

**В. А. ВЛАСЕНКО, О. М. ОСЬМАЧКО, О. М. БАКУМЕНКО**

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ  
ЩОДО ВИДІЛЕННЯ ЛІНІЙ ПШЕНИЦІ  
З ГРУПОВОЮ СТІЙКІСТЮ ДО ХВОРОБ,  
ЯКІ Є НОСІЯМИ ПШЕНИЧНО-ЖИТНІХ  
ТРАНСЛОКАЦІЙ**



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**В. А. ВЛАСЕНКО, О. М. ОСЬМАЧКО, О. М. БАКУМЕНКО**

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ  
ЩОДО ВИДІЛЕННЯ ЛІНІЙ ПШЕНИЦІ  
З ГРУПОВОЮ СТІЙКІСТЮ ДО ХВОРОБ,  
ЯКІ Є НОСІЯМИ ПШЕНИЧНО-ЖИТНІХ  
ТРАНСЛОКАЦІЙ**

Методичні рекомендації надруковано коштом  
Міністерства освіти і науки України  
під час виконання науково-технічної розробки  
«Відбір перспективних ліній пшениці м'якої  
для створення сортів з групувою стійкістю до хвороб»  
за договором № ДЗ / 75-2019 від 03.09.2019  
(№ держреєстрації 0119U102859)

Суми – 2020

*Рекомендовано до друку рішенням Ученої ради Сумського національного аграрного університету МОН України, протокол № 4 від 26 жовтня 2020 р.*

**Рецензенти:**

- Жатов О.Г.** – доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри рослинництва Сумського національного аграрного університету МОН України;
- Туренко В.П.** – доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри фітопатології Харківського національного аграрного університету ім. В.В Докучаєва МОН України;
- Тищенко В.М.** – доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри селекції, насінництва та генетики Полтавської державної аграрної академії МОН України.

**В. А. Власенко., О. М. Осьмачко, О. М. Бакуменко**

Методичні рекомендації щодо виділення ліній пшениці з груповою стійкістю до хвороб, які є носіями пшенично-житніх транслокацій.  
Сумський національний аграрний університет. Суми, 2020. 154 с.

**V. A. Vlasenko, O. M. Osmachko, O. M. Bakumenko**

Methodical recommendations for the selection of wheat lines with group resistance to diseases that are the transmitters of wheat-rye translocations.  
Sumy National Agrarian University. Sumy, 2020. 154 с.

У науковому виданні розглянуто та узагальнено методики визначення стійкості зразків пшениці до збудників основних хвороб, за поширеністю та інтенсивністю їх розвитку. Розглянуто особливості аналізу та диференціації досліджуваних зразків за резистентністю до патогенів. Наведено генетичні фактори стійкості пшениці та методи ідентифікації інтрогресивних форм в геномі пшениці. Представлені результати створення ліній пшениці м'якої озимої з резистентністю до листових хвороб. Видання рекомендовано аспірантам та співробітникам науково-дослідних установ, викладачам та студентам вищих навчальних закладів професійного напрямку.

The scientific publication considers and generalizes the methods of determining the resistance of wheat samples to pathogens of major diseases, the prevalence and intensity of their development. Peculiarities of analysis and differentiation of the studied samples by resistance to pathogens are considered. Genetic factors of wheat resistance and methods of introgressive forms identification in the wheat genome are given. The results of the selection of bread winter wheat lines with resistance to leaf diseases are presented. The publication is recommended for graduate students and staff of research institutions, teachers and students of higher educational institutions in the professional field.

УДК 633.111.1«324»:631.527.5:631.524.86  
© В. А. Власенко, О. М. Осьмачко,  
О. М. Бакуменко,

Сумський національний аграрний університет

## ЗМІСТ

	<b>ПЕРЕДМОВА</b>	6
<b>1</b>	<b>МЕТОДИ СТВОРЕННЯ ІНФЕКЦІЙНИХ ФОНІВ ТА ВИЗНАЧЕННЯ СТІЙКОСТІ ПШЕНИЦІ</b>	8
1.1	Види інфекційних фонів	8
1.2	Визначення стійкості до борошнистої роси	13
1.3	Визначення стійкості до бурої іржі	17
1.4	Визначення стійкості до септоріозу	19
1.5	Визначення стійкості до снігової плісені	22
1.6	Визначення стійкості до кореневих гнилей	25
<b>2</b>	<b>ОСОБЛИВОСТІ СТАТИСТИЧНОГО АНАЛІЗУ ДИФЕРЕНЦІАЦІЇ ЗРАЗКІВ ПОЛЬОВИХ КУЛЬТУР</b>	30
<b>3</b>	<b>ВИЗНАЧЕННЯ ГЕНЕТИЧНИХ ФАКТОРІВ СТІЙКОСТІ ПШЕНИЦІ ДО ХВОРОБ</b>	33
3.1	Пшенично-житні транслокації як джерела стійкості до хвороб	34
3.2	Вивчення донорських властивостей джерел стійкості в F <sub>1</sub>	38
3.3.	Визначення ступеню відповідності фактичних даних теоретичним в F <sub>2</sub>	44
<b>4</b>	<b>МЕТОДИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ІНТРОГРЕСИВНИХ ФОРМ В ГЕНОМІ ПШЕНИЦІ</b>	55
4.1.	Біохімічні методи ідентифікації чужорідних включень	56
4.2.	Цитологічні методи ідентифікації чужорідних транслокацій	56
4.3.	Молекулярні методи ідентифікації чужорідних включень в геномі пшениці	57
4.4	Теоретичні та практичні аспекти ПЛР	59
4.4.1	Етапи ПЛР	61
4.4.2	Хід проведення полімеразної ланцюгової реакції	65
4.4.3	Різновиди ПЛР	67
<b>5</b>	<b>СТВОРЕННЯ ЛІНІЙ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ З РЕЗИСТЕНТНІСТЮ ДО ЛИСТКОВИХ ХВОРОБ</b>	75
5.1.	Програма і методика проведення досліджень	76
5.2.	Матеріали та методи проведення лабораторних досліджень	80
5.2.1.	Обладнання та матеріали	80
5.2.2.	Пророщування насіння зразків пшениці	80
5.2.3.	Виділення ДНК із зразків пшениці	81
5.2.4.	Проведення полімеразної ланцюгової реакції	82
5.2.5.	Проведення гель-електрофорезу в агарозному гелі	83
5.3.	Характеристика гібридних комбінацій пшениці озимої за	84

	походженням	
5.4.	Кліматична норма та забезпечення вологістю рослин у період досліджень	86
5.5.	Характеристика доборів/ліній пшениці озимої за елементами структури врожаю, стійкістю до фітопатогенів та адаптивністю	87
5.6.	Відбір кращих зразків пшениці озимої з житньою транслокацією для біохімічного аналізу	92
5.6.1.	Характеристика зразків пшениці озимої за довжиною основного колосу	92
5.6.2.	Характеристика зразків пшениці озимої за кількістю колосків у колосі	94
5.6.3.	Характеристика зразків пшениці озимої за кількістю зерен у колосі	97
5.6.4.	Характеристика зразків пшениці озимої за масою 1000 насінин	98
5.6.5.	Характеристика зразків пшениці озимої за масою зерен з колосу	100
5.7.	Розроблення схеми дослідів на природному інфекційному фоні з використанням сортів накопичувачів інфекції	102
5.8.	Біохімічний аналіз доборів пшениці озимої з гібридних потомств пшениці м'якої озимої	107
5.9.	Оцінювання потомств гібридів пшениці м'якої озимої за фенотипом та добір перспективних ліній	124
<b>ЗАКЛЮЧЕННЯ</b>		133
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b>		

## Передмова

По всьому світу головним продовольчим продуктом серед зернових культур є пшениця, яка вирощується приблизно для 35 % населення земної кулі і забезпечує близько 20 % потреб людства в енергії [1]. Головним завданням агропромислового комплексу України залишається забезпечення населення високоякісним зерном та збільшення його експорту. В Україні збільшення виробництва зерна є ключовою проблемою рослинництва. Велику роль у розв'язанні цієї проблеми відіграє основна зернова і продовольча культура – пшениця озима. Щорічно в Україні її сіють на площі 6-7 млн. га. У балансі валових зборів зерна вона займає перше місце [2].

Згідно з даними світової літератури втрати від хвороб та шкідників у світі становлять щорічно близько 33 %. В Україні щорічно недобір урожаю через шкідливу дію збудників хвороб і шкідників складає 12-14 %, що прирівнюється до вартості зерна з площі в 1 млн га. А в період епіфітотій хвороб та спалахів розмноження шкідників втрати урожаю сягають 50 % і більше [3, 4, 5, 6]. Більшість пестицидів досить дорого коштують, а значна їх кількість малоефективна. Підбір якісних препаратів для сільськогосподарського виробництва все більш ускладнюється їх все численнішою кількістю на ринку. Залишкові накопичення діючих речовин пестицидів забруднюють рослинницьку продукцію і завдають значної шкоди здоров'ю людини [7, 8]. Тому необхідно ширше упроваджувати імунологічний метод захисту від патогенів.

На жаль, запасу генетичного різноманіття у сучасному сортименті пшениці м'якої недостатньо для вирішення цієї проблеми [9-11]. Більше того, її генофонд був значною мірою збіднений через широке поширення однотипних сортів з родоводами, які перекриваються. Особливо це стосується генів стійкості до хвороб, обмеження різноманітності яких є одним з основних лімітуючих факторів у селекції. Невичерпним резервом господарсько-цінних ознак для поліпшення цієї головної продовольчої культури земної кулі є генофонд споріднених різних видів пшениці м'якої

[12-15]. Багато з них були з успіхом використані для передачі корисних ознак у пшеницю [16, 17]. Для більшості з них необхідно використовувати спеціальні прийоми геномної та хромосомної інженерії [16, 17].

Заміщення хромосом пшениці на чужорідні хромосоми часто призводить до зміни фенотипових ознак пшеничної рослини, багато з яких мають велике значення для селекції. Зміни зачіпають як морфологічні, так і такі важливі ознаки, як зимостійкість, посухостійкість, тривалість вегетаційного періоду, вміст і якість білку, стійкість до хвороб і шкідників [18, 19]. Розроблено ряд ефективних методів ідентифікації чужорідного генетичного матеріалу в геном пшениці: використання білкових і молекулярних маркерів, різні варіанти цитологічного аналізу. Використання в дослідженнях нових біотехнологічних і молекулярних методів здійснюється з метою удосконалення технології селекційного процесу з матеріалом, який несе чужорідні включення [8].

Наші дослідження присвячені створенню ліній пшениці озимої з груповою стійкістю, до окремих листових хвороб та ідентифікації інтрогресованих включень геном пшениці озимої, які засвідчують резистентність до фітопатогенів.

Методичні рекомендації надруковано коштом Міністерства освіти і науки України під час виконання науково-технічної розробки «Відбір перспективних ліній пшениці м'якої для створення сортів з груповою стійкістю до хвороб» за договором № ДЗ / 75-2019 від 03.09.2019 (№ держреєстрації 0119U102859).

# 1. МЕТОДИ СТВОРЕННЯ ІНФЕКЦІЙНИХ ФОНІВ ТА ВИЗНАЧЕННЯ СТІЙКОСТІ ПШЕНИЦІ

Для фітопатологічної й імунологічної оцінки селекційного матеріалу пшениці за стійкістю до хвороб використовують штучні, провокаційні та інфекційні фони. Селекційний матеріал досліджують в умовах безпосереднього контакту з фітопатогенами, на жорстких природних чи штучно створених інфекційних (провокаційних) фонах. Для об'єктивної оцінки сортозразків достатнім є рівень інфекційного фону, при якому ураженість сортів, еталонів сприйнятливості, становить не менше ніж 50 %. При цьому важливе значення мають як оптимальні погодні умови, так і наявність достатньої кількості інфекційного начала [20].

## 1.1. Види інфекційних фонів

### *Природні інфекційні фони*

Оцінка стійкості зразків у природних умовах має велике значення, особливо в тих регіонах, де екологічні умови сприяють постійному підтриманню популяції збудника хвороби, а також в окремі роки за епіфітотійного розвитку тієї чи іншої хвороби. Більш повну інформацію при випробуванні стійкості рослин на природних фонах отримують при екологічних випробуваннях у географічних посівах. За контрастних умов середовища чітко виявляються відмінності в імунитеті між досліджуваними зразками. Географічні посіви одного й того ж селекційного матеріалу дозволяють одержати імунологічну оцінку до комплексу популяцій паразита [21].

### *Провокаційні фони*

У разі, коли за природного розвитку хвороб провести достовірне вивчення стійкості селекційного матеріалу неможливо, складаються несприятливі погодні умови, або недостатня кількість інфекційного начала, виникає необхідність створення провокаційних фонів [22].



Заходи, спрямовані на створення максимально сприятливих умов для контакту і зараження досліджуваних рослин природними популяціями збудників хвороб, називають провокаційним фоном.

До провокаційних заходів відносяться:

- регулювання строків сівби (суміщення фази розвитку рослин найбільш сприятливої для інокуляції з періодом поширення збудника у природі, чи продовження тривалості контакту рослини і збудника);

- вирощування випробуваних зразків на монокультурі – де в ґрунті та рослинних рештках накопичується природна інфекція;

- розміщення посівів з випробовуваними зразками поряд із зараженими;

- сівба поряд з дослідними ділянками таких сортів, гібридів чи ліній, які є сприйнятливими до того, чи іншого патогена, у природних умовах вони уражуються раніше і сильніше за інші, а тому стають накопичувачами інфекції та осередками її розповсюдження [22].

В умовах Лісостепу України існує достатньо високий природний фон збудника *Blumeria graminis*, а для більшого його накопичення в Миронівському інституті пшениці створювали провокаційний фон. За накопичувачів інфекції використовували сприйнятливі сорти заражувачі: Еритроспермум 15 (Верхняцька ДС) та Хундань (Китай). Ці сорти висівали з одного боку по довженні ділянок смугою, а також через кожні 50 номерів. Обліки ураження патогеном пшениці озимої проводили окомірно з моменту його прояву та до молочно-воскової стиглості зерна за 9-бальною шкалою [2].

В умовах дослідного поля навчально-науково-виробничого комплексу Сумського національного аграрного університету оцінку стійкості колекції сортів та гібридів проти листових хвороб проводили на природному інфекційному фоні з використанням сортів [23] – накопичувачів інфекції (Керрок, Agassis – до борошнистої роси; Миронівська 10, Sel / Egin – до бурої

іржі; Боровій, Донська напівкарликова – до септоріозу) згідно загально прийнятих методик [24-27].

### ***Штучні інфекційні фони***

Штучно організований розвиток і прояв тієї чи іншої хвороби на дослідних зразках, що є результатом штучного нанесення інфекції і створення оптимальних умов для її реалізації називають штучним інфекційним фоном [22].

Наразі штучні інфекційні фони стали невід'ємним елементом технології створення стійких проти шкідливих організмів сортів більшості сільськогосподарських культур. Безсумнівно, що створення та упровадження стійких сортів у виробництво – екологічно перспективний шлях розвитку сільського господарства. Однак цей процес обов'язково повинен бути безперервним, оскільки абсолютної стійкості досягнути неможливо і стійкість проти будь-якого патогена, чи проти групи хвороб, рано чи пізно може бути подолана збудником [22].

Особливості створення інфекційних фонів базуються на загальних правилах [28, 29]:

- інфекційний матеріал для зараження рослин повинен містити найбільш поширені, вірулентні й агресивні, а також нові, небезпечні раси збудника, для цього інфекцію виділяють з районованих сортів, що займають великі площі у виробництві, та з стійких сортів і розмножують її, напрацьовуючи потрібну кількість інокульому;

- розмноження інфекційного матеріалу облигатних паразитів (збудників борошнистої роси, іржі тощо) проводять на живих рослинах сприйнятливих сортів. Для зараження використовують споровий матеріал зі свіжозібраного листя зі спороношенням збудників (конідіями, аскоспорами, уредоспорами);

- якщо у якості інфекційного матеріалу для штучного зараження рослин використовують природну популяцію патогена, то визначають горизонтальну стійкість зразка, якщо штучне зараження проводять окремими расами чи

біотипами збудника, то визначають вертикальну стійкість до цих певних рас чи біотипів;

- способи нанесення інфекції розроблені відповідно до біології збудника і загалом поділяються на такі – зараження насіння або внесення інфекції у ґрунт разом з насінням при сівбі, для збудників листостеблових хвороб – це зараження надземної вегетативної маси (шляхом розпилювання сухих спор патогенна, обприскування суспензією спор);

- строки інокуляції рослин визначають таким чином, щоб фази розвитку рослин і погодні умови були сприятливими для проростання спор збудника, проникнення його в рослину і розвитку патологічного процесу, з урахуванням температурних оптимумів і вологості ґрунту та повітря, необхідних для конкретного збудника.

Співробітники лабораторії імунітету сільськогосподарських рослин до хвороб Всеросійського інституту захисту рослин за методикою Л. А. Михайлової вивчали расовий склад *Puccinia recondita* і вияснили динаміку та спеціалізацію рас патогена у різних зонах [30]. У період максимального розвитку хвороби у фазу молочно-воскової стиглості рослин пшениці було відібрано інфекційний матеріал на перспективних сортах та лініях на держсортодільницях у Херсонській (Степ), Львівській (Лісостеп) і Київській (Полісся) областях.

Ідентифікацію рас збудника *P. recondita* рослин пшениці озимої проводять за міжнародною методикою Е. В. Mains, Н. S. Jackson [31]. Основою створення синтетичної популяції збудника *P. recondita* пшениці виступає колекція різноманітних патотипів з відомими генами вірулентності, що визначаються при диференціації популяції в різних зонах. Масове напрацювання спор для штучного інфекційного фону проводять у зимово-весняний період на універсально сприйнятливому сорті заражувачі Еритроспермум 15 [22].

Штучний інфекційний фон збудника *P. recondita* у польових умовах у фазу виходу рослин пшениці озимої в трубку створювали науковці відділу

селекції пшениці Миронівського інституту пшениці [2] разом з співробітниками Інституту захисту рослин НААН України згідно зазначеної вище методики [31]. У селекційних ланках пшениці інокулювали початкову частину ділянок площею 1 м<sup>2</sup> за допомогою ранцевого оприскувача з водною суспензією (розрахунок 20 мг спор на 1 м<sup>2</sup> посіву) ввечері після заходу сонця. Проводили обліки резистентності рослин при максимальному розвитку хвороби (молочно-воскова стиглість). На основі оцінок стійкості вихідного та селекційного матеріалу до бурої іржі та інших хвороб проводили добір рослин за інтегрованою шкалою з балом стійкості 7, 8, 9 з подальшим включенням їх у селекційний процес.

Співробітниками відділу захисту рослин Миронівського інституту пшениці для створення штучного інфекційного фону збудника *P. recondita* інокуляцію рослин вихідних ланок селекції проводили суспензією суміші спор, виділених з місцевої популяції бурої іржі. Рослини пшениці інокулювали у фазу трубкування – початок колосіння сумішшю спор з тальком у співвідношенні 1:100 за методикою Е. Е. Гешеле [32]. Спорове навантаження становило 15 г уредініоспор на 1 м<sup>2</sup> посіву пшениці озимої. Інокуляцію рослин проводили у вечірні години, з випаданням роси, попередньо зволожуючи рослини водою з ранцевого оприскувача за температури повітря не нижче 20 °С і вологістю повітря 80-90 %. Оцінку стійкості співробітники відділу захисту рослин Миронівського інституту пшениці проводили у динаміці – через кожні 10 днів. За сприйнятливий стандарт використовували сорт Миронівська 10.

Для виділення збудника *Septoria tritici* у чисту культуру співробітники Інституту захисту рослин НААН України використовували загальновідомі методики В. Й. Білай [33]. Видовий склад патогена визначали за морфологічними ознаками пікноспор з використанням визначника М. М. Підоплічка [34]. Вірулентність ізолятів *S. tritici* досліджували на наборі сортів диференціаторів – Харківська 46, Миронівська 808, Саратовская 29, Московская 35, Безоста 1, Одеська 51. Після інокуляції сортів-

диференціаторів через 14-15 діб проводили обліки за модифікованою шкалою співробітниками лабораторії імунітету сільськогосподарських рослин до хвороб Інституту захисту рослин НААН України. Для приготування робочої суспензії всі ізоляти змішували у співвідношенні 1:1 і за допомогою камери Горяєва визначали кількість спор. Робочу суспензію готували шляхом розбавлення в концентрації  $10^6$  спор в 1 мл розчину.

За спільною програмою співробітники МПП та ІЗР інокуляцію рослин проводили за допомогою обприскувача у фазу трубкування-колосіння рослин пшениці у теплу безвітряну погоду у вечірню пору [2]. У селекційних ланках інокулювали середню частину ділянок площею  $1\text{ м}^2$ . Обліки ступеня ураження *S. tritici* сортозразків пшениці озимої проводили у період максимального розвитку хвороби (у фазу молочно-воскової стиглості зерна) з використанням шкали W. C. James (1971) [35] і модифікованою співробітниками ІЗР та МПП за дев'ятибальною шкалою [2].

У Інституті захисту рослин НААН України інфекційний фон до *Cercospora herpotrichoides* створювали обприскуванням рослин пшениці озимої інокулюмом, для отримання якого водну суміш міцелію та культуральної рідини розводили водою у співвідношенні 1:6. Оскільки наростання інтенсивності ураження збудником *C. herpotrichoides* відбувається у два періоди – кушіння восени і навесні, інокуляцію також проводили двічі на тильній частині ділянки ( $1\text{ м}^2$ ) з витратою робочої суміші 100 мл на  $1\text{ м}^2$ ). Оцінки стійкості пшениці озимої проти ураження рослин збудником прикореневої гнилі проводили у фазу молочно-воскової стиглості за загальноприйнятою методикою А. Ф. Коршунової та ін. [36]. Інтенсивність ураження рослин визначали у балах (від 0 до 4). Загальна кількість хворих рослин, виражена у відсотках, характеризує поширеність хвороби.

## **1.2. Визначення стійкості до борошнистої роси**

Збудник борошнистої роси (рис. 1.1) – сумчастий гриб *Blumeria graminis* (DC) Speer. (син. *Erysiphe graminis* DC.) розвивається майже

повсюдно на всіх культурних та численних дикорослих злаках. Належить до відділу Ascomycota, класу Leotiomycetes, порядку Erysiphales, родини Erysiphaceae, роду Blumeria, виду *B. graminis*. Має багато спеціалізованих форм (f. sp.), пристосованих до різних культур (f. sp. tritici, f. sp. secale, f. sp. avenae та ін.) і, в свою чергу, диференційованих на велику кількість рас [37].



Рисунок 1.1. Борошниста роса пшениці [38]

Шкодочинність борошнистої роси виявляється, насамперед, у зменшенні асиміляційної поверхні рослин і порушенні транспірації та фотосинтезу. Втрати води на одиницю площі листкової поверхні зростають, фотосинтез послаблюється [39]. Крім того, при сильному ураженні знижується кустистість рослин, затримується колосіння, але прискорюється дозрівання. В зерні зменшується уміст клейковини, білка і крохмалю [40, 41]. За пізнього розвитку борошнистої роси і ураження верхнього ярусу листя погіршується наливання зерна і зменшується маса 1000 насінин [42].

Обліки стійкості до борошнистої роси проводять кілька разів, основний – у період максимального прояву, від повного виколошування до молочно-

воскової стиглості. При проведенні обліків огляд починають з нижнього ярусу рослин. Ступінь стійкості до хвороби визначають візуально за показником інтенсивності ураження листя (таблиця 1.1), узагальнюючи характер прояву хвороби на ділянці.

Таблиця 1.1 – Шкала для оцінок стійкості зернових колосових культур до борошнистої роси за характером прояву хвороби [24]

Бал стійкості	Характер прояву хвороби	Ступінь стійкості/сприйнятливості
9	Ознаки хвороби відсутні	Дуже висока стійкість
8	Дуже слабо розвинутий і рідкий борошнистий наліт спор, обмежений хлорозними і некротичними тканинами	Висока стійкість
7	Слабкий розвиток борошнистого нальоту, обмежений хлорозними і некротичними тканинами	Стійкість
6	Слабкий розвиток борошнистого нальоту, поодинокі дрібні видовжені подушечки, можливо обмежені хлорозними і некротичними тканинами	
5	Помірний розвиток нальоту, дрібні і середні подушечки, можливо обмежені хлорозними і некротичними тканинами	Слабка сприйнятливість
4	Рихлий наліт, що рясно порошить, можливі слабкі хлорози	Сприйнятливість
3	Рихлий наліт, що рясно порошить	
2	Щільний наліт, що рясно порошить	Висока сприйнятливість
1	Інтенсивне утворення щільного нальоту, рясне споруутворення	Дуже висока сприйнятливість

Для більш точного визначення стійкості зразка облік можна проводити шляхом оцінки 15-30 окремих листків, довільно відібраних з різних ярусів посіву, вираховуючи середній показник ураженості зразка [43].

Прийнятне також визначення стійкості до борошнистої роси за інтегрованою шкалою, розробленою на основі шкали Саарі і Прескотта (рис. 1.2) [43]. Опис шкали наведений у таблиці 1.2.

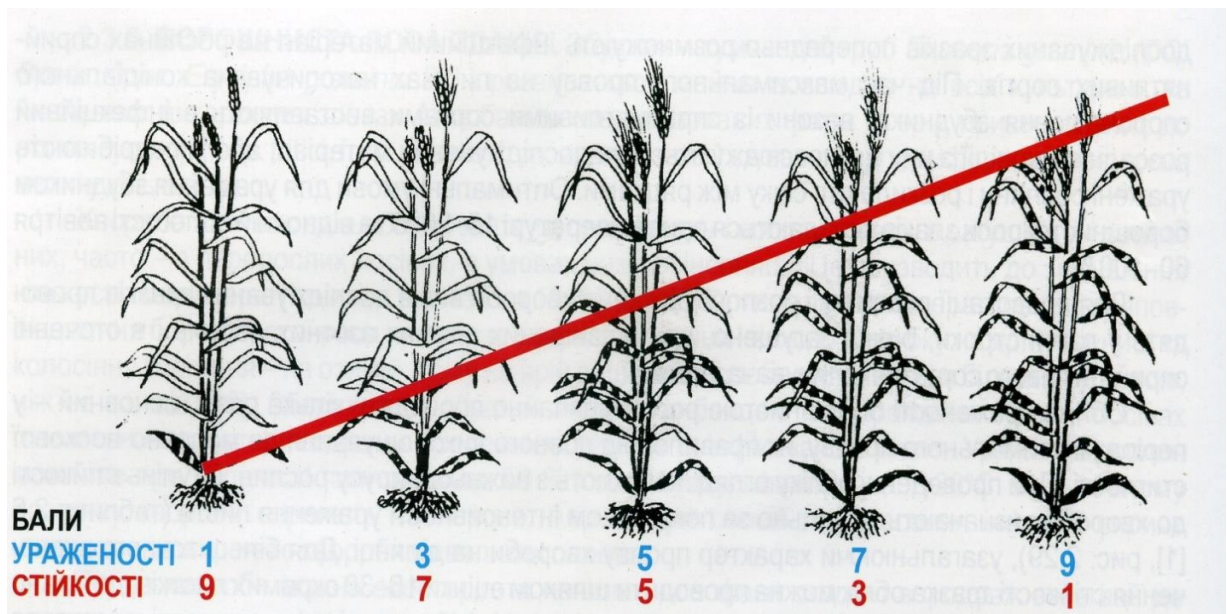


Рисунок 1.2. Модифікована шкала Саарі і Прескотта для обліку ураженості рослин колосових культур борошністою россою, септоріозами та іншими плямистостями листя [24, 43].

Таблиця 1.2 – Інтегрована шкала для оцінок стійкості зернових колосових культур до борошністої роси [24, 43].

Бал стійкості	Характер прояву хвороби	Ступінь стійкості/сприйнятливості
9	Ознаки ураження відсутні	Дуже висока стійкість
8	На листі окремі хлорозні і некротні плями, дуже рідкий поодинокий наліт спорonoшення	Висока стійкість
7	Уражене нижнє листя: спостерігаються поодинокі дрібні подушечки, можливо на хлорозних чи некротних плямах	Стійкість
6	Уражена нижня третина рослин слабого ступеня: нижнє листя можливо уражене помірно, подушечки частіше видовжені, іноді у хлорозних чи некротних плямах	Стійкість
5	Рослина уражена від основи до середини: нижнє листя уражене сильно, а вище розташоване – помірно і слабо	Слабка сприйнятливість
4	Рослини уражені до передпрапорцевого листка: листя нижньої третини уражене значно, при цьому спостерігається загибель самих нижніх листків; листя середнього ярусу – помірно уражене; є сліди інфекції на передпрапорцевому листку	Сприйнятливість
3	Рослина уражена до передпрапорцевого листка: листя нижнього ярусу – дуже сильно і спостерігається його загибель; листя середнього ярусу – помірно чи сильно; прапорцевий листок – слабо	
2	Уражена вся рослина: листя передпрапорцевого листка – сильно; прапорцевий листок помірно, спостерігається загибель листя у нижньому і середньому ярусах; інфекція на колоскових лусочках і остюках	Висока сприйнятливість
1	Уражена вся рослина: листя дуже сильно, спостерігається його загибель; інфекція на колоскових лусочках, остюках, стеблах – різного ступеня	Дуже висока сприйнятливість



### 1.3. Визначення стійкості до бурої іржі

Збудник бурої листкової іржі на пшениці (рис. 1.3) – *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* Rob. et Desm. (син. *P. triticina* Erikss.) належить до відділу Basidiomycota, класу Urediniomycetes (син. Pucciniomycetes), порядку Uredinales (син. Pucciniales), родини Pucciniaceae, роду *Puccinia*, виду *P. tritici* [44].



Рисунок 1.3. Бура іржа пшениці [45]

Шкідливість іржастих хвороб полягає в тому, що їх збудники, формуючи урединії і телії, розривають епідерміс рослин, таким чином – наносять рослині тисячі ран, на зарубцювання яких вона витрачає значний запас енергетичних і пластичних речовин, порушується фотосинтез. Коренева система розвивається слабо, зменшується кількість води, що

подається до асиміляційного апарату. Внаслідок підвищення транспірації через розриви епідермісу й інтенсивності дихання рослина витрачає значну енергію і пластичні речовини. У результаті цього різко знижується продуктивність, зимостійкість і посухостійкість пшениці [28].

Для оцінки стійкості сортозразків у польових умовах проводять 3-5 обліків. Основним є облік максимального прояву хвороби, що, як правило, спостерігається у період наливу зерна – від молочної стадії до молочно-воскової. Стійкість до іржі визначають за трьома основними якісними та кількісними показниками: інтенсивністю ураження, типом імунної реакції та толерантністю [43].

Ураженість та тип реакції визначають окомірно одночасним оглядом всієї ділянки чи оглядом її в кількох різних місцях. При проведенні обліку визначають загальний характер прояву хвороби, використовуючи різні шкали. Зручною в роботі є інтенсивна шкала РЕВ [29], наведена в таблиці 1.3 та рисунку 1.4. Ця шкала поєднує показники ураженості та типами імунності реакції рослин.

Таблиця 1.3 – Інтегрована шкала оцінки стійкості зернових колосових культур до *Puccinia recondita*, *Puccinia dispersa*, *Puccinia hordei*, *Puccinia coronifera* [29]

Бал стійкості	Характер прояву хвороби	Ступінь стійкості/сприйнятливості
9	Ознаки ураження відсутні	Дуже висока стійкість
8	На листі окремі хлорозні і некрозні плями, можливо з дуже дрібними уредопустулами, інтенсивністю до 5%	Висока стійкість
7	Дрібні і середні пустули, можливо в хлорозних і некрозних плямах, інтенсивністю до 10 %	Стійкість
6	Дрібні і середні пустули, можливо в хлорозних і некрозних плямах, інтенсивністю до 15 %	Стійкість
5	Інтенсивність пустул до 25 %, можливо зі слабким хлорозом і некрозом	Слабка сприйнятливість
4	Середні, великі пустули інтенсивністю до 40%, можливо зі слабким хлорозом	Сприйнятливість
3	Інтенсивність пустул до 65 %	Сприйнятливість
2	Великі пустули інтенсивністю до 90%, що зливаються	Висока сприйнятливість
1	Великі уредопустули, що зливаються, інтенсивністю до 100 %	Дуже висока сприйнятливість

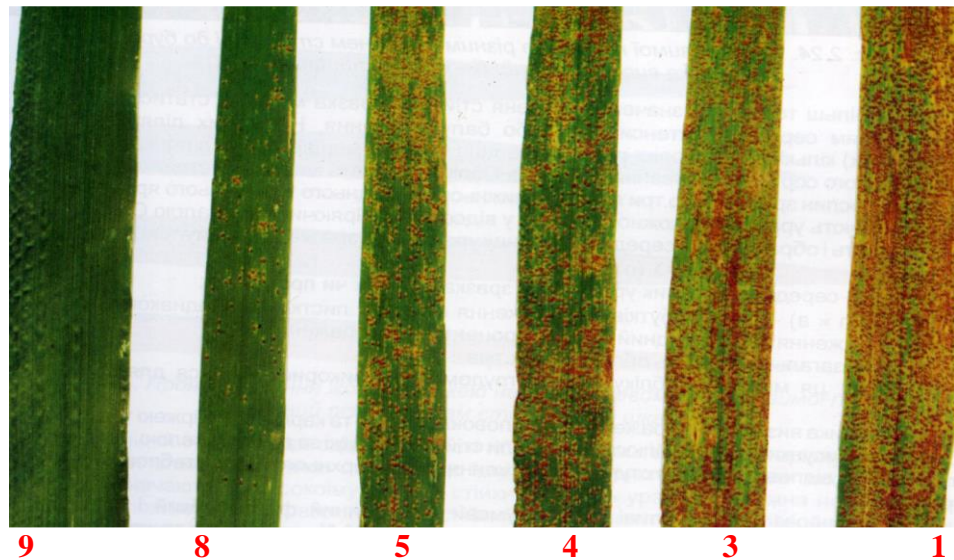


Рисунок 1.4. Прояв різного ступеня стійкості до бурої іржі на листі пшениці [29]

#### 1.4.Визначення стійкості до септоріозу

Збудники септоріозів (рис. 1.5) – недосконалі гриби з роду *Septoria* відноситься до відділу Ascomycota, класу Dothideomycetes, порядку Incertae sedis, родини Mycosphaerellaceae виду *S. tritici*.



Рисунок 1.5. Септоріоз пшениці [48]

Всі представники класу *Dothideomycetes* мають добре розвинений багатоклітинний міцелій, тому належать до вищих грибів. Вважають, що вони позбавлені будь-яких форм статевого спороношення і розмножуються виключно за допомогою нестатевих конідіальних спороношень у галоїдному стані. Конідії у представників роду *Septoria* ниткоподібні, утворюються у пікнідах, які містяться у субстраті. На пшениці озимій зустрічаються *S. tritici* Rob. et Desm, *S. graminum* Desm, які уражують переважно листки і піхви листків. На відміну від інших видів, збудник *S. nodorum* Berk. уражує всі надземні органи, в тому числі й колосся [28, 46, 47].

Шкодочинність септоріозу заключається в зниженні асиміляційної поверхні листя і як наслідок, зниження врожаю. При сильному ураженні пшениці патогеном число зерен у колосі і маса їх зменшується на 22 % [49]. Недобір урожаю зерна може сягати 20 % і більше [50].

Септоріози уражують більше 40 видів культурних та дикорослих злаків. Високої інтенсивності септоріози набувають за умов тривалої вологої і вітряної погоди, опадів, особливо в період цвітіння-колосіння [51]. Стійкість до септоріозів можна визначати за інтенсивністю ураження прапорцевого і передпрапорцевого листя за шкалами наведеними на рисунках (1.6), (1.7) [41].

Для обліків на природному інфекційному фоні можна також використовувати шкалу Саарі-Прескотта що вже представлена на рисунку 1.1 [29, 42].

*Випробування сортів та гібридів пшениці на стійкість до збудника септоріозу.* Ділянку штучного ураження розташовують на пониженому зволоженому місці, захищеному лісосмугами, на максимальній віддалі від основних посівів. Дослід закладають на ділянках із обліковою площею 0,6 м<sup>2</sup> за трикратного повторення без міжділянкових доріжок. Довжина ділянки 1 м, 4 рядки з міжряддям 15 см, обліковують середні 2 рядки. У досліді слід обов'язково використовувати дуже нестійкий до септоріозу сорт.

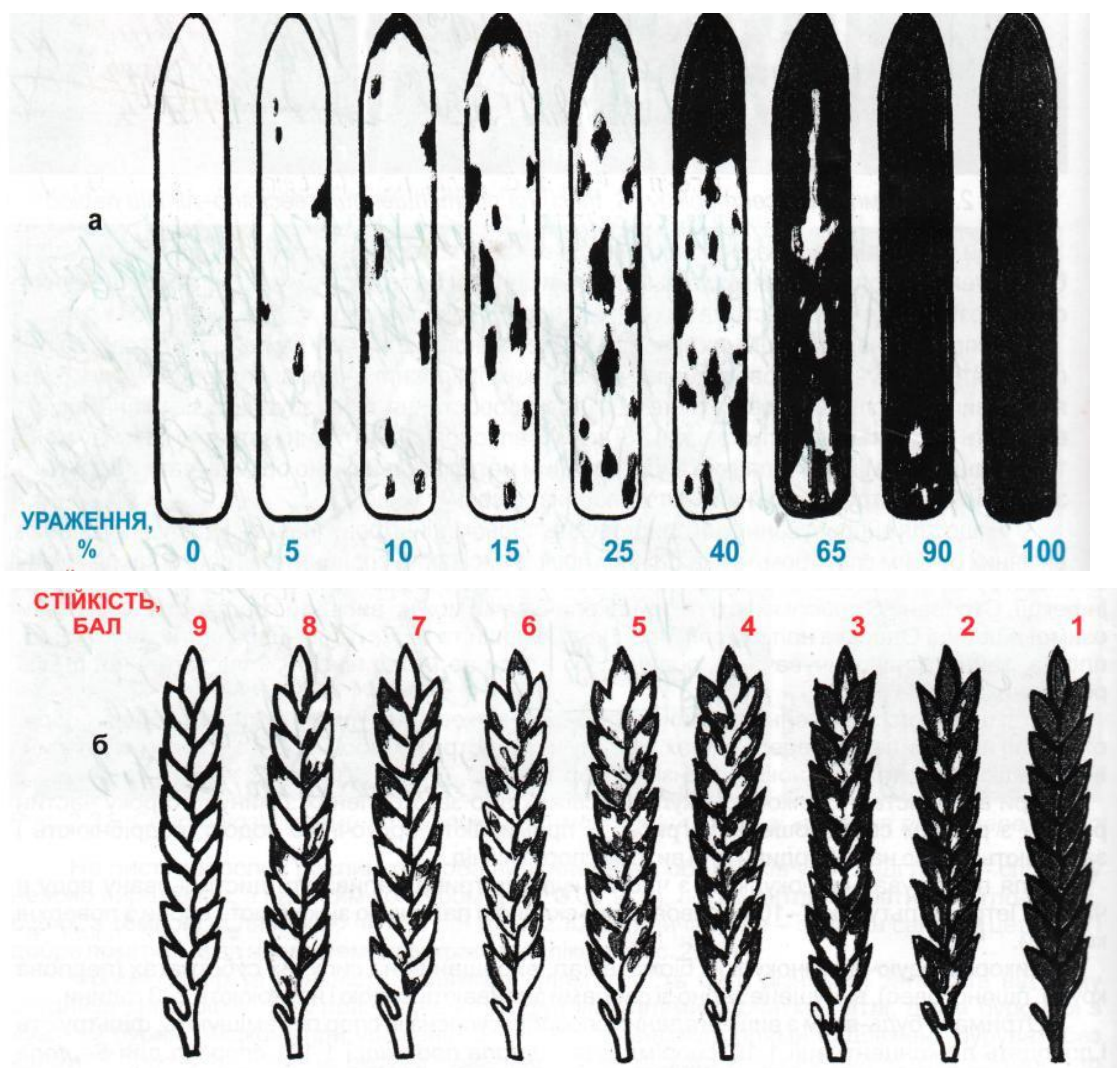


Рисунок 1.6. Шкала інтенсивності ураження листя (а) та колосся (б) пшениці збудниками септоріозів (9, 8 – дуже висока стійкість; 7, 6 – стійкість; 5 – слабка сприйнятливість; 4, 3 – сприйнятливість; 2, 1 – дуже висока і висока сприйнятливість).

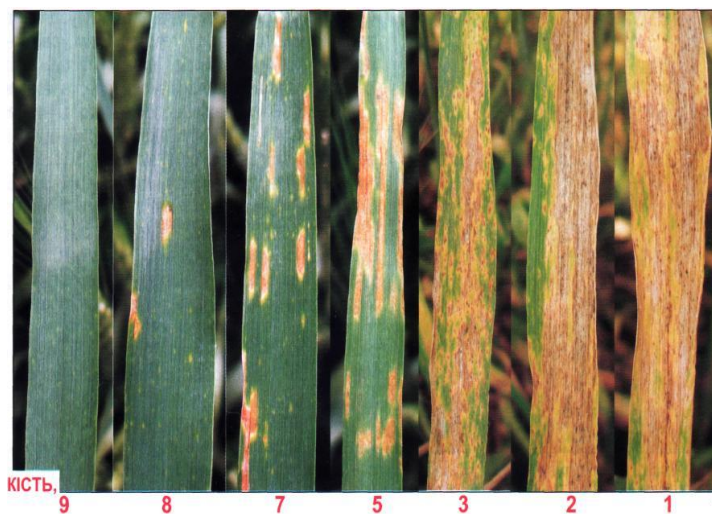


Рисунок 1.7. Прояв різного ступеня стійкості до септоріозу (*S. tritici*) на листі пшениці [41].

*Підготовка інокулюма.* Зазвичай, біоматеріал збудника септоріозу готують науково-дослідні установи за попередніми заявками ентофітодільниць. Інфекційний матеріал надсилають у запаяних ампулах, або поліетиленових пакетах. До них додають дані про кількість, якість і умови зберігання. Перед застосуванням матеріал, що довго зберігався, підлягає активації. Для цього необхідну кількість спорового матеріалу розсипають тонким шаром (1 мм) на годинникові скельця, які поміщають у чашки Петрі і 30 хвилин прогрівають за температури 30°C у термостаті, потім витримують 6 годин в ексікаторі над водою за кімнатної температури. Після активації за одну (*S. nodorum* Berk.) або дві (*S. tritici* Desm.) доби до інокуляції рослин визначають здатність спор до проростання. Для цього на 2 предметні скельця наносять роздільно по 2 краплі дистильованої води. В кожну краплю препарувальною голкою вносять спори, розмішують до отримання суспензії з 10-15 спорами у полі зору мікроскопа за збільшення 10×15. Скельця кладуть у чашки Петрі, дно яких застелене вологим фільтрувальним папером. Чашки тримають у термостаті за температури 20-22°C 18 годин (*S. nodorum* Berk.) або 24 години (*S. tritici* Desm.). У кінці вказаного строку в кожній краплі переглядають по 100 спор, підраховуючи кількість пророслих і непророслих. За пророслі у *S. nodorum* Berk. вважають спори, що утворили по 2 паростки на кінцях, у *S. tritici* Desm. – по 5-12 бічних паростків. За результатами підрахунків визначають середній відсоток проростання спор. За 2-3 години до інокуляції готують вихідну суспензію спор, для цього 1,5 г сухого біоматеріалу розводять у 1 л води, витримують 1 годину, потім ретельно перемішують протягом 5 хвилин і фільтрують крізь подвійну марлю. В отриманій суспензії визначають уміст спор у полі зору мікроскопа за збільшення 10×15 і доводять до потрібного розведенням водою чи додаванням сухого біоматеріалу. Для покращання змочування листків додають поверхнево-активну речовину: твін 20, ОП-7, або ОП-10 з розрахунку 1 мл на 1 л суспензії, або мило господарське (1 г/л). Витрата робочої суспензії становить 200 мл на 1 м<sup>2</sup> посіву.

Інокуляцію проводять у фазі виходу в трубку (*S. tritici* Desm.), або колосіння (*S. nodorum* Berk.). Перед інокуляцією рослини добре поливають. Заражують рослини вечором або похмурого дня. Суспензію спор наносять рівномірно ручним обприскувачем. Після інокуляції рослини витримують не менше ніж 24 години у вологій камері. Для цього з чотирьох боків посіву ставлять кілочки, накладають на них поліетиленову плівку, біля основи кілочків натягують шнур і краї плівки присипають землею.

### 1.5. Визначення стійкості до снігової плісені

Збудник снігової плісені (рис. 1.8) – недосконалі гриби з роду *Fusarium* Link., факультативні паразити некротрофного типу живлення.



Рисунок 1.8. Снігова плісень пшениці [52]

В Україні хвороба може уражувати озимі колосові повсюдно за несприятливих умов перезимівлі, зокрема при виснаженні, вимерзанні чи випріванні рослин. Втрати урожаю від снігової плісені, відмічені в Україні, коливаються на різних полях, залежно від умов року, від 1-5 до близько 70 % [20]. Особливо сильний прояв симптомів хвороби спостерігається за частих

відлиг і наявності на полях «блюдець» чи тривалому утриманні снігового покриву. При цьому часто встановлюються оптимальні для розвитку хвороби умови – температура +6...+12°C та висока (80-100 %) вологість. Тому максимальний прояв ознак хвороби спостерігається відразу після танення снігу.

Симптоми – спочатку водянисті плями на листках, піхвах, вузлах кущення, потім на плямах утворюється ніжний біло-рожевий наліт. При сильному розвитку нальоту листя буріє, відмирає утворюючи на ґрунті зіркоподібний малюнок навколо розташованих поруч уражених рослин. Природні джерела інфекції – рослинні рештки на ґрунті та заражене насіння [43]. Оцінка стійкості до снігової плісені проводиться з використанням шкали яка наведена в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Шкала для оцінки стійкості зернових колосових культур до снігової плісені [29]

Бал стійкості	Характер прояву хвороби	Ступінь стійкості/сприйнятливості
9	Симптоми відсутні	Дуже висока стійкість
8	На ділянках у стеблостій спостерігаються поодинокі уражені рослини	Висока стійкість
7	На ділянках невеликі проплішини, в яких після танення снігу з'являється рожевуватий наліт грибниці; площа проплішин до 10 %	Стійкість
6	Проплішини займають 15 % ділянки	Стійкість
5	Проплішини з відмерлими рослинами і нальотом рожевуватої грибниці складають 25 % площі ділянки	Слабка сприйнятливість
4	Проплішини відмерлих рослин складають 40 % площі ділянки, більшість рослин з нальотом грибниці	Сприйнятливість
3	Проплішини займають 65 % площі ділянки, більшість рослин з нальотом грибниці	Сприйнятливість
2	Загибель рослин майже на всій площі ділянки, яка повністю вкрита рожевим нальотом грибниці	Висока сприйнятливість
1	Повна загибель рослин всієї ділянки, яка повністю вкрита рожевим нальотом грибниці	Дуже висока сприйнятливість

З метою провокації хвороби відбирають ділянку, розташовану на пониженні, ізольовану чагарниками або лісосмугами. На таких ділянках проводять снігозатримання. Восени на 1 м<sup>2</sup> ділянки вносять 12-15 г сухих уражених листків, зібраних у попередньому році, що зберігалися, і 50-60 г зелених цьогорічних листків, розкладаючи їх у міжряддя біля рослин. Дослід



зкладають на ділянках з обліковою площею 2 м<sup>2</sup> за трикратного повторення. Доріжки між ділянками не виділяють. Обліки проводять через 10-14 днів після початку весняної вегетації у всіх повтореннях за відсотком ураженої площі і ступенем ураження. Для ефективності ураження рослин забезпечують необхідні умови, що сприяють переростанню рослин: перезволожують ґрунт восени (за сухої погоди регулярно поливають); висівають сорти якомога раніше; під посів вносять азотні добрива з розрахунку 100-120 кг/га д.р. [53].

