

УРОЖАЙНІСТЬ ТА ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ЗЕРНА У ВІТЧИЗНЯНИХ І ЗАКОРДОННИХ СОРТІВ ОЗИМОЇ М'ЯКОЇ ПШЕНИЦІ

Я. С. Фанін, М. А. Литвиненко

Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення,
Овідіопольська дорога 3, м. Одеса, 65036, Україна

Актуальність. Одним з основних показників, з яким пов'язана товарна цінність зерна пшениці, її хлібопекарські, а також технологічні властивості, є масова частка білка. Результати наукових досліджень та практика сільськогосподарського виробництва свідчать про те, що за останні 80–90 років у південних областях України вміст білка в зерні пшениці озимої понизився з 17–18 % до 10–12 %, а в несприятливих, за погодними умовами, роки кількість білка в зерні може зменшуватися навіть до 8,0–9,5 %. Однією із проблем сьогодення України є питання покращення якості зерна пшениці. Україна посідає високе місце на світовому ринку зернових: частка в експорті пшениці складає в середньому 5 %. **Мета роботи.** Оцінка сучасних сортів озимої м'якої пшениці за врожайністю і біохімічними показниками якості зерна. **Методи.** Польові дослідження вели згідно з методикою польового дослідження Б. А. Доспехова. Агротехніка вирощування пшениці озимої – загальноприйнята для степової зони України. Облік врожайності проводився за методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур. Вміст білка в зерні визначали методами інфрачервоної спектрометрії та К'ельдаля, рівень седиментації білків – методом SDS-30. **Результати.** При порівнянні отриманих даних за врожайністю у колекції встановлено, що у сучасних вітчизняних сортів та сортів закордонної селекції за умов оптимального вегетаційного періоду врожайність була більшою в середньому на 103–107 %, ніж у сортів ранніх етапів селекції. Лідерами за врожайністю є сорти Селекційно-генетичного інституту – Національного центру насіннєзнавства та сортовивчення. На реалізацію потенціалу врожайності закордонних сортів значно впливає їх недостатня пристосованість до погодних умов. Паралельно з ростом врожайності внаслідок впливу негативної кореляції між урожайністю та якістю зерна, з кожним етапом селекції, в тому числі і у сучасних сортів, відбувається зниження білковості зерна на 0,5–1,5 %. Встановлено, що за рівнем седиментації сорти селекції СГІ-НЦНС переважають сорти ранніх етапів селекції. Велике різноманіття за рівнем седиментації має група сортів української селекції. У сортів іноземної селекції відмічено доволі низькі показники седиментації. Реалізація генетичного потенціалу врожайності та якості зерна досліджуваних сортів залежала від погодних умов та доз мінеральних добрив. **Висновки.** Значний успіх селекції на збільшення врожайності в українських і закордонних сортів через негативну кореляцію між цим показником і якістю зерна супроводжувався зменшенням рівня білковості на кожному етапі селекції на 0,5–1,5 %. У порівнянні з сортами ранніх етапів селекції показник седиментації SDS-30 був найбільший тільки у сортів СГІ-НЦНС, тоді як вітчизняні сорти інших наукових установ децю поступалися сортам ранніх етапів селекції. Група закордонних сортів відрізнялася найменшим рівнем седиментації. Крім генетичного фактору, великий вплив на формування врожайності і якості зерна мають такі чинники, як погодні умови року і дози мінерального живлення.

Ключові слова: врожайність пшениці, адаптивність пшениці, білковість зерна, седиментація, добрива, біохімічні показники

Вступ. Одним з основних показників, з яким пов'язана товарна цінність зерна пшениці, її хлібопекарські, а також технологічні властивості, є масова частка білка. У різних країнах світу до початку ХХ ст. численними дослідженнями було визначено провідну роль факторів, які впливають на накопичення білка в зерні пшениці [12]. Серед зовніш-

ніх чинників названо клімат (температура, кількість опадів) і родючість ґрунту (вміст доступного азоту для рослини). Серед внутрішніх чинників пріоритет віддано генотипу – сорту, який контролює процеси росту та розвитку рослин пшениці, поглинання та засвоєння з довкілля хімічних елементів. Наступний етап дослідження якості зерна при-

Інформація про авторів:

Литвиненко Микола Антонович, доктор с.-г. наук, професор, академік НААН України, завідувач відд. селекції та насінництва пшениці, e-mail: dr_litvin@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-8605-6587>

Фанін Ярослав Сергійович, аспірант, молодший науковий співробітник відділу селекції та насінництва пшениці, e-mail: yaroslavfanin96@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3129-7583>

падає на 60–80 рр. XX ст. та пов'язаний з пошуком високобілкових генотипів у диких видах *Triticum* L. і *Aegilops* L. [13]. Найбільш успішно велася робота в цей час у США і Канаді, де вдалося збільшити кількість білка в зерні на 0,5–3,0 % [14]. Було доведено, що рівень білка в зерні має полігенний характер [15]. На сьогодні у всіх хромосомах пшениці знайдено головні і мінорні локуси, які впливають на вміст білка в зерні [16].

