

АГРОНОМІЯ

УДК 631.528.632:664.236:633.111.5

**Формування вмісту і якості клейковини зерна
у спельтоподібних чорнобильських радіомутантів *Triticum L.***

Долгальова Ю.А.¹ , Лозінський М.В.² , Устинова Г.Л.² ,
Самойлик М.О.² , Юрченко А.І.² 

¹ Білоцерківська дослідно-селекційна станція

Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН

² Білоцерківський національний аграрний університет

Устинова Г.Л. E-mail: ustynovaGL@ukr.net



Долгальова Ю.А., Лозінський М.В., Устинова Г.Л., Самойлик М.О., Юрченко А.І. Формування вмісту і якості клейковини зерна у спельтоподібних чорнобильських радіомутантів *Triticum L.* «Агробіологія», 2025. № 1. С. 40–54.

Dolhalova Yu., Lozinskiy M., Ustynova H., Samoilik M., Yurchenko A. Formation of the content and quality of grain gluten in spelt-like chernobyl radiomutants of *Triticum L.* «Agrobiology», 2025. no. 1, pp. 40–54.

Рукопис отримано: 28.03.2025 р.

Прийнято: 14.04.2025 р.

Затверджено до друку: 22.05.2025 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2025-195-1-40-54

В умовах наукової 10-пільної сівозміни № 1 Білоцерківської дослідно-селекційної станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН досліджували 10 спельтоподібних чорнобильських радіомутантів – RM-1–10 пшениці озимої. Досліджувані зразки RM-1–10 були одержані в результаті хронічного опромінення в посіві 1986 р. та самосіві 1987 р. в агрофітоценозах сільськогосподарських угідь у 20-ти кілометрах зони відчуження Чорнобильської АЕС.

Облікова площа дослідної ділянки одного зразка – 10 м², повторність – трикратна. Попередник – горох. Насіння висівали в оптимальні для культури строки сівалкою СН-10Ц. Для порівняння використовували стандарт Лісопелу України – сорт Лісова пісня.

Метою досліджень було визначення вмісту клейковини і показників її якості у зерні спельтоподібних чорнобильських радіомутантів пшениці озимої.

Вміст клейковини визначали методом інфрачервоної спектроскопії (FOOS Infratec 1241 Grain Analyzer). Якість клейковини оцінювали за показниками приладу «ВДК-1». Також визначали розтяжність і пружність сирої клейковини.

Найбільший вміст клейковини у середньому за роки досліджень відмічено у RM-2 і RM-9 (32,0 %), які формували показник на рівні стандарту Лісова пісня – 32,4 %. Встановлено найбільшу мінливість вмісту клейковини у RM-3, RM-1, RM-4, RM-2 за показника коефіцієнта варіації 22,2; 20,6; 20,0 і 16,5 % відповідно. Найменшу мінливість відмітили у RM-7 за різниці між найбільшим і найменшим показником вмісту клейковини у 2016–2019 рр. 3,8 % і незначного коефіцієнта варіації – 7,1 %.

За показника індексу деформації клейковини в середньому за 2016–2019 рр. серед досліджуваних зразків не відмічено першої (добра) і другої (задовільно міцна) групи якості клейковини. Задовільно слабку другу групу якості формували всі досліджувані зразки та стандарт Лісова пісня.

За здатністю сирої клейковини розтягуватися у довжину в середньому за 2016–2019 рр. усі досліджувані RM- зразки (16,5–19,5 см) перевищували стандарт Лісова пісня (16,3 см).

Пружність сирої клейковини стандарту Лісова пісня (4 бали) перевищили радіомутанти RM-6 (4,5 бали) і RM-2 (4,3 бали). На рівні стандарту відмітили пружність клейковини у RM-1, RM-5, RM-7, RM-8.

Ключові слова: пшениця озима, спельтоподібні радіомутанти, вміст клейковини, якість клейковини, розтяжність клейковини, пружність клейковини, гомеостатичність, селекційна цінність.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Важливим чинником підвищення врожайності зернових культур, серед значної кількості агротехнічних прийомів і абіотичних факторів, є генетичні ресурси [1–3], оскільки сорт є найбільш ефективним і незамінним біологічним засобом виробництва, який визначає не лише рівень продуктивності агрофітоценозу [4, 5], а також якість вирощеної продукції [6–9].

Основним напрямом селекції пшениці озимої є підвищення врожайності, а метою кожного селекціонера – створення сортів, поєднавши максимально можливий рівень продуктивності з комплексом господарсько цінних ознак і властивостей, зокрема, врожайності з якістю зерна та борошна [10–12].

Зерно пшениці є основною сировиною для виробництва найважливіших продуктів харчування людства, тому поліпшення його якості набуває особливого значення [13]. Продукти вироблені із зерна пшениці характеризуються високою харчовою цінністю, збагачені вітамінами, мікро- та макроелементами і містять значну кількість вуглеводів, які є джерелом енергії людини [14, 15]. Зерно пшениці впродовж тривалого часу може зберігати свої поживні властивості та за різних технологічних процесів накопичувати добрі смакові якості і є високоякісною сировиною для харчової промисловості та виготовлення повноцінних кормів [14].

Якість зерна пшениці – найскладніша генетично обумовлена ознака, яка характеризується низкою показників: фізичними, біохімічними, технологічними [16]. Не зважаючи на значні успіхи в селекції, актуальним залишається створення генотипів, які поряд із високою потенційною врожайністю матимуть підвищену якість зерна [14, 17–20].

З метою підвищення врожайності та покращення фізичних і технологічних показників якості зерна, стійкості до несприятливих чинників навколишнього середовища у наукових установах ведеться цілеспрямована селекційна робота на поєднання важливих господарсько цінних ознак [21]. За таких умов виконання поставлених завдань у селекційних програмах буде залежати від збагачення виду новою генетичною плазмою, без якої неможливо досягти прогресу у селекційній роботі [22, 23].

Технологічні показники якості зерна пшениці, які забезпечують формування високого, пористого і м'якого хліба із однорідною структурою м'якуша, специфічним ароматом, приємним на смак і колір, обумовлюють

вміст клейковини та її якість і хлібопекарські властивості борошна [16]. На величину об'ємного виходу хліба впливає газотримувальна здатність тіста, яка може бути різною і обумовлена кількістю та властивостями клейковини, яка є специфічним сильногідратованим білковим комплексом. Якщо клейковина якісна і її достатньо, то тісто буде пластичне і добре утримувати вуглекислий газ, який у ньому накопичується, підвищуючи харчову цінність хліба та поліпшуючи хлібопекарські властивості борошна [5, 16, 24].

Борошно отримане із зерна пшениці характеризується здатністю формувати тісто із необхідними фізичними властивостями: високою еластичністю, розтяжністю, здатністю достатньо поглинати воду [25].

Клейковина складається з двох основних білкових компонентів – гліадину і глютеніну, між якими є сильний фізико-хімічний зв'язок [17]. Вміст клейковини в зерні сильних сортів пшениці має становити не менше 28 %, у борошні 70 % виходу – не менше 32 %, а її якість має бути не нижче II-групи. Досліджено, що борошно із зерна сильних сортів пшениць повинно мати довгу або середню за розтяжністю клейковину [13]. Суха частина клейковини містить близько 80 % білків, 6,7 % крохмалю 2,0–2,1 % жирів, 1,0–1,2 % цукру, 0,8–1,0 % золи. У сортів сильних пшениць вміст сирогої клейковини в зерні становить від 25 до 45 % і більше [26].

Якість клейковини обумовлена сукупністю таких фізичних властивостей як пружність, еластичність, розтяжність, в'язкість і зв'язність та здатністю зберігати їх у процесі виготовлення хліба [27]. Також на якість клейковини впливає склад її білкових молекул, що утворюють певну просторову структуру міцності [28].

Зусилля селекціонерів спрямовані на створення сортів, які б забезпечували формування врожаю зерна пшениці з високим вмістом білка [29] і клейковини [13] та її якості [30].

Для прискорення і підвищення ефективності селекційної роботи вирішальним є досконало вивчений вихідний матеріал, що дозволяє розкрити його потенціал, а також встановити напрями та методи використання в селекційних програмах для підвищення врожайності і поліпшення показників якості зерна.

Мета досліджень – визначення вмісту і показників якості клейковини у спельтоподібних Чорнобильських зразків пшениці озимої.

Матеріал і методи дослідження. В умовах 10-пільної наукової сівозміни № 1 (горох, пшениця озима, буряки цукрові, кукурудза на зерно, ячмінь ярий, сидеральний пар, пшениця озима, буряки цукрові, кукурудза на зерно, ячмінь ярий) Білоцерківської дослідно-селекційної станції (БЦДСС) Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН досліджували 10 спельтоподібних зразків пшениці озимої білоцерківської колекції чорнобильських радіомутантів – RM-1–10 (рис. 1, 2).

