МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

Факультет агрономії
Кафедра генетики, селекції рослин та біотехнології

**Допущено до захисту**
«____» _____ 2023 р.
Зав. кафедри, д. с.-г. н., професор
_____ Людмила РЯБОВОЛ

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**
**ступеня вищої освіти магістр**

# АНАЛІЗ ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ СТВОРЕНОГО ЗА ГІБРИДИЗАЦІЇ ВИДІВ *TRITICUM SPELTA* L. × *TRITICUM TURGIDUM* SUBSP. *DICOCCUM* (SCHRANK EX SCHÜBL.) THELL. В УМОВАХ УМАНСЬКОГО НУС

**Виконав**: студент ІІ курсу, групи 23-м-а
спеціальності 201 «Агрономія»
КІЯНІЧЕНКО Ігор Володимирович

**Керівник**: доцент ДІОРДІЄВА Ірина

Умань – 2023

ЗМІСТ


| | | |
|---|---|---|
| | ВСТУП | 3 |
| РОЗДІЛ 1. | ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ДИКИХ СПОРІДНЕНИХ ВИДІВ І СИНТЕТИЧНИХ ГЕКСАПЛОЇДІВ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ПШЕНИЦІ (огляд літератури) | 4 |
| РОЗДІЛ 2. | ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ | 11 |
| РОЗДІЛ 3. | УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ | 12 |
| 3.1. | Характеристика ґрунту | 12 |
| 3.2. | Кліматичні та погодні умови | 13 |
| 3.3. | Схема досліду та розміщення варіантів | 14 |
| 3.4. | Агротехнологія вирощування пшениці в досліді | 15 |
| 3.5. | Програма досліджень і методика їх проведення | 16 |
| РОЗДІЛ 4. | РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ | 17 |
| 4.1. | Трансгресивна мінливість у гібридів *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schrank ex Schübl.) Thell | 18 |
| 4.2. | Характеристика за показниками продуктивності гібридів *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schrank ex Schübl.) Thell | 20 |
| 4.3 | Характеристика за показниками якості гібридів *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schrank ex Schübl.) Thell | 23 |
| РОЗДІЛ 5 | ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ПІД ЧАС ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ | 28 |
| 5.1. | Аналіз умов і заходів з охорони праці та моделювання виробничих небезпек під час вирощування пшениці озимої | 28 |
| 5.2. | Охорона навколишнього середовища під час вирощування пшениці озимої | 31 |
| | ВИСНОВКИ | 34 |
| | ПРОПОЗИЦІЇ СЕЛЕКЦІЙНІЙ ПРАКТИЦІ | 35 |
| | СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ | 36 |
| | ДОДАТКИ | 40 |

# ВСТУП

**Актуальність теми.** Наразі селекцією пшениці спельта та аналізом рівня прояву цінних ознак у новостворених форм в Україні займаються провідні наукові установи. Однак, кількість сортів спельти, дозволених до вирощування обмежується двома сортами вітчизняної селекції та одним – закордонної. Крім того малодослідженими залишаються питання залучення споріднених видів до системи гібридизації та створення вихідного матеріалу пшениці спельта, а також закономірності формоутворення за міжвидової гібридизації. Тому, створення та порівняльний аналіз нових зразків пшениці спельта за використання споріднених видів донорами цінних ознак а також встановлення закономірностей формоутворення є актуальним завданням селекції культури.

**Наукова новизна.** В умовах Правобережного Лісостепу України вперше проведено гібридизацію видів *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schrank ex Schübl.) Thell. та проаналізовано трансгресивну мінливість продуктивність та якість зерна у створених нащадків.

**Практичне значення одержаних результатів.** У результаті проведених досліджень проаналізовано особливості трансгресивної мінливості у гібридів *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schrank ex Schübl.) Thell. Виділено зразок 237 та 240, що характеризується високим вмістом клейковини а зерні та врожайністю.

**Апробація результатів магістерської роботи**. Результати досліджень обговорювались на засіданнях студентського наукового гуртка кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології, а також на Всеукраїнській студентській науковій конференції приуроченій 100-річчю від дня народження українського вченого в галузі агрономії, професора Івана Маркіяновича Карасюка, де опубліковано тези доповідей (додаток А).

# РОЗДІЛ 1. ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ДИКИХ СПОРІДНЕНИХ ВИДІВ І СИНТЕТИЧНИХ ГЕКСАПЛОЇДІВ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ПШЕНИЦІ (огляд літератури)

Гексаплоїдна м'яка пшениця (*T. aestivum* L., 2n = 6x = 42, AABBDD) є провідним у світі харчовим продуктом і стане ще більш значущим, оскільки населення світу збільшується.

Пшениця м'яка виникла у результаті спонтанної гібридизації [1, 2]. За загальноприйнятим на даний час уявленням, тетраплоїдна пшениця (2n = 4x = 28, AABB) схрестилася з диплоїдним диким видом *Ae. tauschii* Coss. (2n = 2x = 14, DD), після чого відбулося спонтанне подвоєння набору хромосом [2]. Еволюція поліплоїдної пшениці характеризується тим, що одомашнення, природна гібридизація, аллополіплоїдне видоутворення обумовили формування її різноманіття [3]. До цих чинників слід додати спонтанний мутаційний процес за поширення на великій території.

Після поліплоїдизації як генетичні, так і епігенетичні механізми могли відігравати важливу роль у зміні експресії генів [4]. Проте загально визнано, що лише обмежена кількість особин родоначальника взяли участь у походженні та еволюції пшениці м'якої. Отже, генетичне різноманіття пшениці м'якої вужче порівняно з її двома видами – донорами. Через це більшість генетичних варіацій, що мають місце у генофондах тетраплоїдної пшениці та *Ae. tauschii*, не представлені у загальнодоступній зародковій плазмі гексаплоїдної пшениці.

Проте генетичні ресурси тетраплоїдної пшениці та *Ae. tauschii* широко використані як джерела генів для розширення генетичного різноманіття і генетичного покращення пшениці м'якої.

Для підвищення ефективності передачі цінних генів від двох предків до звичайної пшениці вчені повторюють шлях природного походження гексаплоїдної пшениці через створення синтетичної гексаплоїдної пшениці

(СГП) від схрещування між різними формами тетраплоїдної пшениці та *Ae. tauschii* [5].

Уперше цілеспрямовано амфідиплоїд з гібриду між тетраплоїдною пшеницею *T. dicoccoides* (Koern. ex Aschers. et Graebn.) Schweinf. *var. spontaneovillosum* та *Ae. squarrosa* L. (syn. *Ae. tauschii* Coss.) створив E. R. Sears [6]. У 1940-х рр. H. Kihara в Японії [7] і E. S. McFadden, E. R. Sears. у США [8] незалежно один від одного схрестили між собою різні носії A-, B- і D- геномів для того щоб виявити і охарактеризувати первинних родоначальників твердої та м'якої пшениць.

Дослідженнями впродовж наступних 60 років була встановлена роль різних батьківських компонентів у походженні пшениці. Після цього не було досягнуто суттєвого успіху у розширенні генетичного різноманіття пшениці з використанням цих знань про походження – до 1980-х років, коли з'явилися перші статті, у яких було вказано на перспективність «синтетичних» пшениць» [5]. Коли було проведено нові схрещування з використанням тетраплоїдів та *Ae. tauschii*, генетична різноманітність хлібної пшениці збільшилась приблизно на 50 %, якщо припустити, що не було більше двох первинних подій "гексаплоїдизації". Нинішнє завдання – максимально використовувати це нове різноманіття у створенні сортів для фермерів і споживачів.

Приблизно у 1985–1990 рр. T. S. Cox і A. Mujeeb-Kazi вдались до виявлення та використання генетичної мінливості дикорослих пшениць таким шляхом, який виявився актуальним для сучасних селекційних програм. T.S. Cox працював з озимою пшеницею в Державному університеті штату Канзас, США, а A. Mujeeb Kazi базувався в Міжнародному центрі покращення кукурудзи та пшениці (CIMMYT) в Мексиці, зосередивши увагу на пшениці з ярим типом розвитку. Обидві програми скоро виявили потенціал цих нових схрещувань [9]. У програмі широкомасштабних віддалених схрещувань CIMMYT більшість синтетичних пшениць було створено з використанням

сучасної твердої пшениці (*T. durum*) як донора геномів A та B, але кілька десятків комбінацій включали також *T. dicoccoides* та *T. dicoccum*.

