



Генетика, селекція, біотехнологія

УДК 633.11«327»:631.47.
575:22:631.527:664.6/7
© 2013

*М.А. Литвиненко,
академік НААН*

*Є.А. Голуб,
кандидат сільсько-
господарських наук
Селекційно-генетичний
інститут — Національний
центр насіннєзнавства
та сортовивчення*

ОСОБЛИВОСТІ СЕЛЕКЦІЇ ЕКСТРАСИЛЬНИХ ЗА ЯКІСТЮ ЗЕРНА ГЕНОТИПІВ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ

Наведено результати вивчення генетичного різноманіття колекційних зразків пшениці м'якої озимої та ярої різного походження за комплексом господарсько- і біологічно цінних ознак та електрофоретичними спектрами запасних білків. Виділено найцінніші зразки за цими ознаками та розширено відомості про географію поширення алелів, що впливають на якість зерна. Виявлено зміни урожайності та показників якості в процесі сортозмін на півдні України.

Ключові слова: *генотипи пшениці, сортозмін, гібриди, біохімічні маркери, сила борошна.*

Виконання зернової програми України зумовлює зростання ролі сорту в стабілізації та збільшенні виробництва зерна, передусім основи зернового клину — пшениці м'якої озимої. У селекції цієї культури постають нові завдання. Одним із найважливіших є створення сортів з генетично зумовленими високими технологічними ознаками, з поліпшеними фізичними властивостями тіста і клейковинного комплексу.

Нині впроваджуються нові, радикальні та ефективні заходи поліпшення хлібопекарської якості та біологічної цінності зерна, наприклад: використання джерел якості з різними системами її генетичного контролю (тип Ред Рівер 68, тип Гленлі, лінії створені на базі старого угорського сорту Банкуті 1201) [8, 11]; поліпшення якості пшеничного зерна за допомогою міжвидової гібридизації [9]; зміни (поліпшення) компонентного складу запасних білків [10].

В Україні пшениця — це сировина для виготовлення хлібобулочних виробів, хоча її можна використовувати і в багатьох інших напрямках [10]. Українські селекційні установи працюють над створенням сортів виключно хлібопекарської червонозерної, твердозерної пшениці загального призначення. Водночас у світі зареєстровано сотні сортів пшениці з показниками якості зерна та борошна, які задовольняють

спеціальні вимоги конкретних технологій виготовлення певних типів харчових продуктів [10]. Досягнення Селекційно-генетичного інституту — Національного центру насіннєзнавства та сортовивчення (СГ — НЦНС) останніх років у створенні сортів з винятково високими показниками хлібопекарської якості зерна (тип канадських ярих пшениць — HRSW) ставить на порядок денний офіційне введення 4-ї групи за якістю — екстрасильних пшениць. Адаптація наявності генетично спроможних сортів стабільно, за відповідної технології вирощування формувати зерно високої якості, є однією з перших і головних умов одержання висококласного продовольчого зерна, конкурентоспроможного на світовому ринку, де останнім часом помітно посилилася увага саме до якості зерна пшениці [11].

Тому поглиблене і комплексне вивчення проблеми створення сортів з генетично детермінованим високим рівнем якості в Україні є надзвичайно важливим завданням для селекціонерів. Це, в свою чергу, потребує, з одного боку, широкого і багатостороннього використання найновіших досягнень науки, вдосконалення чинної системи оцінок селекційного матеріалу, а з іншого — глибшого вивчення зв'язку показників якості зерна з іншими ознаками та властивостями генотипів пшениці.

Мета роботи — розробка теоретичних аспектів напряму селекції пшениці м'якої озимої на підвищення показників якості зерна до рівня екстрасильних пшениць і створення вихідного матеріалу для селекції сортів такого типу.

Матеріал і методика досліджень. Польові досліди проводили у 2005–2011 рр. на полях СГІ — НЦНС, які прилягають до межі міста Одеси, у сівозміні відділу селекції та насінництва пшениці м'якої озимої.

