

Особливості створення та ідентифікації екстрасильних за хлібопекарськими властивостями сортів пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.)

М. А. Литвиненко^{1*}, Є. А. Голуб¹, Т. М. Хоменко²

¹Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення, Овідіопольська дорога, 3, м. Одеса, 65036, Україна, *e-mail: dr_litvin@ukr.net

²Український інститут експертизи сортів рослин, вул. Генерала Родимцева, 15, м. Київ, 03041, Україна

Мета. Розробити теоретичні аспекти напряму селекції пшениці м'якої озимої на підвищення показників хлібопекарної якості зерна до рівня екстрасильної пшениці та створити відповідний вихідний матеріал для вирощування сортів такого типу. **Методи.** Внутрішньовидова гібридизація, оцінка селекційного матеріалу в польових умовах, лабораторна оцінка показників хлібопекарної якості, аналітичний. **Результати.** Відмічено підвищення рівня продуктивності та хлібопекарної якості зерна в сортів пшениці у процесі різних сортозмін на півдні України. Виявлено специфічність реакції сортів різних типів (високорослі екстенсивного та напівінтенсивного типів і короткостеблові інтенсивного та напівкарликові високоінтенсивного типу) на дози азотного мінерального живлення, яка проявляється не тільки у підвищенні продуктивності, а й у змінах показників пружності й розтяжності тіста. Запропоновано офіційне введення нової групи за якістю пшениці м'якої озимої – екстрасильних пшениць. Досліджено ефективність та особливості добору екстрасильних генотипів на гібридах, створених за участі генетичних джерел якості зерна озимого та ярого походження. **Висновки.** Основними критеріями для ідентифікації сортів пшениці м'якої озимої екстрасильного типу є такі, як вміст білка зерна (не менше 14%); «сила» борошна – від 500 одиниць і вище; оптимальне співвідношення основних фізичних показників (P/L) – пружність/розтяжність – 0,8–1,5; певні біохімічні маркери генетичного рівня якості та стійкості до проростання. Методологія селекції екстрасильних генотипів має певний специфічний характер: використання електрофорезу запасних білків для ідентифікації алелей з позитивним впливом на показники якості, залучення до гібридизації генетичних джерел озимого та ярого походження з різними системами контролю якості; створення спеціальних фонів для добору екстрасильних генотипів на різних етапах селекційного процесу.

Ключові слова: пшениця м'яка озима, хлібопекарські властивості, ідентифікація генотипів, селекція на якість.

Вступ

Україна, як потужна зернова держава, має досить сприятливі ґрунтово-кліматичні умови, особливо у південних регіонах, що може слугувати підставою для створення високоякісного, конкурентоздатного на міжнародному ринку зерна пшениці. У селекції цієї культури постають нові завдання. Одне із найважливіших – це створення сортів з генетично обумовленими високими технологічними властивостями, поліпшеними фізичними властивостями тіста і клейковинного комплексу.

В Україні пшениця розглядається переважно як сировина для виготовлення хлібобулочних виробів, хоча може використовуватись і в багатьох інших напрямках [1–2]. Українські селекційні установи займаються створенням сортів виключно хлібопекар-

ської червонозерної, твердозерної пшениці загального призначення (тип HR W(S)W). Водночас у світі зареєстровано сотні сортів пшениці з показниками якості зерна та борошна, які задовольняють спеціальні потреби конкретних технологій виготовлення певних видів харчових продуктів [3–4]. Досягнення Селекційно-генетичного інституту – Національного центру насіннєзнавства та сортовивчення останніх років у створенні сортів з винятково високими показниками хлібопекарної якості зерна (тип канадських ярих пшениць – HRSW) висувають на порядок денний нагальне завдання: офіційне введення четвертої групи пшениці – екстрасильної за якістю [5].

Тому поглиблене й комплексне вивчення проблеми створення сортів з генетично детермінованим високим рівнем якості в Україні є надзвичайно важливим завданням для селекціонерів. Відповідно це потребує, з одного боку, широкого і всебічного використання новітніх досягнень науки, вдосконалення існуючої системи оцінок селекційного матеріалу, а з іншого – поглибленого вивчення зв'язку показників якості зерна з іншими ознаками та властивостями генотипів пшениці.

Nikolay Litvinenko

<https://orcid.org/0000-0002-8605-6587>

Evgenia Golub

<https://orcid.org/0000-0002-3415-4193>

Tatyana Khomenko

<https://orcid.org/0000-0001-9199-6664>

Мета досліджень – розробити теоретичні аспекти напряму селекції пшениці м'якої озимої на підвищення показників хлібопекарної якості зерна до рівня екстрасильної пшениці та створити відповідний вихідний матеріал для вирощування сортів такого типу.

Матеріали та методика досліджень

Полеві дослідження проводили в 2006–2012 рр. на полях Селекційно-генетичного інституту – Національного центру насіннезнавства та сортовивчення (СПГ – НЦ НС), які прилягають до межі м. Одеси, у сівозміні відділу селекції та насінництва пшениці озимої м'якої. Агротехніка польових дослідів – загальноприйнята для півдня України. Площа ділянок – 5 і 10 м², норма висіву – 4,5 млн схожих насінин на 1 га. Повторність у досліді – трикратна. Збирали врожай селекційним комбайном Сідмайстер-125.

Метеорологічні умови за роками досліджень дещо різнилися, що було враховано під час аналізу експериментальних даних. Зокрема, у 2006–2007 рр. за достатнього зволоження ґрунту склалися сприятливі умови для отримання повноцінних сходів восени, а весняно-літній період вирізнявся вираженою посухою з підвищеним температурним режимом. Але не надто рясні опади (7–12 мм) у критичні фази розвитку рослин сприяли отриманню достатньо високого рівня врожайності. Весняно-літній вегетаційний період 2007 р. характеризувався наростаючою повітряно-ґрунтовою посухою, що негативно вплинуло на якість зерна озимої пшениці, але посушливі умови припинили розвиток інфекції борошнистої роси і бурої іржі, яких спостерігали на рослинах у ранньовесняний період. Період досягання 2008 та 2010 рр. характеризувався частими опадами та високою температурою повітря, що спричинило розвиток хвороб рослин (бурої та жовтої іржі) та значно вплинуло на формування якості зерна. У весняний і літній періоди розвитку рослин у 2009 р. наростав дефіцит вологи. Невеликі дощі (2,5–8,9 мм) випадали тільки в першій декаді травня. Процес формування зерна відбувався майже за «мертвих» запасів вологи. Умови осені 2011 р. сприяли достатньому загартуванню рослин, рівень якого зберігався впродовж січня 2012 р. Весняно-літня вегетація озимої пшениці у цьому році відбувалася за значного дефіциту ґрунтової вологи. Нерясні дощі, які випали в першій половині вегетації, сприяли розвитку кореневої системи тільки у верхніх шарах ґрунту. Урожай формувалася за низького стеблостою зі слаб-

кою кущистістю та дрібним малоозерненим колосом.

