МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

Факультет агрономії

Кафедра генетики, селекції рослин та біотехнології

Допущено до захисту
«_____» _____2024 р.
Завідувач кафедри,
доктор сільськогосподарських наук,
професор
_____Людмила РЯБОВОЛ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

ступеня вищої освіти магістр

МОРФОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА СТВОРЕНИХ ЗРАЗКІВ ЖИТА ОЗИМОГО В УМОВАХ УМАНСЬКОГО НУС

Виконав: студент II курсу, групи 21 м-з-а
Спеціальності 201 «Агрономія»
ЦАРУК Андрій Борисович

Керівник – Рябовол Л. О.

Умань – 2024

ЗМІСТ

ВСТУП…… . 4

РОЗДІЛ 1. ГЕНЕТИЧНІ ОСНОВИ ГЕТЕРОЗИСНОЇ СЕЛЕКЦІЇ ЖИТА ОЗИМОГО ……6

1. 1. Оцінка ефективності гібридизації жита …. …….. 6

1. 2. Цитоплазматична чоловіча стерильність жита …….....11

РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ ……. ……14

2. 1. Біологічні особливості жита озимого…….....14

2. 2. Вихідний матеріал..... ……. …...15

РОЗДІЛ 3. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ…..... 17

3. 1. Агрокліматичні умови проведення досліджень ……. 17

3. 2. Схема досліду …… ……..... 19

3. 3. Методи досліджень…… …….....20

РОЗДІЛ 4. ВАРІЮВАННЯ ОСНОВНИХ СЕЛЕКЦІЙНИХ ОЗНАК ЗРАЗКІВ ТА ПРОЯВ ГЕТЕРОЗИСУ У ГІБРИДІВ ЖИТА ОЗИМОГО.....21

4.1. Аналіз успадкування господарсько цінних ознак зразків жита озимого.....21

4.2. Оцінка прояву гетерозису в гібридних комбінацій жита озимого.35

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА. 38

5. 1. Моделювання виробничих небезпек у селекційному процесі ….38

5.2 Екологічні принципи вирощування сільськогосподарських культур.....40

ВИСНОВКИ……. . 42

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ . . . . .. …….....43

ВСТУП

Жито озиме є однією з основних хлібних культур у країнах Європи, зокрема в Україні. Воно має високу зимостійкість і посухостійкість, вирізняється невибагливістю до ґрунтів і попередників, менше, ніж інші зернові культури, уражується хворобами, оптимально реагує на удобрення та інші агротехнічні прийоми. Для забезпечення потреб людини в житньому хлібі науково обґрунтована необхідність складає 50 кг зерна жита на рік [1, 31]. Середня урожайність жита за останні роки складає 2,1 т/га. Для інтенсифікації виробництва продовольчого зерна необхідно впроваджувати у виробництво принципово нові, сучасні, інноваційні розробки та сорти і гібриди, які мають високу врожайність, зимостійкість, посухостійкість, стійкість проти вилягання, толерантні до хвороб і ушкодження шкідниками, з високою якістю зерна й придатністю до механізованого вирощування [9–11, 23]. Вирощування гібридів жита озимого забезпечить за рахунок ефекту гетерозису виробництво необхідної кількості валових зборів зерна, який мінімум на 15% є вищим, ніж у сортів [4].

Актуальність теми. Відкриття успадкування цитоплазматичної чоловічої стерильності в різноманітному вихідному матеріалі жита дозволяє отримати цінний матеріал. Гібриди жита озимого є рослинами нового типу, створеними на основі стерильних та фертильних ліній з високою комбінаційною здатністю [3]. Урожайність зерна гібридів зумовлена ефектом гетерозису за всіма її елементами, і досягається в основному за рахунок продуктивної кущистості, перерозподілу біологічної врожайності та позитивної реакції на агротехнічні заходи, що дозволяє суттєво зменшити норму висіву. У гібридів відмічено збільшення співвідношення зерна до соломи на користь зерна, вони добре реагують на застосування інтенсивних технологій вирощування. Економічний ефект вирощування гібридів на 25–50 % вище, ніж при вирощуванні сортів популяцій.

Метою досліджень було підбір вихідного матеріалу для отримання гідридних форм жита озимого з комплексом господарсько цінних ознак.

На вирішення було поставлено питання удосконалення методів оцінки та підбору ліній – батьківських компонентів гібридів.

Апробація результатів досліджень. Результати досліджень за темою наукової роботи обговорено на гуртку кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології і Всеукраїнській науковій конференції «Генетика і селекція в сучасному агрокомплексі» (м. Умань – 2024 р.)

РОЗДІЛ 1
ВИКОРИСТАННЯ ЕФЕКТУ ГЕТЕРОЗИСУ ЖИТА ОЗИМОГО
(огляд літератури)

1.1. Оцінка ефективності гібридизації жита.

Вивченню питання гетерозису у жита озимого присвячено багато наукових праць видатних вітчизняних та зарубіжних вчених-селекціонерів та генетиків. Результати досліджень вивчення аспектів гетерозису у жита озимого висвітлено в роботах вчених селекціонерів [3, 6]. Так, наукові дослідження М. П. Дубинина вказують, що найбільшу надбавку урожаю в абсолютних величинах гетерозис може дати при використанні культур, які вирощуються на великих площах [3, 16]. До таких культур відноситься жито озиме - друга продовольча культура в країні. Вперше про гетерозис жита у гібридів першого покоління повідомив В. Штегліх. Схрещуючи інцухт – лінії, він одержував в F_1 вищий урожай гібридів, ніж урожай батьківських форм. Пізніше З. Фрувірт детально описав явище гетерозису у жита. Працюючи з чистими лініями, він спостерігав перевагу F_1 над батьківськими лініями. К. Румкер і Р. Лейднер відзначали великий ефект врожайності зерна гібридних рослин. Подібні роботи проведені Г. Штреманом та Б. Лейтом [3]. Л. П. Максимчук отримав гібрид М-1 / Таращанська, який перевищив за урожаєм батьківські сорти, але поступався стандарту. Дж. Бредеманн і В. Хейсер вивчали гетерозис у жита при міжсортовому схрещуванні й встановили, що гібриди F_1 і F_2 перевершують обох батьків за врожаєм зерна і соломи. У F_3 і F_4 урожай падав до рівня середнього урожаю у обох батьків. З п'яти гібридних комбінацій чотири в середньому за шість років дали перевищення за рахунок гетерозису на 9,2–12,7 % в порівнянні з високоврожайними батьками. У зв'язку зі складністю отримання гібридного насіння шляхом штучної гібридизації ними була зроблена спроба одержати гібридне насіння іншими методами. Насіння двох відмінних за врожайністю сортів змішували в рівних частках і вивчали потомство від вільного

запилення цих сумішей порівняно з батьківськими сортами. Цим способом було вивчено багато комбінацій. Загальний урожай таких сумішей дорівнював приблизно середньому урожаю батьків. Відмічено, що гібридне потомство вдало підібраних сумішей дає збільшення урожаю. У цьому ж напрямі працював і інший дослідник Е. Штрібаух. Вирощуючи суміш з рівних частин місцевої і Петкуського жита, він відзначав, що урожай суміші і деяких поколінь її потомства вищий за урожай місцевого жита. Р. Петерсон методом тривалого добору через інбридинг одержав високофертильні лінії, потім шляхом схрещування спеціально підібраних ліній створив декілька синтетичних сортів, господарські ознаки яких перевищували початкові стандартні сорти. Подібна ж робота була проведена у 1938 р. Б. Лейтом і Х. Шандсом [7, 8].

Вивчаючи міжсортове перезапилення жита протягом п’яти років, Н. В. Рудніцкий та К. А. Глухих встановили, що цей прийом дозволяє підвищити урожай на 0,3 т/га. Підвищення урожаю спостерігалося як після одноразового, так і після дворазового перезапилення. А. Мюнтцинг, досліджуючи гібридну силу комбінацій, отриманих від схрещування інбредних ліній сорту Stalrag, спостерігав гетерозис до 8 % відносно вихідного сорту. Підвищення зимостійкості, маси 1000 зерен і врожайність жита при міжсортовому перезапиленні спостерігав І. Е. Глущенко. Р. Н. Димов за результатами вивчення міжсортового перезапилення сорту Тулунська зеленозерна з сортами В’ятка, Авангард, Петкус, Лісицина і декількома місцевими зимостійкими сортами одержав гібрид, що перевершував стандарт за врожаєм зерна на 16 %. Багато вітчизняних і зарубіжних авторів відзначали необхідність міжсортового схрещування для підвищення врожайності жита озимого. А. Т. Козир встановив, що перезапилені форми в порівнянні з не перезапиленими відрізняються швидким розвитком. Перезапилені гібридні форми мають кращою зимостійкістю, посухостійкістю, продуктивною кущистістю, стійкістю проти вилягання і більшою продуктивністю колосу. П. Міколайчук і С.

Сжолковській повідомляють, що перше покоління чотирьох гібридних комбінацій жита, одержане від різних пар сортів і однієї комбінації від суміші п'яти сортів, сприяло збільшенню урожаю на 4,4–15,4 %. С. Богомягков, використовуючи суміш сортів жита озимого Омка, В'ятка, Лісицина, а також сорти Петкус 194 і РДС, спостерігав прояв ефекту гетерозису за врожаєм, що склав 25 % за відношенням до стандартного сорту Омка. Надалі ця гібридна комбінація слугувала матеріалом для створення сорту, урожай зерна якого протягом трьох років перевищував урожай сорту Омка в середньому на 21,2 %. У дослідах Ф. С. Сухобрус природне перезапилення кращих ліній сорту Таращанська Т2 з кращими сортами, що були районовані в СРСР, підвищувало урожай на 18-27 %. [3, 24].

Розглянуті випадки прояву ефекту гетерозису використовувалися в основному в селекційних і насінницьких цілях при виведенні або поліпшенні сортів жита. У виробничих же масштабах гетерозисні сортосуміші не знайшли застосування, оскільки при цьому сильно коливалася врожайність. Останнє обумовлено неконтрольованим перезапиленням компонентів схрещування. Сучасний стан проблеми використання гетерозису у жита озимого свідчить, що дана проблема вивчена ще недостатньо. Дотепер немає єдиної думки про перспективність використання цього ефекту у виробництві.

Вчені вважають, що гетерозис у жита як перехреснозапильної культури не має вагомого значення [24]. Основними причинами невдачі окремих дослідників, що вивчають цю проблему, слід вважати те, що схрещували вони близькоспоріднені сорти і мало місце неповне перезапилення компонентів. Я. Редой і А. Вараши встановили, що при вивченні 227 комбінацій міжсортових близькоспоріднених гібридів жита величина гетерозису у кращих комбінацій не перевищувала 3,5–7,5 % від середньої врожайності батьківських сортів. В. Веліковські при вивченні перезапилення всіх районованих в Чехословакії сортів незначне підвищення урожаю спостерігав лише за двома комбінаціями. Міжсортове схрещування проводила в двох варіантах: без участі материнського пилку в запиленні і з

участю материнського пилку в запиленні. Результати досліджень показали наявність явища гетерозису в порівнянні зі стандартним сортом у всіх гібридних комбінацій, що випробовувалися, одержаних без участі материнського пилку в запиленні. Так, в комбінації № 59 / С2 гетерозис коливався в межах 19,65–31,60 %, в комбінації № 59 / Д – 9,48–35,11 %. [24, 25]. Очевидно, для отримання високогетерозисного гібридного насіння при підборі компонентів необхідно залучати сорти різних екологічних груп, найбільш генетично диференційованих. Відомі випадки гетерозисного ефекту, що виникає при схрещуванні двох форм, які розрізняються не за походженням, а фізіологічно. Вітчизняні та закордонні селекціонери спостерігали гетерозис після перезапилення насіння одного сорту, що заздалегідь вирощувалися протягом декількох генерацій на різних ґрунтах або в різних географічних районах [2, 41].

