

СОЗІНОВ І.О.^{1✉}, КОЗУБ Н.О.^{1,2}, КАРЕЛОВ А.В.^{1,2}, ПИЛИПЕНКО Л.А.¹, БІДНИК Г.Я.^{1,2}, ДЕМ'ЯНОВА Н.О.^{1,2}, БЛЮМ Я.Б.², СОЗІНОВ О.О.²

¹ Інститут захисту рослин НААН,

Україна, 03022, м. Київ, вул. Васильківська, 33, e-mail: sia1953@mail.ru, natalkozub@gmail.com

² ДУ «Інститут харчової біотехнології і геноміки НАН України»,

Україна, 04123, м. Київ, вул. Осиповського, 2а

✉ sia1953@mail.ru, (097) 212-40-89, (044) 257-22-58

ПОРІВНЯННЯ ГРУП СОРТІВ *TRITICUM AESTIVUM* L. СТЕПУ І ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ ЗА МАРКЕРАМИ ГОСПОДАРЧО-ВАЖЛИВИХ ГЕНІВ

Дослідження історії селекції дозволяє вивчати пристосованість генотипів, що відбираються селекціонерами, до ґрунтово-кліматичних умов, прийомів агротехніки. Для цього зараз широко використовуються різні види ДНК-маркерів, тоді як першими маркерами, що дозволили виявити ряд закономірностей, були біохімічні, в першу чергу, запасні білки. На відміну від більшості ДНК-маркерів, які є нейтральними, локуси запасних білків є господарчо-важливими, оскільки продукти їх генів безпосередньо впливають на хлібопекарну якість борошна [1]. Ще однією групою важливих для селекції генів є гени стійкості до хвороб і шкідників, особливий інтерес становлять гени тривалої стійкості, як, наприклад, ген *Lr34/Yr18/Pm38/Sr57/Bdv1* помірної стійкості до низки біотрофних фітопатогенів [2].

Завдяки високому поліморфізму запасні білки (гліадини та високомолекулярні субодиниці глютенінів) широко використовувалися для дослідження різноманітності світових колекцій м'якої пшениці [3–7]. На основі аналізу особливостей складу алелів локусів запасних білків у сортів із різних селекційних центрів України в періоди 1910–1960 і 1960–1995 рр. та деяких інших селекційних центрів було сформульовано концепцію формування стабільних асоціацій генів у процесі селекції [7]. Згідно з нею, найбільш цінні асоціації генів, що походять від місцевих сортів або сформувалися через гібридизацію, зберігаються протягом тривалого часу в комерційних сортах певного регіону, а якісно новий етап селекції характеризується включенням нових генів або генних комплексів у такі асоціації. [7].

Метою цього дослідження було порівняння різноманітності озимих сортів пшениці м'якої, створених у двох основних агроєкологічних зонах України – Степу і Центральному Лісостепу, та визначення особливостей груп сортів, створених після 1995 р., за локусами запасних білків хромосом першої гомеологічної групи і деякими важливими генами стійкості до фітопатогенів: гена помірної стійкості до низки біотрофних патогенів *Lr34/Yr18/Pm38/Sr57/Bdv1* (далі *Lr34*), генів чутливості до токсинів А некротрофних грибів *Pyrenophora tritici-repentis* та *Stagonospora nodorum Tsn1*, чутливості до токсину Б *P. tritici-repentis Tsc2*, гена *TDF_076_2D* помірної стійкості до фузаріозу колоса, гена стійкості до вівсяної цистової нематоди (*Heterodera avenae* Woll.) *Cre-8*.