Матеріалом для вивчення генетичного розмаїття пшениці м'якої озимої та виділення нових, цінних джерел якості слугували зразки колекцій пшениці м'якої озимої та ярої різного походження. До дослідів було залучено сорти і селекційні форми, отримані у відділі селекції пшениці СГІ — НЦНС за програмою створення екстрасильних генотипів: рекомбінантно-інбредні лінії від схрещування джерела високої якості — сорту Панна з комерційними сортами СГІ — НЦНС та лінії, отримані в результаті схрещування контрастних за показниками якості батьківських форм різного походження.

Результати досліджень. Одним із основних завдань сучасного стану теоретичних досліджень з проблем якості зерна є пошук та ідентифікація вже відомих і нових для умов України алелів з позитивним впливом на якість зерна. Тому одним із перших етапів роботи було вивчення генетичного різноманіття колекційних зразків пшениці м'якої озимої за електрофоретичними спектрами запасних білків і з'ясування їх геногеографії з огляду на показники якості зерна. За роки дослідження було вивчено 224 зразки пшениці м'якої різних вітчизняних і зарубіжних установ, із них 85 зразків озимого та 139 ярого типу.

Дослідження зазначених вище колекційних зразків пшениці свідчить, що найістотніші досягнення за показниками якості отримано в СГІ — НЦНС (SDS-30 — 68 ± 26 мл, W — 372 ± 100 о.а., оцінка хліба — $4,6 \pm 0,7$ бала), Інституті зрошувального землеробства НААН (м. Херсон; SDS-30 — 56 ± 6 мл, W — 246 ± 51 о.а., оцінка хліба — $4,2 \pm 0,2$ бала) та селекційних установах Росії (SDS-30 — 55–60 мл, W — 235–306 о.а., оцінка хліба — 4,8–5 балів). За рівнем врожайності вирізняються сорти СГІ — НЦНС ($6,9 \pm 1,6$ т/га), Інституту фізіології рослин і генетики НАН України ($6,58 \pm 0,4$ т/га), ННЦ «Інститут землеробства НААН» ($6,29 \pm 1,6$ т/га), Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН ($6,69 \pm 0,8$ т/га) та Донецької ДСГДС цього ж Інституту ($6,45 \pm 0,5$ т/га). Російські сорти та сорти Донецької ДСГДС вирізняються високим рівнем морозостійкості (85–90%). Сорти угорської селекції

(Інститут сільського господарства, м. Мартонва-шар) за відносно високого рівня врожайності ($6,20 \pm 0,6$ т/га) вирізняються стійкістю до хвороб (7–8 балів), але мають низькі показники якості зерна (SDS-30 — 47 ± 6 мл, W — 226 ± 44 о.а., оцінка хліба — $4,1 \pm 0,5$ бала) та морозостійкості (26%).

Аналіз агрономічних ознак колекційних зразків пшениці м'якої ярої свідчить, що за середніми показниками седиментації одними з найкращих виявилися сорти Росії (SDS-30 — 82 мл), Казахстану (SDS-30 — 84 мл) та Мексики (SDS-30 — 83 мл). За показниками врожайності та маси 1000 зерен вирізняються сортозразки селекційних установ Росії та Канади. За стійкістю до бурої іржі найкращими виявилися сорти мексиканської селекції (9 балів), а до борошнистої роси та вилягання — сорти України, Росії та Казахстану (8–9 балів).