Матеріалом для вивчення генетичного розмаїття пшениці м'якої озимої та виділення нових цінних джерел якості були зразки колекцій пшениці м'якої озимої та ярої різного походження; дослідження проводили із сортами і селекційними формами, отриманими у відділі селекції пшениці СПГ – НЦ НС за програмою створення екстрасильних генотипів: рекомбінантно-інбредні лінії від схрещування джерела високої якості – сорту 'Панна' з комерційними сортами СПГ – НЦ НС та лінії, отримані в результаті схрещування контрастних за показниками якості батьківських форм різного походження. Оцінку якості матеріалу проводили у відділі генетичних основ селекції СПГ – НЦ НС.

Результати досліджень

Одним з основних напрямів поліпшення якості зерна пшениці м'якої озимої є селекція продуктивних сортів із високим генетичним потенціалом якості зерна. Слід зазначити, що в сільськогосподарському виробництві України реалізація генетичного потенціалу сортів пшениці завжди була недостатньою через негативний вплив погодних умов та недотримання технологій вирощування культури [6–7].

Роль селекції в удосконаленні культури озимої м'якої пшениці висвітлено в багатьох публікаціях [8–10]. Найбільш широко ці питання розглянуто у статтях співробітників відділу селекції та насінництва пшениці СПГ – НЦ НС на основі результатів багаторічного вивчення сортів, створених у цьому інституті [8–14]. Так, сортами СПГ – НЦ НС за майже 100-річний період проведено вісім сортозмін у південному регіоні України.

У результаті вивчення найбільш значимих сортів озимої м'якої пшениці різних сортозмін на Півдні України (табл. 1) виявлено підвищення рівня продуктивності (від 3,28 до 7,66 т/га) та якості зерна (поліпшилися реологічні властивості тіста: клейковина була більш компактною, еластичною та пружною).

Найбільш важливий показник технологічних властивостей – «сила» борошна (W) підвищився від 267–286 до 460–500 о.а.

Помітно збільшилися об'ємний вихід хліба – від 1306–1340 до 1440–1580 см³ і загальна оцінка хліба – до 5,1 бала.

Таке поліпшення технологічних властивостей у сучасних сортах озимої м'якої пшениці можна пояснити залученням у генофонд степових пшениць нових генів якості

Середні показники врожайності та якості зерна пшениці м'якої озимої різних сортозмін

Сорт	Роки вирощування у виробництві	Урожайність, т/га	Показники якості зерна (\bar{X})					
			вміст білка, %	збір білка з 1 га, т/га	W, о.а.	P/L	об'єм хліба, см ³	загальна оцінка хліба, бал
Одеська 16	1923–1947	3,28	13,2	0,43	286,0	0,6	1340,0	3,7
Безоста 1	1960–1967	4,87	12,0	0,58	285,7	1,0	1306,7	3,6
Одеська 51	1968–1975	5,35	12,0	0,64	267,7	0,8	1326,7	3,9
Альбатрос одеський	1990 – і дотепер	6,15	11,6	0,73	312,0	1,1	1360,0	4,2
Вікторія	1996 – і дотепер	6,07	12,1	0,73	281,7	1,1	1340,0	4,3
Селянка		6,38	11,8	0,75	315,0	1,2	1513,3	4,9
Куяльник		7,61	11,4	0,89	318,3	1,5	1440,0	4,6
Ніконія		6,10	12,4	0,75	357,7	1,6	1366,7	4,6
Нива одеська		6,5	14,0	0,91	460,2	0,85	1410,2	4,9
Мудрість одеська		7,6	13,2	1,0	480,5	0,9	1560,4	5,1
Епоха одеська		8,5	13,6	1,15	510,4	0,89	1520,5	5,0
Ера		7,9	13,8	1,09	500,0	0,93	1580,4	5,2

від 'Безостої 1' та ярих американських і мексиканських сортів [13].

Особливо значний прогрес у підвищенні хлібопекарських властивостей зерна отримано в СГІ – НЦ НС із створенням екстрасильних пшениць ('Панна', 'Селянка', 'Куяльник', 'Вдала', 'Скарбниця', 'Епоха'), технологічні показники яких на рівні кращих ярих канадських сортів [15].

Відомо, що генетичний потенціал продуктивності та якості зерна сучасних сортів пшениці реалізується повною мірою тільки на підвищених агрофонах (100–120 кг N у д. р. на 1 га), тобто за рівня білковості не нижче 12–13%. Із збільшенням дози азоту під час удобрення закономірно підвищуються основні показники хлібопекарської якості. Але не всі сорти однаково реагують на внесення азотних добрив, а останні з різною ефективністю діють на рослини [14].

Авторами публікації було досліджено особливості реалізації генетичного потенціалу якості зерна у сортів озимої м'якої пшениці (14 сортозразків вітчизняної селекції, різних за інтенсивністю типів – високорослі екстенсивного та напівінтенсивного типів та короткостеблові високоінтенсивного типу) на різних фонах азотного мінерального живлення (N_{30} , N_{60} , N_{120} за РК_{30–45}).

У дослідженні виявлено специфічну реакцію сортів різних типів на дози азотного мінерального живлення, яка проявляється не лише в підвищенні продуктивності, а й у певних змінах показників пружності та розтяжності клейковини (табл. 2).

Зокрема виявлено, що здебільшого високорослі сорти екстенсивного типу малоефективно використовують низькі дози азоту (N_{30} , N_{60}) для підвищення врожайності (у середньому приріст від внесення 60 кг азоту в д. р.