Результати наукових досліджень та практика сільськогосподарського виробництва свідчать про те, що за останні 80–90 років у південних областях України вміст білка в зерні пшениці озимої понизився з 17–18 % до 10–12 %, а в несприятливих, за погодними умовами, роки кількість білка в зерні може зменшуватися, навіть, до 8,0–9,5 % [1]. Однією із проблем сьогодення України є питання покращення якості зерна пшениці. Україна посідає високе місце на світовому ринку зернових: частка в експорті пшениці в середньому складає 5 %; одночасно частка України в експорті пшениці до ЄС становить 32 % [2]. На жаль, українська пшениця у загальній масі поступається за якістю зерна кращим світовим сортам і, як наслідок, не задовольняє повною мірою внутрішній і зовнішній ринок рівнем якості пшеничного борошна. Більша частина пшениці, що вирощується в Україні, належить до фуражної і тільки 40–50 % – до продовольчої [3]. Значною мірою це пов'язано з впровадженням інтенсивних технологій вирощування, використанням сортів нового покоління, здатних до формування високого рівня врожайності. Тому сьогодні важливо спрямовувати наукові дослідження на створення сортів, здатних подолати зворотну залежність «урожай – білок» незалежно від погодно-кліматичних умов та на розробку шляхів удосконалення агротехнічних прийомів вирощування цієї культури.

Традиційно пріоритетним напрямком роботи Селекційно-генетичного інституту – Національного центру насіннєзнавства та сортовивчення (СГІ-НЦНС), розташованого в регіоні зі сприятливими ґрунтово-кліматичними умовами, є створення сортів озимої м'якої пшениці *Triticum aestivum* L. з генетично обумовленим високим рівнем хлібопекарської якості зерна, потенціал яких

повною мірою реалізується тільки за умови вмісту білка в борошні не нижче 12,5 % [4]. У СГІ-НЦНС був проведений довгостроковий дослід з вивчення різних за роком створення сортів. Колекція за хронологією складалася із сортів від «народної селекції» до найновіших на той час. Дослідний матеріал був поділений на 8 груп: в першу групу входили сорти, які вирощувалися на півдні України на початку 20-го сторіччя, і далі групи сортів нових етапів селекції (різниця між групами приблизно складала 10–15 років). Дослід було започатковано з 1972 р. на полях СГІ-НЦНС. Сорти вивчалися за багатьма показниками: врожайністю, елементами структури врожаю, висотою рослин, тривалістю вегетації та за вмістом білка у зерні. За отриманими даними можна зробити наступний висновок. Багаторічна селекція, спрямована, головним чином, на підвищення зернової продуктивності, призвела до прискореної еволюції пшениці, яка проявилася у зміні практично всіх ознак і властивостей рослини. За 80-річний період наукової селекції врожайність пшениці на Півдні України зросла майже в 3 рази – з 25–30 ц/га до 80–100 ц/га, але вміст білка знизився з 14,4 % до 11,3 % [5].

Метою даної роботи було дати оцінку сучасним сортам озимої м'якої пшениці за врожайністю і біохімічними показниками якості зерна.

Матеріали та методи. Польові дослідження проводилися по чорному пару на експериментальних полях відділу селекції та насінництва пшениці СГІ-НЦНС у період 2019–2022 рр. Дослід закладався в трикратній повторності з розміром дослідної ділянки 10 м² на двох агрофонах з внесенням весною під час відновлення вегетації аміачної селітри в дозі 60 і 120 кг/га діючої речовини. Виконання робіт проводилося за методикою польового дослідів Б. А. Доспехова [6]. Агротехніка вирощування пшениці озимої – загальноприйнята для степової зони України.

Колекція Відділу селекції та насінництва пшениці представлена в кількості 50 найбільш розповсюджених і перспективних сортів із СГІ, семи інших установ України та шести – іноземних. А саме, сорти вітчизняних установ: Інституту фізіології рослин і генетики – Новосмуглянка, Чорнява, Славна;

Білоцерківської дослідно-селекційної станції – Квітка ланів, Щедра нива; Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН – Світанок; Інституту зрошуваного землеробства – Росинка, Соборна, Кошова; Інституту експериментальної ботаніки – Валентія; Херсонського державного аграрного університету – Ярославна; ННЦ «Інститут землеробства НААН» – Аналог, Кесарія. Сорти іноземних установ: Штрубе (Німеччина) – Ортегус, Понтікус, Фаустус, Ленокс; Лімагрейн (Франція) – Колонія; РАДЖТ (Чехія) – Балетка, Магбол; Нордзаат Заатцухт (Бельгія) – Мулан; Селген (Чехія) – Турандот; Заат Уніон (Німеччина) – Токрілд. Для підтвердження змін в характеристиках сортів у дослід залучено сорти більш ранніх етапів селекції: сорт екстенсивного типу степової екології Одеська 16 (1952 р.), сорт високорослий інтенсивного типу лісостепової екології Безоста 1 (1959 р.), сорт високорослий інтенсивного типу степової екології Одеська 51 (1969 р.), сорт високорослий інтенсивного типу степової екології Пилипівка (2011 р.). Слід зазначити, що сорт Пилипівка хоча і був занесений в реєстр відносно недавно, але за сортотипом відноситься до інтенсивних високорослих сортів. Для аналізу експериментальних даних сорти пшениці, які представлені в колекції, були згруповані за місцем створення, за господарсько-цінними ознаками, за походженням (з установ за географічним розташуванням) на групи: I – сорти, створені в СГІ-НЦНС; II – в інших установах України; III – сорти, створені в закордонних компаніях.

