На сьогодні кращі сорти селекції СГІ–НЦ НС за показниками якості зерна досягають рівня кращих світових досягнень ярих канадських сортів екстра сильної пшениці.

Подальше удосконалення сортів пше-

Інформація про авторів:

Литвиненко Микола Антонович, доктор с.-г. наук, професор, академік НААН України, завідувач відд. селекції та насінництва пшениці, e-mail: dr_litvin@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-8605-6587>

Голуб Євгенія Анатоліївна, канд. с.-г. наук, провідний науковий співробітник відд. селекції та насінництва пшениці, e-mail: eva.golub.1979@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-3415-4193>

Фанін Ярослав Сергійович, аспірант, молодший науковий співробітник відд. селекції та насінництва пшениці, e-mail: yaroslavfanin96@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3129-7583>

ниці можливе шляхом залучення в генофонд селекційного матеріалу нових генетичних джерел цінних ознак і властивостей та розробки методів направлено збільшення генетичного різноманіття, ідентифікації та добору бажаних генотипів. Одним із таких напрямів у СГІ–НЦ НС є створення і використання інтрогресивного матеріалу [5–6]. Зокрема, впродовж 2010–2020 рр. проведені дослідження з ефективності використання найбільш поширених в світовій селекції пшенично-житніх транслокацій (ПЖТ) 1AL.1RS та 1BL.1RS. Результати вивчення впливу цих транслокацій на урожайність рекомбінантних ліній і елементи продуктивності рослин в посушливих умовах Півдня України викладені в попередній нашій публікації [7]. В цій статті аналізуються результати вивчення впливу ПЖТ на показники якості зерна. Це питання є не менш важливим, адже літературні відомості свідчать про негативний вплив транслокації на хлібопекарські властивості пшениці м'якої через контроль специфічних житніх білків – секалінів (локус Sec), а можливості отримання генотипів з достатньо високим рівнем якості зерна залишається дискусійним [8–9]. Ця проблема є особливо актуальною в селекційних програмах півдня України, де традиційно створюються сорти пшениці м'якої озимої тільки з високими показниками якості зерна, а ґрунтово-кліматичні умови регіону є сприятливими для цього [10].

Метою даної роботи є встановлення ролі генетичного середовища як фактору направлено впливу ПЖТ на хлібопекарські властивості та розробка селекційних прийомів нейтралізації негативного впливу транслокації для отримання генотипів з високими показниками якості зерна цінної і сильної пшениці.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводились в процесі виконання наукової програми відділу селекції і насінництва пшениці Селекційно-генетичного інституту – Національного центру насінництва та сортовивчення (СГІ–НЦ НС) зі створення сортів пшениці м'якої озимої універсального типу. Ці дослідження є одним з етапів розвитку цієї програми. Польові експерименти селекційного процесу здійснювались на полях інституту в період 2010–2020 рр. зі щорічним розміщенням по попе-

реднику чорний пар із забезпеченням оптимального агрофону для проведення селекційної роботи.

Особливості метеорологічних умов за роки проведення досліджень та методики польових експериментів представлені в попередній нашій публікації [7]. Тут слід відмітити, що більшість років проведення досліджень (7 із 11) були в різній мірі посушливими і тільки 4 відносно вологими, що враховувалось при аналізі експериментальних даних.

Ідентифікація рекомбінантних ліній за наявністю в генотипі ПЖТ розпочиналась в контрольному розсаднику і здійснювалась методом електрофорезу запасних білків частково (9,2 %) у відділі генетичних основ селекції СГІ–НЦ НС (Рибалка О. І.) та основний обсяг (90,8 %) в Інституті захисту рослин НААН (Козуб Н. А., Созінов І. О.).

Селекційні лінії конкурсних сортів випробувань перевірено за наявністю транслокацій і їх стану за допомогою ДНК-маркерів у відділі загальної і молекулярної генетики СГІ–НЦ НС (Файт В. І.).

Визначення показників якості зерна у рекомбінантних ліній здійснювалось у відділі генетичних основ селекції СГІ–НЦ НС, (М. Г. Парфентьев, Л. С. Лифенко) на матеріалі контрольного розсадника методом седиментації SDS-30, в конкурсних сортовипробуваннях за схемою повного технологічного аналізу [11].

Математичну обробку та аналіз результатів досліджень здійснювали при використанні методик за Б. О. Доспеховим (1985), П. Ф. Рокіцьким (1973) на персональному комп'ютері за допомогою програми Microsoft Excel 2007.

