

Показники продуктивності нових сортів пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.) залежно від факторів вирощування

Л. М. Присяжнюк*, Т. М. Хоменко, С. О. Ляшенко, С. І. Мельник

Український інститут експертизи сортів рослин, вул. Генерала Родимцева, 15, м. Київ, 03041, Україна,
*e-mail: prysiazhniuk_l@ukr.net

Мета. Визначити вплив факторів вирощування на господарсько-цінні характеристики нових сортів пшениці м'якої озимої. **Методи.** Польовий, біохімічні методи аналізу та дисперсійний аналіз. **Результати.** Встановлено частки впливу умов зони вирощування, вегетаційного періоду року та генотипу на врожайність, вміст білка і клейковини в зерні сортів пшениці м'якої озимої. На врожайність досліджуваних сортів найбільше вплинули умови зони вирощування (73%). Так, у середньому за 2020–2021 рр. у зоні Лісостепу вона становила 6,23–8,39 т/га (максимальна); Полісся – 5,31–7,02; Степу – 5,16–6,63 т/га. Сорти, які в зоні Полісся показали низьку врожайність, у Степу характеризувалися вищою. Частка впливу умов зони вирощування на вміст білка в зерні досліджуваних сортів становила 49%; умов вегетаційного періоду року – 42%. Найбільший вміст білка у всіх зонах вирощування мав сорт 'МАНДАРИН' (14,5–16,4%). У Степу та Лісостепі найбільшу його кількість виявлено в зерні сортів 'Тата Мата' (13,6–14,3%), 'Енеїда' (13,6–14,3%) та 'Новатор' (14,2 і 13,2%), в Поліссі – у 'Вагома' та 'Енеїда' (по 13,4%). На вміст клейковини в зерні досліджуваних сортів умови зони вирощування впливали на 64%, вегетаційного періоду року – на 28%. Вплив генотипу на вміст білка і клейковини становив 5 і 4% відповідно. У всіх зонах вирощування найбільше клейковини містило зерно сортів 'МАНДАРИН' та 'Енеїда' (27,7–31,8 і 27,3–30,3%). У Степу та Лісостепі високий вміст клейковини мали сорти 'Люзіон' (28,4 та 30,8%) і 'Тата Мата' (27,8 та 29,8%). **Висновки.** Встановлено, що на врожайність сортів пшениці м'якої озимої суттєво впливали умови зони вирощування (73%) та взаємодія факторів зона × рік (21%). Частка впливу умов зони вирощування на вміст білка і клейковини становила 49 і 64% (суттєва), умов вегетаційного періоду року – 21 і 28%, а генотипу – 5 і 4% відповідно. Отже, для отримання високого врожаю пшениці м'якої озимої необхідно підбирати сорти, враховуючи істотний вплив умов ґрунтово-кліматичної зони вирощування на показники продуктивності.

Ключові слова: врожайність; вміст білка та клейковини; сорти пшениці; дисперсійний аналіз.

Вступ

Пшениця – одна з найважливіших сільськогосподарських культур з найбільшими посівними площами у світі [1]. Провідною у продовольчому значенні та першою за зайнятими площами в Україні є пшениця м'яка озима. За даними Державної служби статистики, найбільші посівні площі під цією культурою у 2021 р. зайнято в зонах Степу –

3872,5 тис. га та Лісостепу – 2085,2 тис. га. На Поліссі площі посівів становили 756,7 тис. га [2].

Продуктивність пшениці м'якої озимої залежить від генетичних особливостей сорту та значною мірою від умов і технологій вирощування [3, 4]. Так, визначено вплив норми висіву, внесення азотних і фосфорних добрив та ширини міжрядь на врожайність [5], вивчено вплив різних методів сівби на кількісний компонентний склад білкового комплексу зерна, зокрема на вміст проламінів і глютенінів [6].

Значну кількість досліджень присвячено формуванню врожайності та якості зерна пшениці м'якої озимої (вміст білка, його вихід з урожаю, вміст клейковини) за умови застосування різних систем основного обробітку ґрунту й удобрення в сівозміні, а та-

Larysa Prysiazhniuk

<http://orcid.org/0000-0003-4388-0485>

Tetiana Khomenko

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

Svitlana Liashenko

<https://orcid.org/0000-0002-6371-230X>

Serhii Melnyk

<https://orcid.org/0000-0002-5514-5819>

кож – впливу на ці показники попередників [4, 7, 8].

Сучасні сорти пшениці м'якої озимої мають досить високий генетичний потенціал продуктивності за урожайністю та якістю зерна [9]. Якість зерна – один із чинників, що визначає напрям його перероблення. Від вмісту клейковини залежать хлібопекарські та кондитерські властивості, а від кількості білка – біологічна цінність готового продукту [7, 10]. Потенціалу нових сортів, підвищеного сучасним рівнем селекційної роботи, можна досягнути, вирощуючи їх у певних ґрунтово-кліматичних умовах, що дають змогу одержати високий урожай відповідної якості [11].

Пшеницю м'яку озиму вирощують на всій території України, тому ґрунтово-кліматичні особливості зони й такі абіотичні фактори навколишнього середовища, як температура і рівень зволоження можуть впливати на продуктивність сортів. Станом на 11.11.2022 р. до Реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні, внесено 847 сортів пшениці м'якої озимої. За результатами кваліфікаційної експертизи на придатність до поширення (ПСР), для всіх зон рекомендовано 282 сорти, для Степу та Лісостепу – 111, Полісся та Лісостепу – 185, Полісся та Степу – 14, Степу – 96, Лісостепу – 59, для Полісся – 56 сортів [12]. Однак у сучасний період через поступові зміни клімату недостатньо вивченими залишаються закономірності формування продуктивності сортів залежно від їхніх генетичних особливостей, умов вегетаційного періоду та зони вирощування [13]. Вивчення продуктивності різних сортів озимої пшениці становить практичний інтерес для товаровиробників і селекціонерів [14, 15]. Головним показником якості зерна пшениці озимої є масова частка в ньому білка і клейковини, з якими пов'язані його основні технологічні, борошномельні та хлібопекарські властивості й товарна цінність [14].

Мета дослідження – визначити закономірності впливу факторів вирощування на господарсько-цінні характеристики сучасних сортів пшениці м'якої озимої.

Матеріали та методика досліджень

Польові дослідження проводили впродовж 2019–2021 рр. на дослідних полях філій Українського інституту експертизи сортів рослин у трьох ґрунтово-кліматичних зонах: Степ – Дніпропетровська, Луганська, Миколаївська та Кіровоградська філії УІЕСР; Лісостеп – Черкаська, Тернопільська,

Вінницька та Сумська; Полісся – Рівненська, Львівська та Чернігівська філії. Вивчали 26 сортів пшениці м'якої озимої, внесених до Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні в 2021 році. А саме: 'Дмитрівка', 'ЛНЗ ГОЛДЕН ФІЛД', 'Меридіана', 'Степова криниця', 'Ейфорія', 'ЗУ Траско', 'Ілюзіон', 'Мазурок', 'Мавка ІР', 'Боспорус', 'Енеїда', 'Новатор', 'НС Обала', 'Графиня' та 'Бервалд' – як зони вирощування рекомендовано Степ, Лісостеп і Полісся; 'Добродійка', 'Тата Мата', 'Вигода одеська', 'Вагома' та 'Величава' – Степ і Лісостеп; 'ЛГ Абсалон' та 'Нагода' – Лісостеп і Полісся; 'ЛГ Магірус', 'ЛГ Орліс' та 'Аннабель' – Степ і Полісся; 'МАНДАРИН' – Полісся.