### 1.6. Визначення стійкості до корневих гнилей

**Гельмінтоспоріозна коренева гниль** (рис. 1.9). Збудник – недосконалий гриб *Bipolaris sorokiniana* Shoem. (*Helminthosporium sativum* Pamel., King Bakkel, *Drechslera sorokiniana* Subrom).



Рисунок 1.9. Гельмінтоспоріозна коренева гниль пшениці [54]

Поширена повсюди, але найбільшої шкоди завдає в Степовій та Лісостеповій зонах у посушливі роки. Залежно від рівня розвитку хвороби вона викликає зрідження посівів, пустоколосість, або призводить до розвитку неповноцінного колоса з щуплим зерном. При ураженні спостерігається побуріння, деформація проростків, які часто гинуть до виходу колеоптиля на поверхню ґрунту. На сходках на піхвах нижніх листків, а пізніше – і на основі стебла з'являються бурі смуги та плями. У фазу виходу в трубку спостерігається побуріння вузла

кущення, при сильному ураженні – також першого надземного міжвузля.

Джерела інфекції – конідії не втрачають свою життєздатність до 1,5 року на рослинних рештках чи у ґрунті. Міцелій гриба може зберігатися в ураженому насінні, або за несприятливих умов розвиватися як сапрофіт. Хвороба більш інтенсивно розвивається на ослаблених рослинах, її шкідливість підвищується за умов посухи.

У цих умовах патоген виділяє токсини, які руйнують тканину і рослина гине. За умов теплої (температура +20...+28°C) та вологої погоди (вологість повітря понад 95%) спостерігається загнивання нижніх вузлів і вилягання рослин. Тоді хворобу називають темно-бурою плямистістю. За таких умов патоген уражує колоски, проникає у перикарпій і ендосперм, викликає побуріння зародка і тоді такі симптоми називають чорним зародком [44].

**Фузаріозна коренева гниль** (рис. 1.10). Збудник – недосконалі гриби з роду *Fusarium*, але найчастіше – *Fusarium culmorum* Sacc., *F. graminearum* Shwabe, *F. gibbosum* Appel et Woll, *F. oxysporum* Schlecht, *F. solani* Appel et Woll та ін.



Рисунок 1.10. Фузаріозна коренева гниль пшениці [55]

Поширена в усіх зонах вирощування зернових колосових. Хвороба може викликати загибель паростків. Фузаріозні кореневі гнилі зріджують посіви, погіршують зимівлю озимих, знижують натуру

зерна, масу 1000 насінин, зумовлюють пустоколосість, вилягання. Погіршується якість зерна.

Ознаки ураження виявляються у вигляді побуріння первинних і вторинних корінців, підземного міжвузля і основи стебла. У вологу погоду на уражених органах утворюється рожевий наліт. Видовий склад збудників кореневих гнилей визначається ґрунтово-кліматичними умовами та попередником. За умов підвищеної вологості збудники кореневих гнилей утворюють добре розвинений міцелій різних відтінків, найчастіше білого, рожевого, жовтого кольорів. Залежно від виду, патогени утворюють макро-, мікроконідії, хламідоспори. Макроконідії, як правило, багатоклітинні, мають серпоподібну форму. Мікроконідії одно- чи двоклітинні, дрібні, овальні, еліпсоподібні. Хламідоспори утворюються з гіф міцелію поодинокі, або ланцюжками. Джерелом інфекції є уражені рослинні рештки, зерно, ґрунт. Зараження рослин відбувається при температурі від +3 до +35°C (оптимум +15...+22°C) та вологості ґрунту понад 40% [47].

**Офіобольозна коренева гниль** (рис. 1.11). Збудник – сумчастий гриб *Gaeumannomyces graminis* Arx et Ol. (*Ophiobolus graminis* Sacc). Зустрічається переважно в регіонах з достатнім зволоженням у західних районах поліської та лісостепової зон. Уражує пшеницю, жито, ячмінь. Первинне ураження призводить до пригнічення та відмирання рослин, у більш пізній період – до зниження натури зерна, маси 1000 насінин, втрати врожаю до 40%. Уражуються корені, основа стебел та листові піхви, на яких спочатку з'являються чорні штрихуваті плями, що поступово вкривають усі органи. Корінці стають чорними та ламкими, нижня частина стебла вкривається чорним нальотом міцелію гриба, стебла легко відриваються. Хвороба добре помітна з фази колосіння: рослини відстають у рості, мають блідо-сірий колір, колосся біліє, стоїть більш прямо, порівняно зі здоровими. Джерелом інфекції є рослинні рештки злаків у ґрунті, які можуть

зберігатися до трьох років. Зараження відбувається після досягання сумкоспор – навесні. Патоген може зимувати також хламідоспорами, які навесні проростають і заражають рослини. Оптимальними для росту гриба є температура +19...+24°C та підвищена вологість. Офіобольоз у період вегетації поширюється при контакті коріння хворих рослин зі здоровими, тому захворювання спостерігається вогнищами. Ураженню сприяє волога і прохолодна весна, теплий і сухий початок літа [50].



Рисунок 1. 11. Офіобольозна коренева гниль пшениці [56].

**Церкоспорельозна прикоренева гниль** (рис. 1.12). Збудник – гриб *Pseudocercospora herpotrichoides*. Він уражує всі злаки, частіше пшеницю. Вражає прикореневу частину соломини та коріння. На ураженій ділянці тканини утворюється поздовжня світла пляма з темною облямівкою.



Рисунок 1. 12. Церкоспорельозна прикоренева гниль пшениці [57]

Відмінність від ураження ризоктоніозом полягає в тому, що псевдоцеркоспорелла формує ніжний світло-сірий повітряний міцелій і спороношення всередині соломини в зоні плями. Збудник захворювання

потрапляє в листову пазуху, поширюючись на стеблі та вростає в нього, що призводить до загнивання основи та вилягання зернових.

Для спорогенеза та початку розвитку ураження необхідний відносно високий рівень вологості, що характерно для багатьох регіонів України. Найкращий температурний режим для спорогенеза встановлений на рівні 7-10 С°. Наявність туману та відлиги сприяють його розвитку. Патоген добре переносить різкі короткострокові зниження температури [44].

Стійкість сортів і гібридів зернових видів проти збудників кореневих гнилей вивчають на штучному інфекційному фоні упродовж 2-3 років. Інфекційний фон складають гриби природних популяцій *Helminthosporium sativum* – гелмінтоспоріозна коренева гниль, *Fusarium* – фузаріозні кореневі гнилі (по видах), *Ophiobolus graminis* – офіобольозна коренева гниль, *Cercospora herpotrichoides* – церкоспорельозна прикоренева гниль. Дослід закладають на постійних ізольованих ділянках з легким ґрунтом та за монокультури. Для стимулювання розвитку кореневих гнилей ділянку краще розташувати у пониженому місці з підвищеною вологістю. Для створення інфекційного фону використовують уражені рослинні рештки прикореневої частини. Попередньо визначають розповсюдження в цій зоні збудників кореневих гнилей. За 10 днів до сівби зібраний рослинний матеріал, уражений кореневими гнилями, ріжуть на шматочки розміром 1,0-0,5 см і змішують з ґрунтом з розрахунку подрібнених решток з 20 рослин на 1 кг ґрунту. Отриману суміш помірно поливають і вносять у ґрунт перед сівбою з розрахунку 1,5 кг на 1 м<sup>2</sup>. Для підтримки ефективності інфекційного фону суміш рослинних решток із ґрунтом вносять на ділянку щорічно. Повторення в досліді чотирикратне. Ділянки дворядні, довжиною 1-2 м з міжряддям 15 см без міжділянкових доріжок. Через кожних 5 ділянок випробовуваних сортів висівають найсприйнятливіший сорт-індикатор (з розвитком хвороби не менше ніж 60 %). Облік кореневих гнилей проводять у кінці молочної стиглості шляхом викопування в рівновіддалених місцях ділянки 25 рослин (всього по сорту 100 рослин). Корені промивають водою [53].

Аналізуючи проби, визначають ступінь ураження у балах: 1 – ознаки хвороби відсутні; 3 – поодинокі штрихи, слабе побуріння підземного міжвузля чи основи стебла; 5 – побуріння до 50% площі підземного міжвузля; 7 – сильне почорніння підземного міжвузля, ураження тканини сягає 75% площі, білоколосиця, загнивання кореневої системи, трухлявість коренів, рослина легко висмикується з ґрунту; 9 – органи уражені цілком, рослина загинула.

Стійкість сортів рослин до збудників кореневих гнилей визначається за такою шкалою: 1 – дуже нестійкий – розвиток хвороби > 60%; 3 – нестійкий – розвиток хвороби 36-60%; 5 – середньостійкий – розвиток хвороби 21-35%; 7 – стійкий – розвиток хвороби до 20%; 9 – високостійкий (імунний) – ознак ураження немає [53].

## **2. ОСОБЛИВОСТІ СТАТИСТИЧНОГО АНАЛІЗУ ДИФЕРЕНЦІАЦІЇ ЗРАЗКІВ ПОЛЬОВИХ КУЛЬТУР**

Для характеристики погодно-кліматичних умов зволоження користуються гідротермічним коефіцієнтом (ГТК) Г. Т. Селянінова, який є інтегральним показником, що відображує загальний вплив температури та опадів [50].

$$\text{ГТК} = \frac{\sum r}{0,1 \times \sum t^{\circ\text{C}}} \quad (2.1)$$

де:  $\sum r$  – сума опадів за період з температурою вище 5°C, мм;

$\sum t^{\circ\text{C}}$  – сума температур вище 5°C за той же період;

0,1 – постійний коефіцієнт.

Гідротермічні умови за рівнем ГТК поділяються на групи: 0,4-0,7 – дуже посушливі; 0,7-1,0 – посушливі; 1,0-1,3 – слабо посушливі; 1,3-1,6 – оптимальні; 1,6 – перезволожені.

Показник розповсюдженості хвороби (Р) розраховують як відношення кількості хворих рослин до загальної кількості рослин у пробах виражене у відсотках [59]:

$$P = n / N \times 100 \quad (2.2)$$

де: N – загальна кількість облікових рослин;

n – кількість хворих рослин у пробах.

Ступінь розвитку хвороби R розраховують за формулою [53]:

$$R = \frac{\sum(a \times b) \times 100}{N \times 9} \quad (2.3)$$

де: R – ступінь розвитку хвороби, %;  $\sum(a \times b)$  – сума добутків кількості хворих рослин на відповідний бал ураження; N – всього облікових рослин (здорових і хворих), шт.; 9 – найвищий бал шкали.

Ураження чи пошкодження (B) розраховують за формулою [60]:

$$B = \sum(a \times b) / N \quad (2.4)$$

де: a – кількість рослин з відповідним балом ураження, шт.;

b – відповідний бал ураження;

N – загальна кількість облікових рослин, шт.

Коефіцієнт толерантності (T) [61]:

$$T = NU_{\text{п}} / NU_{\text{ф}} \quad (2.5)$$

де:  $NU_{\text{п}}$  – прогнозований недобір урожаю, %;

$NU_{\text{ф}}$  – фактичний недобір урожаю, %.

Фактичні втрати врожаю обчислюються за формулою [22]:

$$NU = \frac{(Y_{\text{к}} - Y_{\text{іф}}) \times 100}{Y_{\text{к}}} \quad (2.6)$$

де:  $Y_{\text{к}}$  – урожайність на контролі;

$Y_{\text{іф}}$  – урожайність на інфекційному фоні.

Коефіцієнт варіації (V) розраховується, як відношення середньоквадратичного відхилення до середнього арифметичного вираження у відсотках [22]:

$$V = S / X \times 100 \quad (2.7)$$

де: S – середньоквадратичне відхилення;

X – середнє значення по всіх зразках.

Мінливість ознаки вважається слабкою, якщо  $V < 10$  %; якщо від 11-25 %, то середньою і значною за  $V > 25$  %.

Для оцінки інтенсивності варіації і для порівняння її в різних сукупностях нами використано коефіцієнт осциляції, який показує співвідношення розмаху варіації і середньої арифметичної і розраховується за формулою [62]:

$$V_{\text{r}} = R / X \times 100 \quad (2.8)$$

де:  $V_{\text{r}}$  – коефіцієнт осциляції;

R – розмах варіації;

X – проста середня арифметична.

Розмах варіації (R) – різниця між найбільшим і найменшим значенням ознаки, розраховується за формулою:

$$R = X_{\max} - X_{\min} \quad (2.9)$$

де: R – розмах варіації;

$X_{\max}$  – максимальне значення ознаки;

$X_{\min}$  – мінімальне значення ознаки.

Розмах варіації характеризує межі, в яких змінюється кількісне значення ознаки. Цей показник встановлює крайні числові значення варіант, що складають досліджувану сукупність.

За результатами обліків ураженості рослин  $F_1$  гібридів визначають характер успадкування стійкості проти листових хвороб за допомогою ступеня фенотипового домінування (hp), який обчислювали за формулою (2.10) В. Griffing [63].

$$H_p = (F_1 - MP) / (BP - MP) \quad (2.10)$$

де: hp – ступінь домінування;

$F_1$  – середнє арифметичне значення показника у гібрида;

MP – середнє арифметичне значення показника обох батьківських форм;

BP – середнє арифметичне значення батьківського компонента з сильнішим розвитком ознаки.

За результатами розрахунків ступеня фенотипового домінування отримані дані групували за класифікацією G. M. Veil, R. E. Atkins [64]:

Клас домінування	Числове значення hp
Гетерозис (наддомінування)	$hp > +1$
Часткове позитивне домінування	$+0,5 < hp \leq +1$
Проміжне успадкування	$-0,5 \leq hp \leq 0,5$
Часткове від'ємне успадкування	$-1 \leq hp < -0,5$
Депресія	$hp < -1$

Прояв гетерозису в рослин визначали за Matzinger et al. [65] та S. Fonseca, F. Patterson [66]:

$$H_t (\%) = (F_1 - MP) / MP \times 100 \quad (2.11)$$



$$Hbt (\%) = (F_1 - BP) / BP \times 100 \quad (2.12)$$

де:  $F_1$  – середнє арифметичне значення ознаки у гібрида;

$BP$  – найвищий прояв ознаки одного з батьків;

$MP$  – середнє арифметичне значення показника обох батьківських форм.

### **3. ВИЗНАЧЕННЯ ГЕНЕТИЧНИХ ФАКТОРІВ СТІЙКОСТІ ПШЕНИЦІ ДО ХВОРОБ**

Генетична база нині існуючих сортів набуває великої спорідненості [67], бо внутрішньовидова гібридизація і селекційна робота привели до зниження рівня поліморфізму ознак та поширення однотипних сортів, які перекриваються родоводами [68]. Тому актуальним стає використання нових джерел селекційних ознак, зокрема від споріднених видів і родів. Селекціонери та генетики намагаються розширити генетичне різноманіття пшениці за допомогою віддаленої гібридизації [69, 70]. У той же час селекція за столітній період дозволила збільшити врожайність пшениці майже у два рази [69, 71].

У м'якої пшениці зареєстровано 68 чужинних транслокацій, що несуть гени стійкості проти хвороб і шкідників та інших цінних адаптивних ознак [72, 73]. Існує невелика кількість родичів пшениці, чиї корисні гени можуть бути передані пшениці звичайними селекційними методами. Для більшості з них необхідно використовувати спеціальні прийоми геномної та хромосомної інженерії з тим, щоб їхню генетичну різноманітність перетворювати у форму, доступну для традиційної селекції [74-76]. Одним з успішних шляхів збагачення геноплазми пшениці чужинними генетичними компонентами через міжродову гібридизацію стало отримання пшенично-житніх заміщень [77].

### 3.1. Пшенично-житні транслокації як джерела стійкості до хвороб

Пшенично-житні транслокації (ПЖТ) набули широкого використання селекціонерами для покращення господарсько-цінних ознак пшеничних генотипів [78]. Ці транслокації викликають найбільший інтерес у селекціонерів завдяки позитивному генетичному впливу на продуктивність, стійкість до біотичних та абіотичних чинників [79]. Водночас у літературі зазначається про деякі відмінності у величинах і напрямках ефектів транслокації короткого плеча житньої хромосоми 1RS, залежно від її локалізації на хромосомі пшениці 1A чи 1B [80]. Крім цього, ефекти ПЖТ значною мірою модифікуються як генетичними чинниками, залучених у гібридизацію батьківських форм, так і конкретними характеристиками агрокліматичних умов вирощування рослин [81-83].

Серед сортів пшениці м'якої озимої найбільшого розповсюдження у світі набула ПЖТ 1BL/1RS – 315 зразків, значно меншого – 1AL/1RS – 13 і лише по одному зразку зафіксовано з 2BL/2RS та 6BL/6RS генетичними компонентами [84]. За допомогою методу білкових маркерів, шляхом дослідження електрофоретичних спектрів запасних білків у зерні пшениці м'якої, зокрема гліадинів, можна ідентифікувати ПЖТ 1BL/1RS та 1AL/1RS [85].

Селекціонери Краснодарського НДІСГ ім. П. П. Лук'яненка (РФ) вважають одним з основних своїх селекційних досягнень створення сортів пшениці м'якої, що несуть житню транслокацію в 1B хромосомі, яка контролює найважливіші ознаки адаптивності. Завдяки цій транслокації створені сорти формують більш високі і сталі врожаї зерна по пізніх попередниках, на засолених ґрунтах [78].

Пошук донорів комплексної стійкості проти грибних захворювань, а також короткостебельності привів селекціонерів до використання форм пшениці м'якої з 1BL/1RS хромосомною транслокацією, яка отримана у Німеччині від сорту жита Petkus (H. Ribesl) [84]. За узагальненими даними [9] 1BL/1RS транслокація несе комплекс генів, які забезпечують стійкість

пшениці до ряду хвороб: борошниста роса (ген *Pm8*), стеблова іржа (ген *Sr31*), бура іржа (ген *Lr26*), жовта іржа (ген *Yr9*), вірус смугастої мозаїки (*Wsm*), попелиці (*Gb*). Вона позитивно впливає на зернову продуктивність, але може знижувати показники хлібопекарської якості [87].

Найбільш відомими сортами пшениці, в яких є 1BL/1RS транслокація, стали Аврора і Кавказ, котрі створені на основі пшеничної лінії Neuzucht. Вона походить від лінії Salzmunder 14-14. У різних країнах на 5 континентах світу, в тому числі в Україні при створенні великої кількості сортів саме ці сорти використовувались батьківські форми [84, 88-90]. Пшеничні лінії отриманні Каттерманном (8х) від тритікале стали менш розповсюдженим джерелом при створенні сортів з транслокацією 1BL/1RS [84]. Сорт пшениці Salmon з 1BL/1RS транслокацією від схрещування двох різновидів октоплоїдного тритікале було отримано Цуневакі в Японії [84]. Зеллер виявив, що Salmon містить гомологічну транслокацію 1BL/1RS, яка локалізована у лініях, створених Рібезелем та Каттерманном [75, 76, 91]. У програмах для покращення пшениці, Salmon транслокація не мала широкого використання, на відміну від європейських джерел. Сорт Salmon більше використовувався для цитологічних досліджень [74, 84].

Житній компонент у геноплазмі миронівської пшениці уперше ввели у 1973 р., в результаті чого більше 30 сортів стали носіями 1BL/1RS транслокації. Основу адаптивного потенціалу миронівських сортів з ПЖТ складає підвищена стійкість проти найбільш шкочинних хвороб та порівняно висока стійкість до вилягання, посух, несприятливих умов зимівлі, обсіпання зерна та його проростання у колосі при затримках зі збиранням зрілих хлібів. За умови дотримання вимог інтенсивних технологій ці сорти забезпечують високий рівень продуктивності [87, 100].

На другому місці за поширенням є транслокація 1AL/1RS. Першим генотипом серед озимих пшениць з цією транслокацією став американський сорт Amigo [93]. Цей сорт було допущено до виробничого застосування у США з 1976 р. У нього фрагмент житньої хромосоми походить від

аргентинського сорту жита *Insave* через сорт октоплоїдного тритікале *Gaucho* [84].

Транслокація 1RS/1DL – від сорту жита *Imperial* – була створена в Австралії, вона не знайшла широкого розповсюдження як 1RS/1AL, 1RS/1BL [84, 92].

Найбільшу серію сортів з транслокаціями 1BL/1RS, 1AL/1RS в Україні було створено сумісно з іншими установами у МІП [86].

Окрім стійкості до хвороб, пшенично-житні транслокації 1AL/1RS, 1RS/1BL мають позитивний гетерозисний ефект на ознаки продуктивності (збільшення загальної біомаси, розвинута коренева система, позитивна реакція на високий агрофон і зрошення) та адаптивності пшениці (морозо-, зимостійкість, здатність формувати виповнене зерно в умовах високих температур та посухи у період його наливу, стійкість до аномальних явищ) [94-101]. У деяких джерелах відображено позитивний вплив транслокації 1RS/1BL на регенерацію зелених рослин у культурі пиляків пшениці м'якої озимої [92].

Незважаючи на позитивний вплив житніх транслокацій на елементи, що формують урожайність та адаптивні властивості пшениці, селекціонери вже протягом більш ніж 30 років постійно зіштовхувалися з вкрай негативним впливом на хлібопекарські властивості борошна [96, 102, 103]. Найбільше зниження якості зерна і його хлібопекарських властивостей спостерігається у генотипів з транслокацією 1DL/1RS, менший негативний вплив – 1BL/1RS і найменший – 1AL/1RS [92, 96].

На базі мексиканського ярого сорту *Ravon* була створена модифікована пшенично-житня транслокація 1BL/1RSm без локусу *Sec-1* [104]. Вона не має жодних структурних цитологічних відмінностей від оригінальної 1BL/1RS і містить всі гени стійкості *Pm 8*, *Lr 26*, *Sr 31*, *Yr 9*. На відміну від оригінальної транслокації 1BL/1RS вона має поліпшенні хлібопекарські властивості борошна.

У Селекційно-генетичному інституті (м. Одеса), вдалося успішно трансформувати 1BL/1RSm транслокацію в озимий генотип без її рекомбінації і без втрати генів стійкості проти грибкових захворювань з поліпшеними хлібопекарськими властивостями борошна [105].

Створена в МПП гібридна популяція TAM 107 (США) / Trakia (Болгарія) була оброблена у F<sub>2</sub> мутагеном НЕС-0,005 %, що забезпечило широкий формотворний процес. Першим був створений сорт пшениці озимої Експромт. У 1996-1998 рр. він вивчався на Державному сортовипробуванні, де показав у ряді регіонів суттєві переваги над національними стандартами та іншими сортами. В результаті подальшої селекційної роботи з Експромт отримали ряд нових форм пшениці озимої, зокрема – Колумбія, Смуглянка, Веснянка, Золотоколоса, Ясногірка, Славна та Унікум [106].

За родоводами було підбір і методи біологічних маркерів виявлено сорти носії 1BL/1RS транслокації – Миронівська 26, Миронівська 10, Миронівська низькоросла, Мечта 1, Миронівська 60, Миронівська 61, Мирлебен, Миронівська 30, Миронівська 31, Волинська, Ліра, Мирич, Миронівська 65, Миронівська 901, Миронівська 67, Веста, Миронівська 63, Миронівська 64, Миронівська 68, Троян, Мирхад, Миронівська 66, Галлея, Миронівська 28 – МПП; Крижинка, Пивна, Київська 7, Добірна, Переяславка, Сніжана – МПП, ІФРiГ; Деметра – МПП, ІЗР [106, 107].

Козуб Н.А. та інші досліджували за локусам запасних білків 20 сортів пшениці м'якої озимої з конкурсного випробування. Особливу увагу було приділено новим сортам Синтетик і Богданка з житнім матеріалом, які були також вивчені за допомогою цитогенетичного аналізу. Серед досліджуваної групи сортів житній матеріал по гліадинкодуючим локусам був виявлений у трьох – Синтетик, Крижинка та Богданка. Доведено, що Синтетик і Крижинка несуть житню транслокацію 1BL/1RS, а сорт Богданка – 1AL/1RS [108].

Дослідження вчених по стійкості сортів пшениці м'якої озимої проти хвороб листя показали, що пшенично-житні транслокації набувають широкого використання і є джерелом генів стійкості проти листових хвороб. Отже, варто проводити подальші дослідження за цим напрямом і він є актуальним.

### **3.2. Вивчення донорських властивостей джерел стійкості в F<sub>1</sub>**

Для підвищення інтенсивності та результативності селекційного процесу визначають донорські властивості виділених джерел стійкості. Використана нами методика є основою початкового етапу вивчення генетики стійкості пшениці і дозволяє визначити наявність у досліджуваних зразків генів стійкості та їх кількості. Для цього був вивчений гібридний матеріал, який отримали від схрещування батьківських компонентів носіїв пшенично-житних транслокацій. Гібридизацію проводили у полі методом міжсорткової гібридизації. По досягненні рослинами фази колосіння виконували кастрацію квіток звичайним способом за 2-3 дні до цвітіння [109]. Запилювали обмежено-примусовим способом у ранкові часи, переважно на 3-5 день після кастрації. У результаті було створено 56 гібридних комбінацій. Сівбу гібридів проводили також вручну в гібридному розсаднику разом з батьківськими формами за схемою: в 2013/2014 році – ♀ – F<sub>1</sub> (пряма комбінація) – F<sub>1</sub> (обернена) – ♂; в 2014/2015р. – ♀ – F<sub>1</sub> (пряма) – F<sub>2</sub> (пряма) – F<sub>1</sub> (обернена) – F<sub>2</sub> (обернена) – ♂; 2015/2016 – ♀ – F<sub>2</sub> (пряма) – F<sub>3</sub> (пряма) – F<sub>2</sub> (обернена) – F<sub>3</sub> (обернена) – ♂. Упродовж трьох років гібриди висівались у трикратній повторності. Для максимальної реалізації елементів продуктивності застосовували розріджений спосіб сівби: відстань між рослинами у рядку – 10 см, між рядками – 15 см (70 насінин на 1 м<sup>2</sup>). Аналізували по 60 рослин в F<sub>1</sub> і по 100 рослин кожної комбінації в F<sub>2</sub> і F<sub>3</sub>. Виділені добори з F<sub>3</sub> у 2016/2017 році (F<sub>4</sub>) висівали з рекомендованою для виробничих посівів з нормою висіву (500 насінин / м<sup>2</sup>).

Оцінку стійкості колекції сортів та гібридів проти листових хвороб проводили на природному інфекційному фоні з використанням сортів-накопичувачів інфекції (Agassis – борошнистої роси; Sel / Egin – бурої іржі; Боровій, – септоріозу згідно загально прийнятих методик [29]. Стійкість проти борошнистої роси і септоріозу визначали згідно модифікованої шкали Саарі і Прескота кілька разів від фази виходу в трубку до молочно-воскової стиглості [29, 110]. Основний – у період максимального прояву хвороби. При проведенні обліку огляд починали з нижнього ярусу рослин. Ступінь стійкості та ураженості до борошнистої роси і септоріозу визначали візуально за показником інтенсивності ураження листя [43].

Прояв стійкості проти бурої іржі оцінювали за дев'яти бальною інтегрованою шкалою оцінки стійкості зернових колосових культур три рази, основним з яких був облік максимального прояву хвороби, що, як правило, спостерігався у період наливу зерна [25, 29, 43].

За результатами обліків ураженості рослин  $F_1$  визначали характер успадкування стійкості проти листових хвороб за допомогою ступеня фенотипового домінування ( $h_p$ ), який обчислювали за формулою В. Griffing [63].

За двома роками досліджень гібридів першого покоління пшениці м'якої озимої було виявлено всі типи успадкування. Показник фенотипового домінування ознаки стійкості проти збудника борошнистої роси (табл. 3.1) варіював від позитивного (гетерозис) до негативного (депресія). У гібридів Досконала / Золотоколоса, Астет / Золотоколоса, Золотоколоса / Подолянка, Поліська 90 / Веснянка, Веснянка / Калинова, Веснянка / Васирина, Крижинка / Ремеслівна у всі роки досліджень відмічено наддомінування ( $h_p =$  від 1,26 до 3,69), що передбачало добір стійких форм [23].

Виявлено, що Золотоколоса, носій 1AL/1RS транслокації, був ефективним донором при створенні селекційного матеріалу стійкого проти борошнистої роси у прямих та обернених комбінаціях з такими сортами: Досконала, Царівна, Подоляка. Сорт Веснянка (1AL/1RS) однаково

ефективний як в ролі материнської форми, так і запилювача у комбінації з сортом Калинова (1BL/1RS); присутність двох інтрогресованих житніх компонентів у одному генотипі позитивно вплинуло на стійкість проти борошнистої роси. Сорт Крижинка (1BL/1RS) у схрещуванні з Ремеслівною у прямій та оберненій комбінаціях проявив наддомінування.

Упродовж двох років досліджень за стійкістю проти бурої іржі (табл. 3.2) у гібридів Золотоколоса / Астет, Астет / Золотоколоса, Золотоколоса / Вільшана, Вільшана / Золотоколоса, Золотоколоса / Антонівка, Поліська 90 / Веснянка, Крижинка / Ремеслівна, Крижинка / Розкішна спостерігали наддомінування ( $h_r$  = від 1,6 до 9,9), що дає перспективу на ефективний, добір стійких проти фітотопатогена форм. Депресія виявлена у комбінаціях Золотоколоса / Миронівська 65, Золотоколоса / Подолянка, що вказує на низьку можливість отримання генотипів стійких проти бурої іржі [23].

Сорт Золотоколоса був ефективним донором при створенні селекційного матеріалу стійкого проти бурої іржі у прямих та обернених комбінаціях схрещувань з наступними генотипами: Астет, Вільшана, Антонівка. Сорт Веснянка однаково ефективний як в ролі материнської форми, так і запилювача у комбінації з Поліською 90. Крижинка у схрещуванні із сортом Ремеслівна є однаково ефективним донором стійкості проти бурої іржі як в ролі материнської, так і батьківської форм.

За стійкістю проти септоріозу (табл. 3.3) у гібридів Золотоколоса / Куяльник, Золотоколоса / Астет, Золотоколоса / Овідій, Овідій / Золотоколоса, Подолянка / Золотоколоса, Крижинка / Ремеслівна у всі роки досліджень відмічено наддомінування ( $h_r$  = від 1,18 до 5,9). Сорт Золотоколоса був ефективним донором у прямих та обернених комбінаціях з Астет, Овідій, Вільшана. Сорт Веснянка був ефективним донором у ролі материнської форми з Поліською 90, а як запилювач – з Калиною. Сорт Крижинка забезпечував позитивний результат як материнська форма в схрещуваннях з Ремеслівна і Розкішна [23].



Таблиця 3.1 – Показники успадкування (hr) стійкості проти борошнистої роси у F<sub>1</sub> пшениці м'якої озимої [23]

Комбінації схрещувань	2014 р.					2015 р.				
	Стійкість до борошнистої роси			hr	тип успадкування	Стійкість до борошнистої роси			hr	тип успадкування
	♀	F <sub>1</sub>	♂			♀	F <sub>1</sub>	♂		
Золотоколоса / Миронівська 65	6,21±0,08	6,50±0,08	6,90±0,05	-0,16	ПУ	6,00±0,13	6,14±0,11	6,25±0,15	0,13	ПУ
Миронівська 65 / Золотоколоса	6,90±0,05	6,00±0,06	6,21±0,08	-1,61	Д	6,25±0,15	6,00±0,14	6,00±0,13	-1,00	ЧВД
Золотоколоса / Куяльник	6,21±0,08	7,10±0,03	7,10±0,07	1,00	ЧПД	6,00±0,13	6,37±0,10	6,50±0,08	0,48	ПУ
Куяльник / Золотоколоса	7,10±0,07	7,55±0,05	6,21±0,08	2,01	НД	6,50±0,08	6,50±0,05	6,00±0,13	1,00	ЧПД
Золотоколоса / Досконала	6,21±0,08	7,24±0,05	7,04±0,04	1,48	НД	6,00±0,13	6,00±0,09	7,00±0,13	-1,00	ЧВД
Досконала / Золотоколоса	7,04±0,04	7,66±0,03	6,21±0,08	2,49	НД	7,00±0,13	7,50±0,08	6,00±0,13	2,00	НД
Золотоколоса / Царівна	6,21±0,08	6,24±0,06	5,63±0,03	1,10	НД	6,00±0,13	5,50±0,05	5,00±0,20	0,00	ПУ
Царівна / Золотоколоса	5,63±0,03	7,24±0,12	6,21±0,08	4,55	НД	5,00±0,20	5,70±0,10	6,00±0,13	0,40	ПУ
Золотоколоса / Астет	6,21±0,08	8,44±0,08	7,26±0,03	3,25	НД	6,00±0,13	6,50±0,19	7,33±0,05	-0,25	ПУ
Астет / Золотоколоса	7,26±0,03	8,30±0,03	6,21±0,08	2,98	НД	7,33±0,05	7,50±0,05	6,00±0,13	1,26	НД
Золотоколоса / Овідій	6,21±0,08	6,10±0,05	5,10±0,01	0,80	ЧПД	6,00±0,13	3,50±0,05	5,50±0,08	-9,00	Д
Овідій / Золотоколоса	5,10±0,01	6,00±0,17	6,21±0,08	0,62	ЧПД	5,50±0,08	5,80±0,14	6,00±0,13	0,10	ПУ
Золотоколоса / Подолянка	6,21±0,08	6,29±0,04	6,05±0,05	2,00	НД	6,00±0,13	6,55±0,14	6,44±0,44	1,50	НД
Подолянка / Золотоколоса	6,05±0,05	6,85±0,09	6,21±0,08	9,00	НД	6,44±0,44	6,00±0,16	6,00±0,13	-1,00	ЧВД
Золотоколоса / Вільшана	6,21±0,08	5,59±0,14	6,52±0,06	-5,00	Д	6,00±0,13	6,43±0,30	7,43±0,08	-0,40	ПУ
Вільшана / Золотоколоса	6,52±0,06	5,28±0,11	6,21±0,08	-7,00	Д	7,43±0,08	5,00±0,09	6,00±0,13	-2,39	Д
Золотоколоса / Антонівка	6,21±0,08	5,72±0,08	3,73±0,07	0,60	ЧПД	6,00±0,13	6,37±0,13	4,14±0,14	1,40	НД
Антонівка / Золотоколоса	3,73±0,07	4,58±0,08	6,21±0,08	0,31	ПУ	4,14±0,14	6,00±0,20	6,00±0,13	1,00	ЧПД
Золотоколоса / Косоч	6,21±0,08	4,95±0,05	6,14±0,02	-35,00	Д	6,00±0,13	6,20±0,18	7,43±0,12	-0,72	ЧВД
Косоч / Золотоколоса	6,14±0,02	5,65±0,03	6,21±0,08	-15,00	Д	7,43±0,12	6,50±0,05	6,00±0,13	-0,30	ПУ
Веснянка / Поліська 90	6,03±0,05	5,33±0,04	4,47±0,02	0,10	ПУ	6,40±0,16	8,12±0,03	5,67±0,07	5,71	НД
Поліська 90 / Веснянка	4,47±0,02	8,13±0,05	6,03±0,05	3,69	НД	5,67±0,07	6,50±0,06	6,40±0,16	1,27	НД
Веснянка / Калинова	6,03±0,05	6,47±0,04	6,25±0,06	3,00	НД	6,40±0,16	7,63±0,09	7,40±0,12	1,46	НД
Калинова / Веснянка	6,25±0,06	7,24±0,03	6,03±0,05	10,00	НД	7,40±0,12	6,50±0,07	6,40±0,16	-0,80	ЧВД
Веснянка / Василина	6,03±0,05	6,30±0,08	3,50±0,03	1,20	НД	6,40±0,16	7,60±0,07	4,50±0,12	2,26	НД
Василина / Веснянка	3,50±0,03	5,30±0,06	6,03±0,05	0,40	ПУ	4,50±0,12	6,26±0,11	6,40±0,16	0,85	ЧПД
Крижинка / Ремеслівна	6,03±0,22	8,15±0,05	7,43±0,08	2,03	НД	7,56±0,10	8,27±0,14	7,89±0,06	3,30	НД
Ремеслівна / Крижинка	7,43±0,08	7,92±0,07	6,03±0,22	1,70	НД	7,89±0,06	8,00±0,05	7,56±0,10	1,67	НД
Крижинка / Розкішна	6,03±0,22	6,60±0,09	6,68±0,05	0,24	ПУ	7,56±0,10	7,80±0,07	5,50±0,18	1,23	НД
Розкішна / Крижинка	6,68±0,05	6,46±0,14	6,03±0,22	0,29	ПУ	5,50±0,18	7,50±0,10	7,56±0,10	0,94	ЧПД

Таблиця 3.2 – Показники успадкування (hp) стійкості до бурї іржі пшениці озимої [23]

Комбінації схрещувань	2014 р.					2015 р.				
	Стійкість до бурї іржі			hp	тип успадкування	Стійкість до бурї іржі			hp	тип успадкування
	♀	F <sub>1</sub>	♂			♀	F <sub>1</sub>	♂		
Золотоколоса / Миронівська 65	7,41±0,03	6,30±0,01	7,46±0,01	-45,4	Д	8,20±0,13	7,33±0,05	8,08±0,12	-13,50	Д
Миронівська 65 / Золотоколоса	7,46±0,01	7,43±0,02	7,41±0,03	-0,20	ПУ	8,08±0,12	8,34±0,07	8,20±0,13	3,33	НД
Золотоколоса / Куяльник	7,41±0,03	6,22±0,01	6,22±0,01	-1,00	ЧВД	8,20±0,13	7,22±0,06	6,80±0,04	-0,40	ПУ
Куяльник / Золотоколоса	6,22±0,01	6,10±0,01	7,41±0,03	1,20	Д	6,80±0,04	7,00±0,07	8,20±0,13	0,71	ЧВД
Золотоколоса / Досконала	7,41±0,03	6,33±0,01	3,34±0,02	0,47	ПУ	8,20±0,13	6,93±0,04	4,19±0,07	0,82	ЧПД
Досконала / Золотоколоса	3,34±0,02	5,20±0,05	7,41±0,03	-0,09	ПУ	4,19±0,07	5,72±0,08	8,20±0,13	-0,24	ПУ
Золотоколоса / Царівна	7,41±0,03	6,08±0,01	3,53±0,01	0,31	ПУ	8,20±0,13	6,49±0,04	4,41±0,08	0,10	ПУ
Царівна / Золотоколоса	3,53±0,01	5,38±0,03	7,41±0,03	-0,05	ПУ	4,41±0,08	6,02±0,06	8,20±0,13	-0,15	ПУ
Золотоколоса / Астет	7,41±0,03	8,34±0,05	6,54±0,02	3,14	НД	8,20±0,13	8,50±0,08	7,33±0,09	1,69	НД
Астет / Золотоколоса	6,54±0,02	8,61±0,03	7,41±0,03	3,76	НД	7,33±0,09	8,99±0,01	8,20±0,13	2,82	НД
Золотоколоса / Овідій	7,41±0,03	6,42±0,01	3,53±0,02	0,49	ПУ	8,20±0,13	7,22±0,04	3,81±0,06	0,55	ЧПД
Овідій / Золотоколоса	3,53±0,02	6,20±0,04	7,41±0,03	0,38	ПУ	3,81±0,06	6,81±0,03	8,20±0,13	0,37	ПУ
Золотоколоса / Подолянка	7,41±0,03	5,52±0,02	5,53±0,03	-1,01	Д	8,20±0,13	6,03±0,17	6,32±0,10	-1,31	Д
Подолянка / Золотоколоса	5,53±0,03	6,33±0,02	7,41±0,03	-0,15	ПУ	6,32±0,10	6,72±0,01	8,20±0,13	-0,57	ЧВД
Золотоколоса / Вільшана	7,41±0,03	8,26±0,01	7,02±0,03	5,36	НД	8,20±0,13	9,0±0,01	8,02±0,08	9,89	НД
Вільшана / Золотоколоса	7,02±0,03	8,98±0,01	7,41±0,03	9,05	НД	8,02±0,08	9,0±0,01	8,20±0,13	9,89	НД
Золотоколоса / Антонівка	7,41±0,03	8,33±0,04	6,52±0,02	3,07	НД	8,20±0,13	8,51±0,05	7,10±0,05	1,56	НД
Антонівка / Золотоколоса	6,52±0,02	7,52±0,03	7,41±0,03	1,25	НД	7,10±0,05	8,19±0,06	8,20±0,13	0,98	ЧПД
Золотоколоса / Косоч	7,41±0,03	6,83±0,03	6,49±0,01	-0,26	ПУ	8,20±0,13	7,90±0,09	7,33±0,07	0,31	ПУ
Косоч / Золотоколоса	6,49±0,01	6,50±0,01	7,41±0,03	-1,02	Д	7,33±0,07	7,62±0,05	8,20±0,13	-0,33	ПУ
Веснянка / Поліська 90	7,50±0,02	7,41±0,02	5,34±0,27	0,92	ЧПД	7,58±0,08	7,59±0,03	5,62±0,04	1,00	ЧПД
Поліська 90 / Веснянка	5,34±0,27	8,97±0,01	7,50±0,02	2,36	НД	5,62±0,04	8,82±0,03	7,58±0,08	2,27	НД
Веснянка / Калинова	7,50±0,02	7,64±0,04	8,23±0,01	-0,62	ЧВД	7,58±0,08	8,00±0,08	8,49±0,07	-0,08	ПУ
Калинова / Веснянка	8,23±0,01	8,71±0,02	7,50±0,02	2,32	НД	8,49±0,07	8,02±0,02	7,58±0,08	-0,03	ПУ
Веснянка / Василина	7,50±0,02	7,15±0,03	7,13±0,02	0,89	ЧВД	7,58±0,08	7,31±0,08	7,30±0,04	-0,93	ЧВД
Василина / Веснянка	7,13±0,02	7,70±0,03	7,50±0,02	2,08	НД	7,30±0,04	7,42±0,03	7,58±0,08	-0,14	ПУ
Крижинка / Ремеслівна	7,52±0,01	8,53±0,01	7,24±0,01	8,21	НД	7,80±0,04	7,99±0,04	7,42±0,03	2,00	НД
Ремеслівна / Крижинка	7,24±0,01	7,86±0,01	7,52±0,01	3,43	НД	7,42±0,03	7,80±0,03	7,80±0,04	1,00	ЧПД
Крижинка / Розкішна	7,52±0,01	7,84±0,02	7,11±0,03	2,56	НД	7,80±0,04	7,99±0,02	7,31±0,02	1,78	НД
Розкішна / Крижинка	7,11±0,03	6,22±0,01	7,52±0,01	-5,34	Д	7,31±0,02	7,31±0,09	7,80±0,04	-1,00	ЧВД

Таблиця 3.3 – Показники успадкування (hr) стійкості до септоріозу пшениці озимої [23]

Комбінації схрещувань	2014 р.					2015 р.				
	Стійкість до септоріозу			hr	тип успадкування	Стійкість до септоріозу			hr	тип успадкування
	♀	F <sub>1</sub>	♂			♀	F <sub>1</sub>	♂		
Золотоколоса / Миронівська 65	6,21±0,10	5,91±0,02	5,97±0,01	-1,50	Д	6,30±0,04	6,25±0,02	6,26±0,06	-1,50	Д
Миронівська 65 / Золотоколоса	5,97±0,01	6,06±0,04	6,21±0,10	-0,25	ПУ	6,26±0,06	6,48±0,03	6,30±0,04	10,00	НД
Золотоколоса / Куяльник	6,21±0,10	7,31±0,03	7,22±0,05	1,18	НД	6,30±0,04	7,69±0,02	7,49±0,06	1,34	НД
Куяльник / Золотоколоса	7,22±0,05	5,23±0,06	6,21±0,10	-2,94	Д	7,49±0,06	5,50±0,02	6,30±0,04	-2,34	Д
Золотоколоса / Досконала	6,21±0,10	5,51±0,06	5,43±0,07	-0,79	ЧВД	6,30±0,04	5,63±0,02	5,63±0,03	-1,00	ЧВД
Досконала / Золотоколоса	5,43±0,07	6,12±0,02	6,21±0,10	0,77	ЧПД	5,63±0,03	6,30±0,03	6,30±0,04	1,00	ЧПД
Золотоколоса / Царівна	6,21±0,10	5,29±0,05	3,53±0,03	0,31	ПУ	6,30±0,04	4,99±0,02	3,11±0,05	0,18	ПУ
Царівна / Золотоколоса	3,53±0,03	5,91±0,06	6,21±0,10	0,78	ЧПД	3,11±0,05	5,31±0,02	6,30±0,04	0,38	ПУ
Золотоколоса / Астет	6,21±0,10	7,08±0,03	4,81±0,05	2,24	НД	6,30±0,04	7,72±0,03	4,71±0,02	2,79	НД
Астет / Золотоколоса	4,81±0,05	6,19±0,05	6,21±0,10	0,97	ЧПД	4,71±0,02	6,53±0,02	6,30±0,04	1,29	НД
Золотоколоса / Овідій	6,21±0,10	7,31±0,02	5,24±0,03	3,27	НД	6,30±0,04	6,75±0,04	5,22±0,02	1,83	НД
Овідій / Золотоколоса	5,24±0,03	6,52±0,05	6,21±0,10	1,64	НД	5,22±0,02	6,49±0,01	6,30±0,04	1,35	НД
Золотоколоса / Подолянка	6,21±0,10	5,43±0,02	5,80±0,01	-2,80	Д	6,30±0,04	5,99±0,01	5,73±0,02	0,09	ПУ
Подолянка / Золотоколоса	5,80±0,01	7,21±0,03	6,21±0,10	5,88	НД	5,73±0,02	6,63±0,02	6,30±0,04	2,16	НД
Золотоколоса / Вільшана	6,21±0,10	5,30±0,05	5,30±0,05	-1,00	ЧВД	6,30±0,04	6,00±0,01	4,60±0,03	0,65	ЧПД
Вільшана / Золотоколоса	5,30±0,05	5,59±0,06	6,21±0,10	-0,36	ПУ	4,60±0,03	6,21±0,01	6,30±0,04	0,89	ЧПД
Золотоколоса / Антонівка	6,21±0,10	3,50±0,03	3,23±0,11	-0,82	ЧВД	6,30±0,04	4,82±0,01	3,42±0,02	-0,03	ПУ
Антонівка / Золотоколоса	3,23±0,11	5,12±0,04	6,21±0,10	0,27	ПУ	3,42±0,02	5,51±0,01	6,30±0,04	0,45	ПУ
Золотоколоса / Косоч	6,21±0,10	6,28±0,02	5,41±0,03	1,18	НД	6,30±0,04	6,08±0,02	4,99±0,01	0,66	ЧПД
Косоч / Золотоколоса	5,41±0,03	5,59±0,03	6,21±0,10	-0,55	ЧВД	4,99±0,01	5,50±0,01	6,30±0,04	-0,22	ПУ
Веснянка / Поліська 90	5,20±0,02	5,13±0,04	3,43±0,04	0,92	ЧПД	7,51±0,07	8,00±0,01	6,33±0,01	1,83	НД
Поліська 90 / Веснянка	3,43±0,04	3,58±0,03	5,20±0,02	-0,83	ЧВД	6,33±0,01	6,79±0,01	7,51±0,07	-0,22	ПУ
Веснянка / Калинова	5,20±0,02	6,52±0,02	5,42±0,04	11,00	НД	7,51±0,07	5,87±0,02	5,42±0,02	-0,57	ЧВД
Калинова / Веснянка	5,42±0,04	7,29±0,06	5,20±0,02	18,00	НД	5,42±0,02	6,02±0,02	7,51±0,07	-0,43	ПУ
Веснянка / Василина	5,20±0,02	4,99±0,05	5,13±0,05	-5,00	Д	7,51±0,07	5,83±0,09	6,30±0,03	-1,78	Д
Василина / Веснянка	5,13±0,05	4,85±0,05	5,20±0,02	-9,00	Д	6,30±0,03	2,73±0,02	7,51±0,07	-6,95	Д
Крижинка / Ремеслівна	7,81±0,07	8,51±0,04	6,03±0,03	1,79	НД	7,53±0,02	8,22±0,01	6,30±0,01	2,12	НД
Ремеслівна / Крижинка	6,03±0,03	6,05±0,04	7,81±0,07	-0,98	ЧВД	6,30±0,01	8,01±0,01	7,53±0,02	1,78	НД
Крижинка / Розкішна	7,81±0,94	7,20±0,04	6,50±0,04	0,07	ПУ	7,53±0,02	8,03±0,01	6,41±0,01	1,89	НД
Розкішна / Крижинка	6,50±0,04	6,05±0,04	7,81±0,94	-1,68	Д	6,41±0,01	7,52±0,12	7,53±0,02	0,98	ЧПД

### 3.3. Визначення ступеню відповідності фактичних даних теоретичним у $F_2$

Кількісне вивчення біологічних явищ обов'язково вимагає створення гіпотез, за допомогою яких можна пояснити ці явища. Щоб перевірити ту чи іншу гіпотезу, потрібно провести спеціальні дослідження, отримати ряд фактичних даних і зіставити їх з теоретично очікуваними згідно з цією гіпотезою. Якщо фактично отримані дані збігаються з теоретично очікуваними, то це може бути достатньою підставою для прийняття цієї гіпотези, для визнання її правильності. Якщо ж фактичні дані недостатньо узгоджуються з теоретичними, не відповідають їм, виникає великий сумнів у правильності пропозицій гіпотези [111].

