

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

Факультет агрономії
Кафедра генетики, селекції рослин та біотехнології

Допущено до захисту
«_____» _____ 2024 р.
Зав. кафедри, д. с.-г. н., професор
_____ Людмила РЯБОВОЛ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ступеня вищої освіти магістр

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЗРАЗКІВ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ
(*TRITICUM AESTIVUM* L.) ОЗИМОЇ, СТВОРЕНИХ ЗА УЧАСТЮ
ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТА (*TRITICUM SPELTA* L.) СЕЛЕКЦІЇ
УМАНСЬКОГО НУС

Виконав: студент II курсу, групи 24-м-а
спеціальності 201 «Агрономія»
БОНДАРЕНКО Богдан Сергійович

Керівник: ДІОРДІЄВА Ірина, к. с.-г. н., доцент

ЗМІСТ

	ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1.	ВИХІДНИЙ МАТЕРІАЛ ТА ЙОГО ЗНАЧЕННЯ В СЕЛЕКЦІЇ ПШЕНИЦІ (огляд літератури)	5
РОЗДІЛ 2.	ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ	13
РОЗДІЛ 3.	УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	14
3.1.	Характеристика ґрунту	14
3.2.	Кліматичні та погодні умови	14
3.3.	Схема досліду та розміщення варіантів	16
3.4.	Агротехнологія вирощування пшениці озимої в досліді	17
3.5.	Програма досліджень і методика їх проведення	18
РОЗДІЛ 4.	РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	19
4.1.	Біометричні показники	19
4.2.	Технологічні показники якості зерна	23
4.3	Продуктивність	26
РОЗДІЛ 5	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ПІД ЧАС ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ	29
5.1.	Аналіз умов і заходів з охорони праці та моделювання виробничих небезпек під час вирощування пшениці озимої	29
5.2.	Охорона навколишнього середовища під час вирощування пшениці озимої	32
	ВИСНОВКИ	35
	РЕКОМЕНДАЦІЇ СЕЛЕКЦІЙНІЙ ПРАКТИЦІ	36
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	37
	ДОДАТКИ	42

ВСТУП

Підвищення врожайності сільськогосподарських культур та покращання якості продукції є важливим завданням сучасного аграрного виробництва. Нині відбувається швидке зростання чисельності населення Землі. Водночас спостерігається тенденція нестачі високоякісної продукції рослинництва. Створення нових сортів з високим адаптивним потенціалом, високою врожайністю та відмінною якістю зерна є надійним та екологічно вигідним фактором сталого підвищення продуктивності.

Актуальність теми. Нині багато селекційних установ займаються генетичним поліпшенням пшениці м'якої за її гібридизації із спельтою. Проте результативність цього методу селекції залишається низькою, оскільки сортів, створених за участю спельти, обмежена кількість. Тому, порівняльна характеристика зразків *Triticum aestivum* L., створених за участю *Triticum spelta* L. є актуальним завданням.

Наукова новизна. В умовах Правобережного Лісостепу вперше проведено порівняльну характеристику зразків пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.), створених за участю пшениці спельта (*Triticum spelta* L.) та виділено цінні генотипи.

Практичне значення одержаних результатів. На підставі проведених виділено гібридну популяцію 166/22, що істотно перевищувала стандарт за вмістом білка та клейковини в зерні і характеризувалася високими технологічними властивостями, зокрема, силою борошна та твердістю зерна і зразок 163/22, що істотно перевищував стандарт за врожайністю.

Апробація результатів магістерської роботи. Результати досліджень обговорювались на засіданнях студентського наукового гуртка кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології, а також на Всеукраїнській науково-практичній конференції «Рубіновські читання» приуроченої до 180-річчя від дня заснування Уманського національного університету садівництва (Умань, 2024 р.) (додаток А).

РОЗДІЛ 1. РЕЗУЛЬТАТИ СЕЛЕКЦІЇ ПШЕНИЦІ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ЗЕРНА (огляд літератури)

Пшениця – одна з найцінніших сільськогосподарських культур, яка займає провідне місце серед зернових. Її посівні площі займають біля 15 % (220 млн. га) усіх орних площ [1]. *Triticum aestivum* L. є одним з основних джерел рослинного білка та продуктом харчування для 35 % світового населення [2]. В Україні пшениця озима вирощується на площі близько 6–7 тис. га, що становить 20 % орних земель [3].

Серед численних заходів, що спрямовані на збільшення врожайності зернових культур, основне місце відведено селекції [4]. Саме сорт вважається найдешевшим, найефективнішим, найдоступнішим і незамінним чинником, що зумовлює рівень врожайності сільськогосподарських культур і визначає рівень розвитку харчової промисловості. Приріст урожайності зерна пшениці за рахунок впровадження нових сортів варіює в межах 20–60 % [5].

W. A. Babiker зі співавторами та N. Senapati зі співавторами [6, 7] довели можливість практичної реалізації генетичного потенціалу сортів пшениці на рівні 70–80 % за умови забезпечення високого рівня агротехнологічних заходів. На думку В. В. Ваценка та М. М. Назаренка [8] більше значення сорту за формування врожайності визначається лише за гірших гідротермічних умов під час вирощування, а проведення своєчасної сортозаміни та сортооновлення дозволяє підвищити урожайність в середньому на 25–40 %.

За створення нових сортів ставиться завдання поєднати в них високу продуктивність з комплексом цінних ознак і властивостей, зокрема, з якістю зерна. Проте досягти такого поєднання на практиці є досить складним завданням. Багаторічні дослідження свідчать про зворотну кореляцію між урожайністю та вмістом у зерні білка [9]. Проте, деякі вчені вказують на відсутність зв'язків між урожайністю та білковістю зерна [10]. G. R. Carson [11] відзначає, що наявність оберненої кореляції зумовлена вирощуванням пшениці на низьких агрофонах із

недостатнім дозами азоту, що призводить до формування відносно високої врожайності, але із невисокими показниками якості. Водночас дослідженнями [12] доведено можливість поєднання в одному сорті пшениці підвищеної якості зерна з одночасним збереженням рівня її врожайності.

Якість зерна злаків є однією з найскладніших селекційних ознак, що обумовлюється сукупністю багатьох складових, що залежать від напряму використання продукції [13]. Зазвичай зерно пшениці використовують у харчовій промисловості для виготовлення хліба, круп, кондитерських виробів та макаронів. За рахунок вдалого поєднання вмісту білків, вуглеводів, збалансованості за амінокислотним складом зерно пшениці є цінним і незамінним продуктом харчування [14].

У пшениці оцінюють борошномельні (натура зерна, склоподібність, крупність і твердість зерна тощо) та хлібопекарські властивості (вміст білка, сила борошна, показник седиментації, кількість і якість клейковини; реологічні властивості тіста; об'єм хліба тощо). Харчова і біологічна цінність зерна пшениці обумовлена вмістом амінокислот, як основних структурних елементів білка. У пшениці міститься 20 амінокислот, з яких вісім (лізин, триптофан, метіонін, фенілаланін, валін, треонін, ізолейцин і лейцин) – незамінні для організму людини [15].

Прямої залежності між вмістом білка та вмістом незамінних амінокислот не виявлено. Проте встановлено сильну кореляцію між вмістом білка, показником седиментації та об'ємною масою хліба, а також між вмістом клейковини, вмістом білка та силою борошна [16]. Також встановлено обернену кореляцію між якістю зерна і кількістю опадів у фазі виходу в трубку, колосіння, цвітіння і воскової стиглості. Перезволоження у цей період призводить до істотного зниження хлібопекарських показників якості, зокрема, вмісту білка. Надмірна кількість опадів у період формування і наливу зерна негативно позначається на його якості, оскільки стимулює інтенсивність дихання, що призводить до витрачання вуглеводів та азотистих речовин. Негативний вплив

надмірних опадів можна спостерігати і після дозрівання зерна, оскільки за таких умов підвищується активність ферменту альфа-амілази, що розщеплює крохмаль до цукрів, а згодом до вуглекислоти та води, що стимулює дихання проростання зерна, що призводить до зниження вмісту клейковини і якісних показників хліба і погіршує борошномельні властивості [15, 16].

Грунтовні дослідження стосовно вирішення проблеми підвищення якості зерна пшениці проведено вченими багатьох країн світу, якими проаналізовано значну кількість вихідного матеріалу, встановлено характер успадкування показників якості. Доведено, що показники якості зерна успадковуються за депресивним типом від гіршої батьківської форми, що обумовлює необхідність добору для гібридизації сильних за якістю вихідних форм. Успіх в селекції на якість зерна суттєво залежить від методів оцінювання селекційного матеріалу, що дозволяють ідентифікувати генетичну варіабельність за ознаками якості [17].

Для генетичного поліпшення якості зерна пшениці у світі проводиться цілеспрямована селекція на створення сортів з поліпшеними технологічними властивостями зерна і борошна, резистентними до комплексу несприятливих абіо- та біотичних факторів довкілля за збереження високого потенціалу врожайності. Прогрес у селекції неможливий без постійного удосконалення селекційних програм і збагачення їх новою генетичною плазмою. Сучасна селекція пшениці орієнтована на створення сортів з широким спектром напрямів технологічної спеціалізації за урахування кінцевої якості продукту. Вагоме значення для розширення генетичного різноманіття має гібридизація в поєднанні з багаторазовим індивідуальним добором [18].