Базуючись на наукових розробках відділу генетичних основ селекції СГІ — НЦНС про вплив алельного стану локусів запасних білків на якість зерна пшениці та інші господарсько-біологічні ознаки [5–7], під час вивчення колекційного матеріалу було здійснено уточнення геногеографії поширення алелів з позитивним впливом на якість. У результаті досліджень було встановлено, що вагомий вплив на географію поширення гліадин-глютенінкодувальних алелів мають кліматичні умови зони селекції, пріоритет вимог до сортів, джерела вихідних форм, а також історія селекції в кожній конкретній установі. Так, наприклад, більшість сучасних сортів в Україні мають такі формули гліадину: Gld 1A4, Gld 6A3, Gld 1D 2, 4, 5, Gld 6A 3, 4, Gld 6B2, Gld 6D 2,3 та глютеніну: Glt 1A 2, Glt 1B2, Glt 1D1. Важливу роль у селекційних програмах вітчизняних наукових установ відіграли алелі Gld 1A4, Gld 1D1 (від Безостої 1), Gld 1A3 (від Миронівської 808). Поширення набувають алелі Gld 1A10, Gld 1B15, Glt 1B5, що зумовлюють підвищену хлібопекарську якість. Поява у нових сортів алелів Gld 1B4, Gld 1A8, Gld 1D4 може свідчити про участь у їх створенні західноєвропейських сортів. У дослідженнях встановлено, що в Україні зростає кількість сучасних сортів, у генотипі яких трапляються нові алелі, що зумовлюють підвищену хлібопекарську якість (Gld 1A10, Gld 1B15, Glt 1B5).

Аналіз запасних білків у ярих сортозразків підтверджує, що за електрофоретичними спектрами запасних білків ярі зразки мають більше різноманіття алельних варіантів практично за кожним локусом гліадинів і глютенінів. Виявлено сортозразки з новими, раніше не ідентифі-

1. Урожайність і показники якості зерна пшениці м'якої озимої різних сортів

Сорт	Роки вирощування у виробництві	Урожайність у середньому за 2004–2007 рр., т/га	Показники якості зерна в середньому за 2004–2006 рр.					
			Вміст білка, %	Збір білка з 1 га, т/га	W, о.а.	P/L	Об'єм хліба, см ³	Загальна оцінка хліба, балів
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 до теперішнього часу	6,15	11,6	0,73	312,0	1,1	1360,0	4,2
Вікторія	1996 до теперішнього часу	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
Дальницька	»	6,59	11,6	0,76	320,0	1,7	1440,0	4,8

кованими в Україні алелями ярих пшениць — Gli 1Вн, Gli 1В8, Gli 1Дн, Glu 1Вн, Glu 1Дн. Вони мають різноякісний вплив на підвищення і зниження показників якості.

Одним з основних напрямів підвищення якості зерна пшениці м'якої озимої є селекція продуктивних сортів з високим генетичним потенціалом якості зерна. На жаль, у сільськогосподарському виробництві України реалізація генетичного потенціалу сортів пшениці завжди була неповною через негативний вплив погодних умов та недостатнє дотримання технологій вирощування культури [1, 3].

Зміни показників якості зерна в процесі селекції ми вивчали на найбільш значущих сортах різних сортів півдня України. Дослідження свідчать, що насамперед підтверджується загальна біологічна закономірність від'ємного зв'язку врожайності і вмісту білка в зерні (–0,54*...– 0,68**). Проте, якщо перерахувати збір білка з 1 га посівної площі, то цей показник істотно зростає з 4,8 до 7,6 ц/га (табл. 1).

Водночас із ростом продуктивності створюваних сортів змінюються характеристики якості зерна: поліпшуються реологічні властивості тіста, клейковина стає більш компактною, еластичною та пружною. Найважливіший показник технологічних якостей — «сила» борошна (W) збільшилась з 267–286 до 315–357 о. а. Різко підвищився об'ємний вихід хліба — від 1306–1340 до 1440–1513 см³ і загальна оцінка хліба — з 3,6–3,9 до 4,2–4,8 бала.

Для визначення критеріїв груп екстрасильних пшениць ми вивчали висококонстантні лінії від схрещування сучасних комерційних сортів Українка одеська та Фантазія одеська з джерелом високих показників якості зерна — сортом Панна. Їх було згруповано за основним показником якості — «силою» борошна на: слабкі — до 280 о.а., середні — 281–300, сильні — 301–350, екстрасильні — 351–400 о.а. і вище (табл. 2).

Як свідчать дані табл. 2, 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) за середніми та мінімальними показниками вмісту білка істотних відмінностей не виявлено. Максимальний рівень білковості у ліній, що належали до сильних та екстрасильних, становив 13,7–14,9%, що значно перевищує максимальний рівень групи слабких і середніх (12,5–12,7%).