на 1 га становив 7,9%), але більш стабільно зберігають високі показники якості зерна. А сорти високоінтенсивного типу, навпаки, характеризуються високою позитивною віддачею на внесення азотних добрив збільшенням продуктивності (у середньому приріст – 13,9%), але на низьких агрофонах не реалізують свій генетичний потенціал якості (вміст білка в середньому 11,6%, W – 315 о.а. відповідно).

Отже, високорослий сортотип пшениці в цілому забезпечує на низьких і середніх агрофонах вищий і стабільніший рівень якості зерна.

У короткостеблових сортів з високим генетичним потенціалом якості зерна ('Куяльник', 'Вдала', 'Вікторія одеська'), за близьких середніх значень показників вмісту білка (13,2; 12,2; 12,4%) та «сили» борошна (343, 354, 332 о.а.), виявлено суттєві відмінності в основних характеристиках тіста – показниках пружності (P) та розтяжності (L), оптимальне співвідношення яких для забезпечення високих хлібопекарських властивостей має бути на рівні 1 (одиниці). Так, сорти з високим генетично детермінованим показником пружності тіста (тип 'Куяльник') зі зміною доз азотних добрив (від N_{60} до N_{120}) зберігають однакову пружність (P = 101–112 од.) та низьку розтяжність (65–89 од.), відповідно співвідношення P/L у таких сортів – близько 1,2–1,5 од., за рахунок чого хлібопекарські властивості їх залишаються на невисокому рівні. Тому визначення потенціалу якості можливо на агрофоні, що перевищує дозу азоту 120 кг/га (рис. 1).

А сорти з P/L, що наближається до оптимальної величини – 1 (тип 'Вдала', 'Вікторія одеська'), характеризуються підвищеною чутливістю до внесення азотних добрив (рис. 1).

Урожайність та показники якості зерна пшениці м'якої озимої на фоні різних доз азотного мінерального живлення (2006–2009 рр.)

Сорт	Урожайність, т/га	Приріст урожаю від внесення мінерального азоту, %		Вміст білка, %			W, о.а.			P/L		
		N ₆₀	N ₁₂₀	N ₃₀	N ₆₀	N ₁₂₀	N ₃₀	N ₆₀	N ₁₂₀	N ₃₀	N ₆₀	N ₁₂₀
Сорти екстенсивного та напівінтенсивного типу (високорослі)												
Одеська 16	4,96	3,9	3,7	12,1	12,3	13,6	313	251	330	0,84	0,85	0,71
Безоста 1	4,51	5,4	12,9	12,8	13,7	14,6	311	349	400	1,56	1,31	1,32
Одеська 51	5,10	13,3	19,1	12,0	12,4	13,2	351	382	374	0,92	0,77	0,67
Одеська 267	5,88	8,8	14,8	9,9	10,7	11,8	210	283	350	1,71	1,37	1,17
Середнє	5,11	7,9	12,8	11,7	12,3	13,3	296	316	363	1,3	1,1	1,0
Сорти високоінтенсивного типу універсального використання (короткостеблові)												
Куяльник	4,82	8,4	11,7	11,7	13,5	14,5	274	413	342	1,55	1,26	1,59
Вдала	5,29	7,4	39,5	11,5	13,3	13,4	314	348	402	0,97	0,81	0,85
Альбатрос одеський	5,44	23,0	27,6	10,8	11,5	12,6	304	309	362	1,36	1,64	1,53
Вікторія одеська	5,33	13,5	17,6	11,5	12,3	13,5	290	311	396	1,32	1,1	0,94
Антонівка одеська	5,34	9,3	22,6	11,1	11,8	12,7	234	288	303	2,16	1,93	1,6
Місія одеська	5,35	11,4	17,4	11,1	11,5	12,5	256	311	322	1,53	1,06	1,17
Дальницька	5,95	18,3	26,2	11,6	11,8	13,2	267	296	462	2,26	1,95	1,62
Єдність одеська	5,54	20,4	23,3	10,5	11,0	12,2	244	230	320	1,69	1,59	1,42
Служниця одеська	5,81	13,0	15,8	10,8	11,6	12,6	240	339	394	2,19	1,67	1,4
Годувальниця одеська	5,66	14,6	16,6	10,3	11,6	12,5	233	310	364	2,26	1,95	1,58
Середнє	5,45	13,9	21,9	11,1	11,6	12,7	265	315	367	1,7	1,1	1,4
НІР _{0,05} , т/га	0,42											

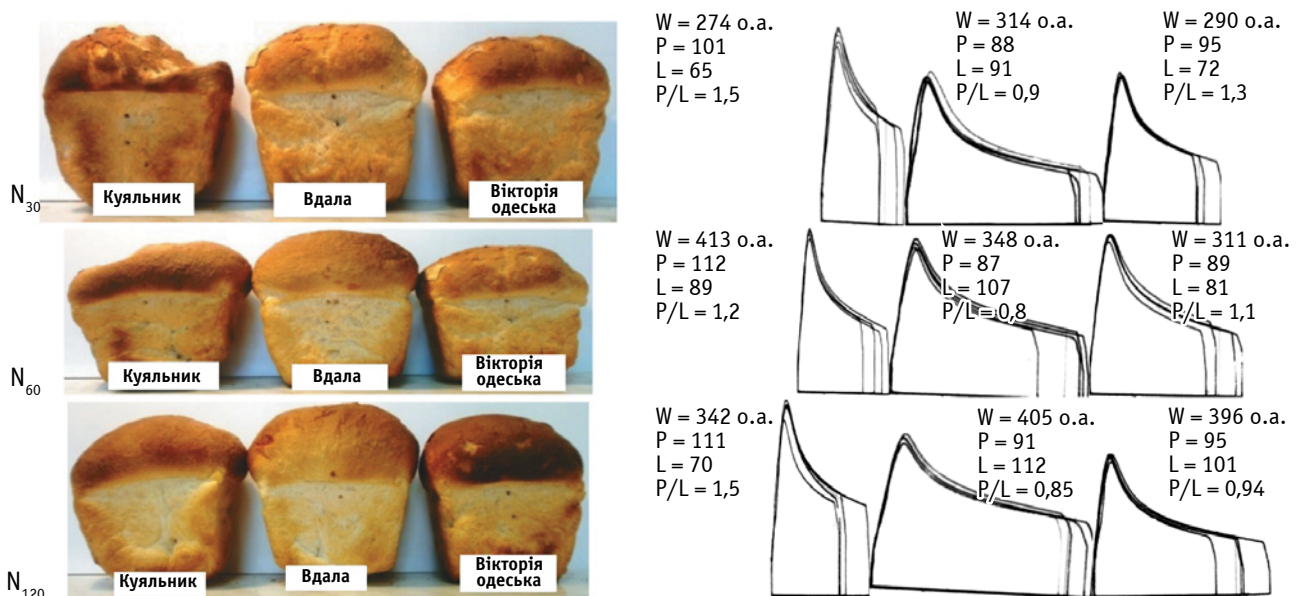


Рис. 1. Вплив різних доз азотного живлення на хлібопекарські властивості борошна та характер альвеограм у сортів озимої м'якої пшениці (2006–2009 рр.)