Виведення високоякісних сортів пшениці – це складний процес, що потребує наявності потужної генно-інженерної, лабораторно-аналітичної й технологічної бази для індукування широкого формотворчого процесу і трансгресивної мінливості за ознаками якості зерна і для ефективного оцінювання селекційного матеріалу та добору в процесі селекції. Ефективним

методом оцінювання у практичній селекції нині є геномний добір. Одночасний геномний відбір за результативними ознаками дає змогу створити сорти, що поєднують високий генетичний потенціал урожайності з відмінною якістю кінцевого продукту [19].

У виду *Tr. aestivum* ідентифіковано генні локуси асоційовані з показниками якості, зокрема, вміст білка, клейковини та її якість детермінуються генами *Glu-B1a1(77+8)*, *Glu-B1a1(77+8)*, *Glu-D1x5+10*, *Glu-D1x5*, *Glu-1Ay*, *Gli-D1cyl*, *Gli-D1ts*, *Glu-B1(17+18)*, *Glu-A1x2*, *Glu-D1(2+12)*, [20]; число седиментації, сила борошна – *Gli-B1*, *Glu-A1a*, *Glu-B3g*, *Glu-B3b*; ступінь розрідження тіста – *Glu-A1r*; водопоглинальна здатність борошна – *Gpc-B1*, *Glu-B1c* [21]; вміст крохмалю – *Wx-7A*, *Wx-4A*, *Wx-7D*. Ці гени експресуються за присутності відповідних функціональних та молекулярних маркерів, наявність яких потребує значних матеріальних затрат.

У зерні пшениці ідентифіковано декілька тисяч білків з різними функціями. За чутливістю до певних розчинників їх поділяють на чотири групи: альбуміни – розчиняються у сольових розчинах і чистій воді; глобуліни – розчинні лише за дії сольовими розчинами; гліадини – розчинні в спирті (етиловому або метиловому) за концентрації 60–70 %; глютеніни – розчиняються у слабких кислотах або лугах [22].

Альбуміни та глобуліни становлять близько 15–20 % від загальної кількості білків пшениці. Це функціонально активні безглютенові білки, що здебільшого знаходяться в алейроновому шарі та зародку. Переважну більшість білка в зерні пшениці становлять гліадини *Gli* та глютеніни *Glu*, на сумарну кількість яких припадає 80–85 % білка і які утворюють основну масу клейковини [22].

Генетична варіабельність за алельним складом *Gli/Glu* локусів є ключовим фактором хлібопекарської цінності зерна пшениці. Гліадини і глютеніни мають високий вміст у зерні амінокислот, зокрема, глутаміну і проліну та різняться за молекулярною масою. Гліадини – є мономерними і мають молекулярну масу в

межах 25–75 кДа (дальтон). Глютеніни – є високополімерними і поділяються на високомолекулярні (80–140 кДа) – глютеніни довгого плеча першої гомеологічної групи (*Glu-A1*, *Glu-B1* і *Glu-D1*) і низькомолекулярні (30–50 кДа) – *Glu-A3*, *Glu-B3*, *Glu-D3*, гени яких локалізуються на коротких плечах хромосом першої гомеологічної групи [175, 181]. Клейковинні білки (гліadini та глютеніни) відіграють провідну роль у визначенні хлібопекарської якості борошна з зерна пшениці. Гліadini здебільшого визначають в'язкість, пружність і розтяжність тіста, глютеніни – міцність та еластичність. При цьому глютеніни мають сильніший вплив на якість борошна, ніж гліadini. За впливом на якість зерна *Gli/Glu* локуси розміщують наступній послідовності *Glu-1* > *Glu-3* > *Gli-1* > *Gli-2* [22, 23].

В Україні ґрунтовні дослідження з селекційно-генетичного поліпшення якості зерна пшениці проводять у Селекційно-генетичному інституті – Національному центрі насіннєзнавства та сортовивчення (СГІ–НЦНС) НААН, ННЦ Інститут Землеробства НААН, Миронівському інституті пшениці імені В. М. Ремесла (МІП) НААН, Інституті рослинництва імені В. Я. Юр'єва (ІР) НААН, Інституті зрошеного землеробства НААН, Інституті фізіології рослин і генетики (ІФРiГ) НАН, Інституті клітинної біології та генетичної інженерії НАН тощо. Науковцями цих установ проведено інтрогресивну гібридизацію з видами *T. polonicum*, *Aegilops cylindrica*, *Aegilops spelta*, *Aegilops tauschii*, *T. Compactum*, *Triticum turgidum* spp. *dicoccoides* на основі чого створено новий вихідний матеріал цінний за якістю [22].

В результаті селекційної роботи створено сильні та екстрасильні сорти пшениці, зокрема, у СГІ–НЦНС – Панна, Скарбниця, Влада, Ніконія, Щедрість одеська, Віген, Мудрість одеська тощо; в ІР – Фермерка, Запашна, Принада, Досконала, Дорідна, Розкішна тощо; у МІП разом з ІФРiГ – Смуглянка, Колумбія, Калинова тощо; у МІП – Лакомка, Крижинка, Експромт, Елегія миронівська, Етюд, Колос миронівщини тощо.

Науковцями СГІ– НЦНС у результаті перенесення унікального алеля гена *Ha* від дикої форми пшениці створено сорт білозерної бісквітної пшениці Білява з екстрем'якою консистенцією ендосперму [22]. Виділено генетичні джерела пшениці з поліпшеними хлібопекарськими якостями, що містять житньо-пшеничну транслокацію *1AL.1RS* та модифіковану хромосомною інженерією житньо-пшеничну транслокацію *1RSm.1BL*, в якій заміщено лише один житній локус *Sec-1* (контролює синтез секалінів) на пшеничний *Gli-B1* (контролює вміст гліадину) за збереження комплексу селекційно-позитивних генів, зокрема, стійкості до різних хвороб (*Lr26*, *Sr31*, *Yr9*, *Pm8*). Виділено інтрогресивні селекційні лінії пшениці що містять гліадин- і глютенінкодуєчі алелі *Gli/Glu* від дикорослих злаків та характеризуються урожайністю понад 12 т/га, відмінною хлібопекарською якістю та високою посухо- і жаростійкістю [24].

Проведено інтрогресію алелів *Gli-D1cyl* та *Gli-D1ts*, що мають зумовлюють високу твердість зерна та поліпшені хлібопекарські властивості борошна у рекомбінантні селекційні лінії. За гібридизації дикого емера з *Triticum aestivum* L. проведено інтрогресію гена *Gpc-B*, що сприяє продуктивній ремобілізації азоту, заліза, цинку та марганцю з вегетативних органів рослини пшениці до насіння і регулює процеси старіння зелених тканин. В результаті чого виділено цінні селекційні лінії з підвищеним вмістом білка в зерні без зниження їх урожайності [25–27].

Сучасна стратегія селекційної роботи передбачає генетичне вдосконалення зародкової плазми сортів пшениці за урахування глобальних змін клімату і обумовлює створення високоврожайних і якісних сортів, стійких до екологічних стресів. Така селекційна робота за рахунок підвищення біологічної цінності та покращення поживних властивостей кінцевих продуктів харчування дозволяє досягти прогресу в агрономічному виробництві та в харчовій промисловості. Важливою умовою створення нових сортів з комплексом цінних ознак і властивостей є постійний моніторинг і всебічне оцінювання показників якості зерна та борошна на всіх ланках селекційного процесу [28–30].

РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ

Сорт пшениці м'якої озимої Крижинка районовано в Україні з 2002 р. Заявники і власники сорту Миронівський інститут пшениці ім. В. М. Ремесла НААНУ та Інститут фізіології рослин і генетики НАНУ. Рекомендований до вирощування у зонах Полісся та Лісостепу.

Різновидність лютесценс. Колос остистий, опушений, циліндричний, середньої довжини і щільності. Колоскова луска овальна, із сильно вираженою нервацією. Рослини і колос із сильним восковим нальотом. Зубець середньо-зігнутий, плече широке, пряме. Зернівка овально-яйцеподібна, середніх розмірів, з неглибокою борозенкою.

Сорт середньостиглий (вегетаційний період 280–290 діб). За висотою рослин відноситься до напівкарликів (80–85 см). Потенціал врожайності – 8,80 т/га. Напрямок використання – зерновий. Вміст білка – 14,5 %, сирої клейковини – 28,9 %. Маса 1000 зерен – 41,0 г. Натура зерна – 790 г/л. Сила борошна – 280 о.а.

Стійкість сорту Крижинка до несприятливих біотичних та абіотичних чинників

Чинник	Стійкість, бал
Вилягання	8
Осіпання	8
Посуха	8
Борошниста роса	6–7
Фузаріоз колоса	6–7
Септоріоз	6–7
Кореневі гнилі	6–7
Морозостійкість	8

РОЗДІЛ 3. УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Характеристика ґрунту

Дослідження проводились впродовж 2023–2024 рр. на дослідному полі НВВ УНУС, розташованому в Маньківському природно-господарському районі Середньодніпровсько-Бузького округу Лісостепової Правобережної провінції України.

