

diseases that are included in the work collection. Resistance to the three diseases displayed: to bunt, leaf rust and septoriosiis - Phyto 33/08, Phyto 14/08, Phyto 29/08, Phyto 16/08, L 683-12, Sibakovskaya jubileynaya; to powdery mildew, leaf rust and septoriosiis - Aktsent, Panyanka, Zuzuk, Uralosibirskaya, Sonata, Lutescens 13, Aestina, Multi 6R, Saturn. Among the samples with group resistance to diseases, there are identified carriers of early ripeness - Cheremshina; increased yields - Panyanka, Omskaya krasota, Omskaya 41, Chernozemnuralskaya 2, NAK 184-p/11, L683-12, L685-12; large seed – Panyanka, Omskaya krasota. 21 samples have been identified as standards of levels of resistance to diseases and intra-stem pests. Based on the identified standards and resistance sources, a working collection on complex resistance to diseases and pests, group and individual resistance to diseases was formed and registered; it consists of 74 samples originating from 11 world countries. Use of this collection helps to increase the efficiency of breeding of spring bread wheat for resistance to diseases and pests.

Keywords: *spring bread wheat, gene pool, diseases, pests, resistance, sources, collection.*

УДК 633.11:575:581.16

ДІДЕНКО С.Ю.¹, РЕЛІНА Л.І.¹, УСОВА З.В.¹, ВЕЧЕРСЬКА Л.А.¹, МОЦНИЙ І.І.², БОГУСЛАВСЬКИЙ Р.Л.¹

¹ Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва, НААН
Московський проспект, 142, Харків, 61060, Україна

E-mail: svitlanadidenko1976@gmail.com

² Селекційно-генетичний інститут –

Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення НААН
Овідіопольська дорога, 3/13, Одеса, 65036, Україна

СТВОРЕННЯ ЛІНІЙ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ М'ЯКОЇ З ЗАЛУЧЕННЯМ ГЕНЕТИЧНОЇ ПЛАЗМИ *THINOPYRUM INTERMEDIUM*

У статті наведена характеристика ліній пшениці м'якої озимої поколінь F₅ та F₈, отриманих від схрещувань пшениці м'якої озимої сортів Лютиця та Гордовита із зразком неповного амфідиплоїда пшениці м'якої з пирієм проміжним *Thinopyrum intermedium* (Host) BARKWORTH & D.R. DEWEY, UA0500064 (2n=42). Наявність інтрогресій доведена за допомогою молекулярних маркерів – запасних білків ендосперму спирторозчинної фракції (гліадинів), спектри яких було проаналізовано методом електрофорезу в поліакриламідному гелі. Наведено середні дані за три роки (2013 – 2015 рр.) щодо технологічної та хлібопекарської оцінки інтрогресивних ліній пшениці м'якої озимої, створених за участі зразка UA0500064. За показниками склоподібності, вміст клейковини та білка в зерні досліджені сім'ї належать до пшениць-філерів, але за показниками якості клейковини, сила борошна, об'ємний вихід хліба з 100 г борошна та загальна хлібопекарська оцінка вони належать до поліпшувачів, що свідчить про відсутність безпосереднього зв'язку між вмістом білка та якістю борошна і хліба, доцільність аналізу компонентного складу білків клейковини. Отримані сім'ї можна рекомендувати як вихідний матеріал в селекції пшениці озимої м'якої для покращення показників якості майбутніх сортів. Підтверджено перспективність залучення амфідиплоїду пшениця м'яка-*Thinopyrum intermedium* UA0500064 до селекції пшениці озимої м'якої хлібопекарського напрямку використання.

Ключові слова: *пшениця, амфідиплоїд, Thinopyrum intermedium, гліадин, хлібопекарська оцінка, технологічні якості, міжвидова гібридизація.*

ВСТУП

Успіх практичної селекції великою мірою залежить від широти генетичного різноманіття вихідного матеріалу [1]. Загальновідомо, що спадковий потенціал господарсько-цінних ознак має певні обмеження, і для отримання реальних результатів селекція вимагає його розширення. Велику небезпеку становить також проблема звуження генетичної плазми у зв'язку з вирощуванням на великих площах однорідних і схожих за рядом ознак сортів, які часто мають у родоводі спільні форми, що загрожує втратою урожаю в разі масштабних епіфітотій. Одним зі шляхів вирішення цієї проблеми є використання генетичного потенціалу видів-співродичів. Світові генетичні ресурси рослин розглядаються в усьому світі як основне джерело покращення сільськогосподарських культур. Створення джерел та донорів цінних господарських ознак у більшості випадків базується на світових генетичних ресурсах або колекціях рослин, що культивуються та їх диких співродичів. Розкриття потенціалу генетичних ресурсів за основними біологічними та селекційними ознаками забезпечує генетичну базу для реалізації селекційних програм різних напрямків [2]. Одним з найбільш перспективних підходів при оцінці складних генетичних систем, які виникають у результаті віддаленої гібридизації, є використання білкових маркерів, за допомогою яких аналізують поліморфізм їх білкових продуктів [3,4,5]. Поліморфізм білків виявляється методом електрофорезу в гелях, які базуються на використанні відмінностей між білками за електрофоретичною рухомістю, яка в свою чергу, залежить від заряду, маси та форми молекул.

Всі ці характеристики детерміновані первиною структурою білка, яка кодується певним геном. Сукупність білків при електрофорезі дає специфічний спектр компонентів, який несе цінну інформацію про структуру геному. Принципово важливо, що насіння – це фіксована стадія онтогенезу. Запасні білки насіння залишаються константними багато років. Відтворюваність результатів по електрофорезу запасних білків дуже добра [6, 7, 8]. З використанням запасних білків насіння в ролі молекулярних маркерів пов'язані реальні практичні досягнення в ідентифікації та реєстрації сортів найважливіших сільськогосподарських культур, в насінництві та насінневому контролі, що закріплено у рішеннях такої авторитетної міжнародної організації як ISTA та ряду інших [9,10,11]. Види-співродичі, які використовуються для віддаленої гібридизації, як правило, мають специфічні за електрофоретичною рухомістю та інтенсивністю прояву компоненти білків, які з успіхом можуть бути використані як молекулярні маркери інтрогресій.

