

ТРАНСГРЕСИВНА МІНЛИВІСТЬ ПОПУЛЯЦІЙ F₂ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ ДО *FUSARIUM* L. ТА ЕЛЕМЕНТІВ ПРОДУКТИВНОСТІ КОЛОСА В УМОВАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Л. А. Мурашко¹, В. В. Кириленко¹, О. В. Гуменюк¹, В. Я. Сабадин²

¹Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла НААН України, с. Центральне, Обухівський район, Київська область, 08853, Україна

²Білоцерківський національний аграрний університет площа Соборна 8×1, м. Біла Церква, 09117, Україна

Актуальність. Рівень поширення грибів роду *Fusarium* Link в агрофітоценозах носить глобальний характер. Необхідно спрямувати зусилля генетиків та селекціонерів на створення резистентних сортів пшениці до фузаріозу, адже відомо про недостатній рівень контролю хвороби агротехнічними та хімічними засобами захисту. **Мета досліджень** – визначити ступінь трансгресії у популяції другого покоління пшениці м'якої озимої щодо імунологічних властивостей до фузаріозу та елементів продуктивності головного колоса на природньому і штучному інфекційному фонах грибів роду *Fusarium* Link, та за мікологічного аналізу зерна. **Матеріали і методи.** Загальнонаукові – аналіз; лабораторні – визначення стійкості (шляхом дії на насіння інокулюму грибів роду *Fusarium* Link), польові – фенологічні, візуальні, біометричні; статистичні – обробка експериментальних даних. **Результати.** На агаризованому живильному середовищі відмічено невисокий рівень інфікування насіння пшениці м'якої озимої збудниками роду *Fusarium* Link (від 1,7 до 8,5 %). За характером розщеплень у популяціях F₂ виділені форми з рівнем ураження від 0 до 51,42 %. На природному фоні патогенів найбільшу цінність мали 65,7 % популяцій із позитивною трансгресією від 1,38 до 39,60 %. На штучному фоні спостерігали зменшення кількості популяцій з позитивними трансгресіями, їх отримали у 54,3 % із варіюванням від 1,20 до 51,42 %. За мікологічного аналізу зерна спостерігали варіювання від 1,20 до 17,50 % позитивних трансгресивних форм, які можуть забезпечити добір стійких генотипів, що підкріплюють дослідження на природному та штучному фонах патогена. **Висновки.** Зерно пшениці було колонізовано видами фузаріозу: *F. culmorum* (8,5 %), *F. graminearum* (6,1 %), *F. sporotrichiella* (5,8 %), *F. moniliforme* (3,1 %) та *F. oxysporum* (1,7 %). Використання у схрещуваннях джерел стійкості до грибів роду *Fusarium* L.: BILINMEVEN-49 × Наталка, MV 20-88 × Смуглянка, Донскої простор × Славна, Миронівська ранньостигла × CATALON та (Мікон × ALMA) × Легенда миронівська позитивно впливали на успадкування стійкості проти фузаріозу, а створені за їх участі гібридні комбінації можуть бути селекційними донорами цієї ознаки. За продуктивністю головного колоса (за трьома дослідями) виділено цінні гібридні популяції: (BILINMEVEN-49 × Наталка) × Подольянка, (BILINMEVEN-49 × Наталка) ↔ МПП Вишиванка, Аврора МІР ↔ (МІР ранньостигла × CATALON) і МПП Княжна ↔ (Донскої простор × Славна).

Ключові слова: селекція, сорти, джерела стійкості, популяції, фон, фузаріоз колоса, кількість зерен, маса зерна, довжина головного колоса.

Вступ. Одним із важливих завдань селекції є створення сортів пшениці м'якої (*Triticum aestivum* L.) з груповою стійкістю щодо хвороб. Нині потенційна урожайність сортів пшениці м'якої озимої тісно пов'язана зі стійкістю проти збудників хвороб [1, 2]. Вирощування стійких сортів до них хвороб дозволяє захистити врожай, зберегти навко-

лишнє середовище та заощадити кошти, не застосовуючи фунгіциди, особливо для органічного виробництва [3, 4].

Рівень поширення збудників роду *Fusarium* Link в агрофітоценозах носить глобальний характер. Зусилля генетиків та селекціонерів спрямовані на створення резистентних до видів *Fusarium* Link сортів пшениці, адже

Надійшла:
17.03.2026

Інформація про авторів:

Мурашко Людмила Анатоліївна, ст. наук. співр., <https://orcid.org/0000-0002-0438-7682>

Прийнята:
21.04.2026

Кириленко Віра Вікторівна, доктор с.-г. наук, с. н. с. заступниця директора з наукової роботи, <https://orcid.org/0000-0002-8096-4488>

Опублікована:
01.06.2026

Гуменюк Олександр Володимирович, канд. с.-г. наук, завідувач лабораторії селекції озимої пшениці, старший дослідник, <https://orcid.org/0000-0002-1147-088X>

Сабадин Валентина Яківна, канд. с.-г. наук, с. н. с., доцент, доцент кафедри генетики, селекції і насінництва сільськогосподарських культур, <https://orcid.org/0000-0002-8397-8973>



відомо про недостатній рівень контролю хвороби агротехнічними та хімічними засобами захисту [5, 6].

Результативність селекції на стійкість проти збудників роду *Fusarium* Link залежить від наявності джерел та донорів стійкості та науково обґрунтованого підходу до його використання [1, 7, 8]. У створенні такого матеріалу основними складовими методології є постійний моніторинг патогенного комплексу, морфо-фізіологічні властивості рослин та популяцій, об'єктивність оцінки імунологічних властивостей вихідного та селекційного матеріалу. Установлення особливостей взаємовідносин у системі рослина – господар – патоген, добір високоефективних, адаптованих до зональних умов середовища джерел та донорів стійкості [9, 10]. У підвищенні і стабілізації виробництва зерна пшениці роль селекції є надважливою. Саме стійкий сорт дає змогу мінімізувати втрати врожаю від шкідливих організмів і зменшити енерговитрати до 30 % [11, 12].

Продуктивність рослин пшениці визначається потенційними можливостями її складових та здатністю реалізувати їх в певних умовах. Важливим у селекції пшениці м'якої озимої є підбір пар для гібридизації, в F_1 для встановлення типу успадкування господарсько-цінних ознак, визначення ступеня фенотипового домінування, а також в наступних поколіннях дослідження трансгресивної мінливості. Щоб селекційний процес був вдалим, важливим є розширення бази вихідного матеріалу. За вдалого підбору батьківських пар у популяціях відбувається формотворення за господарсько-цінними ознаками при залученні до гібридизації зразків різного генетичного і географічного походження [13, 14].

У дослідженнях виявлено, що основним типом успадкування за ознаками продуктивності був гетерозис як у популяціях гібридів F_1 , так і у F_2 та F_3 . У трьох гібридних популяціях у другому поколінні пшениці м'якої озимої встановлено перевагу над кращим батьківським компонентом за ознакою продуктивності та з'ясовано, що характер типу успадкування у гібридних комбінаціях змінювався за роками залежно від погодних умов [15].