Негативне відношення деяких дослідників до гетерозису у жита пояснюється ще і тим, що проблему гетерозису жита вони вирішували тими ж методами, що і кукурудзи, намагаючись відібрати комбінаційно цінні інцухт-лінії для подальшого отримання міжлінійних і міжсортових гібридів. Проте виявилося, що озиме жито зовсім інакше відноситься до інбридингу. Глибокі дослідження, проведені М. Поупом, Геріберт-Нільсоном, показали, що жито дуже чутливе до інбридингу. В більшості випадків за інцухтування рослини жита зав'язується незначна кількість насіння. Проте незначна частина одержаного інбредного потомства може підлягали наступному інбридингу. Багато інбредних ліній знижують життєздатність і фертильність. Це явище привело дослідників до думки про створення синтетичних сортів жита замість гібридних [12, 19, 38]. Вони вважають, що економічно недоцільно одержувати гібридне насіння від контрольованих схрещувань спеціально підібраних батьківських форм жита. Задача використання гетерозису може бути вирішена шляхом створення генетично збалансованих гібридних популяцій, відносна постійність генотипового складу яких може забезпечити збереження певного рівня гетерозису в декількох поколіннях.

Здешевлення виробництва гібридного насіння першого покоління може бути досягнуто шляхом застосування методу вільного міжсортового перезапилення. Кращим же методом перезапилення вважається полікросс.

Жито відрізняється від кукурудзи низьким коефіцієнтом розмноження, що підвищує собівартість насіння. Отже, успіх використання гетерозису залежить від значного підвищення врожайності гібридів. Пшениця за коефіцієнтом розмноження наближається до жита озимого і економічно виправданий гетерозис буде лише в тому випадку, якщо прибавка урожаю складе не менше 25 % від урожаю кращого районованого сорту [13, 27]. Вивчення гетерозису у жита в останні 20 років виявило комбінації, які значно перевершували за урожайністю батьківські сорти. В. Плярре і Ф. Феттель у досліджували прояв гетерозису і комбінаційну здатність сортів жита. Кращими гібридами виявилися He1korn 1 / 228/47 і He1korn 1 / X 1747/47, які перевищили стандарт Petkusser відповідно на 17 і 19,2 %, причому остання цифра відноситься до F_2. Дослідники відзначають, що ступінь прояву гетерозису залежить від особливостей батьківських форм, методики і умов запліднення. На цій підставі дійшли висновку, що гетерозис жита є перспективним. Пізніші роботи показали, що достатньо високий гетерозис можна одержати і при міжсортових схрещуваннях сортів жита, що розрізняються в еколого–географічному і генетичному відношенні. При підборі сортів для схрещування велике значення має їх потенційна продуктивність [26, 30, 40]. Гетерозисні гібриди, що перевищують стандарт за урожаєм зерна, найчастіше були одержані від схрещування високоврожайних сортів або за участі хоча б одного високоврожайного сорту. Максимальний гетерозис за врожаєм зерна має місце в першому поколінні гібридів, знижуючись на 9–20 % в другому і на 10–30 % в третьому поколінні. Велике варіювання величини гетерозису міжсортових гібридів (до 30–40 %) спостерігалося при реципрокних схрещуваннях. Успадкування якісних показників зерна носило проміжний характер [24, 29]. Гетерозис гібридів від схрещування сорту жита Московська карликова з сортами

Petkusser, Petkusser Kurzstroh, Kungs 11 за продуктивністю рослин складав 9–13,6 % до стандарту в першому поколінні і 2,3–12 % в другому поколінні [22]. Таким чином, при міжсортовому схрещуванні жита цілком можливо одержати економічно високий гетерозис. Гетерозис кращих міжсортових гібридів за врожайністю зерна з одиниці площі порівняно зі стандартом може складати 25–35 %. Одним із напрямів вирішення проблеми використання гетерозису у жита є розробка методів масового отримання гібридного насіння. Система самонесумісності жита озимого, запропонована Д. Левісом передбачає створення за материнськими формами ліній, що складаються з несумісних генотипів. Для підтримки несумісних ліній створювалися самофертильні сестринські форми [24]. Проте вчені, вивчаючи теорію самонесумісності у зв'язку з генетикою самофертильності жита встановив, що створення системи несумісності для міжлінійної гібридизації є складнимпитанням. Основною причиною при цьому є неможливість поєднання успіху в створенні і розмноженні інцухт-ліній із збереженням самостерильності [21]. Несумісні генотипи звичайно формують при самозапиленні мало насіння, а самофертильні – втрачають самонесумісність. У потомстві формуються самостерильні рослини, які за рахунок більшого коефіцієнта розмноження витісняють несумісні сестринські форми в наступних поколіннях. На основі викладеного можемо зробити висновок, що самонесумісність в інцухт-лініях взагалі неможливо зберегти.

1.2. Цитоплазматична чоловіча стерильність жита

Найперспективним для отримання гібридного насіння жита у великих виробничих масштабах є метод використання цитоплазматичної чоловічої стерильності (ЦЧС). Дослідження [8, 24, 37, 39] дозволяють припустити, що рослини з ЦМС можна виділити з рослин більшості сортів. Вдалося знайти стерильні форми у 150 зразків жита озимого і ярового. Частота прояву стерильних рослин дуже мала і складає для окремих сортів від 0,9 до 20 %.

Було відмічено, що найчастіше стерильні рослини зустрічаються у зразків стародавнього місцевого жита і нечасто серед селекційних сортів. Результати гібридологічного аналізу ознаки ЦЧС у жита дають можливість стверджувати, що один з типів стерильності має монофакторний контроль. При цьому чоловіча стерильність у відповідній плазмі ядерної системи контролюється геном, який знаходиться у рецесивному стані (rf rf), а відновлення фертильності здійснюється його домінантним станом (Rf Rf). Тому створення стерильних аналогів у жита на основі типу моночинника ЦЧС не є проблемою в гетерозисній селекції [8]. Х. Гейгер і Ф. Шнель знайшли чоловічу стерильність у жита в чотирьох лініях, одержаних від схрещування аргентинського жита Пампа з інбредною лінією «А» [24, 33]. Одночасно з вивченням генетики ЦЧС у жита розроблено метод отримання аналогів-закріплювача стерильності і відновника фертильності, вважаючи, що створення стерильних аналогів сортів жита може бути здійснене двома способами: виявленням стерильних форм в популяції сорту і подальшим їх розмноженням при запиленні сестринськими рослинами або шляхом 5–6-разового беккросу певного сорту на джерело стерильності. Досить складно одержати закріплювач стерильності. В результаті тривалих досліджень встановлено неможливість виявлення готового повного закріплювача стерильності [24, 34]. Якщо стерильний аналог одержано шляхом виявлення стерильних рослин сорту, то для створення аналогів цього ж сорту, які закріплюють стерильність, пропонується інший спосіб, коли виключається цикл насичуючих схрещувань. При використанні цього способу як донор застосовується наявний стерильний аналог.

На першому етапі проводяться парні схрещування стерильних рослин з фертильними і одночасне самозапилення батьківських рослин. На другий рік потомство самозапилених батьківських рослин, від схрещування з якими одержані повністю стерильні нащадки, перезапилюють між собою і об'єднують в аналог сорту – закріплювача стерильності. Дещо простіше зі створенням відновників фертильності, оскільки більшість сортів жита

озимого добре відновлює фертильність. У зв'язку з відсутністю методу масової кастрації рослин гетерозис у жита до нині використовується в гібридних популяціях, що мають перевагу над районованими сортами [35]. З відкриттям ЦЧС у жита В. Д. Кобилянським і створенням аналогів - закріплювачів стерильності і відновників фертильності за деякими основними сортами світової селекції проблема використання гетерозису у жита стала вирішеною.

Роботу з вивчення цитоплазматичної чоловічої стерильності у жита було розпочато в Інституті рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН під керівництвом І. М. Полякова [32, 42]. Джерело ЦЧС виявлено в колекційному зразку жита ярого (каталог ВІР 9627), який був оброблений хімічною речовиною з метою кастрації.

Встановлено, що виявлена стерильність успадковується та передається за материнською лінією. Різницю за морфологічними ознаками між стерильними та фертильними формами можливо виявити на етапі цвітіння. Пиляки стерильних рослин недорозвинуті, значно меншого розміру, ніж у фертильних форм.

Основною складністю на етапі досліджень ЦЧС є створення закріплювачів стерильності [20, 24, 40]. Було встановлено, що закріплювачі стерильності з повною закріплюваною здатністю можливо отримувати розподілом форм з частковою закріплюваною здатністю. Після ідентифікації ЦЧС у жита озимого підтверджено можливість її використання та відпрацьовано механізми отримання лінійного матеріалу, відбулася зміна пріоритетів в селекції культури, а також отримали розвиток наукові дисципліни, що розкривають фізичну природу і механізми системних процесів (самоорганізації, саморозвитку, саморегулювання, самовідтворювання) і створені комп'ютерні технології, які дають можливість принципово нової організації інформаційного забезпечення селекційного процесу.

РОЗДІЛ 2
ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ

2. 1. Біологічні особливості жита озимого

Жито озиме – зернова хлібна культура, що належить до тріби *Triceae*, родини *Poaceae,* роду *Secale* L.. Зерно багате вітамінами А, В, РР, Е. Вміст білка – понад 13 %, сирого протеїну – понад 11,0 % [14].

Білок вирізняється вмістом лімітуючої амінокислоти – лізину [18].

Серед зернових культур жито має найнижчу калорійність і за біологічною цінністю переважає пшеницю. Хліб із житнього борошна не сприяє зростанню маси тіла і є корисним. Згідно з сучасними знаннями жито є ідеальною сировиною для виробництва здорового продовольства та профілактичного харчування [15, 35].

Жито – перехреснозапильна самонесумісна культура, що запилюється вітром. За даними вчених самофертильність рослин популяції варіює від 0 до 6 % [24].