Ефективність використання для інтрогресії у геном пшениці м'якої генів від *Ae. tauschii* саме схрещувань з СГП (синтетична гексаплоїдна пшениця) порівняно з прямим схрещуванням обох видів переконливо доведена [10]. Більш ніж 1000 ліній СГП було створено від схрещування за участі більш ніж 600 зразків *Ae. tauschii*, що зберігаються у генбанку CIMMYT [6, 10].

Серед перших селекціонерів і генетиків, які почали використовувати це нове різноманіття у Канзаському державному університеті, були Ролі Сірс, Джина Браун Гуедйра та Аллан Фріц. У CIMMYT з 1990 року Санджа Раджарам та Маартен ван Гінкель були серед перших, хто ввели первинні синтетики в активну програму селекції м'якої пшениці. Це було мотивовано високими рівнями стійкості до індійської сажки (Neovossia indica або Tilletia indica) синтетичних гексаплоїдів [10]. У той же час роботи зі створення та використання синтетиків ініціювали в Австралії E. S. Lagudah et al. [11], а потім R. F. Eastwood et al. [12] під керівництвом д-ра Джеральда Холлорана з Мельбурнського університету.

J. A. Able, Langridge P. [13] зазначають, що багато сучасних культур, включаючи пшеницю, було піддано окультуренню та тиску добору, тому вони мають вузьку генетичну різноманітність у порівнянні з їх дикими родичами. Це обумовило зниження толерантності сільськогосподарських культур до екологічних стресів.

Одним із шляхів підвищення продуктивності та стабільності врожаю є покращення генетичного фону культур для підвищення толерантності до абіотичних стресів [14]. Міжнародна програма з селекції пшениці в CIMMYT все більше включає в себе зародкову плазму дикої пшениці та її аллельне розмаїття у формі синтетичних гексаплоїдів. CIMMYT оцінює неадаптовані генетичні ресурси, такі як ландраси або дикі види, для пошуку ознак адаптованості до стресів. CIMMYT також використовує інструменти

скринінгу з високою пропускною спроможністю, такі як інфрачервона термометрія, для виявлення нових генів, характеристики батьківських компонентів для використання в схрещуваннях і добору у ранніх поколіннях.

Використання генетичної основи синтетичних пшениць пов’язано з подоланням низки проблем. У досить великої частки синтетиків спостерігається надзвичайна жорсткість колоскових лусок, що дуже утруднює вимолот зернівок, і послаблене з’єднання члеників колосового стрижню, що веде до розламування колосів у полі та втрати урожаю при достиганні.

Успадкування цих ознак не до кінця зрозуміло. Проте на практиці стало можливим відновити здатність до обмолоту синтетичних похідних шляхом їх схрещування з м’якими пшеницями, вирощуючи відносно великі популяції $F_2$ і добираючи "нормальні" колоси у $F_3$. Тому це питання легко вирішити. Гібридне потомство від схрещувань синтетиків та м’якої пшениці може загинути через гібридний некроз на ранній стадії. В. А. Пухальський та ін. [15] підсумовує розповсюдження аллелей гібридного некрозу Ne1 / ne1 та Ne2 / ne2.

Коли аллелі в обох окремих локусах присутні в гетерозиготному стані (як у $F_1$ від схрещувань, що включають комплементарних батьків), пагони загинуть ще на стадії одного або двох листків. Частоти цих алелей відрізняються у м‘яких та твердих пшениць, і в результаті їх схрещування (поряд з проблемами, пов'язаними з розбіжностями розмірів геномів) потомство $F_1$ часто проявляє гібридний некроз. Оскільки синтетики походять від схрещувань з твердими пшеницями (або їхніми предками), схрещування між синтетиками та сучасними м‘якими пшеницями (обидва гексаплоїди) призводять до гібридного некрозу в середньому в 1–50 % випадків. Їх наслідки можуть істотно відрізнятися.

Наприклад, Dreccer A. F. Зі співаторами [16] схрестили 163 синтетики CIMMYT як чоловічих партнерів з сортом пшениці Goldmark. З них більше 90 % показали сильний некроз, що свідчить про те, що понад 140 синтетичних гексаплоїдів та / або їх тетраплоїдних батьків несуть ген некрозу комплементарний до гену сорту Goldmark. Якщо не відома точна конституція

аллелів обох передбачуваних батьків, лише дослід покаже, які комбінації не призведуть до гібридного некрозу. Рішенням є випробування різних гібридних комбінацій сортів та синтетиків.

Самі синтетики з агрономічної точки зору часто поступались за продуктивністю сортам м‘якої пшениці. Невелика частка має високу біомасу, і це збільшення, як видається, може передаватися в схрещуваннях зі звичайною пшеницею. Але в інших випадках кращі потомки можуть бути отримані з схрещувань із, здавалося б, посередніми синтетиками. S. D. Tanksley et al. [17] показали, що дикі форми, які проявляють складні ознаки на рівнях, які в цілому не відповідають сучасним селекційним стандартам, можуть містити гени, які після інтрогресії в поєднанні з іншими можуть покращувати сучасну зародкову плазму. Дуже ймовірно, що таке явище працює в схрещуваннях за участі синтетичних пшениць з сучасними сортами м’якої пшениці. Це обумовлює доцільність посилення роботи з синтетиками, можливо, спочатку з тими, які вже призвели до одержання видатних потомств в інших програмах.

Проблеми, пов’язані з якістю кінцевого продукту, також дали деяким селекціонерам можливість вивчити потенціал синтетичних пшениць. Коли *Ae. tauschii* вивчався вперше, його генетичний потенціал для поліпшення якості чи навіть негативний вплив його через інтрогресію небажаних генів був неясним. Однак, крім питання про те, чи може нове генетичне різноманіття за хлібопекарськими якостями бути інтрогресовано з *Ae. tauschii* через синтетики, основною проблемою для селекціонерів залишається те, чи можна видобути будь-які похідні синтетиків, які мають хоча б прийнятну якість хліба. Протягом останніх років у CIMMYT стало цілком зрозуміло, що дійсно такі похідні синтетиків з високими хлібопекарськими якостями можуть бути виведені шляхом схрещування з сортами або лініями м’якої пшениці, що мають хорошу якість.

Профілі високомолекулярних (HMW) та низькомолекулярних (LMW) глютенинів батьківських компонентів використовуються для визначення

перспективних гібридних комбінацій, а також для виявлення найкращих за якістю ліній в їх потомстві. J. C. Nelson et al. [18] повідомили, що деякі лінії з гібридної популяції синтетика (W7985) × Opata ITMI показали якісні показники, які перевершили такі показники батьківських ліній. Незважаючи на ці спостереження селекціонерів в CIMMYT та в інших установах, деякі селекціонери залишаються скептичними щодо використання синтетиків для подолання обмежень, пов'язаних з низькою якістю, оскільки вони бояться поставити під загрозу якість кінцевої продукції пшениці.

Синтетичні гексаплоїдні лінії пшениці показали виняткову стійкість добхвороб і шкідників, толерантність до екологічних стресів, добрий прояв кількісних ознак. Проте лінії СГП також мають негативні властивості, такі як пізньостиглість, порівняна високорослість і важкий вимолот зерна, успадкований від Ae. tauschii. Тому створення нових комерційних генотипів з використанням ліній СГП пов'язано з певними складнощами. Для подолання несприятливих ознак СГП-ліній у провінції Січуань, Китай, розроблено спеціальну процедуру, яка включає п'ять аспектів. Це: (1) скринінг та ідентифікація СГП-ліній за цільовими (селекційно цінними) ознаками, такими як висока стійкість до жовтої іржі, високоякісні компоненти високомолекулярних глютенінів (HMW-GS) та стійкість до проростання зерна на корені; (2) відбір Січуаньських сортів з раннім достиганням і карликових або напівкарликових для використання як батьківські форми; (3) використання ліній СГП з цільовими ознаками для прямого та зворотного схрещувань з відібраними батьками; (4) посів популяцій BC1F2 на інфекційному фоні іржі для виділення високорезистентних рослин після інокуляції відповідними расами; (5) використання відібраних стійких особин як компонентів базової популяції для створення покращених ліній [20–22].

За останні 20 років вчені CIMMYT створили 1014 синтетичних пшениця ярого типу розвитку та близько 200 озимих синтетиків. Між цими синтетиками та сучасними лініями проведено тисячі схрещувань, в результаті чого з'явилися

численні похідні синтетиків. За оцінками, більш ніж третина всіх нових покращених ліній м'якої пшениці, створених за програмою селекції CIMMYT для умов зрошення та низького рівня опадів у всьому світі, є похідними синтетиків пшениці [23–26].