Одним з багатообіцяючих видів-донорів цінних ознак при міжвидовій гібридизації вважається пирій середній – *Thinopyrum intermedium* (Host) Barkworth & D.R. Dewey, (синоніми: *Agropyron aucheri* Boiss., *A. glaucum* (Desf. Ex DC.) Roem. et Schult., *A. intermedium* (Host) Beauv., *A. trichophorum* (Link) K.Richt., *Elytrigia intermedia* (Host) Nevski) – аллогескаплоїд з рівнем плоїдності ($2n = 6x = 42$). Ця багаторічна форма характеризується стійкістю до осипання та полягання, має порівняно крупне скловидне насіння [12]. При схрещуванні *Th. intermedium* передає рослинам пшениці гени стійкості до листової, стеблової та жовтої іржі [13,14,15], а також борошнистої роси [14,15,16,17,18]. Є також дані, що *Th. intermedium* є стійким до вірусу мозаїки пшениці [19], вірусу смугастої мозаїки пшениці [19, 20] та його переносника кліща *Aceria tosichella* [20], вірусу жовтої карликовості ячменю [21,22], випрівання [23], червоної фузаріозної гнилі пшениці [24], глазкової плямистості злаків [25]. Ці гени, передані пшениці, сприяють збільшенню врожайності і зимостійкості під час екологічних стресів. *Th. intermedium* також має гени, які покращують хлібопекарські властивості борошна при гібридизації. Хліб довше залишається свіжим [26]. Отже *Th. intermedium* є джерелом збагачення генофонду пшениці комплексом цінних генів. Ефективним шляхом переносу генів від пирію у пшеницю є використання амфідиплоїда, у якому поєднані геноми обох рослин, як «містка».

У 90 роки ХХ ст. болгарський генетик і тритиколог Іван Панайотов люб'язно передав створений ним неповний амфідиплоїд пшениці м'якої з пирієм середнім *Thinopyrum intermedium* ($2n=42$). Геном АД UA0500064 не є простою сумою геномів батьків

– пшениці та *Th. intermedium*, а, очевидно, сформувався як наслідок рекомбінації і втрати частини хромосом гібриду, стабілізувавшись на рівні $2n=42$. Це дає підставу розглядати його як неповний амфідиплоїд. Проте, він несе значну частину спадкової основи дикого виду *Th. intermedium*, у т.ч. генів, що контролюють показники якості зерна.

Цей амфідиплоїд було включено до Національного генбанку рослин України під номером Національного каталогу UA0500064, оцінено за комплексом ознак і включено у схрещування з сортами пшениці м'якої озимої Лютиця та Гордовита селекції Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН.

Метою наших досліджень було встановити цінність амфідиплоїда (АД) UA0500064 як джерела високих якостей зерна при гібридизації з пшеницею м'якою озимою.

МАТЕРІАЛИ, МЕТОДИ ТА УМОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Польові експерименти були проведені на дослідному полі Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН України в 2010-2015 рр. Грунтовий покрив дослідних полів представлений чорноземом типовим потужним з вмістом гумусу 5,8 % із високою природною родючістю. Агрокліматичні умови у роки досліджень були контрастними: 2010, 2012 та 2013 роки характеризувалися як гостро посушливі, 2015 – як посушливий, 2011 і 2014 – як роки з надмірним зволоженням. Це дало змогу достовірно оцінити показники якості зерна, які, як відомо, залежать від умов вегетації. У цілому ж умови температури та зволоження у східній частині Лісостепу України у роки досліджень дозволили рослинам пшениці озимої м'якої та споріднених культурних і диких видів пройти повний цикл розвитку. При виконанні роботи використовували класичні методики [27, 28]. Сорти пшениці м'якої озимої Лютиця та Гордовита селекції Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН, які використовували як материнські форми, схрещували з АД UA0500064 як батьківською формою. Основний метод запилення – краснодарський. Сорт Лютиця характеризувався високою морозостійкістю (на рівні 9 балів) та стійкістю до інших несприятливих погодних умов, які все частіше спостерігаються на території Східного Лісостепу України. Гордовита – це високоврожайний ранньостиглий сорт універсального типу, толерантний до основних захворювань і невимогливий до умов вирощування. Доборами у потомстві гібридів створено сім'ї пшениці, які аналізували за ознаками якості зерна: ЛО 146/15 – F₅ Лютиця / АД UA0500064; ЛО 105/15 – F₈ Гордовита / АД UA0500064. Сім'ї були вирівняними за морфологічними ознаками рослин і показниками якості зерна. Вміст білка визначали методом К'ельдаля [29, 30]. Спектри гліадинів вивчали методом електрофорезу в кислому середовищі [5, 31, 32]. Технологічну та хлібопекарську характеристику зерна та борошна інтрогресивних сімей пшениці м'якої озимої проводили, як описано в [33].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Отримані в ході віддаленої гібридизації форми характеризувалися унікальним спектром запасних білків спирторозчинної фракції (гліадинів) як за електрофоретичною рухомістю, так і за інтенсивністю прояву компонентів (рис. 1 і 2).