Сучасні сорти та гібриди відрізняються високою врожайністю, відселектовані за стійкістю до вилягання, менше уражуються хворобами і мають достатньо високі шанси перевершити за врожайністю пшеницю озиму за нижчої інтенсивності обробітку. Крім того, аргументами щодо переваг жита озимого є:

- висока зимостійкість (критична температура вимерзання перевищує – 28–32 °С, що на 4–5 °С нижча ніж у пшениці), гарантує повне збереження посівів у зимово-весняний період. На відміну від пшениці жито менше вражається весняними заморозками. Культура не вибаглива до умов вирощування завдяки галуженій кореневій системі, яка здатна проникати глибоко в ґрунт (до 150 см), а кореневі виділення

сприяють засвоєнню важкорозчинних речовин, що забезпечує рослинам високу посухостійкість і стабільність урожаю;

- менша чутливість жита до кореневих гнилей, нематод, неуразливість твердою та летючою сажкою дають переваги при вирощуванні жита в насичених зернових сівозмінах, а саме жито є добрим попередником для інших культур на всіх типах ґрунтів через низькі витрати добрив, насіння, засобів захисту рослин тощо;
- жито озиме є посухостійкою культурою. За рахунок раннього відновлення вегетації рослини встигають засвоїти вологу, що утворюється після танення снігу та сформувати міцну галужену кореневу систему, яка спроможна засвоювати вологу з глибоких шарів ґрунту.

Вченим вдалося одержати сорти та гібриди з високою стійкістю до збудників грибкових хвороб: снігової плісняви, фузаріозу колосу і стебла, борошнистої роси, бурої і стеблової іржі, ріжок.

Проте більшість сортів високостеблові і не вирівняні за висотою тому стійкість до вилягання є пріоритетним напрямом селекції. Окремі сорти мають низьку натуру зерна та озерненість колосу, схильні до осипання формують дрібне гетерогенне за забарвленням зерно.

Нині сорти та гібриди повинні мати низку господарсько-цінних ознак, зокрема, зимо- і морозостійкість, скоростиглість, посухостійкість, стійкість до закислення і засолення ґрунту, інших абіотичних та біотичних стресорів, а також високу технологічну та хлібопекарську якість зерна. Ці всі проблеми можна вирішити за переходу до гетерозисної селекції.

2.2. Вихідний матеріал

Дослідження проведено за використання високопродуктивного

вихідного селекційного матеріалу жита озимого кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології отриманого впродовж 2014–2024 років згідно наукової програми.

Контролем слугував сорт Харківське 98. Вихідні зразки вирізнялись відмінностями за ознакою стерильність–фертильність і морфологічними ознаками, зокрема, морозостійкістю, стійкістю до вилягання та осипання, високою комбінаційною здатністю.

РОЗДІЛ 3

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

3. 1. Агрокліматичні умови проведення досліджень

Польові дослідження проводили на селекційних ділянках кафедри генетики, селекції рослин та біотхнології Уманського національного університету садівництва впродовж 2022–2024 років. Місцевість зонально відноситься до Центрального Правобережного Лісостепу України.

Грунт дослідного поля – чорнозем опідзолений важкосуглинковий, що в регіоні займає 74 % земельної площі. Глибина гумусного горизонту біля 45 см, Вміст гумусу в орному шарі за методом Тюріна складає 3,0–3,4 %. Концентрація легкогідролізованого азоту за методом Тюріна-Кононової – 100–120 мг/кг ґрунту. За методом Чирікова вміст рухомих калію 70–100 мг/кг ґрунту, а фосфору – 125−150 мг/кг ґрунту. pH сольовий – 5,8.

Клімат регіону – помірно континентальний. Зона характеризується нестійким зволоженням (табл. 1, 2). Метеорологічні умови фіксувались Уманською метерологічною станцією за даними якої середньобагаторічний показник кількості опадів складає 586 мм, а середньодобова температура повітря – 8,8 ºС.

Температура повітря в роки досліджень була вищою за середньобагаторічні показиики, а кількість опадів – меншою. Зими були малосніжними, весна – затяжна прохолодна, літо – спекотне, осінь – посушлива, тепла.

Таблиця 1

Кількість опадів за період проведення досліджень (за даними метеостанції Умань), мм

Роки	Місяці												Всього за с. -г. рік
	жовтень	листопад	грудень	січень	лютий	березень	квітень	травень	червень	липень	серпень	вересень	
Середньо багаторічна	43	43	40	38	34	36	41	52	81	68	49	61	586
2021–2022	7	21,1	91,2	23,9	7,3	13,4	57,7	22,3	36,3	28,1	44,5	120	473
2022–2023	10,0	71,8	53,1	6,0	20,5	27,2	129,6	42,4	15,8	92,5	12	15	496
2023–2024	33,5	62,3	55,0	29,8	14,9	89,5	56,2	41,8	56,5	17,9			

Таблиця 2

Середня температура повітря за період проведення досліджень (за даними метеостанції Умань), °С

Роки	Місяці												Всього за с. -г. рік
	жовтень	листопад	грудень	січень	лютий	березень	квітень	травень	червень	липень	серпень	вересень	
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
2021–2022	7,2	4,7	-1	-1,3	1,8	2	8,6	14,5	20,5	21	21,7	12,6	9,4
2022–2023	10,0	3,7	-0,4	0,2	-0,2	5,1	8,8	15,4	19,6	21,3	24	18,2	10,5
2023–2024	11,7	4,6	1,2	-1,6	4,2	4,5	13,0	15,3	21,2	24,3			

Отже погодні умови у період проведення досліджень характеризувалися екстримальними показниками, що дало змогу всебічно оцінити матеріал за комплексом цінних господарських ознак.

3. 2. Схема досліду

Для створення та оцінки ліній жита озимого використовували самозапилення рослин. Для отримання самофертильних форм застосовували насичуючі схрещування.

За створення гібридних комбінацій і визначення комбінаційної здатності зразків використовували систему діалельних схрещувань.

Кожен зразок висівали на ділянці в рядки довжиною 1м. Гібридизацію і самозапилення проводили під пергаментними ізоляторами (рис. 1).



Рис. 1. Ізоляція рослин жита озимого за використання пергаментних ізоляторів

3. 3. Методи досліджень

За вирощування жита озимого на селекційних ділянках застосовували технологію прийняту для зони Лісостепу України.

Розробку методів, оцінку селекційної цінності ліній і батьківських форм та гібридних комбінацій проводили на підставі результатів польових випробувань. Природу, механізми і закономірності прояву самосумісності, гетерозису, а також реакцію на зміни фізичного середовища на рівні макросистеми вивчали за аналізу потомства діалельних, кросових і безсистемних схрещувань.

Гібридизацію проводили під пергаментними ізоляторами та на просторово-ізольованих ділянках, де материнську форму висівали попарно з батьківською формою. Видову прополку та браковку материнських рослин за стерильністю і архітектонікою батьківських рослин проводили до квітування.

Впродовж онтогенезу проводилися фенологічні спостереження згідно «Методики державного сортовипробування сільськогосподарських культур».

Збирали урожай з ділянок вручну. Облік урожаю проводили після первинної очистки за стандартної вологості (14 %).

Структурний аналіз рослин проводили в лабораторії за основними показниками їх продуктивності.

Для статистичного аналізу використовували методи дисперсійного, кореляційного та регресійного аналізу за рекомендацією Єщенко В. О. та ін. , Ушкаренка В. О. та ін. [17, 28].

РОЗДІЛ 4

ВАРІЮВАННЯ ОСНОВНИХ СЕЛЕКЦІЙНИХ ОЗНАК ЗРАЗКІВ ТА ПРОЯВ ГЕТЕРОЗИСУ У ГІБРИДІВ ЖИТА ОЗИМОГО

4.1. Аналіз успадкування господарсько цінних ознак зразків жита озимого

Впродовж 2022–2023 рр. вивчали варіювання основних селекційних ознак та прояв гетерозису за використання 11 кращих гібридних комбінацій та їх батьківських форм – 6 чоловічо-стерильних(ЧС) і 6 самофертильних ліній (ЗС) жита озимого. Аналіз проводили за окремими ознаками: висотою рослин (см), продуктивною кущистістю (шт.), довжиною колосу (см), кількістю квіток у колосі (шт.), кількістю зерен у колосі (шт.), фертильністю колосу (%), щільністю колосу (шт./см), масою 100 зерен (г), масою зерна з колосу (г), масою зерна з рослини (г).

На основі вивчення фенотипового прояву кількісних ознак продуктивності рослин жита озимого зроблено висновки, щодо ефективності селекційного покращення тих чи інших ознак і вказано потенційні можливості впливу кожного окремого елемента в структуру урожаю.

Експериментальна оцінка комбінаційної здатності вихідного матеріалу сільськогосподарських культур з низьким коефіцієнтом розмноження, яким є і жито озиме, призводить до збільшення об’єму селекційної роботи і витрат праці, тому перевірка ефективності теоретичного прогнозу щодо придатності тих чи інших ліній жита озимого для гетерозисної селекції має наукове і практичне значення.

Для практичної селекції цінними є комбінації з високим рівнем конкурсного гетерозису. За результатами дисперсійного аналізу випробування врожайності материнських форм та їх самофертильних ліній (у тексті ЧС і ЗС) лише у 11-ох гібридів встановлено достовірний рівень

конкурсного гетерозису. Тому, з метою з'ясування за якими саме ознаками і якою мірою проявляється гетерозис, наводиться порівняльна характеристика генетико-статистичних параметрів саме цих гібридних комбінацій та їх батьківських форм за окремими кількісними ознаками.

Погодні умови за період досліджень склалися таким чином, що можна прослідкувати їх вплив на розмах мінливості висоти рослин, створених нами ЧС і ЗС ліній жита озимого, від найменших до найбільших їх значень (табл. 3).

Таблиця 3

Середнє значення та варіювання ознаки «висота рослин» у зразків жита озимого

Зразок	$\overline{X} + S_{\bar{x}}$, см V+Sv, %			Середнє
	2022 р.	2023 р.	2024 р.	
ЧС-13	**104,6 ± 0,9** 8,8 ± 1,9	**82,3 ± 0,6** 2,5 ± 0,6	**71,6 ± 1,3** 5,6 ± 1,3	**86,2** 5,6
ЧС-14	**91,3 ± 2,0** 7,1 ± 1,6	**96,7 ± 2,2** 7,0 ± 1,6	**98,5 ± 3,5** 11,3 ± 2,5	**95,5** 8,2
ЧС-16	**77,0 ± 2,2** 8,8 ± 1,9	**88,8 ± 1,7** 6,1 ± 1,4	**75,8 ± 4,5** 18,9 ± 42	**80,5** 10,6
ЧС-18	**90,7 ± 4,1** 14,4 ± 3,2	**80,7 ± 3,3** 12,8 ± 2,9	**80 ± 2,1** 8,4 ± 1,9	**83,8** 11,4
ЧС-20	**119,3 ± 4,1** 10,7 ± 2,4	**108,3 ± 2,3** 6,6 ± 1,5	**106,1 ± 2,7** 7,9 ± 1,8	**111,2** 9,1
ЧС-21	**95,0 ± 5,9** 19,6 ± 4,4	**104,0 ± 3,6** 11,3 ± 2,4	**106,2 ± 3,6** 10,7 ± 2,4	**101,7** 13,5
ЗС-1	**90,2 ± 2,7** 9,3 ± 2,1	**89,4 ± 3,2** 11,2 ± 2,5	**91,4 ± 0,6** 1,9 ± 0,4	**90,3** 6,7
ЗС-3	**78,9 ± 1,4** 5,6 ± 1,3	**81,2 ± 2,7** 10,5 ± 2,5	**70,2 ± 0,9** 4,1 ± 0,9	**76,8** 6,4
ЗС-4	**105,8 ± 1,3** 6,9 ± 1,5	**104,2 ± 2,9** 8,8 ± 1,9	**76,9 ± 1,7** 6,9 ± 1,5	**95,6** 6,6
ЗС-6	**106,2 ±1,9** 5,8 ± 1,3	**107 ± 2,4** 7,0 ± 1,6	**100,6 ± 3,1** 9,8 ± 2,1	**104,6** 7,6
ЗС-7	**106,3 ± 1,1** 3,2 ± 0,7	**117 ± 2,9** 7,8 ± 1,7	**105,4 ± 0,9** 2,8 ± 0,6	**109,5** 4,7
ЗС-8	**108,2 ±1,5** 4,5 ± 0,9	**112 ± 1,9** 5,3 ±1,2	**103,9 ± 2,9** 8,8 ± 1,9	**108** 6,3

Так 2022–2024 рр. були сприятливими для росту і розвитку рослин жита озимого і середні значення висоти рослин у ліній були вищі до середньої за три роки 2022 р. становили 77,0–119,3 см, 2023 р. – 80,7–117,0 см, а 2024 р. характеризувався найменшими значеннями висоти рослин – 70,2–106,2 см.