Ґрунти дослідних ділянок характерні для відповідної зони вирощування (Степ, Лісостеп і Полісся). Регіону проведених досліджень властивий помірно-континентальний клімат. У зоні Степу кількість опадів протягом вегетаційного періоду пшениці м'якої озимої становила 392,2 мм у 2019–2020 рр. та 515,8 мм у 2020–2021 рр.; Лісостепу – 439,7 мм у 2019–2020 рр. та 565,0 мм у 2020–2021 рр.; Полісся – 586,3 мм у 2019–2020 рр. та 559,2 мм у 2020–2021 рр. Отже, у зонах Степу та Лісостепу сумарно протягом вегетаційного періоду 2019–2020 рр. випала менша кількість опадів ніж у 2020–2021 рр., а в зоні Полісся – навпаки.

Середньодобову температуру в період вегетації пшениці м'якої озимої визначали за середньодобовою температурою в кожному пункті досліджень та розраховували середнє значення в межах ґрунтово-кліматичних зон (табл. 1).

Польові дослідження виконували за Методикою проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні [16]. Врожайність із приведенням до стандартної вологості визначали згідно з Методикою проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні (Загальна частина) [17].

Лабораторні дослідження проводили на базі лабораторії показників якості Українського інституту експертизи сортів рослин за Методикою [18]. Вміст білка встановлювали методом інфрачервоної спектрометрії на приладі (CHOPIN Technologies, Франція). Для визначення вмісту сирої клейковини в борошні, отриманому із зерна досліджуваних сортів пшениці, використовували прилад Glutamatic (Falling Number, Швеція).

Таблиця 1

Середньодобова температура повітря в період вегетації пшениці м'якої озимої, °С

Зона	Місяць										
	2019–2020 рр.										
	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII
Степ	16,9	11,1	5,1	2,8	0,4	1,4	7,0	9,3	14,2	22,3	23,7
Лісостеп	15,1	9,9	4,4	1,9	0,2	1,2	5,8	8,5	12,4	21,3	20,8
Полісся	14,3	10,1	5,3	2,3	0,4	1,8	4,8	8,5	11,4	19,8	19,3
2020–2021 рр.											
Степ	18,5	13,1	3,2	-1,8	-2,0	-4,1	1,6	8,3	15,7	20,1	24,0
Лісостеп	16,7	11,8	3,3	-0,8	-2,9	-4,9	1,2	6,9	13,7	19,5	22,5
Полісся	15,7	11,3	3,9	0,1	-2,6	-4,7	1,6	6,6	13,2	19,5	22,7

Коефіцієнт суттєвості відхилень показників агрометеорологічного режиму поточного року від середніх багаторічних розраховали за формулою:

$$K_c = \frac{X_i - \bar{X}}{\sigma},$$

де K_c – коефіцієнт суттєвості відхилень;
 X_i – показники поточної погоди;
 \bar{X} – середня багаторічна величина;
 σ – середнє квадратичне відхилення.

Рівень коефіцієнтів суттєвості відхилень визначали за градацією:

$K_c = 0-1$ – умови, близькі до звичайних;

$K_c = 1-2$ – умови, що сильно відрізняються від середніх багаторічних;

$K_c > 2$ – умови, наближені до рідкісних [19].

Вивчали вплив трьох факторів (генотипу пшениці м'якої озимої, умов зони вирощування та вегетаційного періоду року) на врожайність, уміст білка та сирової клейковини. Умови зони вирощування розглядали як комплекс її кліматичних чинників та особливостей ґрунтів. Для визначення частки впливу факторів на господарсько-цінні характеристики сортів пшениці м'якої озимої проводили трифакторний дисперсійний аналіз за допомогою програми Statistica 12.0 (тестова версія) [20].

Результати досліджень

У середньому за 2020–2021 рр. в зоні Лісостепу максимальну врожайність відмічено у сорту 'ЛНЗ ГОЛДЕН ФІЛД' (8,39 т/га); високу – у 'Степова криниця' та 'Ейфорія' (8,29 і 8,06 т/га відповідно). В Поліссі показники врожайності досліджуваних сортів становили 5,31–7,02 т/га (рис. 1). Найбільш продуктивним виявився сорт 'Бервалд' (7,02 т/га), найменш – сорти 'Вагома' та 'Величава' (5,31 і 5,29 т/га). Загалом урожайність цієї зони становила 6,02–6,48 т/га.

Степова зона мала показники, близькі до поліської, втім з більшою врожайністю у

сортів 'Вагома' та 'Величава' (6,15 і 5,87 т/га відповідно). 'МАНДАРИН' і 'ЛГ Абсалон' у цій зоні протягом досліджуваних років забезпечували середню врожайність – 5,16 і 5,24 проти 6,02 і 6,37 т/га в Поліссі.

Згідно з розрахунками, частка впливу умов зони вирощування на врожайність сортів пшениці м'якої озимої становила 73%, взаємодії чинників зона × рік – 21%, інших досліджуваних факторів та їх спільді – 1%.

Натепер селекцію проводять у напрямку створення високопродуктивних сортів пшениці, які б забезпечували стабільну врожайність за умов нестійкого зволоження чи коливання температури [21]. Водночас на показник врожайності впливає гідротермічний режим упродовж таких ключових фаз вегетації пшениці: сімба-сходи, сходи-припинення осінньої вегетації, припинення-відновлення весняної вегетації, відновлення весняної вегетації-колосіння, колосіння-повна стиглість [22].

У зоні Степу коефіцієнти суттєвості відхилень середньодобових температур та кількості опадів не мали значних відмінностей впродовж вегетаційного періоду пшениці м'якої озимої 2019–2021 рр. Значення здебільшого були в межах від -1 до 1, що засвідчує наближеність гідротермічних умов вказаного вегетаційного періоду до звичайних. Однак відповідно до отриманих коефіцієнтів суттєвості відхилень температурні умови вересня 2020 року сильно відрізнялися від середніх багаторічних (-2), порівнюючи з 2019 р. За кількістю опадів у цій зоні контрастним виявився січень (коефіцієнти суттєвості відхилень у 2020 та 2021 рр. – -2 та 0 відповідно).

У зоні Лісостепу гідротермічні умови 2019–2021 рр. були близькі до звичайних із коефіцієнтами суттєвості відхилень від 1 до -1. Втім за середньодобовою температурою листопад і грудень 2019-го та січень 2020 р. виявилися теплішими ніж у період 2020–2021 рр.; коефіцієнт суттєвості відхилень – 2.