Результати досліджень. В результаті вивчення колекційного матеріалу (2012–2014 рр.) були виділені зразки, які за літературними даними є носіями пшенично-житніх транслокацій 1AL.1RS; 1BL.1RS. Їх характеристика за результатами польових досліджень та лабораторних аналізів деяких біохімічних (в лабораторії біохімії СГІ–НЦ НС, О. О. Молодченкова) і технологічних показників (у відділі генетичних основ селекції СГІ–НЦ НС, М. Г. Парфентьев, Л. С. Лифенко) представлені в таблиці 1.

У порівнянні з сортами без ПЖТ, які слугували контролем, сорти з ПЖТ іншо-

Таблиця 1. Урожайність і показники якості зерна у сортів пшениці м'якої озимої з ПЖТ 1AL/1RS і 1BL/1RS (колекція СГІ – НЦ НС, 2012–2014 рр.)

Сорти	Урожайність, т/га	Показники якості зерна					
		Вміст білка, %	Фракції запасних білків, %		Сила борошна, о.а.	Об'єм хліба, см ³	Оцінка хліба, бал
			гліадин	глютенін			
Контроль							
Сирена	5,78	12,2	23,7	32,2	322	1540	4,5
Куяльник	5,64	12,7	24,5	29,0	385	1527	4,7
\bar{x} контрольні сорти	5,71	12,4	24,1	30,6	354	1534	4,6
Сорти ПЖТ 1AL/1RS							
Княгиня Ольга	5,94	12,3	24,2	26,5	255	1320	3,4
Вихованка од.	5,78	12,6	23,3	27,9	196	1334	3,7
Колумбія	5,43	12,9	26,3	25,6	211	1167	2,8
Золотоволоса	5,38	13,4	26,1	26,1	236	1205	3,1
Сміла	5,08	13,8	-	-	224	1224	2,9
\bar{x} сорти ПЖТ 1 L/1RS	5,52	13,0	25,0	26,5	226	1250	3,2
Сорти ПЖТ 1 BL /1RS							
Щедрість од.	6,38	12,7	26,2*	24,7*	156	1260	3,0
Калинова	5,02	13,3	27,5*	23,2*	185	1420	3,7
Колос миронівщини	5,36	13,0	27,4*	24,4*	158	1120	2,7
Сніжана	5,04	13,6	57,4*	26,5*	124	780	1,7
\bar{x} сорти ПЖТ 1 BL/1RS	5,46	13,2	34,6	24,8	151	1145	2,8

*в середньому за 2012–2013 рр.

районного походження не проявили переваг за врожайністю. Водночас сорти місцевої селекції Княгиня Ольга (ПЖТ 1AL.1RS) і Щедрість одеська (ПЖТ 1BL.1RS) суттєво виділились за цим показником. За середніми даними можна відмітити тенденцію більш високого рівня білковості зерна у сортів з ПЖТ та змін фракційного складу білка в напрямку збільшення спирторозчинної фракції – гліадинів та зменшення лугорозчинної фракції – глютенінів. Особливо суттєво це проявляється у сортів з транслокацією 1BL.1RS.

Найбільш значні відмінності з контрольними сортами проявляються за хлібопекарськими показниками. Зокрема, у сортів ПЖТ 1AL.1RS показники «сили» борошна (W, о.а.) та об'єму хліба із 100 г борошна (V, см³) були нижчими за стандарти в середньому на 36,2 % і 18,5 %, а у сортів з ПЖТ 1BL.1RS – на 57,4 % і 25,4 % відповідно.

Враховуючи ці дані для подальшого дослідження були використані два місцевих сорти – Княгиня Ольга і Щедрість одеська, які були створені у відділі селекції і насінництва пшениці СГІ–НЦ НС в період 2001–2010 рр. [7]. Кожен із цих двох сортів був

використаний в гібридизації за топкросною схемою з кращими місцевими сортами, але відмінними за показникам якості зерна та електрофоретичним спектрами запасних білків (табл. 2).

Генетичні ефекти ПЖТ на показники якості зерна неможливо розглядати без зв'язку із зерновою продуктивністю селекційного матеріалу. Цей недолік мають більшість із невеликої кількості опублікованих робіт, присвячених впливу ПЖТ на якість зерна пшениці [14–15]. В даній роботі одним із завдань ставилось виявити ефекти транслокації на зв'язки урожайності з показниками якості зерна. Перш за все слід відмітити, що наявність транслокації 1AL.1RS та 1BL.1RS в генотипах ліній значно знижує середній рівень показника седиментації SDS-30 у відповідних групах (табл. 3), водночас в цих групах значно підвищується мінливість седиментації. За величинами зниження середнього рівня седиментації та збільшення коефіцієнта варіації й дисперсії вплив транслокації 1BL.1RS на цей показник помітно вище за ПЖТ 1AL.1RS.