За даними метеорологічної служби Одеського аеропорту, за період вегетації 2019/20 р. випало 290 мм опадів, більшість яких спостерігали в осінній і зимовий періоди, тоді як в березні й квітні визначали значний дефіцит вологи. В загальні рік можна охарактеризувати як дуже несприятливий за погодними умовами. У наступний вегетаційний рік (2020/21) випало 500 мм опадів, що на 70 % було більше, ніж у перший рік досліджень. Цей рік за абіотичними факторами можна вважати оптимальним для вегетації озимих культур. Упродовж 2021/22 вегетаційного року випало 300 мм опадів, але на відміну від 2020 р. в березні – квітні кількість опадів була дещо більшою. Погодні

умови цього року можна вважати посушливими, хоча на час відновлення вегетації запаси вологи були задовільними. В загальні, у кліматичному відношенні зона правобережного Степу належить до регіону з не досить оптимальним співвідношенням таких критеріїв погоди, як тепло і волога.

Загальний вміст білка визначали за допомогою сучасного і загальноприйнятого підходу – методом інфрачервоної спектроскопії (NIR). Аналізи були проведені на приладі “Inframatic 8600” (Perten, Sweden) [7]. В якості референтного методу використовували визначення загального вмісту білка за методом К’ельдаля [11]. Рівень седиментації визначався методом із попереднім автолізом, зокрема, методом SDS-30 [8]. Обчислення статистичних показників і кореляційного зв’язку між досліджуваними параметрами проводили за загальноприйнятими методами з використанням комп’ютерної програми MS Excel та Statistics 8.

Визначення вмісту білка у дослідному матеріалі з використанням двох методів дозволило зробити висновок, що дані, отримані методом інфрачервоної спектроскопії, на 0,3–0,7 % відрізняються від результатів, отриманих за методом К’ельдаля. Але при цьому була відмічена сильна позитивна кореляційна залежність ($r = 0,90\text{--}0,95$) між результатами, отриманими за цими двома методами. Також метод інфрачервоної спектроскопії має низку переваг, таких як: швидкість проведення, простота виконання, немає потреби в реактивах і, до того ж, витрати трудових ресурсів мінімальні. Висока кореляційна залежність, невеликий відсоток відхилення і вище перераховані аргументи роблять цей метод цілком придатним для масових аналізів в селекційному процесі. Але при визначенні класу зерна згідно з діючими нормативними документами для уникнення неточностей краще використовувати найбільш точний на сьогоднішній день, арбітражний метод К’ельдаля, в тому числі й для калібрування інфрачервоного спектрофотометра на вміст білка.

Результати та обговорення. Впродовж двох років вирощування озимої пшениці (2020/21 та 2021/22 рр.), контрастних за погодними умовами, встановлено таку закономірність, що з кожним новим етапом се-

лекції, включаючи створення сучасних сортів, відбувається ріст їх врожайності. Також відмічена позитивна реакція сортів пшениці на збільшення доз внесення азотних добрив, а саме зростання врожайності та значна її диференціація по групах (табл. 1, 2). Приріст врожайності залежно від доз внесення добрив за обидва роки мав суттєву різницю. Врожайність сортів-стандартів в залежності від умов року та доз мінерального живлення змінювалася від 3,05 т/га у екстенсивного сорту Одеська 16 до 4,76 т/га – у інтенсивного високорослого сорту Пилипівка. Проти-

лежна ситуація спостерігалася за показником білковості зерна, який мав тенденцію до зменшення. Різниця в рівні білковості між сортами-стандартами, в середньому по роках, у варіанті доз добрив N₆₀ складає 1,5 %, з 12,0 % у сорту Одеська 16 – до 10,5 % у сорту Пилипівка. Також тенденція зберігалась і у варіанті N₁₂₀, де різниця між сортами Пилипівка і Одеська 16, у середньому по роках, складала 1,7 %. До того ж, виявлено, що при певних розрахунках доз добрив, у окремих сортів можна досягти високої врожайності та рівня білковості зерна.