Матеріали і методи

За локусами запасних білків було проаналізовано 277 українських сортів пшениці м'якої озимої. Серед них було 128 сортів селекційних установ зони Центрального Лісостепу України: Миронівського інституту пшениці ім. В.М. Ремесла НААН (МІП), Інституту фізіології рослин і генетики НАН України (ІФРiГ), Білоцерківської дослідної станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН. Сорти зони Степу України (149) представлені 146 сортами Селекційно-генетичного інституту (СГІ) (м. Одеса) та 3 сортами (Тітона, Тронка, Шестопалівка), створеними Приватним сільськогосподарським дослідно-селекційним-підприємством «БОР» (с. Дачне, Одеська обл.). Вибірка сортів установ Центрального Лісостепу включала 35 сортів, створених до 1996 р., і 93 сорти – після 1995 р. Серед проаналізованих сортів зони Сте-

© СОЗІНОВ І.О., КОЗУБ Н.О., КАРЕЛОВ А.В., ПИЛИПЕНКО Л.А., БІДНИК Г.Я., ДЕМ'ЯНОВА Н.О., БЛЮМ Я.Б., СОЗІНОВ О.О.

пу було 62 і 87 сортів відповідно. Для аналізу даних за маркерами генів стійкості до хвороб використовували результати досліджень 91 сорту селекції зони Степу (СГП) та 65 сортів, створених у зоні Центрального Лісостепу (МПП і ІФРiГ) [8–10]. За геном *Cre-8* проаналізовано по 20 сортів кожної групи. Асоційований за стійкістю алель гена *Lr34* [2] позначили *Lr34+*, а алель, асоційований із відсутністю стійкості, – *Lr34-*; для гена *Tsn1* алель нечутливості до токсину А [11] позначили *tr*, алель чутливості – *Ts*; для гена *Tsc2* алель нечутливості до токсину Б [12] позначили *tsr*, чутливості – *Tss*; для гена *TDF_076_2D* алель стійкості до фузаріозу колоса [13] позначили *TDF-1*, алель відсутності такої стійкості – *TDF-2*; для гена стійкості до вівсяної цистової нематої *Cre-8* (молекулярний маркер *wri15*) «М» відповідає алелю стійкості, характерному для сорту Molineux, позначення «Т» відповідає алелю чутливості, *null* – нуль-алель, або ампліфікація не відбулася [14].

Електрофорез гліадинів 10–20 окремих зернівок кожного сорту проводили в кислому середовищі в 10 % поліакриламідному гелі [15]. Високомолекулярні субодиниці глютенінів аналізували шляхом електрофорезу за методикою Laemmli [16]. Алелі локусів високомолекулярних субодиниць глютенінів *Glu-1* ідентифікували за каталогом [3], алелі локусів гліадинів *Gli-1* – на основі каталогу [17] з доповненнями. Генотипи частини сортів за локусами *Gli-1* та *Glu-1* було визначено раніше [15], проте було уточнено генотипи деяких із них. Алелі локусу *Gli-D1* *a* і *f* у цьому дослідженні не розрізняли і умовно позначили, як *f*. Маркером 1AL/1RS транслокації типу Amigo є блок секалінів, кодований *Gli-A1w* (Gld 1A17 [4]) [15]. Алелі локусів *Gli-A3*, *Gli-B5* позначали згідно з [18], крім сортів із 1BL/1RS транслокацією, для яких використовували позначення «*nnn*». Алелі *c* і *a* локусу *Gli-A6* позначали за [17], крім сортів з 1AL/1RS, для яких використовували позначення «*nnn*». Алель *Gli-A1x* [15] відповідає GLD 1A9 [4], а *Gli-D1x* – Gld 1D10 [4].

Частоти алелів у групах сортів визначали із врахуваннями гетерогенності сортів (частоту кожного з двох алелів локусу приймали за 0,5). Для аналізу відмінностей за частотами алелів між різними групами сортів використовували

критерій χ^2 або точний критерій Фішера. Асоціації між алелями генів стійкості, а також локусами запасних білків оцінювали за допомогою коефіцієнта ρ [19], для цього дані про генотипи записували з використанням бінарної системи 0, 1.