Генофонд колекції походить від рослин пшениці, які були відібрані у 1987 р. під керівництвом Д.М. Гродзінського, О.Д. Коломієць, П.К. Шкварнікова і М.Ф. Батигіна на полях сільськогосподарських угідь в 20-км зоні відчуження Чорнобильської АЕС та впродовж двох вегетаційних періодів – у посіві 1986 і самосіві 1987 рр. – на всіх етапах органогенезу перебували під дією хронічного опромінення.

На час аварії в радіусі 20-ти кілометрів від зруйнованого реактора вирощували сорти пшениці м'якої озимої: Білоцерківська 47, Миронівська 808, Поліська 70, Киянка.

У 1988 р. 239 зразків, у вигляді зерен індивідуально обмолочених колосів, були передані для подальшого вивчення до Білоцерківської ДСС. Змінені форми пересівають методом педігрі, проводять бекроси, реципрокні і аналізуючі схрещування отриманих мутантів із вихідними сортами. У результаті нестабільного мутагенезу спектр мутацій розширюється з покоління в покоління впродовж 34 років. На сьогодні в колекції налічується близько трьох тисяч мутантів і отриманий широкий спектр мутацій: із різним ступенем прояву стерильності колоса, скверхедність, спельтоїдність із ламким стрижнем колоса і ускладненим обмолотом, карлики з висотою рослин до 25 см та високорослі понад 150 см, із покрученим стеблом під колосом і ускладненим виходом колоса з піхви листка, з двома колосами на стеблі та багато інших потворних за морфологією рослинних форм, які не зустрічаються зазвичай у природі. Виникли також системні мутації, які мають ознаки інших гексаплоїдних видів: *Triticum spelta* L., *Triticum compactum* Host, *Triticum Vavilovi* Jacubz [31].



Рис. 1. Спельтоподібний колос RM-6 зразка пшениці м'якої озимої.



Рис. 2. Спельтоподібний колос RM-7 зразка пшениці м'якої озимої.

Досліджувані зразки RM-1–10 були одержані в результаті хронічного опромінення в посіві 1986 р. та самосіві 1987 р. в агрофітотеннозах сільськогосподарських угідь в 20-км зоні відчуження Чорнобильської АЕС. Після отримання співробітниками БЦДСС (1988 р.) морфологічно відмінних форм від вихідних сортів, їх щорічно впродовж 26 поколінь (1988–2014 рр.) пересівали методом педігрі, та на початку селекційної роботи отримали відповідні шифри залежно від походження (табл. 1).

Після одержання константних форм (2014 р.) чорнобильські радіомутанти RM-1–10 були висіяні в контрольному розсаднику наукової сівозміни БЦДСС для вивчення біологічних, морфологічних та господарсько цінних ознак.

Облікова площа дослідної ділянки одного зразка – 10 м², повторність – трикратна. Попередник – горох, насіння висівали в оптимальні для культури строки сівалкою СН-10Ц. Для порівняння використовували сорт-стандарт у зоні Лісостепу України – Лісова пісня.

Оцінку зерна досліджуваних RM-зразків проводили за вмістом клейковини (методом інфрачервоної спектроскопії, прилад FOOS Infratec 1241 Grain Analyzer) та її якості (показники приладу «ВДК-1»), визначали згідно з «Методикою проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні. Методи визначення показників якості продукції рослинництва» [32].

Для визначення розтяжності використовували дві наважки клейковини по 4 г, сфор-

мовані у кульки, занурювали у воду за температури 18–20 °С на 15 хвилин. Після чого розтягували клейковину впродовж 10 с над лінійкою до розриву. У момент розриву клейковини відмічали довжину, на яку вона розтягнулася. За розтяжністю клейковину поділяють на коротку – до 10 см, середню – 10–20 см і довгу – понад 20 см [16]. Показники пружності (еластичності) визначали за швидкістю відновлення початкової форми або довжини кульки клейковини після розтягування на відстань близько 2 см або стискання між великим та вказівним пальцями.

Результати дослідження та обговорення. У середньому за 2016–2019 рр. найбільший вміст клейковини відмічено у RM-2 і RM-9 (32,0 %), які формували показник на рівні стандарту Лісова пісня – 32,4 %. Дещо менший вміст клейковини визначили у RM-1 (31,4 %), RM-10 (30,5 %) і RM-4 (30,4 %) (табл. 2).

Встановлено найбільшу мінливість вмісту клейковини у RM-3, RM-1, RM-4, RM-2 за відповідних показників коефіцієнта варіації 22,2; 20,6; 20,0 і 16,5 %. Найменшу мінливість відмітили у RM-7 за різниці між найбільшим і найменшим показником вмісту клейковини у 2016–2019 рр. 3,8 % і незначного коефіцієнта варіації – 7,1 %. Слід зазначити, що у цього зразка середній за чотири роки вміст клейковини був найменший і становив 26,0 %. Незначний коефіцієнт варіації вмісту клейковини визначили у RM-9 (9,7 %) і стандарту Лісова пісня – 9,6 %.

Таблиця 1 – Походження та морфологічний опис спельтоподібних RM-зразків пшениці озимої білоцерківської колекції Чорнобильських радіомутантів

Вихідний сорт	Шифр	Досліджуваний RM-зразок	Морфологічний опис
Білоцерківська 47	756/89	RM-1	<i>T. spelta</i> L. спельта безоста
		RM-2	<i>T. spelta</i> L. спельта безоста
		RM-3	<i>T. spelta</i> L. спельта остиста
		RM-4	<i>T. spelta</i> L. спельта остиста
	20006/89	RM-5	<i>T. spelta</i> L. спельта остиста
		RM-6	<i>T. spelta</i> L. спельта остиста
	20038/89	RM-7	<i>T. spelta</i> L. спельта безоста
		RM-8	<i>T. spelta</i> L. спельта безоста
		RM-9	<i>T. spelta</i> L. спельта безоста
Поліська 70	20157/89	RM-10	спельтоїд безостий

Таблиця 2 – Вміст клейковини (%) у досліджуваних RM-зразків, 2016–2019 рр.

Селекційна форма	2016 р.	2017 р.	2018 р.	2019 р.	$\bar{x}$	R	S ²	V, %
RM-1	31,9	25,7	27,6	40,2	31,4	14,5	41,5	20,6
RM-2	32,8	27,9	28,0	39,1	32,0	11,2	27,9	16,5
RM-3	30,1	23,7	25,4	38,3	29,4	14,6	42,7	22,2
RM-4	30,5	26,3	25,9	39,0	30,4	13,1	37,0	20,0
RM-5	27,9	25,6	24,9	31,8	27,6	6,9	9,7	11,3
RM-6	26,5	24,6	24,9	31,7	26,9	7,1	10,8	12,2
RM-7	27,2	24,8	24,0	27,8	26,0	3,8	3,4	7,1
RM-8	31,1	26,8	26,5	35,2	29,9	8,7	16,9	13,7
RM-9	33,1	27,6	32,2	34,9	32,0	7,3	9,7	9,7
RM-10	27,7	27,1	31,3	35,7	30,5	8,6	15,7	13,0
Лісова пісня (St)	33,1	28,7	31,5	36,1	32,4	7,4	9,6	9,6
НІР ₀₅	0,52	0,41	0,36	0,65	-	-	-	-

Найбільш стабільний вміст клейковини у борошні досліджуваних селекційних форм за показника гомеостатичності відмітили у RM-7 (Ном = 365), Лісова пісня (Ном = 339), RM-9 (Ном = 328). На середньому рівні гомеостатичності визначили у RM-5, RM-10, RM-6, RM-8 – Ном = 245–218 (рис. 3).

За високим показником селекційної цінності виділили стандарт Лісова пісня (Sc = 25,8) і RM-9 – Sc = 25,3. На середньому рівні селекційну цінність відмітили у RM-10, RM-2, RM-7, RM-8 – Sc = 23,2–22,5 (рис. 4).

Селекційний процес зі створення вихідного матеріалу пшениці з підвищеним вмістом білка і клейковини є актуальним [13, 33]. Водночас суттєве значення мають показники, які характеризують якість клейковини [13].

Сира клейковина за фізичними властивостями класифікується на: сильну – помірно-пружна, зв'язну – достатньо розтяжна; слабку – досить розтяжна, недостатньо пружна; міцну короткорвучу – досить пружна, мало розтяжна; крихку – недостатньо зв'язна [34].