Таблиця 1. Врожайність та показники якості зерна у сортів озимої м'якої пшениці минулих етапів селекції

Сорти	Доза азотних добрив, кг/га	Врожайність, т/га			Вміст білка в зерні, %				Седиментація, мл			
		роки		середнє значення $\bar{X}$	роки			середнє значення $\bar{X}$	роки			середнє значення $\bar{X}$
		2021	2022		2020	2021	2022		2020	2021	2022	
Одеська 16	N ₆₀	3,08±0,12	3,01±0,14	3,05	11,1±0,1	12,5±0,2	12,4±0,2	12,0	50±1,2	70±1,3	57±2,2	59
	N ₁₂₀	3,53±0,11	3,54±0,32	3,54	12,5±0,2	13,3±0,1	14,1±0,3	13,3	66±2,2	75±1,2	68±2,1	70
Безоста 1	N ₆₀	3,53±0,12	3,35±0,21	3,44	10,8±0,2	12,4±0,2	12,2±0,1	11,8	43±2,4	64±2,0	53±1,2	53
	N ₁₂₀	4,72±0,21	3,99±0,30	4,36	11,9±0,3	13,4±0,3	13,7±0,3	13,0	61±1,4	74±2,2	63±0,9	66
Одеська 51	N ₆₀	3,57±0,21	3,41±0,13	3,49	10,6±0,2	11,0±0,2	12,1±0,4	11,2	42±1,6	57±1,2	52±2,1	50
	N ₁₂₀	4,88±0,12	4,19±0,12	4,54	11,5±0,1	12,3±0,1	12,9±0,2	12,2	57±1,5	71±1,5	62±1,2	63
Пилипівка	N ₆₀	4,13±0,21	4,08±0,19	4,11	9,4±0,2	10,3±0,3	11,8±0,2	10,5	39±2,4	55±1,4	49±1,7	48
	N ₁₂₀	4,92±0,22	4,60±0,18	4,76	10,1±0,2	11,7±0,3	13,0±0,1	11,6	54±2,1	69±1,1	58±1,6	60

Також характерні зміни у високорослих сортів спостерігалися за рівнем седиментації, який, за літературними даними, має високий кореляційний зв'язок з якістю клейковини та хлібопекарськими показниками [17]. Так, у цих сортів є значна диференціація за показником рівня седиментації у посушливі 2020 і 2022 рр. В ці роки рівень седиментації, в середньому на двох варіантах внесення добрив, знаходився в межах 51,5–57,7 мл, а в більш вологий 2021 рік – 66,8 мл. Була встановлена суттєва реакція на варіанти внесення добрив. Так, у середньому по роках, у варіанті N₆₀ значення седиментації становило 52,6 мл, у варіанті N₁₂₀ – 64,8 мл. Але більш важливим є те, що за однакових умов показники седи-

ментації суттєво не змінювалися. Водночас проявляється закономірність підвищення генетичного потенціалу врожайності та позитивна реакція на збільшення доз азотних добрив.

Слід зауважити, що всі сучасні сорти різних груп за місцем створення відносяться до короткостеблового напівкарликового типу з висотою рослин з 72 до 96 см залежно від наявності експресії генів короткостебловості в конкретних умовах [18]. Згідно з літературними даними, в селекції озимої м'якої пшениці на підвищення врожайності досягнуто значного прогресу як в Україні, так і за кордоном. За результатами досліджень, залежно від року і доз мінерального живлення, сучас-

Таблиця 2. Врожайність та показники якості зерна сучасних сортів озимої м'якої пшениці

Група сортів, n*	Доза азотних добрив, кг/га	Врожайність, $\bar{X}$, 2021–2022 рр., т/га	Вміст білка в зерні, %				Седиментація, мл			
			роки			$\bar{X}$, 2020–2022 рр.	роки			$\bar{X}$, 2020–2022 рр.
			2020	2021	2022		2020	2021	2022	
I, n=22	N ₆₀	6,33	9,7±0,10	10,1±0,16	10,2±0,14	10,0	43±1,20	53±1,70	51±1,50	49
	N ₁₂₀	7,20	9,9±0,10	12,3±0,19	11,3±0,19	11,2	47±1,40	63±1,20	62±1,70	57,3
II, n=15	N ₆₀	5,78	9,9±0,28	10,0±0,14	10,7±0,18	10,2	40±2,10	50±2,20	44±0,18	44,7
	N ₁₂₀	6,72	10,4±0,21	11,0±0,14	11,5±0,09	11,0	43±2,10	60±1,55	57±0,26	53,3
III, n=11	N ₆₀	5,40	9,0±0,22	10,3±0,27	10,5±0,23	9,9	39±1,50	47±2,80	41±1,50	42,3
	N ₁₂₀	6,36	9,6±0,25	11,4±0,30	11,4±0,26	10,9	40±1,88	54±2,30	50±1,80	48

Примітка: *n – кількість сортів

ні сорти перевищують сорти минулих етапів селекції на 103–107 %. Серед чинників, які забезпечили для сучасних короткостеблових сортів зростання врожайності, можна виділити збільшення частки зернової маси в загальній біомасі на 40–45 % та підвищення позитивної реакції на мінеральні добрива. Щодо показників якості зерна, то у сучасних сортів простежується така загальна закономірність – при зростанні генетично детермінованої врожайності зменшується вміст білка в зерні та показники седиментації за методом SDS-30 (табл. 2). Проте в кожній групі сортів за однакових умов вирощування (рік, добрива) виділялися деякі сорти, які за показниками вмісту білка в зерні та рівня седиментації перевищували середні показники