Слід зауважити, що експресія показника «сила» борошна виявляється різною мірою, залеж-

2. Вміст білка в зерні рекомбінантно-інбредних ліній, згрупованих за показником «сила» борошна (2004–2005 рр.)

Група ліній за показником W, о.а.	Гбридна комбінація, кількість ліній (n)				ПаннахФантазія одеська			
	ПаннахУкраїнка одеська (56)		ПаннахФантазія одеська		ПаннахУкраїнка одеська (56)		ПаннахФантазія одеська	
	Кількість ліній, шт. (%)	Вміст білка, X _{ср.} , %	SDS-30, X _{ср.} , мг/л	W X _{ср.} , о.а.	Кількість ліній, шт. (%)	Вміст білка, X _{ср.} , %	SDS-30, X _{ср.} , мг/л	W X _{ср.} , о.а.
До 280 о.а. — 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)	13,0±0,4 min — 11,4 max — 14,9	85±1,6 min — 70 max — 99	400±8,0 min — 350 max — 520

но від рівня білковості зерна селекційного матеріалу в конкретному експерименті. У наших дослідженнях встановлено, що чим вищий рівень білковості зерна, тим контрастніше виявляються групи ліній за «силою» борошна. Генетичні відмінності сильних і екстрасильних ліній починають виявлятися на рівні білковості зерна в експерименті вище 12%. Тому для ефективної селекційної роботи на якість зерна потрібно створювати відповідні агротехнічні фони. Водночас помічено, що для групи ліній з показниками екстрасильної пшениці оптимальний діапазон вмісту білка в зерні для максимального виявлення «сили» борошна перебуває в межах 13–14%.

Сорт Панна (як джерело високої якості) несе в своєму генотипі алель Glt 1B5 (Glu B1₇₇₊₈ — за міжнародною класифікацією), який забезпечує високі хлібопекарські властивості борошна і позитивно впливає на такі фізичні показники, як еластичність і пружність тіста [2]. Важливо було дослідити, за яких комбінацій алелів генотипи матимуть гарантований генетичний потенціал екстрасильних пшениць. З цієї метою проведено групування даних якості зерна за окремими алелями, або їх певним поєднанням у генотипів, що утворилися від двох комбінацій схрещування. У процесі дослідження виявлено, що кожен з окремих локусів гліадину не має істотного впливу на підвищення якості зерна у ліній пшениці м'якої озимої. Найстабільніше експресується «сила» борошна у генотипів, які мають такі комбінації алелів: Gld 1A4, Gld 1B1, Gld 1D5; Gld 1A4, Gld 1B1, Gld 1D7; Gld 1A4, Gld 1B1, Gld 1D5 + Glt 1B5, Gld 1A4, Gld 1B1, Gld 1D4 + Glt 1B5, тобто такі поєднання можуть бути маркерами, що свідчить про генетичний рівень якості зерна.

Визначення амінокислотного складу у сумарному білку групи ліній екстрасильної пшениці показало, що вони не мають істотних відмінностей від інших груп рекомбінантно-інбредних ліній з нижчими показниками якості зерна. У співвідношенні між фракціями запасних білків є тенденція до збільшення частки глютеніну з підвищенням якості зерна.

Дослідження впливу передзбирального проростання зерна в колосі на якість ліній, різних груп за «силою» борошна підтвердило, 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 (рисунок).

У процесі досліджень виявлено, що марке-

3. Середні показники якості та трансгресії у лінії F₅–F₆ під час групування за джерелами якості та типом схрещування (2006–2009 рр.)

Джерело якості, тип схрещування	F ₅						F ₆					
	SDS-30, мл			Вміст білка, %			SDS-30, мл			Вміст білка, %		
	±	T _c , %	T _ч , %	±	T _c , %	T _ч , %	±	T _c , %	T _ч , %	±	T _c , %	T _ч , %
<i>Прямі схрещування з:</i>												
Панною	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
Селянкою	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
<i>Зворотні схрещування з:</i>												
Панною	76,1±2,0	0,76	-9,8	11,1±0,3	0	15,2	–	–	–	–	–	–
Селянкою	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

ром стійкості окремих ліній екстрасильної пшениці до проростання може бути алель гліадину 1B15, тісно зчеплений з червоним забарвленням колоскових лусок. У нашому досліді лінії, які мали в своєму генотипі цей алель гліадину, вирізнялися високою стійкістю до проростання зерна в колосі як за інтенсивністю, так і за відсотком пророслих колосків.