Ступінь невідповідності фактичних спостережень теоретично очікуваним результатам може бути різною. В одних випадках різниця між ними дуже невелика і може виявитися чисто випадковою, в інших – вона досить значна. Звідси виникає завдання статистичної оцінки різниці між фактичними даними і теоретично очікуваними, встановлення того, в яких випадках і з яким ступенем ймовірності можна вважати цю різницю достовірною і, навпаки, коли її слід вважати несуттєвою, незначною, що знаходиться в межах випадковості. В останньому випадку зберігається гіпотеза, на основі якої розраховані теоретично очікувані дані і показники. Ступінь відповідності фактичних даних очікуваним може бути виміряна критерієм  $\chi^2$ -квадрат [112].

Цей критерій представляє собою міру відмінностей між значеннями, які спостерігали, від тих значень, які повинні були б отримати при вірно прийнятій гіпотезі. Математично  $\chi^2$ -квадрат – це сума частки від ділення квадратів відхилень фактично отриманих чисел від очікуваних, на число очікуваних [111].

Критерій  $\chi^2$  використовується для перевірки певної гіпотези, яка вважається нульовою. Нульова гіпотеза означає, що немає різниці між фактично отриманими і обчисленими теоретичними даними. Значення  $\chi^2$ , наявні в таблиці 3.3 вказують ті границі, до яких отримані значення  $\chi^2$

залишаються з певною ймовірністю в рамках випадкових відхилень, коли немає підстав сумніватися у прийнятій гіпотезі. Значення  $\chi^2$ , які перевищують табличні, змушують відкинути нульову гіпотезу [112].

Прийнято вважати допустимою межу ймовірності 0,05. Якщо отримане значення  $\chi^2$  у графах з ймовірністю від 0,99 до 0,10, але не перевищує значення  $\chi^2$  у графах з ймовірністю 0,05, немає підстав відкидати нульову гіпотезу. Її можна вважати як і раніше правильною. Якщо ж отримане значення  $\chi^2$ , що перевищує те, яке знаходиться в графі з ймовірністю 0,05 (звичайно доданому числі ступенів свободи), є підстави відкинути нульову гіпотезу, так як залишилося тільки 0,05 (або 5%) шансів, що вона правильна. Тим більше підстав для відкидання нульової гіпотези, якщо фактично отримане значення  $\chi^2$  перевищує табличне в графі вірогідність 0,01 [111].

Якщо відкидання початкової нульової гіпотези відбувається при  $p = 0,05$ , то це означає, що, хоча нульова гіпотеза відкидається, ще є 5% шансів (5 випадків на 100 або 1 випадок на 20), що вона вірна. То відкидаючи нульову гіпотезу дослідник стоїть перед можливістю, що він все таки помилився. Якщо відкидання нульової гіпотези проводиться при  $p = 0,01$ , то шанс на помилку тільки 1 на 100 [112].

Візьмемо тепер протилежний випадок. Отримане значення  $\chi^2$  перевищує табличне при  $p = 0,95$ , але нижче табличного при  $p = 0,90$ . Ми маємо право говорити про значний збіг фактичних і теоретичних очікуваних даних, тобто нульова гіпотеза зберігається. Однак при цьому є шанс на протилежну помилку, що все таки нульова гіпотеза невірна. Цей шанс, дуже невеликий (5 випадків з 100). Він явно недостатній, щоб відкинути початкову нульову гіпотезу [112].

Для визначення генетичної цінності зразків у  $F_2$  за стійкістю проти збудників листових хвороб ми порівнювали показники батьківських форм з гібридами, створеними за їх участі. Виділяли генотипи з різною імунною реакцією на ураження. За результатами гібридологічного аналізу виявляли кількість генів, які контролюють складну ознаку стійкості. На основі отриманих даних обґрунтовували припущення про кількість та взаємодію

генів стійкості. Одержані співвідношення класів – стійких та сприйнятливих фенотипів у популяціях F<sub>2</sub> порівнювали з одним з теоретично очікуваних менделівських відношень [112]. Ступінь відповідності фактичних даних теоретично очікуваним вимірювали за допомогою критерію відповідності ( $\chi^2$ ) [111, 113, 114].

Величина ( $\chi^2$ ) залежить від числа ступенів свободи (df). Остання прирівнюється мінус 1. Ймовірність (P) у більшості біологічних досліджень дорівнює 0,05. Якщо значення обчисленого ( $\chi^2$ ) не перевищує значення ( $\chi^2$ ) табличного (табл. 3.4), з ймовірністю 0,05 і відповідного числа ступенів свободи, то отримані в досліді дані достовірно не відрізняються від теоретично очікуваного розщеплення [22].

Таблиця 3.4 – Значення  $\chi^2$  за різних ступенів свободи (за Рокицьким, 1973) [111]

Число ступенів свободи	Ймовірність, P									
	0,99	0,95	0,90	0,75	0,50	0,25	0,10	0,05	0,025	0,01
1			0,02	0,10	0,45	1,32	2,71	3,84	5,02	6,63
2	0,02	0,10	0,21	0,58	1,39	2,77	4,61	5,99	7,38	9,21
3	0,11	0,35	0,58	1,21	2,73	4,11	6,25	7,81	9,35	11,34
4	0,30	0,71	1,06	1,92	3,36	5,39	7,78	9,49	11,14	13,28
5	0,55	1,15	1,61	2,67	4,35	6,63	9,24	11,07	12,83	15,09
6	0,87	1,64	2,20	3,45	5,35	7,84	10,64	12,59	14,45	16,81
7	1,24	2,17	2,83	4,25	6,35	9,04	12,02	14,07	16,01	18,48
8	1,65	2,73	3,49	5,07	7,34	10,22	13,36	15,51	17,53	20,09
9	2,09	3,33	4,17	5,90	8,34	11,39	14,68	16,92	19,02	21,67
10	2,56	3,94	4,87	6,74	9,34	12,55	15,99	18,31	20,48	23,21

Визначивши значення  $\chi^2$  при моногібридному та дигібридному схрещуванні є можливість оцінити достовірність розщеплення в обох випадках. Чим менше буде розбіжність між фактичними і очікуваним розщепленням (d), тим менше буде величина  $\chi^2$ . Щоб зробити висновок про випадковість, або закономірність відхилення, яке спостерігається у досліді, необхідно отримане співвідношення співставити з табличним значенням (табл. 3.4). Якщо отримані при розрахунку значення  $\chi^2$  не перевищують його значення в таблиці 3.4, для відповідного ступеня свободи, то відмінність між фактичними і очікуваними даними є несуттєві. Ступінь свободи  $df = n-1$ , де n – число класів, або фенотипів.

Для визначення генетичної цінності селекційних форм за стійкістю проти збудників листових хвороб нами порівнювалися показники батьківських форм з гібридами, створеними за їх участі. У популяціях F<sub>2</sub> виділяли генотипи з різною імунною реакцією на ураження збудниками листових хвороб. За результатами обліків рослини F<sub>2</sub> було розподілено за балами стійкості. Вона варіювала у межах від високої стійкості (9 балів) до сприйнятливої (1 бал). Одержані дані стійкості групували на два, або три класи, а саме: 9-7 балів – висока стійкість, 6-4 балів – проміжна стійкість, 3-1 – сприйнятливість. Отримані співвідношення класів стійких та сприйнятливих рослин порівнювали з одним з теоретично очікуваних менделівських відношень, будували припущення про можливу кількість та взаємодію генів (табл. 3.5, 3.6).

Таблиця 3.5 – Дигібридне розщеплення в F<sub>2</sub> різних типах неалельної взаємодії генів [114]

Характер розщеплення	Підкреслені генотипи, відносяться до класу стійких	Розщеплення по фенотипу	Тип взаємодії та кількість генів стійкості
Гени А і В діють на ознаку однаково, але не адитивно	<u>9A-B-+3A-bb+3aaB-:1aabb</u>	15:1	Однозначні гени
Гени «а» і «в» проявляються однаково. Стійкість рецесивна в обох випадках	9A-B-: <u>3A-вв:3aaB-1aавв</u>	7:9	Два дублікатних рецесивних гени
Гени «А» і «в» проявляються однаково. Стійкість домінує в випадку Аа і рецесивна в ВВ	<u>9A-B-:3A-вв:3aaB-:1aавв</u>	13:3	Два дублікатних гени, один домінантний, один рецесивний гени
А і В взаємодіють комплементарно. Присутність тільки А або тільки В недостатня для появи стійкого фенотипу	<u>9A-B:3A-вв:3aaB-1aавв</u>	9:7	Комплементарна взаємодія генів
Гени «а» і «в» взаємодіють комплементарно. Присутність кожного з них в гомозиготному стані недостатня для появи стійкого фенотипу	9A-B:3A-вв: <u>3aaB-1aавв</u>	1:15	Комплементация двох рецесивних генів стійкості
Гени А і В контролюють помірну стійкість і взаємодіють кумулятивно	<u>9A-B-:3A-вв:3aaB-:1aавв</u>	9:6:1	Кумулятивна взаємодія генів
Ген А не має самостійного проявлення, але пригнічує стійкість, яка залежить від гену В.	9A-B-:3A-вв: <u>3aaB-:1aавв</u>	3:13	Взаємодія домінантного гену стійкості з домінантним супресором

Таблиця 3.6 – Тригібридне розщеплення в F<sub>2</sub> різних типів неалельної взаємодії генів [112]

Тип взаємодії та кількість генів стійкості	Підкреслені генотипи, відносяться до класу стійких	Розщеплення по фенотипу
Три домінантних дублікатних гена	<u>27A-B-C-:9A-B-cc:9A-ввC:9AaB-C-3A- ввcc:3aаввс-:3aaB-cc:1авс</u>	63:1
Два домінантних і один рецесивний гени	<u>27ABC:9ABc:9AbC:9aBC:3ABc:3авC: 3aBc:1авс</u>	61:3
Один домінантний і два рецесивних гени взаємодіють дуплікатно	<u>27ABC:9ABc:9AbC:9aBC:3ABc:3авC: 3aBc:1авс</u>	55:9
Три рецесивних гени взаємодіють дуплікатно	<u>27ABC:9ABc:9AbC:9aBC:3ABc:3авC: 3aBc:1авс</u>	37:27
Два комплементарних гена і один домінантний незалежний	<u>27ABC:9ABc:9AbC:9aBC:3ABc:3авC: 3aBc:1авс</u>	48:16
Три домінантних гена взаємодіють комплементарно	<u>27ABC:9ABc:9AbC:9aBC:3ABc:3авC: 3aBc:1авс</u>	27:37
Два домінантних дублікатних гени і один домінантний супресор стійкості	<u>27ABC:9ABc:9AbC:9aBC:3ABc:3авC: 3aBc:1авс</u>	15:49

У наших дослідженнях була визначена генетична цінність за стійкістю до збудника борошнистої роси у популяціях F<sub>2</sub> (табл. 3.7) вірогідність показника  $\chi^2$  при розподілі на два фенотипових класи знаходилась у межах 0,02-1,19, а відповідно на три класи – 0,11-0,87. В обох випадках фактичні значення  $\chi^2$  не перевищували табличні з вірогідністю 0,05 (при двох фенотипових класах – 3,84; при трьох – 5,99). Тому немає підстав відкидати нульову гіпотезу, фактичний розподіл частот відповідає теоретично прийнятим [23].

У результаті проведених розрахунків виявили складний полігенний контроль ознаки стійкості проти збудника борошнистої роси. В успадкуванні стійкості проти фітопатогена значну роль відіграє як комплементарна взаємодія генів, так і кумулятивне успадкування цієї ознаки. Зокрема, у реципрокних комбінаціях Золотоколоса / Миронівська 65, Золотоколоса / Царівна, Золотоколоса / Куяльник, Золотоколоса / Овідій, Золотоколоса / Косоч, Веснянка / Калинова співвідношення між стійкими та проміжними фенотипами в F<sub>2</sub> відповідало теоретично очікуваному 9:7 з високим ступенем вірогідності. У цих дванадцяти популяціях визначено комплементарну взаємодію двох домінантних генів [115].



Таблиця 3.7 – Гібридологічний аналіз рослин F<sub>2</sub> пшениці м'якої озимої за стійкістю проти збудника борошнистої роси, 2015 рік

Гібридна комбінація	Співвідношення стійких та сприйнятливих фенотипів у популяціях F <sub>2</sub> <sup>1)</sup>		$\chi^2$ <sup>2)</sup>	Вірогідність (P) <sup>3)</sup>	Тип взаємодії та кількість генів стійкості
	фактичне	теоретичне			
Золоток. / Мир. 65	<u>60:40</u> 58:42	<u>9:7</u> 9:7	<u>0,57</u> 0,12	<u>0,50-0,25</u> 0,75-0,50	Комплементарна взаємодія генів
Золоток. / Куяльник	<u>54:46</u> 51:49	<u>9:7</u> 9:7	<u>0,20</u> 1,12	<u>0,75-0,50</u> 0,50-0,25	-/-
Золоток. / Царівна	<u>59:41</u> 56:44	<u>9:7</u> 9:7	<u>0,30</u> 0,02	<u>0,75-0,50</u> 0,90	-/-
Золоток. / Овідій	<u>51:49</u> 53:47	<u>9:7</u> 9:7	<u>1,12</u> 0,42	<u>0,50-0,25</u> 0,75-0,50	-/-
Золоток. / Косоч	<u>51:49</u> 55:45	<u>9:7</u> 9:7	<u>1,12</u> 0,07	<u>0,50-0,25</u> 0,90-0,75	-/-
Веснянка / Калинова	<u>57:43</u> 51:49	<u>9:7</u> 9:7	<u>0,02</u> 1,12	<u>0,90</u> 0,50-0,25	-/-
Золоток. / Досконала	<u>54:38:8</u> 53:41:6	<u>9:6:1</u> 9:6:1	<u>0,59</u> 0,52	<u>0,75</u> 0,90-0,75	Кумулятивна взаємодія генів
Золоток. / Астет	<u>56:37:7</u> 60:35:5	<u>9:6:1</u> 9:6:1	<u>0,11</u> 0,67	<u>0,95</u> 0,75-0,50	-/-
Золоток. / Подолянка	<u>56:39:5</u> 58:38:4	<u>9:6:1</u> 9:6:1	<u>0,32</u> 0,87	<u>0,90-0,75</u> 0,75-0,50	-/-
Золоток. / Вільшана	<u>54:40:6</u> 57:35:8	<u>9:6:1</u> 9:6:1	<u>0,27</u> 0,67	<u>0,90-0,75</u> 0,75-0,50	-/-
Веснянка / Василина	<u>54:38:8</u> 53:41:6	<u>9:6:1</u> 9:6:1	<u>0,59</u> 0,52	<u>0,75</u> 0,90-0,75	-/-
Золоток. / Антонівка	<u>76:24</u> 72:28	<u>48:16</u> 48:16	<u>0,05</u> 0,48	<u>0,90-0,75</u> 0,50-0,25	Два домінуючих комплементарних і один домінуючий незалежний гени
Веснянка / Поліс. 90	<u>73:27</u> 77:23	<u>48:16</u> 48:16	<u>0,21</u> 0,21	<u>0,75-0,50</u> 0,75-0,50	-/-
Криж. / Ремеслівна	<u>78:22</u> 82:18	<u>13:3</u> 13:3	<u>0,57</u> 0,04	<u>0,50-0,25</u> 0,90-0,75	Два дуплікатних гени, один домінуючий, один рецесивний гени
Криж. / Розкішна	<u>94:6</u> 93:7	<u>61:3</u> 61:3	<u>0,38</u> 1,19	<u>0,75-0,50</u> 0,50-0,25	Два домінуючих і один рецесивний гени

Примітка: у чисельнику показники співвідношення стійких та сприйнятливих фенотипів комбінації від прямого, а у знаменнику – оберненого схрещування; <sup>2)</sup>у чисельнику показник критерію відповідності від прямого, а у знаменнику – оберненого схрещування; <sup>3)</sup>у чисельнику показник відповідності P від прямого, а у знаменнику – оберненого схрещування.

Співвідношення 9:6:1 було виявлено у реципрокних комбінаціях Золотоколоса / Досконала, Золотоколоса / Астет, Золотоколоса / Подолянка, Золотоколоса / Вільшана, Веснянка / Василина. Такий розподіл частот дозволяє зробити припущення про наявність у цих гібридів кумулятивної взаємодії домінуючих генів. Розщеплення між стійкими та проміжними фенотипами відповідало теоретично очікуваному 48:16 у реципрокних

гібридів Золотоколоса / Антонівка, Веснянка / Поліська 90, що вказує на наявність двох домінантних комплементарних генів і одного домінантного незалежного гена.

У реципрокній комбінації Крижинка / Ремеслівна фактичне розщеплення відповідало теоретично очікуваному 13:3, а отже стійкість цих гібридів контролюється двома дуплікатними, одним домінантним та одним рецесивним генами. Таке співвідношення може свідчити також про домінантно-епістатичну взаємодію генів. Розщеплення, близьке по фенотипу до 61:3, вказує на наявність двох домінантних і одного рецесивного генів, котрі взаємодіють дуплікатно, присутнє у реципрокній комбінації Крижинка / Розкішна.

Таким чином, узагальнюючи отримані результати, можна згодитись з гіпотезою, що стійкість проти збудника борошнистої роси контролюється у більшості комбінаціях комплементацию двох домінантних генів та кумулятивною взаємодією домінантних генів. У реципрокних комбінаціях, де в схрещуваннях використовували сорт Золотоколосу (1AL/1RS) розщеплення відбулося за трьома типами: 9:7 – 44 %, 9:6:1 – 44 %, 48:16 – 12 %. При використанні Веснянки (1AL/1RS) за двома типами: 48:15 – 50 %, 9:6:1 – 50 %. З сортом Крижинка (1BL/1RS) одержали два типи взаємодії: 13:3 – 50 %, 61:3 – 50 %. У комбінаціях, при схрещуванні яких задіяні генотипи з обома транслокаціями одночасно розщеплення відбулося за одним типом 9:7.

Для визначення кількості і характеру взаємодії генотипів, що контролюють стійкість проти бурої іржі використовували ідентичний гібридологічний аналіз. У результаті проведених розрахунків з'ясувався складний полігенний контроль досліджуваної ознаки (табл. 3.8). За стійкістю рослин F<sub>2</sub> проти бурої іржі фактична вірогідність показника  $\chi^2$  при розподілі на два фенотипових класи знаходилась у межах 0,05-1,12, а відповідно на три класи – 0,27-1,38. В обох випадках фактичні значення  $\chi^2$  не перевищували табличні з вірогідністю 0,05, а значить прийняті гіпотези відповідають теоретичним.

Таблиця 3.8 – Гібридологічний аналіз F<sub>2</sub> пшениці м'якої озимої за стійкістю проти збудника бурої іржі, 2015 рік

Гібридна комбінація	Співвідношення стійких та сприйнятливих фенотипів у популяціях F <sub>2</sub> <sup>1)</sup>		$\chi^2$ <sup>2)</sup>	Вірогідність (P) <sup>3)</sup>	Тип взаємодії та кількість генів стійкості
	Фактичне	Теоретичне			
Золотоколоса / Миронівська 65	<u>76:24</u> 72:28	<u>48:16</u> 48:16	<u>0,05</u> 0,48	<u>0,90-0,75</u> 0,50-0,25	Два комплементарних гена і один домінантний незалежний
Золотоколоса / Подолянка	<u>72:28</u> 74:26	<u>48:16</u> 48:16	<u>0,48</u> 0,05	<u>0,50-0,25</u> 0,90-0,25	-//-
Веснянка / Калинова	<u>77:23</u> 72:28	<u>48:16</u> 48:16	<u>0,21</u> 0,48	<u>0,75-0,50</u> 0,50-0,25	-//-
Золотоколоса / Куяльник	<u>55:37:8</u> 60:35:5	<u>9:6:1</u> 9:6:1	<u>0,53</u> 0,67	<u>0,90-0,75</u> 0,75-0,50	Кумулятивна взаємодія
Золотоколоса / Царівна	<u>54:38:8</u> 53:41:6	<u>9:6:1</u> 9:6:1	<u>0,59</u> 0,52	<u>0,75</u> 0,90-0,75	-//-
Золотоколоса / Астет	<u>55:41:4</u> 56:39:5	<u>9:6:1</u> 9:6:1	<u>1,17</u> 0,32	<u>0,75-0,50</u> 0,90-0,75	-//-
Золотоколоса / Овідій	<u>58:38:4</u> 52:43:5	<u>9:6:1</u> 9:6:1	<u>0,87</u> 1,38	<u>0,75-0,50</u> 0,50	-//-
Золотоколоса / Антонівка	<u>58:38:4</u> 57:35:8	<u>9:6:1</u> 9:6:1	<u>0,87</u> 0,67	<u>0,75-0,50</u> 0,75-0,50	-//-
Веснянка / Поліська 90	<u>54:40:6</u> 52:43:5	<u>9:6:1</u> 9:6:1	<u>0,27</u> 1,38	<u>0,90-0,75</u> 0,50	-//-
Золотоколоса / Досконала	<u>55:45</u> 51:49	<u>9:7</u> 9:7	<u>0,07</u> 1,12	<u>0,90-0,75</u> 0,50-0,25	Комплементарна взаємодія
Золотоколоса / Вільшана	<u>54:46</u> 51:49	<u>9:7</u> 9:7	<u>0,20</u> 1,12	<u>0,75-0,50</u> 0,50-0,25	-//-
Золотоколоса / Косоч	<u>51:49</u> 55:45	<u>9:7</u> 9:7	<u>1,12</u> 0,07	<u>0,50-0,25</u> 0,90-0,75	-//-
Веснянка / Васирина	<u>51:49</u> 58:42	<u>9:7</u> 9:7	<u>1,12</u> 0,12	<u>0,50-0,25</u> 0,75-0,50	-//-
Крижинка / Ремеслівна	<u>84:16</u> 78:22	<u>13:3</u> 13:3	<u>0,48</u> 0,57	<u>0,50-0,25</u> 0,50-0,25	Два дуплікатних гени, один домінантний, один рецесивний
Крижинка / Розкішна	<u>83:17</u> 80:20	<u>13:3</u> 13:3	<u>0,20</u> 0,11	<u>0,75-0,50</u> 0,75	-//-

Примітка: у чисельнику показники співвідношення стійких та сприйнятливих фенотипів комбінації від прямого, а у знаменнику – оберненого схрещування; <sup>2)</sup>у чисельнику показник критерію відповідності від прямого, а у знаменнику – оберненого схрещування; <sup>3)</sup>у чисельнику показник відповідності P від прямого, а у знаменнику – оберненого схрещування.

В успадкуванні стійкості проти бурої іржі 40 % досліджуваних реципрокних комбінацій (Золотоколоса / Куяльник, Золотоколоса / Царівна, Золотоколоса / Астет, Золотоколоса / Овідій, Золотоколоса / Антонівка, Веснянка / Поліська 90) відповідало теоретично очікуваному 9:6:1. Такий розподіл частот дозволяє зробити припущення про наявність у цих гібридів кумулятивної взаємодії домінантних генів [116]. Друге місце посіла комплементарна взаємодія двох домінантних генів (27 %). Співвідношення тут між стійкими та проміжними фенотипами 9:7 було виявлено у

реципрокних гібридів – Золотоколоса / Досконала, Золотоколоса / Вільшана, Золотоколоса / Косоч, Веснянка / Васирина. Розщеплення між стійкими та проміжними фенотипами відповідало теоретично очікуваному 48:16 у шести реципрокних гібридів – Золотоколоса / Миронівська 65, Золотоколоса / Подолянка, Веснянка / Калинова. У реципрокних комбінаціях – Крижинка / Ремеслівна, Крижинка / Розкішна співвідношення між стійкими та проміжними фенотипами відповідало теоретично очікуваному 13:3 з високим ступенем вірогідності. У цих комбінаціях визначено комплементарну взаємодію двох домінантних генів. У комбінаціях, де за батьківську форму були задіяні сорти з ПЖТ, розщеплення відбулося за такими типами: Золотоколоса – 48:16 (20 %), 9:6:1 (50), 9:7 (30); Веснянка – 48:16 (33 %), 9:6:1 (33), 9:7 (34); Крижинка – 13:3 (100).

Отже, за результатами отриманих досліджень можемо зробити висновок про те, що стійкість проти збудника бурої іржі у більшості комбінаціях контролюється кумулятивною взаємодією домінантних генів.

Визначення характеру взаємодії генотипів проводили шляхом співставлення фактичних груп розщеплення з теоретичними і виявляли кількість генів, що контролюють складну ознаку стійкості проти септоріозу. Полігенний контроль стійкості проти септоріозу зафіксовано за результатами проведених досліджень у всіх гібридних комбінаціях (табл. 3.9).

Нашими дослідженнями стійкості рослин  $F_2$  проти септоріозу виявлена фактична вірогідність показника  $\chi^2$  при розподілі на два фенотипових класи у межах 0,01-2,43, а також на три класи – 0,03-2,44. Отже, фактичні значення  $\chi^2$  не перевищували табличні з вірогідністю 0,05, а значить прийняті гіпотези підтверджуються.

В успадкуванні стійкості проти септоріозу в 47 % реципрокних комбінацій (Золотоколоса / Миронівська 65, Золотоколоса / Астет, Золотоколоса / Овідій, Золотоколоса / Вільшана, Веснянка / Поліська 90, Веснянка / Калинова, Веснянка / Васирина) фактичне співвідношення відповідало теоретичному 9:6:1 [117].

Таблиця 3.9 – Гібридологічний аналіз F<sub>2</sub> пшениці м'якої озимої за стійкістю проти збудника септоріозу, 2015 рік

Гібридна комбінація	Співвідношення стійких та сприйнятливих фенотипів у популяції F <sub>2</sub> <sup>1)</sup>		$\chi^2$ <sup>2)</sup>	Вірогідність (P) <sup>3)</sup>	Тип взаємодії та кількість генів стійкості
	фактичне	теоретичне			
Золотоколоса / Миронівська 65	<u>56:38:6</u> 58:38:4	<u>9:6:1</u> 9:6:1	<u>0,03</u> 0,87	<u>0,99</u> 0,75-0,50	Кумулятивна взаємодія
Золотоколоса / Астет	<u>56:36:8</u> 58:36:6	<u>9:6:1</u> 9:6:1	<u>0,55</u> 0,12	<u>0,90-0,75</u> 0,95-0,90	---
Золотоколоса / Овідій	<u>56:35:9</u> 57:38:5	<u>9:6:1</u> 9:6:1	<u>1,38</u> 0,27	<u>0,50</u> 0,90-0,75	---
Золотоколоса / Вільшана	<u>49:43:8</u> 54:39:7	<u>9:6:1</u> 9:6:1	<u>2,23</u> 0,22	<u>0,50-0,25</u> 0,90	---
Веснянка / Поліська 90	<u>60:34:6</u> 55:40:5	<u>9:6:1</u> 9:6:1	<u>0,58</u> 0,45	<u>0,75</u> 0,90-0,75	---
Веснянка / Калинова	<u>49:43:8</u> 54:40:6	<u>9:6:1</u> 9:6:1	<u>2,22</u> 0,27	<u>0,50-0,25</u> 0,90-0,75	---
Веснянка / Васирина	<u>50:45:5</u> 52:42:6	<u>9:6:1</u> 9:6:1	<u>2,44</u> 0,87	<u>0,50-0,25</u> 0,75-0,50	---
Золотоколоса / Антонівка	<u>58:42</u> 55:45	<u>9:7</u> 9:7	<u>0,12</u> 0,07	<u>0,75-0,50</u> 0,90-0,75	Комплементарна взаємодія
Золотоколоса / Куяльник	<u>54:46</u> 62:38	<u>9:7</u> 9:7	<u>0,20</u> 1,35	<u>0,75-0,50</u> 0,25	---
Золотоколоса / Досконала	<u>62:38</u> 64:36	<u>9:7</u> 9:7	<u>1,35</u> 2,43	<u>0,25</u> 0,25-0,10	---
Золотоколоса / Подолянка	<u>59:41</u> 58:42	<u>9:7</u> 9:7	<u>0,30</u> 0,12	<u>0,75-0,50</u> 0,75-0,50	---
Золотоколоса / Косоч	<u>54:46</u> 52:48	<u>9:7</u> 9:7	<u>0,20</u> 0,63	<u>0,75-0,50</u> 0,50-0,25	---
Золотоколоса / Царівна	<u>24:76</u> 26:74	<u>15:49</u> 15:49	<u>0,01</u> 0,36	<u>0,95</u> 0,75-0,50	Два домінуючих дуплікатних гени і один домінуючий супресор стійкості
Крижинка / Ремеслівна	<u>82:18</u> 78:22	<u>13:3</u> 13:3	<u>0,04</u> 0,57	<u>0,90-0,75</u> 0,50-0,25	Два дуплікатних гени, один домінуючий, один рецесивний
Крижинка / Розкішна	<u>80:20</u> 85:15	<u>13:3</u> 13:3	<u>0,11</u> 0,91	<u>0,75</u> 0,50-0,25	---

Примітка: у чисельнику показники співвідношення стійких та сприйнятливих фенотипів комбінації від прямого, а у знаменнику – оберненого схрещування; <sup>2)</sup>у чисельнику показник критерію відповідності від прямого, а у знаменнику – оберненого схрещування; <sup>3)</sup>у чисельнику показник відповідності Р від прямого, а у знаменнику – оберненого схрещування.

Співвідношення 9:7 було виявлено у 33 % реципрокних комбінаціях: Золотоколоса / Куяльник, Золотоколоса / Досконала, Золотоколоса / Подолянка, Золотоколоса / Антонівка, Золотоколоса / Косоч. У 13 % стійкість гібридів контролювалася двома дуплікатними, одним домінуючим та одним рецесивним генами, що відповідало співвідношенню 13:3. Це співвідношення було в реципрокних комбінаціях – Крижинка / Ремеслівна та Крижинка / Розкішна. У 7 % популяцій F<sub>2</sub> (Золотоколоса / Царівна) фактичне розщеплення відповідало теоретично очікуваному 15:49, що вказує на наявність двох домінуючих дуплікатних гени і одного домінуючого супресора стійкості. При використанні в реципрокних комбінаціях сорту

Золотоколоса одержали три типи взаємодії: 9:6:1 – 40 %, 9:7 – 50, 15:49 – 10. У комбінаціях з сортом Веснянка розщеплення відбувалося за типом – 9:6:1. Подібну ситуацію спостерігали також при використанні сорту Крижинка, у 100 % гібридів розщеплення склало 13:3.

Таким чином за результатами отриманих досліджень можна зробити висновок про те, що стійкість до збудника септоріозу за більшістю комбінацій проявляються за типом кумулятивної взаємодії домінантних генів.

Узагальнюючи результати проведених досліджень зазначаємо, що в успадкуванні стійкості проти збудника борошнистої роси значну роль відіграє комплементарна взаємодія генів, оскільки для більшості гібридних комбінацій (40 %) розщеплення на стійкі та сприйнятливі фенотипи в F<sub>2</sub> наближалось до теоретично очікуваного 9:7. Найменше гібридів (6,7 %) відповідало теоретично очікуваним 13:3 і 61:3 (табл. 3.10).

Таблиця 3.10 – Гібридологічний аналіз F<sub>2</sub> пшениці м'якої озимої за стійкістю до комплексу біотичних чинників, 2015 рік

Біотичний чинник	Теоретично очікуване співвідношення стійких до сприйнятливих фенотипів	Кількість гібридних комбінацій, %	X <sup>2</sup>	Вірогідність (P)	Кількість генів стійкості
Борошниста роса	9:7	40,0	0,02-1,12	0,90-0,25	2 ДК
	9:6:1	33,3	0,11-0,87	0,90-0,50	2 ДН
	48:16	13,3	0,05-0,48	0,90-0,25	2 ДК, 2 ДН
	13:3	6,7	0,04-0,57	0,90-0,25	1 ДН, 1 РН
	61:3	6,7	0,38-1,19	0,75-0,25	2 ДН, 1 РН
Бура іржа	9:7	26,7	0,07-1,12	0,90-0,25	2 ДК
	9:6:1	40,0	0,27-1,38	0,90-0,50	2 ДН
	48:16	20,0	0,05-0,48	0,90-0,25	2 ДК, 1 ДН
	13:3	13,3	0,11-0,70	0,75-0,25	1 ДН, 1 РН
Септоріоз	9:7	33,3	0,07-2,43	0,90-0,10	2 ДК
	9:6:1	46,7	0,03-2,44	0,99-0,25	2 ДН
	15:49	6,7	0,01-0,36	0,95-0,50	2 ДД, 1 ДСС
	13:3	13,3	0,04-0,91	0,90-0,25	1 ДН, 1 РН

Примітка: ДК - домінантні комплементарні гени, ДН - домінантні незалежні гени, РН - рецесивні незалежні гени, ДД - домінантні дублікатні гени, ДСС - домінантний суп ресор стійкості.

При успадкуванні бруї іржі у більшості комбінацій (40 %) спостерігали кумулятивну взаємодію генів. Найменше гібридів (13,3 %) відповідало теоретично очікуваному 13:3. Аналіз рослин F<sub>2</sub> пшениці озимої за стійкістю проти септоріозу свідчить, що більшість комбінацій (46,7 %)

відповідали теоретично очікуваному 9:6:1, а найменше 6,7 % гібридів, де розщеплення на класи стійкості становило приблизно 15:49.

#### **4. МЕТОДИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ІНТРОГРЕСИВНИХ ФОРМ В ГЕНОМІ ПШЕНИЦІ**

Селекція рослин базується на варіабельності фенотипових ознак, яка виступає необхідною умовою для добору. Фенотипічна мінливість є наслідком прихованих від ока селекціонера процесів, що відбуваються на рівні геному. Заміщення хромосом пшениці на чужорідні хромосоми часто призводить до зміни фенотипових ознак пшеничної рослини, багато з яких мають велике значення для селекції. [118, 119]. При додаванні кожної з 7-ми хромосом жита у фенотипі пшениці відбувалися зміни: збільшення і зменшення розмірів всієї рослини, зміна форми колоса, стійкість до жовтої іржі, опушення шийки колоса. Заміщення хромосом пшениці на хромосоми жита призводило до підвищення стійкості до хвороб у гібридних рослин [120]. Так, коротке плече 1RS хромосоми жита надало багатьом сортам пшениці стійкість до жовтої, бурої і стеблової іржі. Сорти і лінії *Salzmunde*, *Neuzucht*, *Amigo*, *Pavon 76*, *Gabo*, *Warigal* широко використовувалися в схрещуваннях для передачі стійкості до цих хвороб іншим комерційним сортам [121]. Лінії м'якої пшениці з хромосомами *Ae. speltoides* володіли стійкістю до борошнистої роси і листової іржі, а також здатністю ефективно пригнічувати *Ph*-систему пшениці м'якої [122].

Додавання та заміщення хромосом пшениці на чужорідні часто, вже саме по собі, може служити індикатором чужорідних хромосом [123]. Але в деяких випадках чужорідні хромосоми ніяк не впливають на фенотип пшениці. Вже розроблено ряд ефективних методів ідентифікації чужорідного генетичного матеріалу в геном пшениці: використання білкових і молекулярних маркерів, різні варіанти цитологічного аналізу. Вибір того чи іншого методу залежить від поставлених завдань і матеріальної забезпеченості.

#### **4.1. Біохімічні методи ідентифікації чужорідних включень**

Суттєвий прогрес у селекції і генетиці рослин досягнутий з використанням біохімічних (білкових) маркерів. Використання цих маркерів для ідентифікації генів пов'язано з появою електрофорезу, ізоелектрофокусування [124]. Білкові маркери з успіхом використовуються для ідентифікації міжсортового заміщення хромосом у пшениці [125, 126], для виявлення чужорідних хромосом і сегментів хромосом, переданих їй при гібридизації з іншими видами [127, 128], а також для вивчення походження пшениці м'якої і її родичів [129].

Результатом багаторічних експериментів стала була ідентифікація чужорідно-доповнених ліній, чужорідно-заміщених і чужорідно-транслокованих ліній [130]. Є чимало прикладів успішного використання біохімічних маркерів при ідентифікації чужорідних транслокацій. Один з них – ідентифікація пшенично-житніх транслокацій та заміщень на різних ділянках пшеничних хромосом [125, 131, 132].

#### **4.2. Цитологічні методи ідентифікації чужорідних транслокацій**

Існує два методи ідентифікації чужорідних інтрогресій: 1) диференційне забарвлення хромосом; 2) Флюорисцентна *in situ* гібридизація, FISH (fluorescence *in situ* hybridization).

Диференційне забарвлення хромосом – є одним з основних цитологічних методів ідентифікації чужорідних хромосом, який дозволяє ідентифікувати хромосоми, що не мають відмінностей при монохромному забарвленні. Метод диференційного фарбування хромосом оснований на різному забарвленні барвника Гімза структурного гетерохроматину та еухроматину після попередньої обробки їх концентрованим розчином гідроокису барію [133]. Методика диференційного фарбування хромосом була розроблена для тварин, людини і рослин [134]. Методи диференційного фарбування хромосом відрізняються один від одного способами попередньої обробки препаратів, від яких залежить характер посмугованості метафазних



хромосом. Для рослин, включаючи злакові, найбільш придатним виявився метод С-забарвлення. За допомогою цього методу були ідентифіковані хромосоми м'якої і твердої пшениці [133], жита [135], диких родичів пшениці [136].

Методи диференційного забарвлення дозволили вирішити проблеми походження і споріднення диких, і культурних видів родини Злакових, визначити гомеологію хромосом усередині в різних видів цього сімейства [133].

Флюорисцентна *in situ* гібридизація, FISH (fluorescence *in situ* hybridization) – це цитогенетичний метод, який використовують для детекції та визначення положення специфічної послідовності ДНК на хромосомах. В основі методу лежить реакція гібридизації між ДНК-ділянками цитологічного препарату. Для визначення ділянок хромосом, з якими зв'язався ДНК-зонд, використовують флуоресцентні мікроскопи. Зонти мітять біотином, який вступає в реакцію з антитілами з флюорохромами, або здійснюють пряме мічення зонду. Мічення ДНК-проб здійснюють за допомогою ПЛР [137].

#### **4.3. Молекулярні методи ідентифікації чужорідних включень в геномі пшениці**

Використання молекулярних маркерів є одним з основних методів скорочення обсягів генетичного матеріалу за рахунок видалення небажаних генотипів у ранніх поколіннях гібридів. При цьому можливе скорочення періоду досліджень за рахунок аналізу на вегетуючих рослинах та отримання результату до періоду збирання врожаю у порівнянні з іншими методами (електрофорез запасних білків, цитологічний аналіз) [138].

Успіхи молекулярної біології і молекулярної генетики дозволили розробити нові підходи в ідентифікації чужорідного генетичного матеріалу і у вивченні особливостей мінливості геному підчас процесу формування віддалених гібридів у зв'язку з введенням у практику аналізу поліморфізму геномної ДНК. Аналіз поліморфних ділянок нуклеотидних послідовностей

ДНК дозволив практично вирішувати багато недоступних білковим та цитологічним маркерам проблем і охопити весь геном, включаючи структурні та неструктурні ділянки. Крім того, прояв молекулярних маркерів відбувається нейтрально по відношенню до фенотипу і їх можна виділити на будь-якій стадії розвитку рослин [139].

Існує декілька методів оцінки генетичного різноманіття рослин, заснованих на застосуванні фрагментів ДНК: 1) аналіз поліморфізму довжини фрагментів рестрикції (ПДРФ) і 2) аналіз поліморфізму за допомогою полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР). Молекулярні маркерні системи (ПДРФ і ПЛР) охоплюють практично весь геном, дають чітко відтворену картину мінливості і не залежать від умов навколишнього середовища [138].

**Поліморфізм довжин рестрикційних фрагментів (ПДРФ).** Рестрикційні ферменти служать для руйнування чужорідних молекул ДНК за допомогою розпізнавання і розрізання специфічних фрагментів нуклеотидної послідовності. Кожен фермент має свій специфічний сайт упізнання. Розрізання молекули ДНК таким ферментом дозволяє отримати набір ДНК-фрагментів різної і строго визначеної довжини. Точкові мутації в сайті рестрикції, вставки або дилеції призводять до зміни довжини рестрикційних фрагментів. Для аналізу поліморфізму по довжині рестриктазних фрагментів, виділена з рослинних тканин ДНК «розрізається» специфічними бактеріальними ферментами – рестриктазами. Продукти рестрикції поділяють електрофорезом в агарозному гелі, переносять на нейлонову мембрану і «проявляють» шляхом гібридизації з радіоактивними зондами, а потім аналізують за положенням смуг на радіоавтографах [139].

ПДРФ-аналіз має ряд переваг перед біохімічними (білковими) маркерами. Молекулярні маркери безпосередньо ідентифікують варіацію у послідовності ДНК, що дозволяє виявляти навіть ті зміни, які не пов'язані з генною експресією [140].

Однак для цього методу є ряд недоліків: необхідна значна кількість ДНК, і тому його не можна використовувати, коли кількість рослинного матеріалу обмежена одним, або кількома проростками. Крім цього, потрібні значні витрати для підтримки великої бібліотеки ПДРФ-клонів, придбання реактивів і матеріалу, дотримання правил безпеки при роботі з радіоактивним матеріалом. Відповідно до огляду Gupta та ін. [141], більшість ПДРФ-маркерів не є близько зчепленими з генами стійкості до біотичних і абіотичних факторів або з QTL.

**Метод полімеразної ланцюгової реакції ПЛР (PCR)** – заснований на наявності специфічних послідовностей ДНК у тканинах рослин та на отриманні множинних копій таких послідовностей з метою їх виявлення та ідентифікації. Використання ПЛР дозволяє ампліфікувати і аналізувати поліморфізм нуклеотидної послідовності будь-якої ділянки геному. ПЛР – маркери розрізняються довжиною ампліфікованої ділянки геному, який відповідає випадково, або попередньо обраним праймерами [142]. Методи ПЛР-аналізу вимагають виділення значно менших кількостей ДНК рослинних тканин, при цьому остання повинна бути вільна від забруднення ДНК грибів і бактерій.

#### **4.4. Теоретичні та практичні аспекти ПЛР**

Завдяки простоті та доступності методи аналізу, засновані на ПЛР, займають нині основне положення у сфері застосування молекулярних маркерів у рослинництві. Для дослідження варіабельності ДНК у форм рослин чужорідного походження використовують в основному наступні варіанти ПЛР-аналізу: ПЛР з довільними праймерами – RAPD [143], ПЛР зі специфічними праймерами – ISSR [144], AFLP [145], SSR [146]. Застосування різних варіантів ПЛР-аналізу у дослідженні інтрогресивних ліній вищих рослин дозволяє ефективно вирішувати проблеми: ідентифікації чужорідного генетичного матеріалу [132, 147-151], генетичного картування геному, виявлення особливостей мінливості геному в результаті

інтрогресивної гібридизації, маркування та картографування агрономічно-цінних чужорідних генів [148, 152, 153, 154].

На підставі методу випадково вибраних послідовностей ДНК (RAPD)-аналізу побудовані дендрограми взаємовідносин між рядом видів роду *Hordeum* [155], видів *Triticeae* [156]. Аналіз інтрогресивних ліній, отриманих при віддаленій гібридизації *Triticum aestivum* L. з *Aegilops cylindrica* Host, за допомогою RAPD-системи можливо ідентифікувати інтрогресивні фрагменти [156].

В системі ISSR-аналізу в якості праймерів використовуються тандемні 2-4 нуклеотидні повтори, комплементарні коротким мікросателітним послідовностям, з додатковим селективним нуклеотидом на 5' або 3' кінцях [144], які володіють такими властивостями, як універсальність, полілокусність, біалельність і домінування [157].

Однією з найбільш інформативних ДНК-систем молекулярного маркування рослин, безсумнівно, є використання мікросателітних маркерів (simple sequence length). Мікросателіти являють собою гіперваріабельні, тандемно повторювані повторності ДНК. Вони присутні повсюдно в геномах вищих рослин, довільно розподіленні з хромосомами і виявляють множинний аллелізм. SSR-маркери виявляють високий рівень поліморфізму, за своєю природою кодомінантні, бо мають широкий спектр застосування. Зазначені характеристики і простота маніпуляцій у порівнянні з RFLP і ISSR аналізами роблять SSR – аналіз ідеальною системою для ідентифікації та паспортизації генотипів сортів, картуванні та клонування генів, скринінгу великих інсерційних бібліотек, маркування локусів, зчеплених з господарськими важливими ознаками [158]. Великого інтересу набували дослідження, пов'язані з використанням SSR - маркерів для ідентифікації, вивчення, картування і клонування локусів кількісних ознак QTL (quantative trait loci). Таким чином, методи молекулярної біології вносять істотний внесок в пізнання генетики пшениці і її взаємин з дикими її родичами. У сукупності з цитологічними методами вони дозволяють визначити чужорідну генетичні мінливість, привнесену

в геном пшениці, й локалізувати чужорідні гени. Перелік нових генів і їх локалізація в хромосомах пшениці щорічно публікується в Каталозі генних символів пшениці [159]. У свою чергу, знання генетики пшениці і можливостей зміни (поліпшення) природи пшеничної рослини тісно пов'язане з прогресом у селекції, створення сортів, що володіють новими корисними ознаками [118, 160].

Транскриптомний аналіз – передбачає використання ДНК-мікрочипів (DNA microarray). ДНК-мікрочип являє собою скляну основу з упорядкованими рядками. На чип можуть бути нанесенні унікальні клони комплементарної ДНК (кДНК) від 10 до 15 тисяч. Фрагменти кДНК на чипі геноспецифічні, розмір їх варіює у межах 200-2500 нуклеотидів [158, 161]. З тканин рослини виділяється інформаційна РНК, на основі якої за допомогою реакції зворотної транскрипції синтезується кДНК, при цьому використовують нуклеотиди, які мічені флуоресцентною міткою. Зразок кДНК є сумішшю транскриптів більшості генів, які активно експресуються на певному етапі онтогенезу рослин або при дії певного патогену [161, 43]. При гібридизації такого зразка на мікрочип мічені транскрипти генів утворюють дуплекс з кДНК, яка закріплена на мікрочипі. За інтенсивністю флуоресценції можна визначити рівень експресії кожного гена в тканинах рослини на зміну умов середовища [43].

#### **4.4.1. Етапи ПЛР**

Метод ПЛР дає можливість вибірково синтезувати *in vitro* ділянки ДНК довжиною від декількох десятків до декількох сотень пар нуклеотидів (ПН), рідше до 2000-5000 пн. Під час ампліфікації за матрицю можна використовувати геномну ДНК різних видів про- та еукаріот, ДНК виділену з культури клітин, бактеріальних клонів, бібліотек генів, а також різні види РНК (зокрема, мРНК). Кількість копій обраної ділянки ДНК чи РНК у ході ПЛР може бути збільшена у 108-109 разів, що робить можливим її візуалізацію [162].