сортів минулих етапів селекції. Такі окремі сорти підтвердили свою перевагу на декількох варіантах експерименту: серед сортів СГІ-НЦНС – Альбатрос одеський, Годувальниця одеська, Мудрість одеська; серед вітчизняних сортів інших установ – Валенсія, Аналог; із закордонних сортів варто виділити Трокілд, Фаустус, Магбол. Але ці сорти не можна впевнено віднести до високобілкових або врожайних, тому що окрім фактору впливу генотипу, велике значення мають і фактор року, і дози мінерального живлення (табл. 3). Хоча фактор року і є найбільш визначальним за впливом на вміст білка, врожайність та рівень седиментації, але вплив інших факторів (рік – добрива) знижують вірогідність ідентифікації сортів з генетично

Таблиця 3. Вплив факторів на формування мінливості врожайності та показників якості зерна пшениці озимої

Фактори	Частка впливу на мінливість, %		
	Врожайність	Вміст білка в зерні	Седиментація SDS-30
Рік (A)	*	-	5,6
Сорт (B)	48,5	39,4	22,5
Добрива (C)	24,6	29,6	42,7
Рік – сорт (A-B)	5,6	11,2	11,9
Рік – добрива (A-C)	9,8	0,2	0,1
Сорт – добрива (A-C)	-	3,7	-
Рік – сорт – добрива (A-B-C)	11,2	15,5	16,9
Інші фактори	0,3	0,3	0,3

Примітка *«-» Фактор не має значного впливу.

детермінованими показниками. Так, у посушливі 2020 і 2022 рр. знижувалася позитивна реакція сортів на збільшення доз азотних мінеральних добрив, а в деяких випадках – взагалі змінювалася на негативну реакцію. Найкраще сортові відмінності як за абсолютними показниками, так і за реакцією на азотний фон, проявилися у 2021 р., коли погодні умови були сприятливі для росту і розвитку рослин.

Найбільше реагували на внесення азотних добрив сорти СГІ-НЦНС (10,8–21,8 %), на другому місці були сорти закордонної селекції (8,6–12,6 %), найменшу реакцію спостерігали у сортів інших селекційних установ України (7,5–11,0 %). При цьому рівень взаємозв'язку ознак знаходився під впливом року та доз азотного живлення, і відрізнявся в групах сортів за місцем походження (табл. 4). Негативна кореляція між врожайністю і показниками якості зерна проявлялася в усіх

варіантах польового дослідження, але в посушливому 2020 р. вона була майже однаковою як у варіантах N₆₀, так і у варіантах, де застосовували дозу N₁₂₀. Тим часом в оптимальний за погодними умовами 2021 р. обернений зв'язок був більш значним у варіанті з N₁₂₀. Ця закономірність найбільше проявлялася у взаємозв'язку між урожайністю та вмістом білка в зерні у сортів селекції СГІ-НЦНС. Негативна кореляція між врожайністю і седиментацією найсильнішою була у сортів інших українських установ. Імовірно, на ці ознаки впливає рівень адаптивності сортів. Зокрема, сорти зі слабкою посухостійкістю можуть формувати невиповнене (щупле) зерно, що змінює структуру зернівки та її біохімічні показники і негативно впливає на врожайність [19]. Цим можна пояснити дуже тісний негативний кореляційний зв'язок між врожайністю і показниками якості зерна у сортів закордонної селекції.

Таблиця 4. Кореляційні зв'язки урожайності та показників якості зерна у різних групах сортів пшениці озимої

Групи сортів	Білок – врожайність				Седиментація – врожайність				Білок – седиментація			
	2021 р.		2022 р.		2021 р.		2022 р.		2021 р.		2022 р.	
	N ₆₀	N ₁₂₀	N ₆₀	N ₁₂₀	N ₆₀	N ₁₂₀	N ₆₀	N ₁₂₀	N ₆₀	N ₁₂₀	N ₆₀	N ₁₂₀
*	-0,80	-0,93	-0,99	-0,84	-0,84	-0,74	-0,94	-0,95	0,91	0,98	0,97	0,86
I	-0,42	-0,79	-0,82	-0,63	-0,45	-0,74	-0,74	-0,65	0,83	0,88	0,83	0,85
II	-0,47	-0,53	-0,81	-0,72	-0,23	-0,68	-0,71	-0,53	0,95	0,86	0,80	0,77
III	-0,67	-0,81	-0,84	-0,75	-0,61	-0,82	-0,77	-0,70	0,85	0,86	0,91	0,85
Всі групи	-0,57	-0,76	-0,86	-0,73	-0,53	-0,74	-0,74	-0,70	0,88	0,89	0,85	0,83

Примітка * – Сорти ранніх етапів селекції.

Слід звернути увагу на високу позитивну кореляцію між вмістом білка в зерні та рівнем седиментації, хоча ці ознаки характеризують різні сторони якості зерна. Вміст білка – це кількісна характеристика, тоді як рівень седиментації – показник якості білкового комплексу. Таким чином, в процесі селекції озимої м'якої пшениці в Україні та за кордоном досягнуті значні успіхи у збільшенні генетичного потенціалу врожайності. Через негативну кореляцію між продуктивністю та якістю зерна не досягнуто суттєвих результатів у збільшенні білковості зерна.