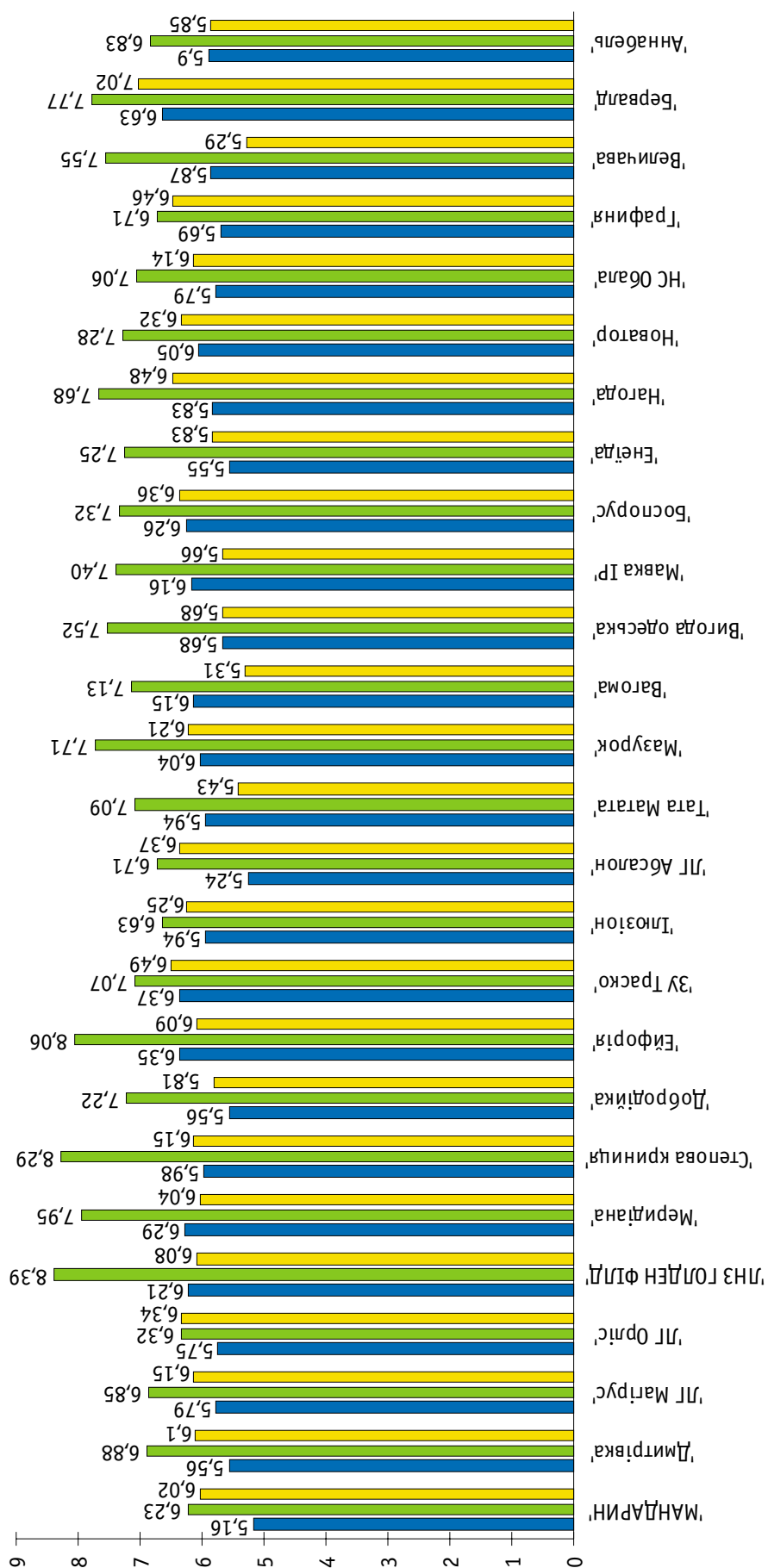


Рис. 1. Середня урожайність сортів пшениці м'якої озимої, т/га (2020–2021 рр.)
(НІР_{0,05} (сер.) = 0,03; НІР_{0,05} (сорт) = 5,81; НІР_{0,05} (зона) = 3,46; НІР_{0,05} (рік) = 0,03)

За кількістю опадів суттєвих відхилень в межах досліджуваних років не виявлено.

Найбільш контрастною за кількістю опадів виявилася зона Полісся: показник коефіцієнта суттєвості відхилень для листопада 2019 р. становив 0, а у 2020 р. – –2. За кількістю опадів у квітні 2020 та 2021 рр. коефіцієнт суттєвості становив –2 та 0 відповідно; а у травні – 2 в 2020-му (підвищена кількість опадів) та 0 у 2021 р. (умови, наближені до звичайних). За показником середньодобової температури умови січня 2020 року сильно відрізнялися від середніх багаторічних (коефіцієнт суттєвості відхилень – 2), у 2021 р. – наближались до звичайних (0).

Під час ключових фаз розвитку досліджуваних сортів пшениці м'якої озимої у 2019–2020 та 2020–2021 рр. відмічено незначні зміни гідротермічних умов. Частка впливу взаємодії ґрунтово-кліматичних умов зони та умов вегетаційного періоду року на врожайність становила 21%.

Такі фактори навколишнього середовища, як температурний режим, кількість опадів протягом періоду вегетації, тип ґрунтів, їхні фізико-хімічні та біологічні характеристики, доступність вологи й елементів живлення впливають на продуктивність зернових культур [23]. Натепер селекційний процес націлено на створення сортів, які б максимально реалізували свій генетичний потенціал у певних ґрунтово-кліматичних умовах та забезпечили стабільний урожай за дії лімітованих факторів вирощування [24]. У працях висвітлено результати вдосконалення селекційних програм пшениці м'якої озимої в умовах Півдня України [25] та вивчення колекційних зразків виду і створених на їхній основі гібридів з різним ступенем адаптації у лісостеповій зоні [9]. Авторами [26] сформовано вихідний матеріал пшениці м'якої озимої, що може бути використаний для одержання високоврожайних сортів із добірним зерном в умовах зони Лісостепу України. Регулярно проводять дослідження з вивчення пластичності та стабільності сортів пшениці м'якої озимої за урожайністю відповідно до впливу факторів вирощування [11, 27, 28]. Згідно з Методикою проведення кваліфікаційної експертизи на ПСП з метою всебічного вивчення сорту та можливостей реалізації його генетичного потенціалу визначають показники врожайності та якості зерна у різних ґрунтово-кліматичних зонах і здійснюють обробку даних для надання аргументованих рекомендацій щодо зони вирощування кожного сорту [17]. Отже, можна припустити, що висока частка впливу умов

зони вирощування на врожайність обумовлена різним ступенем реалізації генетичного потенціалу досліджуваних сортів у певних зонах вирощування. Відповідно до Методики [17], сорти, які в декількох зонах продемонстрували суттєвий приріст урожаю, порівнюючи з умовним стандартом, можна розглядати як стабільні за умови проведення додаткового аналізу з визначення показників стабільності.