ПЛР використовується для отримання великої кількості копій фрагментів ДНК чи РНК. Ампліфікація (збільшення кількості копій) під час ПЛР відбувається у циклічному режимі (рис. 4.1) [163]. Одним з основних компонентів системи для ПЛР є праймери - синтетичні короткі (18-30 основ, рідше більші) одноланцюгові фрагменти ДНК. Ці фрагменти комплементарні спеціальним ділянкам досліджуваної ДНК – до цих ділянок будуть приєднуватись праймери під час етапу випалу (гібридизації нуклеїнових кислот). Праймери орієнтуються таким чином, що після випалу на матриці вони своїми 3'-кінцями розташовуються один проти одного. Праймери у ПЛР слугують затравками синтезу ДНК за допомогою термостабільної ДНК-полімерази [164].

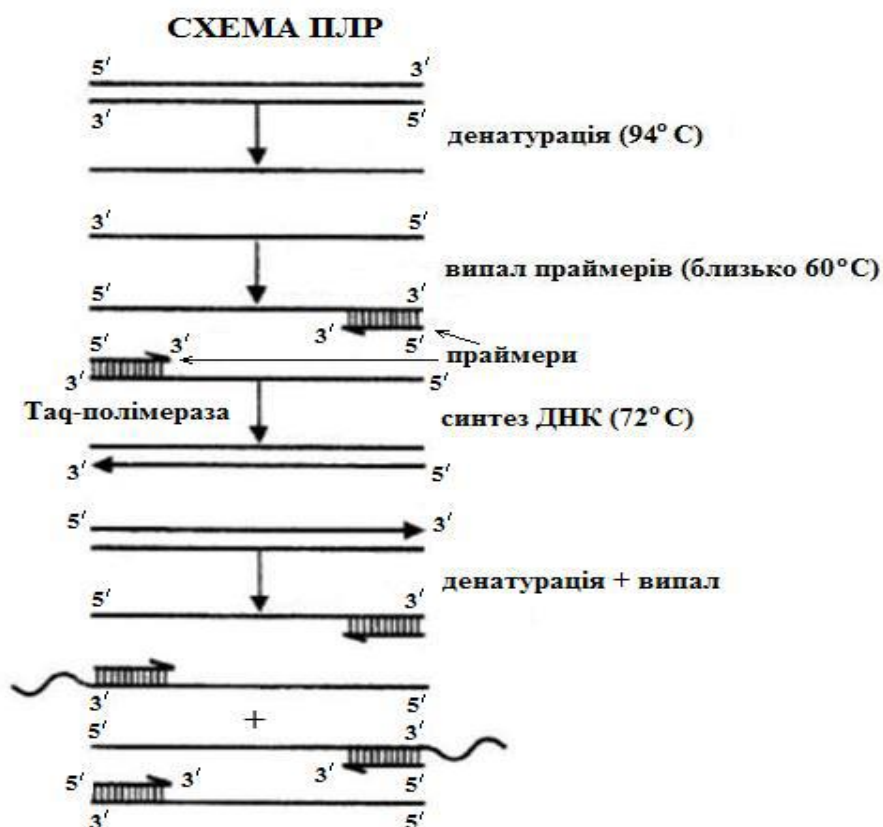


Рисунок 4.1. Схема полімеразної ланцюгової реакції [163]

Вибір праймерів визначає ділянку ДНК або РНК, яка буде ампліфікуватись. Тому, необхідно знати нуклеотидну послідовність до якої будуть підбиратись праймери [164].

Окрім праймерів для ампліфікації необхідний фермент ДНК-полімераза. Оскільки проведення реакції пов'язане з високими температурами (94° С, 72°

С), то найчастіше використовується термостабільна ДНК-полімераза – Таq-полімераза. Ця полімераза виділена з термостабільної бактерії *Thermus aquaticus*, яка живе у гарячих джерелах [165].

ПЛР складається з повторюваних циклів ампліфікації ДНК (Рис. 4.2), кожний з яких об'єднує три кроки: денатурацію; гібридизацію праймерів з відповідними ділянками на ДНК (застосовують термін „випал”, або „відпал”, який є дослівним перекладом англійського *annealing*); синтез нового ланцюга (рис. 4.1, 4.2) [163]:

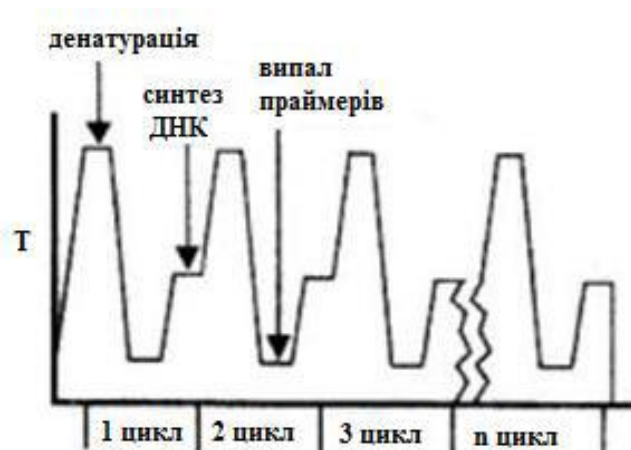


Рисунок 4.2. Цикли ПЛР [163]

1 крок циклу ПЛР – **денатурація** – відбувається при 92-95° С, дволанцюгова молекула ДНК денатурує, полінуклеотидні ланцюги частково або повністю розходяться [163];

2 крок - „**випал**” – у реакційній суміші для проведення ПЛР містяться специфічні праймери (олігонуклеотиди). Один з них комплементарний матриці ДНК або РНК, яка буде ампліфікуватись – це т.з. „прямий” праймер. Інший праймер, комплементарний продукту, який синтезується за допомогою прямого праймера – другий праймер називається „зворотним”. Випал праймерів полягає у специфічному розпізнаванні праймерами відповідних ділянок послідовностей нуклеїнових кислот, які будуть ампліфікуватись. Для випалу праймерів з одно-ланцюговою матрицею температуру знижують. Температура відпалу залежить від пари праймерів, ділянки ампліфікації та їх характеристик (зокрема, кількості GC-пар тощо).

Температура відпалу підбирається експериментально і може коливатись у межах 40-67° С [163];

3 крок – **синтез нового ланцюга ДНК** відбувається за участю Таq-полімерази (чи інших термостабільних полімераз) при температурі 72° С, яка використовує праймери затравку синтезує комплементарні ланцюги в напрямку 5'→3'. Третій крок зупиняється при підвищенні температури і денатурації новосинтезованої ДНК [163].

У першому циклі праймери гібридизуються з вихідною матричною ДНК (або РНК), в наступних циклах – із заново синтезованими молекулами ДНК в міру їх накопичення. З метою отримання передбаченого продукту необхідно підібрати оптимальні умови проведення ПЛР (кількість циклів, температура випалу, тривалість випалу, тривалість синтезу тощо) та оптимальний склад реакційної суміші (концентрації компонентів). Наведено склад реакційної суміші для проведення ПЛР (табл. 4.1) з якого можна почати підбір умов для проведення ампліфікації заданої ділянки ДНК [166].

Таблиця 4.1 – Склад реакційної суміші для проведення ПЛР згідно Каталогу фірми „Fermentas” (life sciences; molecular biology) за 2008-2009 рр. [167].

Реактив	Робоча концентрація
10× буферний розчин для Таq-полімерази	1×
Суміш дезоксинуклеотидів (dNTP), концентрація кожного виду нуклеотиду 2 мМ	0,2 мМ - кожного
Прямий (forward) праймер	0,1-1 мкМ
Зворотній (reverse) праймер	0,1-1 мкМ
Водний розчин MgCl <sub>2</sub> (найчастіше, вихідна концентрація становить 25 мМ)	1-4 мМ
Зразок ДНК	10 пг - 1 мкг
Таq-полімераза	1,25 Од/50мкл
Вода градації „nuclease-free”	до 50/25 мкл
Сумарний об'єм реакційної суміші	50/25 мкл

#### **Концентрація дезоксинуклеозидтрифосфатів у реакційній суміші.**

Вихідні розчини нуклеотидів дуже чутливі до процедури заморожування-розморожування. Після 3-5 таких процедур ПЛР, як правило відбувається гірше. Щоб запобігти цьому потрібно розділити вихідний розчин на аліквоти по 10 мкл (близько 25 мМ кожного нуклеотиду) та зберігати їх замороженими при -20° С. Упродовж тривалого заморожування невелика



кількість води розчину випаровується і конденсується на стінках пробірки. Тому перед використанням розчин необхідно відцентрифугувати при невисокому прискоренні (~500g) ротора протягом 5-10 с. Концентрація дезоксинуклеозидів у реакційній суміші для ПЛР, як правило, становить 0,2 мМ. Збільшення концентрації dNTP призводить до зниження специфічності і точності ПЛР. Зниження концентрації dNTP зменшує частоту помилок ферменту і знижує вихід ПЛР-продукту [168].

**Концентрація катіонів магнію у реакційній суміші.** Концентрацію катіонів  $Mg^{2+}$  необхідно оптимізувати для кожного окремого ПЛР-продукту і пари праймерів. Іони  $Mg^{2+}$  утворюють комплекси з dNTP, праймерами та матрицею ДНК, тому концентрація  $Mg^{2+}$  впливає і на випал праймерів, і на температуру дисоціації матричної та ампліфікованої ДНК, і на специфічність синтезу необхідного продукту, а також на активність і точність ДНК-полімерази. Стандартна концентрація  $Mg^{2+}$  в ПЛР-суміші становить 2,5 мМ, але для підвищення специфічності синтезу ПЛР-продукту концентрацію цих катіонів слід знижувати з кроком 0,25-0,5 мМ [169]. Також велике значення мають підбір праймерів та правильне зберігання ДНК-полімерази.

#### ***4.4.2. Хід проведення полімеразної ланцюгової реакції***

Роботу виконують за допомогою комплектів реагентів для ПЛР-ампліфікації фірми ДНК-Технологія (Російська федерація) для виявлення Цитомегаловірусу (CMV), Вірусу простого герпесу 1, 2 типів (HSV 1,2), Кандіди альбіканс (*Candida albicans*), Токсоплазми гонді (*Toxoplasma gondii*), Уреоплазми уреалітікум та парвум (*Ureaplasma urealyticum* + *U. parvum*), вірусу папіломи людини (тип 16; HPV16) [163].

#### **До складу набору входять [163]:**

- суміш для ампліфікації під шаром парафіном;
- розчин Таq-полімерази;
- ПЛР-буферний розчин;
- мінеральне масло;

- позитивний контроль.

### Проведення реакції ампліфікації [163, 168].

1. Підпишіть пробірки з сумішшю для проведення ПЛР під шаром парафіну (пробірки для ПЛР-ампліфікації зразків, а також, пробірки для ПЛР-ампліфікації негативного контрольного зразка „К-“ і позитивного контрольного зразка „К+“).

2. Не пошкоджуючи шар парафіну, внесіть у підписані пробірки по 10 мкл розчину Таq-полімерази.

3. Додайте в кожную пробірку по одній краплі мінерального масла.

4. Перенесіть пробірки в зону пробопідготовки.

5. Не пошкоджуючи шар парафіну, внесіть у кожную пробірку по 5 мкл виділеного зразка ДНК (окрім пробірок „К-“ і „К+“). У пробірку підписану „К-“ додайте 5 мкл негативного контрольного зразка, який пройшов таку ж пробопідготовку, як і досліджувані зразки. У пробірку „К+“ внесіть 5 мкл позитивного контрольного зразка.

6. Центрифугуйте пробірки при 1000 об/хв упродовж 3-5 секунд.

7. Помістіть усі пробірки в ампліфікатор і проведіть ПЛР у режимі (табл. 4.2).

Таблиця 4.2 – Режим ампліфікації [163, 168]

Температура	Тривалість		Кількість циклів
94° С	1 хв		1
94° С	5 с		5
64° С	5 с		
67° С	5 с		
94° С	1 с	40	
64° С	5 с		
67° С	5 с		
10° С	зберігання		

8. Детекцію продуктів ампліфікації проводять за допомогою ПЛР-детекторів „Джин-5” (порогові значення для специфічного продукту становлять 1,75-2,1, для внутрішнього контролю – 2,5), а також методом гель-електрофорезу в агарозі (довжини продуктів ампліфікації зазначено в таблиці 4.3) [168].

Флюоресцентні ДНК-зонди, які використовуються для детекції продуктів ампліфікації і внутрішнього контрольного зразка мічені, відповідно, флюоресцентними мітками FAM і HEX [163].

Таблиця 4.3 – Довжини продуктів ПЛР-ампліфікації ДНК [161]

Виявлення нуклеїнових кислот певних збудників	Довжина продукту ампліфікації, пар нуклеотидів	Довжина внутрішнього контролю, пар нуклеотидів
Цитомегаловірус (CMV)	280	560
Вірус простого герпесу 1, 2 типів (HSV 1,2)	261	900
Кандіда альбіканс ( <i>Candida albicans</i> )	310	560
Токсоплазма гонді ( <i>Toxoplasma gondii</i> )	187	560
Уреоплазма уреалітікум та парвум ( <i>Ureaplasma urealyticum</i> + <i>U. parvum</i> )	532	900
Вірус папіломи людини (тип 16; HPV16)	367	900

#### 4.4.3. Різновиди ПЛР

**Вкладена ПЛР (англ. Nested PCR)** - застосовується для зменшення числа побічних продуктів ампліфікації. В цьому виді ПЛР використовуються дві пари праймерів, з якими проводять дві послідовні реакції (Рис. 4.3). Друга пара праймерів ампліфікує ділянку ДНК, яка розташована всередині продукту першої реакції. Вкладена ПЛР використовується у випадках, коли праймери до цільового фрагмента нуклеїнової кислоти комплементарно взаємодіють з іншими ділянками і, відповідно, внаслідок ампліфікації утворюється ряд небажаних побічних продуктів від яких необхідно позбутись (рис. 4.3) [163].

**Інвертована ПЛР (англ. Inverse PCR)** – використовується у випадку, коли необхідно ампліфікувати ділянку нуклеїнової кислоти, послідовність нуклеотидів якої до кінця невідома. Експеримент здійснюють у декілька етапів. На першому етапі ділянки ДНК з невідомими послідовностями розрізають рестриктазами. Потім лігують фрагменти за утвореними сайтами рестрикції. В результаті лігування утворюються кільцеві молекули ДНК. На

останньому етапі кільцеві ДНК розрізають унікальними рестриктазами в ділянках з відомими послідовностями. В результаті, серед утворених фрагментів знаходиться цільова послідовність з невідомою послідовністю фланкована відомими послідовностями нуклеотидів. Таким чином, підібравши праймери до фланкуючих відомих послідовностей, можна ампліфікувати цільову невідому послідовність ДНК (рис. 4.4) [165].

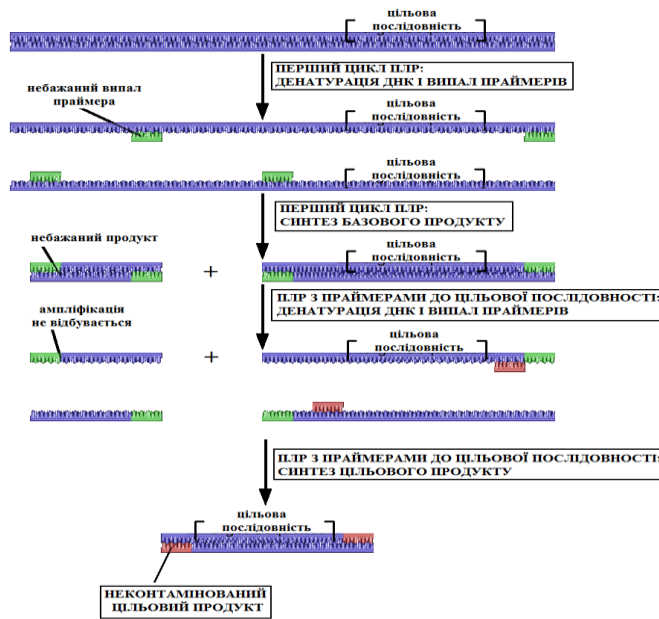


Рисунок 4.3. Схема етапів проведення вкладеної ПЛР [165]

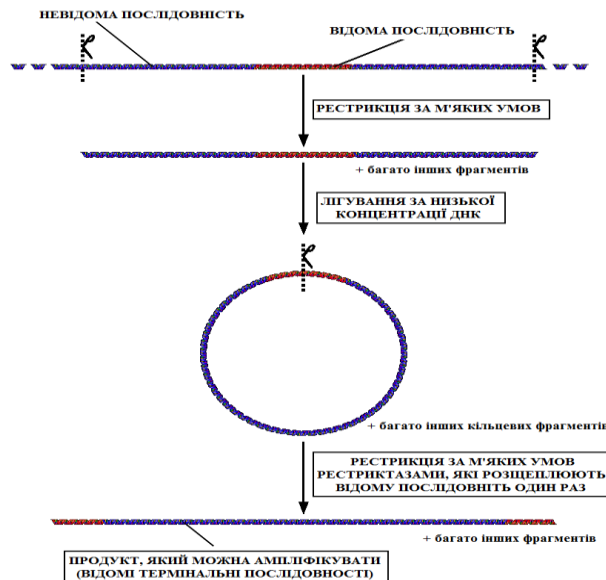


Рисунок 4.4. Схема етапів проведення інвертованої ПЛР [165]

**ПЛР зі зворотною транскрипцією (Reverse Transcription PCR, RT-PCR)** – використовується для отримання шляхом ампліфікації певних РНК

клітини. Часто ПЛР зі зворотною транскрипцією використовується для оцінки експресії заданого гена на рівні синтезу мРНК. Безпосередньо перед ампліфікацією за допомогою зворотної транскриптази на матриці мРНК проводять синтез кодуєчих ДНК. Саме кДНК у подальшому використовується для ампліфікації (Рис. 4.5). Залежності від того, яка частина клітинного пулу мРНК у подальшому буде використовуватись в ампліфікації, для синтезу кДНК можуть використовуватись неспецифічні праймери – оліго (дТ) (утворені кДНК відповідають мРНК з непошкодженим поліадениновим 3'-хвостом) або випадкові гексамерні праймери (тоді, увесь пул РНК переводять у кДНК), або ген-специфічні (ГСП) праймери (отримують кДНК, яка відповідає лише обмеженій кількості, або одному виду мРНК) (Рис. 4.5) [163, 165, 169]

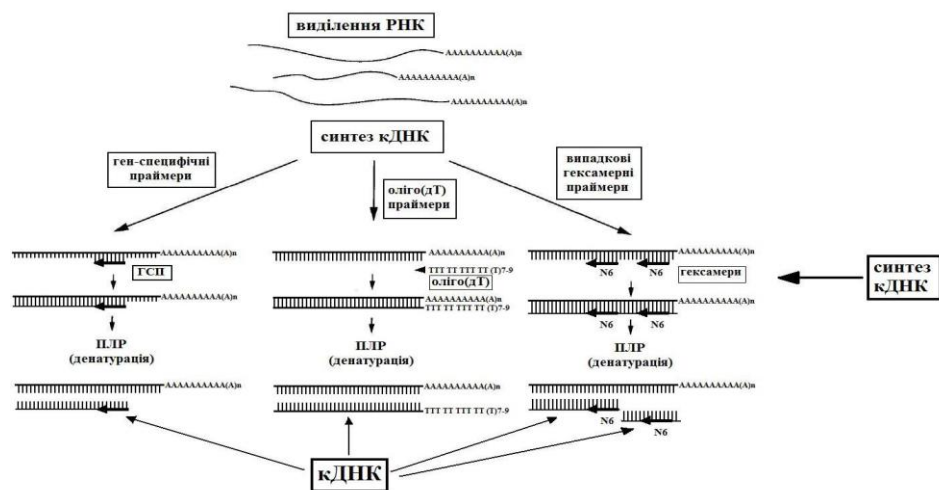


Рисунок 4.5. Синтез кДНК на РНК [169]

**ПЛР з внесенням сайтів рестрикції на кінцях продукту для клонування у векторах** (Рис. 4.6). Для отримання продукту і подальшого клонування цього продукту ПЛР у відповідних векторах, зручно вносити унікальні сайти рестрикції безпосередньо на етапі ампліфікації. Сайти рестрикції кодуються безпосередньо послідовністю нуклеотидів прямого і зворотного праймерів. При цьому, до обраних сайтів рестрикції праймерів висувається ряд вимог. Так, сайти рестрикції прямого і зворотного праймера мають бути різними – для однозначної орієнтації ампліфікованого продукту в полілінкерній ділянці вектора. Сайти рестрикції праймерів мають бути

унікальними – тобто, цих сайтів не має бути безпосередньо в ампліфікованому продукті і, окрім цього, вони мають бути присутні в полілінкерній ділянці вектора лише раз тощо. Бажано, для полегшення подальшого лігування продукту ПЛР і вектора підбирати послідовності, які кодують сайти рестрикції, які утворюють липкі кінці (Рис. 4.6) [169].

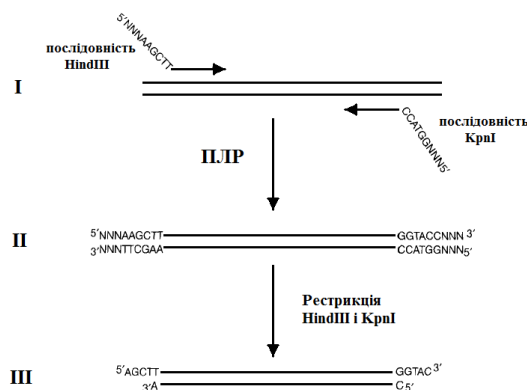
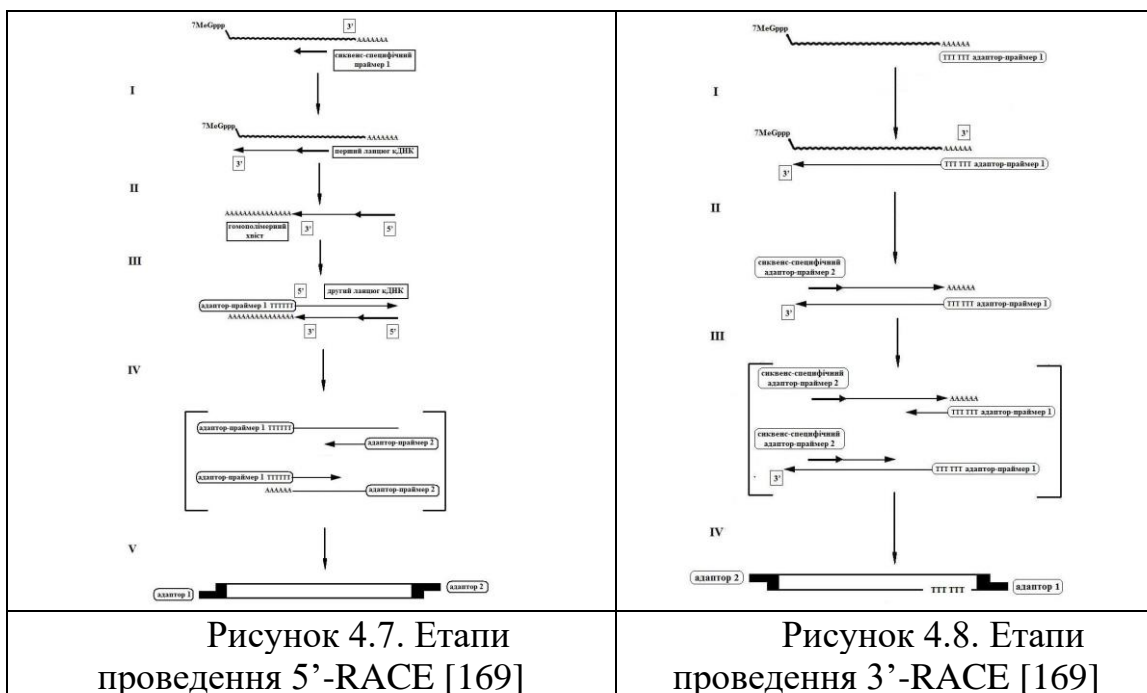


Рисунок 4.6. Етапи проведення ПЛР з внесенням сайтів рестрикції на кінцях продукту для клонування у векторах: I – для ампліфікації використовують прямий і зворотній праймери, які містять, окрім комплементарних до матриці ділянок, послідовності, які кодують сайти рестрикції визначених рестриктаз (*HindIII* і *KpnI*, відповідно); II – ампліфікація; III – рестрикція кінців отриманого ПЛР-продукту рестриктазами *HindIII* і *KpnI* з утворенням липких кінців для подальшого клонування у відповідний вектор [169].

**Швидка ампліфікація 5' і 3'-кінців кДНК (Rapid Amplification of 5' and 3' cDNA Ends; 3'- and 5'-RACE).** Інколи для отримання інтактних 5'-, або 3'- кінців кДНК, яка відповідає певному виду мРНК, недостатньо ПЛР зі зворотною транскрипцією. Причиною цього може бути підвищена нестабільність мРНК, локальне утворення РНК-шпильок, або комплексів з білками. В таких випадках використовують метод швидкої ампліфікації 5'- і 3'- кінців кДНК (5' - RACE і 3'- RACE). Етапи проведення 5'-RACE зображено на рисунку 4.7: I етап полягає у синтезі першого ланцюга кДНК за допомогою сиквенс-специфічного праймера 1 і зворотної транскриптази; II етап – гідроліз РНК-матриці. За допомогою термінальної трансферази на 3'-кінець кДНК вноситься гомополімерний хвіст (полі(дА)); III етап - синтез другого ланцюга кДНК за допомогою неспецифічного оліго (дТ) адаптора-

праймера 1; IV етап – ампліфікація (ПЛР) дволанцюгової кДНК за допомогою сиквенс-специфічного адаптора-праймера 2 і неспецифічного оліго (дТ) адаптора-праймера 1. (адапторні ділянки праймерів містять унікальні сайти рестрикції) V етап – рестрикція адапторних частин сиквенс-специфічного адаптора-праймера 2 і неспецифічного оліго (дТ) адаптора-праймера 1 відповідними рестриктазами. Утворюються липкі кінці (як правило, різні) і, відповідно, ампліфікований 5'-кінець цільової мРНК готовий до інтегрування у вибраний вектор [169, 170].



Етапи проведення 3'-RACE зображено на рисунку 4.8: I етап – синтез першого ланцюга кДНК за допомогою неспецифічного оліго (дТ) адаптора-праймера 1; II етап – гідроліз РНК-матриці. За допомогою сиквенс-специфічного адаптера-праймера 2 синтезується другий ланцюг кДНК; III етап – ампліфікація дволанцюгової кДНК за допомогою сиквенс-специфічного адаптора-праймера 2 і неспецифічного оліго (дТ) адаптора-праймера 1; IV етап – рестрикція адапторних частин сиквенс-специфічного адаптора-праймера 2 і неспецифічного оліго (дТ) адаптора-праймера 1 відповідними рестриктазами. Утворюються липкі кінці (як правило, різні) і,

відповідно, ампліфікований 3'-кінець цільової мРНК готовий до інтегрування у вибраний вектор [169, 171].

**Полімеразна ланцюгова реакція в реальному часі (real-time pcr, qpcr).** Полімеразна ланцюгова реакція в реальному часі – один з різновидів ПЛР, який використовується для одночасної ампліфікації і детекції отриманих продуктів. Детекція ампліфікованого фрагмента ДНК може проводитись за кінцевою точкою (принцип „присутній, чи відсутній продукт”). Також, вміст продукту ПЛР може визначатись кількісно (безпосередньо, визначення кількості копій, визначення кількості копій відносно внесеної ДНК або додаткових калібрувальних генів). Метод ПЛР у реальному часі ґрунтується на загальних принципах ПЛР. Від стандартної ПЛР метод відрізняється тим, що після кожного циклу ампліфікатор визначає кількість ампліфікованої ДНК. Для кількісного визначення ампліфікованого фрагмента ДНК найчастіше використовують флюоресцентні мітки. Часто, для оцінки рівня окремих видів мРНК, ПЛР в реальному часі комбінують з ЗТ-ПЛР (від зворотна транскрипція, RT-PCR – reverse transcription). Це дозволяє досліднику отримати кількісну інформацію про вміст мРНК даного білка в клітині і, відповідно, дає змогу оцінити рівень експресії білка в клітинах [163, 169]. Розглянемо більш детально принцип детекції кількості ампліфікованої ДНК під час ПЛР в реальному часі. Найчастіше використовують праймери мічені двома мітками (Рис. 4.9, А).

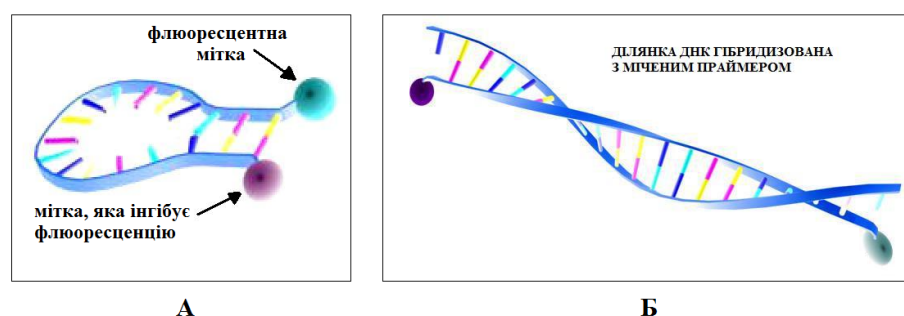


Рисунок 4.9. А - будова праймера для проведення ПЛР у реальному часі: у вільному стані праймер утворює шпильку, в якій флюоресцентна мітка і інгібітор флюоресценції просторово зближені і, відповідно, флюоресценція інгібується; Б - під час ампліфікації, праймер зв'язується з матрицею [165].



На одному з кінців праймера (переважно, на 5'-кінці) ковалентно приєднано флюоресцентну мітку, на іншому кінці – інгібітор флюоресценції. У випадку, коли праймер не гібридизується з матрицею і, відповідно, не входить до складу продукту, він утворює шпильку. При утворенні шпильки, як видно з рисунку 4.9 – А, флюоресцентна мітка просторово зближується з інгібітором флюоресценції і, таким чином, детектується тільки невисокий базовий рівень флюоресценції суміші для проведення ПЛР [165].

У випадку гібридизації праймера з матрицею (рис. 4.9 – Б), або утворення продукту ампліфікації, праймер не утворює шпильку, відповідно, інгібітор віддаляється від флюоресцентної мітки. При цьому, показник флюоресценції суміші для проведення ПЛР зростає, що вказує на появу продукту ампліфікації [169].

Іншим близьким різновидом детекції продукту при ПЛР у реальному часі є використання мічених одноланцюгових фрагментів ДНК. Прикладом таких фрагментів ДНК є ПЛР у реальному часі з використанням проб TaqMan® (цей матеріал адаптовано з веб-сторінки курсу коледжу Давідсона (Davidson College)). Будова проб TaqMan® представлена на рис. 4.10 – А [169].

Як і у попередньому випадку з міченими праймерами, на 5'-кінці праймера ковалентно приєднано флюоресцентну мітку (для проб TaqMan® міткою слугує фрагмент зеленого флюоресцентного білка (GFP)), на 3'-кінці – інгібітор флюоресценції. У випадку, коли проба TaqMan® не гібридизується з матрицею, інгібітор пригнічує флюоресценцію GFP. При проведенні ПЛР у реальному часі з пробами TaqMan® самі праймери не мічені флюоресцентними мітками. Що ж відбувається під час циклів ампліфікації з самою пробкою TaqMan® і яким чином при зростанні кількості продукту ампліфікації зростає рівень флюоресценції GFP. Після першого етапу денатурації при випалі матриці з праймерами, проба TaqMan гібридизується з ділянкою матриці, яка знаходиться між двома праймерами (рис. 4.10 – А, Б). Під час ампліфікації Таq-полімераза, яка володіє 5'→3' екзонуклеазною

активністю, починає розщеплювати пробу TaqMan® з 5'-кінця (рис. 4.10 – Б). Таким чином, мітка GFP звільняється і, відповідно, рівень флюоресценції зростає, що вказує на напрацювання продукту ампліфікації [165, 171].

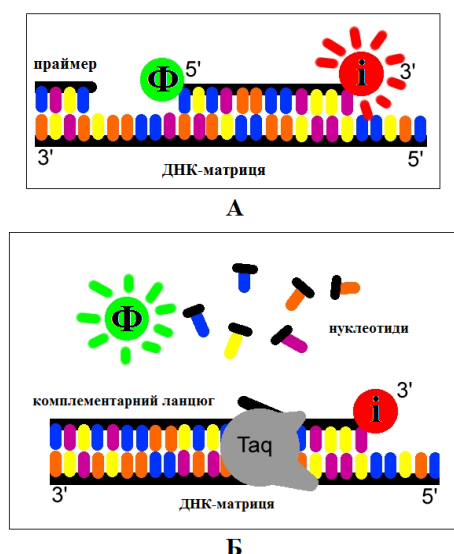


Рисунок 4.10. Проведення ПЛР у реальному часі за допомогою проб TaqMan®. Умовні позначення: Ф - флюоресцентна мітка, і - інгібітор флюоресценції. А - комплементарне зв'язування проби TaqMan® з матрицею; Б - поява флюоресценції за рахунок 5'→3' екзонуклеазної активності Taq-полімерази [169].

**ПЛР-ПДРФ (англ. - PCR-RFLP).** ПЛР-ПДРФ (поліморфізм довжин рестрикційних фрагментів) (від англ. - PCR-RFLP або PCR-Restriction Fragment Length Polymorphism Assay). При здійсненні цього виду ПЛР спочатку проводять ампліфікацію необхідного фрагмента нуклеїнової кислоти методом стандартної ПЛР, а потім – рестрикційний аналіз отриманих ПЛР-продуктів. Метод ПЛР-ПДРФ ґрунтується на виявленні різниці нуклеотидних послідовностей гомологічних ділянок ДНК. Як вже зазначалось, ця різниця полягає в довжинах фрагментів отриманих після проведення рестрикції зразків ДНК специфічними рестриктазами (рис. 4.11) [165, 171].

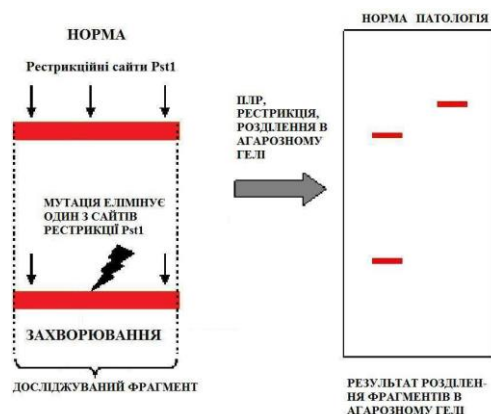


Рисунок 4.11. Принцип проведення методу ПЛР-ПДРФ [165, 171]

Більшість ПДРФ-маркерів є кодомінантними (рис. 4.12) тобто, за допомогою цього різновиду ПЛР можна виявити мутований алель у зразках ДНК, отриманих від гетерозигот. Окрім цього, ПДРФ-маркери є високоспецифічними для певних локусів геномної ДНК. ПЛР-ПДРФ часто використовується для картування геному, генотипування (рис. 4.12) [165, 171].

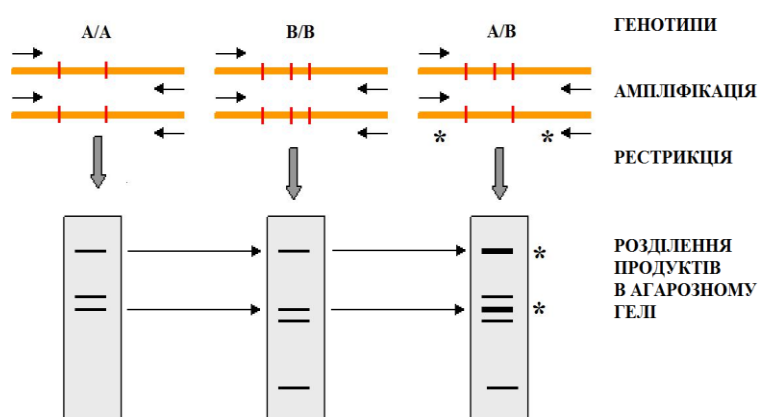


Рисунок 4.12. Використання ПЛР-ПДРФ для генотипування [165, 171]

## 5. СТВОРЕННЯ ЛІНІЙ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ З РЕЗИСТЕНТНІСТЮ ДО ЛИСТКОВИХ ХВОРОБ

Потенціал ПЖТ для створення нових сортів не вичерпний, оскільки їх прояв багато в чому визначається генотиповими особливостями вихідних форм. Недостатньо досліджено – наскільки сильно може впливати коротке плече хромосоми 1R жита посівного на успадкування стійкості проти листкових хвороб гібридами пшениці [172, 173]. Використання їх у селекційних схемах сприятиме створенню стійких сортів, а впровадження у

виробництво забезпечить зниження інфекції і стримуватиме появу нових рас збудників.

### 5.1. Програма і методика проведення досліджень

Для узагальнення результатів на першому етапі виконання науково-технічної роботи за державним замовленням на науково-технічні (експериментальні) розробки та науково-технічну продукцію за темою «Відбір перспективних ліній пшениці м'якої для створення сортів з груповою стійкістю до хвороб» були проведені власні експериментальні дослідження у 2018/2019 вегетаційному році (табл. 5.1.).

Таблиця 5.1 – Етапи виконання роботи (СНАУ, 2019 р.)

1	Аналіз еколого-географічного різноманіття батьківських форм пшениці. Проведення аналізу генеалогії гібридів та вихідних форм.
2	Вивчення за комплексом ознак 56 гібридних зразків пшениці в гібридному розсаднику F <sub>4</sub> -F <sub>5</sub> . (з доборів кращих колосів з F <sub>3</sub> )
3	Оцінка F <sub>4</sub> F <sub>5</sub> на стійкість до фітозахворювань, добір кращих рослин за фенотипом, зимостійкістю, продуктивністю та за деякими фізичними показниками якості зерна. Добір за цими показниками кращого колосся, лабораторна оцінка його за елементами продуктивності та якістю зерна, бракування гірших.
4	Розроблення схеми дослідів на природному інфекційному фоні з використанням сортів накопичувачів інфекції.
5	Проведення біохімічного аналізу виділених гібридних зразків пшениці озимої методом електрофорезу гліадину
6	Відбір рослин з ПЖТ та іншими цінними селекційними ознаками за результатами фітодіагностики та індивідуального біометричного аналізу для сівби та перевірка потомства у наступному поколінні. У роботі застосовували індивідуальний добір за господарсько-цінними ознаками, безперервний добір за методом педігрі в поєднанні з масовим добром після виділення рослин з ПЖТ.

У складі генеалогій сортів-носіїв ПЖТ визначено статистичні частки геноплазми різних генетичних компонентів та їхній вплив на формування адаптивних ознак. Вивчили еколого-географічне різноманіття батьківських форм пшениці, а також з метою добору пластичних до різних умов вирощування гібридних комбінацій та ефективного використання їх при виведенні нових сортів пшениці м'якої озимої. Гібридний матеріал пройшов однорічну перевірку у польових умовах та лабораторіях СНАУ. *Перша частина* експериментальних досліджень виконувався в 2018/2019 вегетаційному році пшениці на дослідному полі ННВК СНАУ. Поля розташовані в межах міста Суми і входять до північно-східної частини

Лісостепу України. Рельєф району – типова, ледь нахилена до південного-заходу рівнина, пересічена ярами і балками зі значною кількістю «блюдець». До сходу від СНАУ, на відстані близько 8 км, протікає річка Псел. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий глибокий малогумусний середньо-суглинковий, крупнопилуватий і характеризуються такими агрохімічними показниками: реакція ґрунтового розчину – близька до нейтральної (рН 5,8-6,0); вміст гумусу в орному шарі середній (3,9 %) і достатній для отримання високих урожаїв сільськогосподарських культур, у тому числі озимої пшениці; бонітет ґрунту – 79 балів; колоїдний комплекс насичений іонами кальцію та магнію. В орному шарі досить великі запаси поживних речовин, а саме азоту – 9 мг/100 г ґрунту, фосфору – 14,0 мг/100 г ґрунту, калію – 6,7 мг/100 г ґрунту. Максимальна гігроскопічність ґрунту 1,6 мг-екв./100 г [174]. Орні землі знаходяться на рівних ділянках, що дозволяє вирощувати будь-які культури без загрози змиву верхнього родючого шару ґрунту. Описані ґрунти займають значну частину ґрунтового покриву зони Лісостепу України. Це дає можливість вважати, що польові дослідження проводилися в типових для зони ґрунтових умовах.

Клімат району помірно-континентальний, характерний для північно-східної частини Лісостепу України, з теплим літом і не дуже холодною зимою з відлигами. За багаторічними даними середньорічна температура повітря складає +7,4 °С. Найвища температура спостерігається найчастіше в липні (+38,5 °С), найнижча має місце в січні (-36,0 °С). Річна сума температур вище 10°С знаходиться в межах 2500-2650 °С. Тривалість безморозного періоду в середньому складає 275 діб. Оподи впродовж року розподіляються по місяцях нерівномірно. Найбільша їх кількість випадає у липні (76 мм в середньому за багаторічними даними). В окремі роки кількість опадів різко відхиляється від норми. Середня багаторічна сума опадів за рік складає 593 мм, а гідротермічний коефіцієнт становить 1,1-1,2. Отже, аналіз багаторічних даних показує, що ґрунтово-кліматичні умови місцевості в

цілому сприятливі для вирощування пшениці м'якої озимої та розвитку збудників хвороб.

Для створення нового селекційного матеріалу пшениці та оцінки їхньої адаптивності, продуктивності та стійкості до фітопатогенів використовували відомі методичні розробки з тим, щоб зробити тестування кожної лінії.

Агротехніка у польових селекційних дослідах була загальноприйнятою для північно-східного Лісостепу України. Площа облікових ділянок варіювала залежно від етапів роботи. У селекційному розсаднику гібридів вона визначалася наявною кількістю насіння селекційного зразка. Розміщення ділянок доборів – систематичне, послідовне без повторень. У популяцій гібридів із збільшенням кількості насіння облікова площа становила 1,2 м<sup>2</sup>, а кількість повторень зростала – від 2 до 6.

Закладання дослідів та фенологічні спостереження проводились відповідно до загальноприйнятих методик [9, 10]. За стандарти використовували сорти – Подолянка, Миронівська рання, Миронівська 808. Сівбу гібридного матеріалу проводили навколо 25 вересня, в оптимальні строки для зони досліджень – північно-східного Лісостепу України.

Зимостійкість визначали шляхом підрахунків кількості рослин восени та навесні за методикою ДСВ [175-177]. Доповненням до неї була окомірна оцінка весною за густотою травостою і станом відростання рослин на ділянках у балах. Оцінку стійкості колекції сортів та гібридів проти листових хвороб проводили на природному інфекційному фоні з використанням сортів-накопичувачів інфекції (Agassis – борошнистої роси; Sel / Egin – бурої іржі; Боровій, – септоріозу згідно загально прийнятих методик [175-177]. Стійкість проти борошнистої роси і септоріозу визначали згідно модифікованої шкали Саарі і Прескота кілька разів від фази виходу в трубку до молочно-воскової стиглості [24, 43, 110]. Прояв стійкості проти бурої іржі оцінювали за 9-бальною інтегрованою шкалою оцінки стійкості зернових колосових культур три рази, основним з яких був облік за максимального прояву хвороби, що, як правило, спостерігався у період

наливу зерна [24, 25, 43]. У фазу повної стиглості зерна рослини пшениці збирали вручну, облік врожаю проводили відповідно до загальноприйнятої методики [109, 178]. На основі одержаних даних здійснювали дисперсійний аналіз. Морфологічну та господарську характеристику гібридів проводили за допомогою широкого уніфікованого класифікатора роду *Triticum* L. [179].

Електрофорез гліадину виконували у ПЛР лабораторії за методикою О.О. Созінова та Ф.О. Поперелі [180]. Для ідентифікації алельних варіантів гліадинкодуючих локусів використовували номенклатуру і каталог алелів Т.О. Собко та Ф.О. Поперелі [85]. За маркер транслокації 1BL/1RS приймали присутність на електрофореграмі спирторозчинних білків зернівки блоку компонентів, що позначається *Gli-B1-3* (*Gld B3*), а 1A1/1RS – *Gli-A1-17* (*Gld A17*).

Математична обробка і системний аналіз проводились за методиками варіаційної статистики за Б.А. Доспеховим [178], П.Ф. Рокицьким [111], У. Снедекором [181]. Висновки про достовірність отриманих даних робили на підставі вибіркової сукупності за допомогою кореляційного, регресійного, дисперсійного та кластерного аналізів. Достовірність різниці між дослідними даними і контролем оцінювали за критеріями Стьюдента і Фішера [182]. При вивченні долі генетичного впливу та екологічного градієнта і їхньої взаємодії на формування і прояв селекційних ознак користувались параметрами дисперсій складових джерела варіювання [183]. Статистичну обробку даних проводили за методами описової статистики, кореляційного, дисперсійного аналізів [111, 178, 184-186], користуючись програмами «Statistica», «Excel» [187, 188] на комп'ютері за допомогою пакету програм Microsoft Office.

**Друга частина** експериментальних досліджень виконувалася в лабораторних умовах. Проводили індивідуальний біометричний і біохімічний аналіз та готували добори до сівби для перевірки за потомством у наступних поколіннях. У роботі з поколіннями константних форм застосовували індивідуальний добір за господарсько-цінними ознаками.

## **5.2. Матеріали та методи проведення лабораторних досліджень**

### **5.2.1. Обладнання та матеріали**

У роботі використовували такі реактиви: а) кислота соляна, хч згідно з ГОСТ 3118-77; б) натрію гідроокис, чда згідно з ГОСТ 4328-77; в) натрій хлористий, хч згідно з ГОСТ 4233-77; г) етилендіамінтетроцтова кислота (ЕДТА), хч згідно з чинними нормативними документами; г) гексадецилтриметиламоній бромід (ЦТАБ) (корпорація "Сигма Алдріч" (Sigma), кат. N H 5882); д) тріс (оксиметил) амінометан, хч згідно з ТУ 6-09-4292-76; е) спирт етиловий ректифікований згідно з ГОСТ Р 51652-00; є) спирт ізопропіловий, хч згідно з чинними нормативними документами; ж) хлороформ, хч згідно з ГОСТ 20015-88; з) термостабільний фермент Тақ-полімераза (корпорація "Сигма Алдріч" (Sigma), США, кат. N Д 1806 або «Fermentas™»); и) буфер для ПЛР без MgCl<sub>2</sub> (корпорація "Сигма Алдріч" (Sigma), кат. N Р 2192); і) нуклеотиди: 2'-дезоксиденозин-5'-трифосфоруної кислоти тетранатрієва сіль, тригідрат (АТФ), 2'-дезоксидитидин-5'-трифосфоруної кислоти тетранатрієва сіль, тригідрат (ЦТФ), 2'-дезоксигуанозин-5'-трифосфоруної кислот тетранатрієва сіль, тригідрат (ГТФ), 2'-дезокситимидин-5'-трифосфоруної кислоти тетранатрієва сіль, тригідрат (ТТФ); ї) агароза LE Agarose Multi-Purpose Agarose (Clever Scientific Ltd); й) оцтова кислота.