У сучасних сортів є тенденція до зменшення білковості зерна, хоча рівень седиментації в деяких випадках має тенденцію до

збільшення, порівняно з сортами минулих етапів селекції. Виходячи з отриманої інформації, можна зробити висновок, що сучасна селекція вимагає розриву негативного зв'язку між кількісними та якісними показниками. Для цього треба створити, ідентифікувати та впровадити нові генетичні джерела високої білковості зерна та інших біохімічних показників.

Висновки. В процесі селекції озимої м'якої пшениці досягнуті значні успіхи у збільшення врожайності як в Україні, так і за кордоном. Показники врожайності сучасних короткостеблових сортів перевищують сорти ранніх етапів селекції на 103–107 %. Однак під впливом негативної кореляції між якістю

зерна та продуктивністю на кожному етапі селекції спостерігається зменшення вмісту білка в зерні на 0,5–1,5 %. За показником седиментації SDS-30 у сучасних сортів селекції СГІ-НЦНС спостерігається зростання його середнього рівня та значне збільшення для окремих сортів. Сорти з інших установ Укра-

їни відрізняються великою варіацією за цим показником. За винятком деяких, сорти закордонної селекції мають найнижчий показник седиментації. Значний вплив на показники якості зерна чинить не тільки фактор року, а ще й фактор добрива та взаємодія факторів рік – добрива – сорт.

Використана література

1. Николаев Е. В. Резервы увеличения производства зерна сильной и ценной пшеницы. Киев: *Урожай*, 1991. 232 с.
2. Маханьова Ю. М. Экспорт зерновых культур Украины, ЕС и стран мира в условиях современных интеграционных процессов. *Проблеми економіки*. 2015. № 1. С. 27–36.
3. Рибалка О. І., Моргун Б. В., Починок В. М. Сучасні дослідження якості зерна пшениці у світі: генетика, біотехнологія та харчова цінність запасних білків. *Фізіологія і біохімія культурних рослин*. 2012. Т. 44, № 1. С. 3–22.
4. Литвиненко М. А., Голуб Є. А., Хоменко Т. М. Особливості створення та ідентифікації екстрасильних за хлібопекарськими властивостями сортів пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.). *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2018. Т. 14, № 1. С. 66–74. doi: 10.21498/2518-1017.14.1.2018.126511.
5. Литвиненко М. А. Реалізація генетичного потенціалу, проблеми продуктивності та якості зерна сучасних сортів озимої пшениці. *Зб. наук. пр. СГП*. 1996. С. 6–12.
6. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1985. 336 с.
7. ГОСТ 10846-91 Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка. Межгосударственный стандарт. 2009. 8 с.
8. Рибалка О. І., Червоніс М. В., Парфентьев М. Г., Аксельруд Д. В. Пат. № 17023 Україна, (2006) А01Н 1/04. Спосіб непрямої оцінки «сили» борошна – седиментація SDS-30. Селекційно-генетичний інститут. № u200610062; заявл. 06.02.2006; опубл. 15.09.2006; Бюл. № 9. 6 с.
9. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур. Зернові, круп'яні та зернобобові. Київ, 2001. 66 с.
10. Gierat K. Kumelowska J. Reakcja pszenicy jarej i jeczmienia jarego na zróżnicowany poziom wilgotności gleby i nawożenia azotem. *Biul. IHAR*. 1977. № 1–2. Р. 99–102.
11. ДСТУ 4117:2007 Зерно та продукти його переробки. Визначення показників якості методом інфрачервоної спектроскопії. [Чинний від 2007–08–07]. Держспоживстандарт України. 2007. 8 с.
12. Иванов Н. Н. Проблема белка в растениеводстве. Москва; Ленинград, ОГИЗ-Сельхозгиз, 1947.
13. Якубцинер, М. М. Покровская Н. Ф. Биохимическая характеристика зерна тетраплоидных пшениц. *Сельскохозяйственная биология*. 1969 Т. 4. № 3. С. 348–357.
14. Shewry P. R. Improving the protein content and composition of cereal grain. *J. Cereal Sci.* 2007;46:239–250. doi: 10.1016/j.jcs.2007.06.006.
15. Johnson V. A., Mattern P. J., Peterson C. J., Kuhr S. L. Improvement of wheat protein by traditional breeding and genetic techniques. *Cereal Chem.* 1985; 62 (5). Р. 350–355.
16. Balyan H. S., Gupta P. K., Kumar S., Dhariwal R., Jaiswal V., Tyagi S., Agarwal P., Gahlaut V., Kumari S. Genetic improvement of grain protein and other health-related constituents of wheat grain. *Plant Breeding*. 2013. available at <http://wileyonlinelibrary.com>. doi: 10.1111/pbr.12047.
17. Моргун В. В., Рибалко О. І. Стратегія генетичного поліпшення зернових злаків з метою забезпечення продовольчої безпеки, лікувально-профілактичного харчування та потреб переробної промисловості. *Вісник НАН України*. 2017. № 3. С. 54–64
18. Berry, P. M., Kendall, S., and Rutterford, Z. Historical analysis of the effects of breeding on the height of winter wheat (*Triticum aestivum*) and consequences for lodging. *Euphytica* 203. 2015. 375. doi: 10.1007/s10681-014-1286-y.
19. Господаренко Г. М., Черно О. Д., Любич В. В., Рябовол Я. С., Крижанівський В. Г. Урожайність та хлібопекарські властивості зерна пшениці озимої при різних дозах і строках застосування азотних добрив. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2020. № 3. С. 21–31.