Найменшою, середньою за три роки, ця ознака була у ліній ЧС-16 – 80,5 см у ЗС-3 – 76,8 см, найвищою ЧС-20 і становила за три роки 111,2 см.

Коефіцієнти варіації висоти рослин не істотно відрізнялися між собою, тобто ознаку «висота рослин» у ліній озимого жита можна віднести до маломінливих ознак.

В гібридних комбінаціях порівняно з вихідними батьківськими лініями жита озимого виявили проміжне спадкування висоти рослин у гібридів F_1. Тобто, за ознакою «висота рослин» гетерозису не встановлено.

Короткостебельні гібриди жита озимого не знижують стабільності до вилягання (максимальний ліміт висоти гібридів 140 см), розмах мінливості у досліджуваних батьківських форм і їх потомств становив 60–142 см, тому рівень гетерозису за урожайністю цілком придатний для його господарського використання.

Число продуктивних пагонів у жита озимого є важливою складовою загальної продуктивності рослин.

За даними вчених [25, 36] показник продуктивної кущистості надзвичайно мінливий і залежить переважно від факторів зовнішнього середовища. В жита при схрещуванні домінує вища кущистість.

Звичайно, гібриди проявляють більший гомеостаз, тобто підвищену стабільність прояву ознаки, порівняно до батьківських форм, що є однією з причин збільшення загальної кущистості у гібридів. Nurberg-Kruger [30] відмітила вплив материнської цитоплазми на ознаку кущистості у гібридів, тобто материнська форма з більшою кущистістю утворює, зазвичай, більш кущисті гібриди, ніж при схрещуванні у зворотному напрямку.

Продуктивна кущистість у жита озимого – ознака, що характеризується високою мінливістю, коефіцієнти варіації за роками досліджень коливався

від 5 до 60% (табл. 4).

Таблиця 4

Середнє значення та варіювання ознаки «кількість продуктивних стебел» у ліній жита озимого

Зразок	$\overline{X} + S_{\bar{x}}$, шт. V+Sv, %			Середнє
	2022 р.	2023 р.	2024 р.	
ЧС-13	**8,0 ± 0,7** 28,3 ± 6,3	**7,9 ± 0,5** 20,2 ± 4,5	**8,1 ± 0,6** 22,1 ± 4,9	**8,0** 23,5
ЧС-14	**9,2 ± 1,1** 36,9 ± 8,2	**8,2 ± 0,7** 28,0 ± 6,3	**10,0 ± 0,5** 15,6 ± 3,5	**9,1** 26,8
ЧС-16	**11,6 ± 0,8** 21,1 ± 4,7	**9,3 ± 0,2** 5,2 ± 1,2	**7,4 ± 0,4** 15,9 ± 3,5	**9,4** 14,1
ЧС-18	**11,9 ±1,7** 46,3 ±10,3	**12,0 ± 1,5** 40,2 ± 8,9	**11,6 ± 0,8** 21,2 ± 4,7	**11,8** 35,9
ЧС-20	**9,7 ± 0,8** 27,5 ± 6,2	**11,4 ±1,3** 34,9 ± 7,8	**8,9 ± 0,3** 9,8 ± 2,2	**10,0** 24
ЧС-21	**10,7 ± 1,4** 42,0 ± 9,4	**11,8 ±2,9** 60 ± 17,9	**8,5 ± 0,6** 21,7 ± 4,8	**10,3** 41,2
ЗС-1	**9,7 ± 0,6** 19,5 ± 4,4	**10,0 ± 0,9** 27,9 ± 6,2	**9,6 ± 0,3** 9,2 ± 2,1	**9,8** 18,9
ЗС-3	**5,1 ± 0,3** 20,6 ± 4,6	**8,6 ± 0,5** 17,6 ± 3,9	**7,6 ± 0,4** 22,4 ± 5,0	**7,1** 20,2
ЗС-4	**10,1 ±1,9** 60,0 ± 13,4	**13,7 ± 1,2** 26,6 ± 5,9	**8,3 ± 0,5** 20,8 ± 4,6	**10,7** 35,8
ЗС-6	**7,2 ± 0,6** 28,4 ± 6,3	**7,1 ± 0,5** 21,6 ± 4,8	**7,1 ± 0,8** 35,5 ± 7,9	**7,1** 28,5
ЗС-7	**10,3 ± 0,5** 16,0 ± 3,6	**9,8 ± 1,0** 32,6 ± 7,3	**10,0 ± 0,5** 17,3 ± 3,9	**10,0** 21,9
ЗС-8	**15,7 ± 1,3** 25,5 ± 5,7	**7,0 ± 0,5** 24,7 ± 5,5	**7,2 ± 0,9** 39,0 ± 8,7	**10,0** 29,7

Цікавими для гетерозисної селекції є лінії ЧС-20, ЧС-21, ЗС-4, ЗС-7, ЧС-18, що мали продуктивну кущистість середню за три роки 10 продуктивних пагонів на одну рослину.

Найповніший прояв потенціалу продуктивної кущистості мала лінія ЧС-18, яка за три роки формувала найстабільнішу кількість продуктивних стебел – 11,8 шт.

Найменшу продуктивну кущистість фіксували у ліній ЗС-3 і ЗС-6 (7,1 продуктивних стебел на рослину).

Надзвичайно цінним є порівняння результатів оцінки прояву гетерозисного ефекту за продуктивною кущистістю в досліджуваних зразків залежно від гібридної комбінації.

Довжина колосу – одна з важливих характеристик колосу. У жита озимого між довжиною колосу і його щільністю встановлено високу негативну кореляцію.

За схрещуванні сортів з різною довжиною і щільністю колосу можна досягнути збільшення кількості квіток у колосі, а отже потенційно збільшити продуктивність колосу.

В. Д. Кобилянским встановлено, що довгий нещільний колос є домінантним за відношенням до короткого щільного. Ж. Шахла спостерігав проміжне спадкування довжини і щільності колосу з ухилом у бік довго- і нещільноколосих [24]. При схрещуванні щільноколосих сортів між собою він спостерігав ефект гетерозису по довжині колосу і депресію за щільністю. Відбір за довжиною колосу нерідко може призводити до зменшення його щільності, оскільки між цими ознаками встановлено високу негативну кореляцію.

Середні значення довжини колосу за три роки у вихідних ліній знаходяться у межах 9,0–11,0 см, коефіцієнт варіації низький 4,4–10,2% (табл. 5).

Найбільшою в середньому за три роки ця ознака була у зразка ЗС-4 – 11 см, у ліній ЧС-14, ЧС-21 ця ознака була дещо меншою – 10,3 та 10,2 см відповідно. В 2022–2024 рр. середня довжина колосу у ліній ЗС-6, ЗС-7, ЧС-21 залишалася стабільною і не перевищувала відповідно 9,2; 10,6; 10,6 см.

У гібридних комбінаціях ЧС-20 / ЗС-6, ЧС-20 / ЗС-8, ЧС-13 / ЗС-8, ЧС-16 / ЗС-3, ЧС-18 / ЗС-7 спадкування ознаки «довжини колосу» проходило за типом повного домінування, оскільки середнє значення ознаки у гібридів вище за вихідні лінії.

Таблиця 5.

Середнє значення та варіювання ознаки «довжина колосу» у зразків жита озимого

Зразок	$\overline{X} + S_{\bar{x}}$, см V+Sv, %			Середнє
	2022 р.	2023 р.	2024 р.	
ЧС-13	**10,5 ± 0,3** 8,2 ± 1,8	**9,6 ± 0,1** 4,3 ± 1,0	**9,3 ± 0,2** 7,1 ± 1,6	**9,8** 6,5
ЧС-14	**10,1 ± 3,4** 11,9 ±2,7	**9,7 ± 0,2** 7,0 ± 1,6	**11,0 ± 0,1** 3,8 ± 0,8	**10,3** 7,6
ЧС-16	**9,1 ± 0,2** 5,5 ± 1,2	**10,0 ± 0,1** 1,9 ± 0,4	**9,6 ± 1,2** 5,9 ± 1,3	**9,6** 4,4
ЧС-18	**8,8 ± 0,2** 8,2 ± 1,8	**9,3 ± 0,1** 8,8 ± 2,0	**9,0 ± 0,2** 5,7 ± 1,3	**9,0** 7,6
ЧС-20	**9,9 ± 0,3** 10,2 ± 2,3	**10,4 ± 0,3** 10,1 ±2,3	**9,2 ± 0,2** 6,9 ± 1,5	**9,8** 9,1
ЧС-21	**10,6 ± 0,2** 7,2 ± 1,6	**9,7 ± 0,3** 8,7 ±2,6	**10,3 ± 0,2** 5,7 ± 1,3	**10,2** 7,2
ЗС-1	**9,9 ± 0,5** 14,5 ± 3,2	**9,6 ± 0,1** 4,3 ± 0,9	**9,1 ± 0,1** 3,1 ± 0,7	**9,5** 7,3
ЗС-3	**9,2 ± 0,3** 11,3 ± 2,5	**9,5 ± 0,1** 3,9 ± 0,9	**9,9 ± 0,4** 3,2 ± 0,9	**9,5** 6,1
ЗС-4	**11,1 ±0,2** 5,5 ± 1,2	**11,6 ± 0,3** 8,0 ± 1,8	**10,4 ± 0,2** 6,8 ± 1,5	**11,0** 6,8
ЗС-6	**9,2 ± 0,1** 5,1 ± 1,1	**8,9 ± 0,5** 6,4 ± 3,7	**8,9 ± 0,2** 6,4 ± 1,4	**9,0** 5,9
ЗС-7	**9,9 ± 0,2** 7,4 ± 1,7	**10,6 ± 0,5** 14,1 ± 3,2	**9,2 ± 0,1** 3,2 ± 0,7	**9,9** 8,2
ЗС-8	**10,2 ± 0,3** 10,3 ± 2,3	**9,0 ± 0,3** 10,1 ± 2,3	**9,3 ± 0,3** 10,3 ± 2,3	**9,5** 10,2

У вказаних зразків жита озимого та гібридів F_1 за оптимального добору пар для схрещування можливий ефект гетерозису або домінування більш довгоколосих форм. При схрещуванні ліній з різною довжиною і щільністю колосу можна досягнути збільшення кількості квіток у колосі.