Включення СГП до селекційних програм дозволило створити понад 60 високоурожайних і високо адаптованих до різних умов сортів пшениці у різних країнах чотирьох континентів: Китаї, Індії, Пакистані, Афганістані, Таджикистані, Туркменістані, Сирії, Ефіопії, Кенії, Мексиці, Уругваї, Аргентині [27, 28]. Доведено селекційну цінність СГП в умовах Росії – Західному Сибіру [29], Нечорноземній зоні [30].

В Уманському НУС розгорнуто селекційну програму спрямовану на використання генетичного різноманіття споріднених видів і родів пшениці м'якої та створення нових синтетичних ліній пшениці з низкою переваг порівняно з вихідними формами. З цією метою до системи гібридизації залучаються різні види, зокрема, пшениця тургідна (*Triticum Turgidum* L.). Це дало змогу створити та виділити цінні синтетичні популяції пшениці, що потребують подальшого аналізу за рівнем прояву господарсько-цінних показників. Саме ці аналізи покладено в основу кваліфікаційної роботи, що і обумовлює їх актуальність.

# РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ

Пшениця спельта озима сорт Зоря України створено за багаторазового індивідуального добору із дикорастучої гібридної популяції спельти із Передгірських районів Карпат. Заявники і власники прав на поширення сорту – Уманський національний університет садівництва та Всеукраїнський науковий інститут селекції. Дозволений до вирощування в Україні з 2012 р. для всіх географічних зон.

Сорт високобілковий, придатний для органічного землеробства екстенсивного типу. Показує високу урожайність за застосування інтенсивної технології вирощування. Напрям використання – дієтичне харчування. Середня врожайність у Державному сортовипробуванні – 5,5 т/га. Вміст білка – 23,0–24,0 %, клейковини – 48–53 %. Вирізняється низьким вмістом глютену в зерні. Норма висіву 5,5 млн. шт./га. Маса 1000 зерен – 43,5–45,0 г. Зимостійкість – 8,8–9,0 балів. Стійкість до посухи та вилягання – 8,2–9,0 балів. Стійкий до бурої іржі та борошнистої роси. Толерантний до кореневих гнилей, септоріозу і фузаріозу.

Сорт пізньостиглий, вегетаційний період – 310–320 діб. Висота рослин – 110–120 см. Колос – довгий, циліндричний, безостий, білого кольору, неопушений. Зернівка – біла, видовжена, середніх розмірів. Кущ – прямостоячий. Рослини – зеленого кольору, без воскового нальоту. Соломина – міцна, виповнена.

# РОЗДІЛ 3. УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

## 3.1. Характеристика ґрунту

Дослідження проведені впродовж 2022–2023 років на дослідному полі НВВ УНУС, розташованому в Маньківському природно-господарському районі Середньодніпровсько-Бузького округу Лісостепової Правобережної провінції України.

Грунт дослідного поля чорнозем опідзолений малогумусний важкосуглинковий на лесі. Характерною особливістю цього грунту є глибока гумусованість профілю та висока насиченість основами. Механічний (гранулометричний) склад грунту крупнопилувато-легкосуглинковий. Він має слабокислу реакцію грунтового розчину (pH=6,3), багатий на поживні речовини, особливо фосфор (568 мг/кг за Кірсановим) та калій (186 мг/кг за Кірсановим). Вміст гумусу – приблизно 3,0 %. Насиченість основами досягає 85–95 %, у складі яких домінує кальцій. Бонітет цього ґрунту становить 59–65 балів.

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

## 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.

Погодні умови у 2021–2022 сільськогосподарському році суттєво відрізнялися від середньобагаторічної норми, зокрема, спостерігали сильний

дефіцит опадів, який на кінець року склав 217,0 мм та перевищення норми за температурою повітря впродовж всього року (рис. 1–2).

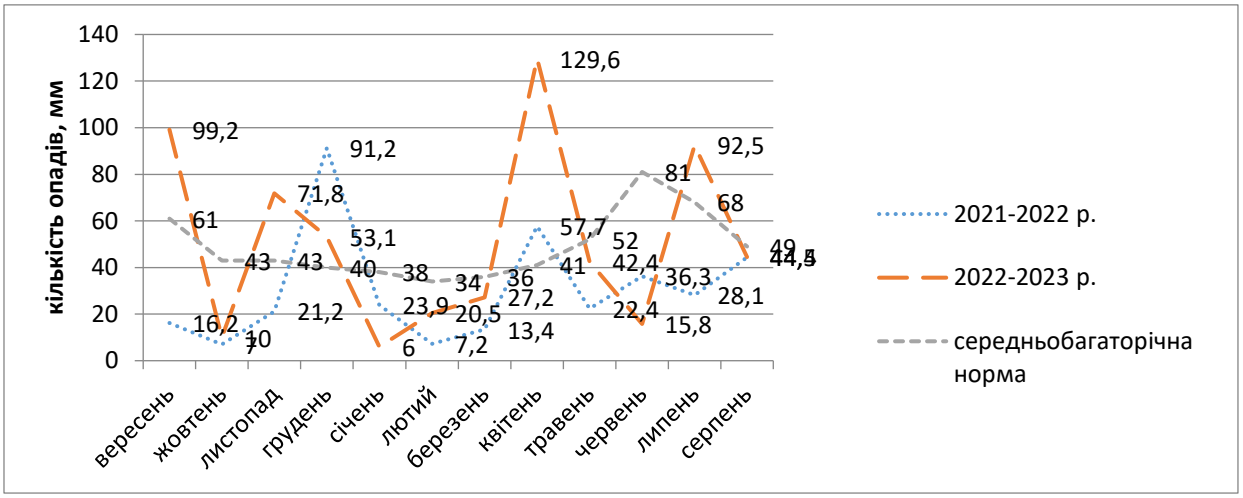



**Рис. 1. Кількість опадів (мм), 2022–2023 рр. (за даними метеостанції Умань)**

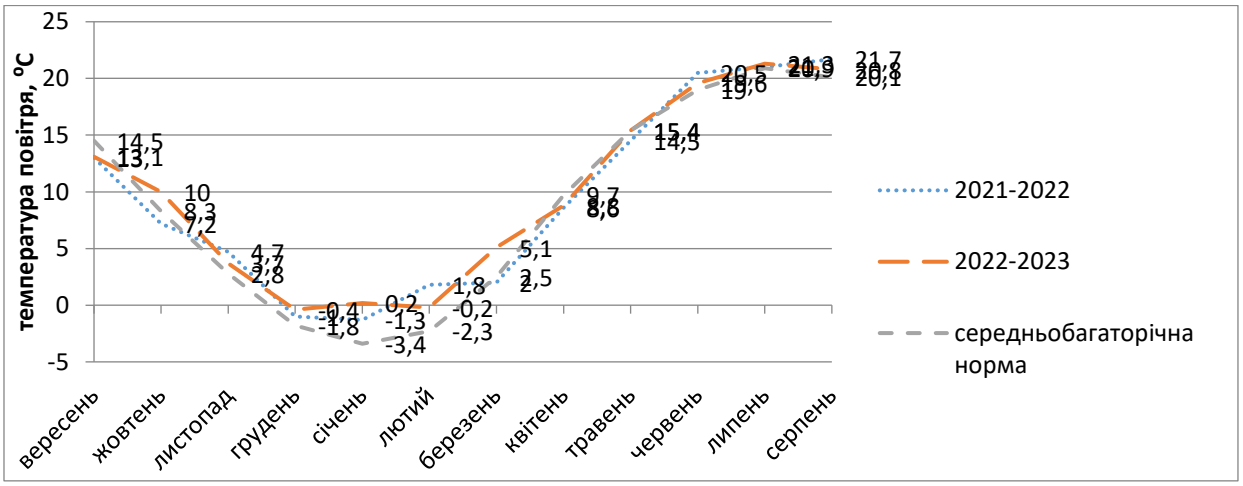



**Рис. 2. Температура повітря (°С), 2022–2023 рр. (за даними метеостанції Умань)**

У 2022–2023 с.-г. році погодні умови були більш сприятливі для вирощування озимих культур. Так, фіксували достатню кількість опадів (612,6 мм), що сприяло формуванню високого рівня продуктивності. Також відмічено суттєве зростання середньодобової температури відносно норми, що на кінець року склало +3,7°С до норми.

В цілому погодні умови в регіоні сприятливі для вирощування пшениці озимої, проте в окремі роки можуть спостерігатися значні відхилення від багаторічної норми.