Ґрунт дослідного поля чорнозем опідзолений малогумусний важкосуглинковий на лесі, що характеризується грудкувато-пилюватою структурою. Ґрунт характеризується низьким вмістом легкогідролізованого (95 мг/кг) та нітратного (6,2 мг/кг) азоту, високим вмістом рухомих сполук калію (186 мг/кг за Кірсановим) та фосфору (568 мг/кг за Кірсановим). Реакція ґрунтового розчину слабокисла ($\text{pH} = 6,3$). Забезпеченість мікроелементами (сірка, магній) – низька (0,01–0,2 мг/кг). Гідролітична кислотність складає 1,13 ммоль*екв/100 г. Вміст органічної речовини – 5,3 %. Питома електропровідність становить 0,1 мСм/см. Засоленість ґрунту – невисока (52 мг/100 г).

В цілому за сприятливих умов та належного рівня агротехніки ґрунт дослідного поля здатний забезпечити високу врожайність озимих культур, зокрема, пшениці.

3.2. Кліматичні та погодні умови

У зоні проведення досліджень панує помірно-континентальний клімат. Дослідні ділянки розташовані у підзоні нестійкого зволоження, де раз на два-три роки спостерігаються посухи. За 2023–2024 рр. фіксували значні відмінності від середніх даних за кількість опадів та температурою повітря.

2022–2023 с.-г. рік був посушливим з дефіцитом опадів на кінець року – 90 мм. При цьому впродовж всіх місяців, за винятком квітня і травня, фіксували підвищені температури повітря із середньорічним збільшенням відносно норми на 1,8°C (табл. 1).

**Погодні умови під час проведення досліджень (за даними метеостанції
Умань)**

Роки	Місяці												Всього за с.-г. рік
	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
Кількість опадів, мм													
Середньо багаторічна	43	43	40	38	34	36	41	52	81	68	49	61	586
2022–2023	10,0	71,8	53,1	6,0	20,5	27,2	129,6	42,4	15,8	92,5	12,4	4,2	496
± до норми	-33	+28,8	+13,1	-32	-13,5	-8,8	+88,6	-9,6	-65,2	+24,5	-36,6	-55,8	-90
2023–2024	33,5	62,3	55,0	29,8	14,9	89,5	56,2	41,8	56,5	17,9	17,7	12,1	487,2
± до норми	-9,5	+19,3	+15	-8,2	-19,1	53,5	15,2	-10,2	-24,5	-50,1	-31,3	-48,9	-98,8
Температура повітря, °C													
Середньо багаторічна	8,3	2,8	-1,8	-3,4	-2,3	2,5	9,7	15,4	19,0	20,9	20,1	14,5	8,8
2022–2023	10,0	3,7	-0,4	0,2	-0,2	5,1	8,8	15,4	19,6	21,3	22,9	18,4	10,5
± до норми	+1,7	+1,7	+1,4	+3,6	+2,1	+2,6	-0,9	0,0	+0,6	+0,4	+2,8	+3,9	+1,8
2023–2024	11,7	4,6	1,2	-1,6	4,2	4,5	13,0	15,3	21,2	24,3	23,1	19,7	11,8
± до норми	+3,4	+1,8	+3,0	+1,8	+6,5	+2,0	+3,3	-0,1	+2,2	+3,4	+3,2	+5,2	+3,0

У 2023–2024 с.-г. році формування продуктивності відбувалося за умов недостатнього зволоження та підвищення середньорічної температури повітря. Найбільший дефіцит опадів фіксували в період цвітіння, формування і дозрівання зерна, що негативно вплинуло на врожайність озимих культур.

В цілому кліматичні умови в регіоні оптимальні для вирощування і забезпечення високого рівня продуктивності озимих культур.

3.3. Схема досліду та розміщення варіантів

У дослідженнях 2023–2024 рр. аналізували сім кращих зразків пшениці м'якої озимої, що створено на кафедрі генетики, селекції рослин та біотехнології міжвидовою гібридизацією з пшеницею спельта. Стандартом виступав сорт пшениці м'якої озимої Крижинка.

Відібрані зразки висівали на дослідному полі кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології. Варіанти в досліді розміщували систематичним методом (рис. 1) у чотириразовій повторності.

1 _I *	2 _I	3 _I	4 _I	5 _I	6 _I	7 _I	8 _I	1 _{II}	2 _{II}	3 _{II}	4 _{II}	5 _{II}	6 _{II}	7 _{II}	8 _{II}
1 _{III}	2 _{III}	3 _{III}	4 _{III}	5 _{III}	6 _{III}	7 _{III}	8 _{III}	1 _{IV}	2 _{IV}	3 _{IV}	4 _{IV}	5 _{IV}	6 _{IV}	7 _{IV*}	8 _{IV*}

Рис. 1. Схематичне зображення розміщення дослідних ділянок на площі

*Примітка: 1_I – 8_{IV} — номери варіантів і повторність:

1. Крижинка (стандарт)
2. 161/22
3. 163/22
4. 166/22
5. 170/22
6. 176/22
7. 179/22
8. 180/22

Сівбу проводили вручну з розрахунку 10 зерен у рядок. Довжина рядка становила 100 см. Густота рослин складала 400 тис./га. Ширина міжряддя становила 25 см. Облікова площа кожної ділянки – 10 м².

3.4. Агротехнологія вирощування пшениці озимої в досліді

У дослідженнях застосовували загальноновживану (окрім густоти рослин) технологію вирощування пшениці озимої. Сівбу проводили в оптимальні для зони строки – 24 вересня у 2022 році, 27 вересня у 2023 році. Попередник – чорний пар.

Обробіток чорного пару розпочали восени після збирання попередника із застосуванням системи зяблевого обробітку, що включає двофазне лушення, обробіток культиватором-плоскорізом ОПТ-3-5. Навесні з появою бур'янів проводили першу культивацію з боронуванням на глибину 10–12 см. Впродовж літа пар підтримували у пухкому та чистому від бур'янів стані, проводячи 2–3 культивації з боронуванням із поступовим зменшенням глибини на 1,5–2 см.

Передпосівний обробіток ґрунту спрямовували на створення сприятливого структурно-агрегатного складу посівного шару з ущільненим ложе для розміщення насіння та шару дрібно грудочкуватого ґрунту над ним. Для цього використовували культиватори (КПС-4, УСМК-5,4 та ін.), обладнані стрільчастими лапами. Для кращого вирівнювання поверхні ґрунту і проведення

якісної сівби культивуацію проводили під кутом до оранки на глибину загортання насіння 4–6 см.

Під час вегетації всі селекційні посіви пшениці не підлягали обробці хімічними засобами захисту рослин та удобренню. Це пояснюється тим, що метою досліджень на даному посіві була оцінка стійкості проти біотичних та абіотичних чинників навколишнього середовища та здатність формувати високий врожай на низькому агрофоні.

Збирання врожаю на дослідних ділянках проводили вручну поділяючно в один строк.

3.5. Програма досліджень і методика їх проведення

Планування робочої програми та схеми селекційних досліджень досліджень проводять влітку, одразу після збирання врожаю. За схемою добирають насіння, необхідне для закладання досліду. У процесі досліджень визначали біометричні показники (висоту рослин, довжину колосу, кількість колосків у колосі та його щільність), технологічні властивості зерна (вміст білка та клейковини, силу борошна і твердість зерна) та продуктивність.

Біометричні показники визначали а пробних снопах, взятих у двох несуміжних повтореннях. Групування зразків за висотою рослин проводили за А. П. Орлюком зі співавторами [31]. Щільність колосу розраховували як відношення кількості колосків у колосі до його довжини у перерахунку на 10 см колосового стрижня. Технологічні властивості визначали методом інфчервоної спектроскопії за допомогою приладу Infratec.

Полеві дослідження проводили за Методикою проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових культур на придатність до поширення в Україні [32]. Після проведення всіх обліків та спостережень проводили обмолот зерна та визначали врожайність.

Статистичний аналіз результатів досліджень проводили на персональному комп'ютері за допомогою спеціальних програм. Написання та оформлення

результатів досліджень проводили відповідно до методичних рекомендацій до написання і оформлення кваліфікаційної роботи студентами ОР «Магістр» за спеціальністю 201 «Агрономія» [33].

РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

У дослідженнях 2023–2024 рр. аналізували сім зразків пшениці м'якої озимої, що створено науковцями кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології ім. І. П. Чучмія Уманського НУС. Порівняльний аналіз проводили за біометричними показниками, продуктивністю та якістю зерна. Отримані результати порівнювали із аналогічними показниками стандарту – сорту пшениці м'якої озимої Крижинка.

4.1. Біометричні показники

Біометричні показники рослин пшениці є спадковими ознаками, що фенотипові реалізує генотип. Вони істотно залежать від умов та технології вирощування. Проте, найбільший вплив на рівень прояву біометричних показників має спадковість.