Важливою є стратегія використання явища трансгресивного новоутворення в гіб-

ридних популяціях, які перевищують за рівнем цінних ознак батьківські компоненти як у негативному, так і в позитивному напрямках [16].

У селекційній практиці ознаці «маса зерна з головного колоса» завжди відводилося одне з основних місць, також важливим елементом структури врожайності пшениці є ознака «кількість зерен з головного колоса». Тому для підвищення продуктивного й адаптивного потенціалу пшениці необхідно установити закономірності формування позитивних рекомбінантів у гібридних популяціях за озерненістю колоса [17–19].

При аналізі селекційно-генетичних досліджень у пшениці виявлено, що генетична природа трансгресій вивчена недостатньо, особливо за стійкістю щодо грибів роду *Fusarium* L. Тому, вивчення прояву трансгресивної мінливості у ранніх поколіннях за стійкістю проти фузаріозу та елементів продуктивності колоса має вирішальне значення при створенні нового стійкого селекційного матеріалу пшениці м'якої озимої.

Матеріали та методи. Дослідження проводили у Миронівському інституті пшениці імені В. М. Ремесла НААНУ впродовж 2020–2022 рр. Матеріалом для досліджень служили 30 реципрокних гібридів F_2 у створенні яких використали джерела стійкості: BILINMEVEN-49 × Наталка, MV 20-88 × Смуглянка, Донской простор × Славна, Миронівська ранньостигла × CATALON та (Мікон × ALMA) × Легенда миронівська і сорти пшениці м'якої озимої миронівської селекції: Подолянка, МПП Вишиванка, МПП Княжна і МПП Фортуна.

Для максимальної реалізації елементів продуктивності та зручності добору й обліку застосовували розріджений спосіб сівби. Селекційний матеріал був висіяний у трьох повтореннях, одне з них контроль, а два інших інокулювали грибами роду *Fusarium* L. Для створення штучного інфекційного фону збудників фузаріозу, вивчення стійкості рослин, статистичної обробки застосовували загальноприйняті методики у лабораторних і польових інфекційних розсадниках [20–22].

Штучний інфекційний фон фузаріозу колоса створювали шляхом обприскування рослин пшениці м'якої озимої у фазі цвітіння суспензією спор, виділених з місцевої попу-

ляції збудника. За стандарт сприйнятливості обрали уразливий сорт Natula. Оцінку стійкості рослин пшениці проти фузаріозу колоса проводили в період максимального розвитку хвороби [20].

Для визначення вологозабезпечення та дії погодних умов (кількості опадів і температури) на розвиток хвороби використовували середньомісячний гідротермічний коефіцієнт (ГТК). Прийнято таку диференціацію показників ГТК: від 0,5 до 1,0 – засушливий або сухий період; від 1,0 до 1,5 – нормальний; понад 1,5 – вологий або надмірно вологий. Оптимальним для пшениці є показник ГТК = 1,2 [23].

Метеорологічні умови 2020/21 вегетаційного року були сприятливими для розвитку грибів роду *Fusarium* L. У весняно-літній період вегетації пшениці показники середньомісячних температур були вищі багаторічних у березні і червні на 1,0 і 1,5°C відповідно, у квітні і травні спостерігали зниження температури повітря у порівнянні із багаторічними даними (-1,4 і -0,8°C відповідно). Гідротермічний коефіцієнт (ГТК) за травень, червень, липень 2021 р. відповідав 1,8, 1,7, 1,5, перезволоження сприяло проявленню та інтенсивності розвитку збудників фузаріозу колоса. Із серпня 2020 р. по липень 2021 р. випало 905 мм опадів (150 % від середньої багаторічної кількості). У весняно-літній період вегетації пшениці спостерігали достатню кількість вологи, а у травні і червні 2021 р. випало 182 і 200 % опадів від середньої багаторічної кількості. За показником вологозабезпечення вегетаційний період відноситься до вологого року (ГТК=1,6).

Метеорологічні умови 2021/22 вегетаційного року були малосприятливими для розвитку грибів роду *Fusarium* L. Середня температура повітря з серпня 2021 р. до липня 2022 р. становила 9,3 С, що на 0,4 С більше за середню багаторічну. У весняно-літній період вегетації пшениці озимої показники середньомісячних температур були нижчі за багаторічні дані на 0,1–1,5 С, лише у червні вони були вищі на 1,4 °С. Із серпня 2021 р. до липня 2022 р. випало 663 мм опадів (108 % від середньої багаторічної). Спостерігали достатню кількість вологи у весняно-літній період вегетації пшениці озимої, хоча кількість опадів була нижча за багаторічну

на 7–30 мм, у квітні випало 102 мм що складо 349 % від середньої багаторічної. За показником вологозабезпечення вегетаційний період відносився до слабкої посухи (ГТК=0,9). У весняно-літній період вегетації пшениці озимої спостерігали недостатнє зволоження (ГТК=0,8).

Мета роботи – визначити ступінь трансгресії у популяції другого покоління пшениці м'якої озимої щодо імунологічних властивостей до фузаріозу та елементів продуктивності колоса на природному і штучному інфекційних фонах грибів роду *Fusarium* L., та мікологічного аналізу зерна.

Результати та обговорення. Одним із елементів насінневого контролю є фітоекспертиза насіння, яка дає змогу оцінити ступінь ураження хворобами. Фітопатологічний аналіз насіння сортів пшениці м'якої озимої та генотипів F₂ в лабораторних умовах на агаризованому живильному середовищі свідчить про невисокий рівень його інфікування збудниками роду *Fusarium* Link (від 1,7 до 8,5 %). Із ураженого насіння було виділено понад 360 ізолятів грибів цього роду, вони були представлені 5 видами, що належали до трьох секцій. За мікологічним аналізом встановлено, що зерно пшениці було заселено наступними видами фузаріозу: *F. culmorum* (8,5 %), *F. Graminearum* (6,1 %), *F. sporotrichiella* (5,8 %), *F. moniliforme* (3,1 %), *F. oxysporum* (1,7 %), рис 1.

Для створення стійких сортів найбільш ефективним є використання штучного інфекційного фону патогенів. Проводили добір стійких генотипів F₂ пшениці м'якої озимої проти *Fusarium* L. у популяціях одержаних від внутрішньовидових перспективних джерел стійкості і сортів пшениці м'якої озимої миронівської селекції. У популяціях F₂ спостерігали значне варіювання ознак, які були відмінними від батьківських компонентів. Відзначали трансгресивну мінливість, як результат взаємодії багатьох полімерних генів. Спектр розщеплення у F₂ пшениці за стійкістю проти фузаріозу колоса залежав від характеру успадкування у F₁ та від генотипу батьківських компонентів. Значну кількість стійких форм виділено у тих гібридних комбінацій, де виявлене повне домінування стійкості.