Використання запасних білків у ролі білкових маркерів сприяє точному та досить швидкому визначенню геномного та хромосомного складу зразка, аналізу морфологічно однорідних популяцій, виявленню біотипів, які зовні не відрізняються за морфологічними ознаками. На рис. 1 і 2 показано різноманітність спектрів гліадинів сімей ЛО 146/15 та ЛО 105/15, отриманих від схрещування сортів відповідно Лютиця та Гордовита з АД UA0500064. Найбільш різноманітними, були компоненти гліадинових спектрів у зонах ω (рис. 1) і γ (рис. 2). Більшість компонентів гліадинових спектрів пшениці м'якої в цих зонах, за літературними даними, кодуються хромосомами субгеному D [3,4]. Доведено, що хлібопекарські якості пшениці м'якої визначаються складним комплексом генів, локалізованих саме в цьому субгеномі [8]. У ньому знаходяться генетичні фактори, які відповідають за синтез ліпопротеїда, який має в своєму складі дигалактозилдигліцерид,

який, у свою чергу, забезпечує міцність та еластичність тіста, його газотримуючу здатність, об'єм хліба тощо.

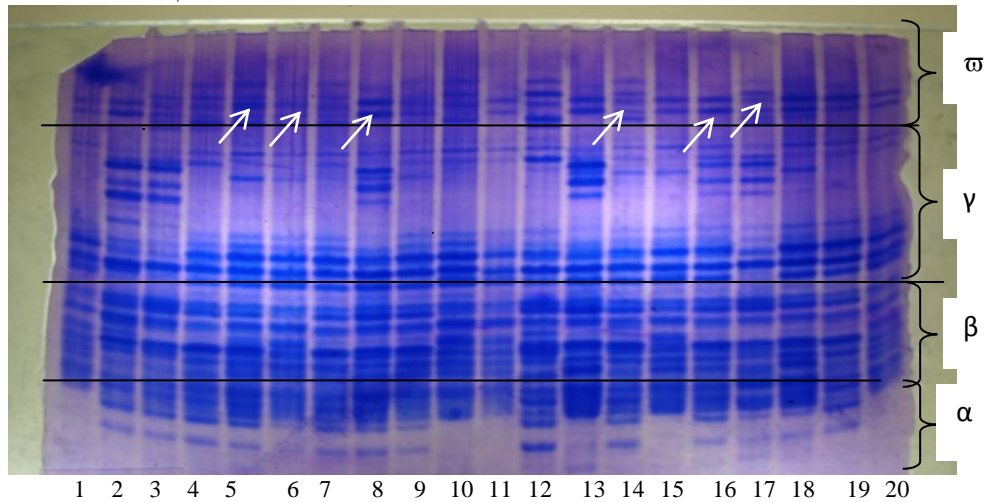


Рис. 1. Різноманітність спектрів гліадину рослин F₅, сім'ї ЛО 146/15 (2013 р.)
 1, 11, 20 – Безоста 1; 2, 3 – АД UA0500064; 4, 19 – Лютиця; 5-9, 12-18 – ЛО 146/15.
 Білими стрілками вказано компоненти спектру, привнесені від АД UA0500064

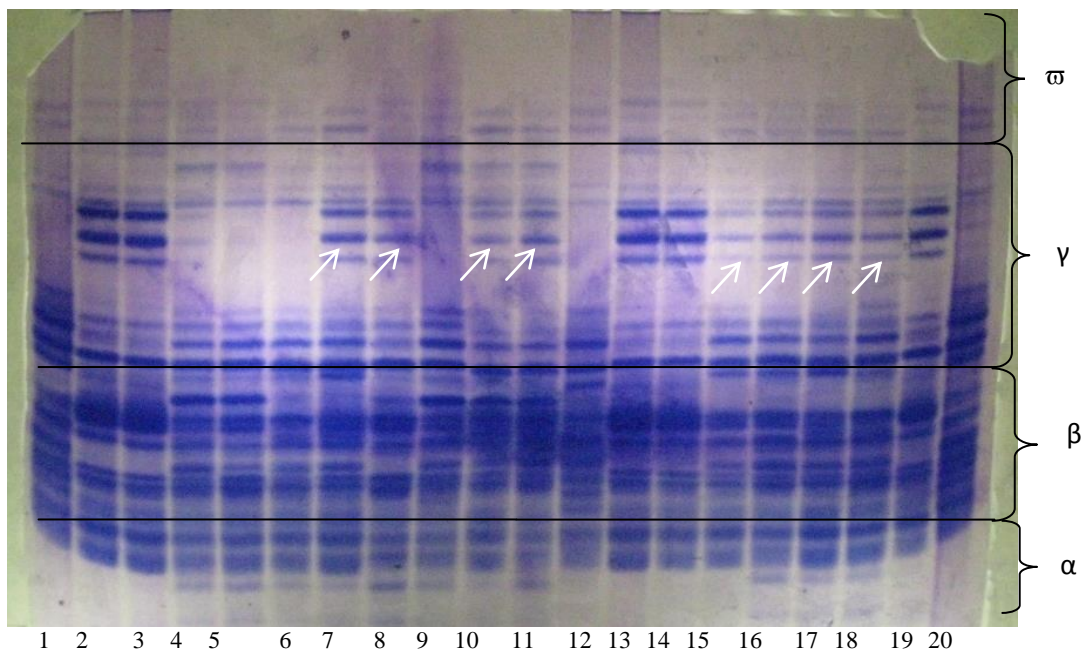


Рис. 2. Спектри гліадинів індивідуальних рослин сім'ї ЛО-105 /15 (2016 р.).
 1, 12, 20 – Безоста 1; 2, 3, 13, 14, 19 – АД UA0500064; 4 – 6 – Гордовита; 7-11, 15 –18
 спектри гліадину індивідуальних рослин ЛО 105/15.
 Білими стрілками вказано компоненти спектру, привнесені від АД UA0500064.