Головним показником якості зерна пшениці озимої є масова частка в ньому білка і клейковини, з якими пов'язані його основні технологічні, борошномельні та хлібопекарські властивості й товарна цінність [14]. У результаті дисперсійного аналізу визначено частку впливу генотипу, умов зони вирощування та вегетаційного періоду року на показник вмісту білка досліджуваних сортів пшениці м'якої озимої (рис. 2).

Визначено, що вплив умов зони вирощування на вміст білка в зерні має показник 49%; умов вегетаційного періоду року – 42%; генотипу – 5%, частка взаємодії факторів генотип × рік і генотип × зона становить 1%.

Натепер майже 96% усіх сортів пшениці озимої, внесених до Державного реєстру сортів придатних до поширення в Україні, за показниками якості належать до цінних і сильних. Серед досліджуваних найбільшим вмістом білка протягом 2020–2021 рр. у всіх зонах вирощування характеризувався сорт 'МАНДАРИН' – від 14,5 до 16,4% (Степ і Полісся відповідно). У зонах Степу та Лісостепу високі значення показників вмісту білка визначено в зерні сортів 'Тата Мата' (13,6 і 14,3%), 'Енеїда' (13,6 і 14,3%) та 'Новатор' (14,2 і 13,2% відповідно). Для Полісся характерні найбільші показники вмісту білка у сортів 'Вагома' та 'Енеїда' (13,4%), найменші – у 'Степова криниця' та 'Вигода одеська' (від 11,2 до 13,0% відповідно). Достатньо низькі показники вмісту білка у всіх зонах вирощування мав сорт 'Боспорус' (від 11,6% в Поліссі до 13,0% у Лісостепі). Отже, варіювання вмісту білка в досліджуваних сортах пшениці м'якої озимої більшою мірою залежить від умов ґрунтово-кліматичної зони та вегетаційного періоду року ніж від генотипу. Вчені зазначають, що генотипова детермінована різниця в білковості не перевищує 1%, однак у разі зміни умов вирощування в межах одного генотипу може досягати 10% [14], що підтверджено нашими дослідженнями.

Зона Степу у 2020-му, порівнюючи з 2021 р., відзначилася досить низькими показниками вмісту білка в досліджуваних сортах. Відомо, що вміст білка в зерні пшениці

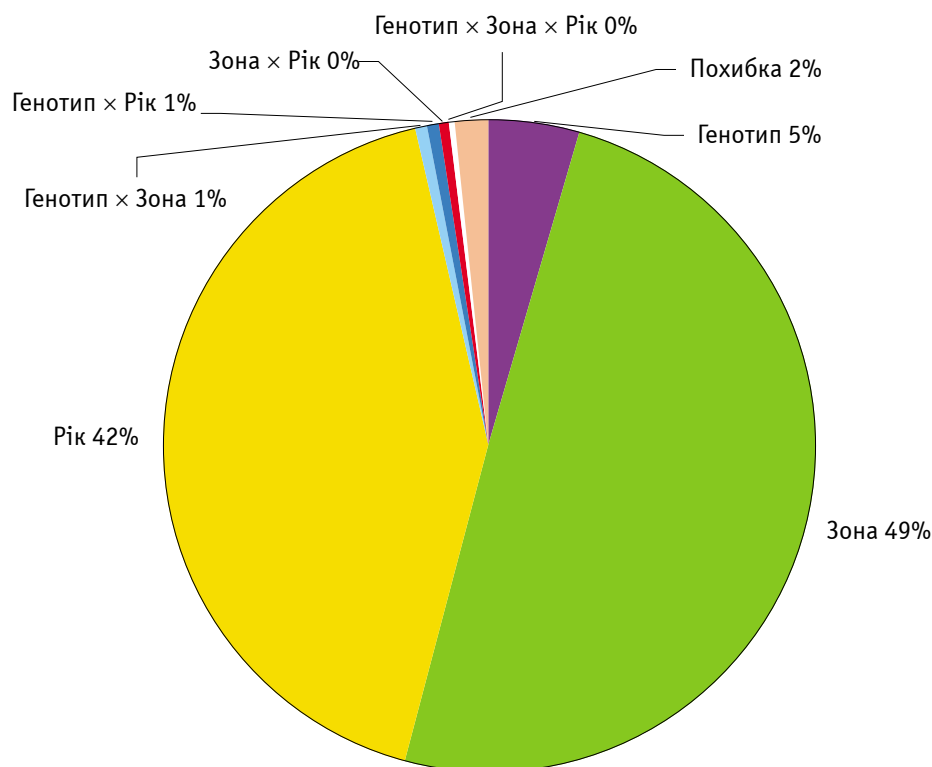


Рис. 2. Частка впливу факторів на вміст білка в зерні сортів пшениці м'якої озимої (2020–2021 рр.)
($\text{HIP}_{0,05(\text{сеп.})} = 1,27\%$)

збільшується в посушливі роки та зменшується у вологі [4]. Крім того, основна кількість білка і клейковини в зерні синтезується до середини його молочного стану; а в наступні фази продовжується їх накопичення: у достатньо зволожені роки – до настання повної стиглості зерна, в посушливі – до середини воскової стиглості [29]. Якщо фаза молочної стиглості відзначається недостатньою кількістю вологи та підвищеною температурою повітря, синтез білка та клейковини уповільнюється, і в подальші періоди незалежно від погодних умов накопичення поживних речовин не відбувається [30].

Упродовж 2021 року у відповідні фази розвитку сортів пшениці м'якої озимої спостерігали певний дефіцит опадів та підвищення температури повітря в зоні Степу (коефіцієнти суттєвості відхилень середньодобової температури залежно від пунктів досліджень становили 1–2; кількості опадів – від –1 до –2), що могло сприяти накопиченню білка в зерні.

Відомо, що між вмістом білка в нормально розвинутому дозрілому зерні та кількістю в ньому клейковини існує прямий зв'язок, виражений високим коефіцієнтом прямої кореляції. Кількість клейковини та співвідношення між нею і вмістом білка залежить від ґрунтово-кліматичних умов [29]. За резуль-

татами дисперсійного аналізу визначено, що умови зони вирощування впливали на вміст клейковини в зерні досліджуваних сортів пшениці на 64%, вегетаційного періоду – на 28%, генотип – на 4%, взаємодії факторів генотип × зона та зона × рік – на 1% кожна (рис. 3).

У роботі [31] показано, що навіть незначні відмінності у властивостях ґрунтів і погодних умовах за роками впливають на вміст білка та клейковини в зерні пшениці. Визначено, що найбільшу кількість клейковини містить зерно сортів 'МАНДАРИН' та 'Енеїда' у всіх зонах вирощування (27,7–31,8% та 27,3–30,3% відповідно). Степу та Лісостепу властивий високий вміст клейковини в сортах 'Ілюзіон' (28,4 і 30,8%) та 'Тата Мата' (27,8 і 29,8% відповідно). Сорт 'ЛГ Магірус' мав найбільшу кількість клейковини в зерні лише у зоні Лісостепу (30,9%). В Поліссі найнижчі значення показника вмісту клейковини визначено у сортів 'Степова криниця' (21,5%), 'Боспорус' (22,1%), 'ЛГ Орліс' (22,3%) та 'Меридіана' (22,5%).