Генетичне збільшення ознаки «кількість квіток у колосі» з одночасним збільшенням озерненості – один із шляхів підвищення продуктивності колосу.

Середні значення ознаки варіювало від 60 до 78 квіток у колосі (табл. 6).

Таблиця 6

Середнє значення та варіювання ознаки «кількість квіток у колосі» у зразків жита озимого

Зразок	$\overline{X} + S_{\bar{x}}$, шт. V+Sv, %			Середнє
	2022 р.	2023 р.	2024 р.	
ЧС-13	**62,4 ± 1,4** 6,9 ± 1,5	**65,6 ± 0,3** 1,3 ± 0,3	**60,4 ± 1,2** 6,4 ± 1,4	**62,8** 4,9
ЧС-14	**69,8 ± 2,2** 9,8 ± 2,2	**63,2 ± 2,3** 11,7 ± 2,6	**66,9 ± 1,0** 4,9 ± 1,1	**6,6** 8,8
ЧС-16	**74,2 ± 8,9** 3,7 ± 0,8	**61,8 ±0,8** 3,9 ± 0,9	**58,4 ± 0,7** 3,5 ± 0,8	**64,8** 3,7
ЧС-18	**78,2 ± 1,6** 6,4 ± 1,4	**77,7 ± 1,8** 7,2 ±1,6	**74,2 ± 0,9** 3,7 ± 0,8	**76,7** 5,8
ЧС-20	**82,2 ± 2,6** 10,0 ± 2,2	**85,4 ± 0,7** 2,7 ± 0,6	**57,0 ± 0,7** 4,1 ± 0,9	**74,9** 5,6
ЧС-21	**69,4 ± 1,9** 8,5 ± 1,9	**52,4 ± 0,8** 4,6 ± 1,0	**63,6 ± 0,8** 4,1 ± 0,9	**61,8** 5,7
ЗС-1	**64,0 ± 2,3** 12,8 ± 2,9	**65,4 ± 0,3** 1,5 ± 0,3	**64,9 ± 0,5** 2,2 ± 0,5	**64,8** 5,5
ЗС-3	**60,2 ± 3,7** 19,6 ± 4,4	**60,4 ± 0,8** 4,0 ± 0,9	**59,8 ± 1,1** 5,9 ± 1,3	**60,1** 9,8
ЗС-4	**71,0 ± 0,5** 2,4 ± 0,5	**64,0 ± 1,3** 6,3 ± 1,4	**68,3 ± 2,1** 9,9 ± 2,2	**66,7** 6,2
ЗС-6	**62,2 ± 0,9** 4,9 ± 1,1	**61,6 ± 1,9** 10,1 ± 2,3	**59,6 ± 1,3** 7,1 ± 1,6	**61,1** 7,4
ЗС-7	**78,9 ± 1,7** 6,8 ± 1,5	**77,3 ± 1,6** 9,1 ± 2,0	**76,0 ± 1,1** 4,6 ± 1,0	**77,4** 6,8
ЗС-8	67,3 ± 2,1 9,9 ± 2,2	**61,3 ± 0,7** 3,6 ± 0,8	**61,8 ± 0,6** 3,0 ± 0,7	**63,5** 5,5

Найбільшим це значення було у зразків ЧС-18, ЧС-20, ЗС-7 і становило, відповідно 76,7; 74,9 та 77,4 шт., а найменшим – у лінії ЗС-3 (60,1 шт.).

Коефіцієнт варіації, залежно від матеріалу, варіював у межах 4–10%, що свідчить про високу стабільність цієї ознаки. Підвищення кількості квіток у колосі відкриває можливість для збільшення продуктивності колосу за умови високого рівня його озерненості.

В. В. Скорик [24] стверджує, що при достатньо інтенсивному доборі з

числа квіток у більшості сортів можна досягнути істотного генетичного зрушення в бажаному напрямку. В. Д. Кобилянский також вказує, що, незважаючи на невисокий ступінь спадкування цієї ознаки, у окремих гібридів F_1 проявляється домінування і навіть наддомінування в бік збільшення кількості квіток у колосі.

Отже, аналізуючи літературні джерела і проведені дослідження, можна зробити прогноз, що в усіх досліджуваних зразків ознаку «кількість квіток у колосі» можна змінювати у бажаному напрямку як добором, при високій його інтенсивності, так і методом гетерозисної селекції з урахуванням специфічних комбінацій.

Спадкування ознаки «кількість зерен з колосу» має подібний характер з ознакою «кількість квіток у колосі». Вчені стверджує, що у 48 % гібридів F_1 спостерігається домінування і гетерозис за даною ознакою, у 24 % – проміжний характер успадкування і у 28 % – ухил у бік батьківської форми з меншою кількістю зерен у колосі. Чим вищий показник числа зерен у колосі в батьківської форми, тим сильніше проявляється дана ознака у гібридів F_1. На прояв цієї ознаки значний вплив має цитоплазма, тому автор рекомендує в якості материнського компоненту використовувати сорти з високим показником кількості зерен у колосі.

У ліній чіткої залежності ознаки числа зерен з колосу від умов року вирощування не встановлено, але слід відмітити, що в 2024 році спостерігається найменша середня кількість зерен в колосі – 49,6 шт. (табл. 7).

Оскільки жито озиме – перехреснозапильна культура, то ця ознака суттєво залежить від погодних умов під час цвітіння суцвіття. У наших дослідженнях варіація ознаки була середньомінливою і знаходилася у межах від 2 до 21 %.

Таблиця 7

Середнє значення та варіювання ознаки «кількість зерен у колосі» у зразків жита озимого

Зразок	$\overline{X} + S_{\bar{x}}$, шт. V+Sv, %			Середнє
	2022 р.	2023 р.	2024 р.	
ЧС-13	**52,0 ± 1,9** 11,4 ± 2,5	**57,3 ± 0,7** 3,9 ±0,9	**47,4 ± 0,2** 1,8 ± 0,3	**52,2** 5,7
ЧС-14	**63,7 ± 1,1** 5,7 ± 1,3	**53,0 ± 2,6** 15,8 ± 3,5	**63,6 ± 0,9** 4,5 ± 1,0	**60,1** 8,7
ЧС-16	**56,0 ± 4,0** 22,7 ± 5,1	**56,3 ± 1,0** 5,7 ± 1,3	**54,8 ± 0,6** 3,5 ± 0,8	**55,7** 10,6
ЧС-18	**48,0 ± 1,3** 8,8 ± 1,9	**47,3 ± 0,9** 6,1 ± 1,4	**48,0 ± 1,3** 8,8 ± 1,9	**47,8** 7,9
ЧС-20	**52,6 ± 2,8** 17,1 ± 3,8	**69,7 ± 1,9** 8,6 ± 1,9	**49,2 ± 1,8** 11,9 ± 2,7	**57,2** 12,5
ЧС-21	**54,1 ± 3,5** 20,7 ± 4,6	**49,1 ± 1,9** 12,5 ± 2,8	**51,3 ± 2,8** 16,9 ± 3,8	**51,5** 16,7
ЗС-1	**44,0 ± 1,6** 11,2 ± 2,5	**57,3 ± 0,7** 3,9 ± 0,9	**50,7 ± 0,8** 5,5 ± 1,2	**50,7** 6,9
ЗС-3	**49,7 ± 2,1** 13,3 ± 2,9	**53,7 ± 1,2** 7,3 ± 1,6	**38,0 ± 0,5** 4,4 ± 0,9	**47,1** 8,3
ЗС-4	**52,6 ± 1,6** 9,4 ± 2,1	**52,2 ± 3,2** 19,4 ± 4,3	**46,3 ± 1,6** 10,7 ± 2,3	**50,4** 13,2
ЗС-6	**51,2 ± 2,1** 12,8 ± 2,9	**54,4 ± 1,9** 10,8 ± 2,4	**53,1 ± 1,7** 9,8 ± 2,2	**52,9** 11,1
ЗС-7	**47,7 ± 2,1** 13,8 ± 3,1	**37,3 ± 1,0** 8,9 ± 1,9	**43,1 ± 1,3** 9,7 ± 2,2	**42,7** 10,8
ЗС-8	**53,4 ± 3,5** 20,6 ± 4,6	**48,3 ± 2,3** 15,3 ± 3,4	**49,2 ± 2,9** 18,5 ± 4,1	**50,3** 18,1

Коефіцієнт мінливості у середньому за три роки був найвищим у ліній ЧС-21 – 16,7 %, ЗС-8 – 18,1 %, які характеризувалися середньою кількістю зерен з колосу.

Збільшення продуктивності колосу за рахунок підвищення його озерненості можливе, оскільки є лінії ЧС-14, ЧС-20 які в середньому за три роки за цією ознакою мали найбільшу кількість зерен, відповідно 60,1 і 57,2 шт.

Гібриди за участю цих материнських ліній виявили середній рівень

гетерозису за цією ознакою.

Щільність колосу – позитивно корелює з урожайністю зерна у багатьох злакових культур. Середні значення ознаки за роками досліджень варіювали у межах 3,0–4,1 шт. (табл. 8).

Таблиця 8

Середнє значення та варіювання ознаки «щільність колосу» у зразків жита озимого

Зразок	$\overline{X} + S_{\bar{x}}$, шт./см V+Sv, %			Середнє
	2022 р.	2023 р.	2024 р.	
ЧС-13	**2,9 ± 0,1** 1,3 ± 0,3	**3,4 ± 0,1** 3,5 ± 0,8	**3,3 ± 0,1** 3,2 ± 0,7	**3,2** 2,7
ЧС-14	**3,5 ± 0,2** 16,0 ± 3,6	**3,3 ± 0,1** 8,7 ± 1,9	**3,1 ± 0,1** 1,4 ± 0,3	**3,3** 8,7
ЧС-16	**4,1 ± 0,1** 4,3 ± 0,9	**3,1 ± 0,1** 2,2 ± 0,5	**3,0 ± 0,1** 3,3 ± 0,7	**3,4** 3,3
ЧС-18	**4,5 ± 0,1** 9,9 ± 2,2	**4,2 ± 0,2** 8,5 ± 1,9	**3,7 ± 0,8** 3,7 ± 0,8	**4,1** 7,4
ЧС-20	**4,2 ± 0,1** 11,0 ± 2,5	**4,2 ± 0,2** 7,9 ± 1,8	**3,1 ± 0,1** 3,2 ± 0,7	**3,8** 7,4
ЧС-21	**3,3 ± 0,1** 9,3 ± 2,1	**4,0 ± 0,4** 15,8 ± 3,5	**3,1 ± 0,1** 5,6 ± 1,2	**3,5** 10,2
ЗС-1	**3,6 ± 0,1** 10,8 ± 2,4	**3,4 ± 0,2** 14,2 ± 3,2	**3,6 ± 0,1** 1,1 ± 0,2	**3,5** 8,7
ЗС-3	**3,3 ± 0,1** 8,5 ± 1,9	**3,2 ± 0,1** 1,7 ± 0,4	**4,3 ± 0,3** 12,7 ± 2,8	**3,6** 7,6
ЗС-4	**3,2 ± 0,1** 6,2 ± 1,4	**2,8 ± 0,2** 10,3 ± 2,3	**2,9 ± 0,2** 9,2 ± 2,1	**3,0** 8,6
ЗС-6	**3,4 ± 0,1** 1,5 ± 0,3	**3,5 ± 0,2** 7,2 ± 1,6	**3,4 ± 0,1** 2,5 ± 0,6	**3,4** 3,7
ЗС-7	**3,9 ± 0,1** 8,4 ± 1,9	**2,8 ± 0,2** 9,1 ± 2,0	**3,0 ± 0,1** 2,6 ± 0,6	**3,2** 6,7
ЗС-8	**3,3 ± 0,1** 12,9 ± 2,9	**3,5 ± 0,2** 7,6 ± 1,7	**3,4 ± 0,2** 7,8 ± 1,7	**3,4** 9,4

Найбільшою щільністю колосу характеризувався зразок ЧС-18 – 4,1 шт/см, а найменшою – лінія ЗС-4 (3,0 шт/см). Ознака виявилася маломінливою, оскільки коефіцієнти варіації в середньому за три роки не перевищували 10,2 %.