Широкий поліморфізм компонентів в ω-зоні, які, за літературними даними [3, 4, 8], кодуються хромосомою 1D, привнесені від АД UA0500064 з його складною геномною структурою). Це передбачає перспективи для добору високоякісних, високоврожайних та стійких генотипів пшениці – основи майбутніх сортів.

За рівнями натурити та склоподібності (табл. 1) зерно отриманих ліній належить до першого класу. У таблиці 1 наведено середні трирічні дані щодо хлібопекарської оцінки інтрогресивних ліній ЛО-146 /15 та ЛО-105 /15, створених за участі АД UA0500064, у порівнянні зі стандартом – сортом пшениці м'якої озимої Подолянка.

Таблиця 1. Технологічна характеристика зерна та борошна зразків у порівнянні зі стандартом – сортом Подолянка, середнє за 2013 – 2015 рр.

Зразок -	Нагура, г/л	Склоподібність, %	Вміст білка в зерні, %	Вміст клейковини в борошні, %	Якість клейковини		Пружність тіста (P), мм	Розтяжність тіста (L), мм	Збалансованість (P/L)	Сила борошна, о.а.	Індекс еластичності, (Ie), %	Об'єм. вихід хліба з 100 г борошна, мл	Загальна хлібопекарська оцінка, бал
					д. ВДК	Група							
ЛО 146 /15	772	58	11,8	21,0	40	II	117	96	1,2	410	64	700	9,0
Лютиця	836	60	13,0	23,0	35	II	55	104	0,5	183	45	710	9,0
ЛО 105 /15	770	65	12,9	21,8	50	I	60	97	0,6	390	56	690	9,0
Гордовита	796	50	11,5	19,0	45	I	112	46	2,4	262	55	630	8,6
Подолянка, стандарт	776	33	12,4	24,0	75	I	60	92	0,7	209	57	680	8,9
НІР ₀₅	4,0	0,3	0,1	0,1	0,3		0,3	0,5	0,05	1,0	0,3	3,0	–

Як видно з таблиці 1, генні комплекси, успадковані інтрогресивними лініями від АД UA0500064, суттєво впливають на показники якості зерна. Такі інтрогресивні є надійним вихідним матеріалом для селекції нових високоякісних сортів пшениці м'якої озимої з високим вмістом білка. Слід зауважити, що за показниками склоподібність, вміст клейковини в зерні та вміст білка в зерні досліджені сім'ї належать до пшениць-філерів, але за показниками якості клейковини, сила борошна, об'ємний вихід хліба з 100 г борошна та загальна хлібопекарська оцінка вони належать до поліпшувачів. Це можна пояснити відсутністю безпосереднього зв'язку між вмістом білка та якістю борошна і хліба. Скоріше, слід звертати увагу на компонентний склад білків клейковини [34].

Таким чином, встановлено наявність в амфідиплоїді UA0500064 генетичної основи підвищених хлібопекарських якостей зерна, які привнесені пирієм *Th. intermedium*.

ВИСНОВКИ

Підтверджено перспективність залучення амфідиплоїда «*Wheat/Thinopirum intermedium*» UA0500064 до селекції пшениці озимої м'якої хлібопекарського напрямку використання. Створені сім'ї рекомендується використовувати як вихідний матеріал у селекції пшениці м'якої озимої на високі хлібопекарські властивості.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Farooq, S. Wild species germ plasm: A vital source for creation of genetic variability IPGRIWANA Newsletter. 1994. № 4. P. 1-2
2. Конарев В. Г., Конарев А. В., Губарева Н. К., Пенева Т. И. Белки семян как маркеры в решении проблем генетических ресурсов растений, селекции и семеноводства. Цитология и генетика. 2000. Т. 34. № 2. С. 91-104.
3. Созинов А. А. Полиморфизм белков и его значение в генетике и селекции. М.: Наука. 1985. С. 134–152.
4. Созинов А. А., Попереля Ф. А. Полиморфизм глиадины и возможности его использования. Растительные белки и их биосинтез. М.: Наука. 1975. С. 65-76.
5. Созинов А. А., Попереля Ф. А., Стаханова А. И. Использование электрофореза глиадинов в селекции на качество. Вестник с.-х. Науки. 1974. Т. 7. С. 99-108
6. Конарев В. Г. Белки растений как генетические маркеры. М.: Колос. 1983. 320с.