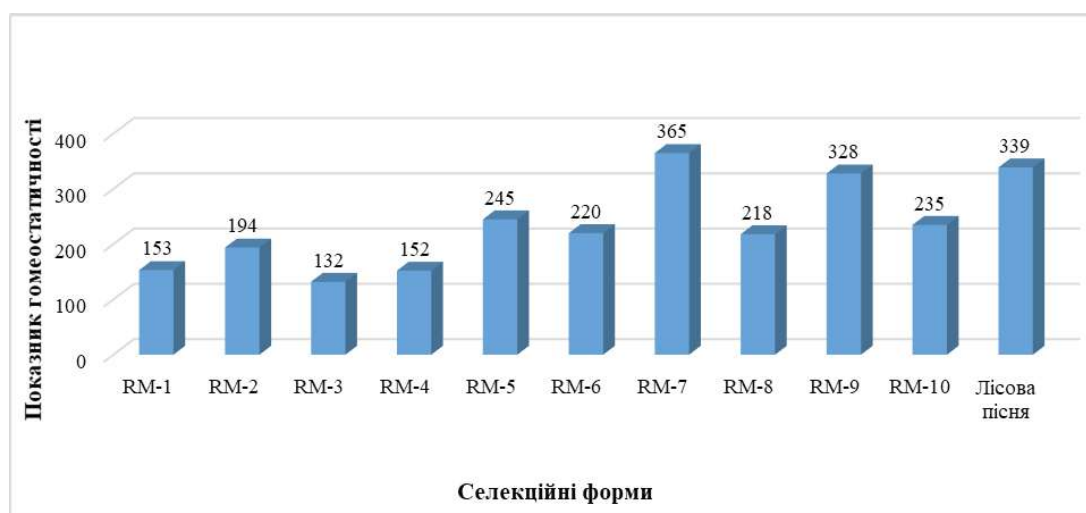


Рис. 3. Показник гомеостатичності за формування клейковини у RM-зразків, середнє за 2016–2019 рр.

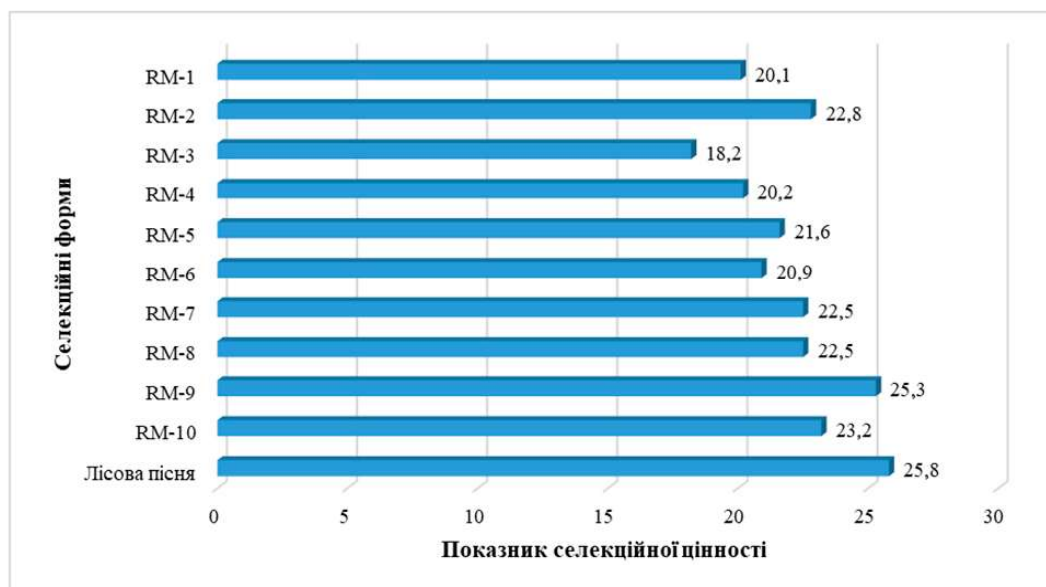


Рис. 4. Селекційна цінність за вмістом клейковини у RM-зразків, середнє за 2016–2019 рр.

Згідно з ДСТУ 3768:2019 зерно пшениці м'якої за вмістом клейковини і показниками приладу ВДК-1 поділяється на чотири класи: перший клас – масова частка сирої клейковини не менше 28 % і одиниць приладу ВДК-1 – 45–100 о.п.; другий клас – сирої клейковини не менше 23 % і 45–100 одиниць приладу ВДК; третій клас – сирої клейковини не менше 18 % і 45–100 одиниць приладу ВДК. Для четвертого класу показники вмісту сирої клейковини і одиниць приладу ВДК не обмежено [35].

Опір клейковини визначають за допомогою приладу ВДК-1, яким встановлюють деформацію зразка клейковини методом вимірювання лінійного переміщення пуансона. Відповідно до показника приладу в умовних одиницях встановлюють групу якості клейковини: I група – від 45 до 75 одиниць приладу (о.п.) – клейковина характеризується як добра з середньою розтяжністю і доброю еластичністю; II група (20–40 о.п.) – задовільно міцна або задовільно слабка (80–100 о.п.), яка має задовільну еластичність і сильну чи слабку розтяжність; III група (0–15 о.п.) – незадовільно міцна або (105–120 о.п.) – незадовільно слабка із незадовільною еластичністю і сильною або слабкою розтяжністю [16, 36].

У роки досліджень встановлено варіабельність показника приладу ВДК-1 від 12 о.п. (RM-9) до 25 о.п. (RM-3) із незначним коефіцієнтом варіації у RM-9, RM-5, RM-6, RM-7, RM-10, RM-8, RM-4 – 5,5–8,4 % і середнім у стандарту Лісова пісня ($V = 10,0\%$),

RM-2 ($V = 11,7\%$), RM-3 ($V = 12,0\%$) і RM-1 – $V = 12,7\%$ (табл. 3).

За показником індексу деформації клейковини в середньому за 2016–2019 рр. серед досліджуваних зразків нами не відмічено першої (добра) і другої (задовільно міцна) групи якості клейковини. Задовільно слабку другу групу якості відмітили у всіх радіомутантів і стандарту Лісова пісня. Водночас слід зазначити подібні показники індексу деформації клейковини до стандарту (87 о.п.) у RM-6, RM-2 і RM-8 – 87, 89, 89 о.п. відповідно.

Найбільшу гомеостатичність за індексом деформації клейковини визначили у RM-9 ($Hom = 1638$) і RM-5 ($Hom = 1452$). Середній показник гомеостатичності відмітили у RM-7, RM-6, RM-10, RM-8, RM-4 – $Hom = 1257$ – 1105 (рис. 5).

За селекційною цінністю показника індексу деформації клейковини виділили RM-7 ($Sc = 79,7$), RM-9 ($Sc = 79,2$), RM-5 ($Sc = 78,3$), RM-10 ($Sc = 77,3$), RM-4 ($Sc = 76,8$), дещо менші значення визначили у RM-6 і RM-8 – $Sc = 74,6$ (рис. 6).

Міцна клейковина формується повільно, відразу після відмивання кришиться і після певного часу набуває зв'язності, розтяжності, еластичності і значної пружності. Клейковина доброї якості відразу після замісу утворює еластичну пружну масу. Водночас слабка клейковина формується швидко, як і доброї якості, але наприкінці відмивання втрачає еластичність і пружність [16].

Таблиця 3 – Показники приладу ВДК-1 (о.п.) у досліджуваних RM-зразків у 2016–2019 рр.

Селекційна форма	2016 р.	2017 р.	2018 р.	2019 р.	$\bar{x}$	R	S ²	V, %
RM-1	105	82	96	81	91	24	134,0	12,7
RM-2	103	82	89	80	89	23	108,3	11,7
RM-3	100	75	94	94	91	25	118,3	12,0
RM-4	103	89	95	85	93	18	61,3	8,4
RM-5	98	92	91	84	91	14	32,9	6,3
RM-6	96	82	87	84	87	14	38,3	7,1
RM-7	98	99	85	89	93	14	46,9	7,4
RM-8	89	85	99	83	89	16	50,7	8,0
RM-9	96	90	84	92	91	12	25,0	5,5
RM-10	101	85	87	94	92	16	52,9	7,9
Лісова пісня (St)	98	77	86	85	87	21	75,0	10,0
HIP ₀₅	3	2	2	3	-	-	-	-

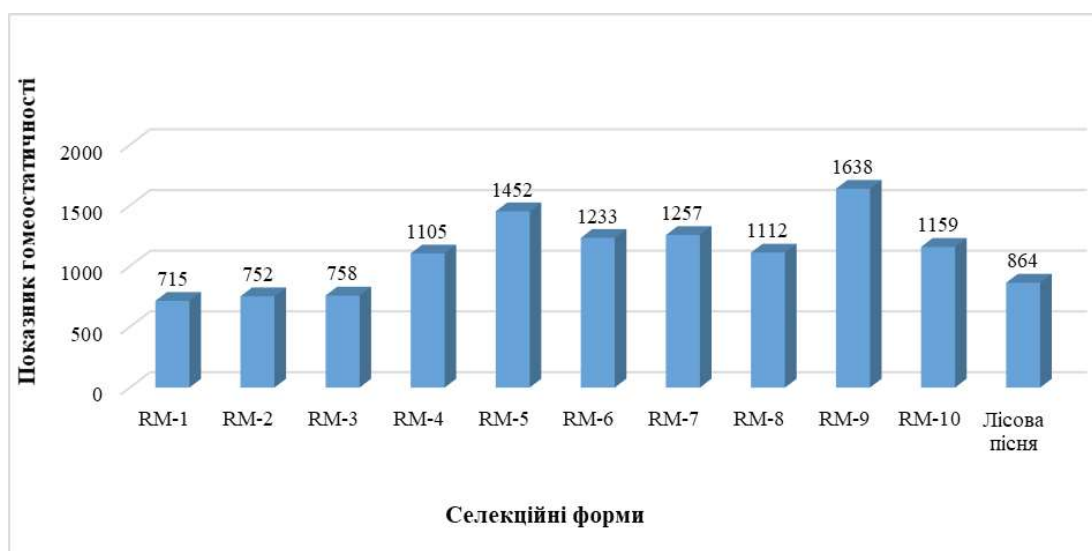


Рис. 5. Гомеостатичність за показника приладу ВДК-1 у RM-зразків, середнє за 2016–2019 рр.