Результати та обговорення

Значна частка українських сортів (41 %) є гетерогенними за одним або більше локусами запасних білків: 27 % сортів зони Центрального Лісостепу і 51 % сортів зони Степу. Частоти алелів локусів запасних білків наведено в табл. 1. Група сортів Центрального Лісостепу є більш різноманітною за локусом *Gli-A1*: з частотами більше 10 % трапляється шість алелів – *b*, *c*, *f*, *o*, *x* та *w* – маркер пшенично-житньої транслокації 1AL/1RS (12 %). Унікальним алелем для групи сортів СГП (Степу) є алель *g*, що трапляється у 14 % сортів. Група сортів Степу істотно відрізняється від групи сортів Центрального Лісостепу за частотами більшості алелів локусу *Gli-A1*. Особливістю сортів Центрального Лісостепу є достатньо висока частота алеля *Gli-A6c* (26 %). Цей алель, як відомо, тісно зчеплений із *Gli-A1f* [17]. У випадку сортів Вдячна, Миронівська 25, Миронівська 29 він асоційований з алелем *Gli-A1b*, а у сорту Естет – з *Gli-A1x*. Алель *Gli-A3c* ідентифіковано лише серед сортів Центрального Лісостепу.

Істотні відмінності виявлено за частотами більшості алелів локусу *Gli-B1* (табл. 1). Серед сортів Центрального Лісостепу є група сортів, у яких алель *Gli-B1h* асоційований із *Gli-B5b*, проте сорти не мають червоного забарвлення колоскових лусок: це, крім ідентифікованих раніше сортів Монотип, Естет, Гарант, та Модус [15], сорти Циганка і Повелія. Вибірки сортів Степу та Центрального Лісостепу також істотно відрізняються за частотами алелів *b*, *g* та *j* локусу *Gli-D1*, алелів *b* і *c* локусу *Glu-A1*, алелів *al*, *b*, *c* та *d* локусу *Glu-B1* (табл. 1). У групі сортів Лісостепу 11 % сортів мають алель *Glu-B1d* – це, переважно, сорти з транслокацією 1AL/1RS. Особливістю групи сортів Степу (СГП) є відносно висока частота алеля *Glu-B1al*, яку пов'язують із надвисокою якістю [20]. Обидві групи сортів мають високу частоту (більше 90 %) алеля *Glu-D1d*, пов'язаного з високим рівнем хлібопекарної якості.

Таблиця 1. Частоти алелів локусів запасних білків серед сортів пшениці м'якої озимої української селекції (у дужках – кількість проаналізованих сортів)

Локус, алель	С (149)	ЦЛС (129)	P	Локус, алель	С (149)	ЦЛС (129)	P
<i>Gli-A1</i>				<i>Glu-A1</i>			
<i>b</i>	0,644	0,246	**	<i>a</i>	0,346	0,453	
<i>c</i>	0,037	0,113	*	<i>b</i>	0,631	0,406	**
<i>f</i>	0,007	0,246	**	<i>c</i>	0,023	0,141	**
<i>g</i>	0,144		**	<i>Glu-B1</i>			
<i>m</i>	0,027			<i>al</i>	0,111		**
<i>o</i>	0,128	0,176		<i>a</i>		0,031	*
<i>w^A</i>	0,013	0,117	**	<i>b</i>	0,497	0,125	**
<i>x</i>		0,102	**	<i>c</i>	0,386	0,723	**
<i>Gli-B1</i>				<i>d</i>	0,007	0,109	**
<i>b</i>	0,785	0,504	**	<i>f</i>		0,008	
<i>c</i>	0,037		*	<i>i</i>		0,004	
<i>d</i>	0,077	0,039		<i>Glu-D1</i>			
<i>e</i>	0,084	0,016	*	<i>a</i>	0,020	0,125	**
<i>f</i>	0,003	0,039		<i>d</i>	0,980	0,863	**
<i>h</i>		0,047	**	<i>e</i>		0,012	
<i>l^B</i>	0,013	0,344	**	<i>Gli-A3</i>			
<i>x</i>		0,012		<i>a</i>	0,483	0,396	*
<i>Gli-D1</i>				<i>b</i>	0,493	0,374	
<i>b</i>	0,221	0,664	**	<i>c</i>		0,078	**
<i>f</i>	0,081	0,082		<i>d</i>	0,010	0,022	
<i>g</i>	0,379	0,203	**	<i>nnn^A</i>	0,014	0,130	**
<i>i</i>	0,007	0,008		<i>Gli-A6</i>			
<i>j</i>	0,265	0,027	**	<i>a</i>	0,980	0,625	**
<i>l</i>		0,016		<i>c</i>	0,007	0,258	**
<i>x</i>	0,047		*	<i>nnn^A</i>	0,013	0,117	**