Величина вибірки рекомбінантних лі-

Таблиця 2. Характеристика вихідних сортів пшениці м'якої озимої, використаних в гібридизації з донорами ПЖТ – Княгиня Ольга (1AL.1RS) і Щедрість одеська (1BL.1RS)

Сорти	Урожайність, т/га	Показники якості зерна					Формули запасних білків									
		Вміст білка, %	SDS-30, мл	W, о.а.	Об'єм хліба, см ³	Оцінка хліба, бал	Гліадини						Глютеніни			
							1A	1B	1D	6A	6B	6D	2-1A	1A	1B	1D
Куяльник	7,23	11,0	58,6	364	1165	3,8	10	1	5	4	3	1	3	1	5	1
Антонівка	7,44	10,8	41,3	263	1003	3,1	2	1	5	4	2	3	1	2	1	1
Мудрість од.	7,82	11,2	61,3	380	1287	4,1	10	15	5	1	4	1	3	2	5	1
Сирена од.	6,54	11,6	54,8	312	1105	3,6	2	1	1	4	2	3	3	2	2	1
Місія од.	7,58	11,1	56,4	324	1274	3,7	4	1	4	3	2	4	1	2	1	1
Епоха од.	7,38	11,4	60,3	343	1218	4,0	4	1	5	4	3	1	3	1	5	1
Заграва од.	7,88	12,2	54,4	228	990	3,5	2	1	4	3	2	1	1	2	1	1
Традиція од.	7,45	12,5	68,7	398	1355	4,4	10	1	5	1	4	1	3	2	5	1
Гарантія	7,65	11,8	58,7	328	1284	4,0	4	1	4	4	2	3	3	1	2	1

Таблиця 3. Статистична характеристика мінливості показника седиментації SDS-30 у рекомбінантних ліній F5, згрупованих за принципом наявності-відсутності та стану пшенично-житніх транслокацій (контрольний розсадник, 2017 р.)

Група ліній*	Вивчено ліній, шт.	$\bar{x} \pm m$, мм	lim \pm , мм	Коеф. варіації V, %	Дисперсія σ^2	Коеф. кореляції (r) урожайності/седиментація
Контроль 1	280	68 \pm 2,23	54–68	22,7	216	-0,32
ПЖТ 1AL.1RS «-»*	111	63 \pm 4,11	48–62	26,4	322	-0,38**
ПЖТ 1AL.1RS « \pm »*	199	57 \pm 5,39	42–51	31,8	364	-0,45**
ПЖТ 1AL.1RS «+»*	148	46 \pm 5,85	40–51	36,5	388	-0,51**
Контроль 2	195	66 \pm 2,64	53–70	25,7	238	-0,34**
ПЖТ 1BL.1RS «-»*	159	54 \pm 4,16	44–66	25,9	355	-0,47**
ПЖТ 1BL.1RS « \pm »*	289	48 \pm 4,28	40–58	38,9	402	-0,51**
ПЖТ 1BL.1RS «+»*	299	43 \pm 5,13	40–48	44,5	456	-0,58**

* «-» - транслокація відсутня,

« \pm » - гетерогенність,

«+» - транслокація присутня,

** - достовірно при $r = > - 0,32$.

ній в контрольному розсаднику забезпечила установлення високодостовірного негативного кореляційного зв'язку урожайності ліній з показником седиментації SDS-30 (табл. 3). При цьому чітко прослідковується закономірність значного зростання значень коефіцієнта кореляції в групах ліній, які в своїх генотипах мають ПЖТ в гомо- чи гетерозиготному стані. І в цьому випадку ефект посилення негативного зв'язку урожайності з

показником седиментації суттєво перевищує аналогічний ефект на лініях з ПЖТ 1AL.1RS.

При загальному негативному впливі ПЖТ на рівень седиментації важливо встановити можливість бажаного комбінування у ліній високої врожайності та достатнього за величиною показника седиментації SDS-30.

Як свідчать дані групування ліній за врожайністю та седиментацією (табл. 4), найбільша частота бажаного комбінування спо-

Таблиця 4. Фактори зменшення негативного впливу пшенично-житніх транслокацій на хлібопекарські властивості борошна у рекомбінантних ліній пшениці (в середньому за 2018–2019 рр.)