Встановлено в середньому за роки досліджень перевищення над стандартом Лісова пісня (16,3 см) за здатністю сирової клейковини розтягуватися в довжину у всіх досліджуваних RM-зразків від 0,2 см (RM-5) до 3,2 см у RM-3 і RM-4 (табл. 4).

Досліджено розмах мінливості розтяжності сирової клейковини від 3 см (RM-8) до 11 см у RM-2 і RM-10. Визначений незначний коефіцієнт варіації у RM-8 (7,9 %), серед-

ній – RM-7 (V = 11,8 %), RM-6 (V = 14,9 %), RM-1 (V = 17,9 %) і стандарт Лісова пісня (V = 18,3 %), за значних – V = 21,6–29,7 % у інших RM-зразків.

За показником гомеостатичності розтяжності клейковини виділили RM-8 (Hom = 248) і RM-7 (Hom = 147) за значень у інших досліджуваних селекційних форм від Hom = 66 (RM-4) до Hom = 113 – RM-6 (рис. 7).

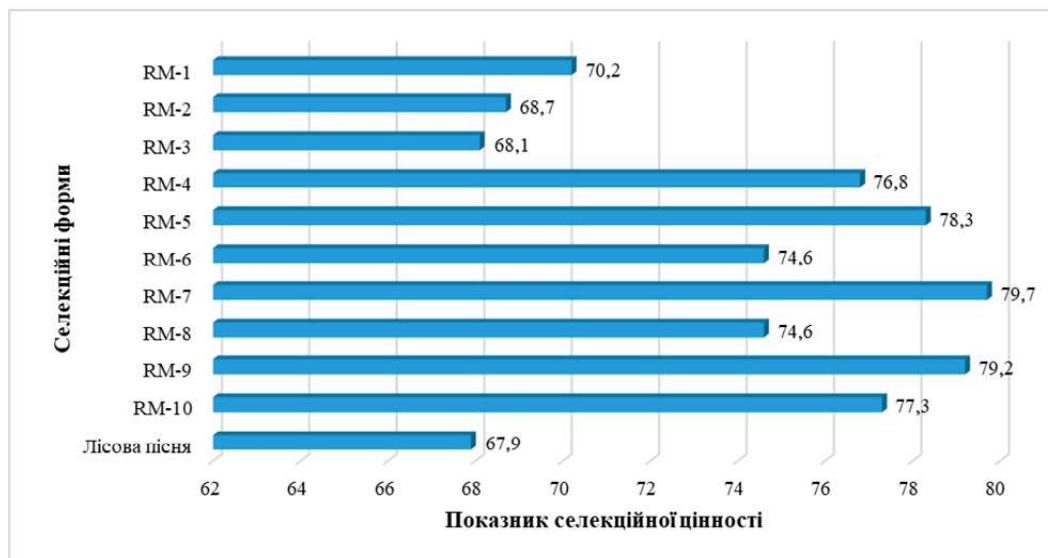


Рис. 6. Селекційна цінність за показниками приладу ВДК-1 у RM-зразків, середнє за 2016–2019 рр.

Таблиця 4 – Розтяжність (см) сирої клейковини у досліджуваних RM-зразків у 2016–2019 рр.

Селекційна форма	2016 р.	2017 р.	2018 р.	2019 р.	$\bar{X}$	R	S ²	V, %
RM-1	23	15	18	18	18,5	8	11,0	17,9
RM-2	23	12	17	18	17,5	11	20,3	25,7
RM-3	24	14	21	19	19,5	10	17,7	21,6
RM-4	28	15	18	17	19,5	13	33,7	29,7
RM-5	22	13	15	16	16,5	9	15,0	23,5
RM-6	20	14	17	16	16,8	6	6,3	14,9
RM-7	20	15	18	17	17,5	5	4,3	11,8
RM-8	20	17	20	20	19,3	3	2,3	7,9
RM-9	25	15	16	18	18,5	10	20,3	24,4
RM-10	24	13	17	17	17,8	11	20,9	25,7
Лісова пісня (St)	20	13	17	15	16,3	7	8,9	18,3
НІР ₀₅	0,21	0,17	0,18	0,17	-	-	-	-

Найвищий показник селекційної цінності за розтяжністю сирої клейковини визначили у RM-7 ($Sc = 13,1$), RM-1 ($Sc = 12,1$), RM-6 ($Sc = 11,8$), RM-3 ($Sc = 11,4$), RM-9 ($Sc = 11,1$), Лісова пісня ($Sc = 10,6$) і RM-4 ($Sc = 10,5$) (рис. 8).

Пружність (еластичність) – властивість клейковини повертатися до початкового стану після розтягування або надавлювання [16].

У середньому за роки досліджень, радіомутанти RM-6 (4,5 бали) і RM-2 (4,3 бали)

за пружністю сирої клейковини перевищили стандарт Лісова пісня (4 бали). На рівні стандарту відмітили пружність клейковини у RM-1, RM-5, RM-7, RM-8. Розмах варіабельності за пружністю встановили від 1 до 2 балів і середнього коефіцієнта варіації у RM-6 ($V = 12,2\%$), RM-4, RM-10 ($V = 15,6\%$) і RM-8 ($V = 19,4\%$) та значних ($V = 20,9\text{--}28,5\%$) у інших досліджуваних селекційних форм (табл. 5).

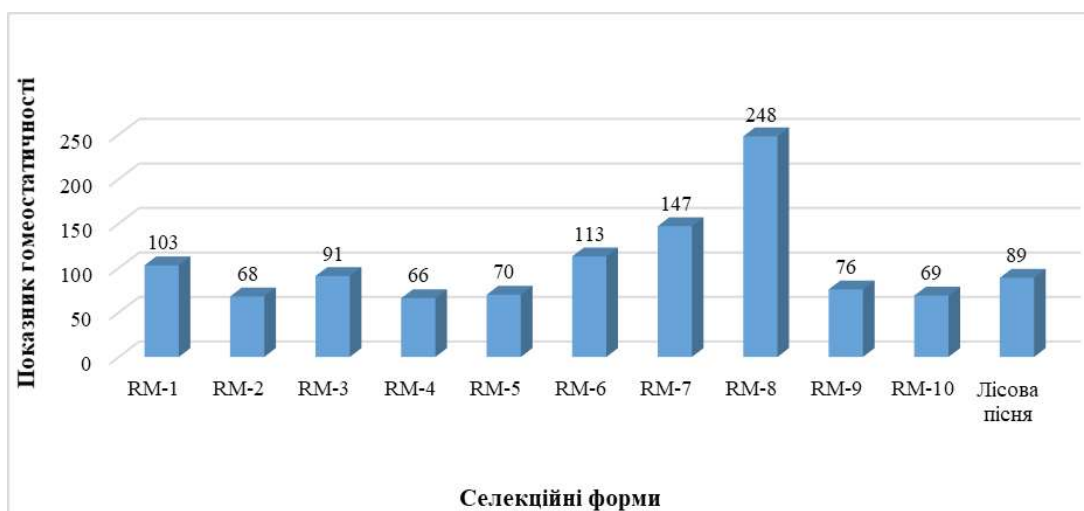


Рис. 7. Гомеостатичність за розтяжністю сирової клейковини у RM-зразків, середнє за 2016–2019 рр.