### **5.2.2. Пророщування насіння зразків пшениці**

Зерно сортів та гібридів пшениці м'якої, які пройшли фітопатологічне тестування в польових умовах та інфекційному розсаднику, пророщувалось для подальшого виділення ДНК. Зерно пророщували до стадії етіольованих проростків при сталій температурі в чашках Петрі. В роботі використовували насіння сортів Смуглянка, Золотоколоса, Веснянка, Крижинка, Калинова, Миронівська 65 та гібридні комбінації F<sub>4-5</sub> К.1-56. Для успішного пророщування насіння стерилізували, щоб уникнути зараження грибами. Стерилізація включала промивку 5-8 зерен кожного сорту в різних концентраціях гіпохлориту натрію, які варіювали від 10 до 15 %, та впродовж



різних проміжків часу, які варіювали від 10 до 20 хв. Після цього насіння промивали дистильованою водою 3 рази впродовж 5 хв. Далі насіння було перенесено на чашки Петрі, що містили змочений водою фільтрувальний папір. Чашки розміщувались в термостаті з температурою 28 градусів Цельсія на 6 діб. Етіольовані проростки збирали в пробірки об'ємом 1,5 мл та заморожували в рідкому азоті для зберігання та наступного виділення ДНК.

### **5.2.3. Виділення ДНК із зразків пшениці**

Проростки довжиною 1,5 см використовували для виділення ДНК за допомогою ЦТАБ методу. Для цього використовували таку методику:

1. Проростки гомогенізували у рідкому азоті та додавали 350 мкл 2ХЦТАБ, добре перемішували та ставили до термостату на 1 годину при 65 °С;
2. Під час термостатування суміш зрідка перемішували, далі центрифугували при 10 000 об. на хв. 10 хвилин, бережно знімали супернатант та переносили його до нових пробірок;
3. Додавали рівний об'єм розчину хлороформ:ізоаміловий спирт (300 – 350 мкл) та добре перемішували до утворення суспензії;
4. Центрифугували при 10 000 об. на хв. 10 хвилин, знімали водну фазу (приблизно 250 мкл) і переносили її до нових пробірок та додавали 0,2 V (50 мкл розчину) 5X ЦТАБ;
5. Обережно перемішували та ставили до термостату на 10 хвилин при 65 °С, додавали рівний (300 мкл) об'єм хлороформу та ретельно перемішували;
6. Центрифугували при 10 000 об на хв. 10 хвилин, знімали надосадочну рідину (приблизно 200 – 250 мкл) та переносили у нові пробірки, додавали рівний об'єм буферу для преципітації, перемішували та залишали на 16 год. при кімнатній температурі;
7. Центрифугували при 16 000 об на хв. 10 хв., супернатант видаляли, а осад розчиняли у 300 мкл 1,2 М NaCl;

8. Додавали рівний об'єм хлороформу (300 мкл) та ретельно перемішували. центрифугували при 16 000 об на хв. 10 хв.;

9. Надосадочну рідину (200 - 250 мкл) переносили в нові пробірки та додавали 0,6 V (150 – 200 мкл) ізопропанолу, центрифугували при 16 000 об на хв. 10 хв. за температури 4 °С;

10. Обережно зливали супернатант, до осаду додавали 250 – 300 мкл 70% етилового спирту, центрифугували при 16 000 об на хв. 10 хв. за температури 4 °С;

11. Обережно видаляли спирт та підсушували осад (65 °С);

12. Осад розчиняли у 50 мкл бідистильованої води.

Далі вимірювали концентрацію ДНК. Для цього брали по 5 мкл виділеної ДНК, розводили її в 45 мкл бідистильованої, дейонізованої води. Суміш вносили до прозорої кювети, та розміщували її в *ВірPhotometr Ependorf*. Налаштування вибирали такі: dDNA (дволанцюгова ДНК), розчинник – 45 мкл, зразок – 5 мкл. Як контроль використовували бідистильовану воду. Заміри виконували 4 рази. Було отримано значення чистоти ДНК при 260нм, 280нм довжини хвилі, та їх відношення, за яким визначаються забруднення фенолами, білками та полісахаридами. Всі зразки мали концентрацію ДНК в межах від 30 до 90 мкг\мкл. Зразки зберігали в морозильній камері при -20 °С.

#### ***5.2.4. Проведення полімеразної ланцюгової реакції***

Кожна ПЛР суміш, яка мала об'єм 25 мкл, містила:

- 1) буфер з 10 мМ Tris-HCl, 50 мМ KCl, 0,8 % (v/v) Nonidet P40;
- 2) 2,5 мМ MgCl<sub>2</sub>;
- 3) 2 пМ реверсного праймеру;
- 4) 2 пМ форвардного праймеру;
- 5) 2 одиниці Taq полімерази;
- 6) 0,2 мМ кожного з трифосфатів (ТТФ, ГТФ, АТФ, ЦТФ);
- 7) до 1 мкг геномної ДНК.

Температурні режими ПЛР для дослідження наявності генів стійкості та визначення їх алельних станів були наступними:

Власний маркер	A1-A2	B1-B2
1 цикл: 95°C – 4 хв.	1 цикл: 95°C – 4 хв.	1 цикл: 95°C – 4 хв.
30 циклів: 95°C – 30 с. 60°C – 45 с. 72°C – 110 с.	30 циклів: 95°C – 30 с. 53°C – 30 с. 72°C – 30 с.	30 циклів: 95°C – 30 с. 53°C – 30 с. 72°C – 40 с.
1 цикл: 72°C – 7 хв.	1 цикл: 72°C – 7 хв.	1 цикл: 72°C – 7 хв.

### 5.2.5. Проведення гель-електрофорезу в агарозному гелі

Для приготування 1,5 %-го агарозного гелю використовували 150 мл 1-кратного ТАЕ (Tris-acetate EDTA) буферу (рН 8,3) та 2,25 грама агарози. Суміш премішували та нагрівали у мікрохвильовій печі (3-7 хв., залежно від заданої потужності). Розплавлену агарозу охолоджували до 50-55 °С, додавали 5 мкл бромистого етидію (10 мг/мл) та перемішували, заливали в підготовлену форму з двома гребінками для формування лунок у гелі (рис. 5.1).

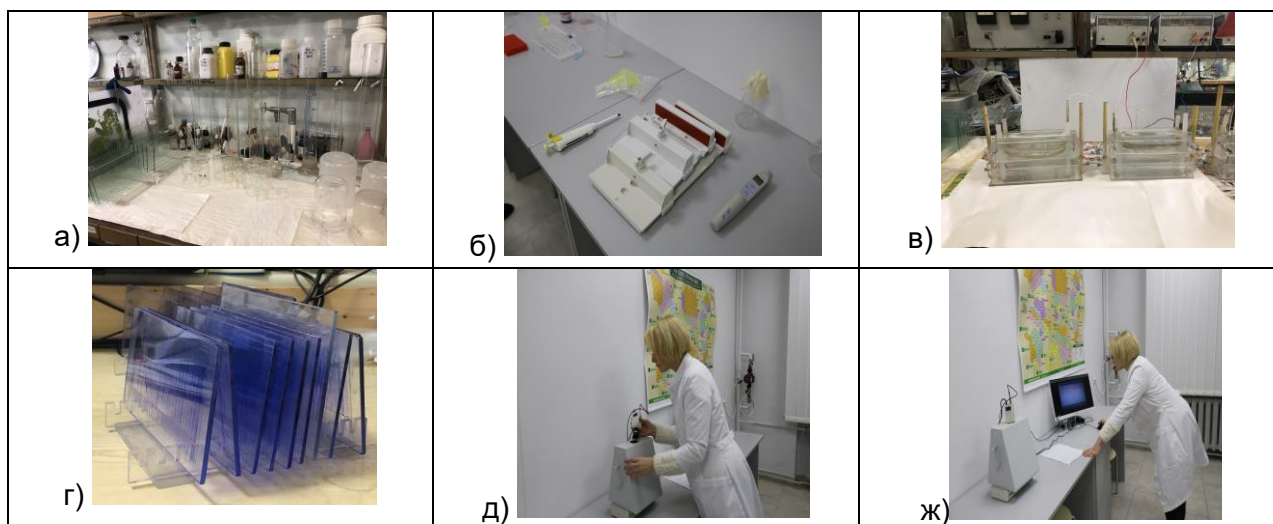


Рисунок 5.1. Проведення детекції та візуалізації отриманих результатів – а) Робоча частина з реактивами необхідними для проведення цього етапу, б) залівна камера для гелю, в-г) камера та пластини для електрофорезу, д-ж) візуалізація отриманих результатів за допомогою транслюмінатора та системи відео фіксації.

Після застигання гелю гребінки видаляли і гель розміщували в камері для електрофорезу, яка була заповнена 1-кратним ТАЕ буфером. 10 мкл кожного ПЛР продукту наносили в окремі лунки разом з 1 мкл барвника метилового синього (барвник розчинений у 60 % гліцеролі). Після нанесення зразків, в одну з лунок гелю (зазвичай в крайню ліву) вносили ДНК-маркер. Різниця потенціалів на електродах електрофоретичної камери дорівнювала 160 В; електрофорез проводили на протязі 1 год. Після електрофорезу гель розміщували на УФ-фільтрі транслюмінатора і фотографували.

### **5.3. Характеристика гібридних комбінацій пшениці озимої за походженням**

При створенні нового, селекційно-цінного вихідного матеріалу для селекції пшениці, нами проведено підбір батьківських компонентів [189, 190] пшениці м'якої озимої різного екологічного та генетичного походження з числа сортів, занесених у різні роки до Державного реєстру сортів рослин придатних для поширення в Україні: Ремеслівна, Миронівська ранньостигла, Епоха одеська, Розкішна, Куяльник, Антонівка, Косоч, Вільшана, Овідій, Поліська 90, Астет, Василина, Досконала, Царівна і Подолянка, а також з їх числа носії ПЖТ – Смуглянка, Золотоколоса, Веснянка (1AL/1RS) та Крижинка, Миронівська 65, Калинова (1BL/1RS). За їх участі були створені 28 реципрокних комбінацій схрещування (всього 56), які досліджувались у 2018/2019 вегетаційному році в розсадниках F<sub>4</sub>-F<sub>5</sub> пшениці м'якої озимої. Походження гібридних комбінацій та генетична основа батьківських форм є запорукою успішної селекційної роботи, підвищення потенціалу продуктивності та адаптивності нових сортів пшениці.

Завдяки проведеному аналізу родоводів новостворених гібридних комбінацій та їх батьківських форм стало зрозуміло, що серед аналізованих зразків є такі, які мають спільну геноплазму з декількома іншими сортами одночасно, хоча і створені в різних селекційних установах, але з меншою частиною досліджуваних. Частка неспорідненості між сортами, залученими

до схрещування знаходиться у межах від 50 % до 94,8 %, їх можливо вважати генетично різними, як мінімум на 50 %. Тому ці сорти обрані для створення нового селекційного матеріалу.

Розглянувши родоводи сортів Калинова, Миронівська 65 та Крижинка [173, 86] було з'ясовано, що вони є носіями ПЖТ 1BL/1RS. Джерелом цього генетичного компоненту для Калинової та Миронівської 65 став сорт Миронівська 61, а для Крижинки – Миронівська 27. Сорт Weigue увійшов до родоводів Миронівської 61 та Миронівської 27 через лінію HADM 6508-74, що є носієм ПЖТ (наявні білки секаліни у формулах гліадинових спектрів – алель *Gli-B3*), саме це забезпечило наявність у цих сортів геноплазми споріднених видів пшениці та жита. У родоводах Миронівської 61 та Миронівської 27 сорт Weigue займає лише по 3 %, але не зважаючи на це успадкування ПЖТ відзначено – підтверджено цитологічно та визначено домінантний стан локусів гліадинів [77].

За аналізом родовідних гілок у сортів Золотоколоса, Смуглянка і Веснянка було виявлено похідні сорту Amigo, який є носієм 1AL/1RS транслокації. Частка геноплазми цього сорту у Веснянки, Смуглянки та Золотоколосої по 25 %. У Amigo фрагмент житньої хромосоми походить від аргентинського сорту жита Insave через сорт октоплоїдного тритикале Gaucho. Що було підтверджено за локусами запасних білків гліадинових спектрів *Gli-A1-17* [86]. Сорти Золотоколоса, Смуглянка і Веснянка за родоводами подібні, але те, що це зовсім різні сорти підтверджує аналіз за спектром бета-гліадинів, кодованих локусами шостої гомеологічної групи. За локусами *Glu-A1* сорти несуть алель *b*, за *Glu-B1* алель *d*, а за *Glu-D1* сорти Веснянка та Смуглянка, як Amigo та Раствавиця, має алель *d*, що забезпечує вищий рівень хлібопекарської якості порівняно з алелем *a*, який виявлений у Золотоколосої [173].

Таким чином, особливістю геноплазм досліджуваних гібридних комбінацій є наявність у батьківських форм – Калинової, Крижинки, Миронівської 65, Золотоколосої, Веснянки і Смуглянки ПЖТ 1BL/1RS та

1AL/1RS, що суттєво збагачує їх гібридні потомства і складає, вірогідно, основу зрушення (підвищення) селекційного формотворення й поліпшення ряду адаптивних ознак. Тому, вважаємо за необхідне визначити генетичний потенціал новостворених гібридних комбінацій, вірогідно – носіїв транслокацій і порівняти їх із сучасними сортами-стандартами, за комплексом селекційних ознак.

#### **5.4. Кліматична норма та забезпечення вологістю рослин у період досліджень**

За попередні роки проведення досліджень на території ННБК СНАУ відмічена нерівномірність опадів та значні коливання температури у порівнянні з середніми багаторічними показниками.

За період росту і розвитку 2018/2019 вегетаційного року пшениці м'якої озимої погодні умови можна охарактеризувати як помірно теплі з незначними опадами. Середньодобова (середньорічна) температура повітря сягнула 9,6°C, що на 2,2°C вище багаторічного показника 7,4°C. Абсолютний максимум її 35,5°C відмічений в серпні місяці в першій декаді, мінімум – мінус 20°C у першій декаді січня. Сума опадів за звітний 2018/2019 сільськогосподарський рік становила 409мм, що на 184мм менше багаторічної норми (593 мм).

*По періодам року опади розподілилися наступним чином:*

- осінь 2018 р. – 54мм (39% від багаторічного показника 139 мм);
- зима 2018-2019 рр. – 174мм (143% від багаторічного показника – 122 мм);
- весна 2019р. – 102мм (77% від багаторічного показника 132 мм);
- літо 2019р. – 79 мм (40% від багаторічного показника 200 мм).

*Найбільша кількість опадів випала:*

- у грудні – 82мм (178% від багаторічного показника 46мм);
- у січні – 63 мм (154% від багаторічного показника 41мм);
- у липні – 57мм (75% від багаторічного показника 76мм).

*Найменша кількість опадів випала:*

- у листопаді – 1мм (2% від багаторічного показника 45мм);
- у серпні – 5мм (9% від багаторічного показника 57мм).

Проаналізувавши погодні умови 2018/2019 вегетаційного періоду пшениці озимої, можна констатувати, що основним лімітуючим природним чинником для реалізації генетично обумовленого потенціалу продуктивності досліджуваної культури в умовах ННБК СНАУ є вологозабезпеченість, особливо нерівномірність опадів упродовж вегетації. Поряд з цим можна відмітити тенденцію до поступового підвищення середньодобової температури повітря в окремі місяці. З наведених даних випливає, що останнім часом в одній екологічній точці може мати місце значне варіювання гідротермічних показників та теплового режиму, що впливає на прояв як окремих ознак і властивостей, так і на врожайність культури в цілому.

Загалом, контрастні погодні умови у період вегетації культури сприяли всебічній оцінці селекційного матеріалу, що підвищувало ефективність його добору за комплексом господарсько-цінних ознак і адаптивними властивостями.

### **5.5. Характеристика доборів/ліній пшениці озимої за елементами структури врожаю, стійкістю до фітопатогенів та адаптивністю**

Для визначення – до якої групи стиглості відносяться гідридні комбінації було проведено підрахунок вегетаційного періоду від фази «повні сходи» до «повне колосіння». Для порівняння, за стандарт, використовували середньостиглий сорт Подолянка (St) з вегетаційним періодом 220 днів. При цьому різниця вегетаційного періоду між групами сортів за стиглістю, що вивчалися, складала 4 доби. Вегетаційний період ультраранніх зразків був 208 і менше діб, ранніх – 209-212, середньоранніх – 213-216, середньостиглих – 217-220. За тривалістю вегетаційного періоду від повних сходів до повного колосіння досліджувані гібриди розподілились на дві групи – середньоранні та середньостиглі (рис. 5.2).

У середньому вегетаційний період склав 218 діб для F<sub>4</sub> та 216 – для F<sub>5</sub>. Найнижчий цей показник (214 діб) виявився у гібридів п'ятого покоління створених за участю сортів носіїв 1BL/1RS транслокації. Найдовший період вегетації зафіксований у цих же комбінаціях, проте – четвертого покоління. Загалом істотної відмінності між досліджуваними гібридними групами за довжиною вегетаційного періоду не виявлено. Майже всі досліджувані гібридні зразки знаходяться на межі між середньоранніми та середньостиглими, що й пояснюється їх переходом у різних поколіннях на ранг вище та на ранг нижче.

За рівнем зимостійкості всі групи гібридних комбінацій поступалися сорту Подолянка, хоча і мали наближений до стандарту рівень показника (5,37-5,96 за 9-бальною шкалою).

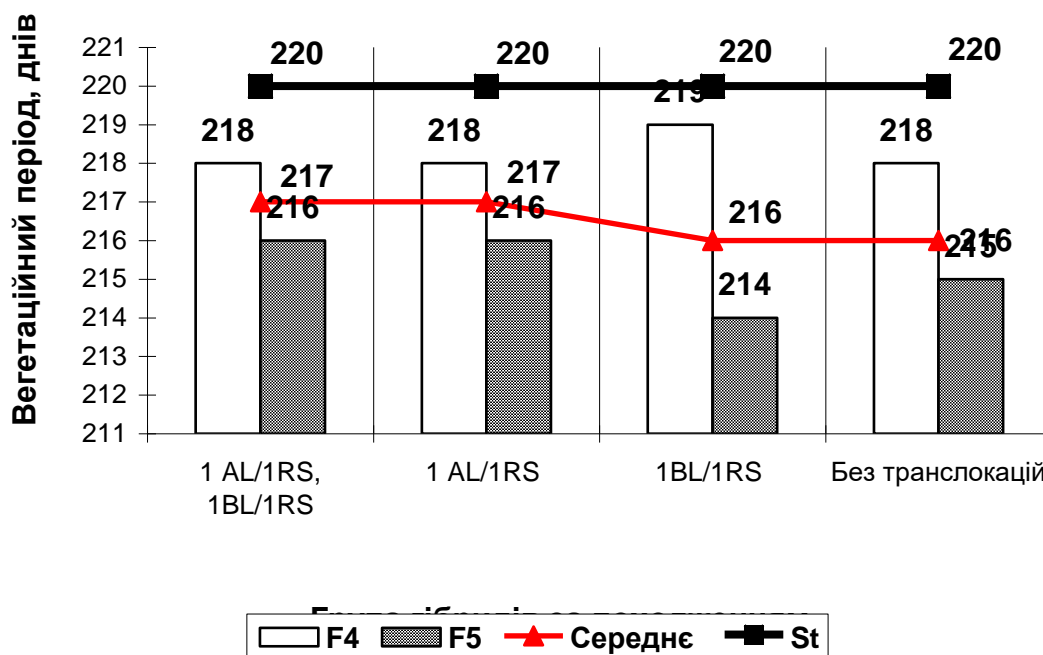


Рисунок. 5.2. Розподіл гібридних комбінацій (F<sub>4</sub> та F<sub>5</sub>) за вегетаційним періодом залежно від походження

У порівнянні окремих комбінацій зі стандартом виявились кращими за показником перезимівлі (понад 6 балів) : створені за участі сортів з 1AL/1RS транслокацією – Смуглянка / Ремеслівна (F<sub>4</sub>), Смуглянка / Миронівська ранньостигла (F<sub>4</sub>), Золотоколоса / Куяльник (F<sub>4</sub>), Золотоколоса / Вільшана (F<sub>4</sub>



та F<sub>5</sub>), Золотоколоса / Антонівка (F<sub>4</sub> та F<sub>5</sub>), Антонівка / Золотоколоса (F<sub>4</sub> та F<sub>5</sub>), Золотоколоса / Косоч (F<sub>4</sub> та F<sub>5</sub>), Васирина / Веснянка (F<sub>5</sub>). Поліська 90 / Веснянка(F<sub>5</sub>), Вільшана / Золотоколоса (F<sub>5</sub>); 1BL/1RS та 1AL/1RS – Смуглянка / Крижинка (F<sub>4</sub>), Золотоколоса / Миронівська 65 (F<sub>4</sub>), Веснянка / Калинова (F<sub>5</sub>); та без транслокацій – Розкішна / Ремеслівна (F<sub>4</sub>), Розкішна / Миронівська ранньостигла (F<sub>4</sub>), Розкішна / Епоха одеська (F<sub>4</sub>). Загалом, гібридні комбінації у польових умовах ННБК СНАУ характеризувалися порівняно задовільною зимостійкістю. Презимували на рівні стандарту з оцінкою 6 балів і вище 58,9 % (F<sub>4</sub>) та 64,3 % (F<sub>5</sub>) досліджуваних номерів. Дослідженнями встановлено, що спостерігається пряма залежність між: групою стиглості → висотою рослин ( $r = 0,95$ ) → стійкістю до перезимівлі ( $r = 0,87$ ). Тобто, чим коротший період вегетації генотипу, тим нижча висота рослин та бал перезимівлі рослин. У наших дослідах коефіцієнт кореляції близький до +1, що свідчить про тісний прямолінійний кореляційний зв'язок (майже функціональний), між групою стиглості → висотою рослин → зимостійкістю.

За допомогою оцінки стійкості проти хвороб та урожайності було визначено чинники, що впливали на прояв ознак. Виявлено різну норму реакції у генотипів залежно від походження (табл. 5.2).

Проведений нами аналіз чотирьох груп гібридних комбінацій показує, що всі вони виявилися кращі за стандарт – на 1,33- 1,75 бали для F<sub>4</sub> та 1,22- 2,01 бали для F<sub>5</sub>. Сорт-стандарт Подолянка характеризувався вищесередньою стійкістю до листових хвороб. Перевищували стандарт за стійкістю до бурої іржі 96,75 % досліджуваних гібридних комбінацій F<sub>4</sub> та F<sub>5</sub>: створені за схрещування носіїв 1AL/1RL та 1BL/1RS транслокацій – 100 %; 1AL/1RS – 100 %; 1BL/1RS – 100 %; без інтрогресованих компонентів – 83 % (F<sub>4</sub>) та 91 % (F<sub>5</sub>). За стійкістю до борошнистої роси, перевищували стандарт 77 % досліджуваних генотипів з них: створені за схрещування носіїв 1 AL/1RL та 1BL/1RS транслокацій – 33 % (F<sub>4</sub>) та 50 % (F<sub>5</sub>); 1AL/1RS – 73 % (F<sub>4</sub>) та 83 %

(F<sub>5</sub>); 1BL/1RS – 100 %; без інтрогресованих компонентів – 83 % (F<sub>4</sub>) та 91 % (F<sub>5</sub>).

Таблиця 5.2. – Характеристика рослин F<sub>4</sub> та F<sub>5</sub> пшениці м'якої озимої за стійкість до листових хвороб та урожайністю в умовах СНАУ, 2018/2019 вегетаційний рік

Група за походженням	Кількість сортів у групі, шт.	Стійкість проти хвороб, бал				Урожайність, т/га			
		Борошнеста роса	Септоріоз	Бура іржа	$\bar{x}$	$\bar{x}$ за групами	ліміти		R
							min	max	
<b>F<sub>4</sub></b>									
<b>Подільнка (St)</b>	-	5	5,5	5,5	5,33	6,11	-		
1 AL/1RL, 1BL/1RS	6	6,35	6,79	7,67	6,94	6,52	3,84	8,20	4,36
1 AL/1RS	30	6,56	6,50	7,58	6,88	6,33	4,33	8,90	4,57
1BL/1RS	8	6,65	6,83	7,77	7,08	6,06	3,95	9,00	5,05
Без транслокацій	12	6,59	6,22	7,16	6,66	6,57	2,25	8,91	6,66
<b>Хд</b>	<b>56</b>	<b>6,54</b>	<b>6,59</b>	<b>7,55</b>	<b>6,89</b>	<b>6,37</b>	<b>3,59</b>	<b>8,75</b>	<b>5,16</b>
<b>F<sub>5</sub></b>									
1 AL/1RL, 1BL/1RS	6	6,41	7,34	7,63	7,13	6,61	4,59	8,48	3,89
1 AL/1RS	30	6,78	7,30	7,25	7,11	6,33	4,32	8,13	3,81
1BL/1RS	8	6,81	7,74	7,46	7,34	6,15	4,48	8,34	3,86
Без транслокацій	12	6,23	6,33	7,08	6,55	6,51	3,41	8,44	5,03
<b>Хд</b>	<b>56</b>	<b>6,56</b>	<b>7,18</b>	<b>7,36</b>	<b>7,03</b>	<b>6,40</b>	<b>4,20</b>	<b>8,35</b>	<b>4,15</b>
<i>Примітка:</i>	<i>Хд – середнє у досліді; R – розмах варіювання ознаки</i>								

За стійкістю проти септоріозу кращими за Подільнку виявилися 77 % досліджуваних генотипів F<sub>4</sub> та F<sub>5</sub>: створені за схрещування носіїв 1 AL/1RL та 1BL/1RS транслокацій – 50 % (F<sub>4</sub>) та 83 % (F<sub>5</sub>); 1AL/1RS – 87 % (F<sub>4</sub>) та 97 % (F<sub>5</sub>); 1BL/1RS – 62 % (F<sub>4</sub>) та 97 % (F<sub>5</sub>); без інтрогресованих компонентів – 83 % (F<sub>4</sub>) та 58 % (F<sub>5</sub>).

Для сучасної селекції найбільшу цінність мають генотипи з високою стійкістю, або імунні до комплексу листових хвороб. Зазначаємо, що більшість новостворених зразків характеризувалися груповою стійкістю до листових хвороб та зарекомендували себе краще за національний стандарт – Подільнку. Також важливим фактом є те, що комбінації, створені за участі

сортів носіїв ПЖТ, виявилися кращі не лише за стандарт, а й за комбінації створені без інтрогресованих компонентів. Вірогідно, це зумовлено тим, що носії пшенично-житніх транслокацій володіють підвищеною стійкістю до хвороб рослин і шкідників – переносників ряду вірусних хвороб. Гени стійкості в гібридах успадковуються завдяки наявності житнього компонента хромосоми 1RS.

У досліджуваних генотипів урожайність варіювала від 2,3 до 9,0 т/га. Середнє популяційне значення ознаки для  $F_4$  та  $F_5$  складало 6,4 т/га. Цей показник вказує на адаптивний оптимум урожайності культури, яку представляють новостворені  $F_4$  та  $F_5$  в умовах правобережного північно-східного Лісостепу України (табл. 5.2). Перевищення його вказує на вищий рівень адаптивності генотипу в умовах досліджень, оскільки більше наближається до більш повної реалізації рівня генетичного потенціалу.

Необхідно відмітити, що за урожайністю краще за стандарт (6,11 т/га) виявилися гібриди створені за участі сортів носіїв 1AL/1RS транслокації (6,3 т/га), за участі у схрещуванні різних транслокацій (6,6 т/га) та без інтрогресованих компонентів (6,5 т/га). Гібридні комбінації, створені за участі сортів носіїв 1BL/1RS транслокації, мали показник урожайності на рівні стандарту – 6,1 т/га. Отримані результати врожайності вказують на те, що селекційний матеріал  $F_4$  та  $F_5$  характеризується доволі високим рівнем потенційної урожайності. Розмах варіювання за урожайністю у середині груп досліджень становив 4,6-6,7 т/га для  $F_4$  та 3,8-5,0 т/га для  $F_5$ . Найменший його показник спостерігався в гібридів, створених за участі сортів-носіїв 1AL/1RS транслокації. Найбільший розмах варіювання досліджуваної ознаки зафіксовано в групі комбінацій, створених без інтрогресованих компонентів. Отже, на основі проведених досліджень гібридного матеріалу було виявлено, що гібридні комбінації створені за участі носіїв інтрогресованих компонентів володіють високою селекційною цінністю, адаптивністю, які зберігаються при розмноженні поколінь. Особливо важливим є врахування нестабільності кліматичного оптимуму в останні роки і тому значиму роль необхідно

приділяти не стільки потенційній врожайності зразків, як здатності адаптуватися до умов певної ґрунтово-кліматичної зони. Отримані результати показують цінність генотипів, які є основою для використання їх у селекційному процесі та біологічних дослідженнях.

## **5.6. Відбір кращих зразків пшениці озимої з житньою транслокацією для біохімічного аналізу**

За правилами Міжнародного союзу з охорони нових сортів рослин (УПОВ) [192], для отримання охорони «нові» сорти рослин мають бути відмінними від існуючих загальновідомих сортів за низкою ознак, однорідними, стабільними та новими у тому розумінні, що вони не були предметом комерційного збуту до певного часу, встановленого відносно дати подання заявки на надання охорони [193].

### ***5.6.1. Характеристика зразків пшениці озимої за довжиною основного колосу***

Розміри колоса різних генотипів пшениці м'якої мали чіткий фенотиповий прояв, у зв'язку з чим він є зручною і важливою ознакою в селекції на продуктивність [194]. Чим більше сегментів формується на III етапі органогенезу, тим більше може бути члеників колосового стрижня, довшим буде колос, у майбутньому може більше утворитися колосків [195]. Ступінь прояву кожної ознаки є результатом взаємодії генів і факторів зовнішнього середовища, які варіюють як за роками, так і впродовж періоду вегетації [196, 197]. У разі зміни екологічного градієнта чи стресового фактора кожний сорт характеризується властивим лише для нього компенсаторними ефектами, які й визначають рівень гомеостазу [198, 199].

У середньому в досліджуваних генотипів довжина колоса була для F<sub>4</sub> – 9,43 см, для F<sub>5</sub> – 9,52 см. Середнє популяційне значення перевищували 28 (50%) комбінацій F<sub>4</sub>, а саме – Миронівська ранньостигла / Смуглянка, Миронівська ранньостигла / Розкішна, Епоха одеська / Смуглянка, Епоха

одеська / Ремеслівна, Епоха одеська / Розкішна, Крижинка / Ремеслівна, Крижинка / Миронівська ранньостигла, Ремеслівна / Крижинка, Ремеслівна / Епоха одеська, Ремеслівна / Розкішна, Розкішна / Смуглянка, Розкішна / Ремеслівна, Розкішна / Епоха одеська, Смуглянка / Крижинка, Смуглянка / Ремеслівна, Смуглянка / Епоха одеська, Смуглянка / Розкішна, Миронівська 65 / Золотоколоса, Золотоколоса / Куяльник, Куяльник / Золотоколоса, Золотоколоса / Досконала, Золотоколоса / Астет, Астет / Золотоколоса, Золотоколоса / Подолянка, Косоч / Золотоколоса, Калинова / Веснянка, Веснянка / Василина, Василина / Веснянка. Отже, з довжиною колосу 9,5-10,7 см виділилось комбінації  $F_4$  з – 1AL/1RS транслокацією транслокацією – 15, 1BL/1RS – 3, 1BL/1RS та 1AL/1RS – 3 та без транслокацій – 7.

Серед комбінацій  $F_5$  середнє популяційне значення перевищували 30 (54%) комбінацій, а саме – Миронівська ранньостигла / Крижинка, Миронівська ранньостигла / Ремеслівна, Миронівська ранньостигла / Епоха одеська, Миронівська ранньостигла / Розкішна, Епоха одеська / Ремеслівна, Епоха одеська / Миронівська ранньостигла, Крижинка / Смуглянка, Крижинка / Ремеслівна, Крижинка / Епоха одеська, Крижинка / Розкішна, Ремеслівна / Крижинка, Ремеслівна / Смуглянка, Ремеслівна / Розкішна, Розкішна / Смуглянка, Розкішна / Ремеслівна, Розкішна / Епоха одеська, Смуглянка / Крижинка, Смуглянка / Ремеслівна, Смуглянка / Миронівська ранньостигла, Смуглянка / Епоха одеська, Смуглянка / Розкішна, Миронівська 65 / Золотоколоса, Золотоколоса / Куяльник, Куяльник / Золотоколоса, Золотоколоса / Досконала, Царівна / Золотоколоса, Золотоколоса / Астет, Астет / Золотоколоса, Золотоколоса / Подолянка, Косоч / Золотоколоса. Отже, з довжиною колосу 9,5-10,8 см виділилось комбінації  $F_5$  з – 1AL/1RS транслокацією – 14, 1BL/1RS – 5, 1BL/1RS та 1AL/1RS – 3 та без транслокацій – 8.

Найдовший колос (10,7 та 10,8 см) сформували комбінації К.56 – Василина / Веснянка та К.14 – Крижинка / Епоха одеська для  $F_4$  та  $F_5$

відповідно, які створені за участі сортів носіїв інтрогресованих компонентів та вірогідно містять їх в своєму генотипі.

Проаналізувавши статистичні дані, які характеризували потенціал сортів за довжиною колосу, можна виділити окремі з них, цінні для селекційного процесу за цією ознакою. У середньому для F<sub>4</sub> та F<sub>5</sub> за довжиною колосу вище середнього популяційного значення виділилися комбінації з 1AL/1RS транслокацією – Косоч / Золотоколоса, Золотоколоса / Подолянка, Астет / Золотоколоса, Золотоколоса / Астет, Золотоколоса / Досконала, Куяльник / Золотоколоса, Золотоколоса / Куяльник, Смуглянка / Розкішна, Смуглянка / Епоха одеська, Смуглянка / Ремеслівна, Розкішна / Смуглянка; з 1BL/1RS – Крижинка / Ремеслівна, Ремеслівна / Крижинка; з транслокаціями – Смуглянка / Крижинка, Миронівська 65 / Золотоколоса; без інтрогресовах компонентів – Розкішна / Епоха одеська, Розкішна / Ремеслівна, Ремеслівна / Розкішна, Епоха одеська / Ремеслівна, Миронівська ранньостигла / Розкішна.

Необхідно зазначити, що довжина колоса найбільше залежала від сортових ознак. У одних сортів колос щільний, колоски в колосі розміщені близько один до одного. У інших – навпаки, колос нещільний, рихлий, між колосками більші проміжки. Зрозуміло, що сорти з рихлим колосом будуть мати більшу довжину, але це не означає, що сорти з меншою довжиною колоса (щільні) мають нижчу продуктивність. Отже, робити висновки щодо продуктивності сортів та перспективності їх використання в селекції, залежно тільки від довжини колоса, не є виваженим. Тому наступним етапом дослідження було вивчення кількості колосків у колосі, за більшої кількості яких, як правило, формується і більша кількість зерен.

### ***5.6.2. Характеристика зразків пшениці озимої за кількістю колосків у колосі***

Кількість колосків – найпластичніший елемент структури продуктивності, що залежить від екологічних умов, а також від особливостей

росту й розвитку рослин на ранніх етапах органотворення. Результати дослідження Ю. Б. Коновалова зі співавторами дали змогу довести, що число колосків у колосі є одним з найголовніших елементів продуктивності рослини [199]. Особливо критичною фазою росту рослин є період, в якому формується число колосків. Згідно Ф. Куперман [200] процес диференціації колосків у колосі пшениці відбувається на IV етапі органогенезу – фаза кінець кушіння – початок виходу в трубку. Оскільки кількість колосків у колосі може істотно відрізнятись, то універсальним буде твердження, що закладання колосків починається у нижній частині середньої третини колоса і поширюється вгору і вниз уздовж колосу. Тому середні колоски найбільш розвинені й містять більшу кількість квіток і зерен. Є дані, що підвищення температури повітря з +20 °С до +30 °С зменшує кількість колосків на третину [201].

У наших дослідженнях кількість колосків у колосі варіювала від 16,3 до 20,0 шт. Середнє популяційне значення ознаки складало для F<sub>4</sub> склало 18,42, для F<sub>5</sub> – 18,40. У гібридів п'ятого покоління спостерігалася не істотно менша кількість колосків у колосі ніж у гібридів четвертого покоління. Середнє популяційне значення перевищували 27 (48%) комбінацій F<sub>4</sub>, а саме – Епоха одеська / Смуглянка, Ремеслівна / Смуглянка, Розкішна / Смуглянка, Смуглянка / Миронівська ранньостигла, Золотоколоса / Куяльник, Куяльник / Золотоколоса, Досконала / Золотоколоса, Золотоколоса / Царівна, Овідій / Золотоколоса, Золотоколоса / Вільшана, Веснянка / Поліська 90, Василина / Веснянка, Антонівка / Золотоколоса, Епоха одеська / Крижинка, Крижинка / Ремеслівна, Крижинка / Епоха одеська, Ремеслівна / Крижинка, Розкішна / Крижинка, Крижинка / Смуглянка, Смуглянка / Крижинка, Золотоколоса / Миронівська 65, Миронівська 65 / Золотоколоса, Миронівська ранньостигла / Епоха одеська, Миронівська ранньостигла / Розкішна, Епоха одеська / Ремеслівна, Епоха одеська / Миронівська ранньостигла, Ремеслівна / Миронівська ранньостигла, Ремеслівна / Епоха одеська, Розкішна / Миронівська ранньостигла. Отже, з кількістю колосків з колосу понад 19 шт.

виділилось комбінації  $F_4$  з – 1AL/1RS транслокацією транслокацією – 13, 1BL/1RS – 5, 1BL/1RS та 1AL/1RS – 4 та без транслокацій – 7.

Серед комбінацій  $F_5$  середнє популяційне значення перевищували 19 (34%) комбінацій, а саме – Ремеслівна / Смуглянка, Золотоколоса / Куяльник, Досконала / Золотоколоса, Золотоколоса / Вільшана, Васирина / Веснянка, Золотоколоса / Астет, Веснянка / Поліська 90, Крижинка / Ремеслівна, Крижинка / Епоха одеська, Ремеслівна / Крижинка, Розкішна / Крижинка, Смуглянка / Крижинка, Золотоколоса / Миронівська 65, Крижинка / Смуглянка, Миронівська ранньостигла / Епоха одеська, Миронівська ранньостигла / Розкішна, Епоха одеська / Ремеслівна, Епоха одеська / Миронівська ранньостигла, Ремеслівна / Миронівська ранньостигла. Отже, з кількістю колосків з колосу понад 19 шт. виділилось комбінації  $F_5$  з – 1AL/1RS транслокацією – 7, 1BL/1RS – 4, 1BL/1RS та 1AL/1RS – 3 та без транслокації – 5.

Проаналізувавши статистичні дані, які характеризували потенціал сортів за кількістю колосків з колосу, можна виділити окремі з них, цінні для селекційного процесу за цією ознакою. У середньому для  $F_4$  та  $F_5$  за кількістю колосків основного колосу вище середнього популяційного значення виділилися комбінації з 1AL/1RS транслокацією – Ремеслівна / Смуглянка, Золотоколоса / Куяльник, Досконала / Золотоколоса, Золотоколоса / Вільшана, Васирина / Веснянка, Веснянка / Поліська 90; з 1BL/ 1RS – Крижинка / Ремеслівна, Крижинка / Епоха одеська, Ремеслівна / Крижинка, Розкішна / Крижинка; 1BL/1RS та 1AL/1RS – Смуглянка / Крижинка, Золотоколоса / Миронівська 65, Крижинка / Смуглянка; без інтрогресовах компонентів – Миронівська ранньостигла / Епоха одеська, Миронівська ранньостигла / Розкішна, Епоха одеська / Ремеслівна, Епоха одеська / Миронівська ранньостигла, Ремеслівна / Миронівська ранньостигла.

Загалом визначаємо, що в середньому за кількістю колосків основного колосу (більше 18 шт./колос) виділилися комбінації створені за участю сортів носіїв 1AL/1RS транслокації.



### *5.6.3. Характеристика зразків пшениці озимої за кількістю зерен у колосі*

Важливим елементом продуктивності колосу є кількість зерен у колосі, що має тісний кореляційний зв'язок з урожайністю пшениці озимої [202].

У наших дослідженнях кількість зерен у колосі варіювала від 27 до 46 шт. Середнє популяційне значення ознаки складало для F<sub>4</sub> склало 36,42, для F<sub>5</sub> – 39,91. У гібридів п'ятого покоління спостерігалася більша кількість зерен у колосі, ніж у гібридів четвертого покоління. Середнє популяційне значення перевищували 29 (52 %) комбінацій F<sub>4</sub>, а саме – Миронівська ранньостигла / Смуглянка, Епоха одеська / Смуглянка, Розкішна / Смуглянка, Смуглянка / Ремеслівна, Смуглянка / Миронівська ранньостигла, Смуглянка / Епоха одеська, Смуглянка / Розкішна, Золотоколоса / Досконала, Досконала / Золотоколоса, Царівна / Золотоколоса, Золотоколоса / Вільшана, Вільшана / Золотоколоса, Веснянка / Васирина, Крижинка / Смуглянка, Смуглянка / Крижинка, Веснянка / Калинова, Миронівська 65 / Золотоколоса, Крижинка / Ремеслівна, Крижинка / Епоха одеська, Крижинка / Розкішна, Ремеслівна / Крижинка, Розкішна / Крижинка, Епоха одеська / Ремеслівна, Епоха одеська / Миронівська ранньостигла, Епоха одеська / Розкішна, Ремеслівна / Миронівська ранньостигла, Ремеслівна / Епоха одеська, Ремеслівна / Розкішна, Розкішна / Миронівська ранньостигла. Отже, з кількістю зерен з колосу понад 36,4 шт. виділились комбінації F<sub>4</sub> з – 1AL/1RS транслокацією – 13, 1BL/1RS – 5, 1BL/1RS та 1AL/1RS – 4 та без транслокацій – 7.

Серед комбінацій F<sub>5</sub> середнє популяційне значення перевищували 12 (21%) комбінацій, а саме – Епоха одеська / Смуглянка, Смуглянка / Епоха одеська, Смуглянка / Розкішна, Вільшана / Золотоколоса, Веснянка / Васирина, Ремеслівна / Крижинка, Розкішна / Крижинка, Миронівська 65 / Золотоколоса, Веснянка / Калинова, Ремеслівна / Миронівська ранньостигла, Епоха одеська / Ремеслівна, Епоха одеська / Розкішна. Отже, з з кількістю зерен з колосу понад 39,9 шт. виділилось комбінацій F<sub>5</sub> з – 1AL/1RS

транслокацією – 5, 1BL/1RS – 2, 1BL/1RS та 1AL/1RS – 2 та без транслокацій – 3.

Проаналізувавши статистичні дані, які характеризували потенціал сортів за кількістю зерен з колосу, можна виділити окремі з них, цінні для селекційного процесу за цією ознакою. У середньому для F<sub>4</sub> та F<sub>5</sub> за кількістю зерен з колосу вище середнього популяційного значення виділилися комбінації з 1AL/1RS транслокацією – Епоха одеська / Смуглянка, Смуглянка / Епоха одеська, Смуглянка / Розкішна, Вільшана / Золотоколоса, Веснянка / Васирина; з 1BL/ 1RS – Ремеслівна / Крижинка, Розкішна / Крижинка; 1BL/1RS та 1AL/1RS – Миронівська 65 / Золотоколоса, Веснянка / Калинова; без інтрогресових компонентів – Ремеслівна / Миронівська ранньостигла, Епоха одеська / Ремеслівна, Епоха одеська / Розкішна.

Загалом зазначаємо, що в середньому за кількістю зерен з колосу (більше 40 шт./колос) виділилися комбінації, які створені за участю сортів носіїв 1AL/1RS транслокації.

#### ***5.6.4. Характеристика зразків пшениці озимої за масою 1000 насінин***

Існує думка [203, 204], що збільшення врожайності нових сортів пшениці відбувалося за рахунок зменшення вегетативної біомаси та збільшення маси 1000 насінин, кількості зерен у колосі та маси зерна з колоса. Проте, показник крупності для насіння пшениці вітчизняним стандартом не нормується, хоча він частково враховується при визначенні чистоти за ДСТУ 4138-2002 [205]. Так, те насіння, яке у процесі просіювання пройшло через підсівне сито типорозміром 1,7x20 мм вважається дрібним і відноситься до відходу, а те, що залишилось на ситі, зараховується до насіння, без його поділу на крупність. Проте, у стандартах інших країн крупність береться до уваги, наприклад, у Німеччині маса 1000 насінин пшениці має становити 43-55 г и [206].

У наших дослідженнях маса 1000 насінин варіювала від 38,7 до 53,6 г. Середнє популяційне значення ознаки складало для F<sub>4</sub> склало 48,6 для F<sub>5</sub> – 48,0. У гібридів п'ятого покоління спостерігалася менша маса 1000 насінин ніж у гібридів четвертого покоління.

Середнє популяційне значення перевищували 29 (52 %) комбінацій F<sub>4</sub>, а саме – Епоха одеська / Смуглянка, Смуглянка / Епоха одеська, Смуглянка / Розкішна, Розкішна / Смуглянка, Золотоколоса / Куяльник, Куяльник / Золотоколоса, Золотоколоса / Досконала, Досконала / Золотоколоса, Золотоколоса / Царівна, Астет / Золотоколоса, Овідій / Золотоколоса, Золотоколоса / Подолянка, Вільшана / Золотоколоса, Золотоколоса / Антонівка, Антонівка / Золотоколоса, Золотоколоса / Косоч, Косоч / Золотоколоса, Веснянка / Поліська 90, Поліська 90 / Веснянка, Веснянка / Васирина, Васирина / Веснянка, Крижинка / Смуглянка, Миронівська 65 / Золотоколоса, Веснянка / Калинова, Крижинка / Епоха одеська, Крижинка / Розкішна, Епоха одеська / Крижинка Розкішна / Крижинка. Отже, з масою 1000 насінин понад 48,6 г виділились комбінації F<sub>4</sub> з – 1AL/1RS транслокацією – 21, 1BL/1RS – 4, 1BL/1RS та 1AL/1RS – 3.

Серед комбінацій F<sub>5</sub> середнє популяційне значення перевищували 36 (64 %) комбінацій, а саме – Епоха одеська / Смуглянка, Смуглянка / Епоха одеська, Смуглянка / Розкішна, Розкішна / Смуглянка, Золотоколоса / Куяльник, Куяльник / Золотоколоса, Золотоколоса / Досконала, Досконала / Золотоколоса, Золотоколоса / Царівна, Астет / Золотоколоса, Овідій / Золотоколоса, Золотоколоса / Подолянка, Вільшана / Золотоколоса, Золотоколоса / Антонівка, Антонівка / Золотоколоса, Золотоколоса / Косоч, Косоч / Золотоколоса, Веснянка / Поліська 90, Царівна / Золотоколоса, Золотоколоса / Овідій, Поліська 90 / Веснянка, Веснянка / Васирина, Васирина / Веснянка, Ремеслівна / Смуглянка, Смуглянка / Ремеслівна, Смуглянка / Миронівська ранньостигла, Крижинка / Миронівська ранньостигла, Крижинка / Смуглянка, Миронівська 65 / Золотоколоса, Веснянка / Калинова, Золотоколоса / Миронівська 65, Крижинка / Епоха

одеська, Крижинка / Розкішна, Епоха одеська / Крижинка, Розкішна / Крижинка. Отже, з масою 1000 насінин понад 48,0 г виділилось комбінацій  $F_5$  з – 1AL/1RS транслокацією – 27, 1BL/1RS – 4, 1BL/1RS та 1AL/1RS – 4.