References

1. Nikolaev, E. V. (1991). *Rezervy uvelicheniya proizvodstva zerna silnoy i tsennoy pshenitsy*. [Reserves for increasing the production of strong and valuable wheat grain]. Kyev: Urozhai. [in Russian].
2. Makhanova, Yu. M. (2015). *Eksport zernovykh kultur Ukrainy, EU i krain svitu v umovakh suchasnykh intehratsiinykh protsesiv* [Export of grain crops of Ukraine, the EU and the countries of the world in the conditions of modern integration processes]. *Problemy ekonomiky* [The Problems of Economy], 1. 27–36. [in Ukrainian].
3. Rybalka, O. I., Morhun, B. V., Pochynok, V. M., (2012). *Suchasni doslidzhennia yakosti zerna psheynytsi u sviti: henetyka, biotekhnolohiia ta kharchova tsinnist zapasnykh bilkiv* [Modern studies of wheat grain quality in the world: genetics, biotechnology and

- nutritional value of reserve proteins]. *Fiziologhiia i biokhimiia kulturnykh roslyn* [Physiology and Biochemistry of Cultivated Plants], 44. 1. 3–22. [in Ukrainian].
4. Lytvynenko, M. A., Holub, Ye. A., Khomenko, T. M. (2018). *Osoblyvosti stvorennia ta identyfikatsii ekstrasylnykh za khlibopekarskymy vlastyvostiamy sortiv pshenytsi miakoi ozymoi (Triticum aestivum L.)* [Peculiarities of creation and identification of extra-strong varieties of soft winter wheat in terms of bread-making properties]. *Sortovyvchennia ta okhorona prav na sorty roslyn* [Plant Varieties Studying and Protection], 14, 1. 66–74. doi: 10.21498/2518-1017.14.1.2018.126511. [in Ukrainian].
 5. Lytvynenko, M. A. (1996). *Realizatsiia henetychnoho potentsialu, problemy produktyvnosti ta yakosti zerna suchasnykh sortiv ozymoi pshenytsi* [Realization of genetic potential, problems of productivity and grain quality of modern winter wheat varieties]. *Zb. nauk. pr. SHI*. 6–12. [in Ukrainian].
 6. Dospekhov, B. A. (1986). *Metodika polevoho opyta* [Methodology of field experience]. M.: Kolos., 336. [in Russian].
 7. Zerno i produkty yeho pererabotky. Metod opredeleniya belka [Grain and its processing products. Protein determination method]. (2009). *DSTU 10846-91 – Mezghosudarstvennyi standart*. [in Russian].
 8. Pat. № 17023 Ukraina, (2006) A01N 1/04. Sposib nepriamoi otsinky «syly» boroshna – sedymentatsiia SDS-30. [SDS-30 sedimentation is a method of indirect assessment of the "strength" of flour]. O. I. Rybalka, M. V. Chervonis, M. H. Parfentiev, D. V. Akselrud; Seleksiino-henetychnyi instytut. – №200610062; zaivl. 06.02.2006; opubl. 15.09.2006; Biul. 9. 6. [in Ukrainian].
 9. *Metodyka derzhavnoho sortovyprobuвання silskohospodarskykh kultur. Zernovi, krupiani ta zernobobovi*. [Methodology of state variety testing of agricultural crops. Cereals, cereals and legumes]. 2001. Kyiv, 66 p. [in Ukrainian].
 10. Gierat, K., Kumelowska, J. (1977). Reakcija pszenicy jarej i jeczmenia jarego na zróżnicowany poziom wilgotności gleby i nawożenia azotem. *Biul. IHAR*, 1–2. 99–102. [in Polish].
 11. Zerno ta produkty yoho pererobky. *Vyznachennia pokaznykiv yakosti metodom infrachervonoj spektroskopii* [Grain and products of its processing. Determination of quality indicators by infrared spectroscopy]. (2007). *DSTU 4117:2007. Derzhspozhyvstandart Ukrainy*. 8 p. [in Ukrainian].
 12. Ivanov, N. N. (1947). *Problema belka v rastenievodstve* [Protein Problem in Plant Industry]. Moscow; Leningrad, OGIZ-Selhozgiz Publ. [in Russian].
 13. Yakubtsiner, M. M., Pokrovskaya, N. F. (1969). Biochemical characterization of grains for tetraploid wheats. *Selskokhozyaystvennaya Biologiya. Agricultural Biology*, 4 (3). 348–357. [in Russian]
 14. Shewry, P. R. (2007). Improving the protein content and composition of cereal grain. *J. Cereal Sci.*, 46. 239–250. doi: 10.1016/j.jcs.2007.06.006.
 15. Johnson, V. A., Mattern, P. J., Peterson, C. J., Kuhr, S. L. (1985). Improvement of wheat protein by traditional breeding and genetic techniques. *Cereal Chem.*, 62 (5). 350–355.
 16. Balyan, H. S., Gupta, P. K., Kumar, S., Dhariwal, R., Jaiswal, V., Tyagi, S., Agarwal, P., Gahlaut, V., Kumari, S. (2013). Genetic improvement of grain protein and other health-related constituents of wheat grain. *Plant Breeding*. <http://wileyonlinelibrary.com>. doi: 10.1111/pbr.12047.
 17. Morhun, V. V., Rybalko, O. I. (2017). *Stratehiia henetychnoho polipshennia zernovykh zlakiv z metoiu zabezpechennia prodovolchoi bezpeky, likuvalno-profilaktychnoho kharchuvannia ta potreb pererobnoi promyslovosti* [A strategy for the genetic improvement of cereals in order to ensure food security, medical and preventive nutrition and the needs of the processing industry]. *Visnyk NAN Ukrainy*, 3. 54–64. [in Ukrainian].
 18. Berry, P. M., Kendall, S., and Rutterford, Z. (2015). Historical analysis of the effects of breeding on the height of winter wheat (*Triticum aestivum*) and consequences for lodging. *Euphytica*, 203. 375. doi: 10.1007/s10681-014-1286-y.
 19. Hospodarenko, H. M., Chernov, O. D., Liubych, V. V., Riabovol, Ya. S., Kryzhanivskyi, V. H. (2020). *Urozhainist ta khlibopekarski vlastyvosti zerna pshenytsi ozymoi pry riznykh dozakh i strokakh zastosuvannia azotnykh dobriv*. [Yield and bread-making properties of winter wheat grain at different doses and terms of application of nitrogen fertilizers]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 3. 21–31. [in Ukrainian].