Маючи середній рівень пружності на різних агрофонах (у разі N₆₀ – 87–95 од., N₁₂₀ – 89–95 од.), вони збільшують розтяжність клейковини відповідно до підвищення доз азотних добрив (91–112 та 72–101 од. відповідно), у результаті їхні хлібопекарські властивості поліпшуються.

Отже, одним з перспективних напрямів подальшого генетичного удосконалення

культури озимої м'якої пшениці за хлібопекарськими властивостями може бути селекція короткостеблових високоінтенсивного типу сортів озимої м'якої пшениці з генетично детермінованим оптимальним співвідношенням основних властивостей клейковини і тіста. Такі характеристики мають нові сорти, створені у відділі селекції та насінництва пшениці – 'Гармонія одеська',

Вміст білка в зерні рекомбінантно-інбредних ліній, згрупованих за показником «сила» борошна (2009–2012 рр.)

Група ліній за показником W, о.а.	Гібридна комбінація, кількість ліній (n)							
	Панна × Українка одеська (56)				Панна × Фантазія одеська (81)			
	Кількість ліній, шт. (%)	Вміст білка, x_{cp} , %, lim	SDS ₃₀ , x_{cp} , мл, lim	W x_{cp} , о.а., lim	Кількість ліній, шт. (%)	Вміст білка, x_{cp} , %, lim	SDS ₃₀ , x_{cp} , мл, lim	W x_{cp} , о.а., lim
До 280 – слабкі	9 (16,1%)	12,0±0,3 min – 11,4 max – 12,7	61±2,8 min – 46 max – 71	268±6,4 min – 270 max – 279	11 (13,5%)	12,3±0,4 min – 11,1 max – 14,0	62±3,1 min – 43 max – 77	265±4,8 min – 224 max – 280
281–300 – середні	11 (19,6%)	12,4±0,2 min – 11,1 max – 15,0	67±1,9 min – 59 max – 74	289±1,5 min – 281 max – 296	15 (18,5%)	12,3±0,1 min – 11,5 max – 14,5	69±1,5 min – 54 max – 76	290±1,4 min – 281 max – 299
301–350 – сильні	27 (48,2%)	12,4±0,3 min – 11,2 max – 14,3	75±1,5 min – 58 max – 88	325±2,8 min – 303 max – 350	25 (30,9%)	12,5±0,3 min – 11,4 max – 13,7	75±2,2 min – 60 max – 93	323±2,7 min – 300 max – 350
351–400 і > екстрасильні	18 (32,1%)	12,5±0,2 min – 11,1 max – 14,2	80±1,7 min – 63 max – 89	400±8,9 min – 350 max – 507	30 (37,0%)	13,0±0,4 min – 11,4 max – 14,9	85±1,6 min – 70 max – 99	400±8,0 min – 350 max – 520

‘Соната одеська’, ‘Мудрість одеська’, ‘Епоха одеська’, ‘Ера одеська’, ‘Нива одеська’, ‘Ліра одеська’.

Визначали критерії груп екстрасильних пшениць на висококонстантних лініях від схрещування сучасних комерційних сортів ‘Українка одеська’ та ‘Фантазія одеська’ з джерелом високих показників якості зерна – сортом ‘Панна’. Вони були згруповані за основним показником якості – «силою» борошна: слабкі – до 280 о.а., середні – 281–300, сильні – 301–350, екстрасильні – 351–400 о.а. і вище (табл. 3).

За даними таблиці 3, більша частина ліній із комбінацій ‘Панна’ × ‘Українка одеська’ – 45 шт. (80%) і ‘Панна’ × ‘Фантазія одеська’ – 55 шт. (67,9%) належить до груп сильних і екстрасильних пшениць. Між групами ліній (слабкі, середні, сильні, екстрасильні) не спостерігається суттєвих відмінностей за середніми та мінімальними показниками вмісту білка. Максимальний рівень білковості у ліній, віднесених до сильних та екстрасильних, становив від 13,7 до 14,9%, що значно перевищує максимальний рівень групи слабких і середніх – у межах 12,5–12,7%.

Слід зауважити, що експресія показника «сила» борошна має певну залежність від рівня білковості зерна селекційного матеріалу в конкретному експерименті: підвищення рівня білковості зерна поліпшує контрастність прояву груп ліній за «силою» борошна. А генетичні відмінності сильних і екстрасильних ліній починають проявлятися лише на рівні білковості зерна в експерименті вище 12%. Водночас було помічено, що для групи ліній з показниками екстрасильної пшениці оптимальний діапазон вмісту білка в зерні для максимального прояву «сили»

борошна – це 13–14%. Тому ефективна селекційна робота зі створення високоякісних генотипів екстрасильного типу можлива лише за умови наявності відповідних агротехнічних фонів.

Сорт ‘Панна’, як джерело високої якості, має в своєму генотипі алель *Glt 1B5* (*Glu B1*₇₇₊₈ – за міжнародною класифікацією), який забезпечує високі хлібопекарські властивості борошна і позитивно впливає на такі фізичні показники, як еластичність і пружність тіста [16]. Важливо було дослідити, за яких комбінацій алелів генотипи матимуть гарантований генетичний потенціал екстрасильних пшениць. Для цього дані про якість зерна згруповано за окремими алелями або певним їх поєднанням у генотипів, що утворилися від двох комбінацій схрещування. У процесі дослідження було виявлено, що кожен з окремих локусів гліадину суттєво не впливає на підвищення якості зерна в ліній озимої м’якої пшениці. Найбільш стабільно експресується «сила» борошна у генотипів, які мають такі комбінації алелів: *Gld 1A4*, *Gld 1B1*, *Gld 1D5 + Glt 1B5*, *Gld 1A4*, *Gld 1B1*, *Gld 1D4 + Glt 1B5*, тобто ці поєднання можуть бути маркерами генетичного рівня якості зерна.