Проаналізувавши статистичні дані, які характеризували потенціал сортів за масою 1000 насінин, можна виділити окремі з них, цінні для селекційного процесу за цією ознакою. У середньому для  $F_4$  та  $F_5$  за масою 1000 насінин вище середнього популяційного значення виділилися комбінації з 1AL/1RS транслокацією – Епоха одеська / Смуглянка, Смуглянка / Епоха одеська, Смуглянка / Розкішна, Розкішна / Смуглянка, Золотоколоса / Куяльник, Куяльник / Золотоколоса, Золотоколоса / Досконала, Досконала / Золотоколоса, Золотоколоса / Царівна, Астет / Золотоколоса, Овідій / Золотоколоса, Золотоколоса / Подолянка, Вільшана / Золотоколоса, Золотоколоса / Антонівка, Антонівка / Золотоколоса, Золотоколоса / Косоч, Косоч / Золотоколоса, Веснянка / Поліська 90, Поліська 90 / Веснянка, Веснянка / Василина, Василина / Веснянка; з 1BL/ 1RS – Крижинка / Епоха одеська, Крижинка / Розкішна, Епоха одеська / Крижинка Розкішна / Крижинка; 1BL/1RS та 1AL/1RS – Крижинка / Смуглянка, Миронівська 65 / Золотоколоса, Веснянка / Калинова. Загалом визначаємо, що в середньому за масою 1000 насінин виділилися комбінації створені за участю сортів-носіїв інтрогресованих компонентів, а особливої уваги заслуговують комбінації створені за участі сортів з 1AL/1RS транслокацією.

#### ***5.6.5. Характеристика зразків пшениці озимої за масою зерен з колосу***

Продуктивність колосу мала добре виражену генетичну специфічність у формуванні урожаю. За роки дослідження близьку масу зерна до середнього значення по досліді. У наших дослідженнях маса зерен з колосу варіювала від 0,7 до 2,4 г. Середнє популяційне значення ознаки складало для  $F_4$  та  $F_5$  – 1,7 г. У гібридів п'ятого покоління спостерігалася менша маса зерен з колосу ніж у гібридів четвертого покоління.

Середнє популяційне значення перевищували 24 (43 %) комбінацій F<sub>4</sub>, а саме – Епоха одеська / Смуглянка, Смуглянка / Миронівська ранньостигла, Смуглянка / Епоха одеська, Смуглянка / Розкішна, Куяльник / Золотоколоса, Золотоколоса / Досконала, Золотоколоса / Вільшана, Вільшана / Золотоколоса, Веснянка / Василина, Василина / Веснянка, Епоха одеська / Ремеслівна, Епоха одеська / Розкішна, Ремеслівна / Миронівська ранньостигла, Розкішна / Миронівська ранньостигла, Крижинка / Смуглянка, Золотоколоса / Миронівська 65, Миронівська 65 / Золотоколоса, Веснянка / Калинова, Калинова / Веснянка, Крижинка / Епоха одеська, Крижинка / Розкішна, Ремеслівна / Крижинка. Отже, з масою 1000 насінин понад 48,6 г виділились комбінації F<sub>4</sub> з – 1AL/1RS транслокацією – 10, 1BL/1RS – 3, 1BL/1RS та 1AL/1RS – 5, без інтрогресованих компонентів – 4.

Серед комбінацій F<sub>5</sub> середнє популяційне значення перевищували 25 (45 %) комбінацій, а саме – Епоха одеська / Смуглянка, Смуглянка / Миронівська ранньостигла, Смуглянка / Епоха одеська, Смуглянка / Розкішна, Куяльник / Золотоколоса, Золотоколоса / Досконала, Золотоколоса / Вільшана, Вільшана / Золотоколоса, Веснянка / Василина, Василина / Веснянка, Епоха одеська / Ремеслівна, Епоха одеська / Розкішна, Ремеслівна / Миронівська ранньостигла, Розкішна / Миронівська ранньостигла, Крижинка / Смуглянка, Смуглянка / Ремеслівна, Миронівська 65 / Золотоколоса, Веснянка / Калинова, Калинова / Веснянка, Крижинка / Епоха одеська, Крижинка / Розкішна, Ремеслівна / Крижинка. Отже, з масою 1000 насінин понад 48,0 г виділилось комбінацій F<sub>5</sub> з – 1AL/1RS транслокацією – 11, 1BL/1RS – 3, 1BL/1RS та 1AL/1RS – 4, без інтрогресованих компонентів – 4.

Проаналізувавши статистичні дані, які характеризували потенціал сортів за масою зерен з колосу, можна виділити окремі з них, цінні для селекційного процесу за цією ознакою. У середньому для F<sub>4</sub> та F<sub>5</sub> за масою зерен з колосу вище середнього популяційного значення виділилися комбінації з 1AL/1RS транслокацією – Епоха одеська / Смуглянка, Смуглянка / Миронівська ранньостигла, Смуглянка / Епоха одеська, Смуглянка /

Розкішна, Куяльник / Золотоколоса, Золотоколоса / Досконала, Золотоколоса / Вільшана, Вільшана / Золотоколоса, Веснянка / Васирина, Васирина / Веснянка; з 1BL/ 1RS – Крижинка / Епоха одеська, Крижинка / Розкішна, Ремеслівна / Крижинка; 1BL/1RS та 1AL/1RS – Крижинка / Смуглянка, Миронівська 65 / Золотоколоса, Веснянка / Калинова, Калинова / Веснянка; без інтрогресованих компонентів – Епоха одеська / Ремеслівна, Епоха одеська / Розкішна, Ремеслівна / Миронівська ранньостигла, Розкішна / Миронівська ранньостигла. Загалом, у середньому за масою зерен з колосу виділилися комбінації створені за участю сортів-носіїв інтрогресованих компонентів, а особливої уваги заслуговують комбінації з 1AL/1RS транслокацією.

### 5.7. Розроблення схеми дослідів на природному інфекційному фоні з використанням сортів накопичувачів інфекції

У 2018/2019 р. на природному інфекційному фоні з використанням накопичувачів інфекції проведена оцінка батьківських форм за стійкістю та інтенсивністю ураження. Інтенсивність ураження до борошнистої роси у сорту еталону Agassis сягала 75 %, тоді як у сорту стандарту Подолянка – 25 % (табл. 5.3). Всі батьківські форми мали меншу інтенсивність ураження ніж сорт еталон.

Таблиця 5.3 – Характеристика батьківських форм за стійкістю до листових хвороб на природному інфекційному фоні з використанням сортів накопичувачів інфекції, 2018/2019 рік

Назва сорту	Гени стійкості	Борошниста роса		Септоріоз		Бура іржа	
		Інтенсивність ураження листя, %	Стійкість, бал	Інтенсивність ураження листя, %	Стійкість, бал	Інтенсивність ураження листя, %	Стійкість, бал
1	2	3	4	5	6	7	8
Подолянка St	-	25	5,0	20	5,5	20	5,5
Agassis (борошниста роса) St	-	75	2,5	65	3,0	75	2,5
Миронівська 10 (бура іржа) St	-	70	3,0	75	3,5	90	2,0
Боровій (септоріоз) St	-	55	3,5	90	2,0	55	3,5

## Продовження таблиці 5.3

1	2	3	4	5	6	7	8
Мир. ранньостигла	-	15	6,0	25	5,3	15	6,0
Розкішна	-	25	5,0	5	8,0	10	7,5
Смуглянка	Gb2, Lr 24, Sr24, Sr1AR, Pm17	15	6,0	10	6,5	0	8,5
Крижинка	Lr26, Pm8, Sr31, Yr9, Wsm, Gb	15	6,0	0	8,5	0	9,0
Ремеслівна	-	15	6,0	10	6,8	5	8,0
Епоха одеська	-	25	5,0	40	3,8	10	6,7
Василина	-	20	5,5	10	7,5	15	6,2
Астет	-	5	8,0	15	5,8	10	7,5
Досконала	-	20	5,5	15	6,5	15	6,3
Вільшана	-	25	5,0	15	6,0	0	8,5
Поліська 90	-	10	7,0	5	8,0	15	6,5
Веснянка	Gb2, Lr 24, Sr24, Sr1AR, Pm17	15	6,0	10	7,5	5	8,3
Золотоколоса	Gb2, Lr 24, Sr24, Sr1AR, Pm17	10	7,5	10	7,0	5	8,2
Калинова	Lr26, Pm8, Sr31, Yr9, Wsm, Gb	10	7,0	15	6,5	0	9,0
Миронівська 65	Lr26, Pm8, Sr31, Yr9, Wsm, Gb	15	6,5	10	6,8	10	7,0
Царівна	-	25	5,0	30	4,5	15	5,6
Антонівка	-	40	4,0	20	5,5	5	7,8
Куяльник	-	25	5,0	0	8,8	5	8,0
Косоч	-	25	5,0	10	6,8	5	8,5
Овідій	-	10	7,0	15	6,5	25	5,1

Згідно досліджень гібридів четвертого покоління була виявлена найвища ураженість борошнистою росою 40 % у зразка Смуглянка / Крижинка (табл. 5.4).

Таблиця 5.4 – Характеристика F<sub>4</sub> селекційного розсадника пшениці м'якої озимої за стійкістю до збудників листових хвороб, 2018/2019 рік

Назва зразка	Борошниста роса			Септоріоз			Бура іржа		
	Інтенсивність ураження листя, %	Стійкість, бал	± до St, бал	Інтенсивність ураження листя, %	Стійкість, бал	± до St, бал	Інтенсивність ураження листя, %	Стійкість, бал	± до St, бал
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Подольська St	25	5,0	-	20	5,5	-	20	5,5	-
Миронівська ран. / Смуглянка	15	6,0	1,0	15	5,8	0,3	5	7,6	1,1
Миронівська ран. / Крижинка	15	6,0	1,0	25	5,2	-0,3	10	7,3	0,8
Миронівська ран. / Ремеслівна	15	6,0	1,0	15	5,8	0,3	5	7,5	2,0
Миронівська ран. / Епоха одеська	10	7,0	2,0	40	4,2	1,3	20	5,5	0
Миронівська ран. / Розкішна	10	7,0	2,0	20	5,8	0,3	10	7,0	1,5
Епоха одеська / Смуглянка	15	6,0	1,0	15	6,0	0,5	10	7,3	1,8
Епоха одеська / Крижинка	20	5,5	0,5	15	5,8	0,3	15	6,5	1,0
Епоха одеська / Ремеслівна	10	7,5	2,5	10	6,5	1,0	10	7,2	1,7
Епоха одеська / Миронівська ран.	5	8,0	3,0	25	5,3	0,2	25	4,7	-0,8
Епоха одеська / Розкішна	5	8,0	3,0	10	6,9	1,4	10	6,7	1,2
Крижинка / Смуглянка	25	5,0	0	25	5,3	-0,2	0	9,0	3,5
Крижинка / Ремеслівна	15	6,5	1,5	0	9,0	3,5	0	8,5	3,0
Крижинка / Миронівська ран.	10	7,0	2,0	20	5,5	0	10	7,0	1,5

Продовження таблиці 5.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Крижинка / Епоха одеська	5	7,5	2,5	20	5,5	0	10	7,2	1,7
Крижинка / Розкішна	5	8,0	3,0	10	7,5	2,0	5	8,2	2,7
Ремеслівна / Крижинка	10	7,5	2,5	5	8,0	2,5	5	7,5	2,0
Ремеслівна / Смуглянка	5	8,0	3,0	20	5,5	0	10	7,4	1,9
Ремеслівна / Миронівська ран.	5	8,0	3,0	15	5,8	0,3	10	6,8	1,3
Ремеслівна / Епоха одеська	5	8,0	3,0	15	5,9	0,4	10	7,5	2,0
Ремеслівна / Розкішна	25	5,0	0	15	6,5	1,0	15	6,3	0,8
Розкішна / Смуглянка	5	8,0	3,0	10	6,7	1,2	10	7,0	1,5
Розкішна / Крижинка	5	8,0	3,0	5	7,8	2,3	10	7,0	1,5
Розкішна / Ремеслівна	0	9,0	4,0	15	6,0	0,5	10	7,5	2,0
Розкішна / Миронівська ран.	5	8,0	3,0	15	6,2	0,7	15	6,6	1,1
Розкішна / Епоха одеська	25	5,0	0	10	7,4	1,9	10	6,8	1,3
Смуглянка / Крижинка	40	4,0	-1,0	25	5,4	-0,1	5	8,0	2,5
Смуглянка / Ремеслівна	10	7,0	2,0	15	5,8	0,3	10	6,7	1,2
Смуглянка / Миронівська ран.	5	8,0	3,0	15	6,2	0,7	0	8,6	3,1
Смуглянка / Епоха одеська	25	5,0	0	15	5,8	0,3	15	6,5	1,0
Смуглянка / Розкішна	25	5,0	0	15	5,9	0,4	10	7,6	2,1
Золотоколоса / Миронівська 65	25	5,0	0	15	6,4	0,9	10	7,5	2,0
Миронівська 65 / Золотоколоса	20	6,5	1,5	10	7,0	1,5	0	8,8	3,3
Золотоколоса / Куяльник	20	6,5	1,5	15	6,2	0,7	15	6,5	1,0
Куяльник / Золотоколоса	5	8,0	3,0	5	7,7	2,2	5	8,4	2,9
Золотоколоса / Досконала	10	7,5	2,5	15	6,0	1,5	10	7,2	1,7
Досконала / Золотоколоса	15	6,5	1,5	15	6,4	0,9	15	6,2	0,7
Золотоколоса / Царівна	15	6,5	1,5	20	5,5	0	10	6,7	1,2
Царівна / Золотоколоса	25	5,0	0	20	5,5	0	15	6,3	0,8
Золотоколоса / Астет	5	8,5	2,5	5	8,2	2,7	0	8,7	3,2
Астет / Золотоколоса	5	8,0	3,0	10	6,8	1,3	0	9,0	3,5
Золотоколоса / Овідій	10	7,5	2,5	10	6,9	1,4	5	7,6	2,1
Овідій / Золотоколоса	25	5,0	0	10	6,9	1,4	10	7,0	1,5
Золотоколоса / Подолянка	10	7,5	2,5	15	6,5	1,0	10	6,7	1,2
Подолянка / Золотоколоса	15	6,0	1,0	10	7,1	1,6	10	7,2	1,7
Золотоколоса / Вільшана	10	7,0	2,0	15	6,3	0,8	0	9,0	3,5
Вільшана / Золотоколоса	15	6,0	1,0	10	7,0	1,5	0	9,0	3,5
Золотоколоса / Антонівка	25	5,0	0	25	5,2	-0,3	0	8,8	3,3
Антонівка / Золотоколоса	25	5,0	0	15	6,0	0,5	5	8,4	2,9
Золотоколоса / Косоч	10	7,0	2,0	10	6,7	1,2	5	8,0	2,5
Косоч / Золотоколоса	25	5,0	0	15	5,8	0,3	5	7,8	2,3
Веснянка / Поліська 90	10	7,3	2,3	5	8,3	2,8	10	7,5	2,0
Поліська 90 / Веснянка	25	5,0	0	15	6,0	0,5	10	6,7	1,2
Веснянка / Калинова	25	5,0	0	15	6,5	1,0	10	7,5	2,0
Калинова / Веснянка	10	7,0	2,0	0	8,5	3,0	10	7,6	2,1
Веснянка / Васирина	15	6,0	1,0	0	8,4	2,9	0	8,5	3,0
Васиринка / Веснянка	5	8,0	3,0	5	8,0	2,5	10	7,6	2,1

Перевищували стійкість стандарту 42 зразка, на рівні з Подолянкою було 13, один зразок мав результат нижчий ніж стандарту. Не уражувались септоріозом три зразка: Крижинка / Ремеслівна, Калинова / Веснянка,



Веснянка / Василина. Найвищу інтенсивність ураження 40 % спостерігали у гібриду Миронівська ранньостигла / Епоха одеська. У 52 зразків виявлено коливання уражуваності септоріозом від 5 до 25 %.

Перевищували стійкість стандарту 47 гібридів, п'ять мали результат на рівні з ним, чотири нижчу. Згідно досліджень інтенсивності ураження бурюю іржею дев'ять гібридів не уражувались. Межі коливання цього показника від 5 до 20 %. Згідно стійкості до бурюї іржі 54 зразка перевищували стандарт, один мав результат на рівні з ним і один менший ніж у Подолянки.

Наступним етапом нашої роботи було дослідити гібриди п'ятого покоління згідно показників ураженості і стійкості листовими хворобами. Інтенсивність ураження F<sub>5</sub> борошністою росю показала, що досліджувані зразки уражувались від 5 (Епоха одеська / Ремеслівна, Епоха одеська / Ремеслівна, Крижинка / Епоха одеська, Ремеслівна / Крижинка, Ремеслівна / Крижинка, Ремеслівна / Смуглянка, Ремеслівна / Епоха одеська, Смуглянка / Миронівська ранньостигла, Куяльник / Золотоколоса, Золотоколоса / Царівна, Золотоколоса / Астет, Овідій / Золотоколоса, Золотоколоса / Подолянка, Подолянка / Золотоколоса, Поліська 90 / Веснянка) до 50 % – Золотоколоса / Миронівська 65 (табл. 5.5).

Таблиця 5.5 – Характеристика гібридів F<sub>5</sub> селекційного розсадника пшениці м'якої озимої за стійкістю до збудників листових хвороб, 2018/2019 рік

Назва зразка	Борошніста роса			Септоріоз			Буря іржа		
	Інтенсивність ураження листя, %	Стійкість, бал	± до St, бал	Інтенсивність ураження листя, %	Стійкість, бал	± до St, бал	Інтенсивність ураження листя, %	Стійкість, бал	± до St, бал
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Подолянка St	25	5,0	-	20	5,5	-	20	5,5	-
Миронівська ран. / Смуглянка	15	6,5	1,5	15	5,8	0,3	10	7,6	2,1
Миронівська ран. / Крижинка	20	5,5	0,5	15	5,7	0,2	10	7,2	1,7
Миронівська ран. / Ремеслівна	20	5,5	0,5	20	5,5	0	10	7,4	1,9
Миронівська ран. / Епоха одеська	15	6,5	1,5	30	4,5	1,0	10	6,7	1,2
Миронівська ран. / Розкішна	10	7,0	2,0	20	5,5	0	10	6,8	1,3
Епоха одеська / Смуглянка	15	6,0	1,0	15	5,8	0,3	10	6,7	1,2
Епоха одеська / Крижинка	15	6,0	1,0	15	6,0	1,0	15	6,5	1,0
Епоха одеська / Ремеслівна	5	8,0	3,0	15	6,4	0,9	10	7,4	1,9

## Продовження таблиці 5.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Епоха одеська / Миронівська ран.	15	6,0	1,0	25	4,8	-0,2	25	5,0	-0,5
Епоха одеська / Розкішна	15	6,5	1,5	15	6,5	1,0	15	6,0	0,5
Крижинка / Смуглянка	15	6,0	1,0	25	5,0	-0,5	5	8,0	2,5
Крижинка / Ремеслівна	15	6,0	1,0	0	9,0	3,5	5	8,5	3,0
Крижинка / Миронівська ран.	10	7,0	2,0	15	6,5	1,0	10	7,2	2,7
Крижинка / Епоха одеська	5	8,0	3,0	20	5,5	0	10	6,7	1,2
Крижинка / Розкішна	15	6,0	1,0	0	9,0	3,5	5	8,2	3,7
Ремеслівна / Крижинка	5	8,0	3,0	5	8,3	2,8	5	8,5	3,9
Ремеслівна / Смуглянка	5	8,0	3,0	25	5,0	-0,5	10	6,8	1,3
Ремеслівна / Миронівська ран.	10	7,5	2,5	20	5,5	0	15	6,5	1,0
Ремеслівна / Епоха одеська	5	8,0	3,0	15	5,8	0,3	10	7,6	2,1
Ремеслівна / Розкішна	25	5,0	0	15	6,2	0,7	15	5,8	0,3
Розкішна / Смуглянка	10	7,4	2,4	15	6,0	0,5	10	7,0	1,5
Розкішна / Крижинка	10	7,5	2,5	10	7,0	1,5	10	7,1	1,6
Розкішна / Ремеслівна	0	8,5	3,5	20	5,5	0	5	7,5	2,0
Розкішна / Миронівська ран.	15	6,0	2,0	15	5,8	0,3	15	6,4	0,9
Розкішна / Епоха одеська	20	5,5	0,5	10	7,2	1,7	10	6,8	1,3
Смуглянка / Крижинка	25	5,0	0	20	5,6	0,1	5	8,0	2,5
Смуглянка / Ремеслівна	15	6,5	1,5	15	5,8	0,3	15	6,2	0,7
Смуглянка / Миронівська ран.	5	8,0	3,0	15	6,0	0,5	0	9,0	3,5
Смуглянка / Епоха одеська	15	6,0	1,0	15	6,1	0,6	15	6,5	1,0
Смуглянка / Розкішна	25	5,0	0	10	6,8	1,3	10	6,7	1,2
Золотоколоса / Миронівська 65	50	3,5	-1,5	5	7,8	2,3	10	6,9	1,4
Миронівська 65 / Золотоколоса	15	6,0	1,0	5	7,9	2,4	0	8,5	3,0
Золотоколоса / Куяльник	25	5,0	0	10	7,4	1,9	5	8,0	2,5
Куяльник / Золотоколоса	5	8,0	3,0	10	6,7	1,2	10	7,0	1,5
Золотоколоса / Досконала	15	6,5	1,5	15	6,5	1,0	10	7,1	1,6
Досконала / Золотоколоса	15	6,0	1,0	10	7,6	2,1	15	6,4	0,9
Золотоколоса / Царівна	5	8,0	3,0	10	7,4	1,9	10	6,7	1,2
Царівна / Золотоколоса	10	7,0	2,0	10	7,0	1,0	15	6,5	1,0
Золотоколоса / Астет	5	8,0	3,0	0	8,8	3,3	0	9,0	3,5
Астет / Золотоколоса	10	7,5	2,5	0	9,0	3,5	10	6,8	1,3
Золотоколоса / Овідій	10	7,0	2,0	0	8,6	3,1	10	7,0	1,5
Овідій / Золотоколоса	5	8,0	3,0	10	7,0	1,5	15	6,0	0,5
Золотоколоса / Подолянка	5	8,0	3,0	10	6,5	1,0	15	6,3	0,8
Подолянка / Золотоколоса	5	8,0	3,0	10	6,8	1,3	10	7,0	1,5
Золотоколоса / Вільшана	10	7,0	2,0	0	9,0	3,5	5	7,5	2,0
Вільшана / Золотоколоса	15	6,0	1,0	0	9,0	3,5	5	7,6	2,1
Золотоколоса / Антонівка	15	6,5	1,5	0	8,5	3,0	5	8,4	2,9
Антонівка / Золотоколоса	25	5,0	0	0	8,6	3,1	0	8,8	3,3
Золотоколоса / Косоч	25	5,0	0	5	7,7	2,2	10	6,8	1,3
Косоч / Золотоколоса	25	5,0	0	5	7,8	2,3	10	7,6	2,1
Веснянка / Поліська 90	15	6,5	1,5	5	8,2	2,7	10	7,4	1,9
Поліська 90 / Веснянка	5	8,0	3,0	0	8,8	3,3	0	8,6	3,1
Веснянка / Калинова	20	5,5	1,5	0	8,8	3,3	10	6,7	1,2
Калинова / Веснянка	15	6,0	1,0	0	8,8	3,3	0	9,0	3,5
Веснянка / Василина	10	7,0	2,0	10	7,4	1,9	10	6,8	1,3
Василина / Веснянка	10	7,2	2,2	10	7,5	2,0	5	7,9	2,4

Перевищували стійкість стандарту 47 гібридів, один мав результат нижчий ніж у Подолянки і вісім були на рівні з ним. Результати інтенсивності ураження септоріозом F<sub>5</sub> показала, що 12 гібридних комбінацій не уражувались хворобою, показники інших 44 коливались в межах 5-30%. За стійкістю до септоріозу перевищували стандарт 49 зразків, чотири були на рівні з ним і три з нижчим показником.

Згідно результатів досліджень з'ясовано, що не уражувалось бурою іржею шість зразків, а показник 50 гібридів був в межах 5-25 %. З 56 зразків перевищували стійкість стандарту 55, нижчий показник ніж у Подолянки зафіксовано у одного зразка.

У цілому можна зробити висновок – згідно результатів досліджень більшість зразків F<sub>4</sub> і F<sub>5</sub> виявили стійкість до трьох листових хвороб вищу, ніж у стандарту, а значить є придатними для подальшої селекційної роботи як джерела стійкості.

#### **5.8. Біохімічний аналіз доборів пшениці озимої з гібридних потомств пшениці м'якої озимої**

Під час виконання науково-технічної роботи мають бути ідентифіковані генотипи пшениці м'якої озимої, які є носіями пшенично-житньої транслокації 1AL/1RS та володітимуть підвищеною стійкістю до хвороб рослин і шкідників – переносників ряду вірусних хвороб. Успадковані гени стійкості в пшенично-житній 1AL/1RS транслокації присутні завдяки наявності житнього компонента хромосоми 1RS. Біохімічним аналізом проведені ідентифікації житньої транслокації 1AL/1RS у селекційних ліній (F<sub>4</sub>-F<sub>5</sub>). Результати ідентифікації дають підстави виділити лінії з генами *Pm17* та *Sr1AR*.

У результаті аналізу за спектрами спирторозчинних білків (гліадинів) групи гібридів пшениці м'якої озимої ідентифіковано зразки з житньою 1AL/1RS транслокацією. За спектром секалінів ідентифікована 1AL/1RS тронслокація аналогічна транслокації сорту Amigo. Поява цього генетичного

компонента у досліджуваних зразках, створених у СШАУ, свідчить про формування коадаптивних асоціацій генів з її участю.

Створено популяції ліній  $F_4$ - $F_5$  пшениці м'якої від схрещування форм з двома пшенично-житніми транслокаціями 1BL/1RS типу Кавказ і 1AL/1RS типу Amigo для одержання генотипів з рекомбінантним плечем 1RS з новими поєднаннями генів стійкості до збудників хвороб і шкідників. З використанням запасних білків, зокрема секалінів як генетичних маркерів, ідентифіковано у популяції біля 10 % ліній з рекомбінантними плечами 1RS. Виявлено відмінності у передачі транслокацій 1BL/1RS і 1AL/1RS через гамети, що полягають у відсутності відхилень у передачі 1AL/1RS транслокації типу Amigo через гамети у гібридів пшениці, гетерозиготних за присутністю транслокації. Показано істотну різницю в озерненості гібридів від схрещування сортів і ліній з двома транслокаціями 1BL/1RS, 1AL/1RS, залежно від комбінації схрещування. Було проаналізовано 275 зразків пшениці озимої та встановлено кількість генотипів з ПЖТ та без них серед покоління  $F_4$  та  $F_5$ . Біохімічним аналізом було підтверджено наявність 1AL/1RS транслокації типу Amigo від сортів – Золотоколоса, Смуглянка, Веснянка. Ідентифіковано 101 зразок з житньою транслокацією: 1AL/1RS – 61; 1BL/1RS – 38; 1AL/1RS+1BL/1RS – 2. Також, було виявлено перебудову короткого плеча 1RS жита з 1А хромосоми на 1В. Отже, в подальшому будуть виділені унікальні форми з транслокацією типу Amigo на 1В хромосомі.

Серед 275 досліджених нами доборів стійкими до хвороб стійкість ліній характеризувалася високим та середнім балами та стабільністю у генераціях.

Генотип стійких рослин від кожної гібридної комбінації було перевірено у нашому дослідженні за генами, що кодують запасні білки пшениці як приклад (рис. 5.3).

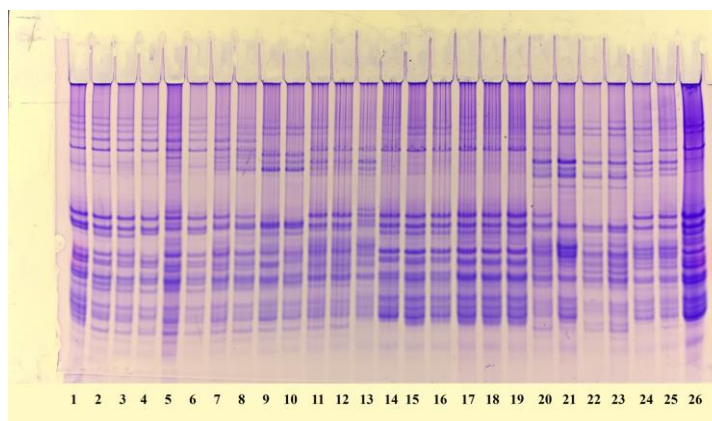


Рисунок 5.3. Електрофоретичні спектри гліадинів у гібридів, створених за участі сортів з ПЖТ.

Зліва направо нумерація зразків: 1. – (399) F<sub>4</sub>K.47 (--); 2 –(408)F<sub>4</sub>K.48 (--); 3 –(409) F<sub>4</sub>K.48 (--); 4 –(410) F<sub>4</sub>K.48 (--); 5 –(415) F<sub>4</sub>K.49 (--); 6 –(416) F<sub>4</sub>K.49 (--); 7 –(417) F<sub>4</sub>K.49 (--); 8 –(422) F<sub>4</sub>K.50 (1BL/1RS); 9 –(423) F<sub>4</sub>K.50; 10 –(424) F<sub>4</sub>K.50; 11 –(429) F<sub>4</sub>K.51 (1AL/1RS); 12 –(430) F<sub>4</sub>K.51 (1AL/1RS); 13 –(431) F<sub>4</sub>K.51 (1AL/1RS); 14 –(437) F<sub>4</sub>K.52 (--); 15 –(438) F<sub>4</sub>K.52 (--); 16 –(439) F<sub>4</sub>K.52 (--); 17 –(445) F<sub>4</sub>K.53 (--); 18 –(446) F<sub>4</sub>K.53 (--); 19 –(447) F<sub>4</sub>K.53 (--); 20 –(466) F<sub>4</sub>K.54 (1BL/1RS); 21 –(467) F<sub>4</sub>K.54 (1AL/1RS; 1BL/1RS); 22 –(468) F<sub>4</sub>K.54 (1BL/1RS); 23 –(486) F<sub>4</sub>K.55 (1BL/1RS); 24 –(487) F<sub>4</sub>K.55 (1AL/1RS); 25 –(488) F<sub>4</sub>K.55 (1AL/1RS); 26 – Безоста 1.

Ми не ставили за мету ідентифікувати алелі певних генів згідно з загальновідомою номенклатурою. Необхідно було виявити ті компоненти, поява яких у гліадиновому спектрі може свідчити про включення відповідного хромосомного матеріалу 1R жита *Secale cereale* L. у геном досліджуваної лінії. Такі компоненти мають бути маркерами чужинного хроматину у геномі м'якої пшениці. Було виявлено 2 компоненти, які відповідають високомолекулярним гліадинам та є маркерами короткого плеча першої хромосоми геномів А-В.

Результати оцінки стійких рослин F<sub>4</sub> від схрещування семи сортів, серед яких два – з 1AL/1RS транслокацією (Золотоколоса, Веснянка), один з – 1BL/1RS (Калинова) та чотири без житніх компонентів (Антонівка, Косоч, Поліська 90, Василина) показали, згідно електрофоретичних спектрів запасних білків, за маркерними компонентами, що кодуються генами Gli1 та Gli2, локалізованих у геномах А та В зразки відмінні від спектру, притаманному генотипам Аврора, Кавказ і Amigo. По-перше, майже всі

перевірені рослини мали маркерні компоненти, переважно у гомозиготному стані, у декількох випадках – у гетерозиготному. По-друге, серед нащадків одного схрещування, (F<sub>4</sub>K.54, F<sub>4</sub>K.55), спостерігали розщеплення за геномом: половина рослин були гетерозиготами за наявністю маркерних компонентів, властивих батьківським формам. Серед 25 доборів (рис. 5.4) десять містять у своєму генотипі транслокації: 1AL/1RS – (429) F<sub>4</sub>K.51, (430) F<sub>4</sub>K.51, (431) F<sub>4</sub>K.51, (487) F<sub>4</sub>K.55, (488) F<sub>4</sub>K.55; 1BL/1RS – (422) F<sub>4</sub>K.50, (466) F<sub>4</sub>K.54, (468) F<sub>4</sub>K.54, (486) F<sub>4</sub>K.55; 1AL/1RS; 1BL/1RS – (467) F<sub>4</sub>K.54.

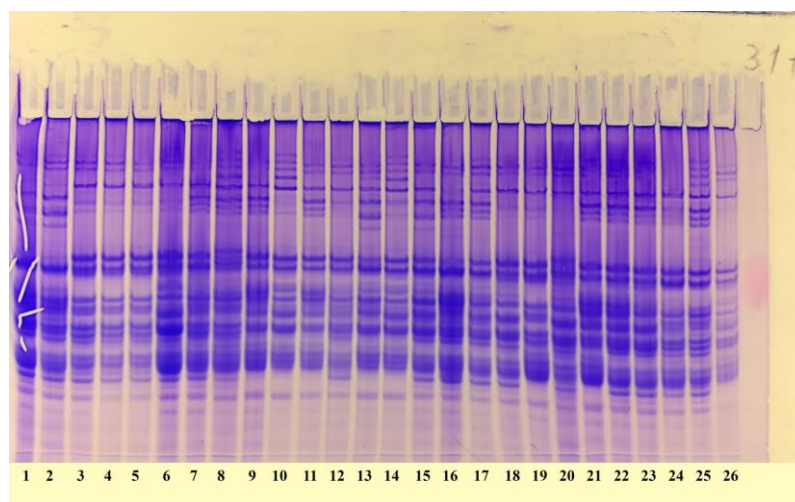


Рисунок 5.4. – Електрофоретичні спектри гліадинів у гібридів, створених за участі сортів Золотоколоса, Веснянка, Калинова.

Зліва направо нумерація зразків: 1 – (137) F<sub>4</sub>K.15 (1BL/1RS); 2 – (138) F<sub>4</sub>K.15 (1BL/1RS); 3 – (143) F<sub>4</sub>K.16 (--); 4 – (144) F<sub>4</sub>K.16 (--); 5 – (145) F<sub>4</sub>K.16 (--); 6 – (151) F<sub>4</sub>K.17 (--); 7 – (152) F<sub>4</sub>K.17 (1AL/1RS); 8 – (153) F<sub>4</sub>K.17 (1AL/1RS); 9 – (159) F<sub>4</sub>K.21 (1AL/1RS); 10 – (160) F<sub>4</sub>K.21(--); 11 – (161) F<sub>4</sub>K.21 (1AL/1RS); 12 – (167) F<sub>4</sub>K.22; 13 – (168) F<sub>4</sub>K.22 ((1BL/1RS)); 14 – (169) F<sub>4</sub>K.22 (--); 15 – (175) F<sub>4</sub>K.26 (1BL/1RS) (--); 16 – (176) F<sub>4</sub>K.26 (1BL/1RSAMIGO); 17 – (177) F<sub>4</sub>K.26 (1AL/1RS); 18 – (198) F<sub>4</sub>K.27 (--); 19 – (199) F<sub>4</sub>K.27 (--); 20 – (203) F<sub>4</sub>K.27 (--); 21 – (208) F<sub>4</sub>K.28 (1AL/1RS); 22 – (209) F<sub>4</sub>K.28 (1AL/1RS); 23 – (210) F<sub>4</sub>K.28 (1AL/1RS); 24 – (215) F<sub>4</sub>K.29 (1AL/1RS); 25 – (216) F<sub>4</sub>K.29 (1AL/1RS); 26 – Безоста 1

Дослідження стійких рослин F<sub>4</sub> від схрещування шести сортів, серед яких один – з 1AL/1RS транслокацією (Смуглянка), один з – 1BL/1RS (Крижинка) та чотири без житніх компонентів (Розкішна, Ремеслівна, Миронівська ранньостигла, Епоха одеська) виявили зразки, які різняться від спектру, притаманному генотипам Аврора, Кавказ і Amigo згідно

електрофоретичних спектрів запасних білків за маркерними компонентами, що кодуються генами *Gli1* та *Gli2*, локалізованих у геномах А та В. По-перше, майже всі перевірені рослини мали маркерні компоненти, переважно у гомозиготному стані, у декількох випадках – у гетерозиготному. По-друге, серед нащадків одного схрещування, (F<sub>4</sub>K.26), спостерігали розщеплення за геномом: половина рослин були гетерозиготами за наявністю маркерних компонентів, властивих батьківським формам. Серед 25 доборів, представлених на рисунку 5.5, п'ятнадцять містять у своєму генотипі транслокації: 1AL/1RS – (152) F<sub>4</sub>K.17 (1AL/1RS), (153) F<sub>4</sub>K.17 (1AL/1RS), (159) F<sub>4</sub>K.21 (1AL/1RS), (161) F<sub>4</sub>K.21 (1AL/1RS), (177) F<sub>4</sub>K.26 (1AL/1RS), (208) F<sub>4</sub>K.28 (1AL/1RS), (209) F<sub>4</sub>K.28 (1AL/1RS), (210) F<sub>4</sub>K.28 (1AL/1RS), (215) F<sub>4</sub>K.29 (1AL/1RS), (216) F<sub>4</sub>K.29 (1AL/1RS); 1BL/1RS – (137) F<sub>4</sub>K.15 (1BL/1RS); (138) F<sub>4</sub>K.15 (1BL/1RS), (168) F<sub>4</sub>K.22 ((1BL/1RS)), (175) F<sub>4</sub>K.26 (1BL/1RS) (--); (176) F<sub>4</sub>K.26 (1BL/1RSAMIGO).

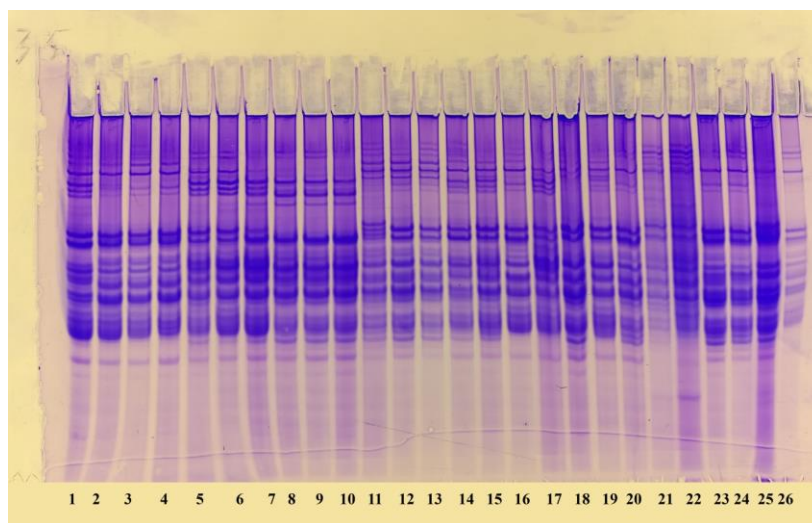


Рисунок 5.5. Електрофоретичні спектри гліадинів у гібридів, створених за участі сортів Смуглянка, Золотоколоса, Крижинка та Миронівська 65.

Зліва направо нумерація зразків: 1 – (217) F<sub>4</sub>K.29 (1AL/1RS); 2 – (236) F<sub>4</sub>K.30 (--); 3 – (237) F<sub>4</sub>K.30 (--); 4 – (238) F<sub>4</sub>K.30 (--); 5 – (245) F<sub>4</sub>K.31 (1AL/1RS); 6 – (246) F<sub>4</sub>K.31 (1AL/1RS); 7 – (247) F<sub>4</sub>K.31 (1AL/1RS+)(1BL/1RS); 8 – (271) F<sub>4</sub>K.32 (1BL/1RS); 9 – (272) F<sub>4</sub>K.32 (1BL/1RS); 10 – (273) F<sub>4</sub>K.32 (1BL/1RS); 11 – (294) F<sub>4</sub>K.33 (--); 12 – (295) F<sub>4</sub>K.33 (--); 13 – (296) F<sub>4</sub>K.33 (--); 14 – (299) F<sub>4</sub>K.34 (1AL/1RS); 15 – (303) F<sub>4</sub>K.34 (1AL/1RS); 16 – (304) F<sub>4</sub>K.34 (--); 17 – (309) F<sub>4</sub>K.35 ((1AL/1RS)); 18 – (310) F<sub>4</sub>K.35 (--); 19 – (311) F<sub>4</sub>K.35 (--); 20 – (316) F<sub>4</sub>K.36 (--); 21 – (317) F<sub>4</sub>K.36 (--); 22 – (318) F<sub>4</sub>K.36 (--); 23 – (323) F<sub>4</sub>K.37 (--); 24 – (324) F<sub>4</sub>K.37 (--); 25 – (325) F<sub>4</sub>K.37 (--); 26 – Безоста 1.

За результатом оцінки стійких рослин  $F_4$  від схрещування дев'яти сортів, серед яких два – з 1AL/1RS транслокацією (Смуглянка, Золотоколоса), два з – 1BL/1RS (Крижинка, Миронівська 65) та чотири без житніх компонентів (Розкішна, Епоха одеська, Куяльник, Досконала, Царівна), визначили зразки, які відрізнялись від спектру, притаманному генотипам Аврора, Кавказ і Amigo згідно електрофоретичних спектрів запасних білків за маркерними компонентами, що кодується генами Gli1 та Gli2, локалізованих у геномах А та В. Серед 25 доборів (рис. 5.6) десять містять у своєму генотипі транслокації: 1AL/1RS – (217)  $F_4K.29$  (1AL/1RS), (245)  $F_4K.31$  (1AL/1RS), (246)  $F_4K.31$  (1AL/1RS), (299)  $F_4K.34$  (1AL/1RS), (303)  $F_4K.34$  (1AL/1RS), (309)  $F_4K.35$  ((1AL/1RS)); 1BL/1RS – (271)  $F_4K.32$  (1BL/1RS), (272)  $F_4K.32$  (1BL/1RS), (273)  $F_4K.32$  (1BL/1RS); 1AL/1RS та 1BL/1RS – (247)  $F_4K.31$  (1AL/1RS+)(1BL/1RS).

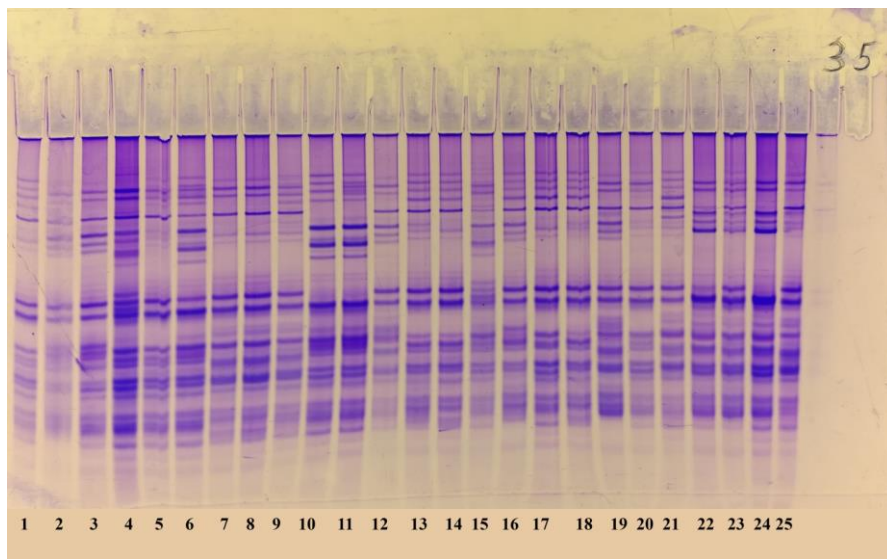


Рисунок 5.6. Електрофоретичні спектри гліадинів у гібридів, створених за участі сортів Смуглянка, Золотоколоса, Крижинка та Миронівська 65.

Зліва направо нумерація зразків: 1 – (364)  $F_4K.43$ ; 2 – (365)  $F_4K.43$  (1AL/1RS); 3 – (366)  $F_4K.43$ (1AL/1RS); 4 – (374)  $F_4K.44$ ; 5 – (375)  $F_4K.44$ ; 6 – (376)  $F_4K.44$ (1BL/1RS) ; 7 – (381)  $F_4K.45$ ; 8 – (382)  $F_4K.45$ ; 9 – (383)  $F_4K.45$ ; 10 – (391)  $F_4K.46$  (1BL/1RS); 11 – (392)  $F_4K.46$  (1BL/1RS); 12 – (393)  $F_4K.46$  (1AL/1RS); 13 – (403)  $F_4K.47$ ; 14 – (404)  $F_4K.47$ ; 15 – (405)  $F_4K.47$ ; 16 – (411)  $F_4K.48$  (1AL/1RS); 17 – (412)  $F_4K.48$ ; 18 – (413)  $F_4K.48$ ; 19 – (418)  $F_4K.49$ ; 20 – (419)  $F_4K.49$ ; 21 – (420)  $F_4K.49$ ; 22 – (425)  $F_4K.50$ ; 23 – (426)  $F_4K.50$ ; 24 – (427)  $F_4K.50$ ; 25 – (432)  $F_4K.51$ .



Результати оцінки стійких рослин F<sub>4</sub> від схрещування п'яти сортів, серед яких один – з 1AL/1RS транслокацією (Золотоколоса) та чотири без житніх компонентів (Подольська, Вільшана, Антонівка, Косоч), виявили зразки відмінні від спектру, притаманному генотипу Amigo згідно електрофоретичних спектрів запасних білків за маркерними компонентами, що кодуються генами Gli1 та Gli2 локалізованих у геномах А та В, серед 25 доборів, представлених на рисунку 5.7, сім містять у своєму генотипі транслокації: 1AL/1RS – (365) F<sub>4</sub>K.43 (1AL/1RS), (366) F<sub>4</sub>K.43(1AL/1RS), (393) F<sub>4</sub>K.46 (1AL/1RS), (411) F<sub>4</sub>K.48 (1AL/1RS); 1BL/1RS – (376) F<sub>4</sub>K.44(1BL/1RS), (391) F<sub>4</sub>K.46 (1BL/1RS), (392) F<sub>4</sub>K.46 (1BL/1RS).

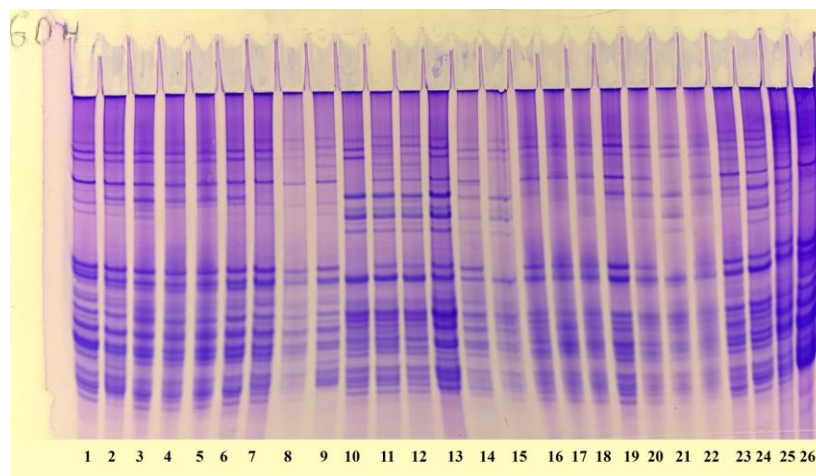


Рисунок 5.7. Електрофоретичні спектри гліадинів у гібридів, створених за участі сорту Золотоколоса.

Зліва направо нумерація зразків: 1 – (5) F<sub>4</sub>K.1 (--); 2 – (6) F<sub>4</sub>K.1 (--); 3 – (7) F<sub>4</sub>K.1 (--); 4 – (33) F<sub>4</sub>K.2 (--); 5 – (34) F<sub>4</sub>K.2 (--); 6 – (35) F<sub>4</sub>K.2 (--); 7 – (54) F<sub>4</sub>K.6 (--); 8 – (55) F<sub>4</sub>K.6 (--); 9 – (56) F<sub>4</sub>K.6 (--); 10 – (79) F<sub>4</sub>K.7 (1BL/1RS); 11 – (80) F<sub>4</sub>K.7 (1BL/1RS); 12 – (81) F<sub>4</sub>K.7 (1BL/1RS); 13 – (89) F<sub>4</sub>K.11 (1BL/1RS); 14 – (90) F<sub>4</sub>K.11 (1BL/1RS); 15 – (91) F<sub>4</sub>K.11 (1BL/1RS); 16 – (113) F<sub>4</sub>K.12(1BL/1RS); 17 – (114) F<sub>4</sub>K.12 (1BL/1RS); 18 – (115) F<sub>4</sub>K.12 (1BL/1RS); 19 – (120) F<sub>4</sub>K.13(1BL/1RS); 20 – (121) F<sub>4</sub>K.13(1BL/1RS); 21 – (122) F<sub>4</sub>K.13(1BL/1RS); 22 – (128) F<sub>4</sub>K.14 (--); 23 – (129) F<sub>4</sub>K.14 (--); 24 – (130) F<sub>4</sub>K.14 ((1BL/1RS)--); 25 – (136) F<sub>4</sub>K.15 (--); 26 – Безоста 1.