За характером розщеплень у популяціях F₂ до грибів роду *Fusarium* L. були виділе-

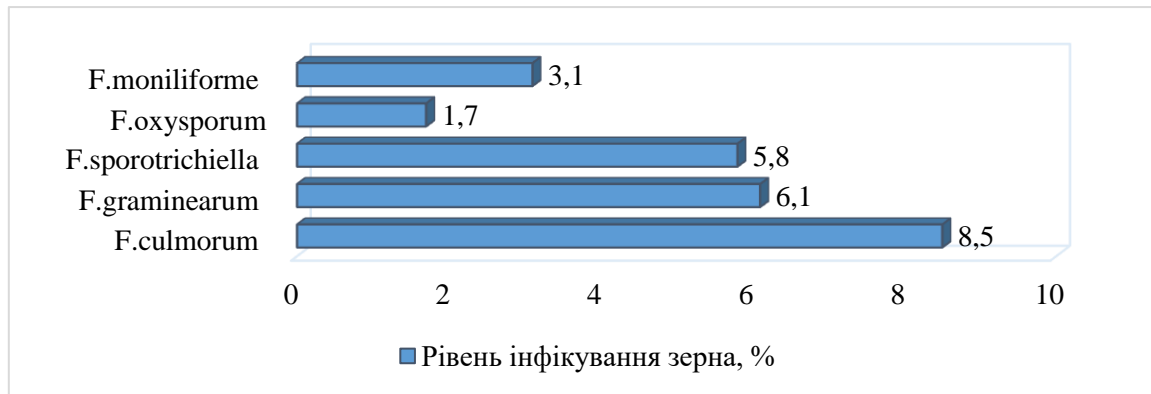


Рис. 1. Ураження зерна пшениці м'якої озимої грибами роду *Fusarium* Link (середнє за 2020–2022 рр.).

ні форми з різним рівнем ураження (від 0 до 51,42%), що вказувало на імунологічне розмаїття біотипів популяції.

На природному фоні патогена (Д1) найбільшу цінність мали 65,7% популяцій із позитивною трансгресією від 1,38 до 39,60%. У реципрокних комбінаціях G1, G2 МП Княжна ↔ (MV 20-88 × Смуглянка); G3, G4 МП Княжна ↔ (BILINMEVEN-49 × Наталка); G11, G12 Подолянка ↔ (Донской

простор × Славна); G15, G16; G19, G20; G25, G26; G29, G30, де у схрещуваннях використовували за материнський компонент джерела стійкості до грибів роду *Fusarium* L.: MV 20-88 × Смуглянка, BILINMEVEN-49 × Наталка і Донской простор × Славна розщеплення відбулося за низькою інтенсивністю ураження, у F₂ спостерігали високий позитивний ступінь трансгресії (табл. 1).

На штучному фоні патогена (Д2) спо-

Таблиця 1. Ступінь трансгресії F₂ пшениці м'якої озимої за інтенсивністю ураження *Fusarium* L. на різних фонах (середнє за 2020/21–2021/22 вегетаційний рік)

| Код | Гібридна комбінація | Ступінь трансгресії, Tc (%) | | |
|-----|---|-----------------------------|------------------|--------------------------|
| | | Природний фон (Д1) | Штучний фон (Д2) | Мікологічний аналіз (Д3) |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| G1 | МП Княжна × (MV 20-88 × Смуглянка) | 20,68 | -10,81 | 17,50 |
| G2 | (MV 20-88 × Смуглянка) × МП Княжна | 24,13 | 14,86 | 5,0 |
| G3 | МП Княжна × (BILINMEVEN-49 × Наталка) | 5,55 | -2,70 | 2,34 |
| G4 | (BILINMEVEN-49 × Наталка) × МП Княжна | 39,60 | 4,05 | 1,21 |
| G5 | МП Княжна × (Донской простор × Славна) | 2,80 | -13,69 | 1,23 |
| G6 | (Донской простор × Славна) × МП Княжна | -21,11 | 25,67 | 4,93 |
| G7 | МП Княжна × (МИР ранньостигла × CATALON) | 5,40 | 12,50 | 1,23 |
| G8 | (МИР ранньостигла × CATALON) × МП Княжна | -18,05 | 12,50 | 1,23 |
| G9 | Подолянка × (BILINMEVEN-49 × Наталка) | -1,38 | -20,27 | 1,21 |
| G10 | (BILINMEVEN-49 × Наталка) × Подолянка | -6,94 | 2,70 | 2,43 |
| G11 | Подолянка × (Донской простор × Славна) | 11,26 | 28,76 | 2,46 |
| G12 | (Донской простор × Славна) × Подолянка | 30,98 | -15,06 | 3,70 |
| G13 | Подолянка × [(Мікон × ALMA) × Легенда МИР] | 1,38 | 17,14 | 0 |
| G14 | [(Мікон × ALMA) × Легенда МИР] × Подолянка | -2,81 | 22,85 | 4,81 |
| G15 | МП Вишиванка × (MV 20-88 × Смуглянка) | 34,78 | 2,70 | 7,50 |
| G16 | (MV 20-88 × Смуглянка) × МП Вишиванка | 10,14 | -5,71 | 6,25 |
| G17 | МП Вишиванка × (BILINMEVEN-49 × Наталка) | -1,38 | -1,35 | 8,53 |
| G18 | (BILINMEVEN-49 × Наталка) × МП Вишиванка | -15,27 | -16,21 | 8,53 |
| G19 | МП Вишиванка × (Донской простор × Славна) | 5,63 | 5,47 | 2,46 |
| G20 | (Донской простор × Славна) × МП Вишиванка | 29,57 | -13,69 | 3,70 |
| G21 | МП Вишиванка × [(Мікон × ALMA) × Легенда МИР] | 19,71 | -15,71 | 1,20 |
| G22 | [(Мікон × ALMA) × Легенда МИР] × МП Вишиванка | -9,85 | 7,14 | 3,61 |
| G23 | МП Фортуна × (Донской простор × Славна) | 1,38 | -15,06 | 9,87 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----|--|--------|--------|-------|
| G24 | (Донской простор × Славна) × МІП Фортуна | -14,08 | 27,39 | 3,70 |
| G25 | МІП Фортуна × [(Мікон × ALMA) × Легенда МІР] | 22,53 | -4,28 | 4,81 |
| G26 | [(Мікон × ALMA) × Легенда МІР] × МІП Фортуна | 8,45 | 51,42 | -2,40 |
| G27 | Світанок МІР × (МІР ранньостигла × CATALON) | -5,55 | 2,77 | 3,70 |
| G28 | (МІР ранньостигла × CATALON) × Світанок МІР | 8,33 | 0 | 1,23 |
| G29 | Аврора МІР × (МІР ранньостигла × CATALON) | 18,05 | -13,88 | 8,64 |
| G30 | (МІР ранньостигла × CATALON) × Аврора МІР | 11,11 | 18,05 | 1,23 |
| | min | -21,11 | -20,27 | -2,40 |
| | max | 39,60 | 51,42 | 17,50 |
| | X | 7,30 | 4,33 | 4,28 |

стерігали зменшення кількості популяцій з позитивними трансгресіями, їх отримали у 54,3 % із варіюванням від 1,20 до 51,42 %. Слід відмітити генотипи з позитивними трансгресіями: G26 – 51,42 %; G11 – 28,76 %; G24 – 27,39 % та ін. Проте у комбінацій G6 і G24, де за материнський компонент використано Донской простор × Славна та G14 і G22 материнський компонент – [(Мікон × ALMA) × Легенда МІР] × Подолянка на фоні Д1 спостерігали від’ємний ступінь трансгресії а на фоні Д2 і за мікологічного аналізу (Д3) – позитивний ступінь трансгресії.