### 3.3. Схема досліду та розміщення варіантів

У дослідженнях 2022–2023 рр. аналізували сім зразків пшениці спельта, селекції кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології. Стандартом виступав сорт пшениці спельта озимої Зоря України. Відібрані зразки висівали на дослідних ділянках за систематичного розміщення варіантів (рис. 3) 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. 3. Схематичне зображення розміщення дослідних ділянок на площі**

*Примітка: $1_{I} – 7_{IV}$ — номери варіантів і повторність:

1. Зоря України (стандарт)
2. 237
3. 240
4. 244
5. 251
6. 253
7. 255
8. 257

Сівбу проводили вручну з розрахунку 10 зерен у рядок. Довжина рядка становила 100 см. Облікова площа ділянки – 10 м$^2$.

### 3.4. Агротехнологія вирощування пшениці в досліді

У дослідженнях застосовували загальновживану (окрім густоти рослин) технологію вирощування пшениці озимої. Сівбу проводили в оптимальні для зони строки – 24 вересня у 2021 році, 27 вересня у 2022 році. Попередник — чорний пар.

Обробіток чорного пару розпочали восени після збирання попередника із застосуванням системи зяблевого обробітку, що включає двофазне лущення, 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 культивацію 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 поділяночно в один строк.

### 3.5. Програма досліджень і методика їх проведення

Планування робочої програми та схеми селекційних досліджень проводять влітку, одразу після збирання врожаю озимих культур. За схемою добирають насіння, необхідне для закладання досліду.

У дослідженнях визначали трансгресивну мінливість за методикою Воскресенської-Шпота [31], показники продуктивності та якості зерна. Всі обліки та спостереження проведено за Державною методикою кваліфікаційної експертизи сортів росли з визначення показників придатності до поширення в Україні [31]. Якість зерна визначали за допомогою аналізатора зерна Infratec Nova. Масу зерна з колоса визначали в лабораторних умовах на 50 колосах із двох несуміжних повторностей. 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 квафікаційної роботи студентами ОР «Магістр» за спеціальністю 201 «Агрономія» [32].

# РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Генофонд малопоширених видів гексаплоїдної та тетраплоїдної пшениці широко використовується багатьма селекційними центрами в якості джерел господарсько-цінних ознак. Окрім того, малопоширені види пшениці можуть слугувати вихідним матеріалом для пошуку нових мутантних варіантів для генетичного аналізу або селекції. Щодалі активніше використовують місцеві форми і сорти пшениці, добре адаптовані до умов вирощування, види пшениці іншого рівня плоїдності, представники близькоспорідненого роду *Aegilops*, а також види інших родів – *Agropyron, Secale, Hordeum.*

*Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schrank ex Schübl.) Thell (дикий емер, чорний емер) – тетраплоїдний вид пшениці (2n = 4x = 28) з геномною формулою $BBA^uA^u$. Його зерно має відмінні технологічні властивості, високу скловидність (близько 90 %), високоякісну клейковину, містить каротиноїди. Сукупність цих показників вказує на цінність цього виду для макаронно-круп'яного виробництва. Нині цей вид можна зустріти в обмеженій кількості на дослідних ділянках селекційних установ, що пов'язано з його низькою врожайністю, схильністю до вилягання та утрудненим обмолотом зерна [5–7].

Нами було проведено гібридизацію видів *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schrank ex Schübl.) Thell з метою розширення генетичного різноманіття спельти та інтрогресії в її генотип генів, що контролюють високі технологічні властивості.

## 4.1. Трансгресивна мінливість у гібридів *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schrank ex Schübl.) Thell

Дикі та напівдикі види пшениці і природні та штучні амфідиплоїди, створені за їх участю, безпосередньо самі по собі не можуть використовуватись у селекційній практиці, оскільки вони важко схрещуються, мають низьку фертильність пилку і характеризуються низкою негативних ознак, зокрема, низькою продуктивністю. Тому необхідно було створити на основі віддалених схрещувань генетично стабільні генотипи та виявити серед всього різноманіття створених форм матеріал з комплексом цінних господарських показників.

З цією метою було визначено частоту та ступінь трансгресій у гібридів другого-третього поколінь. Трансгресивна селекція, що базується на доборі найкращих особин у гібридній популяції, є одним із основних і найефективніших методів поліпшення самозапильних культур. Тому дослідження прояву частоти і ступеню трансгресії за елементами продуктивності – одне з вирішальних значень у створенні нового селекційного матеріалу пшениці.

Аналіз ступеню трансгресій у гібридних поколіннях, показав, що вони залежать від генотипу і покоління. У гібридів *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schrank ex Schübl.) Thell виявили різну ступінь та частоту трансгресій за окремими параметрами колосу. За результатами аналізу рослин у 2022 р. позитивну трансгресію за ознакою «довжина колосу» виявлено у 1,3 % гібридів, за масою зерна з головного колоса – у 1,8 % нащадків (табл. 1).

Таблиця 1

**Ступінь і частота трансгресій за параметрами колоса у гібридів $F_{2–3}$ *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schrank ex Schübl.) Thell, 2022–2023 рр.**

| Показник | Пр* | Пг* | V*, % | Тс*, % | Тч*, % |
|---|---|---|---|---|---|
| 2022 | | | | | |
| Довжина колоса, см | 15,8 | 15,8 | 22,0 | 1,3 | 13,9 |
| Кількість зерен у колосі, шт. | 47 | 45 | 23,9 | -2,4 | 2,8 |
| Кількість колосків у колосі, шт. | 19,2 | 18,1 | 24,9 | -7,2 | 10,9 |
| Маса зерна з колоса, г | 1,49 | 1,59 | 17,8 | 1,8 | 21,2 |
| 2023 | | | | | |
| Довжина колоса, см | 16,1 | 15,9 | 17,8 | 2,6 | 16,9 |
| Кількість зерен у колосі, шт. | 44 | 46 | 18,9 | 4,6 | 11,1 |
| Кількість колосків у колосі, шт. | 19,2 | 17,8 | 21,2 | -3,6 | 13,2 |
| Маса зерна з колоса, г | 1,57 | 1,7 | 15,7 | 3,3 | 18,8 |

*Примітка: Пр – максимальне значення ознаки у кращої батьківської форми; Пг – максимальне значення ознаки у гібридів; V – коефіцієнт варіювання; Тс – ступінь трансгресій; Тч – частота трансгресій.*

За кількістю зерен (-2,4 %) і колосків у колосі (-7,2 5) виявлено негативну трансгресивну мінливість.

У 2023 ступінь позитивної трансгресії за довжиною колоса зафіксовано на рівні 2,6%, кількістю зерен у колосі – 4,6 %, масою зерна з головного колоса – 3,3 %. За кількістю колосків у колосків у колосі спостерігали

негативну трансгресію на рівні -3,6–-7,2 %. Найвищу частоту трансгресій зафіксовано за масою зерна з колосу (18,8–21,2%) та довжиною колосу (13,9–16,9 %).

Таким чином за гібридизації *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schrank ex Schübl.) Thell створено та виділено трансгресивні генотипи пшениці спельта, з вищим, порівняно з батьківськими формами, проявом як окремих, так і групи ознак продуктивності. У наступних поколіннях виділені форми аналізували за проявом морфобіологічних та господарсько-цінних ознак, що дало змогу відібрати цінні селекційні форми з комплексом ознак.

## 4.2. Характеристика за показниками продуктивності гібридів *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schrank ex Schübl.) Thell

Дослідженнями багатьох авторів доведено, що полби, зокрема емер, є носієм функціонального алеля Gpc-B1 (grain protein concentration), який значно підвищує вміст в зерні сирого протеїну і кількох ключових мікроелементів. Ген Gpc-B1 чинить незначний негативний вплив на деякі елементи структури врожаю (маса зерна і його натура), суттєво не впливаючи на загальну продуктивність рослмн. Тому вид *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schrank ex Schübl.) Thell широко залучають в системи гібридизації для розширення та збагачення генетичного різноманіття, як такий, що має значний потенціал для поліпшення видів роду *Triticum* L. за якістю зерна в широкому діапазоні.

Маса зерна колоса є важливим елементом структури урожайності. Цей показник має достатньо високу успадковуваність, трансгресивну мінливість, що ставить цю ознаку в ранг найбільш важливих для досліджень

та проведення доборів в якості маркера продуктивності в селекційних розсадниках на різних етапах роботи.

У наших дослідженнях проаналізовано показники продуктивності гібридів *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schrank ex Schübl.) Thell і встановлено, що маса зерна з колосу в середньому коливалася в межах 1,34–1,74 г (табл. 2).