Як відмічають вчені, у більшості сортів та популяцій жита озимого між щільністю і довжиною колосу встановлено істотну негативну кореляцію. Тобто, при зростанні довжини колосу знизується його щільність і навпаки. У лінії ЗС-4 відмічено найдовший колос 11 см, знизилася його щільність і має найнижче значення 3 шт /см порівняно з іншими лініями.

У гібридних комбінаціях ЧС-20 / ЗС-6; ЧС-20 / ЗС-8; ЧС-13 / ЗС-8; ЧС-18 / ЗС-7 відмічаємо поєднання довгого колосу (11,0; 11,8; 10,6; 9,4 см відповідно) з високою його щільністю, що призвело до збільшення загальної кількості квіток, а отже підвищило продуктивність колосу.

Щільність колосу скорельована негативним зв’язком з його довжиною. Розірвавши цей зв'язок і поєднавши довгий та щільний колос, можна досягнути збільшення кількість квіток та зерен у колосі і таким чином потенційно підвищити його продуктивність.

Маса 100 зерен (крупність зерна) з рослини є однією з основних складових ознак урожайності. Середнє значення ознаки ($\overline{X} + S_{\overline{x}}$) за зразками жита озимого за три роки варіює від 2,6 до 4,8 г (табл. 9).

Найкрупнозерішою виявилася лінія ЗС-4 у якої крупність зерна становила 4,8 г. Найнижче значення крупності зерна мали лінії ЧС-20, ЗС-1, ЗС-7 (відповідно 2,7; 2,6; 2,9 г).

Про характер мінливості цієї ознаки існують суперечливі думки. Так, В. Т. Васько відносить її до слабоваріюючих, а Ж. Шахла, до середньоварірюючих [35]. В наших дослідах ознака виявилася маломінливою: коефіцієнт варіації варіював у межах 3,8–11,6 %. Найвища мінливість спостерігається у лінії ЧС-7 – 11,6 %, а найнижча у зразка ЗС-18 – 3,8 %.

Гібридні комбінації порівняно з батьківськими формами знаходилися на рівні вихідних батьківських форм. Це вказує на те, що основна частина фенотипової мінливості цієї ознаки зумовлена спадковими причинами (адитивними ефектами) і добір рослин за фенотипом може бути достатньо ефективним.

Таблиця 9

Середнє значення та варіювання ознаки «маса 100 зерен» у зразків жита озимого

Зразок	$\overline{X} + S_{\bar{x}}$, г V+Sv, %			Середнє
	2022 р.	2023 р.	2024 р.	
ЧС-13	**3,2 ±0,2** 4,8 ± 1,1	**3,2 ± 0,2** 4,5 ± 1,0	**4,0 ± 0,2** 3,5 ± 0,8	**3,5** 4,3
ЧС-14	**4,8 ± 1,0** 7,2 ± 1,4	**4,1 ± 0,2** 4,2 ± 0,9	**4,9 ± 0,1** 8,2 ± 1,8	**4,6** 6,5
ЧС-16	**3,0 ± 2,0** 1,9 ± 0,4	**3,3 ± 1,7** 5,6 ± 1,3	**3,3 ± 0,2** 9,1 ± 2,0	**3,2** 5,5
ЧС-18	**3,0 ± 2,0** 1,8 ± 0,4	**3,1 ± 0,2** 7,7 ± 1,7	**3,0 ± 0,2** 1,9 ± 0,4	**3,0** 3,8
ЧС-20	**2,9 ± 1,0** 13,1 ± 2,9	**2,5 ± 0,2** 11,5 ± 2,6	**2,7 ± 0,2** 5,1 ± 1,1	**2,7** 9,9
ЧС-21	**3,8 ± 1,0** 10,6 ±2,1	**3,4 ± 0,2** 6,2 ± 1,4	**3,8 ± 0,1** 9,6 ± 2,1	**3,7** 8,8
ЗС-1	**2,7 ± 0,2** 8,1 ± 1,8	**2,5 ± 0,2** 6,1 ± 1,4	**2,7 ± 0,2** 7,9 ± 1,8	**2,6** 7,4
ЗС-3	**3,6 ± 0,2** 5,8 ± 1,3	**3,7 ± 0,2** 6,0 ± 1,4	**3,7 ± 0,1** 8,5 ± 1,9	**3,7** 6,8
ЗС-4	**4,9 ± 1,0** 8,2 ± 1,8	**4,8 ± 0,2** 5,7 ± 1,3	**4,6 ± 0,2** 5,3 ± 1,2	**4,8** 6,4
ЗС-6	**3,1 ± 0,2** 8,2 ± 1,8	**3,5 ± 0,2** 5,4 ± 1,2	**2,9 ± 0,1** 13,1 ± 2,9	**3,2** 8,9
ЗС-7	**2,5 ± 1,01** 14,5 ± 3,2	**3,6 ± 0,1** 11,9 ± 2,7	**2,7 ± 0,2** 8,5 ± 1,9	**2,9** 11,6
ЗС-8	**3,2 ± 0,2** 3,5 ± 0,8	**3,2 ± 0,2** 4,3 ± 0,9	**3,1 ± 0,2** 6,9 ± 1,6	**3,2** 4,9

Маса зерна з колосу – інтегральна ознака, яка включає кількість зерен в колосі і середню масу одного зерна. Маса зерна з колосу в жита озимого є основною складовою врожаю зерна з одиниці площі. У багатьох зернових колосових культур проводиться добір на збільшення урожайності за цією ознакою.

Середні значення маси зерна з колосу за три роки варіювали від 1,2 до 2,9 г (табл. 10).

Таблиця 10

Середнє значення та варіювання ознаки «маса зерна з колосу» у зразків жита озимого

Зразок	$\overline{X} + S_{\bar{x}}$, г V+Sv, %			Середнє
	2022 р.	2023 р.	2024 р.	
ЧС-13	**1,7 ± 0,08** 14,2 ± 3,2	**1,5 ±0,04** 8,5 ± 1,9	**1,9 ± 0,02** 2,9 ± 0,6	**1,7** 8,5
ЧС-14	**3,1 ± 0,1** 9,9 ± 2,2	**2,6 ± 0,1** 11,3 ± 2,5	**3,1 ± 0,08** 8,3 ± 1,9	**2,9** 9,8
ЧС-16	**1,7 ± 0,1** 24,1 ± 5,4	**1,9 ± 0,05** 9,3 ± 2,1	**1,8 ± 0,06** 10,3 ± 2,3	**1,8** 14,6
ЧС-18	**1,5 ± 0,04** 8,2 ± 1,9	**1,4 ± 0,04** 10,4 ± 2,3	**1,5 ± 0,04** 9,4 ± 2,1	**1,5** 9,3
ЧС-20	**1,4 ± 0,1** 18,5 ± 4,1	**1,8 ± 0,09** 15,8 ± 3,5	**1,3 ± 0,05** 12,3 ± 2,8	**1,5** 15,5
ЧС-21	**2,1 ± 0,2** 25,3 ± 5,7	**1,6 ± 0,08** 15,9 ± 3,6	**1,9 ± 0,14** 21,8 ± 4,9	**1,9** 21,0
ЗС-1	**1,2 ± 0,4** 10,3 ± 2,3	**1,5 ± 0,04** 8,5 ± 1,9	**1,4 ± 0,05** 11,3 ± 2,5	**1,4** 10,0
ЗС-3	**1,8 ± 0,1** 17,5 ± 3,9	**1,4 ± 0,05** 10,6 ± 2,4	**1,4 ± 0,04** 9,2 ± 2,1	**1,5** 12,4
ЗС-4	**2,4 ± 0,1** 10,4 ± 2,3	**2,5 ± 0,02** 21,8 ± 4,9	**2,1 ± 0,07** 11,2 ± 2,5	**2,3** 14,5
ЗС-6	**1,6 ± 0,1** 18,7 ± 4,2	**1,9 ± 0,10** 11,1 ± 2,5	**1,6 ± 0,09** 19,6 ± 4,4	**1,7** 16,5
ЗС-7	**1,2 ± 0,1** 18,2 ± 4,1	**1,3 ± 0,06** 13,8 ± 3,1	**1,2 ± 0,06** 15,5 ± 3,5	**1,2** 15,8
ЗС-8	**1,7 ± 0,1** 22,2 ± 4,9	**1,5 ± 0,07** 15,2 ± 3,4	**1,5 ± 0,09** 18,1 ± 4,0	**1,6** 18,5

Найменша маса зерна з колосу була у лінії ЗС-7 – 1,2 г, а найбільша у лінії ЧС-14 – 2,9 г.

Коефіцієнти варіації залежно від сортозразка змінювався від 8,5 до 21,0 %. Найбільшу мінливість встановлено у ліній ЧС-21 – 21,0 %, а найменшу – у лінії ЧС-13 – 8,5%.

Вчені довели, що у 65 % гібридів F_1 спостерігається проміжне успадкування ознаки «маси зерна з колосу» з ухилом в бік батьківської

форми з нижчим показником, у 14% гібридів спостерігається гетерозис і у 21% – депресія. У наших дослідженнях, прояв гетерозису за масою зерна з колосу зафіксовано лише за гібридної комбінації ЧС-14 х ЗС-4.

Маса зерна з рослини є складовою двох мінливих ознак – маси зерна з колосу і числа продуктивних стебел на рослині.

Середні значення ознаки в межах ліній варіювали, залежно від зразка від 9,4 до 26,9 г (табл. 11).