7. Autran J.C. and Bourdet A. L'identification des varietes de ble: etablisement d'un tableau general de determination fonde sur le diagramme electrophoretique des gliadines du grain. *Ann. Amelior. Plantes*, 1975. Vol.25. No 3. P. 227-301.
8. Bushuk W. and Zillman R. Wheat cultivar identification by gliadin electrophoregrams . I. Apparatus, method and nomenclature. *Can. J. Plant Sci.* 1978. No 58. P. 505-515.
9. Cooke R. J. The standardization of electrophoresis methods for variety identification. In: *Biochemical Identification of varieties (Materials III International Symposium ISTA, Leningrad, USSR, 1978)*. VIR, Leningrad. USSR. 1988. P. 14-27.
10. Cooke R. J. Modern methods for cultivar verification and the transgenic plant challenge. *Abstracts of the 25th International Seed Testing Congress (Pretoria, April 15-24, 1998)*, ISTA. Zurich, 1998. P 9-10.
11. Li GR, Wang HJ, Lang T et al. New molecular markers and cytogenetic probes enable chromosome identification of wheat-Thinopyrum intermedium. *Planta*. 2016. No 244. P. 865-876.
12. Wagoner P., Schauer A. Intermediate wheatgrass as a perennial grain crop. In: *Advances in new crops* ed. by J. Janick and J.E. Simon. Timber Press. Portland. OR, 1990. P. 143-145.
13. Bao Y., Li X., Liu S., Cui F., Wang H. Molecular cytogenetic characterization of a new wheat-Thinopyrum intermedium partial amphiploid resistant to powdery mildew and stripe rust. *Cytogenet Genome Res.* 2009. Vol. 4. No 126. P. 390-395.
14. Chang Z.J., Zhang X.J., Yang Z.J. et al. Characterization of a partial wheat-Thinopyrum intermedium amphiploid and its reaction to fungal diseases of wheat. *Hereditas*. 2010 Vol. 6. No. 147. P. 304-312.
15. Li X., Liu T., Chen W., Zhong S., et al. Wheat WCBP1 encodes a putative copper-binding protein involved in stripe rust resistance and inhibition of leaf senescence. *BMC Plant Biol.* 2015. No. 15. P. 239.
16. He R., Chang Z., Yang Z. et al. Inheritance and mapping of powdery mildew resistance gene Pm43 introgressed from Thinopyrum intermedium into wheat. *Theor Appl Genet.* 2009 Vol. 6. No. 118. P. 1173-1180.
17. Georgieva M., Sepsi A., Tyankova N., Molnár-Láng M. Molecular cytogenetic characterization of two high protein wheat-Thinopyrum intermedium partial amphiploids. 2011. Vol. 3. No. 52. P. 269-277.
18. Shen XK., Ma LX., Zhong SF. et al. Identification and genetic mapping of the putative Thinopyrum intermedium-derived dominant powdery mildew resistance gene PmL962 on wheat chromosome arm 2BS. *Theor. Appl. Genet.* 2015. Vol 3. No. 128. P.517-528.
19. Danilova T.V., Zhang G., Liu W., Friebe B., Gill B.S. Homoeologous recombination-based transfer and molecular cytogenetic mapping of a wheat streak mosaic virus and Triticum mosaic virus resistance gene Wsm3 from Thinopyrum intermedium to wheat. *Theor. Appl. Genet.* 2017. Vol. 3. No. 130. P. 549-556.
20. Chen Q., Conner R.L., Li H.J. et al. Molecular cytogenetic discrimination and reaction to wheat streak mosaic virus and the wheat curl mite in Zhong series of wheat-Thinopyrum intermedium partial amphiploids. *Genome*. 2003. Vol. 1. No. 46. P. 135-145.
21. Crasta O.R., Francki M.G., Bucholtz D.B. et al. Identification and characterization of wheat-wheatgrass translocation lines and localization of barley yellow dwarf virus resistance. *Genome*. 2000. Vol. 4. No. 43. P. 698-706.
22. Zhan H., Zhang X., Li G. et al. Molecular characterization of a new wheat-Thinopyrum intermedium translocation line with resistance to powdery mildew and stripe rust. *J. Mol Sci.* 2015. Vol. 1. No. 16. P. 2162-2173.
23. Liu X, Yang L, Zhou X et al. Transgenic wheat expressing Thinopyrum intermedium MYB transcription factor TiMYB2R-1 shows enhanced resistance to the take-all disease. *J Exp Bot.* 2013. Vol. 8. No. 64. P. 2243-2253.
24. Zeng J, Cao W, Fedak G et al. Molecular cytological characterization of two novel durum Thinopyrum intermedium partial amphiploids with resistance to leaf rust, stem rust and Fusarium head blight. *Hereditas*. 2013. Vol. 1. No. 150. P. 10-16.

25. Li H.J., Arterburn M., Jones S.S., Murray T.D.. Resistance to eyespot of wheat, caused by *Tapesia yallundae*, derived from *Thinopyrum intermedium* homoeologous group 4 chromosome. *Theor Appl Genet.* 2005. Vol. 5. No. 111. P. 932-940.
26. Garg M., Mikiko Y., Hiroyuki T., Hisashi T. Introgression of useful genes from *Thinopyrum intermedium* to wheat for improvement of bread-making quality. *Plant Breeding.* 2014. Vol. 3. No. 133. P. 327–334.
27. Методические указания по изучению мировой коллекции пшеницы: под ред. В. Ф. Дорофеева. Л.: ВИР, 1977. 28 с.
28. Охорона прав на сорти рослин: офіційний бюлетень: Ред. В.В. Волкодав. М-во аграр. політики, Держ. служба з охорони прав на сорти рослин. Вип. 1, Ч. 3: Методика державного випробування сортів рослин на придатність до поширення в Україні: загальна частина. К.: Алефа, 2003. 106 с.
29. Kjeldahl, J. "Neue Methode zur Bestimmung des Stickstoffs in organischen Körpern" (New method for the determination of nitrogen in organic substances). *Zeitschrift für analytische Chemie.* 1983. Vol. 22. No 1. P. 366-383.
30. ГОСТ 10846-91 Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка.
31. Protein electrophoresis: application guide. San Francisco: Hoefer scientific instruments, 1994. 106 p.
32. Методика добору інтрогресивних генотипів пшениці за допомогою електрофорезу запасних білків у поліакриламідному гелі ; підгот. :С. Ю. Діденко, З. В. Усова, Л. П. Копитіна, Р. Л. Богуславський, О. В. Голік, Т. В. Сахно, Л. І. Буряк, Т. М. Дворніченко, Т. А. Шелякіна, Н. К. Ільченко, О. О. Посилаєва, О. М. Росанкевич. НААН, Ін-т рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН. Х., 2015. 23 с
33. Оценка качества зерна: Справочник. Сост.: И. И. Василенко, В. И. Комаров. М.: Агропромиздат, 1987. 208 с.
34. Wan Y., Gritsch C.S, Hawkesford M.J., Shewry P.R. Effects of nitrogen nutrition on the synthesis and deposition of the ω -gliadins of wheat. *Ann Bot.* 2014. Vol. 4. No. 113. P. 607-615.