Таблиця 2

**Маса зерна з колосу (*г*) гібридів *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schrank ex Schübl.) Thell**

| Селекційний матеріал | 2022 р. | 2023 р. | Середнє | Відхилення від стандарту | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | ± | % |
| Зоря України (st) | 1,56 | 1,66 | 1,61 | – | – |
| 237 | 1,45 | 1,55 | 1,50 | -0,11 | -7 |
| 240 | 1,65 | 1,82 | 1,74 | +0,13 | +8 |
| 244 | 1,53 | 1,63 | 1,58 | -0,03 | -2 |
| 251 | 1,62 | 1,75 | 1,69 | +0,08 | +5 |
| 253 | 1,22 | 1,46 | 1,34 | -0,27 | -17 |
| 255 | 1,56 | 1,65 | 1,61 | 0,00 | 0 |
| 257 | 1,52 | 1,68 | 1,60 | -0,01 | -1 |

Найбільше значення досліджуваного показника зафіксовано у зразка 240, що перевищував аналогічний показник сорту Зоря України на 0,13 г (8 %). Збільшення маси зерна відносно стандарту на 5 відсоткових пунктів спостерігали у зразка 251 (1,69 г). Зразок 255 мав ідентичну до стандарту масу зерна з колоса (1,61 г). Інші досліджувані гібриди поступалися сорту Зоря України на 1–17 %.

Врожайність гібридів *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schrank ex Schübl.) Thell коливалася в межах 505–552 г/м$^2$ (табл. 3).

Таблиця 3

**Врожайність (*г/м*$^2$) гібридів *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schrank ex Schübl.) Thell**

| Селекційний матеріал | 2022 р. | 2023 р. | Середнє | Відхилення від стандарту | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | ± | % |
| Зоря України (st) | 513 | 538 | 526 | – | – |
| 237 | 505 | 516 | 511 | -15 | -3 |
| 240 | 544 | 559 | 552 | +26 | +5 |
| 244 | 512 | 526 | 519 | -7 | -1 |
| 251 | 528 | 541 | 535 | +9 | +2 |
| 253 | 501 | 508 | 505 | -21 | -4 |
| 255 | 514 | 523 | 519 | -7 | -1 |
| 257 | 512 | 538 | 525 | -1 | 0 |
| $HiP_{05}$ | 25 | 28 | – | | |

За роками досліджень врожайність дещо відрізнялася, зокрема, спостерігали нижчий її рівень у 2022 р. порівняно з 2023 р. Впродовж 2021–2022 сільськогосподарського року фіксували недобір опадів у період наливу, формування і дозрівання зерна, що негативно позначилося на продуктивності пшениці. У 2022–2023 с.-г. році погодні умови характеризувались достатнім вологозабезпеченням (583,5 мм за рік), проте їх нерівномірний розподіл впродовж вегетації пшениці озимої та нестача вологи у період дозрівання не дозволили рослинам пшениці сформувати істотно вищу продуктивність, порівняно з 2022 р.

Найвищою вона була у зразка 240, що достовірно перевищував стандарт за врожайністю в кожен з років досліджень. Збільшення врожайності на 0,03–0,15 г/м$^2$ відносно сорту Зоря України зафіксовано також у зразка 251, проте ця різниця не була істотною. Інші досліджувані гібриди неістотно поступалися стандарту за врожайністю на 1–21 г/м$^2$ або 1–4 %.

Отже, в результаті проведених досліджень з визначення показників продуктивності встановлено, що зразок 240 характеризується високим рівнем прояву показників продуктивності (маса зерна з колосу та врожайність). Його відібрано як перспективний вихідний матеріал для залучення у селекційні схеми покращення пшениці.

### 4.3. Характеристика за показниками якості гібридів *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schrank ex Schübl.) Thell

За показниками якості зерна пшениця спельта суттєво перевищує пшеницю м'яку. Емер – вид пшениці, що містить багато білка (до 20 %) та клейковини (до 40 %), проте за масою 1000 зерен поступається спельті, оскільки її зерно менше за розмірами.

Маса 1000 насінин характеризується при фактичній вологості і виражається в грамах. На нього суттєво впливають розмір, щільність, вологість насіння, а також він значно залежить від від сорту та умов формування насіння. У наших дослідженнях гібриди *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schrank ex Schübl.) Thell за масою 1000 зерен наближалися до спельти. Так, цей показник в середньому коливався в межах 39,7–45,2 г (табл. 4).

Збільшення маси 1000 зерен відносно стандарту на 1–4 % зафіксовано у зразків 257 (43,5 г), 255 (43,7 г), 251 (44,5 г), 240 (45,2 г). Зразки 237, 244 та 253 поступалися сорту-стандарту Зоря України на 0,2–3,7 г, що становить 1–9 %, проте достовірною ця різниця була лише у зразка 253.

Вміст білка і клейковини визначає якість пшениці. Ці показники є вирішальними при визначенні класу зерна.

Таблиця 4

**Маса 1000 зерен (*г*) гібридів *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schrank ex Schübl.) Thell**

| Селекційний матеріал | 2022 р. | 2023 р. | Середнє | Відхилення від стандарту | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | ± | % |
| Зоря України (st) | 42,3 | 44,4 | 43,4 | – | – |
| 237 | 41,5 | 43,2 | 42,4 | -1,0 | -2 |
| 240 | 44,1 | 46,3 | 45,2 | +1,9 | +4 |
| 244 | 42,0 | 44,2 | 43,1 | -0,2 | -1 |
| 251 | 43,2 | 45,8 | 44,5 | +1,2 | +3 |
| 253 | 38,8 | 40,5 | 39,7 | -3,7 | -9 |
| 255 | 42,5 | 44,8 | 43,7 | +0,3 | +1 |
| 257 | 42,3 | 44,7 | 43,5 | +0,1 | 0 |

Параметри клейковини в оцінці якості зерна пшениці з метою використання в хлібопекарському виробництві займають важливе місце. Великий вміст клейковини в зерні характеризує його хлібопекарську якість. Клейковина покращує споживчу цінність хліба, крім цього є основним чинником технологічних властивостей борошна. Кількість клейковини спадково обумовлена меншою мірою, оскільки цей показник сильно залежить від умов вирощування. На вміст клейковини істотно впливають фактори, які діють як в період вегетації, збирання так і в післязбиральний період, а також від екологічної пластичності та стабільності сорту.

Стосовно вмісту клейковини в зерні варто відзначити, що гібридні нащадки *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schrank ex Schübl.) Thell наближалися за цим показником до емера. Це узгоджується з результатами досліджень низки авторів, які вказують, що показники якості зерна пшениці, зокрема, вміст білка та клейковини в зерні, успадковуються за депресивним типом.

Так, більшість досліджуваних гібридів *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schrank ex Schübl.) Thell поступалися сорту Зоря України за вмістом клейковини в зерні на 2,8–7,8 відсоткових пункти, що було достовірним за $НіР_{01}$ = 0,1 (табл. 5).

Таблиця 5

**Вміст клейковини в зерні (%) гібридів *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schrank ex Schübl.) Thell**

| Селекційний матеріал | 2022 р. | 2023 р. | Середнє | Відхилення від стандарту | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | ± | % |
| Зоря України (st) | 41,5 | 40,1 | 40,8 | – | – |
| 237 | 42,2 | 42,1 | 42,2 | +1,4 | +3 |
| 240 | 33,1 | 32,8 | 33,0 | -7,8 | -19 |
| 244 | 36,8 | 35,8 | 36,3 | -4,5 | -11 |
| 251 | 37,1 | 36,5 | 36,8 | -4,0 | -10 |
| 253 | 35,2 | 34,6 | 34,9 | -5,9 | -14 |
| 255 | 38,8 | 37,1 | 38,0 | -2,8 | -7 |
| 257 | 35,8 | 35,0 | 35,4 | -5,4 | -13 |
| $НіР_{01}$ | 0,1 | 0,1 | – | | |

Істотне збільшення цього показника зафіксовано лише у зразка 237, що містив 42,2 % клейковини в зерні.

Сила борошна – це показник, що описує реологічні властивості борошна і визначає якість хліба, який отримуємо після випічки. Також орієнтуючись на цей показник можна прогнозувати і / або змінювати рецептуру для отримання оптимального виходу хліба або інших хлібобулочних чи кондитерських виробів. Також цей показник використовують під час поділу пшениці на класи.

За силою борошно ділять на сильне (понад 400 о.а.), слабке (менше 280 о.а.) і оптимальне (середнє, в межах 280–400 о.а.). Сильне борошно містить багато білків, має високу водопоглинальну здатність, утворює велику кількість клейковини.

У наших дослідженнях сила борошна коливалася в межах 288–329 о.а. (табл. 6).