Досліджувані зразки пшениці м'якої озимої відібрано з гібридних популяцій *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L. Широка генетична основа забезпечувала значний формотворчий процес за багатьма фенотиповими ознаками. Залучення до гібридизації пшениці спельта дозволило спостерігати у нащадків успадкування господарсько-цінних показників цього виду та вищеплення проміжних форм.

Висота рослин пшениці спельта може сягати 125 см. За використання її батьківським компонентом (запилювачем) під час гібридизації серед нащадків обирали форми, що успадковують цей показник цитоплазматично, тобто від материнського компонента, оскільки надмірна висота рослин – небажана ознака для сучасних сортів пшениці.

У наших дослідженнях висота рослин у сорту Крижинка в середньому за 2023–2024 рр. становила 90 см, а у зразків пшениці м’якої озимої – 82–101 см (табл. 2).

Таблиця 2

Біометричні показники зразків пшениці м’якої озимої, 2023–2024 рр.

Зразок	Висота рослин, см			Довжина колосу, см		
	2024 р.	2023 р.	Середнє	2024 р.	2023 р.	Середнє
Крижинка (st)	85	94	90	8,8	9,5	9,2
161/22	92	102	97	9,1	9,6	9,4
163/22	80	92	86	8,8	9,2	9,0
166/22	95	107	101	8,8	9,4	9,1
170/22	78	85	82	8,2	8,7	8,5
176/22	85	93	89	9,2	9,7	9,5
179/22	88	98	93	8,7	9,2	9,0
180/22	85	92	88	9,1	9,6	9,4

Зниженням висоти стеблостою відносно сорту Крижинка характеризувались зразки 170/22 (82 см), 163/22 (86 см) та 176/22 (89 см).

Для пшениці існує загальноприйнята класифікація за висотою рослин розроблена А. П. Орлюком зі співавторами [31]. Відповідно до якої напівкарликами вважаються форми з висотою рослин в межах 60–85 см, низькорослими – 85–105 см, середньо рослими – 105–120 см, високрослими – понад 120 см.

Отже, опираючись на класифікацію А. П. Орлюка, можна зробити висновок, що зразок 170/22 є напівкарликом, а інші досліджувані зразки відносяться до низькорослих форм.

Довжина колосу – важливий показник, що впливає на його озерненість, а, отже, і на продуктивність. Пшениця спельта – довгоколосий вид із максимальним значенням цього показника 22 см. У нащадків, отриманих за її участю спостерігали утворення форм з різною морфологічною будовою колоса, зокрема, виділено форми із довгим рихлим колосом, із типовим колосом пшениці м'якої, скверхедні форми із потовщеною верхньою частиною колоса та проміжні форми. У наших дослідженнях вивчали лише форми із типовим колосом пшениці м'якої та скверхедні форми.

У результаті проведених досліджень виділено два зразки, що перевищують стандарт за довжиною колоса. Це зразки 161/22 та 176/22, що характеризувались колосом завдовжки 9,4 та 9,5 см відповідно. Інші досліджувані зразки за довжиною колоса поступалися стандарту на 0,2–0,7 см.

Незважаючи на довгоколосість виду *Triticum spelta* L., його колос рихлий і нещільний, тому і озерненість його невисока. Серед нащадків необхідно обирати форми, що успадковують ці показники від пшениці м'якої.

Проведеними дослідженнями встановлено, що кількість колосків у колосі зразків пшениці м'якої озимої в середньому за два роки становила 20,5–21,2 шт. (табл. 3). Найвищою вона була у зразків 161/22 (21,2 шт.), 179/22 (21,2 шт.) та 176/22 (21,0 шт.). Щільність колосу коливалася в межах 22,2–24,2 шт. колосків на 10 см колосового стрижня. За цим показником перевищували стандарт зразки 170/22 (24,2 шт/10 см), 179/22 (23,6 шт/10 см), 166/22 (23,0 шт/10 см). Для пшениці існує класифікація за щільністю колоса згідно з якою нещільноколосими вважаються форми із значенням цього показника менше 16 шт/ колосків у перерахунку на 10 см колосового стрижня, середньо щільними – 16–21 шт/10 см, щільними – 21–23 шт/10 см, дуже щільними – понад 23 шт/10 см.

Таблиця 3

Параметри колосу зразків пшениці м'якої озимої, 2023–2024 рр.

Зразок	Кількість колосків у колосі, шт.			Щільність колосу, шт/10 см колосового стрижня		
	2024 р.	2023 р.	Середнє	2024 р.	2023 р.	Середнє
Крижинка (st)	20,5	21,1	20,8	23,3	22,2	22,8
161/22	20,8	21,5	21,2	22,9	22,4	22,6
163/22	20,4	20,8	20,6	23,2	22,6	22,9
166/22	20,6	21,2	20,9	23,4	22,6	23,0
170/22	20,1	20,8	20,5	24,5	23,9	24,2
176/22	20,2	21,8	21,0	22,0	22,5	22,2
179/22	20,8	21,5	21,2	23,9	23,4	23,6
180/22	20,3	21,9	21,1	22,1	22,6	22,3

Отже, зразки 166/22, 170/22 та 179/22 відносяться до форм із дуже щільним колосом, інші – до щільноколосих форм.

Таким чином, аналіз біометричних показників дозволив виділити зразок пшениці м'якої озимої 170/22, що характеризується низькорослістю та дуже щільним колосом і селекційні зразки 161/22 і 179/22 із подовженим колосом та його високою щільністю. Відібрані форми рекомендовано залучати в селекційні схеми покращення різних видів пшениці з метою покращення окремих господарсько-цінних показників і створення цінних форм.

4.2. Технологічні показники якості зерна

Цінність пшениці спельта полягає у її високих технологічних характеристиках і хлібопекарських властивостях. Вона характеризується

неперевершеним поєднанням високого вмісту білка в зерні з високою силою борошна та показниками седиментації і твердості зерна. Основною метою міжвидової гібридизації пшениці м'якої зі спельтою було перенесення вищевказаних показників до пшениці м'якої і створення високопродуктивних нащадків з поліпшеними показниками якості зерна.

Основними показниками якості зерна пшениці вважаються вміст в зерні білка і клейковини. Вони визначають хлібопекарські властивості борошна і придатність його до використання для випічки хліба, хлібобулочних і кондитерських виробів.

В результаті проведених досліджень встановлено, що вміст білка в зерні зразків пшениці м'якої озимої в середньому за 2023–2024 рр. становив 13,6–14,6 % (табл. 4).

Таблиця 4

Якість зерна зразків пшениці м'якої озимої, 2023–2024 рр.

Зразок	Вміст білка, %			Вміст клейковини, %		
	2024 р.	2023 р.	Середнє	2024 р.	2023 р.	Середнє
Крижинка (st)	14,3	14,2	14,3	27,3	27,0	27,2
161/22	13,8	13,8	13,8	28,4	28,3	28,4
163/22	13,7	13,5	13,6	26,8	26,4	26,6
166/22	14,7	14,5	14,6	29,2	28,9	29,1
170/22	13,7	13,6	13,7	28,5	28,3	28,4
176/22	14,1	14,0	14,1	27,0	26,8	26,9
179/22	14,2	14,0	14,1	26,8	26,6	26,7
180/22	14,0	14,0	14,0	27,2	27,4	27,3

Позитивно вирізнявся за цим показником зразок 166/22, що містив у зерні 14,6 % білка, що на 0,3 % перевищувало аналогічний показник сорту Крижинка. Інші сортозразки поступалися стандарту на 0,2–0,6 %.

Вміст клейковини у досліджуваних зразків був на рівні 26,6–29,1 %. Очікувано найвищим він був у зразка 166/22 – 29,1 %, оскільки показники вмісту білка та клейковини в зерні взаємокорелюючі. Збільшення вмісту клейковини відносно сорту Крижинка спостерігали у зразків 161/22 (28,4 %) та 170/22 (28,4 %).

Основними показниками технологічної якості зерна пшениці вважаються сила борошна та твердість зерна. Сила борошна характеризує його здатність до поглинання води і замісу тіста. Твердість позитивно корелює з силою борошна: чим вона вища, тим кращі хлібопекарські властивості борошна.

У наших дослідженнях сила борошна коливалася в межах 246–329 о.а. (табл. 5).

Таблиця 5

Технологічні властивості зразків пшениці м'якої озимої, 2023–2024 рр.

Зразок	Сила борошна, о. а.			Твердість зерна		
	2024 р.	2023 р.	Середнє	2024 р.	2023 р.	Середнє
Крижинка (st)	318	315	317	45,7	45,1	45,4
161/22	275	271	273	21,5	21,3	21,4
163/22	290	291	291	43,3	43,3	43,3
166/22	330	328	329	48,5	48,2	48,4
170/22	245	247	246	22,1	21,8	22,0
176/22	300	298	299	44,2	43,5	43,9
179/22	295	292	294	43,2	43,0	43,1
180/22	295	298	296	43,1	43,4	43,3

Найвищою вона була у зразка 166/22 – 329 одиниць альвеографа, що перевищувало сорт Крижинка на 12 одиниць альвеографа.