REFERENCES

1. Farooq, S. Wild species germ plasm: A vital source for creation of genetic variability IPGRIWANA. Newsletter. 1994; 4: 1-2.
2. Konarev VG, Konarev AV, Gubareva NK, Peneva TI. Seed proteins as markers in solving problems of plant genetic resources, breeding and seed production. *Tsitologiya i Genetika.* 2000; 34 (2): 91-104.
3. Sozinov AA. Polymorphism of proteins and its significance in genetics and breeding. М.: Nauka; 1985. p 134-152.
4. Sozinov AA, Poperelya FA Polymorphism of gliadins and possibilities of its use. *Vegetable proteins and their biosynthesis.* М.: Nauka; 1975. p 65-76.
5. Sozinov AA, Poperelya FA, Stakhanova AI. Use of gliadin electrophoresis in breeding for quality. *Vesnik Selsko-Khossyaistvennykh Nauk.* 1974; 7: 99-108.
6. Konarev VG. Plant proteins as genetic markers. М.: Kolos; 1983. 320 p.
7. Autran JC, Bourdet AL'identification des varietes de ble: etablisement d'un tableau general de determination fonde sur le diagramme electrophoretique des gliadines du grain. *Ann. Amelior. Plantes.* 1975; 25(3): 227-301.
8. Bushuk W, Zillman R. Wheat cultivar identification by gliadin electrophoregrams. I. Apparatus, method and nomenclature. *Can. J. Plant Sci.* 1978; 58: 505-515.
9. Cooke RJ. The standardization of electrophoresis methods for variety identification. In: *Biochemical Identification of varieties (Materials III International Symposium ISTA, Leningrad, USSR, 1978).* VIR, Leningrad; 1988. p 14-27.
10. Cooke RJ. Modern methods for cultivar verification and the transgenic plant challenge. Abstracts of the 25th International Seed Testing Congress (Pretoria, April 15-24, 1998), ISTA. Zurich; 1998. p 9-10.

11. Li GR, Wang HJ, Lang T, Li JB, et al. New molecular markers and cytogenetic probes enable chromosome identification of wheat *Thinopyrum intermedium*. *Planta*; 2016. 244: 865-876.
12. Wagoner P., Schauer A. Intermediate wheatgrass as a perennial grain crop. In: *Advances in new crops* ed. by J. Janick and J.E. Simon. Timber Press. Portland. OR, 1990. P. 143-145.
13. Bao Y, Li X, Liu S, Cui F, Wang H. Molecular cytogenetic characterization of a new wheat-*Thinopyrum intermedium* partial amphiploid resistant to powdery mildew and stripe rust. *Cytogenet Genome Res.* 2009; 4(126): 390-395.
14. Chang ZJ, Zhang XJ, Yang ZJ. et al. Characterization of a partial wheat-*Thinopyrum intermedium* amphiploid and its reaction to fungal diseases of wheat. *Hereditas.* 2010; 6(147): 304-312.
15. Li X, Liu T, Chen W, Zhong S, et al. Wheat WCBP1 encodes a putative copper-binding protein involved in stripe rust resistance and inhibition of leaf senescence. *BMC Plant Biol*; 2015. 15: 239.
16. He R, Chang Z, Yang Z. et al. Inheritance and mapping of powdery mildew resistance gene Pm43 introgressed from *Thinopyrum intermedium* into wheat. *Theor. Appl. Genet.* 2009; 6(118): 1173-80.
17. Georgieva ML, Sepsi A, Tyankova N, Molnár-Láng M. Molecular cytogenetic characterization of two high protein wheat-*Thinopyrum intermedium* partial amphiploids. *J Appl Genet.* 2011; 3(52): 269-277.
18. Shen XK, Ma LX, Zhong SF, et al. Identification and genetic mapping of the putative *Thinopyrum intermedium*-derived dominant powdery mildew resistance gene PmL962 on wheat chromosome arm 2BS. *Theor. Appl. Genet.* 2015; 3(128): 517-528.
19. Danilova TV, Zhang G, Liu W, Friebe B, Gill BS. Homoeologous recombination-based transfer and molecular cytogenetic mapping of a wheat streak mosaic virus and *Triticum* mosaic virus resistance gene Wsm3 from *Thinopyrum intermedium* to wheat. *Theor. Appl. Genet.* 2017; 3 (130): 549-556.
20. Chen Q, Conner RL, Li HJ, et al. Molecular cytogenetic discrimination and reaction to wheat streak mosaic virus and the wheat curl mite in Zhong series of wheat-*Thinopyrum intermedium* partial amphiploids. *Genome.* 2003; 1(46): 135-145.
21. Crasta OR, Francki MG, Bucholtz D. et al. Identification and characterization of wheat-wheatgrass translocation lines and localization of barley yellow dwarf virus resistance. *Genome.* 2000; 4 (43): 698-706.
22. Zhan H, Zhang X, Li G. et al. Molecular characterization of a new wheat-*Thinopyrum intermedium* translocation line with resistance to powdery mildew and stripe rust. *J. Mol Sci.* 2015; 1(16): 2162-73.
23. Liu X, Yang L, Zhou X. et al. Transgenic wheat expressing *Thinopyrum intermedium* MYB transcription factor TiMYB2R-1 shows enhanced resistance to the take-all disease. *J Exp Bot.* 2013; 8 (64): 2243-53.
24. Zeng J, Cao W, Fedak G et al. Molecular cytological characterization of two novel durum *Thinopyrum intermedium* partial amphiploids with resistance to leaf rust, stem rust and Fusarium head blight. *Hereditas.* 2013; 1(150): 10-16.
25. Li HJ, Arterburn M, Jones SS, Murray TD. Resistance to eyespot of wheat, caused by *Tapesia yellundae*, derived from *Thinopyrum intermedium* homoeologous group 4 chromosome. *Theor Appl Genet.* 2005; 5(111): 932-940.
26. Garg M, Mikiko Y, Hiroyuki T, Hisashi T. Introgression of useful genes from *Thinopyrum intermedium* to wheat for improvement of bread-making quality. *Plant Breeding.* 2014; 3(133): 327-334.
27. *Methodical instructions for studying the world wheat collection*: ed. by VF Dorofeyev. L.: VIR, 1977. 28 p.
28. *Plant variety rights protection. Official bulletin*: ed. by VV Volkodav. Ministry of Agrarian Policy, State Service for the Protection of Rights to Plant Varieties. Issue 1, Part 3 "Methods