Таблиця 6

**Сила борошна (*о.а.*) гібридів *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schrank ex Schübl.) Thell**

| Селекційний матеріал | 2022 р. | 2023 р. | Середнє | Відхилення від стандарту | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | ± | % |
| Зоря України (st) | 307 | 310 | 309 | | |
| 237 | 290 | 292 | 291 | -18 | -6 |
| 240 | 290 | 285 | 288 | -21 | -7 |
| 244 | 310 | 315 | 313 | +4 | +1 |
| 251 | 325 | 320 | 323 | +14 | +5 |
| 253 | 308 | 305 | 307 | -2 | -1 |
| 255 | 298 | 305 | 302 | -7 | -2 |
| 257 | 327 | 330 | 329 | +20 | +6 |

Найвищою вона була у зразків 257 (329 о.а.) та 251 (323 о.а.), що перевищувало стандарт на 14–20 о.а. Відповідно до класифікації за силою борошна (див. підрозділ 3.5) всі досліджувані генотипи відносяться до задовільних поліпшувачів, оскільки їх сила борошна в межах 280–400 о.а.

Отже, в результаті визначення показників якості зерна у гібридів *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schrank ex Schübl.) Thell виділено зразок 237, що достовірно перевищує стандарт за вмістом клейковини в зерні та зразок 257, що характеризується високою силою борошна. Їх рекомендовано залучати в селекційний процес джерелами високих показників якості зерна.

# 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 огороджені 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.

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.

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.

## 5.2. Охорона навколишнього середовища під час вирощування пшениці озимої

Сільське господарство — найбільш активна галузь, де взаємодіє суспільство і природа. В умовах сучасної системи сільського господарства можна виокремити два напрямки природоохоронної діяльності: охорона навколишнього природного середовища і всіх його елементів від негативного впливу сільськогосподарського виробництва та охорона сільського господарства від шкідливого впливу антропогенного навколишнього середовища [38].

Охорона земель сільськогосподарського призначення включає систему правових, організаційних, економічних та інших заходів, спрямованих на їх раціональне використання, запобігання необгрунтованому вилученню земель із сільськогосподарського обігу, захист від шкідливих антропогенних впливів, а також на відтворення та підвищення родючості ґрунтів.

Найважливішим завданням правової охорони земель сільськогосподарського призначення є охорона родючості ґрунтів.

Використання землі як засобу виробництва веде до зниження її продуктивних властивостей. Тому важливо, щоб ці властивості не зменшувалися. З цією метою власники та землекористувачі, в тому числі орендарі земельних ділянок, згідно зі ст. 37 Закону України «Про охорону земель» зобов'язані здійснювати заходи щодо охорони родючості ґрунтів. Використання земельних ділянок способами, що призводять до погіршення якості, забороняється [39].

До основних заходів по збереженню, відновленню, поліпшенню ґрунту належать дії по боротьбі з вітровою та водною ерозією ґрунту, з безгосподарним ставленням до земель, меліорацією та рекультивацією земель, а також боротьба з забрудненням ґрунту.

У результаті промислового забруднення земель знижується врожайність сільськогосподарських культур. Велике промислове забруднення земель сільськогосподарського призначення доповнюється радіоктивним, через що повністю виводяться з дії площі сільськогосподарських земель. Так, за даними Держагропрому України площа сільськогосподарських угідь, які були забруднені радіонуклідами внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС, становить 898,9 тис. га [40].

Сільськогосподарські підприємства, фермерські господарства та громадяни в усіх випадках повинні компенсувати шкоду, заподіяну ними навколишньому природному середовищу внаслідок їх господарської діяльності. Посадові особи і громадяни, винні в порушенні правил охорони навколишнього середовища, притягуються до адміністративної або кримінальної відповідальності.

# ВИСНОВКИ

1. Ступінь позитивної трансгресії за довжиною колоса становила 1,3–2,6%, масою зерна з головного колоса – 1,8–3,3 %. Найвищу частоту трансгресій зафіксовано за масою зерна з колосу (18,8–21,2%) та довжиною колосу (13,9–16,9 %).

2. Найвища маса зерна з колосу була у зразка 240 (1,74 г), що перевищувало аналогічний показник сорту Зоря України на 0,13 г (8 %).

3. За врожайністю зразок 240 (552 г/м$^2$) істотно перевищував стандарт.

4. Збільшення маси 1000 зерен відносно стандарту на 1–4 % зафіксовано у зразків 257 (43,5 г), 255 (43,7 г), 251 (44,5 г), 240 (45,2 г).

5. Зразок 237 (42,2%) істотно перевищував стандарт за вмістом клейковини в зерні.

6. За силою борошна всі досліджувані генотипи відносяться до задовільних поліпшувачів, оскільки їх сила борошна в межах 280–400 о.а. Найвищою вона була у зразків 257 (329 о.а.) та 251 (323 о.а.), що перевищувало стандарт на 14–20 о.а.

# ПРОПОЗИЦІЇ СЕЛЕКЦІЙНІЙ ПРАКТИЦІ

В селекційній практиці рекомендуємо використовувати зразок 237, як донор високого вмісту клейковини в зерні та зразок 240, що характеризується високою продуктивністю.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. McFadden E. S., Sears E. R. The artificial synthesis of *Triticum spelta*. *Rec. Genet. Soc. Am*. 1944. № 13. P. 26–27.

2. Feldman M. Origin of cultivated wheat. The world wheat book: A history of wheat breeding. Paris: Lavoisier Tech & Doc, 2001. P. 3–56.

3. Yoshihiro M. Evolution of polyploid Triticum wheats under cultivation: The role of domestication, natural hybridization and allopolyploid speciation in their diversification. *Plant and Cell Physiology*. 2011. № 52. P. 750–764.

4. Soltis D. E., Soltis P. S., Tate J. A. Advances in the study of polyploidy since plant speciation. *New Phytologist*. 2004. № 161. P. 173–191.

5. Mujeeb-Kazi A., Rosas V., Roldan S. Conservation of the genetic variation of *Triticum tauschii* (Coss.) Schmalh. (*Aegilops squarrosa* auct. non L.) in synthetic hexaploid wheats (*T. Turgidum, T. tauschii*). AABBDD) and its potential utilization for wheat improvement. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 1996. № 43. P. 129–134.

6. Sears E. R. Amphidiploids in the seven-chromosome Triticinae. *Mo. Agr. Exp. Stat. Res. Bull*. 1941. № 336. P. 1–46.

7. Kihara H. Discovery of the DD analyser, one of the ancestors of *Triticum vulgare*. *Agricultural Horticulture*. 1944. 19. P. 889–890.

8. McFadden E. S., Sears E. R. The origin of *Triticum spelta* and its freethreshing hexaploid relatives. *Journal of Heredity*. 1946. 37. P. 81–89.

9. Cox T. S., Sears R. G., Bequette R. K., Martin T. J. Germplasm enhancement in winter wheat x *Triticum tauschii* backcross populations. 1995. № 35. P. 913–919.

10. Cox T. S. et al. Comparing two approaches for introgression of germplasm from Aegilops tauschii into common wheat. *The Crop Journal*. 2017. Vol. 5. № 5. P. 355–362.

11. Lagudah E. S., MacRitchie F., Halloran G. M., The influence of highmolecular-weight subunits of glutenin from *Triticu m tauschii* on flour quality of synthetic hexaploid wheat. *Journal of Cereal Science*. 1987. № 5. P. 129–138.

12. Eastwood R. F. et al..*Triticum tauschii*: a novel source of resistance to cereal cyst nematode (*Heterodera avenae*). *Australian Journal of Agricultural Research*. 1991. № 42. P. 69–77.

13. Able J. A., Langridge P. Wild sex in the grasses. Trends in Plant Science. 2006. № 11. P. 261–263.

14. Blum A. Improving wheat grain filling under stress by stem reserve mobilisation (Reprinted from Wheat: Prospects for global improvement, 1998). *Euphytica*. 1998. № 100. P. 77–83.

15. Pukhalskiy V. A., Martynov S. P., Dobrotvorskaya T. V. Analysis of geographical and breeding-related distribution of hybrid necrosis genes in bread wheat *(Triticum aestivum* L.). *Euphytica*. 2000. 114. P. 233–240.

16. Dreccer A. F. et al. CIMMYT-selected derived synthetic bread wheats for rainfed environments: Yield evaluation in Mexico and Australia. *Field Crops Research*. 2007. 100. P. 218–228.