Відповідно до класифікації за силою борошна зерно із значенням цього показника вище 50 о.а. вважається відмінним поліпшувачем, 400–500 о.а. – добрим поліпшувачем, 280–400 – задовільним поліпшувачем, 260–280 о.а. – цінна пшениця, 240–260 о.а. – добрий філер, 180–240 о.а. – задовільний філер, менше 180 о.а. – слабка пшениця.

Отже, зразки 166/22, 16320, 176/22 та 179/22 належать до задовільних поліпшувачів. Зразок 161/22 є цінною пшеницею, а зразок 170/22 – добрим філером.

Твердість зерна у середньому за два роки становила 21,4–48,4. Перевищував стандарт за цим показником на 3,0 одиниці лише зразок 166/22, інші поступалися йому на 1,5–24,0 одиниці.

Відповідно до загальноприйнятої класифікації за твердістю зерна, зразок у якого вона перевищує 60 одиниць вважається твердозерним, 54–60 одиниць – середньотвердозерним, менше 54 – м'якозерним. Таким чином, всі досліджувані зразки пшениці м'якої озимої відносяться до м'якозерного типу.

Отже, аналіз технологічних показників якості зерна дозволив виділити селекційний зразок 166/22, що перевищує стандарт за вмістом білка і клейковини в зерні, силою борошна і твердістю зерна. Цей селекційний зразок є цінним вихідним матеріалом для селекції на якість зерна різних видів пшениці.

4.3. Врожайність

Кінцевою метою всіх селекційних програм є створення високопродуктивного сорту, оскільки висока врожайність – основна вимога сільськогосподарського виробництва до нового сорту. Вчені відзначають, що у пшениці м'якої не має негативного кореляційного зв'язку між врожайністю та

якістю зерна, що дає можливість ведення селекції одночасно на збільшення продуктивності і якості зерна.

У наших дослідженнях визначено масу зерна з колоса і кількість зерен у ньому, оскільки саме ці показники визначають продуктивність колоса. В результаті проведених досліджень встановлено, що маса зерна з колоса в середньому за 2023–2024 рр. становила 1,04–1,32 г (табл. 6). Найвищою впродовж двох років вона була у зразка 163/22 – в середньому 1,32 г, що перевищувало сорт Крижинка на 0,11 г. Зразок 166/22 характеризувався масою зерна з колоса на рівні контрольного варіанту – 1,21 г.

Таблиця 6

Продуктивність колосу зразків пшениці м’якої озимої, 2023–2024 рр.

Зразок	Маса зерна з колосу, г			Кількість зерен у колосі, шт.		
	2024 р.	2023 р.	Середнє	2024 р.	2023 р.	Середнє
Крижинка (st)	1,05	1,36	1,21	43	48	46
161/22	0,98	1,28	1,13	38	43	41
163/22	1,15	1,48	1,32	45	50	48
166/22	1,07	1,35	1,21	43	47	45
170/22	0,85	1,22	1,04	35	41	38
176/22	1,02	1,27	1,15	41	46	44
179/22	0,95	1,31	1,13	40	45	43
180/22	1,01	1,25	1,13	41	45	43

У інших зразків пшениці м’якої озимої зафіксовано зниження маси зерна з колоса на 0,06–0,17 г.

Кількість зерен у колосі досліджуваних зразків в середньому становила 38–48 шт. Найвище значення цього показника зафіксовано у зразків 163/22 – 48 шт. та 166/22 – 45 шт. Дещо поступалися їм сортозразки 176/22 (44 шт.) та 179/22

(43 шт.). Найменшою кількістю зерен у колоса була у зразків 161/22 та 170/22, відповідно 41 та 38 шт., що поступалося сорту Крижинка на 5–8 шт.

Врожайність зразків пшениці м'якої озимої у 2024 р. становила 4,98–5,66 т/га, а в 2023 р. вона складала 5,2–6,18 т/га (табл. 7).

Таблиця 7

Врожайність (т/га) зразків пшениці м'якої озимої, 2020–2021 рр.

Зразок	2024 р.	± до стандарту	2023 р.	± до стандарту	Середнє	± до стандарту
Крижинка (st)	5,42	—	6,38	—	5,90	—
161/22	5,21	-0,21	6,25	-0,13	5,73	-0,17
163/22	5,66	+0,24	6,69	+0,31	6,18	+0,28
166/22	5,45	+0,03	6,42	+0,04	5,94	+0,04
170/22	4,98	-0,44	5,85	-0,53	5,42	-0,48
176/22	5,36	-0,06	6,32	-0,06	5,84	-0,06
179/22	5,25	-0,17	6,25	-0,13	5,75	-0,15
180/22	5,34	-0,08	6,30	-0,08	5,82	-0,08
НІР ₀₅	0,23	—	0,28	—		

Суттєве підвищення рівня врожайності у 2023 р. пов'язано з погодними умовами під час вегетації озимих зернових культур впродовж цього сільськогосподарського року. Так, впродовж 2023 р. не зафіксовано погодних аномалій. Кількість опадів була близькою до норми, що дозволило рослинам пшениці озимої сформувати високу продуктивність. 2024 сільськогосподарський рік був посушливим. Дефіцит опадів фіксували в кожен з місяців року, а найбільший – в період формування і дозрівання зерна.

Зволожені і теплі весняні місяці сприяли весняній вегетації і оптимальному настанню фази цвітіння. Проте, нестача опадів впродовж травня, червня і їх

майже повна відсутність у липні в поєднанні з спекотною погодою перешкоджали формуванню і дозріванню зерна, що негативно впливало на врожайність і призвело до її суттєвого зниження.

Достовірне збільшення врожайності спостерігали у зразка 163/22, у якого цей показник становив 5,66 т/га у 2020 р., 6,69 т/га – у 2021 р., що перевищувало сорт Крижинка на 0,24–0,31 т/га за $HP_{05} = 0,23–0,28$. Зразок 166/22 із врожайністю на рівні 5,94 т/га не істотно перевищував стандарт. Зразки 176/22 (5,84 т/га) та 179/22 (5,75 т/га) істотно не поступалися стандарту. У зразків 161/22 та 170/22 зафіксовано достовірне зниження врожайності відносно сорту Крижинка.

Отже, аналіз показників продуктивності дозволив виділити зразок 163/22, що істотно перевищував стандарт за врожайністю та мав високу масу зерна з колоса і кількістю зерен у ньому. Цей зразок доцільно використовувати в подальшій селекційній практиці для підвищення показників продуктивності пшениці.

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ПІД ЧАС ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

5.1. Аналіз умов і заходів з охорони праці та моделювання виробничих небезпек під час вирощування пшениці озимої

Охорона праці — це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних засобів і заходів, спрямованих на збереження здоров'я та працездатності людини в процесі праці [34]. Умови праці — це сукупність факторів виробничого середовища і трудового процесу, які впливають на здоров'я і працездатність людини в процесі її професіональної діяльності [35].

До виконання механізованих робіт, під час вирощування пшениці, допускаються особи не молодше 18 років, що мають посвідчення на право водіння техніки. Персонал проходить повторний або первинний інструктаж з техніки безпеки, а також медичний огляд [36]. Для передпосівної підготовки ґрунту використовують машини і агрегати, що відповідають загальним вимогам безпеки при виконанні механізованих робіт. Допущені до роботи трактори, комбайни, інші мобільні та стаціонарні машини, механізми та устаткування повинні бути справні, випробувані на холостому ходу. Всі рухомі деталі повинні бути огорожені захисними кожухами.

Аналіз виробничого травматизму в сільському господарстві показує, що одним із найбільш радикальних заходів його зменшення являється, перш за все, удосконалення мобільних сільськогосподарських машин і транспортних засобів, їх безпечна експлуатація [37].

Згідно з наказом по УНУС призначається комісія для перевірки технічного стану всієї техніки. До складу комісії входять: інженер з охорони праці; бригадир; трактористи. Перед початком роботи агроном зобов'язаний оглянути поле, вказати напрямок руху агрегату, відмітити віхами круті схили чи обриви, виділити місце для заправки агрегату, організувати механізовану заправку

агрегатів. При груповій роботі посівних агрегатів – визначити старшого працівника.

Всі працівники забезпечуються спецодягом, відповідно до «Типових галузевих норм безкоштовної видачі спецодягу, спецвзуття і запобіжних пристосувань». Для захисту очей використовують окуляри марки ПО-1, ПО-2, для захисту органів дихання видаються респіратори марки РПГ-67 з патронами «А». На полі обладнується місце для відпочинку, де обов'язково повинен бути закритий бачок з питною водою, умивальник, рушник, мило.

Залежно від характеру праці, при вирощуванні пшениці, на людину можуть впливати різні небезпеки, шкідливі і небезпечні виробничі фактори та ситуації. За умов функціонування систем «людина-машина-середовище» з різних причин виникають небезпечні ситуації. Тому великого значення набуває вміння оцінити характер можливих наслідків з точки зору розробки ефективних заходів щодо запобігання аварійності та травматизму.