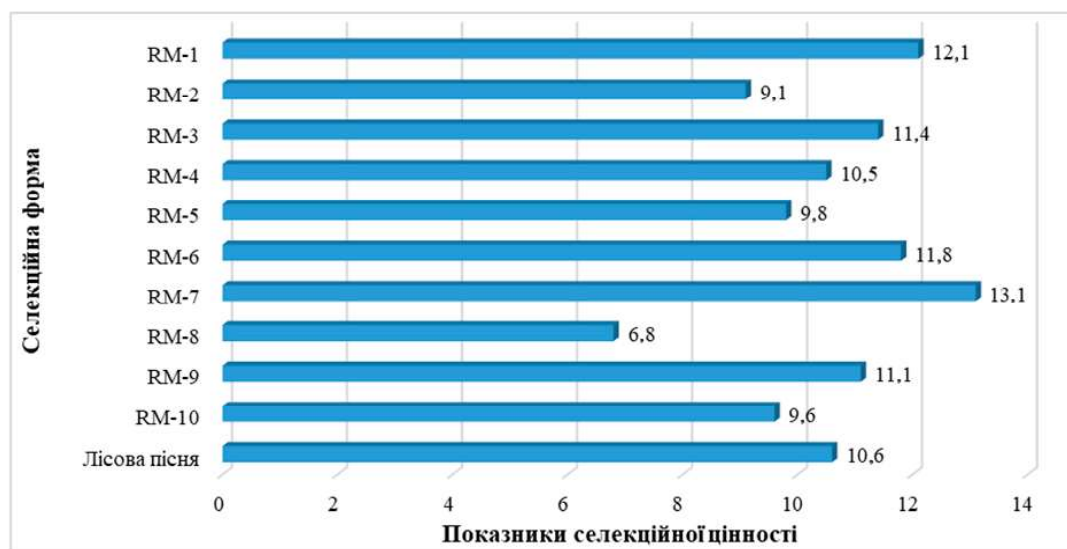


Рис. 8. Селекційна цінність за розтяжністю сирової клейковини у RM-зразків, середнє за 2016–2019 рр.

Таблиця 5 – Пружність (бал) сирової клейковини у досліджуваних RM-зразків у 2016–2019 рр.

Селекційна форма	2016 р.	2017 р.	2018 р.	2019 р.	$\bar{x}$	R	S ²	V, %
RM-1	3	5	3	5	4,0	2	1,3	28,5
RM-2	3	5	4	5	4,3	2	0,9	22,1
RM-3	3	5	3	4	3,8	2	0,9	25,0
RM-4	3	4	3	4	3,5	1	0,3	15,6
RM-5	3	4	4	5	4,0	2	0,7	20,9
RM-6	4	5	4	5	4,5	1	0,3	12,2
RM-7	4	3	5	4	4,0	2	0,7	20,9
RM-8	4	4	3	5	4,0	2	0,6	19,4
RM-9	3	4	5	3	3,8	2	0,9	25,0
RM-10	3	4	4	3	3,5	1	0,3	15,6
Лісова пісня (St)	3	5	4	4	4,0	2	0,7	20,9

Найвищий показник гомеостатичності ($Hom = 36$) (рис. 9) і селекційної цінності ($Sc = 3,6$) (рис. 10) за пружністю сирі клейковини відмітили у селекційної форми RM-6.

Гомеостатичність у інших досліджуваних селекційних форм визначена на рівні від $Hom = 14$ (RM-1) до $Hom = 21$ – RM-4, а показник селекційної цінності встановлений у межах $Sc = 2,3$ – $2,6$.

Залежно від пружності і розтяжності клейковину підрозділяють на три групи:

I група – клейковина з доброю пружністю і довгою або середньою розтяжністю. Клейковина цієї групи дає можливість одержати тісто з доброю формостійкістю і досить розпушене, завдяки чому хлібні вироби мають більший об'ємний вихід і пористість;

II група – клейковина з доброю або задовільною пружністю. За розтяжністю вона може бути короткою, середньою або довгою. Тісто має меншу газоутримувальну здатність. Хліб випікається з меншим об'ємним виходом і пористістю, але здебільшого доброякісним;

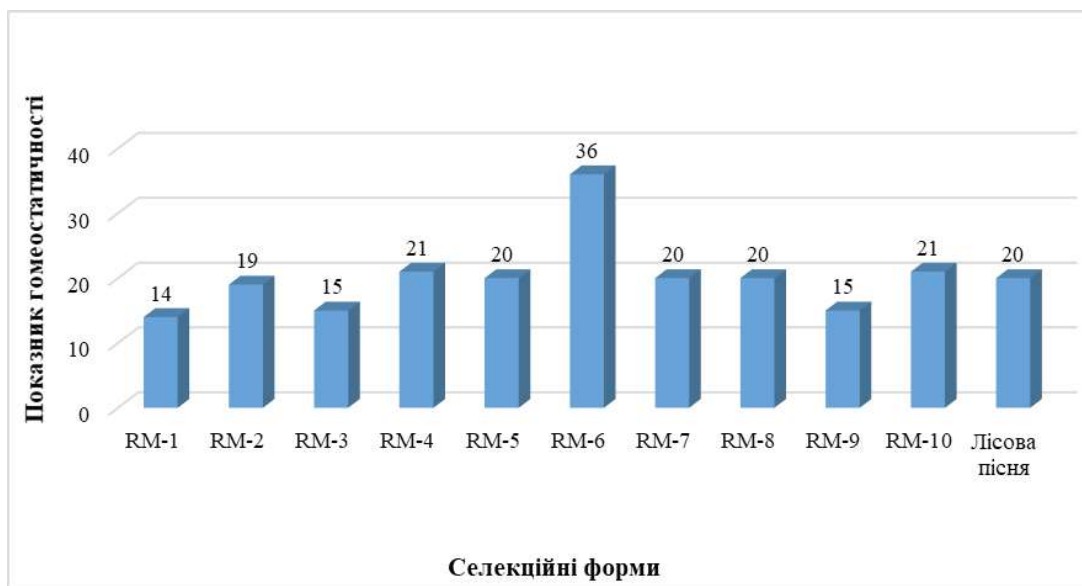


Рис. 9. Гомеостатичність за пружністю сирі клейковини у RM- зразків, середнє за 2016–2019 рр.

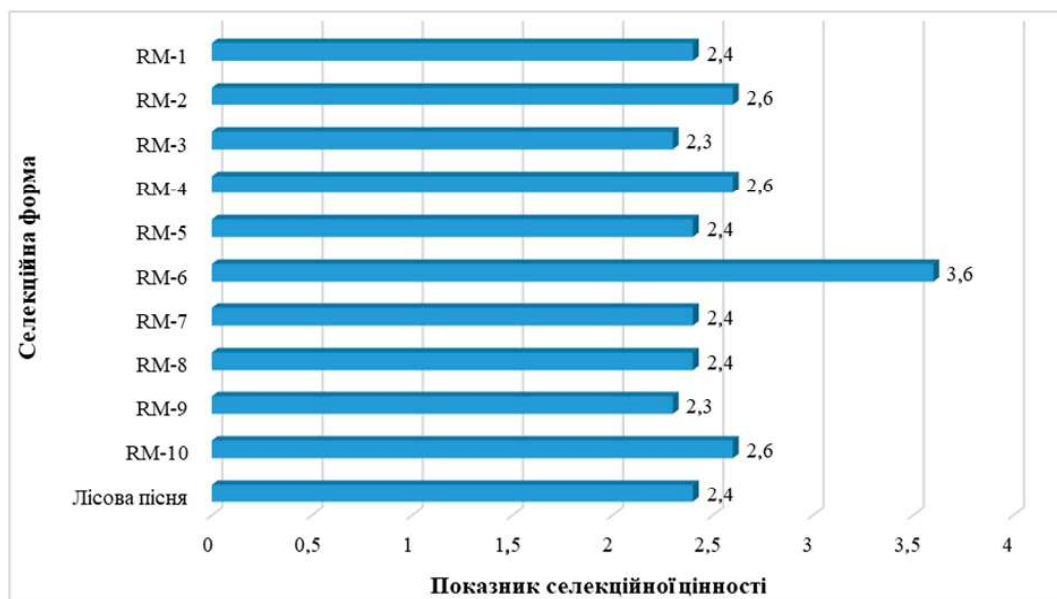


Рис. 10. Селекційна цінність за пружністю сирі клейковини у RM- зразків, середнє за 2016–2019 рр.

III група – клейковина із слабкою пружністю. Ця клейковина має властивість дуже витягуватися, провисати за розтягування, прориватися у висячому положенні під дією власної ваги, пливати, а також кришитися. З борошна, яке має клейковину цієї групи, отримують низькопористий, погано розпушений хліб із дуже малим об'ємним виходом [16].

Висновки. У результаті проведених досліджень виділено спельтоподібні зразки RM-2, RM-9, RM-1, RM-10 і RM-4, що формували в середньому за 2016–2019 рр. високий вміст клейковини 32,0–30,4 %, серед яких за коефіцієнтом варіації найменшу мінливість визначили у RM-9 ($V = 9,7\%$) і RM-10 – $V = 13,0\%$. Селекційний зразок RM-9 мав найвищі показники гомеостатичності ($Hom = 328$) і селекційної цінності ($Sc = 25,3$) за вмістом клейковини.