Дослідження впливу передзбирального проростання зерна в колосі на якість ліній різних груп за «силою» борошна показало, що показники якості не залежать від генетичного потенціалу здатності до проростання. З підвищенням спадково зумовленого рівня якості пшениці негативний вплив ферменту α -амілази на технологічні властивості борошна знижується (рис. 2).

Одним із напрямів селекції пшениці озимої на підвищення хлібопекарських властивостей, що становлять інтерес, є використання джерел якості з різними системами

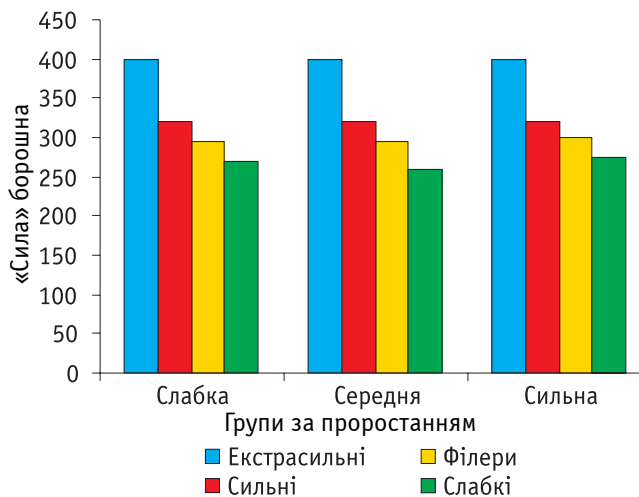


Рис. 2. Зв'язок проростання зерна «на пні» та генетично-детермінованого рівня якості (2009–2011 рр.)

їхнього генетичного контролю [15]. Використання різних генетичних джерел у гібридизації на поліпшення хлібопекарських

властивостей вивчалось на матеріалі константних ліній F_5-F_6 (429 шт.), отриманих від схрещування сортів місцевої селекції ('Одеська 16', 'Одеська 51', 'Одеська 267', 'Одеська 132', 'Безоста 1', 'Одеська напівкарликова', 'Лузанівка', 'Вікторія одеська', 'Супутниця', 'Скарбниця одеська', 'Вдала', 'Еритроспермум 1112/01') з генетичними джерелами високих технологічних властивостей (із різними системами контролю якості) – сортами екстрасильної озимої м'якої пшениці 'Панна' та 'Селянка' і сортами ярої канадської пшениці 'Glen lee' та 'AC Superb' (алель *Glt 1B5*).

У результаті досліджень було виявлено, що залучення до гібридизації донорів з різним генетичним контролем якості зерна забезпечує можливість виділення в F_5-F_6 генераціях гібридів позитивних трансгресій (з частотою від 0,22 до 6,9% та ступенем трансгресії від 4,1 до 18,2%) (табл. 4).

Таблиця 4

Середні показники якості та трансгресії в лінії F_5-F_6 за групування за джерелами якості та типом схрещування (2011–2012 рр.)

Джерело якості, тип схрещування	F_5						F_6					
	SDS-30, мл			Вміст білка, %			SDS-30, мл			Вміст білка, %		
	±	Tс, %	Tч, %	±	Tс, %	Tч, %	±	Tс, %	Tч, %	±	Tс, %	Tч, %
Прямі схрещування з:												
Панна	85,3±1,1	2,14	-2,16	12,1±0,12	2,2	17,2	83,0±1,0	0	0	11,0±0,1	4,7	5,1
Селянка	75,7±1,4	5,82	1,96	11,1±0,14	7,48	5,5	71,1±1,2	5,8	6,4	10,7±0,1	5,2	4,8
AC Superb	77,8±0,9	18,6	2,75	13,5±0,15	26,4	45,7	70,7±2,2	6,9	18,2	11,1±0,4	0,51	18,1
Glen lee	79,5±0,9	11,5	2,78	13,5±0,11	20,9	40,2	69,3±2,9	1,08	16,6	11,9±0,3	0,78	16,6
Зворотні схрещування з:												
Панна	76,1±2,0	0,76	-9,8	11,1±0,3	0	15,2	–	–	–	–	–	–
Селянка	69,9±1,2	0,33	2,2	10,5±0,13	6,3	0,81	67,9±1,0	-4,7	0	10,2±0,1	0,22	4,1

Відповідно до даних таблиці 4, найбільшими частотою і ступенем прояву трансгресій характеризуються лінії, створені на основі ярих сортів 'Glen lee' та 'AC Superb' (Tч = 20,9–45,7%, Tс = 2,3–18,6%). Причому, якщо кращі лінії, створені на генетичній основі озимих джерел, досягаючи максимальних величин седиментації на рівні 84–90 одиниць, практично не давали позитивних трансгресій за вмістом білка, то лінії від ярих джерел максимальні величини седиментації (88–96 мл) поєднували з підвищеним вмістом білка – до 13,8–14,3%.

Одним з перспективних напрямів подальшого удосконалення сортів пшениці м'якої озимої є залучення нових генетичних джерел господарсько і біологічно цінних ознак, зокрема створених на основі віддаленої гібридизації з дикими співродичами пшениці. Це інтрогресивні лінії з новими ефективними генами стійкості проти фітозахворювань,

стійкістю до низьких температур і посухи, проростання «на пні». Власне, введення в місцевий генофонд пшениці сортів, що несуть у своєму генотипі пшенично-житні транслокації (*1BL/1RS*, *1AL/1RS*), які є найпоширенішими інтрогресіями в комерційних сортах пшениці м'якої озимої.