Примітки: С – сорти зони Степу; ЦЛС – сорти зони Центрального Лісостепу. Відмінності за частотами алеля між групами сортів С і ЦЛС істотні при * P < 0,05; ** P < 0,01. ^A – 1AL/1RS; ^B – 1BL/1RS.

Порівняння частот алелів локусів запасних білків у групах сортів Степу і Центрального Лісостепу, створених до 1996 р. і після 1995 р., показало, що у групі сортів Степу після 1996 р. статистично істотно збільшилися частоти алелів *Gli-A1g*, *Gli-D1g*, *Glu-B1al*, *Gli-A3a* (P < 0,01) та *Glu-A1b* (P < 0,05) і зменшилися частоти алелів *Gli-D1b*, *Glu-B1c* і *Gli-A3b* (P < 0,01). Особливістю сортів Степу другого періоду є формування асоціації алеля *Gli-A1g* і алеля надвисокої якості *Glu-B1al*: її мають 15 сортів, створених після 1995 р. Частота генотипів із такою комбінацією становить 0,172, що статистично істотно відрізня-

ється від очікуваної – 0,040 ($\chi^2 = 30,5$, P < 0,01). Таку асоціацію мав сорт Одеська червоноколоса, на базі якого були створені перші українські надсильні сорти Панна і Лелека [20]. Отже, можна говорити про формування стійкої асоціації алелів, пов'язаної, перш за все, з селекцією на високий рівень хлібопекарної якості в останні 20 років.

Особливістю групи сортів зони Центрального Лісостепу другого періоду є поява низки сортів із транслокацією 1AL/1RS типу Amigo у (16 % сортів) та алеля *Glu-B1d*. У другий період дещо зменшилася частота алелів *Gli-A1c* та *Glu-B1c* (P < 0,05). Серед сортів, створених після

1995 р., є група з 12 сортів з асоціацією *Gli-A1w* (1AL/1RS), *Glu-B1d*, *Glu-D1a*. Фактична частота сортів із таким поєднанням (0,129) статистично істотно відрізняється від очікуваної – 0,004 ($\chi^2 = 364,9$, $P < 0,01$). Слід зазначити, що алелі *Glu-B1d* і *Glu-D1a* пов'язані з нижчими показниками хлібопекарної якості [3]. Основною причиною формування такої стабільної асоціації є, очевидно, близькоспоріднене походження цих сортів, які походять від гібридної популяції з участю TAM-107, де для їх створення застосовували мутагенез [21].

Частоти алелів маркерних локусів більшості проаналізованих генів стійкості (крім *Cre-8*) суттєво відрізняються у вибірок сортів Степу і Центрального Лісостепу ($P < 0,01$). Для вибірки сортів селекції Центрального Лісостепу спостерігається помірна асоціація між алелями генів *Tsn1* та *Tsc2* ($\phi = 0,37$; $P < 0,01$). Позитивне значення ϕ вказує на асоціації між однотипними алелями (чутливості або нечутливості до обох токсинів А і Б) генів. Для сортів селекції Лісостепу також виявлено асоціації між алелями генів *Lr34* (з алелем *Lr34+*) та *Tsc2* ($\phi = -0,22$; $P < 0,05$): асоціації між відсутністю алеля *Lr34+* та присутністю алеля *tsr* і навпаки. Такі асоціації можуть вказувати на негативну роль алеля

Lr34+, асоційованого зі стійкістю до біотрофних фітопатогенів, при відборі сортів на стійкість (нечутливість) до некротрофних фітопатогенів, у межах кліматичної зони Лісостепу. Для сортів селекції Степу таких асоціацій не виявлено. Для загальної вибірки сортів істотною була асоціація між алелями генів *Lr34* та *TDF_076_2D*: асоціації алеля *Lr34+* із алелем нестійкості гена *TDF_076_2D* і навпаки.