17. Tanksley S. D. et al. Advanced backcross QTL analysis in a cross between an elite processing line of tomato and its wild relative *L. pimpinellifolium. Theoretical and Applied Genetics*. 1996. № 92. P. 213–224.

18. Nelson J. C. et al. Quantitative trait locus analysis of wheat quality traits. *Euphytica*. 2006. № 149(1). P. 145–159.

19. Xie W. L., Nevo E. Wild emmer: genetic resources, gene mapping and potential for wheat improvement. *Euphytica*. 2008. № 164. P. 603–614.

20. Edwards K. J. et al. Multiplex single nucleotide polymorphism (SNP)-based genotyping in allohexaploid wheat using padlock probes. *Plant Biotechnology Journal*. 2009. № 7. P. 375–390.

21. Upadhyaya H. D. et al. Genetic structure, diversity, and allelic richness in composite collection and reference set in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Bmc Plant Biology*. 2008. № 8. P. 38–45.

22. Hajjar R., Hodgkin T. The use of wild relatives in crop improvement: A survey of developments over the last 20 years. *Euphytica*. 2007. № 156. P. 1–13.

23. Reynolds M., Dreccer F., Trethowan R. Drought-adaptive traits derived from wheat wild relatives and landraces. *Journal of Experimental Botany*. 2007. № 58. P. 177–186.

24. Feuillet C., Langridge P., Waugh R. Cereal breeding takes a walk on the wild side. *Trends Genet*. 2008. 24. P. 24–32.

25. Trethowan R. M., Reynolds M., Sayre K., Ortiz-Monasterio I. Adapting wheat cultivars to resource conserving farming practices and human nutritional needs. *Annals of Applied Biology*. 2005. № 146. P. 405–413.

26. Reynolds M. P., Borlaug N. E. Applying innovations and new technologies for international collaborative wheat improvement. *Journal of Agricultural Science*. 2006. 144. P. 95–110.

27. Reynolds M. P. et al. Raising yield potential in wheat. *Journal of Experimental Botany*. 2009. № 60. P. 1899–1918.

28. Thompson J. P., Zwart R. S., Butler D. Estimating number of resistance genes to root-legion nematodes from synthetic hexaploids wheat lines. *Wheat Breeding Assembly* ( 24–26 Aug 2011). Perth, Australia, 2011. P. 65–72.

29. Потоцкая И. В. Синтетическая пшеница как источник улучшения качества зерна в селекции пшеницы. *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. 2019. № 2. С. 56–63.

30. Лапочкина И. Ф. Оценка и характеристика образцов коллекции синтетической пшеницы (2n=42) как новых источников устойчивости к бурой ржавчине. Синтетическая пшеница как источник улучшения качества зерна в селекции пшеницы и мучнистой росе в условиях Нечерноземной зоны РФ. *Известия ТСХА*. 2011. № 6. С. 39–48.

31. Воскресенская Г. С., Шпота В. И. Трансгрессия признаков у гибридов Brassica, методика количественного учета этого явления. *Доклады ВАСХНИЛ*. 1967. № 7. С. 18–19.

# ДОДАТКИ

**Додаток А**

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**
**УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА**

# ЗБІРНИК
# СТУДЕНТСЬКИХ НАУКОВИХ ПРАЦЬ
# УМАНСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ САДІВНИЦТВА



**приурочений 100-річчю від дня народження**
**українського вченого в галузі агрономії, професора**
**Івана Маркіяновича Карасюка**

**Факультет агрономії**

**Умань 2023**

УДК 330(063)

*Рекомендовано до друку вченою радою факультету агрономії Уманського національного університету садівництва, протокол №6 від 27 квітня 2023*

**Редакційна колегія:**

Полторецький С. П. – д. с.-г. н., професор (відповідальний редактор);
Рябовол Л. О. – д. с.-г. н., професор (заступник відповідального редактора);
Третьякова С. О. – к. с.-г. н., доцент, (відповідальний секретар);
Господаренко Г. М. – д. с.-г. н., професор;
Єщенко В. О. – д. с.-г. н., професор;
Копитко П. Г. – д. с.-г. н., професор;
Яценко А. О. – к. с.-г. н., професор;
Рябовол Я. С. – д. с.-г. н., доцент;
Карнаух О. Б. – к. с.-г. н., доцент;
Кравченко В. С. – к. с.-г. н., доцент;
Накльока Ю. І. – к. с.-г. н., доцент;
Сержук О. П. – к. с.-г. н., доцент.

*Автори вміщених матеріалів висловлюють свою думку, яка не завжди збігається з позицією редакції.*

**Збірник студентських наукових праць Уманського національного університету садівництва.** Факультет агрономії / Редкол.: О. О. Непочатенко (відп. ред.) та ін. Умань: 2023. 89 с.

Збірник містить доповіді студентів ОР молодший бакалавр і бакалавр та магістрів, які були розглянуті на Всеукраїнській студентській науковій конференції, яка приурочена 100-річчю від дня народження українського вченого в галузі агрономії, професора Івана Маркіяновича Карасюка, що відбулася 20 квітня 2023 року в м. Умань.

Розраховано на студентів, аспірантів, викладачів, наукових співробітників та фахівців, які працюють у АПК України.

UKRAINE ..... 81
PYLYPENKO I., TRANCHENKO V., MIZETSKA T.QUALITY CHARACTERISTICS OF WINTER PEA SEEDS DEPENDING ON VARIETAL CHARACTERISTICS AND SOWING STANDARDS ..... 83
МАКОДЗЕБА М. SOWING PERIOD AND ITS APPLICATION IN MILLET CULTIVATION TECHNOLOGY ..... 86
ШАПОВАЛ В. ORIGIN, DISTRIBUTION AND YIELD OF WINTER WHEAT ..... 89

**СЕКЦІЯ 2. ГЕНЕТИКА, СЕЛЕКЦІЯ РОСЛИН ТА БІОТЕХНОЛОГІЯ**

БАЗАРНИЙ А., ПОХИЛ С. СТУПІНЬ ДОМІНУВАННЯ ТА АНАЛІЗ ГЕТЕРОЗИСНОГО ЕФЕКТУ СЕЛЕКЦІЙНО-ЦІННИХ ОЗНАК У ГІБРИДІВ TRITICUM AESTIVUM L. × TRITICUM SPELTA L. ..... 90
КІЯНЧЕНКО І. ЛАКТІОНОВ Р. ХАРАКТЕРИСТИКА ІНТРОГРЕСИВНИХ ЛІНІЙ ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТА, СТВОРЕНИХ ЗА ГІБРИДИЗАЦІЇ З МАЛОПОШИРЕНИМИ ВИДАМИ ПШЕНИЦІ ..... 91
RASHEVSKA A. THE COMPOSITION OF THE NUTRIENT MEDIUM FOR THE PRODUCTION OF HAPLOIDS OF WINTER RAPE ..... 93
POPRAVKA R. STORCHOUS B. PROSPECTS OF FODDER BEET CULTIVATION ..... 97
KULYNYCH B. PROKOPCHENKO V. MODERN ASPECTS OF SOYBEAN SELECTION IN UKRAINE ..... 98
LUZHANSKYI O. DIRECTIONS OF BREEDING OF SPRING RAPE ..... 100

**СЕКЦІЯ 3. АГРОХІМІЯ І ГРУНТОЗНАВСТВО**

БОЙКО В. ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЮ КУКУРУДЗИ ЗА МІНІМАЛІЗАЦІЇ ЗЯБЛЕВОГО ОБРОБІТКУ ГРУНТУ ..... 103
БІЛІНСЬКИЙ Б. ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЮ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗА МІНІМАЛІЗАЦІЇ ЗЯБЛЕВОГО ОБРОБІТКУ ГРУНТУ ПІСЛЯ БУРЯКУ ЦУКРОВОГО ..... 105
ЗАЙЧУК Є. ВПЛИВ УМОВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ ..... 108
M'IAKOTA S., MINCHENKO I. YIELD AND QUALITY OF GRAIN SOYBEAN UNDER THE INFLUENCE OF INOCULATION ..... 110
PETRYK V. GROWING CONDITIONS AND YIELD OF SOYBEANS AFTER CORN WITH MINIMIZED SOIL TILLAGE ..... 112
LYHENKO O. INFLUENCE OF GROWTH REGULATORS AND FERTILIZERS ON THE CONTENT OILS IN TUNKA HYBRID SUNFLOWER SEED ..... 115
ШИРОЦЬКИЙ Б. Економічна ефективність застосування макро- і мікродобрив у посівах соняшника ..... 117
DENYSIUK A. THE NEED FOR MINERAL NUTRITION OF LENTILS DURING THE GROWING SEASON ..... 119
VELYCHKO T. FEATURES OF NUTRITION AND FERTILIZER OF CORN ..... 120

**СЕКЦІЯ 4. ЗАГАЛЬНЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО**

DIDENKO N. THE INFLUENCE OF CULTIVATION TECHNIQUES ON THE PRODUCTIVITY OF SUNFLOWER HYBRIDS ..... 124
PETRENKO O. INTENSIFICATION OF SUNFLOWER GROWING TECHNOLOGY ..... 125
KOSTENKO O. FEATURES OF THE FORMATION OF PRODUCTIVITY OF SUNFLOWER HYBRIDS IN THE CONDITIONS OF THE RIGHT-BANK FOREST STEPPE OF UKRAINE ..... 128

рівнем успадкування господарсько–цінних ознак та проявом гетерозису.