Сорт, лінія, гібридна комбінація	Урожай жай-ність, т/га	Вміст білка, %	Сила борошна, о.а.	Об'єм хліба із 100 гр. борошна, см ³	Оцінка хліба, бал
Антонівка st.	70,4	11,6	225	1100	3,8
I. Гомогенний стан ліній за ПЖТ 1AL.1RS					
Ер. 2124/17 (Куяльник х Кн. Ольга)	7,98	12,4	240	1400	4,0
Ер. 2136/17 (Куяльник х Кн. Ольга)	8,14	11,7	202	1010	3,4
Ер. 2138/17 (Куяльник х Кн. Ольга)	8,36	11,9	194	980	3,1
В середньому	8,16	12,0	212	1130	3,5
II. Гетерогенний стан ліній за ПЖТ 1AL.1RS					
Ер. 2146/17 (Куяльник х Кн. Ольга)	8,15	12,8	271	1450	4,2
Ер. 2157/17 (Куяльник х Кн. Ольга)	8,49	11,3	210	1140	3,8
Ер. 2167/17 (Куяльник х Кн. Ольга)	8,54	11,5	203	1100	3,3
В середньому	8,39	11,9	228	1230	3,8
III. Наявність алелей з позитивним впливом на якість зерна (Gld 1A4, 1A10, 1B1, 1D4, Glt 1B5). Лінії з ПЖТ 1BL.1RS в гомогенному стані.					
Ер. 2372/17 (Куяльник х Щедрість)	7,26	13,3	215	1020	3,2
Ер. 2378/17 (Куяльник х Щедрість)	7,34	12,4	198	990	2,8
Ер. 2386/17 (Куяльник х Щедрість)	7,36	12,8	204	970	2,5
В середньому	7,32	12,8	206	993	2,8
IV. Відсутність (недостатня кількість) алелей з позитивним впливом на якість зерна. Лінії з ПЖТ 1BL.1RS в гетерогенному стані.					
Ер. 2396/17 (Куяльник х Щедрість)	7,18	13,1	155	890	2,0
Ер. 2418/17 (Куяльник х Щедрість)	7,35	12,6	148	880	2,0
В середньому	7,26	12,8	152	885	2,0

стерігається в контрольних варіантах, де висока седиментація поєднується з високою врожайністю з частотою 9,5–19,5 %, а з середньою врожайністю – 31,3–54,3 %. Неочікуваним виявився низький відсоток позитивного комбінування у ліній без ПЖТ, але в родоводі яких були генетичні джерела транслокації, що може свідчити про присутність в їхніх генотипах інших факторів негативного впливу на седиментацію.

Наявність інтрогресивних ліній з ПЖТ 1AL.1RS в гомозиготному стані, які високу і середню врожайність поєднують з достатньо високим рівнем седиментації, навіть в невеликій кількості (2,0–8,1 %) може бути доказом можливості такого позитивного комбінування. Суттєво більша частота (3,0–14,1 %) бажаних поєднань спостерігається у ліній з ПЖТ 1AL.1RS в гетерозиготному (гетерогенному) стані. В групах ліній з ПЖТ 1BL.1RS в гомозиготному стані рекомбінацій з високими значеннями седиментації зовсім не виявлено, хоча гетерозиготний (гетерогенний) стан за цією транслокацією забезпе-

чує невелику частоту (3,8–7,3 %) таких ліній.

Указані закономірності, які виявлені при аналізі середніх частот комбінування врожайності і седиментації в окремих групах ліній за принципом наявність-відсутність ПЖТ, більш рельєфно прослідковуються на лініях, згрупованих за їх походженням. Так, із 24 інтрогресивних гомогенних за ПЖТ 1AL.1RS ліній з комбінації Куяльник х Княгиня Ольга 5 ліній (20,8 %) мали позитивне поєднання ознак, а з 32 ліній з комбінації Заграва х Княгиня Ольга – тільки 2 лінії (6,2 %).

Вплив генетичного середовища на характер комбінування урожайності і седиментації у ліній з транслокацією 1BL.1RS проявляється при середньому рівні седиментації і високій урожайності. У ліній від прямих і зворотних схрещувань Мудрість одеська х Щедрість одеська із 133 інтрогресивних ліній позитивне поєднання виявлено у 16 ліній (12 %), а у 143 ліній з комбінації Гарантія одеська х Щедрість одеська – тільки 2 лінії (1,4 %).

Звичайно показник седиментації SDS-30

не є прямим критерієм оцінки якості зерна, але в польових дослідах суцільного посіву на рівні контрольного розсадника і сортовипробування в наших дослідженнях цей показник має достатньо тісний кореляційний зв'язок з хлібопекарськими властивостями [16]. Тому добір ліній в контрольному розсаднику здійснювався як за врожайністю, так і за показником седиментації.