З огляду на те, що клейковина складається переважно з фракцій білків гліадинів та глютенінів, отримані результати щодо впливу факторів на вміст клейковини в зерні пшениці м'якої озимої є співставними з частками впливу факторів на вміст білка.

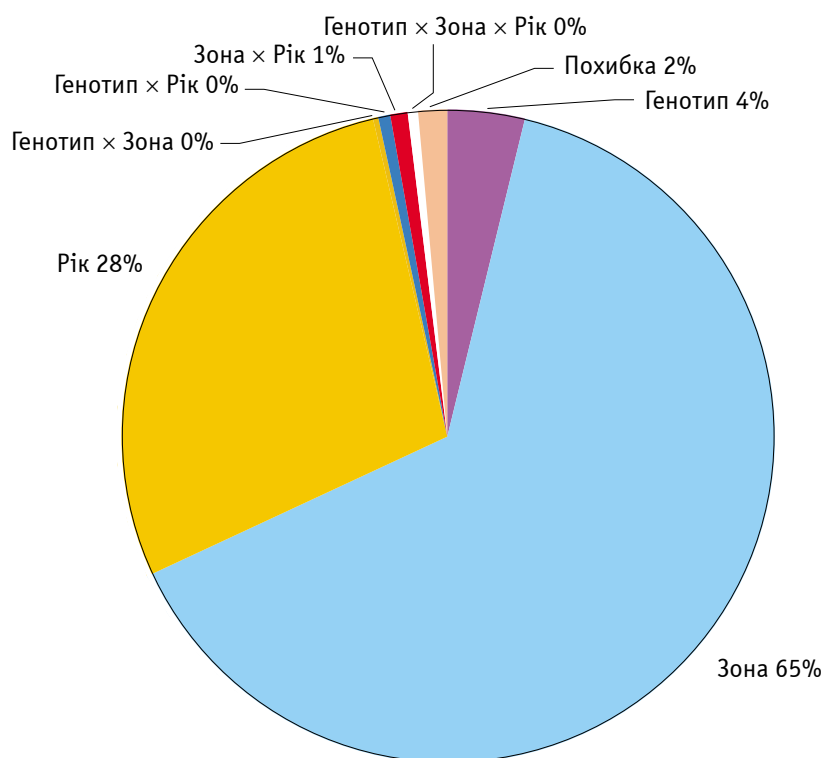


Рис. 3. Частка впливу факторів на вміст сирої клейковини в зерні сортів пшениці м'якої озимої (2020–2021 рр.) ($HIP_{0,05 (сеп.)} = 2,47\%$)

Однак умови зони вирощування сильніше впливали на вміст клейковини в зерні досліджуваних сортів, порівнюючи з впливом на вміст білка. Крім запасних білків гліадинів і глютенінів білки ендосперму пшениці на 15–20% складаються з альбумінів та глобулінів. Це функціонально активні сполуки – ферменти, інгібітори, нуклеопротейди, глікопротейди, пуротіоніни, лектини, тіоніни тощо [32]. Дослідженнями встановлено, що посушливі умови сприяють підвищенню синтезу не тільки білків клейковини, але й інших фракцій білків, зокрема глобулінів [33]. Отже, різний вплив умов зони вирощування на вміст білка та клейковини в зерні пшениці м'якої озимої може бути зумовлений особливостями фізіологічних процесів, які проходять в рослині у відповідні фази розвитку.

Відповідно до методики [18], за комплексом показників якості зерна пшениці м'якої озимої (зокрема вмістом білка та кількістю клейковини) в розрізі рекомендованої зони вирощування сорти поділяють на сильні, цінні та філери. Так, сорти з низькими показниками вмісту білка та кількості клейковини у всіх зонах вирощування належать до філерів (наприклад, 'Боспорус'). Сорти з різними значеннями показників якості зараховують до відповідних груп залежно від того,

які показники отримано в розрізі зон вирощування. Так, сорт 'Степова криниця' у зонах Степу та Лісостепу проявив себе як цінний, у Поліссі – як філер.

Отже, визначено істотний вплив умов зони вирощування на показники врожайності, вмісту білка та кількості клейковини в зерні досліджуваних сортів пшениці м'якої озимої. На вміст білка та кількість клейковини також істотно впливали умови вегетаційного періоду року і сорт.

Висновки

У результаті досліджень визначено показники продуктивності та якості 26 сортів пшениці м'якої озимої в разі вирощування їх у різних ґрунтово-кліматичних зонах України; розраховано частки впливу факторів (умов вегетаційного періоду року, зони вирощування та генотипу) на досліджувані показники. Встановлено, що максимальна врожайність більшості досліджуваних сортів характерна для Лісостепу, а Поліссю притаманні досить низькі показники вмісту білка та кількості клейковини в зерні.

Трифакторним дисперсійним аналізом визначено, що умови зони вирощування найбільше впливали на досліджувані показники. Їхня частка впливу на врожайність становила 73%, на вміст білка – 49%, на кіль-

кість клейковини в зерні – 64%. Взаємодія факторів зона × рік також суттєво позначилася на показнику врожайності, що вказує на його зміну залежно від умов вегетаційного періоду року в межах зони. На кількість білка та клейковини в зерні істотно вплинули умови вегетаційного періоду року, оскільки синтез та накопичення поживних речовин залежать від вологозабезпечення та температури повітря.