Одним із досить цікавих напрямів селекції пшениці озимої на підвищення хлібопекарських властивостей є використання джерел якості з різними системами їх генетичного контролю [8]. Використання різних генетичних джерел у гібридизації на поліпшення хлібопекарських властивостей вивчали на матеріалі константних ліній F₅–F₆ (429 шт.), отриманих від схрещування сортів місцевої селекції (Одеська 16, Одеська 51, Одеська 267, Одеська 132, Безоста 1, Одеська напівкарликова, Лузанівка, Вікторія, Супутниця, Скарбниця, Вдала, Ер. 1112/01) з генетичними джерелами високих технологічних властивостей (з різними сис-

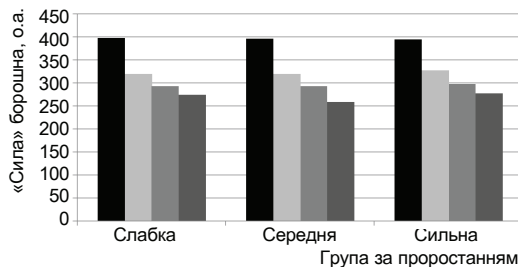
темами контролю якості) — сортами екстрасильної пшениці м'якої озимої Панна та Селянка (алель GlT 1B5) і сортами ярої канадської пшениці Glen lee та AC Superb (алель Glu B177+8).

У результаті досліджень встановлено, що завдяки залученню до гібридизації донорів з різним генетичним контролем якості зерна можна виділити в F₅–F₆ генераціях гібридів позитивні трансгресії (з частотою 0,22–6,9% і ступенем трансгресії 4,1–18,2%) (табл. 3).

Як свідчать дані табл. 3, найбільшою частотою і ступенем вияву трансгресій характеризуються лінії, створені на основі ярих сортів Glen lee та AC Superb (T_ч=20,9–45,7%; T_c=2,3–18,6%). Причому, якщо кращі лінії, створені на генетичній основі озимих джерел, досягаючи максимальних величин седиментації на рівні 84–90 од., практично не виявляли позитивних трансгресій за вмістом білка, то лінії від ярих джерел максимальні величини седиментації (88–96 мл) поєднували з підвищеним умістом білка до 13,8–14,3%.

Нині виробництво потребує сортів не лише високої якості та продуктивності, а й низькорослих, що дасть змогу ефективніше розв'язувати проблему стійкості до вилягання [4]. У цій програмі схрещувань отримано лінії різні за висотою, які умовно розділено на 3 групи: високорослі (>104 см), середньорослі (90–104 см) та короткостеблові (70–89 см).

Дослідження впливу джерела якості на показник умісту білка у груп ліній різних за висотою свідчить, що у рекомбінантів, створених на базі сортів Панна та Селянка, за зниження висоти рослин не виявлено істотного підвищен-



Зв'язок проростання на пні та генетично детермінованого рівня якості: ■ — екстрасильні; ▒ — сильні; ■ — філери; ■ — слабкі

ня вмісту білка в зерні за збереження високих хлібопекарських властивостей. Використання генетичних джерел якості від ярих пшениць

забезпечувало отримання ліній, які поєднують підвищений вміст білка з високими показниками якості зерна незалежно від висоти рослин.

Висновки

Вивчення проблеми створення сортів пшениці м'якої з генетично детермінованим високим рівнем якості зерна є актуальним як у теоретичному, так і практичному плані. Упродовж 7-ми сортозмін на півдні України завдяки селекційному удосконаленню урожайність сортів (у спеціальному експерименті) збільшилася з 3,2 до 7,6 т/га, тобто в 2–2,3 раза) за істотного поліпшення основних хлібопекарських властивостей («сила» борошна збільшилася з 267 до 357 о.а.). Ці досягнення актуалізують введення, крім 3-х наявних груп за якістю — філерів, цінних, сильних, 4-ї групи — екстрасильних пшениць.