У комбінаціях G2, G4 і G30 для схрещування яких задіяні джерела стійкості: MV 20-88 × Смуглянка, BILINMEVEN-49 × Наталка, Донской простор × Славна і МІР ранньостигла × CATALON як материнський компонент; а у комбінаціях G7, G11, G15 і G19 – джерела стійкості: МІР ранньостигла × CATALON, Донской простор × Славна і MV 20-88 × Смуглянка використані як бать-

ківський компонент, відмітили позитивний ступінь трансгресії на трьох фонах Д1, Д2 і Д3 (табл. 1).

За резистентністю рослин популяцій F₂ пшениці м’якої озимої за мікологічного аналізу зерна (Д3), фактично спостерігали варіювання від 1,20 до 17,50 % позитивних трансгресивних форм, які можуть забезпечити добір стійких генотипів, що підкріплюють дослідження на природному та штучному фонах патогена (Д1, Д2).

Проводили дослідження щодо ступеня прояву трансгресії в популяціях F₂ за успадкуванням елементів продуктивності головного колоса. У першому досліді на природному фоні (Д1) в результаті аналізу F₂ за стійкістю проти патогенів, ступінь позитивної трансгресії за ознакою «довжина головного колоса» відмічена у 90,6 % гібридів із позитивною трансгресією від 0,63 % до 31,28 % (рис. 2).

Максимальний ступінь прояву транс-

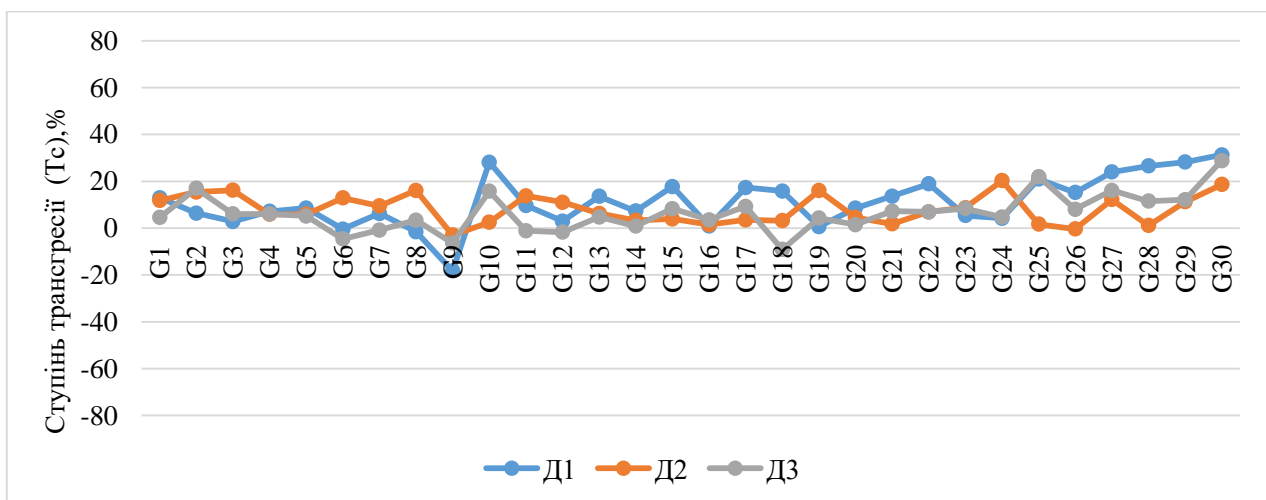


Рис. 2. Ступінь трансгресії довжини головного колоса F₂ пшениці м’якої озимої на природному (Д1) та штучному (Д2) фонах та за мікологічного аналізу (Д3), (середнє за 2020/21–2021/22 вегетаційний рік).

гресії визначили у популяціях: G30 – 31,28 %, G29 – 28,22 %, G28 – 26,52 % і G27 – 23,97 % у яких задіяне джерело стійкості МІР ранньостигла × CATALON; у комбінації G10 – BILINMEVEN-49 × Наталка тільки за прямого схрещування; ступінь прояву трансгресії від 13,56 % до 18,93 % – у комбінаціях G13, G21, G22 джерело стійкості (Мікон× ALMA) × Легенда МІР. Розмах варіювання слабкий (від 1,3 до 3,8 %) у всіх гібридних популяціях.

Позитивну трансгресію за ознакою «довжина головного колоса» на штучному інфекційному фоні (Д2) патогена у F₂ мали 93,8 % досліджуваних популяцій, розмах якої був від 1,7 до 20,3 % (рис. 2). Максимальний ступінь прояву трансгресії виявили у популяціях: G24, G30, G19, G8 і G2, у яких задіяні джерела стійкості Донської простор × Славна, MV 20-88 × Смуглянка, МІР ранньостигла × CATALON за прямих і зворот-

них схрещувань.

У досліді Д3 встановлено, що позитивний ступінь трансгресії за ознакою «довжина головного колоса» становив від 0,88 % до 28,83 %. Найвищий позитивний ступінь трансгресії мали гібридні популяції G30, G25, G2, G27 і G10 (рис. 2).

Ступінь позитивної трансгресії на природному фоні патогенів (Д1) за ознакою «кількість зерен з головного колоса» F₂ встановлено в 100 % гібридних комбінацій. Найвище її значення отримали у комбінаціях G15, G17, G30, G27 та ін. У більшості комбінацій за батьківські компоненти використали джерела стійкості BILINMEVEN-49 × Наталка, Миронівська ранньостигла × CATALON та продуктивні сорти: МП Вишиванка, Подільянка і Світанок Миронівський (рис. 3).