У відділі селекції та насінництва пшениці успішно реалізується програма застосування в селекції пшенично-житних *1AL/1RS*, *1BL/1RS* та інших чужорідних транслокацій. Спеціальні дослідження за даною темою, проведені у відділі, розширили наукову інформацію про їхню роль як генетичного фону підвищення загального адаптивного потенціалу продуктивності рослин, витривалості до стресових чинників довкілля і, особливо, стійкості проти хвороб в умовах Півдня України [17]. Виявлено, що присутність транслокацій *1BL/1RS*, *1AL/1RS* негативно позначається на якості зерна та хлібо-

пекарських властивостях борошна через підвищену кількість водорозчинних білків – альбумінів і секалінів (алель *Sec-1*) від жита. Водночас на фоні негативного впливу транслокацій у генотипів проявляється диференціація за ефектами на хлібопекарські властивості борошна. Це пояснюється тим, що вплив транслокацій значною мірою визначається генотиповим середовищем та агрокліматичними умовами вирощування рослин. Також у процесі досліджень було виявлено, що присутність у геномі м'якої пшениці *1AL/1RS* транслокації не призводить до різкого зниження цих показників порівняно з *1BL/1RS* і за комбінування в одному генотипі *1AL/1RS* транслокації з алелями сильного позитивного впливу на хлібопекарські властивості можливе доведення до рівня цінної і сильної пшениці. Створені за цією програмою та внесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні, сорти 'Житниця одеська', 'Октава одеська', 'Ліга одеська' вирізняються стійкістю проти бурі, стеблової і жовтої іржі, твердої плівчастої сажки, септоріозу і перенофорозу, фузаріозу колоса. За рахунок комбінування транслокації *1AL/1RS* з алелями сильного позитивного впливу на технологічні показники якості зерна вдалося частково нейтралізувати негативний вплив житніх білків, які контролюються генотипом *Sec-1*. Усі зазначені сорти віднесено до сильних або цінних за якістю зерна.

Висновки

Селекційне удосконалення сортів пшениці м'якої озимої щодо їх урожайності за істотного поліпшення основних хлібопекарських властивостей актуалізують введення, крім наявних трьох груп за якістю – філерів, цінних, сильних, також і четвертої групи – екстрасильних пшениць. До них мають належати такі, що за мінімального вмісту білка в зерні (14%) здатні забезпечувати генетично детермінований показник «сили» борошна від 500 о.а. і вище, показують оптимальне співвідношення основних фізичних показників ($P/L = 0,8-1,5$) та несуть у своєму генотипі певні біохімічні маркери генетичного рівня якості та стійкості до проростання «на пні».

У процесі досліджень генетичних колекцій сортозразків пшениці м'якої озимої та ярої важливо використовувати метод електрофорезу запасних білків для ідентифікації алелів з позитивним впливом на якість зерна та становлення географії їх розповсюдження.

Селекція екстрасильних генотипів має певні особливості щодо створення і виділення генетичних джерел з ефективними генами підвищення якості зерна. Залучення їх у гібридизацію й отримання бажаних рекомбінантів та використання в гібридизації різних генетичних джерел якості зерна з різняльними системами її контролю озимого та ярого походження дають можливість отримання позитивних трансгресій за рівнем седиментації та вмісту білка: частота і ступінь трансгресії в F_5 та підтверджені в F_6 були 0,22–6,9% та 4,1–18,2% відповідно.

Перспективним напрямом удосконалення генотипів пшениці є використання в селекційному процесі інтрогресивних форм, зокрема введення в місцевий пшеничний генотип сортів, що несуть у своєму генотипі пшенично-житні транслокації (*1BL/1RS*, *1AL/1RS*). Транслокації *1BL/1RS*, *1AL/1RS* у пшеничному генотипі розглядаються як допоміжний генетичний фон, який підсилює адаптивні властивості генотипу під час формування врожайності за різних стресових умов та підвищує ймовірність отримання високопродуктивних генотипів. Транслокації негативно впливають на якісні показники зерна та борошна, однак за комбінування в одному генотипі *1AL/1RS* транслокації з алелями сильного позитивного впливу на хлібопекарські властивості можливе доведення таких генотипів до рівня цінної і сильної пшениці.

Використана література

1. Рибалка О. І., Литвиненко М. А. Новітні генетичні аспекти поліпшення якості пшениці. *Вісн. аграрної науки*. 2009. № 4. С. 35–39.
2. Рибалка О. І. Якість пшениці та її поліпшення. Київ : Логос, 2011. 494 с.
3. Рибалка О. І. Спеціалізація селекції сортів зернових культур – нагальна потреба часу. *Посібник українського хлібороба*. 2012. Т. 2. С. 159–167.
4. Рибалка О. І., Литвиненко М. А. Створення сортів пшениці спеціального використання. *Вісн. аграрної науки*. 2009. № 6. С. 36–41.
5. Литвиненко М. А., Голуб Є. А. Критерії ідентифікації екстрасильних генотипів. *Збірник наук. праць СГІ – НЦ НС*. Одеса, 2011. Вип. 17. С. 82–95.
6. Скачков И. А. Улучшение качества зерна сильных пшениц в хозяйствах центрально-черноземной полосы. *Приемы и методы повышения качества зерна колосовых культур*. Ленинград : Колос, 1967. С. 103–107.
7. Попереля Ф. О., Литвиненко М. А., Червоніс М. В. та ін. Надсильна пшениця України. *Хранение и переработка зерна*. 2003. № 3. С. 26–32.
8. Литвиненко М. А. Дослідження з селекційного удосконалення зернових культур в наукових установах УААН за останні 75 років. *Збірник наук. праць СГІ – НЦ НС*. Одеса, 2007. Вип. 10. С. 9–15.
9. Литвиненко М. А. Результати селекції сортів озимої м'якої і твердої пшениці на підвищення продуктивності та адаптивного потенціалу в Селекційно-генетичному інституті. *Селекція і насінництво* : міжвід. темат. наук. зб. Харків, 2006. Вип. 93. С. 9–20.