Аналіз ефективності добору в різних групах ліній за врожайністю і елементами продуктивності рослин представлено в нашій попередній публікації [7]. У цій статті приводимо характеристику окремих ліній, які виділені за результатами двохрічного (2018–2019 рр.) сортовипробування за оптимальним поєднанням високої врожайності та відносно підвищених величин показника седиментації SDS-30 (табл. 4).

В родоводі цих ліній крім джерела ПЖТ другим батьківським компонентом використано сорт екстрасильної пшениці Куяльник з декількома алелями з позитивним впливом на хлібопекарські властивості борошна (табл. 2). Крім цього, рекомбінантні лінії згруповані за принципом присутності/відсутності «генетичних факторів», які за припущенням могли б зменшувати негативний вплив ПЖТ на хлібопекарські властивості ліній: гомогенний чи гетерогенний стан ПЖТ; наявність чи відсутність (або недостатня кількість) в генотипах цих ліній алелей з позитивним впливом на хлібопекарські властивості борошна.

Як свідчать дані таблиці 4, всі виділені інтрогресивні лінії незалежно від стану ПЖТ суттєво перевищили сорт-стандарт – Антонівку за врожайністю. Проте, якщо лінії з ПЖТ 1AL.1RS при середній врожайності 8,28 т/га переважали стандарт на 1,24 т/га (17,6 %), то лінії з ПЖТ 1BL.1RS з середньою врожайністю 7,32 т/га проявили прибавку над стандартом тільки на 0,28 т/га (4 %). Ці відмінності нами доказово пояснено негативним впливом транслокації 1BL.1RS на посухо-жаростійкість ліній, що в посушливих умовах півдня України різко зменшило їх урожайність [7]. Ймовірно цим можна пояснити також дещо підвищений вміст білка у інтрогресивних ліній з ПЖТ 1BL.1RS, адже шуплість (невиповненість) запаленого зерна із зміною структури ендосперму зав-

жди зумовлює певне підвищення його білковості [17].

В цілому невисокий агротехнічний фон польових експериментів не забезпечив повного проявлення генетичного потенціалу якості зерна ліній. Проте в середньому лінії з ПЖТ 1AL.1RS проявили незначну перевагу над лініями з ПЖТ 1BL.1RS за основними показниками хлібопекарських властивостей, а лінії еритроспермум 2124/17 з гомогенним станом за ПЖТ 1AL.1RS та лінія еритроспермум 2146/17 з гетерогенним станом цієї транслокації мають всі показники якості зерна суттєво вищі за стандарт.

В цьому порівнянні, головне, не зважаючи на обмежену кількість ліній, виявляються ефекти зниження негативного впливу ПЖТ на хлібопекарські властивості борошна: в незначній мірі від гетерогенного стану ліній за транслокацією 1AL.1RS (ймовірно в залежності від співвідношення генотипів з ПЖТ і без неї); в значній мірі – від наявності в лініях з ПЖТ 1BL.1RS алелей з позитивним впливом на якість зерна (ймовірно в залежності від кількості алелей і їх взаємодії). Детальне вивчення направлено впливу вказаних факторів є предметом подальших досліджень.

Виходячи із цих результатів лінія еритроспермум 2146/17 (Куяльник х Княгиня Ольга) була передана на державне сортовипробування і після успішної експертизи занесена до Державного Реєстру сортів рослин під назвою Октава одеська для поширення у всіх агрокліматичних зонах України [18]. За роки державного сортовипробування (2017–2019 рр.) сорт Октава одеська характеризується наступними показниками: урожайність в Степу – 5,75 т/га, Лісостепу – 6,73 т/га, Поліссі – 6,19 т/га, в середньому по всіх зонах – 6,19 т/га, що вище умовного стандарту на 0,76 т/га (14,0 %); маса 1000 зерен, відповідно – 42,5 г, 43,2 г, 45,5 г; вміст клейковини – 28,4 %, 28,6 %, 28,4 %; сила борошна – 286 о.а., 300 о.а., 294 о.а.; об'єм хліба із 100 гр. борошна – 1160 см³, 1100 см³, 1120 см³. За цими показниками якості зерна сорт Октава одеська віднесено до групи сильних пшениць.

Висновки.

Введення шляхом гібридизації в місцевий генофонд пшениці м'якої озимої пшенич-

но-житніх транслокації 1AL.1RS, 1BL.1RS змінює показники якості зерна. Вміст білка підвищується, при чому більш суттєво це підвищення відбувається під впливом транслокації 1BL.1RS. Крім генетичних ефектів підвищення білковості зерна, очевидно, зниження посухо- жаростійкості під впливом ПЖТ 1BL.1RS і, як наслідок, формування щуплого «запаленого» зерна із зміненою структурою ендосперму також модифікує підвищення вмісту білка.