Таблиця 11

Середнє значення та варіювання ознаки «маса зерна з рослини» у зразків жита озимого

Зразок	$\overline{X} + S_{\bar{x}}$, г V+Sv, %			Середнє
	2022 р.	2023 р.	2024 р.	
ЧС-13	**13,6 ± 1,3** 30,4 ± 6,8	**11,6 ± 0,9** 24,2 ± 5,4	**15,4 ± 1,1** 21,5 ± 4,8	**13,5** 18,2
ЧС-14	**28,5 ± 3,3** 37,1 ± 8,3	**21,4 ± 2,4** 34,8 ± 7,8	**31,0 ± 2,**0 20,6 ± 4,6	**26,9** 30,8
ЧС-16	**19,9 ± 2,3** 36,1 ± 8,1	**17,3 ± 0,5** 9,7 ± 2,2	**13,2 ± 0,5** 11,9 ± 2,7	**16,8** 19,2
ЧС-18	**17,0 ± 2,1** 39,1 ± 8,8	**16,4 ± 1,8** 35,5 ± 7,3	**16,9 ± 1,5** 27,5 ± 6,2	**16,8** 34,0
ЧС-20	**14,3 ± 1,9** 42,5 ± 9,5	**22,7 ± 2,9** 44,9 ± 10,1	**11,8 ± 0,6** 16,9 ± 3,8	**16,3** 34,8
ЧС-21	**22,0 ± 3,2** 46,2 ± 10,3	**21,1 ± 5,6** 89,9 ± 20,1	**16,9 ± 1,9** 34,9 ± 7,8	**20,0** 57,0
ЗС-1	**11,2 ± 0,8** 21,3 ± 4,8	**14,1 ± 0,9** 20,8 ± 4,6	**13,1 ± 0,6** 14,6 ± 3,3	**12,8** 18,9
ЗС-3	**9,0 ± 0,6** 22,2 ± 4,9	**12,1 ± 0,7** 17,0 ± 3,8	**7,0 ± 0,5** 23,2 ± 5,2	**9,4** 20,8
ЗС-4	**24,8 ± 4,9** 62,4 ± 13,9	**33,8 ± 2,5** 23,5 ± 5,3	**17,9 ± 1,7** 29,7 ± 6,6	**25,5** 38,5
ЗС-6	**11,6 ± 1,3** 36,3 ± 8,1	**13,7 ± 1,2** 26,5 ± 5,9	**11,1 ± 1,5** 42,1 ± 9,4	**12,1** 34,9
ЗС-7	**12,3 ± 0,9** 23,5 ± 5,2	**13,4 ± 1,7** 39,8 ± 8,9	11,8 ± 1,0 26,9 ± 6,0	**12,5** 30,1
ЗС-8	**27,3 ± 3,9** 46,2 ± 10,3	**10,4 ± 0,6** 19,4 ± 4,3	**10,7 ± 1,2** 34,5 ± 7,7	**16,1** 33,4

Найнижчим значенням середньої маси зерна з рослини характеризувалася лінія ЗС-3 – 9,4 г, а найбільшим цей показник був у лінії ЗС-4 – 25,5 г.

Маса зерна з рослини в жита озимого є інтегральною ознакою, яка включає в себе кілька мінливих ознак, тому коефіцієнти варіації у ліній можуть досягати 100%. Коефіцієнт варіації за цією ознакою у ліній становив 9,7–89,9%, а розмах мінливості загалом по лініям визначався межами від 7,0 до 33,8 г зерна з рослини.

4.2. Оцінка прояву гетерозису в гібридних комбінацій жита озимого

У п’ятьох гібридних комбінаціях за ознакою маса зерна з рослини встановлено ефект гетерозису порівняно з вихідними лініями. Середні значення цієї ознаки у гібридних комбінацій виявилися вищими від батьківських форм на 8 – 121%. Ця різниця була істотною при різних рівнях значущості (P≤0,5; 01; 001).

З метою з’ясування за якими з ознак і в якій мірі проявився ефект гетерозису у 11 простих стерильних гібридів жита озимого з рецесивною короткостебельністю проведений структурний аналіз рослин за окремими селекційними ознаками. Виявлено, що відібрані і проаналізовані лінії різнилися за ступенем прояву гетерозису за окремими ознаками (складових продуктивності).

У результаті проведеного аналізу встановлено, що прояв гетерозису за кількістю зерен у колосі у більшості гібридів з досліджуваними сортозразками є маловірогідним, оскільки між довжиною колосу і його щільністю існує негативна кореляція і це пітвержено нашими дослідженями, тобто гетерозис за довжиною колосу в більшості випадків призводититиме до зменшення його щільності і мало впливатиме на зміну кількість квіток у

колосі. Тому, селекція на гетерозис буде найбільш перспективною за ознаками «продуктивна кущистість», «маса 100 зерен з рослини», «маса зерна з колосу» та «маса зерна з рослини».

Високий рівень гетерозису по масі зерна з рослини проявлявся завдяки середній та високій КС за ознаками «продуктивна кущистість», «маса 100 зерен», «маса зерна з колосу» в різних поєднаннях (табл. 12).

Виділено гібридну комбінацію ЧС-13 / ЗС-8 в якої за всіма основними ознаками встановлено гетерозис.

Таблиця 12

Прояв гетерозису у гібридних комбінаціях жита озимого за основними господарсько-цінними ознаками, 2022–2024 рр.

Гібридна комбінація	Ознака			
	продуктивна кущистість	маса 100 зерен	маса зерна з колосу	маса зерна з рослини
ЧС-16 / ЗС-6	+	+	–	+
ЧС-20 / ЗС-6	+	–	+	+
ЧС-20 / ЗС-8	+	–	+	+
ЧС-21 / ЗС-7	+	+	–	+
ЧС-13 / ЗС-8	+	+	+	+
ЧС-13 / ЗС-1	+	–	+	–
ЧС-16 / ЗС-3	+	–	–	+
ЧС-14 / ЗС-4	+	–	+	+
ЧС-18 / ЗС-7	+	+	+	–
ЧС-13 / ЗС-3	+	–	–	+
ЧС-13 / ЗС-4	+	–	–	–

Примітка: «+» – прояв гетерозису, «–» – гетерозис не спостерігався

Аналіз параметрів варіювання фенотипового прояву ознак у жита озимого дає цінну інформацію про вихідний матеріал та перспективи

використання його в гетерозисній селекції, а також передбачати за якими з ознак добір чи гетерозис буде найефективнішим. Це дає змогу скоротити витрати праці і часу на тестування вихідного матеріалу.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

5. 1. Моделювання виробничих небезпек за селекційної роботи

Охорона праці – комплекс законодавчих актів, організаційно-технічних, соціально-економічних, профілактичних і санітарно-гігієнічних заходів спрямованих на забезпечення для людини безпечних умов праці.

Трудове законодавство формується на основі законодавчих актів, зокрема, Конституції України, Кодексом закону про працю, Законом України «Про охорону праці».

Інтенсивні технології вирощування сільськогосподарських культур передбачають проходження низки технологічних процесів за використанні складної техніки. За проходження цих процесів необхідно дотримуватись всіх правил безпеки праці.

Перед початком будь-якого селекційного процесу працівникам необхідно акцентувати увагу на можливих небезпеках, що можуть бути на окремому етапі виробництва та провести інструктажі та організаційні роботи, попередивши їх виникнення.

Небезпечні умови (НУ) – це умови, за яких може бути вплив на працівника небезпечного чинника, а некваліфікаційна дія людини – визначається небезпечною дією (НД).

Небезпечні дії (НД) можуть призвести до небезпечної ситуації (НС), аварії (А) та травм (Т).

Небезпечні умови (НУ) – визначаються дією виробничих небезпк на організм людини.

Аварія (А) – процес відмови роботи обладнання, що створює небезпеку для життя чи здоров'я людей або забруднюючої дії навколишнього середовища.

Травма (Т) – ушкодження організму людини небезпечним чинником, а сукупність травм, що виникають на виробництві, ідентифікується травматизмом [3].

Цей процес можна подати наступною схемою:

НУ --- > НС --- > А / Т;

НД --- > НС --- > А / Т;

Н У --- > НД --- > НС--- > А / Т.

За сукупності кількох небезпечних умов ($НУ_1$, $НУ_2$, $НУ_3$…) та дій ($НД_1$, $НД_2$, $НД_3$ …) може виникнути небезпечна ситуація (НС):

$$НС = НУ_1 + НУ_2 + НУ_3 + НД_1 + НД_2 + НД_3$$

Приклад небезпечної ситуації за посіву жита:

небезпечна умова (НУ) – висока температура повітря;

небезпечна дія (НД) – посів на сівалці;

небезпечна ситуація (НС) – робота з хімічними речовинами при обробці насіння;

отруєння (О) – отруєння випарами шкідливих препаратів.

Схема наведеного випадку:

Н У --- > Н Д --- > Н С--- > О

Висновки: за створення безпечних умов для працівників необхідно:

- проводити інструктажі з техніки безпеки;
- для працівників на полі облаштовувати спеціальні місця для відпочинку;

- контролювати забезпечення працівників спецодягом і засобами індивідуального захисту;
- забезпечувати щорічне проходження медогляду;
- дотримання санітарно-гігієнічних норм праці;
- контроль дотримання техніки безпеки та охорони праці.

5.2 Екологічні принципи вирощування сільськогосподарських культур

Сільськогосподарське виробництво України спрямоване на отримання екологічно чистої продукції для харчування людей та збереження природного середовища. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» вимагає вирішення питання щодо створення умов формування екологічно безпечних агроценозів [5].

В Україні населення має мотивацію до споживання органічних продуктів і готові платити за них вищу ціну.

Збереження та підвищення родючості ґрунтів є ключовим моментом у запровадженні технологій біологічного землеробства. До заходів, що забезпечують досягнення цієї мети, належать:

- оптимізація розміщення посівів сільськогосподарських культур у межах кожного господарства;
- ефективне використання наявних ресурсів органічних добрив (гною, торфу та торфогноєвих компостів, сапропелю, органічних відходів переробки сільськогосподарської продукції тощо);
- використання переваг біологізації землеробства завдяки розширенню посівів багаторічних трав і впровадженню бактеріальних препаратів, збільшення площ під посів на зелене добриво;
- відновлення планової хімічної меліорації із застосуванням місцевих покладів вапняків, крейди і мергелів;
- використання місцевих сировинних ресурсів для підвищення родючості

ґрунтів (сапропелі, фосфорити, цеоліти, глауконіти, фосфатшлак, дефекат тощо);

• припинення необґрунтованого розширення площ під соняшником, що зумовлює подальше погіршення фітосанітарного стану ґрунту за рахунок впровадження альтернативних олійних культур – сої, ріпаку, гірчиці, олійного льону тощо;

• всебічне запровадження режимів мінімізації обробітку ґрунту, впровадження широкозахватних ґрунтообробних засобів і застосування технології прямої сівби;

• застосування контурної організації території землекористування, що передбачає оптимізацію стану природного середовища на території водозбірного басейну, або яружно-балкової системи;

• доведення водоохоронної та полезахисної лісистості до оптимальної;

• всебічна реставрація і підтримка єдиної системи полезахисних лісосмуг як найважливішого засобу стабілізації агроландшафтів і закріплення меж полів (для збереження екобалансу території та поліпшення продуктивних властивостей сільськогосподарських угідь);

• створення сортів та гібридів стійких на генетичному рівні до низки абіотичних та біотичних чинників.