За показником приладу ВДК-1 усі RM-зразки і стандарт формували задовільно слабку II групу якості сирої клейковини. На рівні стандарту (87 о.п.) визначили показник приладу ВДК-1 у RM-6, RM-2 і RM-8 – 87; 89; 89 о.п. відповідно. Селекційна форма RM-9 за показників приладу ВДК-1 у роки досліджень (84–96 о.п.) мала найбільшу гомеостатичність ($Hom = 1638$) і селекційну цінність – $Sc = 79,2$.

Усі досліджувані RM-зразки формували за 2016–2019 рр. середню розтяжність сирої клейковини (16,5–19,5 см), перевищуючи стандарт Лісова пісня – 16,3 см. За пружністю клейковини виділили RM-6 (4,5 бали) і RM-2 – 4,3 бали.

Виділені спельтоподібні RM-зразки пшениці озимої включені у подальшу селекційну роботу Білоцерківської дослідно-селекційної станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Статистичні параметри адаптивності за урожайністю нових генотипів пшениці м'якої озимої / Л.А. Коломієць та ін. Вісник Українського товариства генетиків і селекціонерів. 2009. Т. 7. № 2. С. 198–205.
2. Бурденюк-Тарасевич Л.А., Лозінський М.В., Дубова О.А. Особливості формування довжини стебла у селекційних номерів пшениці озимої в залежності від їх генотипів та умов вирощування. Агробіологія. 2015. № 1(117). С. 11–15.
3. Марухняк А.Я., Терлецька М.І., Прудяк Л.С. Кластерний розподіл генотипів вівса за екологічною адаптивністю кількісних ознак продуктивності. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2019. Вип. 65. С. 77–90.

4. Кириленко В.В. Традиційні та сучасні методи селекції *Triticum aestivum* L. у Миронівському інституті пшениці імені В.М. Ремесла. Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. 2014. № 4(25). С. 41–46.
5. Шувар А.М., Беген Л.Л., Тимків М.Ю., Войтович Р.М. Формування врожаю і якості зерна пшениці озимої залежно від строків сівби та рівня живлення. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2018. Вип. 63. С. 161–173.
6. Жемела Г.П., Бараболя О.В., Татарко Ю.В., Антоновський О.В. Вплив сортових особливостей на якість зерна пшениці озимої. Scientific Progress & Innovations. 2020. № 3. С. 32–39.
7. Жемела Г.П., Мусатов А.Г. Агротехнічні основи підвищення якості зерна. Київ: Урожай, 1989. 160 с.
8. Козечко В.І. Вплив технологічних прийомів вирощування на формування показників якості зерна пшениці озимої в умовах північного Степу. Scientific Progress & Innovations. 2014. № 2. С. 67–73.
9. Nadew B.B. Effects of climatic and agronomic factors on yield and quality of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) seed: a review on selected factors. Advances in Crop Science and Technology. 2018. Vol. 6. Issue 2. 356 p.
10. Лозінський М.В. Добір у гібридних поколіннях пшениці озимої за вмістом і якістю клейковини. Вісник Білоцерківського державного аграрного університету. 2006. Вип. 35. С. 78–85.
11. Результати селекції пшениці м'якої озимої на поліпшення еколого-адаптивних властивостей і якісних параметрів зерна / Т.З. Москалець та ін. Вісник Уманського національного університету садівництва. 2015. № 1. С. 58–63.
12. Метод гібридизації у селекції *Triticum aestivum* L. в умовах Центрального Лісостепу України: монографія / О.А. Демидов та ін. Київ: Компрінт, 2022. 267 с.
13. Технологічна оцінка клейковини зерна спельтоподібних форм пшениці / В.П. Карпенко та ін. Збірник наукових праць Національного наукового центру Інститут землеробства НААН. 2015. № 2. С. 192–198.
14. Кирильчук А.М., Ковальчук С.О. Селекція на кількісні та якісні показники пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.). Розширення генетичного різноманіття культурної пшениці. Агроекологічний журнал. 2021. № 2. С. 140–148.
15. Пшениця спельта / за ред. Г.М. Господаренка. Київ: ТЦВ «Сік Груп Україна», 2016. 312 с.
16. Технологія зберігання та переробки продукції рослинництва: практикум для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти зі спеціальності 201–Агрономія / В.І. Глеваський та ін. Біла Церква, 2021. 175 с.
17. Гасанова І.І., Криворучко Н.Л. Якість зерна нових сортів пшениці озимої в північному Степу України: матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції «Найновіше научні постиження – 2012». Болгарія, 2012. С. 40–42.

18. Конопльова Є.Л. Ефективність заходів підвищення урожайності та якості зерна пшениці озимої по попереднику чорний пар у північному Степу України. Бюлетень Інституту сільськогосподарства степової зони НААН України. Дніпропетровськ: Нова ідеологія, 2012. № 3. С. 99–103.
19. Конопльова Є.Л. Ефективність вирощування пшениці озимої залежно від технологічних заходів в північному Степу України. Агробіологія. 2012. Вип. 7(91). С. 117–120.
20. Солодушко М.М., Гасанова І.І., Серeda І.І. Вплив мінерального живлення на якість зерна пшениці озимої в північному Степу: матеріали науково-практичної конференції молодих учених і спеціалістів: «Агротехнології для сталого виробництва конкурентоспроможної продукції». Чабани, 2012. С. 61–62.
21. Василюк П.М. Оцінка стабільності та пластичності показників продуктивності та якості нових сортів пшениці м'якої озимої в умовах Лісостепу України. Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. 2014. № 1(22). С. 15–18.
22. Попереля Ф.О. Три основні генетичні системи якості зерна озимої м'якої пшениці. Реалізація потенційних можливостей сортів та гібридів Селекційно-генетичного інституту в умовах України: зб. наук. праць. Одеса, 1996. С. 117–132.
23. Животков Л.О., Корчинський А.А. Формування сортової структури пшениці. Вісник аграрної науки. 2000. № 7. С. 42–43.
24. Методика проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні. Методи визначення показників якості продукції рослинництва. Київ, 2016. 158 с.
25. Озимі зернові культури / за ред. Л. О. Животкова, С.В. Бірюкова. Київ: Урожай, 1993. 288 с.
26. Гладченко В.Я., Фабричнікова І.А. Визначення кількості і якості зерна пшениці: методичні вказівки. Харків: ХНТУСГ ім. П. Василенка, 2012. 16 с.
27. Effect of high-molecular-weight glutenin subunit deletion on soft wheat quality properties and sugar-snap cookie quality estimated through near-isogenic lines / X. Zhang et al. Journal of Integrative Agriculture. 2018. Vol. 17. Issue 5. P. 1066–1073.
28. Жемела Г.П., Бараболя О.В. Технологія борошномельного та круп'яного виробництва. Полтава, 2011. 292 с.
29. Сорока В.І., Уліч Л.І., Василюк П.М., Хахула В.С. Ефективне використання селекційно-генетичного потенціалу сортів пшениці озимої м'якої. Агробіологія. 2011. № 6. С. 13–19.
30. Жемела Г.П., Кузнєцова О.А. Вплив сортових властивостей на продуктивність та якість зерна пшениці. Вісник Полтавської державної аграрної академії. Полтава, 2012. № 3. С. 23–25.
31. Amagai Y., Burdenyuk-Tarasevych L.A., Goncharov N.P., Watanabe N. Microsatellite mapping of the loci for false glume and semi-compact spike in *Triticum* L. Genetic Resources and Crop Evolution. 2017. No 64(8). P. 2105–2113.
32. Методика проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні. Методи визначення показників якості продукції рослинництва / за ред. С.О. Ткачик та ін. Вінниця, 2016. 159 с.
33. Олійник К.М., Блажевич Л.Ю., Давидюк Г.В. Вплив адаптивних технологій вирощування на показники якості зерна пшениці озимої. Корми і кормовиробництво. 2018. № 86. С. 141–146.
34. Невмивако Г.В. Вплив попередників на врожайність і якість зерна озимої пшениці. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2008. № 4. С. 74–76.
35. ДСТУ 3768:2019. Пшениця. Технічні умови. URL: https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu_3768_2019.pdf
36. Технологічна оцінка рослинницької продукції сортів сільськогосподарських видів. Методика державної науково-технічної експертизи сортів рослин. Методи визначення показників якості продукції рослинництва / за ред. С.О. Ткачик. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015. С. 6–64.
35. Рибалка О.І. Якість пшениці та її поліпшення: монографія. Київ: Логос, 2011. 495 с.