В посушливих умовах півдня України ПЖТ внаслідок синтезу специфічних білків секалінів в цілому знижують всі показники хлібопекарських якостей і перш за все реологічні властивості тіста, що відображається зниженням показника «сила» борошна та об'єму хліба із 100 гр. борошна. Цей негативний ефект більш суттєво проявляється на рекомбінантних лініях пшениці з ПЖТ 1BL.1RS і залежить від генетичного середовища гібридної комбінації з якої отримані лінії.

Частота отримання рекомбінантних лі-

ній, що поєднують високу врожайність та достатній рівень хлібопекарських властивостей (не нижче цінних і сильних пшениць) винятково низька (1,7–6,1 %), проте переваги за цим показником мають інтрогресивні лінії з ПЖТ 1AL.1RS.

Використовуючи такі генетичні фактори як комбінування при гібридизації ПЖТ з алелями з високим позитивним впливом на хлібопекарські властивості (контроль за допомогою метода електрофорезу запасних білків), а також створюючи гетерогенність в складі генотипів з ПЖТ і без них у певному співвідношенні, можна направлено зменшувати негативний вплив ПЖТ на якість зерна пшениці м'якої озимої і створювати сорти з параметрами якості цінних і сильних пшениць. За таким методичним підходом створено високожаростійкий, з високою екологічною пластичністю сорт сильної пшениці Октава одеська, який занесено до Реєстру для поширення в усіх агрокліматичних зонах України.

Використана література

1. Лифенко С. П., Литвиненко М. А. Досягнення в селекції пшениці озимої м'якої. *Вісник аграрної науки*. 2000. № 12. С. 15–19.
2. Лифенко С. П., Литвиненко М. А. Селекція і генетика в Україні на межі тисячоліть. *Київ: Логос*. 2001. Т. 2. С. 334–335.
3. Литвиненко М. А. 100 років розвитку селекційних програм пшениці м'якої озимої. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин (Plant Varieties Studying and Protection)*. 2016. №2. С. 75–82. [https://doi.org/10.21498/2518-1017.2\(31\).2016.70324](https://doi.org/10.21498/2518-1017.2(31).2016.70324)
4. Литвиненко М. А. Сортова політика як важливий фактор підвищення ефективності виробництва зерна озимої пшениці. *Посібник українського хлібороба*. 2012. № 3. С. 157–159.
5. Моцний І. І., Молодченкова О. О., Литвиненко М. А., Голуб Є. А. Застосування інтрогресивних ліній пшениці м'якої озимої для підвищення вмісту білка в зерні. *Селекція і насінництво*. 2019. Вип. 115. С. 75–92.
6. Рибалка О. І. Чужорідна генетична варіабельність у поліпшенні якості зерна пшениці. *Цитологія і генетика*. 2008. №4. С. 18–22.
7. Литвиненко М. А., Голуб Є. А., Фанін Я. С. (2022). Ефекти пшенично-житніх транслокацій на урожайність ліній, елементи продуктивності рослин у зв'язку з посухо-жаростійкістю в процесі селекції пшениці м'якої озимої на півдні України. *Зернові культури*. Т. 6. № 1. С. 36–47.
8. Рибалка О. І., Литвиненко М. А. Використання в селекції пшениці транслокації 1RS/1BL. *Вісник аграрної науки*. 2007. № 12. С. 36–40.
9. Литвиненко М. А., Топал М. М. Генетичні фактори позитивного впливу на якість зерна у ліній пшениці м'якої озимої з житньою транслокацією 1AL/1RS. *Вісник аграрної науки*. 2014. №5. С. 36–42.
10. Литвиненко М. А. Реалізація генетичного потенціалу, проблеми продуктивності та якості зерна сучасних сортів озимої пшениці. *Насінництво*. 2010. № 4. С. 1–8.
11. Рибалка О. І., Червоніс М. В., Литвиненко М. А. Оцінка якості зерна пшениці на ранніх етапах селекції. *Вісник аграрних наук*. 2009. №1. С. 130–147.
12. Доспехов Б. А. *Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований*. 5-е изд., доп. и перераб. 1985. 351 с.
13. Рокицкий П. Ф. Биологическая статистика. 1973. 318 с.
14. Козуб Н. О., Созінов І. О., Бідник Г. Я., Дем'янова Н. О., Блюм Я. Б., Созінов О. О.. Створення ліній пшениці м'якої озимої з рекомбінантним плечем 1RS як джерела нових поєднань генів стійкості проти збудників хвороб і шкідників. *Карантин і захист рослин*. 2016. Вип. 62. С. 143–150.
15. Зайцева Г. П., Анікіна Г. Є., Твердохліб О. В., Попов В. М. Поширення пшенично-житньої транслокації в зразках пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.) української селекції. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2015. Том 17. С. 303–307.
16. Литвиненко М. А., Голуб Є. А. Ефективність методу седиментації SDS-30 в селекції пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.) за хлібопекарськими властивостями. *Збірник наукових праць СГІ-НЦ НС*. 2017. Вип. 29 (69). С. 6–18.
17. Литвиненко М. А., Голуб Є. А., Литвиненко Р. І. Роль сортів у підвищенні хлібопекарної якості озимої м'якої пшениці. *Збірник наукових праць СГІ-НЦ НС*. 2011. Вип. 18. С. 11–23.
18. Каталог сортів та гібридів Селекційно-генетичного інституту – Національного центру насінництва та сортовивчення. Одеса. 2021.