Серед сортів Центрального Лісостепу виявлено тенденцію до більшої пов'язаності алеля *Gli-B1l* (транслокації 1BL/1RS) з алелем *Lr34+* при врахуванні гетерогенних сортів ($\phi = 0,28$; $P < 0,05$), а алеля *Gli-B1b* – з *Lr34-* ($\phi = 0,27$; $P < 0,05$). У цій же групі сортів алель нечутливості до токсину А частіше трапляється у поєднанні з алелем *Gli-A3b*, ніж з *Gli-A3a* ($\phi = 0,29$; $P < 0,05$). У групах сортів Степу ($\phi = 0,28$; $P < 0,01$) і Центрального Лісостепу ($\phi = 0,27$; $P < 0,05$) наявність алеля *Gli-A3b* виявилася статистично істотно пов'язаною з присутністю алеля *TDF-1*, який забезпечує помірну стійкість до фузаріозу колоса, на відміну від альтернативного алеля *Gli-A3a*. Алель *TDF-1* також дещо частіше трапляється в комбінації з алелем *Gli-D1b* і рідше з *Gli-D1j* ($\phi = 0,21$; $P < 0,05$).

Таблиця 2. Частоти алелів деяких генів стійкості до хвороб серед сортів української селекції

Локус	Алель	Степ	Центральний Лісостеп
<i>Lr34/Yr18/Pm38/Sr57/Bdv1</i>	<i>Lr34+</i>	0,578	0,200
	<i>Lr34-</i>	0,422	0,800
<i>Tsn1</i>	<i>tr</i>	0,711	0,431
	<i>Ts</i>	0,289	0,569
<i>Tsc2</i>	<i>tsr</i>	0,956	0,538
	<i>Tss</i>	0,044	0,462
<i>TDF_076_2D</i>	<i>TDF-1</i>	0,478	0,862
	<i>TDF-2</i>	0,522	0,138
<i>Cre-8</i>	<i>M</i>	0	0,100
	<i>T</i>	0,650	0,450
	<i>null</i>	0,350	0,450

Висновки

Виявлено відмінності в частотах алелів локусів запасних білків та деяких важливих генів стійкості до хвороб – *Lr34/Yr18/Pm38/Sr57/Bdv1*, *Tsn1*, *Tsc2*, *TDF_076_2D* – між групами сортів Степу і Центрального Лісостепу. Порівняння груп сортів, створених у різні пері-

оди, показує, в основному, збереження характерних переважаючих алелів локусів запасних білків, виявлених у попередніх дослідженнях [4, 5, 15, 22]. Водночас, спостерігається поява нових асоціацій алелів локусів запасних білків. Для сортів зони Степу останніх 20 років – це поєднання алелів *Gli-A1g* *Glu-B1a1*, а найбільш

важливою особливістю групи Центрального Лісостепу цього періоду є поява низки сортів із транслокацією 1AL/IRS у комбінації з алелем

Glu-B1d. Помічено формування не випадкових асоціацій генів стійкості до хвороб і алелів локусів запасних білків.