Саме створення нових зразків, технологія вирощування яких виключає використання хімічних препаратів, дає можливість отримати біологічно чисті продукти. Це найпростішим і найпродуктивніший спосіб отримання необхідної запрограмованої кількості органічної сировини. Інтенсифікація сільського господарства на збільшення кількості екологічної продукції дасть змогу забезпечити людство продуктами харчування та зберегти природне навколишнє середовище для наступних поколінь.

ВИСНОВКИ

1. Встановлено, що гібриди жита озимого за гетерозисого ефекту за висотою рослин не знижують стійкість до вилягання і придатні для господарського використання. Розмах мінливості за висотою стеблостою у вихідних батьківських форм і їх потомства становив 60–142 см.

2. Збільшення числа продуктивних пагонів у гібридів порівняно з батьківськими формами спостерігалося за участю материнських ліній ЧС-20, ЧС-21, ЧС-18. Материнська форма з більшою кущистістю утворює, зазвичай, більш кущисті гібриди, ніж при схрещуванні у зворотньому напрямку.

3. Прояв гетерозису за кількістю зерен у колосі у більшості гібридів з досліджуваними сортозразками є маловірогідним, оскільки між довжиною колосу і його щільністю існує негативна кореляція. При зростанні довжини колосу до 11 см у зразка ЗС-4, знижує його щільність до 3 шт колосків/см.

3. Встановлено особливості прояву гетерозису цінних ознак за окремими елементами структури врожаю. Високий рівень продуктивності зразків жита озимого за масою зерна з рослини формується завдяки прояву ознаки «продуктивна кущистість», «маса 100 зерен» і «маса зерна з колосу» в різних поєднаннях. Кращою гібридною комбінацію визнано матеріал ЧС-13 / ЗС-8.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Білявська, Л. Г., Білявський, Ю. В. Сучасний стан насінництва жита озимого в україні. *Scientific Progress & Innovations*. Вісник Полтавської ДАА, 2021. № 2 (2), 67–73. DOI: https://doi.org/10.31210/visnyk 2021.02.08
2. Боровик С. О. Наукові основи технології вирощування жита озимого. Аграрні інновації, 2023. № 21. С. 22–28. DOI: https://doi.org/10.32848/ agrar.innov. 2023.21.3
3. Дерев'янко В. П., Адамчук Г. К., Плехтяк В. М. Генетичні аспекти створення вихідного матеріалу для гетерозисної селекції озимого жита. *Селекція і насінництво*. Київ : Урожай, 1993. Вип. 74. С. 54–58.
4. Змієвська О. А., Єгоров Д. К Прояв гетерозису у нових простих експериментальних гібридів (F_1) жита озимого. *Селекція і насінництво*. 2015. Вип. 107. С. 52–58.
5. Екологічні основи збалансованого природокористування у агросфері : навчальний посібник / за ред. С. П. Сонька та Н. В. Максименко. Харків: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2015. 568 с.
6. Єгоров Д. К. Теорія і практика використання ефекту гетерозису у жита озимого. Селекція і насінництво. № 108. 2015. С. 44–53.
7. Єгоров Д. К. Задорожная, О. А., Жмурко В. В. Вплив різних режимів зберігання на проростання насіння жита і вміст АБК. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. *Селекція і насінництво*. 2020. Вип. 117. С. 68–79.
8. Єгоров Д. К. Особливості гетерозисної селекції озимого жита. *Селекція і насінництво* : міжвідомчий тематичний науковий збірник. Харків, 2004. Вип. 88. С. 5.
9. Єгоров Д. К., Дерев'янко В. П., Циганко В. А., Ісаєнко О. О. Нові селекційні розробки як фактор збільшення виробництва зерна жита озимого. Селекція і насінництво. 2008. Вип. 95. С. 55–64. 107

10. Єгоров Д. К., Дерев'янко В. П., Циганко В. А. Селекція гібридів озимого жита з комплексом господарсько корисних ознак. Селекція і насінництво. 2006. Вип. 93. С. 152–157. 112
11. Єгоров Д. К. Особливості формування і мінливість кількісних ознак у гібридів жита озимого. Вісник центру наукового забезпечення АПВ Харківської обл., 2012. Вип. 12. С. 78 – 84. 113
12. Єгоров Д. К. Вплив факторів технології вирощування на урожайність материнської лінії гібридів жита озимого на ділянках гібридизації. Вісник центру наукового забезпечення АПВ Харківської обл., 2013. Вип. 14. С. 47 – 55. 114
13. Єгоров Д. К., Деревянко В. П. Селекція і насінництво жита озимого. Спеціальна селекція і насінництво польових культур: навч. посібник. Харків, 2014. С. 138–187.
14. Єгоров Д. К., Циганко В. А., Дем'яненко С. Б. Жито озиме як поновлювальне джерело енергії. Селекція і насінництво. 2020. № 117. С. 164– 178. DOI:10.30835/2413-7510.2020.207162
15. Єгоров Д.К., Змієвська О.А. Жито озиме як джерело сировини для виробництва біоетанолу. Вісник аграрної науки. 2019. № 6. С. 46–51. DOI: 10.31073/agrovisnyk201906-07
16. Єгоров Д. К., Циганко В. А. Насіннєва продуктивність гетерозисних гібридів F_1 жита озимого залежно від способу отримання насіння в умовах східного Лісостепу України. Корми та кормовиробництво. Вінниця, 2013. С. 68 – 72. 115
17. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Костогриз П. В., Опришко В. П. Основи наукових досліджень в агрономії: підручник. За ред. В. О. Єщенка. Вінниця: ТД «Едельвейс і К», 2014. 332 с.
18. Карпенко В. П., Притуляк Р. М., Чернега А. О. Вміст білка і клейковини у зерні жита озимого за використання біологічно активних речовин. Зб. наук. пр. Уманського національного університету садівництва. 2013. Вип. 82. С. 14–18.

19. Кордін О. І. Озиме жито – майбутнє за гібридами. Агроном. 2009. № 3. С. 116–119.
20. Корнєєва М. О., Мазур З. О. Генетична детермінація гетерозису у чоловічостерильних гібридів озимого жита. *Селекція і насінництво*. Харків, 2007. Вип. 94. С. 46–52.
21. Мазур З. О., Корнєєва М. О. Урожайність материнського компоненту гібридів озимого жита, створених за типом простих ЧС-гібридів. *Вісник Білоцерківського державного аграрного університету* : збірник наукових праць Біла Церква, 2007. Вип. 46. С. 23–25.
22. Методика державного випробування сортів рослин на придатність до поширення в Україні: загальна частина. Мінагрополітики України. Київ, 2003. 102 с. 236
23. Рябчун В.К., Кузьмишина Н.В., Богуславський Р.Л та ін. Інтродукція рослин як пріоритетний напрям наукової і практичної діяльності Національного центру генетичних ресурсів рослин України. Генетичні ресурси рослин. 2019. № 24. С. 11–25. DOI: 10.36814/prg.2019.24.01
24. Скорик В. В. Мінливість, успадкування і екологічна стабільність кількісних ознак імунних форм озимого жита та використання їх в селекції : дис. … канд. с. -г. наук : 06. 01. 05 / Скорик Володимир Вікторович Чабани, 1998. 213 с.
25. Скорик Вікт. В., Скорик Волод. В., Симоненко Н. В., Скорик О. П. Селекція жита (Secale cereale L) на підвищену фотосинтетичну активність листя. Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. Київ, 2009. № 1 (9).
26. Стариченко В.М., Губа І.І., Коберник Н.І. Багатоквітковість зернових колосових культур – історія та стан вивчення. Селекція і насінництво. 2018. Вип. 113. С. 150–167. DOI:10.30835/2413-7510.2018.134368.
27. Циганко В. А., Єгоров Д. К. Насіннєва продуктивність гетерозисних гібридів F1 жита озимого залежно від норми висіву при вирощуванні на ділянках гібридизації в східному Лісостепу України. *Вісник центру*

наукового забезпечення АПВ. Харківської обл. 2013. Вип. 15. С. 127–135.

28. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Статистичний аналіз результатів польових дослідів у землеробстві. Херсон: Айлант, 2013. 378 с.
29. Шевцов І. А. Дослідження та використання гетерозису. Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть. Київ : Логос, 2001. С. 28–47.
30. Штефан О. О., Єгоров Д. К. Адаптивні особливості зразків жита озимого за продуктивністю та її елементами. *Селекція і насінництво*. 2014. Вип. 105. С. 166–172.
31. Ярош А. В. Роль генетичного різноманіття жита озимого у створенні високоадаптивних сортів та гібридів. Генетичні ресурси рослин. Посібник Українського хлібороба. науково-практичний збірник. Т. 1. 2015. С. 81–83.
32. Ярош А. В., Реліна Л. І. Колекція жита озимого Національного центру генетичних ресурсів рослин України як основа для створення селекційно-цінних і стабільних генотипів. Вісник аграрної науки. Харків, 2022. № 9 (834) С. 62–68. DOI: https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202209-07
33. Derevyanko V., Egorov D. Hybrid selection of winter rye. International symposium on Rye Breeding & Genetics. June 28–30, 2006. Germany, 2007. P. 72–73. 384
34. Derevyanko V., Egorov D. Methods and results of winter rye selection in the Left Coastal Forest – Steppe of Ukraine. International symposium on Rye Breeding & Genetics. June 28–30, 2006. Germany, 2007. P. 70–71. 385
35. Derevyanko V., Egorov D. Selection of populations and hybrids of winter rye in Ukraine. Proceedings of the EUCARPIA RYE MEETING. July 4–7, 2001. Radzikow, Poland. 2001. P. 69. 386

36. Hübner M., Oechsner H., Koch S. et al. Impact of genotype, harvest time and chemical composition on the methane yield of winter rye for biogas production. Biomass and Bioenergy. 2011. V. 35 (10). P. 4316–4323.
37. Lapinski B., Matusiac J. Assessment of new materials for hybrid breeding of winter triticale with rye cytoplasm of the Pampa type. Biul. Inst. Hodowli Aklimat. Rosl. Warszawa, 2011. № 260–261. P.173–182.
38. Li H., Wang X. Thinopyrum ponticum and Th. intermedium: the promising source of resistance to fungal and viral diseases of wheat. J. Genet. Genom. 2009. Vol. 36. P.557–565.
39. Madej L. Breeding approarch to the improvement of feeding quality of rye grain. Hod. Rosl., Aklimat. i Nasienn. 1994; 38 (5): 91–94.
40. Mac Key J. Some aspects of correal. Breedingfor reliable and high yields // Inter. Rice Res. Conf., IRRI, Los Banos, April, 1979.
41. Miedaner T., Hübner M., Koch S. et al. Biomass yield of self-incompatible germplasm resources and testcrosses in winter rye. Plant Breeding. 2010. V. 129 (4). P. 369–375.
42. Van Eeuwijk F., Bustos-Korts D., Malosetti M. What should students in plant breeding know about the statistical aspects of genotype-environment interactions. Crop Sci. 2016. V. 56. № 5. P. 2119–2140.