References

1. Lyfenko, C. P., Lytvynenko, M. A. (2000). Advances in the breeding of winter soft wheat. *Visnyk ahrarnoi nauky* [Bulletin of Agricultural Science]. 12, 15–19. [in Ukrainian].
2. Lyfenko, S. P., Lytvynenko, M. A. (2001). *Seleksiia i henetyka v Ukraini na mezhi tysiacholit*. [Breeding and genetics in Ukraine on the verge of a millennium]. Kyiv: Lohos. 2, 334–335. [in Ukrainian].
3. Lytvynenko, M. A. (2016). 100 years of development of breeding programs for bread winter wheat. *Sortovyvchennia ta okhorona prav na sorty roslyn (Plant Varieties Studying and Protection)*. 2, 75–82. [https://doi.org/10.21498/2518-1017.2\(31\).2016.70324](https://doi.org/10.21498/2518-1017.2(31).2016.70324) [in Ukrainian].
4. Lytvynenko, M. A. (2012). Variety policy as an important factor in increasing the efficiency of winter wheat grain production. *Posibnyk ukrainskoho khliboroba* [Manual of ukrainian breadwork] 3, 157–159. [in Ukrainian].
5. Motsnyi, I. I., Molodchenkova, O. O., Lytvynenko, M. A., Holub, Ye. A. (2019). Application of introgressive lines of soft winter wheat to increase protein content in grain. *Seleksiia i nasinnystvo [Selection and Seed Industry]*. 115, 75–92. [in Ukrainian].
6. Rybalka, O. I. (2008). Alien genetic variability in improving wheat grain quality. *Tsytolohia i henetyka* [Cytology and genetics] 4, 18–22. [in Ukrainian].
7. Lytvynenko, M. A., Holub, Ye. A., Fanin, Ya. S. (2022). Wheat-rye translocation effects and the yield of lines, elements of plant productivity depending on drought and heat tolerance in the breeding process of bread winter wheat in the South Ukraine. *Zernovi kultury*. [Grain Crops] 6, 1. [in Ukrainian].
8. Rybalka, O. I., Lytvynenko, M. A. (2007). [Use of 1RS/1BL translocation in wheat breeding]. *Visnyk ahrarnoi nauky* [Bulletin of Agricultural Science] 12, 36–40. [in Ukrainian].
9. Lytvynenko, M. A., Topal, M. M. (2014). [Genetic factors of positive effect on grain quality in soft winter wheat lines with 1AL/1RS rye translocation]. *Visnyk ahrarnoi nauky* [Bulletin of Agricultural Science] 5, 36–42. [in Ukrainian].
10. Lytvynenko, M. A. (2010). Implementation of genetic potential, problems of productivity and quality of grain of modern varieties of winter wheat. *Nasinnystvo* [Seed production] 4, 1–8.
11. Rybalka, O. I., Chervonis, M. V., Lytvynenko, M. A. (2009). [Evaluation of wheat grain quality in the early stages of breeding]. *Visnyk ahrarnykh nauk* [Bulletin of Agricultural Science] 1, 130–147. [in Ukrainian].
12. Dospekhov, B. A. (1985). *Metodika polevogo opyta s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy* [Methodology of field experience with the basics of statistical processing of research results] (5th ed. rev.). Moscow: Ahropromizdat. [in Russian].
13. Rokitskiy, P. F. (1973). *Biologicheskaya statistika* [Biological statistics]. Minsk: Vysshaya nauka. [in Russian].
14. Kozub, N. O., Sozinov, I. O., Bidnyk, H. Ya., Demianova, N. O., Blium, Ya. B., Sozinov, O. O. (2016). [Creation of soft winter wheat lines with recombinant 1RS shoulder as a source of new combinations of resistance genes against pathogens and pests]. *Karantyn i zakhyst roslyn*. [Quarantine and Plant Protection]. 62, 143–150. [in Ukrainian].
15. Zaitseva, H. P., Anikina, H. Ye., Tverdokhlib, O. V., Popov, V. M. (2015). Distribution of wheat-rye translocation in samples of soft winter wheat (*Triticum aestivum* L.) of Ukrainian selection] *Faktory eksperymentalnoi evoliutsii orhanizmiv* [Factors in Experimental Evolution of Organisms]. 17, 303–307. [in Ukrainian].
16. Lytvynenko, M. A., Holub, Ye. A. (2017). Efficiency of the SDS-30 sedimentation method in the selection of soft winter wheat (*Triticum aestivum* L.) according to its baking properties. *Zbirnyk naukovykh prats SHI-NC NS* [Collection of scientific works of SGI-NC NS]. 29 (69), 6–18. [in Ukrainian].
17. Litvinenko, M. A., Golub, E. A., Litvinenko, R. I. (2011). The role of varieties in increasing the bread quality of winter wheat. *Zbirnyk naukovykh prats SGI-NCNS*. [Collection of scientific works of SGI-NC NS]. 18, 11–23. [in Ukrainian].
18. *Kataloh sortiv ta hibrydiv Seleksino-henetychnoho instytutu – Natsionalnoho tsentru nasinniezhnavstva ta sortovyvchennia*. [Catalog of varieties and hybrids of the Breeding and Genetic Institute - National Center for Seed Science and Varietal Research]. Odesa, Ukraine. 2021. [in Ukrainian].