- of state trials of plant varieties for fitness to spread in Ukraine: general part. K.: Alefa; 2003. 106 p.
29. Kjeldahl J. Neue Methode zur Bestimmung des Stickstoffs in organischen Körpern" (New method for the determination of nitrogen in organic substances). Zeitschrift für analytische Chemie. 1983; 22(1): 366-383.
 30. State standard 10846-91 10846-91 Grain and products of its processing. Method for determination of protein.
 31. Protein electrophoresis: application guide. San Francisco: Hoefer scientific instruments; 1994. 106 p.
 32. A method of selection of introgressive wheat genotypes by electrophoresis of storage proteins in polyacrylamide gel; prepared by SYu Didenko, ZV Usova, LP Kopytina, RL Bohuslavskiy, OV Holik, TV Sakhno, LI Buriak, TM Dvornichenko, TA Sheliakina, NK Ilchenko, OO Posylaieva, OM Rosankevych. NAAS, Institute of Plant Production named after VYa Yuriev NAAS. Kh.; 2015. 23 p.
 33. Grain quality assessment: Manual. Compiled by: II Vasilenko, VI Komarov. M.: Agropromizdat; 1987. 208 p.
 34. Wan Y, Gritsch CS, Hawkesford MJ, Shewry PR. Effects of nitrogen nutrition on the synthesis and deposition of the ω -gliadins of wheat. Ann Bot. 2014; 4(113): 607-615.

Диденко С. Ю.¹, Релина Л. И.¹, Усова З. В.¹, Вечерская Л. А.¹, Мощный И. И.²,
Богуславский Р. Л.¹

¹Институт растениеводства им. В.Я. Юрьева НААН

Московский пр., 142, Харьков, 61060, Украина

E-mail: svitlanadidenko1976@gmail.com

²Селекционно-генетический институт –

Национальный центр семеноведения и сортоизучения НААН

Овидиопольская дорога, 3/13, Одесса, 65036, Украина

СОЗДАНИЕ ЛИНИЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ С ПРИВЛЕЧЕНИЕМ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ПЛАЗМЫ *THINOPYRUM INTERMEDIUM*

Введение. Пырей обыкновенный *Thinopyrum intermedium* (Host) Barkworth & D.R. Dewey, считается перспективным видом благодаря легкости обмолота и уборки, относительной крупнозерности, устойчивости к осыпанию и полеганию. *Th. intermedium* по показателям питательности сходен с пшеницей и обладает генами, которые при гибридизации с пшеницей улучшают хлебопекарные свойства муки. Кроме того, имеется много доказательств того, что гибридизация *Th. intermedium* с пшеницей – это эффективный способ переноса в культурную пшеницу устойчивости к грибковым заболеваниям – бурой листовой, стеблевой и желтой ржавчинам, а также к мучнистой росе. Имеются также данные, что *Th. intermedium* устойчив к вирусу мозаики пшеницы, вирусу полосатой мозаики пшеницы и его переносчику клещу *Aceria tosichella*, вирусу желтой карликовости ячменя, выпреванию, фузариозу, ризоктониозу, глазковой пятнистости злаков. Эти гены, переданные пшенице, способствуют увеличению урожайности и зимостойкости во время действия стрессовых факторов окружающей среды. Результаты гибридизации *Th. intermedium* с пшеницей были описаны в литературе. Эффективным путем переноса генов от пырея в пшеницу является использование в качестве «мостика» амфидиплоида, в котором объединены геномы обоих растений. Основываясь на этой информации, целью нашей работы было оценить перспективность скрещивания пшеницы мягкой озимой с амфидиплоидом (АД) пшеница мягкая–*Th. intermedium* UA0500064 для создания пшеничных линий с улучшенным качеством зерна.

Материалы, методы и условия исследования. Полевые эксперименты проводились на опытных участках Института растениеводства им. В.Я. Юрьева НААН в 2010-2015 годах. Почва - чернозем. Гибридные комбинации были получены путем скрещивания сортов озимой пшеницы Лютица и Гордовита, выведенных в Институте растениеводства им. В.Я. Юрьева, с образцом АД UA0500064. Содержание белка определяли методом Кьельдаля. Спектры глиадинов изучали с помощью электрофореза в полиакриламидном геле в кислой среде. Технологическая и хлебопекарная оценка зерна и муки интрогрессивных форм озимой мягкой пшеницы была проведена по общепринятым методикам.

Результаты и обсуждение. В статье описываются линии поколений F₅ и F₈, полученные в результате скрещивания сортов пшеницы мягкой озимой, соответственно, Лютица и Гордовита с АД UA0500064. Наличие интрогрессий было подтверждено молекулярными маркерами — запасными белками эндосперма глиадинами, спектры которых были проанализированы с помощью электрофореза в полиакриламидном геле. Представлены трехлетние (2013-2015) средние данные по технологическим и хлебопекарным качествам интрогрессивных линий пшеницы мягкой озимой, созданных на основе АД UA0500064. По твердости зерна, содержанию клейковины и белка в зерне исследуемых линий мы можем отнести их к пшеницам-филлерам, но по показателям качества клейковины, силы муки, объемного выхода хлеба из 100 г муки и общей хлебопекарной оценки они принадлежат к улучшителям, что указывает на отсутствие прямой зависимости между содержанием белка и качеством муки и хлеба, и что целесообразно анализировать состав белков клейковины.