Серед нащадків від схрещування носія 1AL/1RS транслокації із сортами без житніх компонентів виявлено, що F<sub>4</sub>K.44 (376), F<sub>4</sub>K.46 (391), F<sub>4</sub>K.46 (392) мали розщеплення за геномом. Спостерігалася хромосомна перебудова в результаті перенесення житнього компоненту (Amigo) з геному А на геном В.

Дослідженнями стійких рослин F<sub>4</sub> від схрещування дев'яти сортів, серед яких один – з 1AL/1RS транслокацією (Смуглянка), один – з 1BL/1RS транслокацією (Крижинка) та чотири без житніх компонентів (Миронівська ранньостигла, Ремеслівна, Епоха одеська, Розкішна), виявили зразки відмінні згідно електрофоретичних спектрів запасних білків за маркерними компонентами, що кодуються генами Gli1 та Gli2 локалізованих у геномах А та В, від контрольованих спектрів. Серед 25 доборів (рис. 5.8) тринадцять містять у своєму генотипі транслокацію 1BL/1RS – (80) F<sub>4</sub>K.7 (1BL/1RS), (81) F<sub>4</sub>K.7 (1BL/1RS), (89) F<sub>4</sub>K.11 (1BL/1RS), (90) F<sub>4</sub>K.11 (1BL/1RS), (91) F<sub>4</sub>K.11 (1BL/1RS), (113) F<sub>4</sub>K.12(1BL/1RS), (114) F<sub>4</sub>K.12 (1BL/1RS), (115) F<sub>4</sub>K.12 (1BL/1RS), (120) F<sub>4</sub>K.13(1BL/1RS), (121) F<sub>4</sub>K.13(1BL/1RS), (122) F<sub>4</sub>K.13(1BL/1RS), (130) F<sub>4</sub>K.14 (1BL/1RS).

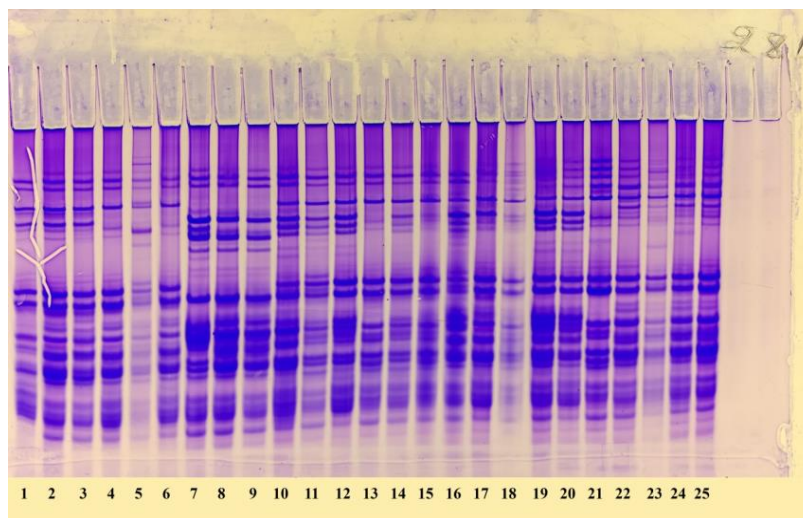


Рисунок 5.8. Електрофоретичні спектри гліадинів у гібридів, створених за участі сортів Смуглянка та Крижинка.

Зліва направо нумерація зразків: 1 – (8) F<sub>4</sub>K.1; 2 – (9) F<sub>4</sub>K.1; 3 – (10) F<sub>4</sub>K.1; 4 – (57) F<sub>4</sub>K.6; 5 – (58) F<sub>4</sub>K.6; 6 – (59) F<sub>4</sub>K.6; 7 – (92) F<sub>4</sub>K.11(1BL/1RS)+(1AL/1RS); 8 – (93) F<sub>4</sub>K.11 (1BL/1RS); 9 – (94) F<sub>4</sub>K.11 (1BL/1RS); 10 – (154) F<sub>4</sub>K.17(1AL/1RS); 11 – (155) F<sub>4</sub>K.17(1AL/1RS); 12 – (156) F<sub>4</sub>K.17 (1AL/1RS); 13 – (204) F<sub>4</sub>K.27(1AL/1RS); 14 – (205) F<sub>4</sub>K.27 (1AL/1RS); 15 – (206) F<sub>4</sub>K.27; 16 – (211) F<sub>4</sub>K.28 (1AL/1RS); 17 – (212) F<sub>4</sub>K.28; 18 – (213) F<sub>4</sub>K.28; 19 – (218) F<sub>4</sub>K.29(1AL/1RS); 20 – (219) F<sub>4</sub>K.29(1AL/1RS); 21 – (220) F<sub>4</sub>K.29; 22 – (297) F<sub>4</sub>K.33; 23 – (298) F<sub>4</sub>K.33; 24 – (305) F<sub>4</sub>K.34; 25 – (306) F<sub>4</sub>K.34.

Проаналізовані добори, (рис. 5.8), створені за участі сорту носія 1AL/1RS транслокації, не успадкували цей житній компонент. Гібриди

четвертого покоління К.11 не успадкували житній компонент притаманний генотипу Amigo від батьківської форми.

Результати оцінки стійких рослин  $F_4$  від схрещування дев'яти сортів, серед яких два – з 1AL/1RS транслокацією (Смуглянка, Золотоколоса), один – з 1BL/1RS транслокацією (Крижинка) та шість без житніх компонентів (Миронівська ранньостигла, Епоха одеська, Ремеслівна, Миронівська ранньостигла, Епоха одеська, Куяльник) виявили форми, які різняться згідно електрофоретичних спектрів запасних білків за маркерними компонентами, що кодуються генами Gli1 та Gli2 локалізованих у геномах А та В від контрольних спектрів. Серед 25 доборів, що представлені на рисунку 5.9, одинадцять містять у своєму генотипі транслокації : 1BL/1RS – (93)  $F_4$ К.11 (1BL/1RS), (94)  $F_4$ К.11 (1BL/1RS); 1AL/1RS – (154)  $F_4$ К.17(1AL/1RS), (155)  $F_4$ К.17(1AL/1RS), (156)  $F_4$ К.17 (1AL/1RS), (204)  $F_4$ К.27(1AL/1RS), (205)  $F_4$ К.27 (1AL/1RS), (211)  $F_4$ К.28 (1AL/1RS), (218)  $F_4$ К.29(1AL/1RS), (219)  $F_4$ К.29(1AL/1RS); 1BL/1RS та 1AL/1RS – (92)  $F_4$ К.11(1BL/1RS) +(1AL/1RS).

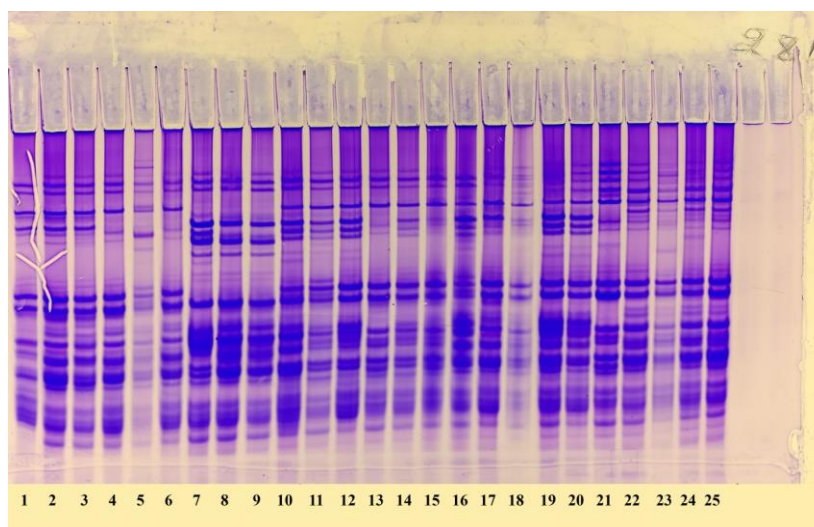


Рисунок 5.9. Електрофоретичні спектри гліадинів у гібридів, створених за участі сортів Смуглянка, Золотоколоса та Крижинка.

Зліва направо нумерація зразків: 1 – (8)  $F_4$ К.1; 2 – (9)  $F_4$ К.1; 3 – (10)  $F_4$ К.1; 4 – (57)  $F_4$ К.6; 5 – (58)  $F_4$ К.6; 6 – (59)  $F_4$ К.6; 7 – (92)  $F_4$ К.11(1BL/1RS)+(1AL/1RS); 8 – (93)  $F_4$ К.11 (1BL/1RS); 9 – (94)  $F_4$ К.11 (1BL/1RS); 10 – (154)  $F_4$ К.17(1AL/1RS); 11 – (155)  $F_4$ К.17(1AL/1RS); 12 – (156)  $F_4$ К.17 (1AL/1RS); 13 – (204)  $F_4$ К.27(1AL/1RS); 14 – (205)  $F_4$ К.27 (1AL/1RS); 15 – (206)  $F_4$ К.27; 16 – (211)  $F_4$ К.28 (1AL/1RS); 17 – (212)  $F_4$ К.28; 18 – (213)  $F_4$ К.28; 19 – (218)  $F_4$ К.29(1AL/1RS); 20 – (219)  $F_4$ К.29(1AL/1RS); 21

– (220) F<sub>4</sub>K.29; 22 – (297) F<sub>4</sub>K.33; 23 – (298) F<sub>4</sub>K.33; 24 – (305) F<sub>4</sub>K.34; 25 – (306) F<sub>4</sub>K.34.

Проаналізовані добори, на рисунку 5.9, створені за участі сорту носія 1AL/1RS транслокації та успішно успадкували цей житній компонент. Добори (92) четвертого покоління K.11 містять житній компонент, який притаманний генотипам Amigo та Аврора й Кавказ.

За результатами оцінки стійких рослин F<sub>4</sub> від схрещування дев'яти сортів, серед яких один – з 1AL/1RS транслокацією (Золотоколоса) та шість без житніх компонентів (Овідій, Астет, Царівна, Досконала, Куяльник), виявили зразки, згідно електрофоретичних спектрів запасних білків за маркерними компонентами, що кодуються генами Gli1 та Gli2, локалізованими у геномах А та В, які різняться з контрольними. Серед 25 доборів, які представлено на рисунку 5.10, п'ять містять у своєму генотипі 1AL/1RS транслокацію – (313) F<sub>4</sub>K.35 (1AL/1RS), (339) F<sub>4</sub>K.39 (1AL/1RS), (340) F<sub>4</sub>K.39 (1AL/1RS), (347) F<sub>4</sub>K.40 (1AL/1RS), (353) F<sub>4</sub>K.41 (1AL/1RS).

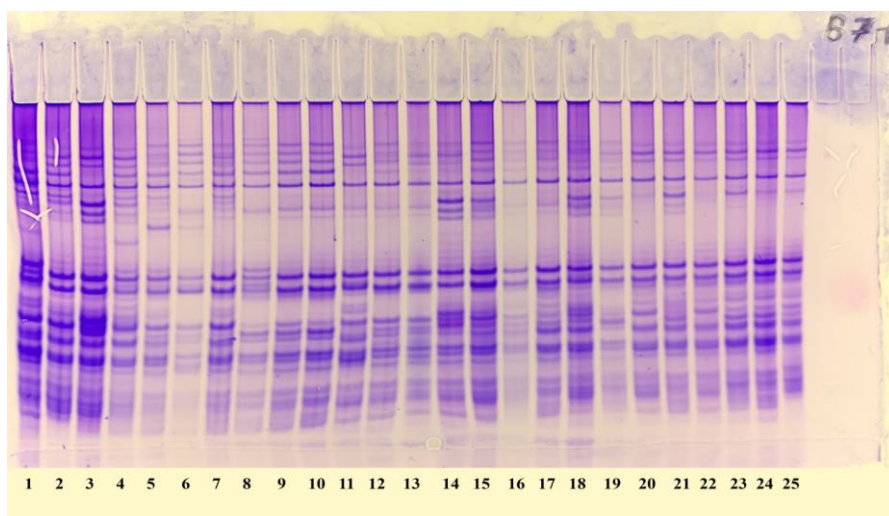


Рисунок 5.10. Електрофоретичні спектри гліадинів у гібридів, створених за участі сорту Золотоколоса.

Зліва направо нумерація зразків: 1 – (307) F<sub>4</sub>K.34; 2 – (312) F<sub>4</sub>K.35; 3 – (313) F<sub>4</sub>K.35 (1AL/1RS); 4 – (314) F<sub>4</sub>K.35; 5 – (319) F<sub>4</sub>K.36; 6 – (320) F<sub>4</sub>K.36; 7 – (321) F<sub>4</sub>K.36; 8 – (326) F<sub>4</sub>K.37; 9 – (327) F<sub>4</sub>K.37; 10 – (328) F<sub>4</sub>K.37; 11 – (333) F<sub>4</sub>K.38; 12 – (334) F<sub>4</sub>K.38; 13 – (335) F<sub>4</sub>K.38; 14 – (339) F<sub>4</sub>K.39(1AL/1RS); 15 – (340) F<sub>4</sub>K.39(1AL/1RS); 16 – (341) F<sub>4</sub>K.39; 17 – (346) F<sub>4</sub>K.40; 18 – (347) F<sub>4</sub>K.40 (1AL/1RS); 19 – (348) F<sub>4</sub>K.40; 20 – (352) F<sub>4</sub>K.41; 21 – (353) F<sub>4</sub>K.41(1AL/1RS); 22 – (354) F<sub>4</sub>K.41; 23 – (360) F<sub>4</sub>K.42; 24 – (361) F<sub>4</sub>K.42; 25 – (362) F<sub>4</sub>K.42.

Проаналізовані добори (рис. 5.10), створені за участі носія 1AL/1RS транслокації, успішно успадкували житній компонент притаманний генотипу Amigo.

Оцінка стійких рослин F<sub>4</sub> від схрещування п'яти сортів, серед яких один – з 1AL/1RS транслокацією (Золотоколоса) та шість без житніх компонентів (Царівна, Астет, Овідій, Подолянка, Вільшана, Антонівка), виявила зразки які за результатами електрофоретичних спектрів запасних білків за маркерними компонентами, що кодуються генами Gli1 та Gli2, локалізованими у геномі А, відрізнялися від притаманного генотипу Amigo. Серед 25 доборів, представлених на рисунку 5.11, дев'ять містять у своєму генотипі транслокації: 1AL/1RS – (349) F<sub>4</sub>K.41 (1AL/1RS), (350) F<sub>4</sub>K.41 (1AL/1RS), (351) F<sub>4</sub>K.41 (1AL/1RS); 1BL/1RS – (371) F<sub>4</sub>K.44 (1BL/1RS), (372) F<sub>4</sub>K.44 (1BL/1RS), (373) F<sub>4</sub>K.44 (1BL/1RS), (388) F<sub>4</sub>K.46 (1BL/1RS), (389) F<sub>4</sub>K.46 (1BL/1RS), (390) F<sub>4</sub>K.46 (1BL/1RS).

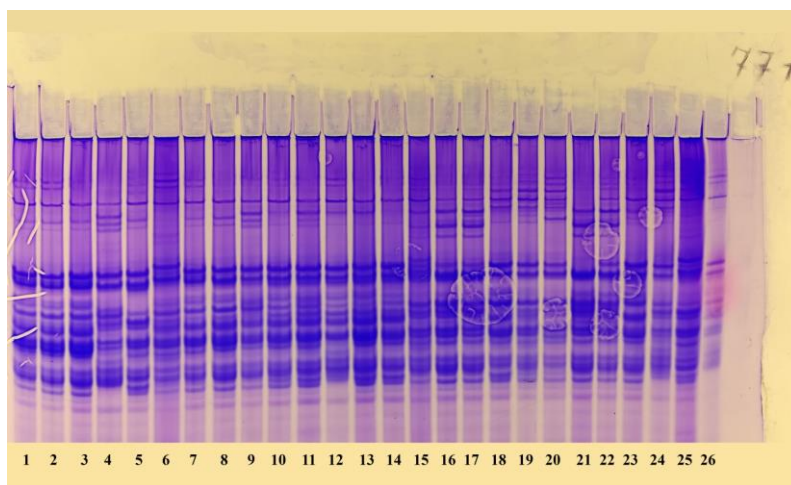


Рисунок 5.11. Електрофоретичні спектри гліадинів у гібридів, створених за участі сорту Золотоколоса.

Зліва направо нумерація зразків: 1 – (330) F<sub>4</sub>K.38 (--); 2 – (331) F<sub>4</sub>K.38 (--); 3 – (332) F<sub>4</sub>K.38 (--); 4 – (337) F<sub>4</sub>K.39 (1AL/1RS); 5 – (338) F<sub>4</sub>K.39(--); 6 – (343) F<sub>4</sub>K.40 (--); 7 –(344) F<sub>4</sub>K.40 (--); 8 – (345) F<sub>4</sub>K.40 (--); 9 – (349) F<sub>4</sub>K.41 (1AL/1RS); 10 – (350) F<sub>4</sub>K.41 (1AL/1RS); 11 – (351) F<sub>4</sub>K.41 (1AL/1RS); 12 – (357) F<sub>4</sub>K.42 (--); 13 –(358) F<sub>4</sub>K.42 (--); 14 – (359) F<sub>4</sub>K.42 (--); 15 – (371) F<sub>4</sub>K.44 (1BL/1RS); 16 – (372) F<sub>4</sub>K.44 (1BL/1RS); 17 – (373) F<sub>4</sub>K.44 (1BL/1RS); 18 – (378) F<sub>4</sub>K.45 (--); 19 –(379) F<sub>4</sub>K.45 (--); 20 – (380) F<sub>4</sub>K.45 (--); 21 – (388) F<sub>4</sub>K.46 (1BL/1RS); 22 – (389) F<sub>4</sub>K.46 (1BL/1RS); 23 – (390) F<sub>4</sub>K.46 (1BL/1RS); 24 – (397) F<sub>4</sub>K.47 (--); 25 –(398) F<sub>4</sub>K.47 (--); 26 – Безоста 1.

Серед нащадків від схрещування носія 1AL/1RS транслокації із сортами без житніх компонентів виявлено, що (371) F<sub>4</sub>K.44, (372) F<sub>4</sub>K.44, (373) F<sub>4</sub>K.44, (388) F<sub>4</sub>K.46, (389) F<sub>4</sub>K.46, (390) F<sub>4</sub>K.46. мали розщеплення за геномом. Спостерігалася хромосомна перебудова в результаті перенесення житнього компоненту (Amigo) з геному А на геном В.

Результати оцінки стійких рослин F<sub>4</sub> та F<sub>5</sub> від схрещування восьми сортів, серед яких два – з 1AL/1RS транслокацією (Смуглянка, Веснянка) та шість без житніх компонентів (Царівна, Астет, Овідій, Подолянка, Вільшана, Антонівка), виявили зразки відмінні, згідно електрофоретичних спектрів запасних білків за маркерними компонентами, що кодуються генами Gli1 та Gli2, локалізованих у геномі А, від притаманного генотипу Amigo. Серед представлених на рисунку 5.12 десять доборів з двадцяти п'яти містять у своєму генотипі транслокацію 1AL/1RS – (434) F<sub>4</sub>K.51(1AL/1RS), (489) F<sub>4</sub>K.55(1AL/1RS), (490) F<sub>4</sub>K.55(1AL/1RS), (491) F<sub>4</sub>K.55(1AL/1RS); (497) F<sub>4</sub>K.56 (1AL/1RS), (533) F<sub>5</sub>K.1(1AL/1RS), (534) F<sub>5</sub>K.1(1AL/1RS), (535) F<sub>5</sub>K.1(1AL/1RS), (554) F<sub>5</sub>K.17(1AL/1RS), (563) F<sub>5</sub>K.27(1AL/1RS).

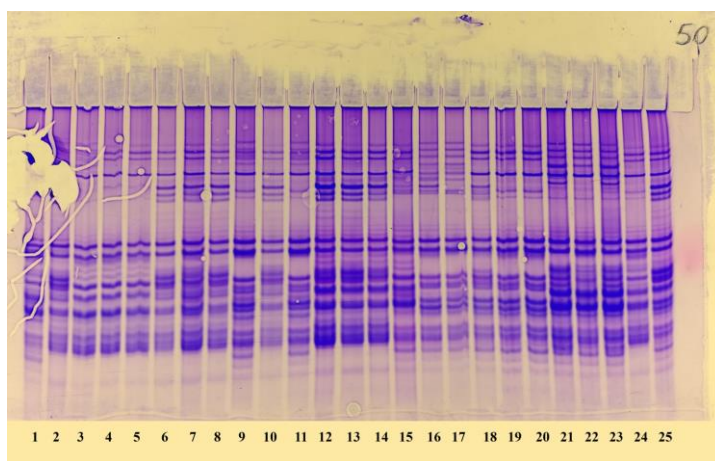


Рисунок 5.12. Електрофоретичні спектри гліадинів F<sub>4</sub> та F<sub>5</sub> у гібридів, створених за участі сортів Смуглянка та Веснянка.

Зліва направо нумерація зразків: 1 – (433) F<sub>4</sub>K.51; 2 – (434) F<sub>4</sub>K.51(1AL/1RS); 3 – (440) F<sub>4</sub>K.52; 4 – (441) F<sub>4</sub>K.52; 5 – (442) F<sub>4</sub>K.52; 6 – (489) F<sub>4</sub>K.55(1AL/1RS); 7 – (490) F<sub>4</sub>K.55 (1AL/1RS) 5; 8 – (491) F<sub>4</sub>K.55(1AL/1RS); 9 – (496) F<sub>4</sub>K.56; 10 – (497) F<sub>4</sub>K.56;(1AL/1RS) 11 – (498) F<sub>4</sub>K.56; 12 – (533) F<sub>5</sub>K.1 (1AL/1RS); 13 – (534) F<sub>5</sub>K.1 (1AL/1RS); 14 – (535) F<sub>5</sub>K.1(1AL/1RS); 15 – (539) F<sub>5</sub>K.6; 16 – (540) F<sub>5</sub>K.6; 17 – (541) F<sub>5</sub>K.6; 18 – (554) F<sub>5</sub>K.17 (1AL/1RS); 19 – (555) F<sub>5</sub>K.17; 20 – (556) F<sub>5</sub>K.17; 21 – (557)

F<sub>5</sub>K.21; 22 – (558) F<sub>5</sub>K.21; 23 – (559) F<sub>5</sub>K.21; 24 – (562) F<sub>5</sub>K.27; 25 – (563) F<sub>5</sub>K.27(1AL/1RS).

Проаналізовані добори (рис. 5.12), створені за участі сорту носія 1AL/1RS транслокації, успішно успадкували житній компонент, що притаманний генотипу Amigo.

За результатом оцінки стійких рослин F<sub>5</sub> від схрещування п'яти сортів, серед яких два – з 1AL/1RS транслокацією (Золотоколоса, Веснянка) та шести, без житніх компонентів (Астет, Овідій, Подолянка, Вільшана, Антонівка, Косоч, Поліська 90, Василина), виявили зразки, які згідно електрофоретичних спектрів запасних білків за маркерними компонентами, що кодуються генами Gli1 та Gli2, локалізованих у геномах А та В, відмінні від спектру, притаманному генотипу Amigo. Серед 25 доборів представлених на рисунку 5.13 вісім містять у своєму генотипі транслокації: 1AL/1RS – (591) F<sub>5</sub>K.41 (1AL/1RS), (592) F<sub>5</sub>K.41 (1AL/1RS), (594) F<sub>5</sub>K.43 (1AL/1RS), (610) F<sub>5</sub>K.51 (1AL/1RS), (617) F<sub>5</sub>K.56(1AL/1RS); 1BL/1RS – (615) F<sub>5</sub>K.55 (1BL/1RS AMIGO), (616) F<sub>5</sub>K.55 (1BL/1RS AMIGO), (593) F<sub>5</sub>K.43 (1BL/1RS).

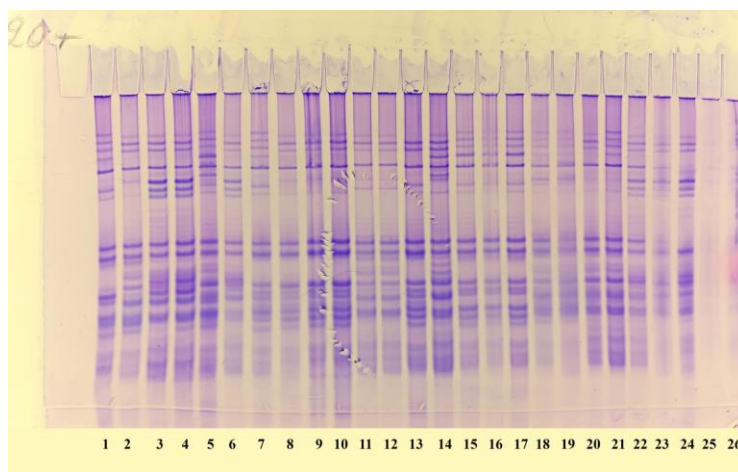


Рисунок 5.13. Електрофоретичні спектри гліадинів у гібридів, які створені за участі сортів Золотоколоса та Веснянка.

Зліва направо нумерація зразків: 1 – (589) F<sub>5</sub>K.40 (--); 2 – (590) F<sub>5</sub>K.41 (-); 3 – (591) F<sub>5</sub>K.41 (1AL/1RS); 4 – (592) F<sub>5</sub>K.41 (1AL/1RS); 5 – (593) F<sub>5</sub>K.43 (1BL/1RS); 6 – (594) F<sub>5</sub>K.43 (1AL/1RS); 7 – (595) F<sub>5</sub>K.43 (--); 8 – (596) F<sub>5</sub>K.44 (--); 9 – (597) F<sub>5</sub>K.44 (--); 10 – (598) F<sub>5</sub>K.44 (--); 11 – (599) F<sub>5</sub>K.46 (--); 12 – (600) F<sub>5</sub>K.46 (--); 13 – (601) F<sub>5</sub>K.47 (--); 14 – (602) F<sub>5</sub>K.47 (--); 15 – (603) F<sub>5</sub>K.48 (--); 16 – (604) F<sub>5</sub>K.48 (--); 17 – (605) F<sub>5</sub>K.48 (--); 18 – (606) F<sub>5</sub>K.49 (--); 19 – (607) F<sub>5</sub>K.49 (--); 20 – (608) F<sub>5</sub>K.51 (--); 21 – (609) F<sub>5</sub>K.51 (--); 22 – (610)

F<sub>5</sub>K.51(1AL/1RS); 23 – (615) F<sub>5</sub>K.55(1BL/1RS AMIGO); 24 – (616) F<sub>5</sub>K.55(1BL/1RS AMIGO); 25 – (617) F<sub>5</sub>K.56(1AL/1RS); 26 – Безоста 1.

Серед нащадків від схрещування носія 1AL/1RS транслокації з сортами без житніх компонентів виявлено, що (615) F<sub>5</sub>K.55, (616) F<sub>5</sub>K.55, (593) F<sub>5</sub>K.43 мали розщеплення за геномом. Спостерігалася хромосомна перебудова в результаті перенесення житнього компонента (Amigo) з геному А на геном В.

Результати оцінки стійких рослин F<sub>5</sub> від схрещування п'яти сортів, серед яких два – з 1AL/1RS транслокацією (Золотоколоса, Смуглянка) та шість, без житніх компонентів (Ремеслівна, Миронівська ранньостигла, Розкішна, Куяльник, Досконала, Царівна), виявили форми, які відмінні за електрофоретичними спектрами запасних білків за маркерними компонентами, що кодуються генами Gli1 та Gli2, локалізованими у геномах А та В, від спектру, притаманному генотипу Amigo. Серед 25 доборів представлених на рисунку 5.14 вісім містять у своєму генотипі транслокації: 1AL/1RS – (564) F<sub>5</sub>K.27(1AL/1RS), (565) F<sub>5</sub>K.28 (1AL/1RS); 1BL/1RS – (577) F<sub>5</sub>K.35(1BL/1RS), (578) F<sub>5</sub>K.35 (1BL/1RS), (579) F<sub>5</sub>K.35 (1BL/1RS).

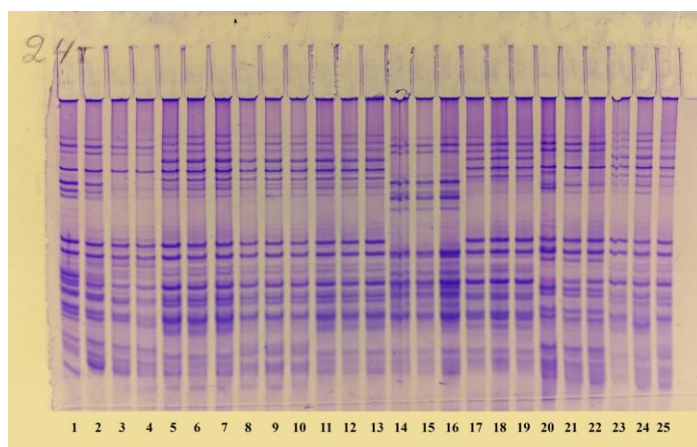


Рисунок 5.14. Електрофоретичні спектри гліадинів у гібридів, що створені за участі сортів Золотоколоса та Смуглянка.

Зліва направо нумерація зразків: (564) F<sub>5</sub>K.27(1AL/1RS); 2 – (565) F<sub>5</sub>K.28 (1AL/1RS); 3 – (566) F<sub>5</sub>K.28 (--); 4 – (567) F<sub>5</sub>K.28 (--); 5 – (568) F<sub>5</sub>K.30 (--); 6 – (569) F<sub>5</sub>K.30 (--); 7 – (570) F<sub>5</sub>K.30 (--); 8 – (571) F<sub>5</sub>K.33 (--); 9 – (572) F<sub>5</sub>K.33 (--); 10 – (573) F<sub>5</sub>K.33 (--); 11 – (574) F<sub>5</sub>K.34 (--); 12 – (575) F<sub>5</sub>K.34 (--); 13 – (576) F<sub>5</sub>K.34 (--); 14 – (577) F<sub>5</sub>K.35(1BL/1RS); 15 – (578) F<sub>5</sub>K.35 (1BL/1RS); 16 – (579) F<sub>5</sub>K.35 (1BL/1RS) ; 17 – (580) F<sub>5</sub>K.36 (--); 18 – (581) F<sub>5</sub>K.36 (--); 19 – (582) F<sub>5</sub>K.36 (--); 20 – (583) F<sub>5</sub>K.37(--); 21 – (584) F<sub>5</sub>K.37 (--);



22 – (585) F<sub>5</sub>K.37 (--); 23 – (586) F<sub>5</sub>K.38 (--); 24 – (587) F<sub>5</sub>K.38 (--); 25 – (588) F<sub>5</sub>K.38 (--).

У нащадків від схрещування носія 1AL/1RS транслокації з сортами без житніх компонентів виявлено, що (577) F<sub>5</sub>K.35, (578) F<sub>5</sub>K.35, (579) F<sub>5</sub>K.35 мали розщеплення за геномом. Спостерігалася хромосомна перебудова в результаті перенесення житнього компонента (від Amigo) з геному А на геном В.

Загалом необхідно відмітити, що у ряду доборів різних комбінацій схрещування спостерігалася хромосомна перебудова через перенесення житнього компонента з геному А на геном В. Результати показують, що маркерні компоненти, які характеризують електрофоретичний спектр гліадинів пшениці Amigo, передаються нащадкам разом з рецесивним геном стійкості до борошнистої роси та іржі. Це є важливим та цінним у дослідженнях щодо стійкості до фітопатогенів, шкідників та абіотичних стресів.

У цілому отримані результати демонструють наявність стійких генотипів до рас іржі та борошнистої роси, які поширені в Україні та Європі. Проведений молекулярно-генетичний аналіз селекційного матеріалу вказує на присутність у деяких з них алелів генів стійкості до хвороб рослин і шкідників – переносників ряду вірусних хвороб. Успадковані гени стійкості у пшенично-житній 1AL/1RS транслокації присутні завдяки наявності житнього компонента хромосоми 1RS. Це вказує на цінність селекційного матеріалу та необхідність його залучення у селекційний процес при створенні нових сортів пшениці озимої. У разі виникнення загрози поширення високовірулентних штамів іржі та борошнистої роси в Україні можливі втрати врожаю будуть зведені до мінімуму, оскільки наявні сорти пшениці з цінної стійкістю до патогенних грибів. За результатом аналізу родоводів гібридного матеріалу визначено статистичні частки геноплазми різних генетичних компонентів та їхній вплив на формування адаптивних ознак. Особливістю досліджуваних гібридних комбінацій є наявність у

батьківських форм – Калинової, Крижинки, Миронівської 65, Золотоколосої, Веснянки і Смуглянки ПЖТ 1BL/1RS та 1AL/1RS, що суттєво збагачує їх потомства і поліпшує ряд адаптивних ознак.

За тривалістю вегетаційного періоду від повних сходів до повного колосіння досліджувані гібриди розподілились на дві групи – середньоранні (213-216 днів) та середньостиглі (вегетаційним періодом 217-220 днів) порівняно з сортом стандартом – Подолянка (220 днів). Загалом істотної відмінності між досліджуваними гібридними групами за довжиною вегетаційного періоду не виявлено.

За рівнем зимостійкості всі групи гібридних комбінацій поступалися сорту Подолянка, хоча і мали наближений до стандарту рівень показника (5,37-5,96 за 9-бальною шкалою).

У середньому для F<sub>4</sub> та F<sub>5</sub> за кількістю зерен з колосу вище середнього популяційного значення виділилися комбінації з 1AL/1RS транслокацією – Епоха одеська / Смуглянка, Смуглянка / Епоха одеська, Смуглянка / Розкішна, Вільшана / Золотоколоса, Веснянка / Василина; з 1BL/ 1RS – Ремеслівна / Крижинка, Розкішна / Крижинка; 1BL/1RS та 1AL/1RS – Миронівська 65 / Золотоколоса, Веснянка / Калинова; без інтрогресових компонентів – Ремеслівна / Миронівська ранньостигла, Епоха одеська / Ремеслівна, Епоха одеська / Розкішна.

За масою 1000 насінин для F<sub>4</sub> та F<sub>5</sub> вище середнього популяційного значення виділилися комбінації з 1AL/1RS транслокацією – Епоха одеська / Смуглянка, Смуглянка / Епоха одеська, Смуглянка / Розкішна, Розкішна / Смуглянка, Золотоколоса / Куяльник, Куяльник / Золотоколоса, Золотоколоса / Досконала, Досконала / Золотоколоса, Золотоколоса / Царівна, Астет / Золотоколоса, Овідій / Золотоколоса, Золотоколоса / Подолянка, Вільшана / Золотоколоса, Золотоколоса / Антонівка, Антонівка / Золотоколоса, Золотоколоса / Косоч, Косоч / Золотоколоса, Веснянка / Поліська 90, Поліська 90 / Веснянка, Веснянка / Василина, Василина / Веснянка; з 1BL/ 1RS – Крижинка / Епоха одеська, Крижинка / Розкішна, Епоха одеська /

Крижинка Розкішна / Крижинка; 1BL/1RS та 1AL/1RS – Крижинка / Смуглянка, Миронівська 65 / Золотоколоса, Веснянка / Калинова. Загалом відзначаємо, що в середньому за масою 1000 насінин виділилися комбінації, які створені за участі сортів-носіїв інтрогресованих компонентів, а особливої уваги заслуговують з 1AL/1RS транслокацією.

За масою зерен з колосу для F<sub>4</sub> та F<sub>5</sub> вище середнього популяційного значення виділилися комбінації з 1AL/1RS транслокацією – Епоха одеська / Смуглянка, Смуглянка / Миронівська ранньостигла, Смуглянка / Епоха одеська, Смуглянка / Розкішна, Куяльник / Золотоколоса, Золотоколоса / Досконала, Золотоколоса / Вільшана, Вільшана / Золотоколоса, Веснянка / Васирина, Васирина / Веснянка; з 1BL/ 1RS – Крижинка / Епоха одеська, Крижинка / Розкішна, Ремеслівна / Крижинка; 1BL/1RS та 1AL/1RS – Крижинка / Смуглянка, Миронівська 65 / Золотоколоса, Веснянка / Калинова, Калинова / Веснянка; без інтрогресованих компонентів – Епоха одеська / Ремеслівна, Епоха одеська / Розкішна, Ремеслівна / Миронівська ранньостигла, Розкішна / Миронівська ранньостигла.

Стійкість за трьома досліджуваними хворобами проявили такі комбінації: Епоха одеська / Смуглянка, Епоха одеська / Розкішна, Крижинка / Ремеслівна, Крижинка / Розкішна, Ремеслівна / Крижинка, Розкішна / Смуглянка, Розкішна / Крижинка, Розкішна / Ремеслівна, Розкішна / Миронівська ранньостигла, Смуглянка / Миронівська ранньостигла, Миронівська 65 / Золотоколоса, Золотоколоса / Куяльник, Золотоколоса / Досконала, Досконала / Золотоколоса, Астет / Золотоколоса, Золотоколоса / Овідій, Золотоколоса / Подолянка, Подолянка / Золотоколоса, Золотоколоса / Вільшана, Вільшана / Золотоколоса, Золотоколоса / Косоч, Веснянка / Поліська 90, Калинова / Веснянка, Веснянка / Васирина, Васирина / Веснянка.

Стійкість проти збудника септоріозу в більшості комбінацій контролюється кумулятивною взаємодією домінантних генів, що було виявлено у 46 % гібридів.

За результатами біохімічного аналізу проведено ідентифікацію житньої транслокації 1AL/1RS у селекційних ліній (F<sub>4</sub>-F<sub>5</sub>). Результати аналізу дають підстави виділити лінії з генами стійкості: *Gb2* – до біотипів В і С попелиці; *Cm3* – кліща *Aceria tosicheilla*; *Pm17* – борошнистої роси (збудник – *Erysiphe graminis*); *Sr1AR* – стеблової іржі (збудник – *Puccinia striiformis*). Успадковані гени стійкості в пшенично-житній 1AL/1RS транслокації присутні завдяки наявності житнього компонента хромосоми 1RS.

За спектром секалінів ідентифіковано житній компонент 1AL/1RS аналогічний транслокації сорту Amigo. Поява цього генетичного компонента у досліджуваних зразках, створених у СНАУ, свідчить про формування коадаптивних асоціацій генів з її участю.

Створено рекомбінантно-інбредні популяції F<sub>4</sub>-F<sub>5</sub> пшениці м'якої від схрещування форм з двома пшенично-житніми транслокаціями 1BL/1RS типу Кавказ і 1AL/1RS типу Amigo для одержання генотипів з рекомбінантним плечем 1RS з новими поєднаннями генів стійкості до збудників хвороб і шкідників.

Ідентифіковано 101 зразок з житньою транслокацією: 1AL/1RS – 61; 1BL/1RS – 38; 1AL/1RS+1BL/1RS – 2. Виявлено перебудову короткого плеча 1RS жита з 1А хромосоми на 1В. Це вказує на цінність селекційного матеріалу та необхідність його залучення у селекційний процес при створенні нових сортів пшениці озимої.

### **5.9. Оцінювання потомств гібридів пшениці м'якої озимої за фенотипом та добір перспективних ліній**

У 2019 році здійснено 665 доборів кращих колосів та виділено 160 кращих потомств (з доборів попередніх років), на основі яких закладено 825 ділянок селекційних номерів (F<sub>4</sub>-F<sub>6</sub>) пшениці м'якої озимої під урожай 2020 року. В лабораторних умовах за період з осені 2019 року до літа 2020 року ці номери досліджувалися на предмет наявності пшенично- житніх транслокацій. Серед них було ідентифіковано 73 номери з 1AL/1RS та 47 – з

1BL/1RS транслокаціями (це різні комбінації, різні покоління). Загалом це склало 120 номерів. Зокрема, в F<sub>4</sub> досліджено 492 номери, з них 51 мали 1AL/1RS транслокацію та 35 – 1BL/1RS, відповідно в F<sub>5</sub> – 86, 12 і 6 та F<sub>6</sub> – 87,10 і 6. Значна кількість потомств доборів ще залишалися гетерогенними. З ними необхідно продовжувати селекційну роботу шляхом проведення індивідуальних доборів.

Дотримуючись попередньо зазначених методик, було проведено дослідження цих селекційних номерів у вегетаційний сезон 2019-2020 р. В осінній період проведено фенологічні спостереження (початок та кінець сходів, кущення, припинення осінньої вегетації), оцінка сходів та оцінка посівів перед зимовим спокоєм. Зимовий період не мав критичних наслідків для життєздатності рослин і вони відновили весняну вегетацію у доброму стані. За весняно-літній період бідо виконано весь набір стандартних селекційних спостережень та обліків щодо росту й розвитку рослин, фенології, фітосанітарного стану, їхньої продуктивності.

Особливу увагу приділяли виявленню фенотипово однорідних потомств за морфологічними, агрономічними на селекційними знаками. Це необхідно для оцінки константності генотипів, яку повинні мати кожна лінія. Проведена селекційна робота також дозволила виділити перспективні лінії за господарськими цінними ознаками, де головними у наших дослідженнях були характеристики за стійкістю до хвороб. Оскільки зернову продуктивність (а ще більше урожайність) за один рік оцінити складно, то за основний критерій брали масу 1000 насінин, як один з генетично найбільш обумовлених і стабільних, порівняно з іншими елементами і загальним показником.

За результатами досліджень кращими виявилися 86 номерів з пшенично-житніми транслокаціями (табл.5.6). Ці номери отримали статус лінії з присвоєнням їм власної назви. Назву лінії складає її ботанічна різновидність (лютесценс, еритроспермум, інших серед виділених 86 не було) і номер, де перші 2 цифри (20) – це прив'язка до поточного року

реєстрації (наразі – 2020), а наступна (і) – порядковий номер у журналі реєстрації.

Таблиця 5.6 – Селекційна паспортизація ліній пшениці м'якої озимої Сумського національного аграрного університету

№ п/п	Селекційний номер добору, СНАУ – 2020	Назва лінії СНАУ, 2020 р.	Походження лінії		Ідентифіковано пшенично-житню транслокацію
			Материнська форма	Батьківська форма	
1	2	3	4	5	6
1	(81) F <sub>4</sub> K.7	Лют.201	Епоха одеська	Крижинка	1BL/1RS
2	(90) F <sub>4</sub> K.11	Лют.202	Крижинка	Смуглянка	1BL/1RS
3	(94) F <sub>4</sub> K.11	Лют.203	Крижинка	Смуглянка	1BL/1RS
4	(114) F <sub>4</sub> K.12	Лют.204	Крижинка	Ремеслівна	1BL/1RS
5	(121) F <sub>4</sub> K.13	Лют.205	Крижинка	Мир. ранньостигла	1BL/1RS
6	(138) F <sub>4</sub> K.15	Лют.206	Крижинка	Розкішна	1BL/1RS
7	(153) F <sub>4</sub> K.17	Лют.207	Ремеслівна	Смуглянка	1AL/1RS
8	(156) F <sub>4</sub> K.17	Ер.208	Ремеслівна	Смуглянка	1AL/1RS
9	(159) F <sub>4</sub> K.21	Ер.209	Розкішна	Смуглянка	1AL/1RS
10	(161) F <sub>4</sub> K.21	Ер.2010	Розкішна	Смуглянка	1AL/1RS
11	(168) F <sub>4</sub> K.22	Лют.2011	Розкішна	Крижинка	1BL/1RS
12	(177) F <sub>4</sub> K.26	Лют.2012	Смуглянка	Крижинка	1AL/1RS
13	(204) F <sub>4</sub> K.27	Ер.2013	Смуглянка	Ремеслівна	1AL/1RS
14	(208) F <sub>4</sub> K.28	Ер.2014	Смуглянка	Мир. ранньостигла	1AL/1RS
15	(210) F <sub>4</sub> K.28	Лют.2015	Смуглянка	Мир. ранньостигла	1AL/1RS
16	(211) F <sub>4</sub> K.28	Лют.2016	Смуглянка	Мир. ранньостигла	1AL/1RS
17	(215) F <sub>4</sub> K.29	Ер.2017	Смуглянка	Епоха одеська	1AL/1RS
18	(216) F <sub>4</sub> K.29	Ер.2018	Смуглянка	Епоха одеська	1AL/1RS
19	(217) F <sub>4</sub> K.29	Ер.2019	Смуглянка	Епоха одеська	1AL/1RS
20	(218) F <sub>4</sub> K.29	Ер.2020	Смуглянка	Епоха одеська	1AL/1RS
21	(219) F <sub>4</sub> K.29	Ер.2021	Смуглянка	Епоха одеська	1AL/1RS
22	(245) F <sub>4</sub> K.31	Ер.2022	Золотоколоса	Миронівська 65	1AL/1RS
23	(246) F <sub>4</sub> K.31	Ер.2023	Золотоколоса	Миронівська 65	1AL/1RS
24	(271) F <sub>4</sub> K.32	Лют.2024	Миронівська 65	Золотоколоса	1BL/1RS
25	(272) F <sub>4</sub> K.32	Лют.2025	Миронівська 65	Золотоколоса	1BL/1RS
26	(273) F <sub>4</sub> K.32	Лют.2026	Миронівська 65	Золотоколоса	1BL/1RS
27	(299) F <sub>4</sub> K.34	Ер.2027	Куяльник	Золотоколоса	1AL/1RS
28	(303) F <sub>4</sub> K.34	Ер.2028	Куяльник	Золотоколоса	1AL/1RS
29	(309) F <sub>4</sub> K.35	Ер.2029	Золотоколоса	Досконала	1AL/1RS
30	(337) F <sub>4</sub> K.39	Ер.2030	Золотоколоса	Астет	1AL/1RS
31	(339) F <sub>4</sub> K.39	Ер.2031	Золотоколоса	Астет	1AL/1RS
32	(340) F <sub>4</sub> K.39	Ер.2032	Золотоколоса	Астет	1AL/1RS
33	(347) F <sub>4</sub> K.40	Лют.2033	Астет	Золотоколоса	1AL/1RS
34	(349) F <sub>4</sub> K.41	Ер.2034	Золотоколоса	Овідій	1AL/1RS
35	(350) F <sub>4</sub> K.41	Лют.2035	Золотоколоса	Овідій	1AL/1RS
36	(351) F <sub>4</sub> K.41	Ер.2036	Золотоколоса	Овідій	1AL/1RS
37	(366) F <sub>4</sub> K.43	Ер.2037	Золотоколоса	Подолянка	1AL/1RS
38	(365) F <sub>4</sub> K.43	Ер.2038	Золотоколоса	Подолянка	1AL/1RS
39	(373) F <sub>4</sub> K.44	Ер.2039	Подолянка	Золотоколоса	1BL/1RS
40	(376) F <sub>4</sub> K.44	Ер.2040	Подолянка	Золотоколоса	1BL/1RS
41	(389) F <sub>4</sub> K.46	Лют.2041	Вільшана	Золотоколоса	1BL/1RS
42	(390) F <sub>4</sub> K.46	Лют.2042	Вільшана	Золотоколоса	1BL/1RS
43	(392) F <sub>4</sub> K.46	Ер.2043	Вільшана	Золотоколоса	1BL/1RS

Продовження таблиці 5.6

1	2	3	4	5	6
44	(393) F <sub>4</sub> K.46	Ер.2044	Вільшана	Золотоколоса	1AL/1RS
45	(411) F <sub>4</sub> K.48	Ер.2045	Антонівка	Золотоколоса	1AL/1RS
46	(422) F <sub>4</sub> K.50	Ер.2046	Косоч	Золотоколоса	1BL/1RS
47	(429) F <sub>4</sub> K.51	Ер.2047	Веснянка	Поліська 90	1AL/1RS
48	(431) F <sub>4</sub> K.51	Ер.2048	Веснянка	Поліська 90	1AL/1RS
49	(466) F <sub>4</sub> K.54	Лют.2049	Калинова	Веснянка	1BL/1RS
50	(468) F <sub>4</sub> K.54	Лют.2050	Калинова	Веснянка	1BL/1RS
51	(486) F <sub>4</sub> K.55	Лют.2051	Веснянка	Василина	1BL/1RS
52	(488) F <sub>4</sub> K.55	Ер.2052	Веснянка	Василина	1AL/1RS
53	(489) F <sub>4</sub> K.55	Ер.2053	Веснянка	Василина	1AL/1RS
54	(490) F <sub>4</sub> K.55	Ер.2054	Веснянка	Василина	1AL/1RS
55	(491) F <sub>4</sub> K.55	Ер.2055	Веснянка	Василина	1AL/1RS
56	(497) F <sub>4</sub> K.56	Ер.2056	Василина	Веснянка	1AL/1RS
57	(534) F <sub>3</sub> K.1	Ер.2057	Мир.ранньостигла	Смуглянка	1AL/1RS
58	(535) F <sub>3</sub> K.1	Ер.2058	Мир.ранньостигла	Смуглянка	1AL/1RS
59	(554) F <sub>3</sub> K.17	Лют.2059	Ремеслівна	Смуглянка	1AL/1RS
60	(563) F <sub>3</sub> K.27	Лют.2060	Смуглянка	Ремеслівна	1AL/1RS
61	(564) F <sub>3</sub> K.27	Лют.2061	Смуглянка	Ремеслівна	1AL/1RS
62	(565) F <sub>3</sub> K.28	Лют.2062	Смуглянка	Мир. ранньостигла	1AL/1RS
63	(577) F <sub>3</sub> K.35	Лют.2063	Золотоколоса	Досконала	1BL/1RS
64	(579) F <sub>3</sub> K.35	Лют.2064	Золотоколоса	Досконала	1BL/1RS
65	(591) F <sub>3</sub> K.41	Ер.2065	Золотоколоса	Овідій	1AL/1RS

Характеризуючи селекційну цінність створених нами 56 гібридних комбінацій, зазначимо, що в F<sub>4</sub> їхнє представництво скоротилося до 28 найменувань, в F<sub>5</sub> – до 10, а в F<sub>6</sub> – до 7. Загалом, наразі, не зареєстровано жодної лінії 25 комбінацій (К.2-5, 8-10, 14, 16, 18-20, 23-25, 30, 33, 36-38, 42, 45, 49, 52, 53). Проте, подальша робота з селекційними номерами, які представляють ці 25 комбінацій, особливо з гетерогенними потомствами, може стати ефективною для виділення конкурентоздатних ліній. Особливої уваги заслуговують потомства, у яких присутні одночасно обидві транслокації в одному генотипі – 1AL/1RS+1BL/1RS. Виявлено перебудову короткого плеча 1RS жита з 1А хромосоми на 1В, що також представляє селекційну цінність і у подальшому можуть бути виділені унікальні форми з транслокацією типу Amigo на 1В хромосомі.