10. Литвиненко М. А. Реалізація потенційної продуктивності нових сортів озимої пшениці в степовій зоні України. *Вісн. аграрної науки*. 1993. № 1. С. 18–25.
11. Литвиненко М. А., Голуб Є. А. Підвищення генетичного потенціалу продуктивності і показники якості зерна в селекції озимої м'якої пшениці. *Збірник наук. праць Уманського держ. аграр. ун-ту*. Умань, 2008. Вип. 69. С. 389–399.
12. Литвиненко М. А. Реалізація генетичного потенціалу. Проблеми продуктивності та якості зерна сучасних сортів озимої пшениці. *Насінництво*. 1996. № 6. С. 1–6.
13. Литвиненко М. А., Голуб Є. А., Литвиненко Р. І. Роль сортів у підвищенні хлібопекарної якості озимої м'якої пшениці. *Збірник наук. праць СГІ – НЦ НС*. Одеса, 2011. Вип. 18. С. 6–14.
14. Голуб Є. А. Особливості реалізації генетичного потенціалу якості зерна сортів озимої м'якої пшениці на різних фонах азотного живлення. *Стратегії та практика розвитку агропромислового комплексу України*: матер. Всеукр. наук.-практ. конф. (м. Одеса, 13–14 квітня 2012 р.). Одеса, 2012. С. 8–11.
15. Голуб Є. А. Особливості селекції екстрасильних за якістю зерна генотипів озимої м'якої пшениці: дис. ... канд. с.-г. наук: спец. 06.01.05. «Селекція і насінництво» / СГІ – НЦ НС. Одеса, 2012. 20 с.
16. Литвиненко М. А., Максимов М. Г., Червоніс М. В., Благодарова О. М. Панна – перший комерційний сорт надсильної озимої м'якої пшениці. *Збірник наук. праць СГІ – НЦ НС*. Одеса, 2004. Вип. 5. С. 144–157.
17. Литвиненко М. А. Селекційна цінність пшенично-житніх транслокацій *1AL/1RS*, *1BL/1RS* в умовах півдня України. *Сучасні напрями селекційного удосконалення пшениці*: матер. Міжнар. наук.-практ. конф., присвячена 100-річчю селекції пшениці в СГІ – НЦ НС (м. Одеса, 1–3 червня 2016 р.). Одеса, 2016. С. 107–109.
8. Lytvynenko, M. A. (2007). Research on the breeding improvement of grain crops in the scientific institutions of the Ukrainian Academy of Agricultural Sciences for the last 75 years. *Zbirnyk naukovykh prats SHI – NTsNS* [Collected Scientific Articles of PBGI – NCSCI], 10, 9–15. [in Ukrainian]
9. Lytvynenko, M. A. (2006). Results of selection of winter soft and hard wheat varieties for increasing productivity and adaptive potential in the Selection-Genetic Institute. *Selektsia i Nasinnitstvo* [Plant Breeding and Seed Production], 93, 9–20. [in Ukrainian]
10. Lytvynenko, M. A. (1993). Realization of potential productivity of new varieties of winter soft wheat in the Steppe zone of Ukraine. *Visnyk ahrarnoi nauky* [Bulletin of Agricultural Science], 1, 18–25. [in Ukrainian]
11. Lytvynenko, M. A., & Holub, Ye. A. (2008). Pidvyshchennia henetychnoho potentsialu produktyvnosti i pokaznyky yakosti zerna v selektsii ozymoi miakoi pshenytsi. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho derzhavnoho ahrarnoho universytetu* [Collection of Scientific Papers of Uman State Agrarian University], 69, 389–399. [in Ukrainian]
12. Lytvynenko, M. A. (1996). Implementation of genetic potential. Problems of productivity and quality of grain of modern varieties of winter wheat. *Nasinnitstvo* [Seed Production], 6, 1–6. [in Ukrainian]
13. Lytvynenko, M. A., Holub, Ye. A., & Lytvynenko, R. I. (2011). The role of varieties in increasing the bread quality of winter wheat. *Zbirnyk naukovykh prats SHI – NTsNS* [Collected Scientific Articles of PBGI – NCSCI], 18, 6–14. [in Ukrainian]
14. Holub, Ye. A. (2012). Osoblyvosti realizatsii henetychnoho potentsialu yakosti zerna sortiv ozymoi miakoi pshenytsi na riznykh fonakh azotnoho zhyvlennia. In *Strategii ta praktyka rozvytku ahropromysloвого kompleksu Ukrainy: mater. Vseukr. nauk.-prakt. konf.* [Strategies and practice of development of agro-industrial complex of Ukraine: Proc. All-Ukrainian scientific and practical conf.] (pp. 8–11). April 13–14, 2012, Odessa, Ukraine. [in Ukrainian]
15. Holub, Ye. A. (2012). *Osoblyvosti selektsii ekstrasyl'nykh za yakistiu zerna henotypiv ozymoi miakoi pshenytsi* [Features of selection of extra-grain-quality grain of genotypes of winter soft wheat] (Extended Abstract of Cand. Agric. Sci. Diss.). Plant Breeding and Genetics Institute – National Center of Seed and Cultivar Investigation, Odessa, Ukraine. [in Ukrainian]
16. Lytvynenko, M. A., Maksymov, M. H., Chervonis, M. V., & Blahodarova, O. M. (2004). Panna is the first commercial grade of super soft winter wheat. *Zbirnyk naukovykh prats SHI – NTsNS* [Collected Scientific Articles of PBGI – NCSCI], 5, 144–157. [in Ukrainian]
17. Lytvynenko, M. A. (2016). Selective value of wheat-rye translocations *1AL/1RS*, *1BL/1RS* in Southern Ukraine. In *Suchasni napriamy selektsiynoho udoskonalennia pshenytsi: Mizhnar. nauk.-prakt. konf., prysviachena 100-richchiu selektsii pshenytsi v instytutu SHI – NTsNS* [Modern directions of breeding improvement of wheat: Int. scientific & practical Conf. devoted to the 100th anniversary of wheat breeding at the Plant Breeding and Genetics Institute – National Center of Seed and Cultivar Investigation] (pp. 107–109). June 1–3, Odessa, Ukraine. [in Ukrainian]