REFERENCES

1. Kolomiets, L.A., Khomenko, S.O., Kyrylenko, V.V., Derhachov, O.L., Basanets, H.S. (2009). Statystychni parametry adaptyvnosti za urozhainisti novykh henotypiv pshenytsi miakoi ozymoi [Statistical parameters of adaptability by yield of new genotypes of soft winter wheat]. Visnyk Ukrainskoho tovarystva henetykiv i selektsioneriv [Bulletin of the Ukrainian Society of Geneticists and Breeders]. Vol. 7, no. 2, pp. 198–205.
2. Burdenyuk-Tarasevych, L.A., Lozinskyi, M.V., Dubova, O.A. (2015). Osoblyvosti formuvannya dovzhyny stebly u selektsiinykh nomeriv pshenytsi ozymoi v zalezhnosti vid yikh henotypiv ta umov vyroshchuvannya [Peculiarities of stem length formation in winter wheat breeding numbers depending on their genotypes and growing conditions]. Ahrobiologiya [Agrobiology]. no. 1(117), pp. 11–15.
3. Marukhniak, A.Ya., Terletska, M.I., Prudiak, L.S. (2019). Klasternyi rozpodil henotypiv vivsa za ekolohichnoiu adaptyvnistiu kilkisnykh oznak produktyvnosti [Cluster distribution of oat genotypes by ecological adaptability of quantitative traits of productivity]. Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo [Foothill and mountain agriculture and animal husbandry]. no. 65, pp. 77–90.
4. Kyrylenko, V.V. (2014). Tradytsiini ta suchasni metody selektsii *Triticum aestivum* L. u Myronivskomu instytuti pshenytsi imeni V.M. Remesla [Traditional and modern methods of breeding *Triticum aestivum* L. at the V.M. Remesla Myroniv Wheat Institute]. Sortovyvchennia ta okhrona prav na sorty roslin [Variety study and protection of rights to plant varieties]. no. 4(25), pp. 41–46.
5. Shuvar, A.M., Behen, L.L., Tymkiv, M.Yu., Voitovych, R.M. (2018). Formuvannya vrozhaiu i yakosti zerna pshenytsi ozymoi zalezho vid strokiv sivy ta

rivnia zhyvlennia [Formation of yield and quality of winter wheat grain depending on sowing dates and nutrition level]. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo* [Foothill and mountain agriculture and livestock]. no. 63, pp. 161–173.

6. Zhemela, H.P., Barabolia, O.V., Tatarko, Yu.V., Antonovskiy, O.V. (2020). Vplyv sortovykh osoblyvostei na yakist zerna pshenytsi ozymoi [Influence of varietal characteristics on the quality of winter wheat grain]. *Scientific Progress & Innovations*. no. 3, pp. 32–39.

7. Zhemela, H.P., Musatov, A.H. (1989). *Ahrotekhnichni osnovy pidvyshchennia yakosti zerna* [Agrotechnical foundations of improving grain quality]. Kyiv, Harvest, 160 p.

8. Kozechko, V.I. (2014). Vplyv tekhnolohichnykh pryiomiv vyroshchuvannia na formuvannia pokaznykiv yakosti zerna pshenytsi ozymoi v umovakh pivnichnoho Stepu [The influence of technological methods of cultivation on the formation of quality indicators of winter wheat grain in the conditions of the northern Steppe]. *Scientific Progress & Innovations*. no. 2, pp. 67–73.

9. Nadew, B.B. (2018). Effects of climatic and agronomic factors on yield and quality of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) seed: a review on selected factors. *Advances in Crop Science and Technology*. Vol. 6, Issue 2, 356 p.

10. Lozinskyi, M.V. (2006). Dobir u hibrydnykh pokolinniakh pshenytsi ozymoi za vmistom i yakistiu kleikovyiny [Selection in hybrid generations of winter wheat for gluten content and quality]. *Visnyk Bilotserkivskoho derzhavnoho ahrarnoho universytetu* [Bulletin of the Bila Tserkva State Agrarian University]. no. 35, pp. 78–85.

11. Moskalets, T.Z., Moskalets, B.V., Didenko, C.Yu. (2015). Rezultaty selektsii pshenytsi miakoi ozymoi na polipshennia ekoloho-adaptyvnykh vlastyvostei i yakisnykh parametriv zerna [Results of breeding soft winter wheat to improve ecological and adaptive properties and grain quality parameters]. *Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva* [Bulletin of the Uman National University of Horticulture]. no. 1, pp. 58–63.

12. Demydov, O.A., Kyrylenko, V.V., Humeniuk, O.V. (2022). Metod hibrydzatsii u selektsii *Triticum aestivum* L. v umovakh Tsentralnoho Lisostepu Ukrainy: monohrafiia. [Hybridization method in breeding *Triticum aestivum* L. in the conditions of the Central Forest-Steppe]. Kyiv, Kompynt, 267 p.

13. Karpenko, V.P., Mostoviyak, I.I., Liubych, V.V., Polianetska, I.O., Petrenko, V.V. (2015). Tekhnolohichna otsinka kleikovyiny zerna speltopodobnykh form pshenytsi [Technological assessment of gluten of spelt-like wheat grains]. *Zbirnyk naukovykh prats Natsionalnoho naukovoho tsentru Instytut zemlerobstva NAAN* [Collection of scientific papers of the National Scientific Center Institute of Agriculture of the National Academy of Sciences]. no. 2, pp. 192–198.

14. Kyrylchuk, A.M., Kovalchuk, S.O. (2021). Seleksiia na kilkisni ta yakisni pokaznyky pshenytsi

ozymoi (*Triticum aestivum* L.). Rozshyrennia hennetchnoho riznomanittia kulturnoi pshenytsi [Selection for quantitative and qualitative indicators of winter wheat (*Triticum aestivum* L.). Expansion of genetic diversity of cultivated wheat]. *Ahroekolohichniy zhurnal* [Agroecological Journal]. no. 2, pp. 140–148.

15. Hospodarenko, H.M. (2016). Pshenytsia spel'ta [Spelt wheat]. Kyiv, TShchV «Sik Hrup Ukraina», 312 p.

16. Hlevaskiy, V.I., Lozinskyi, M.V., Sydorova, I.M., Shokh, S.S., Dubovyk, N.S., Kuianov, V.V. (2021). Tekhnolohiia zberihannia ta pererobky produktii roslynnytstva: praktykum dlia zdobuvachiv pershoho (bakalavrskoho) rivnia vyshchoi osvity zi spetsialnosti 201–Ahronomiia [Technology of storage and processing of crop products: a workshop for applicants of the first (bachelor's) level of higher education in the specialty 201–Agronomy]. *Bila Tserkva*, 175 p.

17. Hasanova, I.I., Kryvoruchko, N.L. (2012). Yakist zerna novykh sortiv pshenytsi ozymoi v pivnichnomu Stepu Ukrainy: materialy VIII Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Nainovye nauchny postyzhennia – 2012» [Grain quality of new varieties of winter wheat in the northern Steppe of Ukraine: Proceedings of the VIII International Scientific and Practical Conference “Latest Scientific Achievements – 2012”]. *Bolharia*, pp. 40–42.

18. Konoplova, Ye.L. (2012). Efektyvnist zakhodiv pidvyshchennia urozhaivnosti ta yakosti zerna pshenytsi ozymoi po poperednyku chornyi par u pivnichnomu Stepu Ukrainy [Effectiveness of measures to increase the yield and quality of winter wheat grain using the precursor black par in the northern Steppe of Ukraine]. *Biuletyn Instytutu silskohohospodarstva stepovoi zony NAAN Ukrainy* [Bulletin of the Institute of Agriculture of the Steppe Zone of the NAAS of Ukraine]. Dnipropetrovsk, *New ideology*, no. 3, pp. 99–103.

19. Konoplova, Ye.L. (2012). Efektyvnist vyroshchuvannia pshenytsi ozymoi zalezho vid tekhnolohichnykh zakhodiv v pivnichnomu Stepu Ukrainy [Effectiveness of winter wheat cultivation depending on technological measures in the northern Steppe of Ukraine]. *Ahrobiolohiia* [Agrobiology]. no. 7(91), pp. 117–120.

20. Solodushko, M.M., Hasanova, I.I., Sereda, I.I. (2012). Vplyv mineralnoho zhyvlennia na yakist zerna pshenytsi ozymoi v pivnichnomu Stepu: materialy naukovo-praktychnoi konferentsii molodykh uchenykh i spetsialistiv: «Ahrotekhnolohii dlia staloho vyrobnytstv konkurentospromozhnoi produktii» [The influence of mineral nutrition on the quality of winter wheat grain in the northern Steppe: materials of the scientific and practical conference of young scientists and specialists: "Agrotechnologies for sustainable production of competitive products"]. *Chabany*, pp. 61–62.