Низьким рівнем організації виробництва, а також низьким рівнем професійності працюючих можуть визначатися небезпечні умови (НУ):

НУ1 — несправність комбайна;

НУ2 — низький професійний рівень комбайнера і обслуговуючого персоналу;

НУ3 — низька підготовка комбайнера і обслуговуючого персоналу з охорони праці;

При дії працюючого, яка не відповідає професійній поведінці під час виконання конкретного виробничого завдання, може виникнути небезпечна дія (НД).

Під час проведення даних технологічних процесів можуть виникати небезпечні дії (НД) як з боку спеціалістів, так і з боку самих працюючих:

НД1 — допуск до роботи агрегатів в технічному стані, який не відповідає вимогам заводських інструкцій;

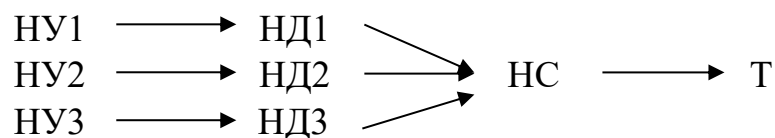
НД2 — комбайнер проводить регулювання агрегатів, маючи низький рівень підготовки;

НДЗ — комбайнер і обслуговуючий персонал виконують технологічний процес допускаючи порушення технологічних вимог, за рахунок чого створюються небезпечні умови і виробничі фактори.

В процесі виконання технологічних операцій при збиранні пшениці озимої може виникнути реальна загроза травмування від небезпечної ситуації. В даному випадку небезпечна ситуація (НС) – це перебування працюючих в зоні обертання робочих органів, регулювання машин в їх робочому стані, можливість доторкання механізатора до гарячого колектора. Можливі наслідки при цьому: комбайнер отримав тілесні ушкодження.

В результаті небезпечної ситуації виникають наслідки, які призводять до травми (Т).

На основі аналізу небезпечних факторів, дій і обставин логічна модель процесу має такий вигляд:



Таким чином, вивчення умов, процесів формування небезпечних ситуацій, їх моделювання та оцінка шляхом розрахунку ймовірності виникнення дозволяє прогнозувати НС, обґрунтовано розробляти ефективні заходи щодо їх попередження.

Для поліпшення умов праці, підвищення рівня безпеки і кращої організації робіт з охорони праці, що сприяють високому рівню проведення робіт і застереженню травмуванню механізаторів та осіб, які обслуговують посівні і збиральні агрегати в ННБВ УНУС, пропоную:

- більш повно та регулярно проводити інструктажі з охорони праці;
- покращити забезпечення працівників та службовців інформативними засобами з охорони праці (література, плакати, стенди та ін.);
- регулярно організовувати перевірку керівництвом виконання норм правил безпеки праці;

-забезпечити контроль за дотриманням правил безпеки праці та пожежної безпеки при проведенні механізованих польових робіт та робіт з пестицидами і мінеральними добривами.

5.2. Охорона навколишнього середовища під час вирощування пшениці озимої

Специфіка вирощування сільськогосподарських культур передбачає застосування мінеральних добрив і засобів захисту рослин від шкідливих організмів, за допомогою яких можна отримувати високі врожаї вирощуваних рослин. В той же час агрохімікати представляють загрозу для навколишнього середовища – певна кількість шкідливих для живих організмів речовин може засвоюватись вирощуваними рослинами і далі по ланцюгах живлення надходити в організм людини; хімікати, потрапляючи у ґрунт, впливають також на ґрунтову біоту, вони можуть вступати в реакції з хімічними речовинами ґрунту та взаємодіяти з ґрунтовим вбирним комплексом і ґрунтовим розчином; вказані взаємодії та реакції не завжди є корисними як для ґрунту, так і для рослин, які людина вирощує для задоволення своїх потреб [38].

Агрохімікати, що вносяться на поля, можуть мігрувати з продуктами ерозії у водойми і викликати їх евтрофікацію. Хімічні засоби захисту рослин від бур'янів, хвороб і шкідників знищують не тільки шкідливі організми, а й корисні. Хоча аграрна наука вишукує альтернативні мінеральним добривам засоби удобрення полів, а також альтернативні заходи захисту рослин від шкідливих організмів, агрохімікати ще надовго залишатимуться дієвим засобом зростання продуктивності землі.

В агропромисловому виробництві працює чималий машинно-тракторний парк, до складу якого входять автомобілі, трактори, комбайни, різні стаціонарні установки тощо. Їх негативний вплив на довкілля полягає у забрудненні нафтопродуктами ґрунту й водних джерел, а вихлопними газами – повітря. Тому, при організації агропромислового виробництва необхідно обов'язково враховувати усі можливі негативні впливи на довкілля та вживати дієвих

заходів щодо їх попередження або зменшення до безпечних величин. Виробництво екологічно безпечної та екологічно чистої продукції харчування є сьогодні чи не найважливішою проблемою у світі [39].

Вважається, що вона може бути вирішена шляхом дотримання комплексу організаційно-господарських і агротехнічних заходів, створення видового різноманіття рослин з врахуванням їх позитивного впливу на розвиток корисних комах і репелентних властивостей, застосування мікробіологічних препаратів, використання відварів і настоїв з диких і культурних рослин тощо. Екологічно безпечна продукція характеризується тим, що вміст різних токсикантів (нітрати, важкі метали, залишки пестицидів, радіонукліди) не перевищує встановлених для них гранично допустимих концентрацій (ГДК). Екологічно чиста продукція містить незначну кількість токсичних речовин, і призначена вона для дитячого та дієтичного харчування. Екологічно безпечна (чиста) продукція визначається також місцем вирощування рослин [40].

Значний ризик для отримання екологічно безпечної продукції, безумовно, створюють агрохімікати, але повна відмова від них з відомих причин не передбачається ні зараз, ні в найближчій перспективі. Основна небезпека від мінеральних добрив полягає в тому, що вони поряд з необхідними для рослин елементами живлення містять різні шкідливі домішки. Наприклад, з внесенням однієї тонни суперфосфату в ґрунт попадає 160 кг фтору, який може негативно впливати на перебіг біологічних і хімічних реакцій у ньому.

Для того, щоб не заносити на поля значну кількість насіння бур'янів, збудників хвороб, шкідників і потім не боротися з ними шляхом застосування пестицидів, потрібно виконувати такі заходи, як очищення тваринницьких стоків і поливної води від насіння бур'янів, застосовувати гарячий спосіб приготування гною, проводити цілеспрямовану боротьбу з бур'янами не тільки безпосередньо на полях, але й на узбіччях доріг, в лісосмугах, пасовищах тощо [41].

ВИСНОВКИ

1. За висотою рослин зразок 170/22 є напівкарликом ($h = 82$ см), а інші досліджувані зразки відносяться до низькорослих форм ($h = 86$ – 101 см).
2. Найдовшим колосом характеризувались зразки 176/22 (9,5 см) та 161/22 (9,4 см).
3. Найвищу щільність колоса зафіксовано у зразків 170/22 – 24,2 шт/10 см та 179/22 – 23,6 шт/10 см.
4. Зразок 166/22 характеризувався найвищим вмістом білка (14,6 %) та клейковини (29,1 %) в зерні.
5. За силою борошна зразки 166/22, 163/20, 176/22 та 179/22 належать до задовільних поліпшувачів. Зразок 161/22 є цінною пшеницею, а зразок 170/22 – добрим філером.
6. За твердістю зерна всі досліджувані зразки пшениці м'якої озимої відносяться до м'якозерного типу, оскільки їх твердість менше за 54 одиниці.
7. Зразок 163/22 характеризувався найвищими показниками продуктивності, зокрема, масою зерна з колоса 1,48 г, кількістю зерен у колосі – 48 шт. та за врожайністю (6,18 т/га) істотно перевищував стандарт.

РЕКОМЕНДАЦІЇ СЕЛЕКЦІЙНІЙ ПРАКТИЦІ

В селекційній практиці рекомендуємо використовувати:

1. Зразок 166/22 донором генів високих показників якості зерна та технологічних властивостей;
2. Зразок 163/22, що характеризується високою продуктивністю.

Список використаних джерел:

1. Галенко О. І. Розвиток світового ринку зерна: проблеми і тенденції. *Агросвіт*. 2017. № 10. С. 24–29.
2. Vrtílek P., Smutný V., Dryšlová T. et al. The effect of agronomic measures on grain yield of winter wheat in drier conditions. *Plant, Soil and Environment*. 2019. Vol. 65, No. 2. P. 63–70. DOI: <https://doi.org/10.17221/472/2018-PSE>.
3. Рослинництво України 2019. Статистичний збірник / за ред. О. Прокопенка. Київ : Державна служба статистики України, 2020. 183 с.
4. Sozinov A. A., Popereya F. A. Genetic classification of prolamines and its use for plant breeding. *Annales de Technologie Agricole*. 1980. Vol. 29, No. 2. P. 229–245.
5. 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. DOI:[https://doi.org/10.21498/2518-1017.4\(25\).2014.55882](https://doi.org/10.21498/2518-1017.4(25).2014.55882).
6. Babiker W. A, Abdelmula A. A., Eldessougi H. I., Gasim S. E. The effect of location, sowing date and genotype on seed quality traits in bread wheat (*Triticum aestivum*). *Asian Journal of Plant Science and Research*. 2017. Vol. 7, Iss. 3. P. 24–28.
7. Senapati N., Brown H. E., Semenov M. A. Raising genetic yield potential in high productive countries: Designing wheat ideotypes under climate change. *Agricultural and Forest Meteorology*. 2019. No. 271. P. 33–45. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2019.02.025>.
8. Ващенко В. В., Назаренко М. М. Аналіз продуктивності пшениці м'якої озимої в умовах Північного Степу України. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2014. № 4(25). С. 68–72. DOI: [https://doi.org/10.21498/2518-1017.4\(25\).2014.55977](https://doi.org/10.21498/2518-1017.4(25).2014.55977).
9. Sourour A., Afef O., Salah B. et al. Correlation between agronomical and quality traits in durum wheat (*Triticum durum* Desf.) germplasm in semi arid

environment. *Advances in Plants and Agriculture Research*. 2018. Vol. 8, Iss. 6. P. 612–615.