На штучному фоні патогена (Д2) спостерігали зменшення кількості популяцій з

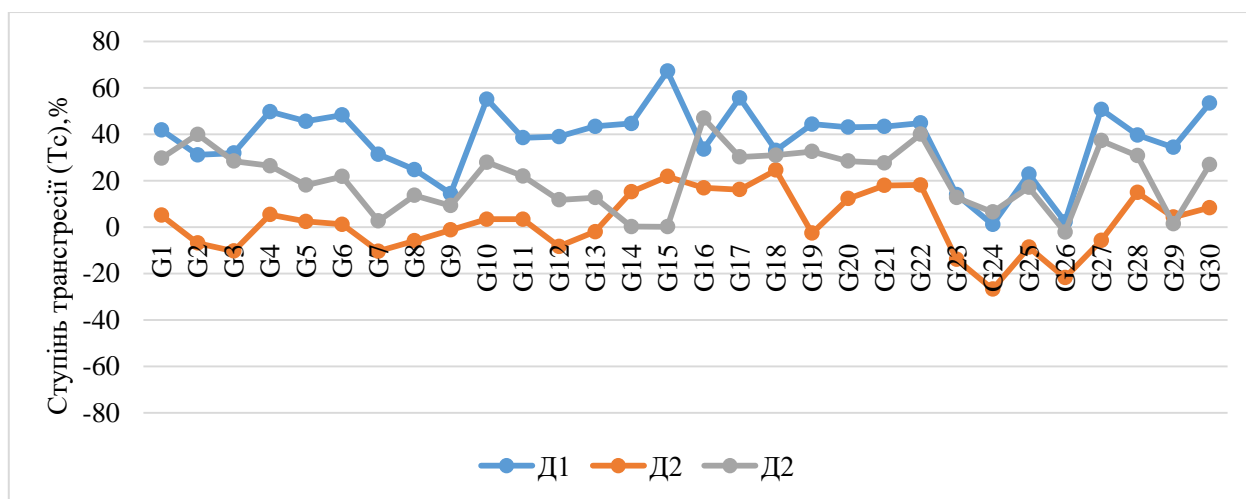


Рис. 3. Ступінь трансгресії кількості зерен з головного колоса F₂ пшениці м'якої озимої на природному (Д1) та штучному фонах (Д2) і за мікологічного аналізу (Д3), (середнє за 2020/21–2021/22 вегетаційний рік).

позитивним ступенем трансгресії. Варто зазначити, що позитивні трансгресії отримали у 56,2 % із варіюванням від 1,22 до 24,6 %. Слід відмітити найкращі комбінації: G15, G18, G22, G28, G30. На відміну від природного фону (Д1) 14 гібридних комбінацій мали негативну ступінь трансгресії (до -26,73 % у G24). Розмах варіювання зафіксований від 9 до 41 %.

За резистентністю рослин F₂ пшениці м'якої озимої за мікологічного аналізу зерна (Д3) за кількістю зерен із головного колоса, фактично спостерігали варіювання позитивних трансгресивних форм у 96,9 % популяцій, такі

гібриди можуть забезпечити добір стійких форм, що підтверджують дослідження на природному та штучному фонах патогенів.

Позитивну трансгресію за ознакою «маса зерна із головного колоса» на природному фоні (Д1) отримали у 93,8 % популяцій. Високим ступенем трансгресії характеризували гібридні популяції G5, G10, G17, G27 і G30 (рис. 4).

На штучному інфекційному фоні (Д2) збудників фузаріозу ступінь трансгресії був нижчим ніж на природному (Д1). Позитивну трансгресію отримали у 83,1 % популяцій із модифікацією від 0,46 до 1,49 %. Найвище

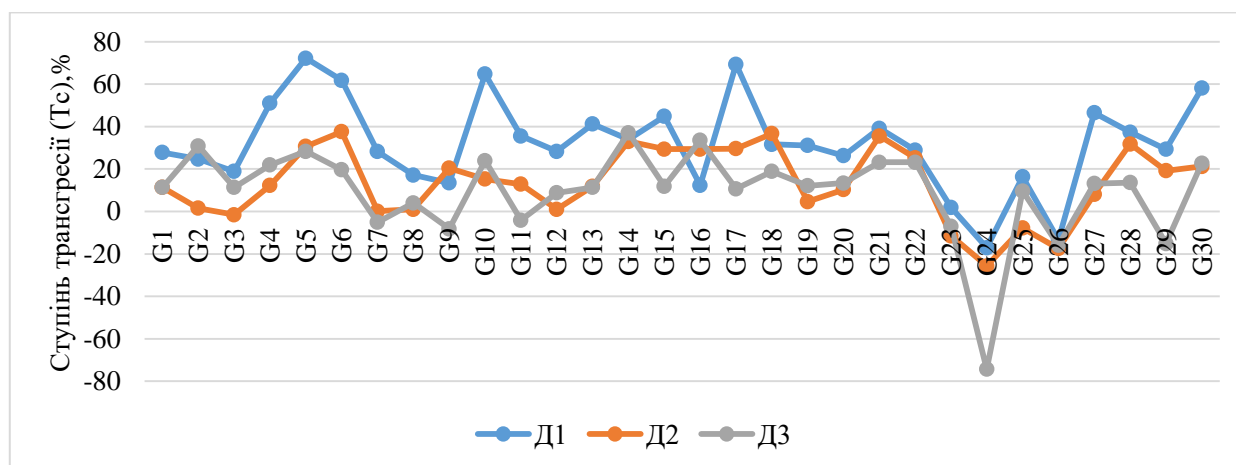


Рис. 4 Ступінь трансгресії ознаки «маси зерна з головного колоса» F_2 пшениці м'якої озимої на природному (Д1) та штучному фонах (Д2) і за мікологічного аналізу (Д3), (середнє за 2020/21–2021/22 вегетаційний рік).

її значення було у гібридних популяціях F_2 G6, G14-18 і G28 у яких були задіяні джерела стійкості Донской простор \times Славна, (Мікон \times ALMA) \times Легенда МИР, BILINMEVEN-49 \times Наталка і МИР ранньостигла \times CATALON.

Негативну трансгресію до -74,34 % визначили у популяціях за участю сорту пшениці МПП Фортуна та джерела стійкості Донской простор \times Славна (рис. 4).

У досліді мікологічного аналізу (Д3) за ознакою «маса зерна з головного колоса» позитивну трансгресію було виявлено у 25 гібридних комбінаціях (78,1 %), розмах варіювання якої був від 0,25 до 2,45 %. Кращі результати одержали такі гібридні популяції G2, G5, G10, G16, G21, G22 і G30 у яких за материнський компонент слугували джерела стійкості: MV 20-88 \times Смуглянка), BILINMEVEN-49 \times Наталка, MV 20-88 \times Смуглянка, Мікон \times ALMA та продуктивні сорти власної селекції МИР ранньостигла, МПП Вишиванка і МПП Княжна.

Висновки. За мікологічного аналізу установлено, що зерно пшениці м'якої озимої було заселено грибами роду *Fusarium* L.: *Fusarium culmorum* (8,5 %), *Fusarium graminearum* (6,1 %), *Fusarium sporotrichiella* (5,8 %), *Fusarium moniliforme* (3,1 %), *Fusarium oxysporum* (1,7 %).

Використання у схрещуваннях джерел стійкості до грибів роду *Fusarium* L.: BILINMEVEN-49 \times Наталка, MV 20-88 \times Смуглянка, Донской простор \times Славна, Миронівська ранньостигла \times CATALON та (Мікон \times

ALMA) \times Легенда миронівська позитивно впливало на успадкування стійкості, а створені за їх участі гібридні комбінації можуть бути селекційними донорами цієї ознаки.