UDC 633.11: 577.11

Fanin Ya. S., Lytvynenko M. A. Yield and grain quality parameters in domestic and foreign varieties of soft winter wheat. *Grain Crops*. 2023. 7 (1). 129–137.

Plant Breeding and Genetics Institute – National Center for Seeds and Cultivar Investigation, 3 Ovidiopolska road, Odesa, 65036, Ukraine

Topicality. One of the main indicators that determine the commercial value of wheat grain, its baking and technological properties is the mass fraction of protein. The results of scientific research and agricultural production practices show that over the past 80–90 years in the southern regions of Ukraine, the protein content of winter wheat grain has decreased from 17–18 % to 10–12 %, and in unfavourable weather conditions, the amount of protein in grain can even decrease to 8.0–9.5 %. Improving the wheat grain quality is one of the challenges facing Ukraine today. Ukraine has a high position in the global grain market: its share in wheat exports averages 5 %. **Purpose.** To estimate the yield and biochemical parameters of grain quality

of soft winter wheat at the current stage. **Methods.** Field trials were conducted according to the B. A. Dospekhov's methodology of field experience. Agricultural technology of winter wheat cultivation is generally accepted for the Steppe zone of Ukraine. Accounting the yield was carried out according to the methodology of state variety testing the agricultural crops. The protein content in the grain was determined by infrared spectrometry and the Kjeldahl method. The level of protein sedimentation was determined by the SDS 30 method. **Results.** When comparing the obtained data on yield in the collection, it was found that modern domestic and foreign varieties (I, II, III group) in the optimal conditions of growing season had an average yield of 103–107 % higher than varieties of early stages of breeding. The soft winter wheat varieties developed by the Plant Breeding and Genetics Institute – National Center for Seeds and Cultivar Investigation are the leaders in terms of yield. Foreign varieties are not sufficiently adapted to local weather conditions, which significantly affects the realisation of yield potential. As a result of the negative correlation between yield and grain quality, with each stage of breeding, including in modern varieties, grain protein content decreases by 0.5–1.5 % along with yield growth. In terms of sedimentation level, the varieties of the Plant Breeding and Genetics Institute – National Center for Seeds and Cultivar Investigation prevail over the varieties of the early stages of breeding. The group of varieties of Ukrainian breeding has a great diversity in terms of sedimentation level. Foreign varieties have rather low sedimentation rates. The realisation of the genetic potential of grain yield and quality of the studied varieties depended on weather conditions and doses of mineral fertilisers. **Conclusions.** Given the negative correlation between yield and grain quality, the significant success of breeding in increasing the yield of Ukrainian and foreign varieties was accompanied by decreasing protein content at each stage of breeding by 0.5–1.5 %. Compared to the varieties of the early stages of breeding, the SDS-30 sedimentation index was the highest only in the varieties of Plant Breeding and Genetics Institute – National Center for Seeds and Cultivar Investigation, while domestic varieties of other research institutions were slightly inferior to the varieties of the early stages of breeding. The group of foreign varieties had the lowest sedimentation index. In addition to the genetic factor, such factors as weather conditions and rates of mineral nutrition have a great influence on the formation of grain yield and quality.

Key words: *wheat yield, wheat adaptability, grain protein content, sedimentation, fertilizers, biochemical parameters*