10. Орлюк А. П., Гончарова К. В. Адаптивний і продуктивний потенціали пшениці. Херсон : [б. в.], 2002. 272 с.

11. Carson G. R., Edwards N. M. Criteria of wheat and flour quality. *Wheat Chemistry and Technology*. Minnesota : AACCC International, 2009. P. 97–118.

12. Кириленко В. В., Гуменюк О. В. Успадкування підвищеного вмісту білка гібридами першого покоління пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.). *Селекція і насінництво*. 2014. Вип. 106. С. 103–110. DOI: <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2014.42135>.

13. Демидов О. А., Хоменко С. О., Федоренко І. В., Федоренко М. В. Оцінка вихідного матеріалу пшениці м'якої ярої за показниками якості зерна в умовах Лісостепу. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 1. С. 34–37. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201701-06>.

14. Farhat W. Z. E. Assessment of genetic parameters for early maturing and grain yield in some bread wheat crosses under optimum and late sowing dates. *Egyptian Journal of Applied Science*. 2020. Vol. 35, Is. 11. P. 144–162.

15. Poblaciones M. J., Lopez-Bellido L., Rafael J. Field estimation of technological bread-making quality in wheat. *Field Crops Research*. 2009. Vol. 112, No. 2/3. P. 253–259. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2009.03.011>.

16. Олійник К. М., Блажевич Л. Ю., Давидюк Г. В. Вплив адаптивних технологій вирощування на показники якості зерна пшениці озимої. *Корми і кормовиробництво*. 2018. Вип. 86. С. 141–146.

17. Saleem B., Khan A. S., Shahzad M. T., Ijaz F. Estimation of heritability and genetic advance for various metric traits in seven F₂ populations of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Agricultural Sciences*. 2016. Vol. 61, No. 1. P. 1–9. DOI: <https://doi.org/10.2298/JAS1601001S>.

18. Garg M., Mikiko Y., Hiroyuki T., Hisashi T. Introgression of useful genes from *Thinopyrum intermedium* to wheat for improvement of breadmaking quality.

Plant Breeding. 2014. Vol. 3, No. 133 P. 327–334. DOI: <https://doi.org/10.1111/pbr.12167>.

19. Budhlakoti N., Kushwaha A. K., Rai A. et al. Genomic selection: a tool for accelerating the efficiency of molecular breeding for development of climate-resilient crops. *Frontiers in Genetics*. 2022. Vol. 13:832153. DOI: <https://doi.org/10.3389/fgene.2022.832153>.

20. Moskalets V. V., Vovkohon A. H., Kliuchevych M. M. et al. Biochemical and molecular-genetic markers of adaptability and quality of genotypes in cultural and wild cereal plants. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. Vol. 9, Iss. 4. P. 695–703.

21. Juhasz A., Bekes F., Wrigley C. Wheat proteins. *Applied Food Protein Chemistry* / ed. Z. Ustunol. United Kingdom: Wiley Online Library, 2015. P. 219–305. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781118860588.ch11>.

22. Рибалка О. І., Моргун В. В., Починок В. М. Генетичні основи селекції сортів пшениці за спеціалізацією їх технологічного використання. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2012. Т. 44, № 2. С. 95–124.

23. Радченко О. М. Поліморфізм сортів м'якої пшениці за локусами низькомолекулярних глютенінів. *Физиология растений и генетика*. 2018. Т. 50, № 1. С. 66–76. DOI: <https://doi.org/10.15407/frg2018.01.066>.

24. Лялько І. І., Дубровна О. В., Моргун Б. В. Аналіз мейозу в сортів пшениці озимої м'якої – носіїв пшенично-житніх транслокацій 1BL.1RS та 1AL.1RS. *Вісник Українського товариства генетиків і селекціонерів*. 2018. Т. 16, № 2. С. 174–182.

25. Pan W. L., Kidwell K. K., McCracken V. A. et al. Economically optimal wheat yield, protein and nitrogen use component responses to varying N supply and genotype. *Frontiers in Plant Science*. 2020. Vol. 10: 1790. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01790>.

26. Avni R., Zhao R., Pearce S. et al. Functional characterization of *GPC-1* genes in hexaploid wheat. *Planta*. 2014. Vol. 239. P. 313–324.

27. Distelfeld A., Cakmak I., Peleg Z. et al. Multiple QTL-effects of wheat *Gpc-B1* locus on grain protein and micronutrient concentrations. *Physiologia*

Plantarum. 2007. Vol. 129, Iss. 3. P. 635–643. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.2006.00841.x>

28. Abugaliyeva A., Morgounov A. Genetic potential of winter wheat grain quality in Central Asia. *International Journal of Environmental & Science Education*. 2016. Vol. 11, No. 11. P. 4869–4884.

29. Правдзіва І. В., Василенко Н. В., Вологдіна Г. Б. та ін. Фактори впливу на якість зерна та борошна нових сортів пшениці м'якої озимої. 2. Показники якості борошна. *Миронівський вісник*. 2016. Вип. 3. С. 191–202. DOI:<https://doi.org/10.21498/2518-7910.0.2016.119569>.

30. Li T., Deng G., Tang Ya. et al. Identification and validation of a novel locus controlling spikelet number in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Frontiers in Plant Science*. 2021. Vol. 12: 611106. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.611106>.

31. Орлюк А. П., Гончар О. М., Усик Л. О. Генетичні маркери пшениці. К: Алефа, 2006. 144 с.

32. Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових культур на придатність до поширення в Україні. Київ : Український інститут експертизи сортів рослин, 2016. 81 с.

33. Господаренко Г. М., Єщенко В. О., Полторецький С. П. та ін.. Методичні рекомендації до написання і оформлення кваліфікаційної роботи студентами ОР «Магістр» за спеціальністю 201 «Агрономія». Умань, 2020. 21 с.

34. Лехман С.Д., Рубльов В. І., Рябцев В. Т. Запобігання аваріям і травматизму в с.-г. виробництві. К.: Урожай. 1993. С. 270.

35. Гандзюк М. П., Желібо Є. П., Халімовський М. О. Основи охорони праці: підручник для студентів вищих навчальних закладів. К.: Каравела, 2003. 408 с.

36. Жидецький, К. В. Джигерей, О. В. Мельников Основи охорони праці: підручник. Львів: Афіша, 2000р. 350 с.

37. Бутко Д. А., Луценков В. Л., Воїнов М. Т., Мазілін С. Д. Організація охорони праці в сільському господарстві навчальний посібник. Сімферополь: Бізнес–Інформ, 1998, 324 с.

38. Дегодюк Е. Г., Сайко В. Ф., Корнійчук М. С. Вирощування екологічно чистої продукції рослинництва: підручник. К.: Урожай, 1992. 320 с.
39. Шикула М. К., Гнатенко О. Ф., Петренко Л. Р., Капштик М. В. Охорона ґрунтів: навчальний посібник. К.: Т-во «Знання», 2001. 398 с.
40. Городній М. М., Шикула М. К., Гудков І. М. Агроекологія: підручник. К.: Вища шк., 1993. 416 с.
41. Кисельов Н. Екологія — «маркер» епохи. *Вісник НАН України*. 1999. №12. С. 24–33.