За трьома дослідями на природному (Д1), штучному (Д2) фонах і за мікологічного аналізу (Д3) у F_2 відмічено високі позитивні значення ступеня трансгресії за ознакою «довжина головного колоса» у популяції G10 (BILINMEVEN-49 \times Наталка) \times Подолянка та G29 і G30 за прямих і зворотних схрещувань Аврора МИР \leftrightarrow (МИР ранньостигла \times CATALON).

Високі позитивні значення ступеня трансгресії у F_2 за ознакою «кількість зерен із головного колоса» отримали у популяції G17 і G18 за прямих і зворотних схрещувань (BILINMEVEN-49 \times Наталка) \leftrightarrow МПП Вишиванка – у всіх трьох дослідях та G21 і G22 за прямих і зворотних схрещувань МПП Вишиванка \leftrightarrow [(Мікон \times ALMA) \times Легенда МИР]. У комбінацій G24, G26, G9 і G7 на трьох фонах (Д1, Д2 і Д3) спостерігали або низький рівень або негативний ступінь трансгресії.

У трьох дослідях (Д1, Д2, Д3) за ознакою «маса зерна із головного колоса» відмічено високі значення F_2 у популяції G5 і G6 за прямих і зворотних схрещувань МПП Княжна \leftrightarrow (Донской простор \times Славна); G10 (BILINMEVEN-49 \times Наталка) \times Подолянка та популяції G13-22, G28 і G30.

Перспективою подальших досліджень є добір кращих генотипів у наступних поколіннях. Вивчення формування елементів про-

дуктивності та стійкості проти грибів роду *Fusarium* L. у ранніх поколіннях гібридів за використання штучних інфекційних фонів із

наступним добром дає змогу прогнозувати селекційну цінність у майбутньому сім'ям, лініям і сортам.

Використана література

1. Бушуля М. А. Стійкість сортів озимої пшениці щодо збудників піренофорозу та фузаріозу колосу в Степу України. *Вісник Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва. Серія: Фітопатологія та ентомологія*. 2018. № 1–2. С. 11–15.
2. Savary, S., Willocquet, L., Pethybridge, S. J. et al. The global burden of pathogens and pests on major food crops. *Nat Ecol Evol*, 2019. 3, p. 430–439.
3. Леонов О. Ю., Петренко В. П., Лучна І. П., Суворова К. Ю., Чугаєв С. В. Хвороби пшениці, поширені в Україні, шкідливість, генетичний контроль та результативність селекції на стійкість. *Селекція і насінництво*. 2016. № 109. С. 53–92.
4. Dreiseitl A. Specific resistance of barley to powdery mildew, its use and beyond: a concise critical review. *Plant Genetics and Genomics. A section of Genes*. 2020. V. 11(9). P. 971. <https://doi.org/10.3390/genes11090971>
5. Швартау В. В. Зозуля, О. Л., Михальська Л. М., Санін О. Ю. Фузаріози культурних рослин. Монографія. Київ: Логос, 2016. 164 с.
6. Ratna Kumar P. K., Shiny Niharika P., Nemanth, G. Impact of Fungicides on the Growth and Distribution of Soil Mycoflora in Agriculture Fields at Narasannapeta. *International Journal of Science and Research (IJSR)*. Volume 6 Issue 1, January 2017. 2337–2347. <https://doi.org/10.21275/ART20164650>
7. Рябовол Я. С., Рябовол Л. О., Діордієва І. П. Стійкість до хвороб зразків пшениці м'якої озимої, створених гібридизацією географічно віддалених форм. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2019. Вип. 65 С. 124–133. [https://doi.org/10.32636/01308521.2019-\(65\)-11](https://doi.org/10.32636/01308521.2019-(65)-11)
8. Мурашко Л. А., Гуменюк О. В., Кириленко В. В. Сабадин В. Я., Дубовик Н. С. Поширення та видовий склад *Fusarium* Link на сортах пшениці м'якої озимої у центральному Лісостепу України. *Агробіологія*. №1. 2024. С. 6–17. <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2024-187-1-6-17>
9. Teresa Krzyśko-Łupicka, Sławomir Sokół, Monika Sporek, Anna Piekarska-Stachowiak, Weronika Walkowiak-Lubczyk, Adam Sudoł. Effectiveness of the Influence of Selected Essential Oils on the Growth of Parasitic *Fusarium* Isolated from Wheat Kernels from Central Europe. *Molecules*. 2021, 26 (21), 6488; <https://doi.org/10.3390/molecules26216488>.
10. Кириченко В. В., Петренко В. П., Кучеренко Є. Ю., Звягінцева А. М. та ін. Основи фітосанітарної безпеки в агроценозах польових культур. Навчальний посібник. ІР ім. В. Я. Юр'єва НААНУ, ХНТУ ім. П. Василенка, Харків, 2020. 324 с.
11. Жемела Г. П., Бараболя О. В., Татарко Ю. В., Антоновський О. В. Вплив сортових особливостей на якість зерна пшениці озимої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2020. № 3. С. 32–39. <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.03.03>.
12. Egamov I U., Siddikov R. I., Rakhimov T. A., Yusupov N. Kh. Creation of high yielding winter wheat varieties with high yield and grain quality suitable for irrigated conditions. *International Journal of Modern Agriculture*. 2021. No. 10 (2). P. 2491–2506. Retrieved from <https://www.modern-journals.com/index.php/ijma/article/view/1050>
13. Базалій В., Домарацький Е., Бойчук І., Тетерук О., Козлова О., Базалій Г. Генетичний контроль і комбінація ознак стійкості до вилягання у гібридів пшениці озимої за різних умов вирощування. *Аграрні інновації*. 2020. № 4. С. 87–93. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2020.4.13>.
14. Гуменюк О. В., Кириленко В. В. Сабадин В. Я., Дубовик Н. С. Прояв фенотипового домінування в F₁ та ступеню трансгресії у F₂ за елементами продуктивності головного колоса пшениці м'якої озимої. *Агробіологія*. №1. 2023. С. 6–14. <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2023-179-1-6-14>
15. Рисін А. Л., Демидов О. А., Вологдіна Г. Б., Гуменюк О. В., Пикало С. В. Трансгресивна мінливість в популяціях F₂, F₃ пшениці м'якої озимої за ознаками продуктивності в умовах Лісостепу України. *Аграрні інновації*. 2024. № 24. С. 206–213. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.24.30>.
16. Mackay I. J., Cockram J., Howell P., Powell W. Understanding the classics: the unifying concepts of transgressive segregation, inbreeding depression and heterosis and their central relevance for crop breeding. *Plant Biotechnology Journal*. 2021. Vol. 19, Is. 1. P. 26–34. <https://doi.org/10.1111/pbi.13481>
17. Tsenov N., Gubatov T., Yanchev I. Correlations between grain yield and related traits in winter wheat under multi environmental traits. *Agricultural Science and Technology*. 2020. Vol. 12, No. 4. P. 295–300. <https://doi.org/10.15547/ast.2020.04.047>.
18. Федоренко М. В., Федоренко І. В., Близнюк Р. М. Трансгресивна мінливість у гібридних популяціях F₂ пшениці ярої *Triticum aestivum* L. та *Triticum durum* Desf. за елементами продуктивності колосу. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*, 2024. 76(1), 81–89. [https://doi.org/10.32636/01308521.2024-\(76\)-1-8](https://doi.org/10.32636/01308521.2024-(76)-1-8)
19. Vakhnyi S. Variation and transgressive variability of the stem length in F₁ and F₂ soft spring wheat under conditions of Forest-Steppe of Ukraine. *EurAsian Journal of Biosciences*. 2019. Vol. 13, iss. 2. P. 1187–1193.
20. Бабаянц Л., Мештерхази А., Вехтер Ф., Неклеса Н., Дубинина Л., Омельченко Л., Клечковская Е., Слюсаренко А., Бартош П. Методы селекции и оценки устойчивости пшеницы и ячменя к болезням в странах-членах СЭВ. Прага, 1988. 321 с.
21. Орлюк А. П., Базалій В. В. Генетичний аналіз:

навчальний посібник. Херсон : ПП «Олді-плюс», 2013. 218 с.

22. Рожков А. О., Пузік В. К., Каленська С. М., Пузік Л. М., Попов С. І., Музафаров Н. М., Бухало В. Я., Криштоп Є. А. Дослідна справа в агрономії. Статистична обробка результатів агрономічних

досліджень × за ред. О. А. Рожкова. Харків: Майдан, 2016. 342 с.

23. Трибель С. О., Гетьман М. В., Стригун О. О. Методологія оцінювання стійкості сортів пшениці проти шкідників і збудників хвороб × за ред. С.О. Трибеля. Київ : Колобіг, 2010. 392 с.

References

1. Bushulian, M. A. (2018). Resistance of winter wheat varieties to the causative agents of pyrenophorosis and fusarium head blight in the Steppe of Ukraine. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu im. V. V. Dokuchaieva. Seriya: Fitopatohiia ta entomohiia* [Bulletin of Kharkiv National Agrarian University named after V. V. Dokuchaeva. Series: Phytopathology and entomology], 1–2, 11–15. [in Ukrainian].
2. Savary, S., Willocquet, L., Pethybridge, S.J. et al. (2019). The global burden of pathogens and pests on major food crops. *Nat Ecol Evol*, 3, 430–439. [in English].
3. Leonov, O. Yu., Petrenkova, V. P., Luchna, I. P., Suvorova, K. Yu., Chuhaiev S. V. (2016). Diseases of wheat common in Ukraine, harmfulness, genetic control and effectiveness of selection for resistance. *Seleksiia i nasinnystvo* [Breeding and seed production], 109, 53–92. [in Ukrainian].
4. Dreiseitl, A. (2020). Specific resistance of barley to powdery mildew, its use and beyond: a concise critical review. *Plant Genetics and Genomics. A section of Genes*, 11 (9), 971. <https://doi.org/10.3390/genes11090971>. [in English].
5. Shvartau, V. V., Zozulia, O. L., Mykhalska, L. M., Sanin, O. Yu. (2016). Fusariozy kulturnykh roslyn. Monohrafiia. [Fusariosis of cultivated plants. Monograph] Kyiv: Lohos, 164 p. [in Ukrainian].
6. Ratna Kumar, P. K., Shiny Niharika, P., Hemanth, G. (2017). Impact of Fungicides on the Growth and Distribution of Soil Mycoflora in Agriculture Fields at Narasannapeta. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 6 (1). 2337–2347. <https://doi.org/10.21275/ART20164650>. [in English].
7. Riabovol, Iaroslav & Riabovol, Liudmyla & Diordiieva, Iryna. (2019). Resistance to diseases of soft winter wheat samples created by hybridization of geographically remote forms. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo* [Foothill and mountain agriculture and animal husbandry], 65, 124–133. [https://doi.org/10.32636/01308521.2019-\(65\)-11](https://doi.org/10.32636/01308521.2019-(65)-11). [in Ukrainian].
8. Murashko, L. A., Humeniuk, O. V., Kyrylenko, V. V., Sabadyn, V. Ya., Dubovyk, N. S. (2024). Distribution and species composition of Fusarium Link on soft winter wheat varieties in the central forest-steppe of Ukraine. *Ahrobiolohiia* [Agrobiology], 1, 2024. 6–17. <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2024-187-1-6-17>. [in Ukrainian].
9. Teresa Krzyśko-Łupicka, Sławomir Sokół, Monika Sporek, Anna Piekarska-Stachowiak, Weronika Walkowiak-Lubczyk, Adam Sudoł. (2021). Effectiveness of the Influence of Selected Essential Oils on the Growth of Parasitic *Fusarium* Isolated from Wheat Kernels from Central Europe. *Molecules*, 26 (21), 6488; <https://doi.org/10.3390/molecules26216488>. [in English].
10. Kyrychenko, V. V., Petrenkova, V. P., Kucherenko, Ye. Iu., Zviahintseva, A. M. et al. (2020). *Osnovy fitosanitarnoi bezpeky v ahrotsenozakh polovoykh kultur. Navchalnyi posibnyk* [Fundamentals of phytosanitary safety in agrocenoses of field crops. Textbook]. Instytut roslynnytstva im. V. Ya. Yurieva NAAN Ukrainy, KhNTU im. P. Vasylenka, Kharkiv, 324 p. [in Ukrainian].
11. Zhemela, H. P., Barabolia, O. V., Tatariko, Yu. V., Antonovskiy, O. V. (2020). The influence of varietal characteristics on the quality of winter wheat grain. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii* [Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy], 3, 32–39. <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.03.03>. [in Ukrainian].
12. Egamov, I. U., Siddikov, R. I., Rakhimov, T. A., & Yusupov, N. Kh. (2021). Creation of high yielding winter wheat varieties with high yield and grain quality suitable for irrigated conditions. *International Journal of Modern Agriculture*, 10 (2), 2491-2506. Retrieved from <https://www.modern-journals.com/index.php/ijma/article/view/1050> [in English].
13. Bazalii, V., Domaratskyi, E., Boichuk, I., Teteruk, O., Kozlova, O., Bazalii, H. (2020). Genetic control and recombination of lodging resistance traits in winter wheat hybrids under different growing conditions. *Ahrarni innovatsii* [Agrarian Innovations], 4, 87–93. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2020.4.13>. [in Ukrainian].
14. Humeniuk, O. V., Kyrylenko, V. V., Sabadyn, V. Ya., Dubovyk, N. S. (2023). [Manifestation of phenotypic dominance in F₁ and degree of transgression in F₂ by elements of productivity of the main ear of soft winter wheat]. *Ahrobiolohiia* [Agrobiology], 1, 6–14. <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2023-179-1-6-14>. [in Ukrainian].
15. Rysin, A. L., Demydov, O. A., Volohdina, H. B., Humeniuk, O. V., Pykalo, S. V. (2024). Transgressive variability in F₂, F₃ populations of soft winter wheat according to productivity traits in the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine. *Ahrarni innovatsii* [Agrarian Innovations], 24, 206–213. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.24.30>. [in Ukrainian].
16. Mackay, I. J., Cockram, J., Howell, P., & Powell, W. (2020). Understanding the classics: the unifying concepts of transgressive segregation, inbreeding depression and heterosis and their central relevance for crop breeding. *Plant Biotechnology Journal*, 19 (1), 26-34. <https://doi.org/10.1111/pbi.13481> [in English].
17. Tsenov, N., Gubatov, T., & Yanchev, I. (2020). Correlations between grain yield and related traits in