Використана література

- Hotea I., Dragomirescu M., Colibar O. et al. The influence of climate conditions and meteorological factors on the nutritional value of wheat (*Triticum aestivum* L.) used for human and animals nutrition, in Romania. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021. Vol. 906, No. 1. Article 012019. doi: 10.1088/1755-1315/906/1/012019
- Державна служба статистики України. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 26.10.2022)
- Хоменко Т. М., Сторожук В. Ю. Добір та оцінка ліній пшениці озимої мутантного походження. *Агробіологія*. 2010. Вип. 3. С. 17–21.
- Орехівський В. Д., Кривенко А. І., Почколіна С. В. Якість зерна пшениці озимої за різних систем основного обробітку ґрунту у сівозмінах Південного Степу України. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2021. № 6. doi: 10.31548/dopovid2021.06.010
- Mehmood Q., Riaz M., Sail M. H., Moeen M. Identifying key factors for maximizing wheat yield: a case study from Punjab (Pakistan). *Pakistan Journal of Agricultural Research*. 2018. Vol. 31, Iss. 4. P. 361–367. doi: 10.17582/journal.pjar/2018/31.4.361.367
- Twizerimana A., Niyigaba E., Mugenzi I. et al. The combined effect of different sowing methods and seed rates on the quality features and yield of winter wheat. *Agriculture*. 2020. Vol. 10, Iss. 5. Article 153. doi: 10.3390/agriculture10050153
- Сіліфонов Т. В., Господаренко Г. М., Любич В. В. та ін. Урожайність і якість зерна різностиглих сортів пшениці м'якої озимої за різних систем удобрення в сівозміні. *Агробіологія*. 2021. № 2. С. 146–156. doi: 10.33245/2310-9270-2021-167-2-146-156
- Жемела Г. П., Шакалій С. М. Вплив попередників на врожайність та якість зерна пшениці м'якої озимої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2012. № 3. С. 20–22. doi: 10.31210/visnyk2012.03.03
- Бурак І., Олексій Л., Кулька В., Літвішко А. Створення вихідного селекційного матеріалу пшениці м'якої озимої в умовах західного Лісостепу України. *Proceedings of the 7th International Scientific and Practical Conference "International Forum: Problems and Scientific Solutions"* (April 25–26, 2021). Melbourne : Publishing House, 2021. P. 628–633.
- CISS Group. Wheat inspection. URL: <https://ciss-group.com/service/survey/survey-by-industry/agri-commodities/grains-inspection/480-wheat-inspection.html> (дата звернення: 26.10.2022)
- Заєць С. О., Музика В. Є., Нижоголенко В. М., Рудік О. Л. Оцінка адаптивної здатності та стабільності сортів пшениці озимої м'якої за різних умов вологозабезпеченості півдня України. *Зрошуваче землеробство*. 2021. Вип. 76. С. 17–21. doi: 10.32848/0135-2369.2021.76.3
- Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2022 рік (реєстр є чинним станом на 06.07.2022) / Мін-во аграр. політики та прод-ва України. Київ, 2022. URL: <https://sops.gov.ua/reestr-sortiv-roslin> (дата звернення: 26.10.2022)
- Топчій О. В., Присяжнюк Л. М., Іваницька А. П. та ін. Вплив факторів вирощування на показники продуктивності сої культурної *Glycine max* (L.) Merrill]. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2020. Т. 16, № 1. С. 78–89. doi: 10.21498/2518-1017.16.1.2020.201269
- Wang X., Liu F. Effects of elevated CO₂ and heat on wheat grain quality. *Plants*. 2021. Vol. 10, Iss. 5. P. 1027. doi: 10.3390/plants10051027
- Gahlot S., Lin T. S., Jain A. K. et al. Impact of environmental changes and land management practices on wheat production in India. *Earth System Dynamics*. 2020. Vol. 11, Iss. 3. P. 641–652. doi: 10.5194/esd-11-641-2020
- Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні / за ред. С. О. Ткачик. Вінниця : ФОР Корзун Д. Ю., 2016. 82 с. URL: <https://sops.gov.ua/uploads/page/5b7d6a4993544.pdf> (дата звернення: 26.10.2022)
- Методика проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні. Загальна частина / укл. : С. О. Ткачик, О. І. Присяжнюк, Н. В. Лещук. 4-е вид., виправ. і доп. Вінниця : ФОР Корзун Д. Ю., 2016. 118 с. URL: <https://sops.gov.ua/uploads/page/5b7e5c0ed8332.pdf> (дата звернення: 26.10.2022)
- Методика проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні. Методи визначення показників якості продукції рослинництва / за ред. С. О. Ткачик. 3-е вид., виправ. і доп. Вінниця : ФОР Корзун Д. Ю., 2016. 158 с. URL: <https://sops.gov.ua/uploads/page/5b7e67fb8d4b9.pdf>
- Simanjuntak C., Gaiser T., Ahrends H. E., Srivastava A. K. Spatial and temporal patterns of agrometeorological indicators in maize producing provinces of South Africa. *Scientific Reports*. 2022. Vol. 12, Iss. 1. P. 12072. doi: 10.1038/s41598-022-15847-7
- Роїк М. В., Присяжнюк О. І., Денисюк В. О. Огляд програмних засобів статистичного аналізу даних. *Ефективна економіка*. 2017. № 7. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=5676> (дата звернення: 26.10.2022)
- Han J., Zhang Z., Cao J. et al. Prediction of winter wheat yield based on multi-source data and machine learning in China. *Remote Sensing*. 2020. Vol. 12, Iss. 2. Article 236. doi: 10.3390/rs12020236
- Pramanik P., Chakrabarti B., Bhatia A. et al. Effect of elevated temperature on soil hydrothermal regimes and growth of wheat crop. *Environmental Monitoring and Assessment*. 2020. Vol. 190, Iss. 4. Article 217. doi: 10.1007/s10661-018-6576-8
- Liliane T. N., Charles M. S. Factors Affecting Yield of Crops. *Agronomy-Climate Change & Food Security* / A. Amanullah (Ed.). London, UK : IntechOpen, 2020. P. 9–24. doi: 10.5772/intechopen.78102
- Lollato R. P., Roozeboom K., Lingenfelter J. F. Soft winter wheat outyields hard winter wheat in a subhumid environment: Weather drivers, yield plasticity, and rates of yield gain. *Crop Science*. 2020. Vol. 60, Iss. 3. P. 1617–1633. doi: 10.1002/csc2.20139
- Лифенко С., Наконечний М., Нарган Т. Особливості селекції сортів пшениці м'якої озимої степового екотипу у зв'язку зі змінами клімату в умовах півдня України. *Вісник аграрної науки*. 2021. Т. 99, № 3. С. 53–62. doi: 10.31073/agrovisnyk202103-07
- Кирильчук А. М., Ковальчук С. О. Селекція на кількісні та якісні показники пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.). Розширення генетичного різноманіття культурної пшениці. *Агроєкологічний журнал*. 2021. № 2. С. 140–148. doi: 10.33730/2077-4893.2.2021.234474
- Bazalii V. V., Voichuk I. V., Lavrynenko Yu. O. et al. Problems and productivity of selection of winter wheat varieties with increased environmental stability. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2019. Вип. 24. С. 20–25. doi: 10.7124/FEE0.v24.1072
- Попов С. І., Леонов О. Ю., Попова К. М., Авраменко С. В. Екологічна пластичність сортів пшениці озимої залеж-