До екстрасильних генотипів слід відносити такі, які за мінімального вмісту білка в зерні (12%) здатні забезпечувати генетично детермінований показник сили борошна 450 о.а. і вище, мають оптимальне співвідношення та несуть у своєму генотипі певні біохімічні маркери генетичного рівня якості та стійкості до проростання зерна на пні.

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

Селекція екстрасильних генотипів має свої особливості щодо створення і виділення генетичних джерел з ефективними генами підвищення якості зерна, залучення їх до гібридизації, отримання бажаних рекомбінантів і створення спеціальних фонів для їх добору на різних етапах селекційного процесу.

Використання в гібридизації різних генетичних джерел якості зерна з вирізняльними системами її контролю озимого та ярого походження дають змогу отримувати позитивні трансгресії за рівнем седиментації та вмісту білка: частота та ступінь трансгресії в F_5 і підтверджені в F_6 становили 0,22–6,9 та 4,1–18,2%, відповідно.

Бібліографія

1. Литвиненко М.А. Дослідження з селекційного удосконалення зернових культур в наукових установах УААН за останні 75 років/М.А. Литвиненко//Зб. наук. праць СГП. — Одеса, 2007. — Вип. 10 (50). — С. 9–15.
2. Литвиненко М.А. Панна — перший комерційний сорт надсильної озимої м'якої пшениці/М.А. Литвиненко, М.Г. Максимов, М.В. Червоніс, О.М. Благодарова//Зб. наук. праць СГП — НЦНС. — Одеса, 2004. — Вип. 5 (45). — С. 144–157.
3. Литвиненко М.А. Підвищення генетичного потенціалу продуктивності і показники якості зерна в селекції озимої м'якої пшениці/М.А. Литвиненко, Є.А. Голуб//Зб. наук. праць Уманського ДАУ. — Умань, 2008. — С. 389–399.
4. Литвиненко М.А. Результати селекції сортів озимої м'якої пшениці інтенсивного типу на витривалість до вилягання/М.А. Литвиненко, Н.О. Гончарук//Адаптивна селекція рослин. Теорія і практика: междунар. конф. в Харькове. — Х., 2002. — С. 53–54.
5. Попереля Ф.О. Генетика якості зерна пшениці перших генотипів надсильної пшениці України/Ф.О. Попереля, О.М. Благодарова//Цитологія і генетика. — К., 1998. — Т. 32, № 6. — С. 11–19.
6. Попереля Ф.А. Полиморфізм гліадина і його зв'язь з качеством зерна, продуктивностью і адаптивними свойствами сортов мягкой озимой пшеницы/Ф.А. Попереля//Селекция, семеноводство и интенсивная технология возделывания озимой пшеницы. — М.: Агропромиздат, 1989. — С. 138–150.
7. Рабинович С.В. История использования в селекции красnodарских сортов озимой пшеницы стародавних и современных пшениц Украины и анализ состава их высокомолекулярных глютеинов/С.В. Рабинович [и др.]//Пшеница и тритикале. — Краснодар: Советская Кубань, 2001. — С. 442–463.
8. Рибалко О.І. Новітні генетичні аспекти поліпшення якості пшениці/О.І. Рибалко, М.А. Литвиненко//Вісн. аграр. науки. — 2009. — № 4. — С. 35–39.
9. Рибалко О.І. Спеціалізація селекції сортів зернових культур — нагальна потреба часу/О.І. Рибалко//Посібник укр. хлібороба, 2012. — Т. 2. — С. 159–167.
10. Рибалко О.І. Створення сортів пшениці спеціального використання/О.І. Рибалко, М.А. Литвиненко//Вісн. аграр. науки. — 2009. — № 6. — С. 36–41.
11. Рибалко О.І. Якість пшениці та її поліпшення/О.І. Рибалко. — К.: Логос, 2011. — 494 с.

Надійшла 6.08.2013.