- winter wheat under multiple environmental traits. *Agricultural Science and Technology*, 12 (4), 295–300. <https://doi.org/10.15547/ast.2020.04.047> [in English].
18. Fedorenko, M. V., Fedorenko, I. V., Blyzniuk, R. M. (2024). Transhresyivna minlyvist u hibrydnykh populatsiakh F₂ pshenytsi yaroї *Triticum aestivum* L. ta *Triticum durum* Desf. za elementamy produktyvnosti kolosu. [Transgressive variability in F₂ hybrid populations of spring wheat *Triticum aestivum* L. and *Triticum durum* Desf. by ear productivity elements]. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*. [Foothill and mountain agriculture and animal husbandry]. 76(1), 81–89. [https://doi.org/10.32636/01308521.2024-\(76\)-1-8](https://doi.org/10.32636/01308521.2024-(76)-1-8). [in Ukrainian].
 19. Vakhnyi, S. (2019). Variation and transgressive variability of the stem length in F₁ and F₂ soft spring wheat under conditions of Forest-Steppe of Ukraine × *EurAsian Journal of Biosciences*. Vol. 13, iss. 2. 1187–1193. [in English].
 20. Babaiants, L., Meshterkhazy, A., Vekhter, F., Neklesa, N., Dubynyna, L., Omelchenko, L., Klechkovskaia, E., Sliusarenko A., Bartosh P. (1988). *Metody selektsiyi i otsenki ustoychivosti pshenytsy i yachmenya k boleznyam v stranakh-chlenakh SEV* [Methods of selection and evaluation of resistance of wheat and barley to diseases in the member countries of the CEU]. Praha. 321 p. [in Russian].
 21. Orliuk, A. P., Bazalii, V. V. (2013). *Henetychnyi analiz: navchalnyi posibnyk*. [Genetic analysis: a textbook]. Kherson: PP «Oldi-plius», 218 p. [in Ukrainian].
 22. Rozhkov, A. O., Puzik, V. K., Kalenska, S. M., Puzik, L. M., Popov, S. I., Muzafarov, N. M., Bukhalo I O V. Ya., Kryshtop, Ye. A. (2016). *Doslidna sprava v ahronomii. Statystychna obrobka rezultativ ahronomichnykh doslidzhen*. [Research report in agronomy. Statistical processing of the results of agronomic research]. Za red. O. A. Rozhkova. Kh.: Maidan, 342 p. [in Ukrainian].
 23. Trybel, S. O., Hetman, M. V., Stryhun, O. O. (2010). *Metodolohiia otsiniuvannia stikosti sortiv pshenytsi proty shkidnykiv i zbudnykiv khvorob* [Methodology of assessing the resistance of wheat varieties to pests and disease pathogens] (S. O. Trybelia: Ed.). Kyiv: Kolobih, 392 p. [in Ukrainian].

UDC 631.524.84/.323:633.111"324"

Murashko, L. A.¹, Kyrylenko, V. V.¹, Humeniuk, O. V.¹, Sabadyn, V. Ya.² Transgressive variability of F₂ populations of winter wheat to *Fusarium* L. and ear productivity elements in the conditions of the Central Forest-Steppe of Ukraine. *Grain Crops*. 2026. 10 (1). 92–101.

¹The V.M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat NAAS of Ukraine, Tsentralne village, Obukhiv district, Kiev region, 08853, Ukraine

²Bila Tserkva National Agrarian University, 8/1 Soborna Sq., Bila Tserkva, 09117, Ukraine

Topicality. The prevalence of fungi of the genus *Fusarium* Link in agrophytocenoses is a global phenomenon. Efforts by geneticists and plant breeders should be directed towards developing wheat varieties resistant to fusarium head blight, as it is well known that agrotechnical and chemical control methods are insufficient to manage the disease. **Purpose.** To determine the degree of transgression in F₂ populations of common winter wheat in terms of immunological properties against *Fusarium* head blight and the productivity traits of the main ear under natural and artificial infection conditions caused by fungi of the genus *Fusarium* Link, and based on mycological analysis of the grain. **Materials and Methods.** General scientific methods – analysis; laboratory methods – determination of disease resistance (by exposing seeds to an inoculum of fungi of the genus *Fusarium* Link); field methods – phenological, visual and biometric; statistical methods – processing of experimental data. **Results.** On agarised culture media, a low level of infection of common winter wheat seeds by pathogens of the genus *Fusarium* Link was observed (ranging from 1.7 % to 8.5 %). Based on the nature of the disjoining patterns in the F₂ populations, forms with infection levels ranging from 0% to 51.42 % were identified. Against a natural pathogen background, the most valuable were 65.7 % of the populations with positive transgression ranging from 1.38 to 39.60 %. Against an artificial background, a decrease in the number of populations with positive transgression was observed; these were found in 54.3 % of cases, ranging from 1.20 to 51.42 %. Mycological analysis of the grain revealed a variation ranging from 1.20 % to 17.50 % of positive transgressive forms, providing a basis for the selection of resistant genotypes, and supporting the research conducted against both natural and artificial pathogen backgrounds. **Conclusions.** Wheat grain was colonized by the following species of *Fusarium*: *F. culmorum* (8.5 %), *F. graminearum* (6.1 %), *F. sporotrichiella* (5.8 %), *F. moniliforme* (3.1 %) and *F. oxysporum* (1.7%). Crossbreeding sources of resistance to fungi of the genus *Fusarium* L. BILINMEVEN-49 × Natalka, MV 20-88 × Smuhlianka, Donskoyi Prostor × Slavna, Myronivska Rannostyhlа × CATALON and (Mikon × ALMA) × Lehenda Myronivska had a positive effect on the inheritance of resistance to *Fusarium* head blight, and the hybrid combinations developed with their participation can potentially be used as donors for this trait in further plant breeding. Based on main ear productivity (based on the results of three trials), the following valuable hybrid populations were identified: (BILINMEVEN-49 × Natalka) × Podolianka, (BILINMEVEN-49 × Natalka) ↔ MIP Vyshyvanka, Avrora MYR ↔ (MYR Rannostyhlа × CATALON) and MIP Kniazhna ↔ (Donskoyi Prostor × Slavna).

Key words: plant breeding, varieties, sources of resistance, populations, background, *Fusarium* head blight, number of grains, grain weight, main ear length