References

1. Rybalka, O. I., & Lytvynenko, M. A. (2009). Newest genetic aspects of wheat quality improvement. *Visnyk ahrarnoi nauky* [Bulletin of Agricultural Science], 4, 35–39. [in Ukrainian]
2. Rybalka, O. I. (2011). *Yakist pshenytsi ta yii polipshennia* [Quality of wheat and its improvement]. Kyiv: Logos. [in Ukrainian]
3. Rybalka, O. I. (2012). The specialization of the selection of varieties of cereals is an urgent need for time. *Posibnyk ukrainskoho khliboroba* [Ukrainian Farmer Manual], 2, 159–167. [in Ukrainian]
4. Rybalka, O. I., & Lytvynenko, M. A. (2009). Creation of special wheat varieties. *Visnyk ahrarnoi nauky* [Bulletin of Agricultural Science], 6, 36–41. [in Ukrainian]
5. Lytvynenko, M. A., & Holub, Ye. A. (2011). Criteria for identifying extra solar genotypes. *Zbirnyk naukovykh prats SHI – NTsNS* [Collected Scientific Articles of PBGI – NCSCI], 17, 82–95. [in Ukrainian]
6. Skachkov, I. A. (1967). Improvement of the quality of grain of strong wheat in farms of the central chernozem strip. In *Priemy i metody povysheniya kachestva zerna kolosovykh kul'tur* [Techniques and methods of improving the quality of grain of colostrum cultures] (pp. 103–107). Leningrad: Kolos. [in Russian]
7. Poperelia, F. O., Lytvynenko, M. A., Chervonis, M. V., Sokolov, V. M., Volkodav, V. V., & Honchar, O. M. (2003). Excessive wheat of Ukraine. *Khranenie i pererabotka zerna* [Grain Storage and Processing], 3, 26–32. [in Ukrainian]

УДК 633.11:631.524.85

Литвиненко Н. А.^{1*}, Голубь Е. А.¹, Хоменко Т. М.² Особенности создания и идентификации экстрасильных по хлебопекарным свойствам сортов пшеницы мягкой озимой (*Triticum aestivum* L.) // *Plant Varieties Studying and Protection*. 2018. Т. 14, № 1. С. 66–74. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.14.1.2018.126511>

¹Селекционно-генетический институт – Национальный центр семеноводства и сортоизучения, Овидиопольская дорога, 3, г. Одесса, 65036, Украина, *e-mail: dr_litvin@ukr.net

²Украинский институт экспертизы сортов растений, ул. Генерала Родимцева, 15, г. Киев, 03041, Украина

Цель. Разработать теоретические аспекты направления селекции пшеницы мягкой озимой на повышение показателей хлебопекарного качества зерна до уровня экстрасильной пшеницы и создания соответствующего исходного материала для выращивания сортов такого типа. **Методы.** Внутривидовая гибридизация, оценка селекционного материала в полевых условиях, лабораторная оценка показателей хлебопекарного качества, аналитический. **Результаты.** Отмечено повышение уровня продуктивности и хлебопекарного качества зерна у сортов пшеницы в процессе различных сортоосмен на юге Украины. Выявлено специфичность реакции сортов, различных типов (высокорослые экстенсивного и полуинтенсивного типов и короткостебельные интенсивного и полукарликовые высокоинтенсивного типа) на дозы азотного минерального питания, которая проявляется не только в повышении продуктивности, но и в изменениях показателей упругости и растяжимости теста. Предложено официальное введение новой группы по качеству пшеницы мягкой озимой – экстрасильной пшеницы. Исследованы эффективность и особенности отбора экстрасильных генотипов на гибридах,

созданных при участии генетических источников качества зерна озимой и ярового происхождения. **Выводы.** Основными критериями для идентификации сортов пшеницы мягкой озимой экстрасильного типа являются такие, как содержание белка зерна (не менее 14%); «сила» муки – от 500 единиц и выше; оптимальное соотношение основных физических показателей (P/L) – упругость/растяжимость – 0,8–1,5; определенные биохимические маркеры генетического уровня качества и устойчивости к прорастанию. Методология селекции экстрасильных генотипов имеет определенный специфический характер: использование электрофореза запасных белков для идентификации аллелей с положительным влиянием на показатели качества, привлечение к гибридизации генетических источников озимого и ярового происхождения с различными системами контроля качества; создание специальных фонов для отбора экстрасильных генотипов на разных этапах селекционного процесса.

Ключевые слова: пшеница мягкая озимая, хлебопекарные свойства, идентификация генотипов, селекция на качество.

UDC 633.11:631.524.85

Lytvynenko, M. A.^{1*}, Golyb, E. A.¹, & Khomenko, T. M.² (2018). The soft winter wheat (*Triticum aestivum* L.) breeding for extra-strong baking quality identification and development. *Plant Varieties Studying and Protection*, 14(1), 66–74. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.14.1.2018.126511>

¹Plant Breeding and Genetics Institute – National Center of Seed and Cultivar Investigation, 3 Ovidiopska doroha Str., Odesa, 65036, Ukraine, *e-mail: dr_litvin@ukr.net

²Ukrainian Institute for Plant Variety Examination, 15 Henerala Rodymtseva Str., Kyiv, 03041, Ukraine

Purpose. To work out the theoretical principles of soft winter wheat breeding for grain baking quality improvement up to the extra-strong level and initial varieties breeding for germoplasm development. **Methods.** Interspecies hybridization, field tests, laboratory baking quality test, analysis. **Results.** Rising yields and better baking quality of the soft winter wheat varieties were achieved as a result of varieties replacement on the South Ukraine. Winter wheat specific response to the different dose of nitrogen fertilizer application has been a characteristic feature of the different variety types (tall extensive, mild intensive, semi half intensive, dwarf high intensive). It demonstrated increased productivity and also changes in gluten characteristics – tenacity, extensibility and elasticity. On the base of these data a new approach to the bread winter wheat varieties development with extra-strong baking quality characteristics was offered. Criteria for the extra-strong varieties group and official introduction

of this group are proposed for consideration. Effectiveness and ways of extra-strong genotypes selection among hybrid population of high baking quality were under research. **Conclusions.** The main criteria for determining selection of extra-strong bread winter wheat varieties are the following: grain protein content (no less than 14%); alveograph value – 500 units and higher; optimal ratio of gluten characteristics – tenacity/extensibility ~1; certain biochemical markers of genetic quality level and resistance to sprouting. The breeding methodology of extra-strong genotypes has certain specific nature: reserve proteins electrophoreses for identification of alleles with positive effect on quality indices; involving to hybridization winter and spring types as genetic sources of high baking quality; change specific environment conditions to select extra-strong genotypes on different breeding stages.

Keywords: winter bread wheat, bread making properties, identification of genotypes, breeding for quality.

Надійшла / Received 02.02.2018
Погоджено до друку / Accepted 21.03.2018