Література

1. Созинов А.А. Полиморфизм белков и его значение в генетике и селекции. – М.: Наука, 1985. – 272 с.
2. Dakouri A., McCallum B.D., Walichnowski A.Z., Cloutier S. Fine-mapping of the leaf rust *Lr34* locus in *Triticum aestivum* (L.) and characterization of large germplasm collections support the ABC transporter as essential for gene function // *Theor. Appl. Genet.* – 2010. – V. 121, № 2. – P. 373–384.
3. Payne P.I., Lawrence G. Catalogue of alleles for the complex gene loci, *Glu-A1*, *Glu-B1*, *Glu-D1* which code for high-molecular-weight subunits of glutenin in hexaploid wheat // *Cereal Res. Com.* – 1983. – V. 11. – P. 29–34.
4. Собко Т.О., Попереля Ф.О. Частота, з якою зустрічаються алелі гліадинкодуєчих локусів у сортів м'якої озимої пшениці // Вісник с.-г. науки. – 1986. – № 5. – С. 84–87.
5. Собко Т.А., Созинов А.А. Анализ генотипической структуры возделываемых в Украине сортов озимой мягкой пшеницы с использованием генетических маркеров // *Цитология и генетика.* – 1999. – Т. 33, № 5. – С. 30–41.
6. Wrigley C.W., Bakes F., Cavanagh C.R., Bushuk W. The gluten composition of wheat varieties and genotypes [Electronic resource]. – 2006. – Mode of access: <http://www.aaccnet.org/initiatives/definitions/Pages/gliadin.aspx>.
7. Sozinov A., Sozinov I., Kozub N., Sobko T. Stable gene associations in breeding and evolution of grasses // *Evolutionary theory and processes: modern perspectives. Papers in Honor of Eviatar Nevo.* Wasser, S.P. (ed.), Kluwer Academic Publishers, 1999. – P. 97–113.
8. Karelov A.V., Pirko Ya.V., Kozub N.A., Sozinov I.A., Pirko N.N., Litvinenko N.A., Lyfenko S.F., Koliuchii V.T., Blume Ya.B., Sozinov A.A. Identification of the allelic state of the *Lr34* leaf rust resistance gene in soft winter wheat cultivars developed in Ukraine // *Cytol. Genet.* – 2011. – V. 45, № 5. – P. 271–276.
9. Карелов А.В. Козуб Н.О., Созинов І.О., Созинов О.О., Блюм Я.Б. Алельний стан маркерів гена, асоційованого із чутливістю до токсину А *Pyrenophora tritici-repentis* і *Stagonospora nodorum*, серед сортів м'якої пшениці степової зони України // *Захист і карантин рослин.* – 2014. – Вип. 60. – С. 106–113.
10. Карелов А.В., Козуб Н.О., Созинов І.О., Борзих О.І., Блюм Я.Б. Поліморфізм маркера гена *TDF_076_2D* помірної стійкості до фузаріозу колосу серед сортів пшениці м'якої (*Triticum aestivum* L.) Степової зони України [Електронний ресурс] // *Наук. доп. НУБіП України.* – 2015. – № 2 (51). – Режим доступу: http://nd.nubip.edu.ua/2015_2/7.pdf.
11. Faris J.D., Zhang Z., Lu H., Lu S., Reddy L., Cloutier S., Fellers J.P., Meinhardt S.W., Rasmussen J.B., Xu S.S., Oliver R.P., Simons K.J., Friesen T.L. A unique wheat disease resistance-like gene governs effector-triggered susceptibility to necrotrophic pathogens // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* – 2010. – V. 107, № 30. – P. 13544–13549.
12. Abeyssekara N.S., Friesen T.L., Liu Z., McClean P.E., Faris J.D. Marker development and saturation mapping of the Tan Spot Ptr ToxB sensitivity locus *Tsc2* in hexaploid wheat // *Plant Genome.* – 2010. – V. 3. – P. 179–189.
13. Diethelm M., Schmolke M., Groth J., Friedt W., Schweizer G., Hartl L. Association of allelic variation in two *NPRI*-like genes with *Fusarium* head blight resistance in wheat // *Mol. Breeding.* – 2014. – V. 34, № 1. – P. 31–43.
14. Jayatilake D.V., Tucker E.J., Brueggemann J., Lewis J., Garcia M., Dreisigacker S., Hayden M.J., Chalmers K., Mather D.E. Genetic mapping of the *Cre8* locus for resistance against cereal cyst nematode (*Heterodera avenae* Woll.) in wheat [Електронний ресурс] // *Mol. Breeding.* – 2015. – 35, № 66. – 12 p. – Режим доступу: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11032-015-0235-3#page-1>.
15. Kozub N.A., Sozinov I.A., Sobko T.A., Kolyuchii V.T., Kuptsov S.V., Sozinov A.A. Variation at storage protein loci in winter common wheat cultivars of the Central Forest-Steppe of Ukraine // *Cytol. Genet.* – 2009. – V. 43, N 1. – P. 55–62.
16. Laemmli U.K. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4 // *Nature.* – 1970. – V. 227, N 5259. – P. 680–685.
17. Metakovsky E.V. Gliadin allele identification in common wheat. II Catalogue of gliadin alleles in common wheat // *J. Genet. Breed.* – 1991. – V. 45. – P. 325–344.
18. Catalogue of gene symbols. Gene catalogue [Electronic resource], 2013. – Mode of access: <http://www.shigen.nig.ac.jp/wheat/komugi/genes/download.jspMacGene>.
19. Clark-Carter D. Doing quantitative psychological research: from design to report, Psychology Press. – 1997.
20. Попереля Ф.О., Благодарова О.М. Генетика якості зерна перших генотипів надсильної пшениці України // *Цитология и генетика.* – 1998. – Т. 32, № 6. – С. 11–19.
21. Козуб Н.О., Созинов І.О., Колучий В.Т., Власенко В.А., Собко Т.О., Созинов О.О. Ідентифікація 1AL/IRS транслокації у сортів м'якої пшениці української селекції // *Цитология и генетика.* – 2005. – Т. 39, № 4. – С. 20–24.
22. Благодарова О.М., Литвиненко М.А., Голуб Є.А. Геноеографія гліадин- і глютенінкодуєчих локусів українських сортів озимої м'якої пшениці і їх зв'язок з агрономічними ознаками // *Зб. наук. праць СГІ.* – 2004. – Т. 46, № 6. – С. 124–138.