ДОДАТКИ

ЗМІСТ

<i>І. ДІОРДІЄВА</i> <i>Б. БОНДАРЕНКО</i> <i>А. СОНДОВЕНКО</i>	УРОЖАЙНІСТЬ ЗРАЗКІВ ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТИ ОЗИМОЇ СЕЛЕКЦІЇ УМАНСЬКОГО НУС.....	5
<i>Г. ГОСПОДАРЕНКО</i> <i>В. СТОЦЬКИЙ</i> <i>А. КУЛЕША</i>	УРОЖАЙНІСТЬ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД ВИДІВ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ І ЇХ ПОСІДНАНЬ У ПОЛЬОВІЙ СІВОМІНІ.....	7
<i>Б. БОРОВИК</i> <i>В. КИРИЛЮК</i> <i>С. ОЛІЙНИК</i>	РЕПАРАЦІЇ ВІД КРАЇНИ-АГРЕСОРА, ЯК ДЖЕРЕЛО ФІНАНСУВАННЯ ВІДНОВЛЕННЯ ЗЕМЕЛЬНИХ РЕСУРСІВ У ПОВОСННИЙ ПЕРІОД.....	9
<i>О. ПАЛІНЧАК</i> <i>В. ЗАВЕРТАЛЮК</i>	ВИЗНАЧЕННЯ ЦІННИХ ЗРАЗКІВ ГЕНОФОНДУ КАВУНА.....	11
<i>Ж. Новак</i> <i>О. Ненька</i>	ВАРІАЦІЯ ВИСОТИ РОСЛИН СОРТОЗРАЗКІВ ПШЕНИЦІ ТВЕРДОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ГЕНОТИПУ ТА РОКУ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	13
<i>A. LOZINSKA</i>	INFLUENCE OF ELEMENTS OF АГРОТЕХНОЛОГІЇ IS ON THE PRODUCTIVITY CURRANTS BLACK....	15
<i>А. Мартинюк</i>	БАЛАНС АЗОТУ В ҐРУНТІ ПІД БУРЯКОМ ЦУКРОВИМ ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ У ПОЛЬОВІЙ СІВОЗМІНІ.....	17
<i>О. МАКАРЕНКО</i>	ЕФЕКТИВНІСТЬ ГЕРБИЦИДУ ЗРІЗНИМИ ДОЗАМИ ЗАСТОСУВАННЯ ДЛЯ ДОСХОДОВОЇ БОРОТЬБИ З БУР'ЯНАМИ В ПОСІВАХ КУКУРУДЗИ.....	19
<i>Н. СИМОНЕНКО</i> <i>В. СКОРИК</i>	ОЗИМІ ЗЕРНОВІ – ВЕГЕТАЦІЯ ВІДНОВЛЮЄТЬСЯ..	20
<i>С. Усик</i>	ЗАПАСИ ДОСТУПНОЇ ВОЛОГИ ПІД ПОСІВАМИ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ В КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІНАХ.....	22

УРОЖАЙНІСТЬ ЗРАЗКІВ ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТИ ОЗИМОЇ СЕЛЕКЦІЇ УМАНСЬКОГО НУС

Ірина ДЮРДІСВА, кандидат сільськогосподарських наук

Богдан БОНДАРЕНКО, здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти

Артем СОНДОВЕНКО, здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти

Уманський національний університет садівництва

Пшениця спельта (*Triticum spelta* L.) є древнім, майже зниклим видом пшениці з геномним складом аналогічним пшениці м'якій (ВА^сD) ігексаплоїдним ($2n=6x=42$) набором хромосом. Вона характеризується високим вмістом білка (до 25 %) та клейковини (біля 50 %), містить практично всі поживні речовини, які потрібні людині, в гармонійному і збалансованому складі [1, 2]. До її складу входить низка незамінних амінокислот, які не можуть бути отримані з їжею тваринного походження. Однак, спельта характеризується нижчою врожайністю порівняно з пшеницею м'якою. Крім того, зерно спельти погано вимолочується з колоса, що супроводжується ще більшим зниженням врожайності [3].

Підвищення продуктивності пшениці спельти до рівня пшениці м'якої при збереженні показників вмісту білка та клейковини високої якості сприятиме більш широкому впровадженню спельти у сільськогосподарське виробництво і дозволить потіснити традиційну хлібну культуру пшеницю м'яку. Успіх у вирішенні цієї проблеми головним чином залежить від ефективності генетичного поліпшення сортів, яке неможливе без наявності донорів селекційних ознак [4]. Такими донорами можуть бути зразки пшениці спельта, що створено на кафедрі генетики, селекції рослин та біотехнології Уманського НУС за міжвидової гібридизації з пшеницею м'якою [5].

Метою досліджень було визначити врожайність зразків пшениці спельта озимої в умовах Уманського НУС для їх диференціації за рівнем продуктивності та виділення перспективних генотипів.

Дослідження проводились у 2021–2023 рр. на дослідному полі Уманського національного університету садівництва. Об'єктом досліджень були 10 кращих зразків з високим проявом господарсько-цінних ознак. Аналіз продуктивності відібраних зразків проводили за розміщення ділянок систематичним методом у чотириразовій повторності. Стандартом виступав сорт пшениці спельта озимої Зоря України. Усі обліки і спостереження проводили за «Методикою проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні» [6]. Статистичний аналіз одержаних результатів досліджень проводили за методикою В. О. Єщенка зі співавторами [7].

В результаті проведених досліджень встановлено, що врожайність сорту Зоря України в середньому за період досліджень становила 4,78 т/га. У досліджуваних зразків спельта вона коливалася від 4,25 до 5,62 т/га. Найвищу врожайність мав зразок 1817 (5,62 т/га), що достовірно перевищував стандарт за врожайністю. Істотне збільшення врожайності відносно стандарту в кожен з

років досліджень зафіксовано у зразків 1786 (5,51 т/га) та 1725 (5,18 т/га). Зразки 86 (5,01), 155 (5,05) і 124 (4,98 т/га) перевищували стандарт за врожайністю на 0,20–0,23 т/га, проте різниця не була істотною.

Отже, в результаті проведених досліджень виділено зразки пшениці спельта озимої 1817, 1786 і 1725, які істотно перевищували стандарт за врожайністю. Їх доцільно залучати в селекційні схеми покращення пшениці спельта за показниками продуктивності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Dvorak J., Deal K. R., Luo M. C., You F. M., vonBorstel K., Dehghani H. The origin of spelt and free-threshing hexaploid wheat. *Journal of Heredity*. 2012. № 103. P. 426–441.
2. Власенко В. А., Корчмарський В. С., Колючий В. Т. та ін. Селекційна еволюція миронівських пшениць: монографія. Миронівка, 2012. 330 с.
3. Diordiieva I. P., Riabovol L. O., Riabovol Ya. S., Serzhuk O. P., Nakloka I. I., Nakloka O. P., Karychkovska S. P. Breeding and genetic improvement of soft winter wheat with the use of spelt wheat. *Agronomy research*. 2022. Vol. 20. Iss. 1. P. 91–102. <https://doi.org/10.15159/ar.22.016>.
4. Полянецька І. О. Селекційно-генетичне покращення *Triticum spelta* L. та використання її в селекції *Triticum aestivum* L.: автореф. дис. к. с.-г. н. К. 2012. 20 с.
5. Diordiieva I., Riabovol L., Riabovolla., Serzhuk O., Novak A., Kotsiuba S. The characteristic of wheat collection created by *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L. hybridization. *Agronomy research*. 2018. Vol. 16. № 4. P. 2005–2015.
6. Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні. Український інститут експертизи сортів рослин; ред. Ткачик С. О.; укл. Лівандовський А. А., Хоменко Т. М. та ін. Вінниця, 2016. 82 с.
7. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Костоґриз П. В., Опришко В. П. Основи наукових досліджень в агрономії: підручник. За ред. В. О. Єщенка. Вінниця: ТД «Едельвейс і К», 2014. 332 с.

Додаток Б

ОДНОФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ

Опыт урожайність 2024

Единица измерения данных т/га

Вариантов 8, Повторностей 4

Исходные данные

Вариант	Среднее		Повторности		
1	5.42	5.67	5.43	5.72	4.86
2	5.21	5.57	4.91	4.60	5.25
3	5.66	5.27	5.36	5.14	4.88
4	5.45	4.91	5.33	5.00	5.62
5	4.98	5.66	5.12	5.32	5.12
6	5.36	5.28	5.93	5.32	5.54
7	5.25	4.82	5.32	5.78	5.12
8	5.34	5.28	5.93	5.32	5.54

Средняя по опыту - 5.22 т/га

Таблица дисперсий

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F
Общая	3.91	31		
Повторений	0.88	3		
Вариантов	3.01	7	0.43	803.67
Остатка	0.01	21	0.00	

Ошибка средней = 0.01 Ошибка разности средних = 0.02

НСР = 0.23 j или 0.87%

Сила влияния фактора = 0.77

Точность опыта = 1.30% Вариация данных = 9.06%

09-18-2024

ДОДАТОК В

ОДНОФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ

Опыт урожайности 2023

Единица измерения данных т/га

Вариантов 8, Повторностей 4

Исходные данные

Вариант	Среднее			Повторности	
1	6.38	5.93	6.34	6.00	6.86
2	6.25	6.10	5.87	5.93	6.41
3	6.69	6.31	7.12	6.48	6.80
4	6.42	6.44	6.64	6.77	5.98
5	5.85	5.73	6.00	5.89	5.51
6	6.32	6.34	6.07	6.80	6.26
7	6.25	6.38	6.77	6.37	5.89
8	6.23	6.38	6.77	6.37	5.89

Средняя по опыту - 6.51 т/га
Таблица дисперсий

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F
Общая	2.43	31		
Повторений	0.85	3		
Вариантов	1.38	7	0.20	21.33
Остатка	0.19	21	0.01	

Ошибка средней = 0.05 Ошибка разности средних = 0.07

НСР = 0.28 о или 4.41%

Сила влияния фактора = 0.57

Точность опыта = 1.50% Вариация данных = 8.72%

09-18-2023