UDC 633.11."327":631.527:631.524.85:631.

Lytvynenko M. A., Holub Ye. A., Fanin Ya. S. Influence of wheat-rye translocations on grain quality indices during bread winter wheat breeding in the South of Ukraine.

Grain Crops. 2022. 6 (2). 21–29.

Plant Breeding and Genetic Institute – National Center for Seed Breeding and Variety Research, 3 Ovidiopil'ska St., Odesa, 65036, Ukraine

Topicality. The use of introgressive material developed due to the involvement of wheat-rye translocations 1AL.1RS, 1BL.1RS in the modern gene pool of bread winter wheat is quite relevant at this stage of breeding development. This makes it possible to expand the genetic diversity of breeding material to identify new genetic sources of valuable traits and obtain genotypes based on introgressive material with wheat-rye translocations 1AL.1RS, 1BL.1RS with a sufficiently high grain quality in breeding programs in the southern Ukraine. **Purpose.** To establish the role of genetic environment as a factor of directional influence of wheat-rye translocations on baking properties, and to develop breeding techniques for neutralizing the negative effects of translocations to produce genotypes with high grain quality indices of valuable and strong wheat. **Materials and Methods.** Field experiments were carried out in the fields of the

Plant Breeding and Genetic Institute - National Center for Seed Breeding and Variety Research in the 2010–2020. Meteorological conditions over the years of research were generally typical arid for the Steppe zone. The lines developed by crossing local varieties-carriers of translocations and the best varieties of the Plant Breeding and Genetic Institute breeding were studied that to identify the influence of wheat-rye translocations 1AL.1RS, 1BL.1RS on the quality of winter wheat grain in the process of breeding. **Results.** It was established that the winter wheat grain quality indices were changed (protein content increased, rheological properties decreased) by the introduction of wheat-rye translocations 1AL.1RS, 1BL.1RS into the local gene pool. These changes depend on the genetic environment, hybrid combination and the influence of genetic factors that reduce the negative effect of wheat-rye translocations on baking properties of the lines. It was proved that development of recombinant lines combining high yield and increased baking properties increases when using introgressive lines with wheat-rye translocations 1AL.1RS. **Conclusions.** It is possible to reduce the negative impact of wheat-rye translocations on the bread winter wheat grain quality and develop varieties with quality parameters of valuable and strong wheat by combining wheat-rye translocations with alleles in genotype positively influencing baking properties, and also by creating heterogeneity in genotypes with and without wheat-rye translocations in a certain ratio. An example is the highly heat-resistant variety of strong wheat Oktava Odeska, which is included in the State Register for dissemination in all agroclimatic zones of Ukraine.

Keywords: *bread winter wheat, recombinant lines, baking quality, wheat-rye translocations 1AL.1RS and 1BL.1RS*