- но від прикореневого азотного підживлення в умовах Східного Лісостепу України. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2019. Т. 15, № 3. С. 296–302. doi: 10.21498/2518-1017.15.3.2019.181087
29. Linina A., Ruza A. Weather conditions effect on fresh and stored winter wheat grain gluten quantity and quality. *Nordic view to sustainable rural development : proceedings of the 25th NJF Congress* (Riga, Latvia, June 16–18, 2015). Riga : NJF Latvia, 2015. P. 148–153. URL: https://llufb.llu.lv/conference/NJF/NJF_2015_Proceedings_Latvia-148-153.pdf
 30. Балан В. М., Присяжнюк О. І., Балагура О. В., Карпук Л. М. Рослинництво основних культур. Київ : Нілан-ЛТД, 2018. 381 с.
 31. Jaskulski I., Jaskulski D., Gałęzewski L. et al. Mineral composition and baking value of the winter wheat grain under varied environmental and agronomic conditions. *Journal of Chemistry*. 2018. Vol. 2018. Article 5013825. doi: 10.1155/2018/5013825
 32. Islam S., Yu Z., She M. et al. Wheat gluten protein and its impacts on wheat processing quality. *Frontiers of Agricultural Science and Engineering*. 2019. Vol. 6, Iss. 3. P. 279–287. doi: 10.15302/J-FASE-2019267
 33. Giuliani M. M., De Santis M. A., Pompa M. et al. Analysis of gluten proteins composition during grain filling in two durum wheat cultivars submitted to two water regimes. *Italian Journal of Agronomy*. 2014. Vol. 9, Iss. 1. P. 15–19. doi: 10.4081/ija.2014.558
- ## References
1. Hotea, I., Dragomirescu, M., Colibar, O., Tirziu, E., Herman, V., Berbecea, A., & Radulov, I. (2021). The influence of climate conditions and meteorological factors on the nutritional value of wheat (*Triticum aestivum* L.) used for human and animals nutrition, in Romania. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 906(1), Article 012019. doi: 10.1088/1755-1315/906/1/012019
 2. State Statistics Service of Ukraine. (2022). Retrieved from <https://www.ukrstat.gov.ua>
 3. Khomenko, T., & Storozhuk, V. (2010). Selection and estimation of winter wheat lines mutant origin. *Agrobiologia*, 3, 17–21. [In Ukrainian]
 4. Orekhivskiy, V. D., Kryvenko, A. I., & Pochkolina, S. V. (2021). Quality of winter wheat grain with different systems of main tillage in crop rotations of the Southern Steppe of Ukraine. *Scientific reports NULES of Ukraine*, 6. doi: 10.31548/dopovidi2021.06.010 [In Ukrainian]
 5. Mehmood, Q., Riaz, M., Sail, M. H., & Moeen, M. (2018). Identifying key factors for maximizing wheat yield: a case study from Punjab (Pakistan). *Pakistan Journal of Agricultural Research*, 31(4), 361–367. doi: 10.17582/journal.pjar/2018/31.4.361.367
 6. Twizerimana, A., Niyigaba, E., Mugenzi, I., Ngnadong, W. A., Li, C., Hao, T. Q., ... Hai, J. B. (2020). The combined effect of different sowing methods and seed rates on the quality features and yield of winter wheat. *Agriculture*, 10(5), Article 153. doi: 10.3390/agriculture10050153
 7. Silifonov, T. V., Hospodarenko, H. M., Liubych, V. V., Polianetska, I. O., & Novikov, V. V. (2021). Yield and grain quality of maturing stages of soft winter wheat with different fertilizer systems in crop rotation. *Agrobiologia*, 2, 146–156. doi: 10.33245/2310-9270-2021-167-2-146-156 [In Ukrainian]
 8. Zhemela, H. P., & Shakalii, S. M. (2012). The predecessors influence on crop productivity and grain's quality of soft winter wheat. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 3, 20–22. doi: 10.31210/visnyk2012.03.03 [In Ukrainian]
 9. Burak, I., Olekshii, L., Kulka, V., & Litvishko, A. (2021). Creation of initial breeding material of soft winter wheat in the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine. In *Proceedings of the 7th International Scientific and Practical Conference «International Forum: Problems and Scientific»* (pp. 628–633). Melbourne: Publishing House. [In Ukrainian]
 10. CISS Group. *Wheat inspection*. Retrieved from <https://ciss-group.com/service/survey/survey-by-industry/agri-commodities/grains-inspection/480-wheat-inspection.html>
 11. Zaiets, S. O., Muzyka, V. Y., Nyzheholenko, V. M., & Rudik, O. L. (2021). Evaluation of adaptability and stability of soft winter wheat varieties under different conditions of moisture supply in the South of Ukraine. *Irrigated Agriculture*, 76, 17–21. doi: 10.32848/0135-2369.2021.76.3 [In Ukrainian]
 12. Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine. (2022). *State register of plant varieties suitable for distribution in Ukraine for 2022*. Kyiv: Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine. Retrieved from <https://sops.gov.ua/reestr-sortiv-roslin> [In Ukrainian]
 13. Topchii, O. V., Prysiazhniuk, L. M., Ivanytska, A. P., Shcherbynina, N. P., & Kyienko, Z. B. (2020). The influence of growing factors on the productivity indicators of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). *Plant Varieties Studying and Protection*, 16(1), 78–89. doi: 10.21498/2518-1017.16.1.2020.201269 [In Ukrainian]
 14. Wang, X., & Liu, F. (2021). Effects of elevated CO₂ and heat on wheat grain quality. *Plants*, 10(5), Article 1027. doi: 10.3390/plants10051027
 15. Gahlot, S., Lin, T. S., Jain, A. K., Baidya Roy, S., Sehgal, V. K., & Dhakar, R. (2020). Impact of environmental changes and land management practices on wheat production in India. *Earth System Dynamics*, 11(3), 641–652. doi: 10.5194/esd-11-641-2020
 16. Tkachyk, S. O. (Ed.). (2016). *Metodyka provedennia ekspertyzy sortiv roslin hrupy zernovykh, krupianykh ta zernobobovykh na prydatnist do poshyrennia v Ukraini* [Methodology for examination of plant varieties of the cereal, grain and leguminous group for suitability for distribution in Ukraine]. Vinnytsia: FOP Korzun D. Yu. Retrieved from <https://sops.gov.ua/uploads/page/5b7d6a4993544.pdf> [In Ukrainian]
 17. Tkachyk, S. O., Prysiazhniuk, O. I., & Leshchuk, N. V. (Comps.). (2016). *Metodyka provedennia kvalifikatsiinoi ekspertyzy sortiv roslin na prydatnist do poshyrennia v Ukraini. Zahalna chastyna* [Methods of conducting qualitative examination of plant varieties for suitability for distribution in Ukraine. The common part] (4th ed., rev. and enl.). Vinnytsia: FOP Korzun D. Yu. Retrieved from <https://sops.gov.ua/uploads/page/5b7e5c0ed8332.pdf> [In Ukrainian]
 18. Tkachyk, S. O. (Ed.). (2016). *Metodyka provedennia kvalifikatsiinoi ekspertyzy sortiv roslin na prydatnist do poshyrennia v Ukraini. Metody vyznachennia pokaznykiv yakosti produktsii roslinnytstva* [Methodology for the qualification examination of plant varieties for suitability for distribution in Ukraine. Methods of determining plant production quality indicators] (3rd ed., rev. and enl.). Vinnytsia: FOP Korzun D. Yu. Retrieved from <https://sops.gov.ua/uploads/page/5b7e67fb8d4b9.pdf> [In Ukrainian]
 19. Simanjuntak, C., Gaiser, T., Ahrends, H. E., & Srivastava, A. K. (2022). Spatial and temporal patterns of agrometeorological indicators in maize producing provinces of South Africa. *Scientific Reports*, 12(1), 12072. doi: 10.1038/s41598-022-15847-7
 20. Roik, M. V., Prysiazhniuk, O. I., & Denysiuk, V. O. (2017). Review of software for statistical data analysis. *Efektivna ekonomika*, 7. Retrieved from <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=5676> [In Ukrainian]
 21. Han, J., Zhang, Z., Cao, J., Luo, Y., Zhang, L., Li, Z., & Zhang, J. (2020). Prediction of winter wheat yield based on multi-source data and machine learning in China. *Remote Sensing*, 12(2), Article 236. doi: 10.3390/rs12020236
 22. Pramanik, P., Chakrabarti, B., Bhatia, A., Singh, S. D., Maity, A., Aggarwal, P., & Krishnan, P. (2018). Effect of elevated temperature on soil hydrothermal regimes and growth of wheat crop. *Environmental Monitoring and Assessment*, 190(4), Article 217. doi: 10.1007/s10661-018-6576-8
 23. Liliane, T. N., & Charles, M. S. (2020). Factors affecting yield of crops. In A. Amanullah (Ed.), *Agronomy-Climate Change & Food*