SOZINOV I.A.¹, KOZUB N.A.^{1,2}, KARELOV A.V.^{1,2}, PYLYPENKO L.A.¹, BIDNYK H.Ya.^{1,2}, DEMIANOVA N.A.^{1,2}, BLUME Ya.B.², SOZINOV A.A.²

¹ *Institute of Plant Protection, NAAS,*

Ukraine, 03022, Kyiv, Vasylkivska str., 33, e-mail: sia1953@mail.ru, natalkozub@gmail.com

² *Institute of Food Biotechnology and Genomics, NAS of Ukraine,*

Ukraine, 04123, Kyiv, Osypovskogo str., 2a

COMPARISON OF GROUPS OF *TRITICUM AESTIVUM* L. VARIETIES OF THE STEPPE AND THE FOREST-STEPPE OF UKRAINE BY MARKERS FOR IMPORTANT GENES

Aim. The aim of the study was to compare diversity of groups of winter common wheat varieties of the Steppe and the Central Forest-Steppe of Ukraine by storage protein loci and some disease resistance genes and to reveal peculiarities of varieties released after 1995. **Methods.** SDS and APAG electrophoresis was used to identify genotypes at the *Glu-1*, *Gli-1*, and some minor gliadin loci. PCR analysis was employed to study alleles of the disease resistance genes *Lr34/Yr18/Pm38/Sr57/Bdv1*, *Tsn1*, *Tsc2*, *TDF_076_2D*, and *Cre-8*. **Results.** Significant differences in frequencies of alleles at most marker loci were revealed. Nonrandom associations between disease resistance gene alleles as well as storage protein alleles were detected. **Conclusions.** The retention of a set of predominant alleles of a certain zone in different periods of breeding was confirmed. The appearance of new allele associations in the groups of varieties of the Steppe (in particular *Gli-A1g* and *Glu-B1a1*) and the Central Forest-Steppe (*1AL/1RS* and *Glu-B1d*) in the last two decades was noted.

Keywords: *Triticum aestivum* L., varieties, storage proteins, resistance genes, alleles.