Выводы. С участием АД UA0500064 созданы интрогрессивные линии с улучшенными показателями качества зерна, которые рекомендуется использовать в качестве исходного материала для селекции пшеницы озимой хлебопекарного направления.

Ключевые слова: пшеница, амфидиплоид, *Thinopyrum intermedium*, глиадин, хлебопекарная оценка, технологические качества, межвидовая гибридизация.

Didenko S. Yu.¹, Relina L. I.¹, Usova Z. V.¹, Vecherska L. A.¹, Mothnyi I. I.², Boguslavskiy R. L.¹

¹Plant Production Institute named after V. Ya. Yuriev of NAAS

142, Moscovskiy ave., Kharkiv, 61060, Ukraine

E-mail: svitlanadidenko1976@gmail.com

²Plant Breeding and Genetics Institute –

National Center of Seed and Cultivar Investigation

Ovidiopska doroga, 3, Odesa, 65036, Ukraine

CREATION OF BREAD WINTER WHEAT LINES WITH THE INVOLVEMENT OF THE GENETIC PLASMA OF *THINOPYRUM INTERMEDIUM*

Introduction. The success of practical breeding depends to a large extent on the genetic diversity of starting material. Intermediate wheatgrass *Thinopyrum intermedium* is considered a promising species due to the aroma, easy threshing and harvesting, large seeds, resistance to shedding and lodging. *Th. intermedium* is similar to wheat in terms of nutrition and has genes that improve baking properties of flour when hybridized with wheat. In addition, there is much evidence that hybridization of *Th. intermedium* with wheat is a method of transferring fungus resistance to domesticated wheat. *Th. intermedium* transfers genes conferring resistance to leaf, stem and stripe rusts as well as to powdery mildew. There is also evidence that *Th. intermedium* is resistant to Triticum mosaic virus, wheat streak mosaic virus and its carrier - mite *Aceria tosichella*, barley yellow dwarf virus, take-all disease, Fusarium head blight, sharp eyespot, and eyespot of cereals. These genes transferred to wheat contribute to increased yield capacity and winter hardiness during environmental stresses. Attempts to hybridize *Th. intermedium* with wheat

have been described in literature. Based on this information, we set the **Goal** to cross bread winter wheat with Wheat/*Th. intermedium* UA0500064 and to explore hybrid combinations.

Materials and Methods. The field experiments were conducted in plots of the Plant Production Institute nd. a VYa Yuriev NAAS of Ukraine in 2010-2015. Soil was chernozem. Hybrid combinations were obtained by crossing bread winter wheat varieties Liutytsia and Hordovyta bred at the Plant Production Institute nd. a VYa Yuriev with Wheat/*Th. intermedium* UA0500064. The protein content was determined by the Kjeldahl method. Gliadin patterns were studied by acid urea polyacrylamide gel electrophoresis. Technological and baking characterization of grain and flour of introgressive forms of bread winter wheat was carried out according to conventional methods.

Results and Discussion. The article describes F₅ and F₈ generations derived from crossing bread winter wheat varieties, respectively, Liutytsia and Hordovyta with Wheat/*Th. intermedium* UA0500064. The presence of introgressions was proven by molecular markers - endosperm storage proteins gliadins, patterns of which were analyzed by polyacrylamide gel electrophoresis. The three-year (2013-2015) average data on the technological and baking qualities of introgressive generations of bread winter wheat created on the basis of accession Wheat/*Th. intermedium* UA0500064 are presented. Judging from grain hardness, gluten and protein contents in grain of the combinations under investigation, we can attribute them to wheat fillers, but according to the values of gluten quality, flour strength, 100-gram bread volume and the total baking score, they belong to excellent improvers, indicating that there is no direct relationship between the protein content and quality of flour and bread and that it is expedient to analyze the component composition of gluten proteins.

Conclusions. The forms developed can be recommended to use as starting material in bread winter wheat breeding, and they have been included in the bread winter wheat collection of NCPGRU. Benefits of involving *Th. intermedium* in bread winter wheat breeding for baking quality were confirmed.

Keywords: *Thinopyrum intermedium*, wheat, gliadins, baking score, technological qualities, inter-species hybridization.

УДК 633.16:631.559:631.524.85

ГУДЗЕНКО В. М., ВАСИЛЬКІВСЬКИЙ С. П., ПОЛІЩУК Т. П.
Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла НААН
Центральне, Миронівський р-н., Київська обл., 08853, Україна
E-mail: barley22@ukr.net

ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА АДАПТИВНІСТЬ ЗРАЗКІВ ГЕНОФОНДУ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО В БАГАТОРІЧНИХ ВИПРОБУВАННЯХ У ЦЕНТРАЛЬНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Наведено результати багаторічних (2012-2016 рр.) випробувань в Миронівському інституті пшениці імені В. М. Ремесла НААН (МІП) 130 колекційних зразків ячменю ярого різного походження за врожайністю та адаптивністю. У різні роки на формування врожайності дослідженої вибірки зразків впливала низка абіотичних та біотичних чинників: нерівномірний розподіл і недостатня кількість опадів, підвищені температури повітря, вилягання, розвиток комплексу збудників хвороб. Середня по досліді врожайність варіювала від 336 г/м² у 2013 р. до 522 г/м² у 2015 р. Розмах врожайності між зразками у межах року становив 348-502 г/м². Абсолютний максимальний та мінімальний рівень врожайності коливався від 803 г/м² у сорту Konchita (DEU) в 2015 р. до 156 г/м² у лінії БЛ 01-75/99-2 (UKR) в 2013 р. Для