В результаті проведених досліджень встановлено, що у п'яти із 16 виділених форм успадкування висоти рослин відбувається за типом проміжного успадкування, у чотирьох гібридів спостерігали від'ємне домінування, у двох – депресію. Три комбінації схрещування показали позитивне домінування і одна – позитивне наддомінування високорослої батьківською форми. У більшості виділених форм за довжиною колосу спостерігалось від'ємне домінування.

Найвищий рівень справжнього гетерозису зафіксовано у зразків, отриманих за гібридизації Краснодарська 99 × Зоря України (6,0 %), Панна × Зоря України (9,0 %), Зоря України × Фарандоль (4,3 %) за довжиною колосу.

## ХАРАКТЕРИСТИКА ІНТРОГРЕСИВНИХ ЛІНІЙ ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТА, СТВОРЕНИХ ЗА ГІБРИДИЗАЦІЇ З МАЛОПОШИРЕНИМИ ВИДАМИ ПШЕНИЦІ

**Кіяніченко Ігор**. 13–м-а група, **Лактіонов Роман** 19–м-а група факультету агрономії

Науковий керівник – кандидат с.–г. наук, доцент Діордієва І. П.

Генофонд малопоширених видів гексаплоїдної та тетраплоїдної пшениці широко використовується багатьма селекційними центрами в якості джерел господарсько–цінних ознак. Окрім того, малопоширені види пшениці можуть слугувати вихідним матеріалом для пошуку нових мутантних варіантів для генетичного аналізу або селекції.

Нами було проведено гібридизацію пшениці спельта з видами Triticum turgidum subsp. dicoccum (Schrank ex Schübl.) та Triticum compactum Host. В результаті створено нові генетичні джерела, що здатні збагатити існуючий генофонд пшениці спельта дефіцитними для селекції ознаками. Із створених форм сформовано колекцію вихідного матеріалу пшениці спельта, що об'єднує понад 70 зразків з різним рівнем прояву господарсько–цінних ознак.

Метою наших досліджень було розширення генетичного різноманіття пшениці спельта інтрогресією генетичного матеріалу видів Triticum turgidum subsp. dicoccum (Schrank ex Schübl.) Thell та Triticum compactum Host., створення і оцінка нового вихідного матеріалу, здатного покращити існуючий генофонд пшениці.

Дослідження проведено впродовж 2019–2021 рр. в умовах Уманського національного університету садівництва. Об'єктом досліджень слугували 14 інтрогресивних ліній пшениці спельта, створених за участю видів Triticum turgidum subsp. dicoccum (Schrank ex Schübl.) Thell та Triticum compactum Host.

У дослідженнях використовували загальноприйняту технологію вирощування озимих зернових культур. Сівбу проводили в оптимальні для зони строки – третя декада вересня. У роботі використовували систематичний метод розміщення ділянок за чотириразової повторності. Усі фенологічні спостереження та аналіз елементів структури колосу інтрогресивних ліній проводили відповідно до методичних вказівок із вивчення колекції зернових культур. Вміст білка в зерні визначали за ДСТУ 4117, вміст клейковини – ДСТУ ISO 21415–1, силу борошна – методом інфрачервоної спектроскопії на приладі Infratec. Після всіх обліків і вимірювань зерно обмолочували і визначали врожайність. Статистичний аналіз проводили за використання прикладної програми Microsoft Excel 2010.

Суттєвим недоліком багатьох інтрогресивних ліній, створених за участю виду Triticum turgidum subsp. dicoccum (Schrank ex Schübl.) Thell є їхня високорослість і пізньостиглість та схильність до вилягання. Більшість форм, створених за участю виду Triticum compactum Host. також були високо– або середньорослими і наближалася за цим показником до пшениці спельта. В результаті індивідуальних доборів частка високорослих форм поступово зменшувалась, але все ще залишалась значною.

Високорослість ліній, отриманих інтрогресивною гібридизацією, досить часто є причиною їх бракування в селекційних розсадниках. Відомо, що реалізацію високого генетичного потенціалу продуктивності на практиці можуть забезпечити лише форми з коротким і міцним стеблом. З метою збереження генетичного матеріалу кращих створених нами високо– і середньорослих форм проведено їх схрещування з низькорослими колекційними зразками пшениці спельта, одержаними в наших попередніх дослідженнях. В результаті отримано низькорослі (81–95 см) зразки.

Іншим недоліком, що притаманний міжвидовим гібридам, досить часто є їхня пізньостиглість. Адже культурні і дикі родичі пшениці найчастіше походять із гірських районів Передньої Азія, а тому мають більш тривалий вегетаційний період. Види Triticum spelta L. та Triticum turgidum subsp. dicoccum (Schrank ex Schübl.) Thell – пізньостиглі (вегетаційний період близько 300 діб). Вид Triticum compactum Host. хоч і дозріваю на 5–6 діб раніше, проте також є пізньостиглим.

В результаті гібридизації переважна більшість нащадків, отриманих за участю виду Triticum turgidum subsp. dicoccum (Schrank ex Schübl.) Thell були пізньостиглими. В той час, як більшість нащадків, за участю виду Triticum compactum Host. були середньостиглими. В результаті індивідуального добору вдалося відібрати невелику кількість середньостиглих ліній (вегетаційний період 275–285 діб) інтрогресивних ліній пшениці спельта, що дозрівали одночасно із середньостиглими сортами пшениці м'якої.

Нами було проведено аналіз ліній, створених за участю цього виду за показниками вмісту білка, клейковини і силою борошна. Більшість ліній характеризувалися високим вмістом білка в зерні (понад 16 %). А окремі зразки – понад 20 %. За вмістом клейковини в зерні переважна більшість зразків знаходились в діапазоні 38–42 %. Більшість інтрогресивних ліній пшениці за силою борошна (280–400 о.а.) відносилися до задовільних поліпшувачів. Виділено кілька ліній, що мають силу борошна понад 400 о.а. (добрі поліпшувачі) і характеризуються високим вмістом білка (понад 20 %) і клейковини (понад 46 %). Продуктивність створених ліній щорічно оцінюється на ділянках селекційного та контрольного розсадників.

За результатами оцінки врожайності зерна сортозразків пшениці встановлено, що в середньому за 2019–2021 рр. вона коливалася в межах 4,64–5,35 т/га. Форми створені за участю виду Triticum turgidum subsp. dicoccum (Schrank ex Schübl.) Thell характеризувалися вищою врожайністю порівняно з формами, створеними за участю виду Triticum compactum Host. Встановлено, що дев'ять досліджуваних зразків істотно не поступалися сорту Зоря України за врожайністю. Найвищу врожайність зафіксовано у зразка 230 – 5,35 т/га.

Отже, в результаті гібридизації пшениці спельта з малопоширеними видами пшениці сформовано колекцію вихідного матеріалу з широкою генетичною основою та виділено низку форм з високим рівнем прояву господарсько–цінних показників.

## THE COMPOSITION OF THE NUTRIENT MEDIUM FOR THE PRODUCTION OF HAPLOIDS OF WINTER RAPE

**Rashevska A.** 13м-а master's group, Faculty of Agronomy
Scientific advisor – Candidate of Agricultural Sciences, Liubchenko A. I.

Rape is a valuable agricultural crop with a variety of uses – food, fodder and technical purposes. Rapeseed contain approximately 50 % oil and 20–25 % protein. Currently, about 80 % of cultivated rapeseed is processed into oil [1].

Edible oil is used for food and for the production of margarine, confectionery and bakery products, and canned goods. Rapeseed oil has medicinal and dietary properties [2].

It is a valuable raw material for the production of biodiesel, is used in metallurgical and other branches of industry, is an irreplaceable basis for the production of environmentally safe preparations for plant protection, plastics, lubricants, detergents, varnishes, paints, etc [3].