- Security* (pp. 9–24). London, UK: IntechOpen. doi: 10.5772/intechopen.78102
24. Lollato, R. P., Roozeboom, K., Lingenfelter, J. F., da Silva, C. L., & Sassenrath, G. (2020). Soft winter wheat outyields hard winter wheat in a subhumid environment: Weather drivers, yield plasticity, and rates of yield gain. *Crop Science*, 60(3), 1617–1633. doi: 10.1002/csc2.20139
 25. Lyfenko, S., Nakonechnyi, M., & Narhan, T. (2021). Peculiarities of the selection of soft winter steppe ecotype wheat varieties in connection with climate change in the conditions of Southern Ukraine. *Bulletin of Agricultural Science*, 99(3), 53–62. doi: 10.31073/agrovisnyk202103-07 [In Ukrainian]
 26. Kyrylchuk, A. M., & Kovalchuk, S. O. (2021). Breeding for quantitative and qualitative indicators of winter wheat (*Triticum aestivum* L.). Expanding genetic diversity of cultivated wheat. *Agroecological Journal*, 2, 140–148. doi: 10.33730/2077-4893.2.2021.234474 [In Ukrainian]
 27. Bazalii, V. V., Boichuk, I. V., Lavrynenko, Yu. O., Bazalii, H. H., Domaratskyi, Ye. O., & Larchenko, O. V. (2019). Problems and productivity of selection of winter wheat varieties with increased environmental stability. *Factors in Experimental Evolution of Organisms*, 24, 20–25. doi: 10.7124/FEE0.v24.1072 [In Ukrainian]
 28. Popov, S. I., Leonov, O. Yu., Popova, K. M., & Avramenko, S. V. (2019). Ecological plasticity of winter wheat varieties depending on root nitrogen nutrition in the eastern Forest-Steppe of Ukraine. *Plant Varieties Studying and Protection*, 15(3), 296–302. doi: 10.21498/2518-1017.15.3.2019.181087 [In Ukrainian]
 29. Linina, A., & Ruza, A. (2015). Weather conditions effect on fresh and stored winter wheat grain gluten quantity and quality. In *Nordic view to sustainable rural development: proceedings of the 25th NJF Congress* (pp. 148–153). Riga: NJF Latvia. Retrieved from https://lluflb.llu.lv/conference/NJF/NJF_2015_Proceedings_Latvia-148-153.pdf
 30. Balan, V. M., Prysiazhniuk, O. I., Balahura, O. V., & Karpuk, L. M. (2018). *Roslynyystvo osnovnykh kultur* [Cultivation of main crops]. Kyiv: Nilan-LTD. [In Ukrainian]
 31. Jaskulska, I., Jaskulski, D., Gałęzewski, L., Knapowski, T., Kozera, W., & Waclawowicz, R. (2018). Mineral composition and baking value of the winter wheat grain under varied environmental and agronomic conditions. *Journal of Chemistry*, 2018, Article 5013825. doi: 10.1155/2018/5013825
 32. Islam, S., Yu, Z., She, M., Zhao, Y., & Ma, W. (2019). Wheat gluten protein and its impacts on wheat processing quality. *Frontiers of Agricultural Science and Engineering*, 6(3), 279–287. doi: 10.15302/J-FASE-2019267
 33. Giuliani, M. M., De Santis, M. A., Pompa, M., Giuzio, L., & Flaggella, Z. (2014). Analysis of gluten proteins composition during grain filling in two durum wheat cultivars submitted to two water regimes. *Italian Journal of Agronomy*, 9(1), 15–19. doi: 10.4081/ija.2014.558

UDC 633.11:57.04:577.11

Prysiazhniuk, L. M.*, **Khomenko, T. M.**, **Liashenko, S. O.**, & **Melnyk, S. I.** (2022). The growing factors impact the productivity of new soft winter wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties. *Plant Varieties Studying and Protection*, 18(4), 273–282. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.18.4.2022.273989>.

*Ukrainian Institute for Plant Variety Examination, 15 Henerala Rodymtseva St., Kyiv, 03041, Ukraine, *e-mail: prysiazhniuk_l@ukr.net*

Purpose. To determine the growing factors impact the economically valuable characteristics of new soft winter wheat varieties. **Methods.** Field, biochemical methods, ANOVA. **Results.** The influence of the growing zone, the growing season conditions and the genotype of the soft winter wheat varieties on yield, protein and gluten content were determined. The conditions of the growing zone have the greatest influence on studied varieties yield – 73%. On average, for 2020–2021, the maximum yield was obtained in the Forest-Steppe zone – 6.23–8.39 t/ha. In the Forest zone, the yield of studied soft winter wheat varieties was 5.31–7.02 t/ha. For the Steppe zone, the yield was within 5.16–6.63 t/ha. It was determined that varieties which showed low yield in the Forrest zone were characterized by higher yield in the Steppe zone. It was found that the growing zone (49%) and growing season (42%) conditions have the greatest effect on the protein content in grain of studied varieties. It was determined that variety ‘MANDARIN’ was characterized by the highest protein content in all growing zones (14.5–16.4%). In the Steppe and Forest-Steppe zones, high protein content was identified in grain of wheat varieties ‘Tata Mata’ (13.6–14.3%), ‘Eneida’ (13.6–14.3%) and ‘Novator’ (14.2 and 13.2%), in the Forest zone – in grain of varieties ‘Vahoma’ and ‘Eneida’ –

13.4% each. It was found that the growing zone conditions impacted gluten content in grain of studied wheat varieties by 64%, the influence of the growing season conditions was 28%. The effect of variety genotype on protein and gluten content was 5 and 4%, respectively. The grain of soft winter wheat varieties ‘MANDARIN’ and ‘Eneida’ contained the largest amount of gluten in all growing zones (27.7–31.8% and 27.3–30.3%). For the Steppe and Forest-Steppe zones, a high gluten content was found in grains of varieties ‘Il-lusion’ (28.4 and 30.8%) and ‘Tata Mata’ (27.8 and 29.8%). **Conclusions.** It was found that growing zone conditions of soft winter wheat varieties (73%) and the interaction of factors zone × year (21%) impacted the yield significantly. The growing zone conditions (49 and 64%), growing season conditions (21 and 28%) and genotype of variety (5 and 4%, respectively) had a significant influence on protein and gluten content. Therefore, a significant influence of growing zone conditions on the productivity indicators of soft winter wheat determines the need to select varieties in order to obtain a high yield, taking into account the soil and climatic zone.

Keywords: yield; protein and gluten content; soft winter wheat; ANOVA.

Надійшла / Received 01.12.2022
Погоджено до друку / Accepted 20.12.2022