21. Vasyliuk, P.M. (2014). Otsinka stabilnosti ta plastychnosti pokaznykiv produktyvnosti ta yakosti novykh sortiv pshenytsi miakoi ozymoi v umovakh Lisostepu Ukrainy [Assessment of stability and plasticity of productivity and quality indicators of new

varieties of soft winter wheat in the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine]. Sortovyvchennia ta okhrona prav na sorty roslyn [Varietal study and protection of rights to plant varieties]. no. 1(22), pp. 15–18.

22. Poperelia, F.O. (1996). Try osnovni henytychni systemy yakosti zerna ozymoi miakoi pshe-nytsi [Three main genetic systems of grain quality of winter soft wheat]. Realizatsiia potentsiinykh mozhlyvostei sortiv ta hibrydiv Selektiino-henytychnoho instytutu v umovakh Ukrainy: zb. nauk. prats [Realization of potential possibilities of varieties and hybrids of the Breeding and Genetic Institute in the conditions of Ukraine: collection of scientific works]. Odesa, pp. 117–132.

23. Zhyvotkov, L.O., Korchynskyi, A.A. (2000). Formuvannia sortovoi struktury pshe-nytsi [Formation of wheat varietal structure]. Visnyk ahrarnoi nauky [Bulletin of Agrarian Science]. no. 7, pp. 42–43.

24. Metodyka provedennia kvalifikatsiinoi ekspertyzy sortiv roslyn na prydatnist do poshyrennia v Ukraini. Metody vyznachennia pokaznykiv yakosti produktsii roslynnytstva [Methodology for conducting qualification examination of plant varieties for suitability for distribution in Ukraine. Methods for determining quality indicators of crop production]. Kyiv, 2016, 158 p.

25. Zhyvotkov, L.O., Biriukov, S.V. (1993). Ozy-nyi zernovi kultury [Winter grain crops]. Kyiv, Harvest, 288 p.

26. Hladchenko, V.Ya., Fabrychnikova, I.A. (2012). Vyznachennia kilkosti i yakosti zerna pshe-nytsi: metodychni vказivky [Determination of the quantity and quality of wheat grain: methodological guidelines]. Kharkiv, KhNTUSH im. P. Vasylenka, 16 p.

27. Zhang, X., Zhang, B., Wu, H. (2018). Effect of high-molecular-weight glutenin subunit deletion on soft wheat quality properties and sugar-snap cookie quality estimated through near-isogenic lines. Journal of Integrative Agriculture. Vol. 17, Issue 5, pp. 1066–1073.

28. Zhemela, H.P., Barabolia O.V. (2011). Tekhnolohiia boroshnomelnoho ta krupiano-vo vyrobnytstva [Technology of flour milling and cereal production]. Poltava, 292 p.

29. Soroka, V.I., Ulych, L.I., Vasyliuk, P.M., Khakhula, V.S. (2011). Efektyvne vykorystannia selektiino-henytychnoho potentsialu sortiv pshe-nytsi ozymoi miakoi [Effective use of breeding and genetic potential of soft winter wheat varieties]. Ahrobiolohiia [Agrobiology]. no. 6, pp. 13–19.

30. Zhemela, H.P., Kuznietsova, O.A. (2012). Vplyv sortovykh vlastyvo- stei na produktyvnist ta yakist zerna pshe-nytsi [Influence of varietal properties on the productivity and quality of wheat grain]. Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii [Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy]. no. 3, pp. 23–25.

31. Amagai, Y., Burdenyuk-Tarasevych, L.A., Goncharov, N.P., Watanabe, N. (2017). Microsatellite mapping of the loci for false glume and semi-compact spike in *Triticum* L. Genetic Resources and Crop Evolution. no. 64(8), pp. 2105–2113.

32. Tkachyk, S.O., Kyienko, Z.B., Prysiazhniuk, L.M. (2016). Metodyka provedennia kvalifikatsiinoi ekspertyzy sortiv roslyn na prydatnist do poshyrennia v Ukraini. Metody vyznachennia pokaznykiv yakosti produktsii roslynnytstva [Methodology for conducting qualification examination of plant varieties for suitability for distribution in Ukraine. Methods for determining quality indicators of plant products]. Vinnytsia, 159 p.

33. Oliinyk, K.M., Blazhevych, L.Yu., Davy- diuk, H.V. (2018). Vplyv adaptivnykh tekhnolohii vyroshchuvannia na pokaznyky yakosti zerna pshe-nytsi ozymoi [The influence of adaptive cultivation technologies on the quality indicators of winter wheat grain]. Kormy i kormovyrobnytstvo [Feed and feed production]. no. 86, pp. 141–146.

34. Nevmyvako, H.V. (2008). Vplyv popered-nykiv na vrozha- nist i yakist zerna ozymoi pshe-nytsi [The influence of predecessors on the yield and quality of winter wheat grain]. Visnyk Poltavskoi derzhav- noi ahrarnoi akademii [Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy]. no. 4, pp. 74–76.

35. DSTU 3768:2019. Pshe-nytsia. Tekhnichni umovy [DSTU 3768:2019. Wheat. Technical conditions]. Available at: https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu_3768_2019.pdf

36. Tkachyk, S.O. (2015). Tekhnolohichna otsinka roslynnytsoi produktsii sortiv silskohos- podarskykh vydiv. Metodyka derzhavnoi nauko- vo-tekhnichnoi ekspertyzy sortiv roslyn. Metody vyznachennia pokaznykiv yakosti produktsii roslyn- nytstva [Technological assessment of crop produc- tion of agricultural varieties. Methodology of state scientific and technical examination of plant vari- eties. Methods for determining the quality indicators of crop production]. Vinnytsia, LLC «Nilan-LTD», pp. 6–64.

35. Rybalka, O.I. (2011). Yakist pshe-nytsi ta yii polipshennia: monohrafiia [Wheat quality and its improvement]. Kyiv, Lohos, 495 p.

Formation of the content and quality of grain gluten in spelt-like chernobyl radiomutants of *Triticum* L.

Dolhalyova Yu., Lozinskyi M., Ustynova H., Samoilyk M., Yurchenko A.

In the conditions of scientific 10-year crop rota- tion No. 1 of the Bila Tserkva Research and Breeding Station of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet of the NAAS, 10 spelt-like Chernobyl radiomu- tants – RM-1–10 of winter wheat were studied. The tested samples RM-1–10 were obtained as a result of chronic irradiation in sowing in 1986 and self-sow- ing in 1987 in agrophytocenoses of agricultural lands within 20 kilometers of the Chernobyl NPP exclusion zone.

The declared area of the experimental plot of one sample is 10 m², replication is triple. The predecessor was peas. The seeds were sown at the optimal time for the crop with a «SD-10C» seeder. For compari- son, the standard of the Forest-Steppe of Ukraine – the variety «Lisova Pisnya» was used.

The aim of the research was to determine the gluten content and its quality indicators in spelt-like Chernobyl radiomutants winter wheat samples.

Gluten content was determined by infrared spectroscopy (FOOS Infratec 1241 Grain Analyzer device). Gluten quality was determined according to the methodology for conducting a qualification examination of plant varieties for suitability for distribution in Ukraine according to the indicators of the GDD-1 device. The extensibility and elasticity of raw gluten were also determined.

The highest gluten content on average over the years of research was noted in RM-2 and RM-9 (32.0 %), which formed an indicator at the level of the Forest Song standard – 32.4 %. The greatest variability of gluten content was established in RM-3, RM-1, RM-4, RM-2 with an indicator of the coefficient of variation of 22.2, 20.6, 20.0 and 16.5 % respectively. The lowest variability was observed in RM-7 with a difference between the highest and lowest gluten con-

tent in 2016 – 2019 of 3.8 % and a negligible coefficient of variation of 7.1 %.

In terms of the gluten deformation index, on average for 2016–2019, the first (good) and second (satisfactorily strong) gluten quality groups were not noted among the studied samples. A satisfactorily weak second quality group was formed by all the studied samples and the «Lisova Pisnya» standard.

According to the ability of raw gluten to stretch in length, on average for 2016–2019, all the studied RM samples (16.5–19.5 cm) exceeded the «Lisova Pisnya» standard (16.3 cm).

The elasticity of raw gluten of the «Lisova Pisnya» standard (4 points) exceeded the radio mutant RM-6 (4.5 points) and RM-2 (4.3 points). At the standard level, gluten elasticity was noted in RM-1, RM-5, RM-7, RM-8.

Key words: winter wheat, spelt-like radiomutants, gluten content, gluten quality, gluten extensibility, gluten elasticity, homeostasis, breeding value.



Copyright: Долгальова Ю.А. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Долгальова Ю.А.

<https://orcid.org/0000-0001-6176-2592>

Лозінський М.В.

<https://orcid.org/0000-0002-6078-3209>

Устинова Г.Л.

<https://orcid.org/0000-0002-3056-358X>

Самойлик М.О.

<https://orcid.org/0000-0001-8576-5368>

Юрченко А.І.

<https://orcid.org/0009-0009-5915-2053>