У розрізі батьківських форм кращою комбінаційною здатністю характеризувалися: серед носіїв 1BL/1RS транслокації виділилися Крижинка (8 ліній зареєстровано) та Миронівська 65 (5 ліній); серед носіїв 1AL/1RS – Золотоколоса (36 ліній), Смуглянка (25) і Веснянка (18); без транслокацій –

Василина (12 ліній), Епоха одеська (9), Ремеслівна, Миронівська ранньостигла (по 7 ліній) та інші (5 і менше). Стосовно господарсько цінних ознак варто зауважити щодо великої індивідуальності кожної лінії, незалежно від батьківських форм.

Нами виділено 30 ліній, котрі переважали інші потомства індивідуальних доборів попередніх років з числа носіїв 1BL/1RS транслокації. Ці 30 ліній успішно конкурували зі своїми співродичами і характеризувалися кращими показниками за господарсько цінними ознаками (табл. 5.7). Особливий інтерес складають лінії Ер.2070 та Ер. 2071, які створені на основі гібридної комбінації Веснянка / Василина. Тут материнська форма є носієм 1AL/1RS. Проте, у цій комбінації виявлено перебудову короткого плеча 1RS жита з 1А хромосоми на 1В. Це нова якість як для самого житнього компонента, так і для генотипу загалом. Зокрема, цей житній компонент від Amigo забезпечує стійкість до найбільш шкодочинної раси Ug99 стеблової іржі. Вірогідно, що його присутність у першій хромосомі геному В також створюватиме ту саму якість, як і з геномом А. Варто зазначити, що житній компонент від Amigo має й інші генетичні чинники, які відрізняють його від житнього компонента німецького сорту Petkus. Ймовірно, ці лінії матимуть перевагу над іншими, що мають таку ж пшенично-житню транслокацію.

За висотою рослин варіювання у цих ліній складає від 72 см (Ер.2040) до 115 см (Лют.2042). Практично усі лінії проявили в умовах поточного року вищу за середнє значення резистентність до листових хвороб. Зокрема, за стійкістю до борошнистої роси переважна більшість ліній характеризувалися високою стійкістю (бал 8), а майже половина загального складу – як імунні. За резистентністю до бурої іржі половина зі складу ліній характеризувалися високою стійкістю. До септоріозу жодна з ліній не перевищувала середній показник ураження – 5 балів. За масою 1000 насінин варіювання складало від 32,4 г (Лют.2086) до 57,6 г (Лют.2024), але більшість ліній мали цей показник вищим за 40 г, з них чотири перевищували 50 г. Саме ці лінії з високими



показниками маси 1000 насінин матимуть високу конкурентну спроможність як кандидати в нові сорти.

Таблиця 5.7 – Характеристика ліній з 1BL/1RS транслокацією

№ п/п	Назва лінії СНАУ, 2020 р.	Висота рослин, см	Маса 1000 насінин, г	Стійкість до хвороб, бал		
				борошнеста роса	бура іржа	септоріоз
1	Лют.201	95	42,8	9	8	7
2	Лют.202	110	38,8	8	7	6
3	Лют.203	97	36,3	8	7	6
4	Лют.204	92	38,9	8	7	6
5	Лют.205	90	53,3	8	7	6
6	Лют.206	83	39,6	8	7	6
7	Лют.2011	98	42,0	9	8	7
8	Лют.2024	99	57,6	9	8	7
9	Лют.2025	99	41,2	9	8	7
10	Лют.2026	103	42,0	8	7	6
11	Ер.2039	101	39,6	8	7	6
12	Ер.2040	72	38,5	9	8	7
13	Лют.2041	102	34,4	9	8	7
14	Лют.2042	115	42,4	6	7	6
15	Ер.2043	94	42,0	9	8	7
16	Ер.2046	90	41,2	6	7	6
17	Лют.2049	107	42,0	8	7	6
18	Лют.2050	90	47,4	8	7	6
19	Лют.2051	82	50,2	8	7	6
20	Лют.2063	98	47,0	8	7	6
21	Лют.2064	105	40,8	6	6	6
22	Ер.2067	96	36,8	8	7	6
23	Ер.2070 / 1BL/1RS_Amigo	107	43,2	6	7	6
24	Ер.2071 / 1BL/1RS_Amigo	96	57,5	9	8	7
25	Ер.2078	114	41,2	9	8	7
26	Ер.2079	110	44,4	9	8	7
27	Ер.2080	110	47,1	8	8	7
28	Лют.2084	107	47,6	9	8	7
29	Лют.2085	103	45,3	9	8	7
30	Лют.2086	98	32,4	9	8	7

За участю пшенично-житнього компонента від сорту пшениці Amigo, який має фрагмент жита Insave з Аргентини, були створені сорти пшениці м'якої озимої в США та їхні похідні в інших країнах. Зокрема, декілька таких нащадків виведено й в Україні. Проте, всі ці українські сорти (Експромт, Колумбія, Смуглянка, Золотоколоса, Веснянка, Спасівка, Славна, Унікум, Сміла, Ясногірка) мають за походженням однойменну гібридну комбінацію і лише деяку генетичну дивергенцію, обумовлену мікромутаційною мінливістю. Тому сортовий склад з 1AL/1RS пшенично-житньою

транслокацією потребує генетичного урізноманітнення. Саме з цих міркувань деякі з них, як носії 1AL/1RS пшенично-житньої транслокації, були залучені до гібридизації з представниками іншої української геноплазми.

За результатами нашої селекційної роботи були створені нові генотипи з 1AL/1RS пшенично-житньою транслокацією. У гібридних комбінаціях за участю сорту Смоглянка в 2020 році з F<sub>4</sub> відселектували 14 ліній, F<sub>5</sub> – 6 та F<sub>6</sub> – 3 (всього – 23). На одну менше отримали з участю сорту Золотоколоса (F<sub>4</sub> – 16, F<sub>5</sub> та F<sub>6</sub> – по 3). За участі сорту Веснянка отримали 11 ліній: F<sub>4</sub> – 7, F<sub>5</sub> та F<sub>6</sub> – по 2. Всього отримали 56 ліній (табл.5.8), які були кращими серед інших номерів за селекційними та агрономічними ознаками.

Таблиця 5.8 – Характеристика ліній з 1AL/1RS транслокацією

№ п/п	Назва лінії СНАУ, 2020 р.	Висота рослин, см	Маса 1000 насінин, г	Стійкість до хвороб, бал		
				борошнеста роса	бура іржа	септоріоз
1	2	3	4	5	6	7
1	Лют.207	100	57,0	8	7	6
2	Ер.208	87	35,6	9	8	7
3	Ер.209	85	44,8	9	8	7
4	Ер.2010	86	42,4	8	7	6
5	Лют.2012	101	37,8	9	8	7
6	Ер.2013	70	31,4	9	8	7
7	Ер.2014	80	30,8	8	7	6
8	Лют.2015	93	41,6	9	8	7
9	Лют.2016	85	40,0	9	8	7
10	Ер.2017	101	43,6	7	7	6
11	Ер.2018	95	41,2	8	7	7
12	Ер.2019	109	47,6	7	7	6
13	Ер.2020	90	45,6	6	7	6
14	Ер.2021	76	41,2	8	7	7
15	Ер.2022	87	44,4	8	7	7
16	Ер.2023	95	57,3	8	7	7
17	Ер.2027	95	40,8	9	8	7
18	Ер.2028	87	41,6	9	8	7
19	Ер.2029	79	41,6	8	7	7
20	Ер.2030	91	50,8	6	7	6
21	Ер.2031	99	41,6	7	7	6
22	Ер.2032	80	44,8	6	7	6
23	Лют.2033	107	42,8	9	8	7
24	Ер.2034	82	43,2	8	7	7
25	Лют.2035	83	37,9	6	7	6
26	Ер.2036	86	44,0	9	8	7
27	Ер.2037	79	43,2	9	8	7
28	Ер.2038	88	32,5	8	7	7
29	Ер.2044	109	43,2	9	7	7
30	Ер.2045	90	41,6	7	7	6
31	Ер.2047	92	36,9	9	8	7

Продовження таблиці 5.8

1	2	3	4	5	6	7
32	Ер.2048	99	42,8	7	7	6
33	Ер.2052	82	46,0	9	8	7
34	Ер.2053	83	44,0	8	7	7
35	Ер.2054	96	45,6	9	8	7
36	Ер.2055	99	48,8	8	7	7
37	Ер.2056	100	46,8	9	7	7
38	Ер.2057	86	40,4	8	7	7
39	Ер.2058	81	40,0	6	7	6
40	Лют.2059	74	35,9	7	7	6
41	Лют.2060	108	40,0	8	7	6
42	Лют.2061	111	43,6	8	7	6
43	Лют.2062	79	38,4	9	7	6
44	Ер.2065	109	43,6	6	7	6
45	Ер.2066	107	53,1	9	8	7
46	Ер.2068	90	32,8	7	7	7
47	Ер.2069	107	49,8	8	7	7
48	Ер.2072	94	36,4	8	7	7
49	Лют.2073	127	50,5	9	7	7
50	Лют.2074	93	42,8	6	7	6
51	Лют.2075	92	42,4	8	7	6
52	Лют.2076	82	40,4	9	7	6
53	Ер.2077	102	39,6	8	7	7
54	Ер.2081	94	35,4	8	7	7
55	Лют.2082	94	34,8	8	7	7
56	Лют.2083	95	36,4	8	7	7

Кращими компонентами у схрещуванні з носіями цієї транслокації виявилися: Епоха одеська (створено 8 ліній), Васирина та Миронівська ранньостигла (по 6), Астет, Поліська 90 та Овідій (по 5), інші – це ще 7 сортів – представлені у від 4 до 1 лінії. Варто зазначити, що залучені нами у схрещування носії 1AL/1RS пшенично-житньої транслокації відносяться до ботанічної різновидності еритроспермум. Більшість створених ліній (40) також належить до неї. За ботанічною різновидністю лютесценс виділено значно менше – лише 16 ліній, незважаючи те, що є домінантною.

У створених нами ліній з 1AL/1RS пшенично-житньою транслокацією варіювання висоти рослин складало від 70 см (Ер.2013) – до 127 см (Лют.2073). При цьому 23 лінії характеризуються за цією ознакою з показниками нижче 90 см. Практично усі лінії проявили в умовах поточного року вищу за середнє значення резистентність до листових хвороб. Зокрема, за стійкістю до борошнистої роси 22 лінії характеризувалися високою стійкістю (бал 8) та ще 20 до загального складу – як імунні. За

резистентністю до бурої іржі 15 зі складу ліній характеризувалися високою стійкістю. До септоріозу жодна з ліній не перевищувала середній показник ураження – 5 балів. За масою 1000 насінин варіювання складало від 30,8 г (Ер.2014) до 57,3 г (Ер.2023). При цьому більшість ліній (41) мали цей показник вищим за 40 г, з них чотири перевищували 50 г. Наявність таких ліній з високими показниками маси 1000 насінин засвідчує високу конкурентну спроможність кандидатів у нові сорти.

Таким чином, створено нові генотипи з пшенично-житніми транслокаціями. Кращі лінії передано до Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН України (в кількості 35 найменувань), Миронівського інституту пшениці імені В.М. Ремесла НААН України (36) та Селекційно-генетичного інституту – Національного центру насіннєзнавства та сортовивчення (35) для використання в селекційній роботі.

## ЗАКЛЮЧЕННЯ

Наразі важливе місце серед сільськогосподарських наукових розробок займає селекція на стійкість. Стійкі сорти є важливим фактором у програмі інтегрованого захисту культур від патогенів. На цей час селекція пшениці м'якої знаходиться на такому етапі розвитку, коли потенціал врожайності сучасних сортів досяг високого рівня і його реалізація багато в чому залежить від стійкості до несприятливих абіотичних і біотичних чинників зовнішнього довкілля. Вирішити цю проблему можна шляхом створення сортів, що поєднують у собі генетичні структури високої продуктивності з системами, що забезпечують мінімізацію втрат урожаю від впливу негативних чинників [8]. Вирощування таких сортів попереджає не тільки недобір урожаю від втрат, а й значно знижує накопичення інфекції.

Неконтрольоване застосування пестицидів викликає занепокоєння світової громади. У зв'язку з цим створення і впровадження генетично захищених від хвороб і шкідників сортів і гібридів сільськогосподарських культур набуває особливої актуальності і значимості. Це один з найважливіших шляхів людства бути незалежними від пестицидів [1, 7].

У цій роботі нами узагальнено наукові дослідження щодо методів створення інфекційних фонів, розглянуто питання хвороб рослин пшениці, таких як борошниста роса, бура іржа та септоріоз, а також снігова плісень та кореневі гнилі. Визначені кращі методики та шкали для виявлення стійкості рослин пшениці до вище зазначених хвороб. Наведені теоретичні та практичні аспекти ПЛР. Розглянуті методи ідентифікації інтрогресованих включень у геномі пшениці. Теоретично узагальнено особливості статистичного аналізу диференціації зразків польових культур. Визначено генетичні фактори стійкості пшениці до хвороб. Представлено результати власних досліджень щодо створення ліній пшениці м'якої озимої з груповою стійкістю, а також до окремих листових хвороб. Створені лінії є цінним вихідним матеріалом для виведення нових сортів пшениці м'якої озимої.

Видання рекомендовано аспірантам та співробітникам науково-дослідних установ, викладачам та студентам вищих навчальних закладів професійного напрямку.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Шпаар Д. Зерновые культуры : выращивание, уборка, хранение и использование. К. : Зерно, 2012. 704 с.
2. Кириленко В. В. Методи створення вихідного матеріалу пшениці озимої, стійкого до несприятливих чинників довкілля Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття ступеня доктора с.-г. наук : спец. 06.01.05 «Селекція і насінництво». Дніпро, 2016. 25 с.
3. Помазков Ю. И. Иммунитет растений к болезням и вредителям: учебное пособие. М. : Изд-во УДН. 1990. 80 с.
4. Федотова Т. И., Шопина В. Современные аспекты проблемы иммуни-тета растений к болезням: обзорная информация. М. ВНИИТЭИСХ, 1974. 86.
5. Sanin S., Disease L. N., Ibragimov T. Z. [etal.] Nazarova epidemiology on cereal crops in the European region of Russia. *Phytopathology*. 2006. Vol. 96. S. 102.
6. Bockus W. W., Appel J. A., Bowden R. L. [etal.] Success Stories: Breeding for Wheat Disease Resistance in Kansas. *Plant Dis*. 2001. Vol. 85. P. 453-461.
7. Бабушкіна Т. В. Селекційна цінність зразків генофонду пшениці м'якої ярої за комплексною стійкістю до хвороб і шкідників : автореф. дис. на здобуття ступеня кандидата с.-г. наук : спец. 06.01.05 «Селекція і насінництво». Харків, 2015. 20 с.
8. Топал М. М. Селекційна цінність генотипів пшениці м'якої озимої із пшенично-житніми транслокаціями 1BL/1RS, 1AL/1RS в умовах півдня України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня кандидата с.-г. наук: спец. 06.01.05 «Селекція і насінництво». Одеса, 2015. 20 с.
9. Feldman M., Sears R. G. The wild gene resources of wheat. *Sci. Amer*, 1981. V. 244. (1). P. 98-107.

10. Hope H.J., Comea A., Hasty P. Ice encasement tolerance of prairienland ryegrass, orbit tall wheat grass and puma rye grown under controlled environments. *Cereal Res. Communic. Szegtd*, 1984. V. 12.(1/2). P. 101-103.
11. Kimber G. Evolutionary relationships and their influence on plant breeding. *Gene manipulation in plant improvement. 16th Stadler Genetics Symp*, 1984. P. 281-293.
12. Вавилов Н. И. Теоретические основы селекции растений. М.: 1935. Т. 1. С. 893-990.
13. Чикида Н. Н. Состояние генофонда рода *Aegilops* L. и его потенциал для интрогрессии в пшеницу. Генетические ресурсы культурных растений. Проблемы мобилизации, инвентаризации, сохранения и изучения генофонда важнейших сельскохозяйственных культур для решения приоритетных задач селекции: труды Межд. научно-практич. конф. СПб, 2001. С. 183-185.
14. Fedak G. Alienspecies as a sources of physiological trait for wheat improvement. *Euphytica*. 1985. V. 105. P. 673-680. doi: 10.1007/bf00035403
15. Shepherd K. W., Islam A. K. Fourth compendium of wheat-alien chromosome lines. *Proc. 7th Int. Wheat Genet. Symp* 1988. P. 1373-1381.
16. Zeller F. J., Hsam S. L. Broadening the genetic variability of cultivated wheat by utilizingrye chromatin. *Proc. 6th int. Wheat. Genet. Sump.*; S. Sacamoto (Ed). Kyoto, Japan. 1983. P. 161-173.
17. Jiang J., Friebe B., Gill B. S. Recent advances in alien gene transfer in wheat. *Euphytica*, 1994. V 73. P.199-212. doi: 10.1007/bf00036700
18. Knott D. R. Transferring alien genes to wheat. *Wheat and wheat improvement. Secondedition*, 1987. P. 462-471.
19. Nevo E. Genetic resourses of wild *Triticum diccoides* for wheat improvement: news and views. *Proceedings of the 9th Internat. Wheat Genetics Sympos*,1993. V.I. P. 79-88.
20. Трибель С. О., Гетьман М. В., Стригун О. О., Ковалишена Г. М., Андрищенко А. В. Методиологія оцінювання стійкості сортів пшениці проти

шкідників і збудників хвороб. / за редакцією С. О. Трибеля. К.: Колобіг, 2010. 392.

21. Голубев А. А. Проблемы селекции устойчивых к болезням сортов зернобобовых культур : обзорная информация. М.: ВНИИТЭИсельхоз, 1977. 54 с.

22. Петренко В. П., Боровська І. Ю., Лучна І. С., Сокол Т. В., Ниска І. М., Кучеренко Є. Ю., Компанець К. В. Методологія виділення форм польових культур за стійкістю до комплексу біо- та абіотичних чинників. НААН, Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва. Х.: ФОП Бровін О. В., 2018. 242 с.

23. Осьмачко О. М. Селекція на стійкість проти хвороб пшениці м'якої озимої за участі пшенично-житніх транслокацій. дис. на здобуття ступеня кандидата с.-г. наук : спец. 06.01.05 «Селекція і насінництво». Суми, 2018. 226 с.

24. Бабаянц Л., Мештерхази А., Бехтер Ф. Методы селекции и оценки устойчивости пшеницы и ячменя к болезням в странах членах СЭВ. Прага, 1988. 321 с.

25. Ван дер Планк Я. Е. Устойчивость растений к болезням : пер. с английского. / под ред. К. М. Степанова. М. : Колос, 1972. 254 с.

26. Гешеле Э. Э. Основы фитопатологической оценки в селекции растений. М., 1978. 208 с.

27. Билай В. И., Гвоздяк Р. И., Скрипаль И. Г. и др. Микроорганизмы – возбудители болезней растений. / под ред. В. И. Билай. К.: Наукова думка. 1988. 552с.

28. Євтушенко М. Д., Лісовий М. П., Пантелєєв В. К., Слюсаренко О. М. Імунітет рослин. К. : Колбіг, 2004. 303 с.

29. Бабаянц Л. Т. и др. Методы селекции и оценки устойчивости пшеницы и ячменя в странах членах СЭВ. Прага, 1988. С. 125-295.

30. Михайлова Л. А. Генетика взаимоотношений возбудителя бурой ржавчины и пшеницы. СПб., ВИЗР, 2006. 80с.



31. Mains E. B., Jackson H. S. Physiologic specialization in leaf rust of wheat, *Puccinia triticiana* Erikss. Phytopathology. 1926. Т.16. P.89-120.
32. Гешеле Э. Э. Методическое руководство по фитопатологической оценке зерновых культур. Одеса, 1971. С. 100-112.
33. Методы экспериментальной микологии (справочник) ; под. ред. В. И. Билай. К.: Наукова думка, 1982. 550 с.
34. Пидопличко Н. М. Грибы – паразиты культурных растений. Пикнидиальные грибы: определитель. К. : Наукова думка, 1978. 232 с.
35. James W. C. Importance of foliar diseases on winter wheat in Ontario in 1969 and 1970. Canadian Plant Disease Survey. 1971. 51. P. 24-31.
36. Коршунова А. Ф., Чумакова Е., Щекочихина Р. И. Защита пшеницы от корневых гнилей. Ленинград : Колос, 1966. 95с.
37. Новохатка В. Г. Создание исходного материала для селекции озимой пшеницы, устойчивого к мучнистой росе *Erysiphe graminis* Dc. F. Sp. *Tritici* Magchal.) // Сб. н.тр. МИП. 1983. Вып. 9. С. 116-126.
38. Борошнеста роса (пшениця, жито, ячмінь, овес. URL: <https://superagronom.com/hvorobi-grib/boroshnista-rosa-pshenitsya-jito-yachmin-oves-id16292>
39. Кривченко В. И. Изучение устойчивости злаковых культур к мучнистой росе. Методические указания. Л., 1980. 78с.
40. Неклеса Н. П., Быстрицкая В.Н., Срижекозин Ю. А. и др. Прогноз сроков появления мучнистой росы, ее вредоносности и защита озимой пшеницы от болезней : рекомендации. М., 1990. 23 с.
41. Марков І. Л. Практикум із сільськогосподарської фітопатології : навчальний посібник. К.: ННЦ "ІАЕ", 2012. 528 с.
42. Трибель С. О. Стійкі сорти. Радикальне розв'язання проблеми зменшення втрат урожаїв від шкідливих організмів. Карантин і захист рослин. 2004, № 6. С. 6-7.

43. Кириченко В. В., Петренкова В. П., Черняєва І. М. та інші. Основи селекції польових культур на стійкість до шкідливих організмів : навч. посібник. Х. : Ін.-т. рослинництва ім. В. Я. Юр'єва, 2012. 320 с.

44. Марков І. Л., Башта О. В., Гентош Д. Т., Глим'язний В. А., Дерменко О. П., Черненко Є. П. Фітопатологія : підручник. К. : Ліра-К, 2017. 548 с.

45. Іржа бура листкова пшениці. URL: <https://www.google.com/search?Source=univ&tbm=isch&q=бура+листова+іржа+пшениці+фото>

46. Walther H. Septoria Resistenz – als quantitative und stadienbedingte Resistenz. Slechteni pšenice na odolnost proti chorobam: sbornic referatu s poradý o slechteni pšenice na rezistenci proti chorobam, konane ve Srupicich ve dnech 14-16. 3. 1988 v ramci tristzanne spoluprace ve slechteni pšenice, NDR-PLR-CSSR-Stupice. 1989. P. 71-98.

47. Марков І. Л. Практикум із сільськогосподарської фітопатології. К. : Урожай, 1998. 272 с.

48. Септоріоз пшениці. URL: [https://www.google.com/search?q=+Септоріоз+пшениці+фото&tbm=isch&ved=2ahUKEwiIuoeEz\\_zrAhUJiIsKHbuyDgwQ2cSegQIABAA&oq=+Септоріоз](https://www.google.com/search?q=+Септоріоз+пшениці+фото&tbm=isch&ved=2ahUKEwiIuoeEz_zrAhUJiIsKHbuyDgwQ2cSegQIABAA&oq=+Септоріоз)

49. Тарр С. Основы патологии растений. М. : Мир, 1975. 587 с.

50. Пересыпкин В. Ф., Кирик Н. Н., Лесовой М. П. [и др]. Болезни сельскохозяйственных культур. К. : Урожай, 1990. Т. 1. 213 с.

51. Thomas M. R., Cook R. J., King J. E. Factors affecting development of Septjria tritici in winter wheat and its effect on yield Plant Pathol. 1989. Vol. 38. P. 246-257.

52. Снігова пліснява (зернові культури). URL: <https://www.google.com/search?q=%D0%A1%D0%BD%D1%96%>

53. Методика проведення фітопатологічних досліджень за штучного зараження рослин /за ред. С. Мельник. Український інститут експертизи сортів рослин, 2016. С. 18-39.

54. Гельмінтоспоріозна коренева гниль. URL: [https://www.google.com/search?ei=HgtqX6W\\_F8SWjgakjJuoCw&q=Гельмінтоспоріозна+коренева+гниль+пшениці+фото&oq](https://www.google.com/search?ei=HgtqX6W_F8SWjgakjJuoCw&q=Гельмінтоспоріозна+коренева+гниль+пшениці+фото&oq)

55. Фузаріозна коренева гниль пшениці. URL: <https://www.google.com/search?source=univ&tbm=isch&q>

56. Офібольозна коренева гниль. URL: <https://www.google.com/search?source=univ&tbm=isch&q>

57. Церкоспорельозна прикоренева гниль пшениці. <https://www.google.com/search?q=Церкоспорельозна+прикоренева+гниль+пшениці+фото&oq>

58. Селянинов Г. Т. Методика сельскохозяйственной характеристики климата. Мировой агроклиматический справочник. Л.-М., 1937. С. 5-29.

59. Чумаков А. Е., Минкевич И. И., Власов Ю. И., Гаврилова Е. А. Основные методы фитопатологических исследований. / под. ред. А. Е. Чумакова. М. : Колос, 1974. 189 с.

60. Гешеле Э. Э. Основы фитопатологической оценки в селекции растений. М., 1978. С. 109-110.

61. Чумаков А. Е., Захарова Т. И. Вредоносность болезней сельскохозяйственных культур. М.: Агропромиздат, 1990. 128 с.

62. Лакин Г. Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1990. 352.

63. Griffing V. Analysis of quantitative gene-action by constant parent regression and related techniques. Genetics. 1950. Vol 35. P. 303-321.

64. Beil G. M., Atkins R. E. Inheritance of quantitative characters in grain sorghum. Jowa J Sci. 1965. Vol. 39, No. 3. P. 345-348.

65. Matzinger D. F., Mannand T. J., Cockerham, C. C. Diallel crossin *Nicotiana tabacum*. Crop Sciecnec. 1962. 2. P. 238-286.

66. Fonseca S., Patterson F. L. Hybrid vigor in a seven parent dillel cross in common winder wheat (*Triticum aestivum* L.). Grop Science. 1968. Vol. 8 (1). P. 85-88.

67. Драгович А. Ю. Закономерности биоразнообразия вида мягкой пшеницы *Triticumaestivum* L. по генам запасных белков: автореферат

диссертации д-ра биологических наук: спец. 3.00.15 «Биология». М., 2008. 41 с.

68. Мережко А. Ф. Роль генетических ресурсов в современной селекции растений. Генетические ресурсы культурных растений: проблемы мобилизации, инвентар., сохран. и изучения генофонда важнейших с.-х. культур для решения приоритетных задач селекции; Тез. докл. Международ. науч.-практ. конф. (Санкт-Петербург, 13-16 ноября 2001 г.). СПб.: ВИР, 2001. С. 353-355.

69. Беспалова Л. А., Колесников Ф. А., Букреева Г. И. Экологические и генетические аспекты селекции озимой мягкой пшеницы на качество зерна. Вестник Орёл ГАУ. 2006. №2-3. С.21-23.

70. Мощний І. І., Нарган Т. П., Єриняк М. І. Залучення інтрогресивних ліній для селекції пшениці м'якої озимої. Вісник Харківського національного аграрного університету. Харків, 2014. Вип. 1. С. 79-90.

71. Лифенко С. П. Селекція і генетика в Україні на межі тисячоліть. К.: Логос, 2001. Т2. С. 319-336.

72. Fribe B., Raupp W. S., Gill B. S. Alien genes in wheat improvement. Wheat in a Global Environment 6<sup>th</sup> Intern. Wheat Conference, 5-9 June, Budapest, Hungary. Kluwer Academic Publishers, 2001. P. 709-720.

73. Рабинович С. В., Raupp W. J., Маркова Т. Ю., [и др.] Интрогрессивные линии пшеницы с генами устойчивости к болезням и вредителям, созданные в Центре генетических ресурсов пшеницы США. Генетические ресурсы культурных растений. Пробл. мобил., инвентар.: Тез. докл. Междунар. науч. - практ. конф., Санкт-Петербург, 13-16 ноября 2001 г. Спб. : ВИР, 2001. С. 387-390.

74. Sears E. R. Chromosome engineering in wheat. Stadler Symp., Univ. Of Missoure, Columbia, USA. 1972. V. 4. P. 23-28.

75. Knott D. R. Transferring alien genes. Wheat and wheat improvement. Second edition. 1987. P. 462-471.

76. Feldman M. Cytogenetic and molecular approaches to alien gene transfer in wheat. *Proc 7<sup>th</sup> Int. Wheat Genet. Symp.* 1988. V.1. P. 23-32.

77. Власенко В. А., Колючий В. Т., Чебаков М. П. [та інші]. Використання генетичних компонентів жита в селекції миронівських сортів озимої м'якої пшениці. *Зб. наук. пр. Уманського держ. ун.-ту / Редкол. : П. Г. Копитко (відп. ред.) та ін. Умань, 2005. Вип. 60. 54-63.*

78. Рыбалкин П. Н. Развитие идей хлебного батки. Пшеница и трикале : мат. науч.-практ. конф. «Зелёная революция П. П. Лукьяненко». Краснодар: Сов. Кубань, 2001. С. 6-13.

79. Karki D., Wyant W., Berzonsky W. A., Glover K. D. Investigating Physiological and Morphological Mechanisms of Drought Tolerance in Wheat (*Triticum aestivum* L.) Lines with 1RS Translocation. *American Journal of Plant Sciences.* 2014. V.5. P. 1936-1944.

80. Kumlay A. M., Baenziger P. S., Gill R. S., [etal.] Understanding the Effect of Rye Chromatin in Bread Wheat. *Crop Sci.* 2003. V. 43. P. 1643-1651.

81. Kim W., Jonson P. S., Baenziger P. S. [et al.] Agronomic effect of wheat-rye translocation carrying rye chromatin (1R) from different sources. *Crop Sci.* 2004. V.44. P. 1254-1258.

82. Hoffmann B. Alteration of drought tolerance of winter wheat caused by translocation of rye chromosome segment 1R. *Cereal Res. Commun.* 2008. V. 36. P. 269-278.

83. Zhou Y., He Z. H., Sui X. X., [et al.] Genetic improvement of grain yield and associated traits in the Northern China winter wheat region from 1960 to 2000. *Crop Sci.* 2007. V.47. P. 245-253.

84. Rabinovich S. V. Importance of wheat-rye translocations for breeding modern cultivars of *Triticum aestivum* L. *Euphytica*, 1998. Vol. 100. P. 323-340.

85. Собко Т. О., Попереля Ф. О. Частота, з якою зустрічаються алелі гліадинкодуєчих локусів у сортів м'якої озимої пшениці. *Вісник с.-г. науки. К., 1986. № 5. С. 84-87.*

86. Власенко В. А. Створення вихідного матеріалу для адаптивної селекції і виведення високопродуктивних сортів пшениці в умовах Лісостепу України: дисертація на здобуття наук. ступеня доктора с.-г. наук : спец. 06.01.05 «Селекція рослин». Одеса, 2008. 419с.

87. Власенко В. А., Колючий В. Т., Борсук Г. Ю., Животков Л. О. Селекційна-генетична характеристика миронівських сортів озимої пшениці. Вісник аграрної науки. Спецвипуск : Стан і перспективи селекції. 2000. № 12. С. 27-28.

88. Shlegel R. Current list of wheats with rye and alien introgression. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.desicca.de>.

89. Белан И. А., Россеева Л. П., Трубачеева Н. В., и др. Особенности хозяйственно ценных признаков линий сорта яровой мягкой пшеницы Омская 37, несущих пшенично-ржаную транслокацию 1RS / 1BL. Вестник ВОГиС. 2010. Том 14, № 4. С. 632-640.

90. Литвиненко Н. А., Максимов Н. Г. Генетические и селекционные аспекты использования озимых гексаплоидных тритикале в селекции озимой мягкой пшеницы. Селекція і насінництво. 2008. Вип. 96. С. 15-33.

91. Zeller F. J., Hsam S. K., Broadening L. the genetic variability of cultivated wheat by utilizing rye chromatin. 1984. P. 161-173.

92. Graybosch R. A. Uneasy unions: Quality effects of rye chromatin transfers to wheat. J. Cereal Sci. 2001. V.33. P. 3-16.

93. Собко Т. А., Хохлов А. Н. Изучение селекционной ценности пшенично-ржаной транслокации 1AL/1RS сорта озимой мягкой пшеницы Amigo. Агробиотехнологии растений и животных: Тез. докл. Международ. конф. К., 1997. С. 71-72.

94. Шулындин А. Ф. Некоторые закономерности расщепления отдалённых гибридов. Докл. ВАСХНИЛ. 1972, №3. С. 56-58.

95. Сулима Ю. Г. Тритикале: Достижения, проблемы, перспективы. Кишинёв, 1976. 200 с.

96. Ригин Б. В., И. Н. Орлова. Пшенично-ржаные амфидиплоиды. М.: Колос, 1977. С. 221.
97. Quan Tan Fei, Lan Fu Shu, Xiang Tang Zong [et al.] Genetic variation of 1RS arm between sibling wheat lines containing 1BL.1RS translocation. African Journal of Plant Breeding. 2013. Vol. 1 (6). P. 98-102.
98. Zhao C., Cui F., Wang X. [etal.] Effectsof 1BL/1RS translocation in wheat on agronomic performance and quality characteristics. Field Crops Research. 2012. V. 127. P. 79-84.
99. Villareal R. L., Rajaram S., Mujeeb-Kazi A., and Toro del E. The effect of chromosome 1RS·1BL translocation on the yield potential of certain spring wheat (*Triticum turgidum* L.) Plant Breed. 1991. V. 106.P. 77-81.
100. Owuochi J. O., Sears R. G., Brown-Guedira G. L., Gill B. S., Fritz A. K. Heterotic effects of wheat-rye chromosomal translocations on agronomic traits of hybrid wheat (*Triticum aestivum* L.) under an adequate moisture regime. Euphytica. 2003. V. 132, №.1. P. 67-77.
101. Власенко В. А., Молоцький М. Я. Віддалена гібридизація в селекції на підвищення адаптивного потенціалу пшениці. Вісник Білоцерківського державного аграрного університету. 2009. Вип. 59. С.42-47.
102. Zeller F., Gunzel G., Fischbeek G., Gersternkon P., Weipert D. Veränderung der Backeigenschaften der Weizen-Roggen Chromosomen-Translocation 1B/1R Getreide Mchl. Brot. 1982. Vol.36. P. 141-143.
103. Козуб Н. А., Созинов И. А., Собко Т. А. и другие. Ржаные транслокации у некоторых сортов озимой мягкой пшеницы. Сельскохозяйственная биология. 2012. №. 3. С. 68-74.
104. Lukaszewski A. J. Manipulationofthe 1RS. 1BL translocation in wheat by induced homoeologous recombination. Crop Science. 2000. V. 40, №. 1. P. 216-225.
105. Рибалка О. І., Моргун В. В., Починок В. М. Центрична житньо-пшенична хромосомна транслокація 1RSm.1BL: генетична модифікація для

використання в селекції на якість борошна. Физиология и биохимия культурных растений. 2011. Т. 43, № 5. С. 371-377.

106. Козуб Н. О., Созінов І. О., Колючий В. Т., Власенко В. А. [та інші] Ідентифікація 1AL/1RS транслокації у сортів м'якої пшениці української селекції. Цитология и генетика. К., 2005. Т. 39, № 4. С. 20-24.

107. Бакуменко О.М., Осьмачко О.М., Власенко В.А. Комбінаційна здатність сортів пшениці озимої Крижинка та Смуглянка: монографія. Суми: Мрія-1, 2019. 196 с.

108. Козуб Н. А., Созинов И. А., Собко Т. А., Дедкова О. С., Бадаева Е. Д. Идентификация ржаных транслокаций у сортов озимой мягкой пшеницы Богданка и Синтетик. Научные ведомости. Белгород, 2010. Т. 15, №2. С. 47-54.

109. Молоцький М. Я, Васильківський С. П., Князюк. В. І, Власенко В.А. Селекція і насінництво сільськогосподарських рослин : підручник. К.: Вища освіта, 2006. 463 с.

110. Рябчун В. К. Персональне повідомлення для В. А. Власенка. 2015. 1 с.

111. Рокицкий П. Ф. Биологическая статистика. М. : Высшая школа, 1973. 320 с.

112. Одинцова И. Г., Смирнова Л. А., Михайлова Л. А., и др. Идентификация генов устойчивости пшеницы к ржавчинным заболеваниям : методические указания / под редакцией В. И. Кривченко. Л. : ВИР, 1986. 35 с.

113. Авдеев Ю. И. Генетический анализ растений : монография. Астрахань : Издательский дом «Астраханский университет», 2004. 378 с.

114. Корсаков Н. И., Ригин Б. В. Генетический анализ качественных признаков растений : методические указания. Л., 1980. 30 с.

115. Осьмачко О. М., Власенко В. А. Закономірності успадкування стійкості проти збудника борошнистої роси в F<sub>2</sub> та F<sub>3</sub> пшениці м'якої озимої, створених за участі сортів з пшенично-житніми транслокаціями. Сумського



національного аграрного університету : науковий журнал. Суми, 2017 р. Вип. 2 (33). С. 145-151.

116. Осьмачко О. М., Власенко В. А. Особливості генетичної детермінації імунітету проти бурої іржі в F<sub>2</sub> пшениці м'якої озимої. Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур: матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів(с. Центральне, 21 квітня 2017 р.). Центральне, 2017. С. 95-96.

117. Осьмачко О. М., Власенко В. А. Особливості успадкування стійкості проти збудника септоріозу в комбінаціях F<sub>2</sub> пшениці м'якої озимої, створених за участі сортів з пшенично-житніми транслокаціями. Матеріали науково-практичної конференції викладачів, аспірантів та студентів Сумського НАУ (м. Суми, 19-21 квітня 2017 р.). Суми, 2017. С. 206.

118. Knott D. R. Transferring alien genes to wheat. Wheat and wheat improvement. Second edition. 1987. P. 462-471.

119. Nevo E. Genetic resources of wild *Triticum dicoides* for wheat improvement: news and views. Proceedings of the 9th Intemat. Wheat Genetics Sympos. 1993. V.I. P. 79-88.

120. Riley R., Chapman V. The production and phenotypes of wheat-rye chromosome addition lines. Heredity. 1958. V.12. P.301-315.

121. Zeller F. J., Hsam. S. K. L. Broadening the genetic variability of cultivated wheat by utilizing rye chromatin, 1984 p. 161-173. In S. Sakamoto (ed.) Proc. Int. Wheat Genet. Symp., 6<sup>th</sup>. Kyoto, Japan. 28 Nov.3 Dec. 1983. Plant Germplasm Inst., Kyoto Univ., Kyoto, Japan.

122. Лапочкина И. Ф., Власова Е. В., Ячевская Г. Л. Реконструкция генома мягкой пшеницы с использованием вида *Aegilops speltoides* Tausch. Тезисы 11-ой конференции Европейского общества по анеуплоидам пшеницы, посвященной памяти О. И. Майстренко. Новосибирск, 2000. С43.

123. Riley R., Law C. N. Chromosome manipulation in plant breeding: progress and prospects. Proceedings 16<sup>th</sup> Stadler Genet. Sympos. New York, London. 1984. P. 301-322.

124. Конарев В. Г. Белки растений как генетические маркеры. М.: Колос. 1983. 320 с.
125. Мощный И. И., Файт В. И., Благодарова Е. М. Идентификация и характеристика 1R(1B) замещенных линий мягкой пшеницы. Цитология и генетика, 2009. 3. С. 26-35.
126. Созинов А. А. Полиморфизм белков и его значение в генетике и селекции. М.: Паука. 1985. С. 4-36.
127. Конарев А. В., Цикало Н. В., Жиров Е. Г. Анализ геномного состава амфидиплоидов по белкам зерна. Бюллетень ВИР, 1985. Вып. 149. С.70-77.
128. Усова З. В. Успадкування ознакамиси 1000 зерен та спектра гліадинів при міжвидовій гібридизації за участю пшенично-елімуських гібридів. Вісник Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва. Серія: Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво, 2012. 2. С. 37-43.
129. Конарев В. Г., Пенева Т. И. Глиадины эгилопсов секции Sitopsis и структура генома S(B). С-хбиология, 1975. 10. (2). С.211-220.
130. Mena M., Orellana J., Lopez-Brana I., Garcia-Olmedo F., Delibes A. Characterization of wheat / *Aegilops ventricose* introgression and addition lines with respect to the Mv genome. Theoretical and Applied Genetics, 1993. Vol. 86. P. 197-204.
131. Козуб Н. А., Созинов И. А, Собко Т. А., Дедкова О. С., Бадаева Е. Д., Нецветаев В. П. Ржаные транслокации у некоторых сортов озимой мягкой пшеницы. Сельскохозяйственная биология, 2012.3. С. 68-74.
132. Степаненко А. И., Благодарова О. М., Моргун Б. В., Чугункова Т. В., Рибалка О. И. Детекція пшенично-житніх транслокацій за допомогою ДНК-маркерів та електрофорезу білків. Вісник Українсько готвариства генетиків і селекціонерів. 2014. Т. 12. (1). С. 78-83.
133. Gill B. S., Kimber G. Giemsa C-banding and the evolution of wheat. Proceeding National Academic Sciences USA. 1974. V.71. 10. P. 4086-4090.

134. Фогель Р., Мотульски Ж. М. Генетика человека. М.: Мир, 1990. С.83-84.
135. Большева Н. П., Бадаева Е. Д., Курочкина А. И., Бадаев Н. С. Сравнение дифференциально окрашенных хромосом у двух родственных форм ржи. Генетика. 1984. Т.20. С.2025-2030.
136. Friebe В., Tuleen N. A., Jiang J., Gill В. S. Standard karyotype of *Triticum umbellulatum* and the identification of *Triticum umbellulatum* chromatin in common wheat. Teor. Appl. Genet, 1995. V.90. P. 150-156.
137. Антонюк М. З., Терновская Т. К. Использование геномной *in situ* гибридизации для цитогенетического изучения мягкой пшеницы *Triticum aestivum* L. и ее сородичей. Цитология и генетика, 2001. 2. С. 67-76.
138. Сиволап Ю. М., Кожухова Н. Э., Каледарь Р. Н. Вариабельность и специфичность геномов сельскохозяйственных растений. Одесса : Астроспринт, 2011. 336 с.
139. Хавкин Э. Е. Молекулярные маркеры в растениеводстве. С-х биология, 1997. 5. С.3-16.
140. Kelly J. D. Use of random amplified polymorphic DNA markers in breeding for major gene resistance to plant pathogens. Hort. Science, 1995. V. 30. 3. P. 461-465.
141. Gupta P. K., Varshney R. K., Sharma P. C., Ramesh B. Molecular markers and their application in wheat breeding. Plant Breeding. 1999. Vol. 118. P. 369-390.
142. Powell W., Machray J. L., Provan J. Polymorphism revealed by simple sequence repeats. Trends Plant Science, 1996. V.1. (7). P. 215-222.
143. Williams J. G. K., Kubelik A. R., Livak K. J., Rafalski J. A., Tingey S. V. DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. Nucleic Acids Res. 1990. V. 18. P. 6531-6535.
144. Zietkiewicz E., Rafalski A., Labuda D. Genome fingerprinting by simple sequence repeat (SSR)- anchored polymerase chain reaction amplification. Genomics. 1994. Vol. 20. P. 176-183.

145. Lin J., Kuo J., Lin J. AFLP: a novel PCR-based assay for plant and bacterial DNA fingerprinting. Focus. 1995. Vol. 17.(2). P. 66-70.

146. Plachke J., Ganal M. W., Röder M. S. Detection of genetic diversity in closely related bread wheat using microsatellite markers. Theor. Appl. Genet, 1995. V. 91. P. 1001-1007.

147. Добровольская О. Б., Добровольская О. Б., Салина Е. А., Кравцова Л. А., Щапова А. И., Першина Л. А. Идентификация при помощи SSR-анализа серии пшенично-ржаных замещенных линий Саратовская 29, Онохойская и гомозиготных дигамплоидных линий, полученных на их основе. Современные проблемы генетики, биотехнологии и селекции растений. Сборник тезисов II международной конференции молодых ученых (19-23 мая 2003 г.). Харьков, 2003. С. 28-29.

148. Трубачеева Н. В., Салина Е. А., Нумерова О. М., Першина Л. А. Изучение характера интродукции генетического материала ячменя в геноме аллоплазматических линий пшеницы (*Hordeum geniculatum* All. / *Triticum aestivum* L.) с помощью RAPD- анализа. Генетика, 2003. Т. 39. (6). С. 791-795.

149. Budashkina E. B., Leonora I. N., Kalinina N. P. Transfer and chromosomal identification of genetic material of *Triticum timopheevii* introgressed into the genome of common wheat. Proceedings of the 12th International EWAC Workshop 1-6 July 2002 at the John Innes Centre, Norwich, UK. Norwich. 2002. P. 101-102.

150. Yediay F. E., Baloch F. S., Kilian B., Ozkan H. Testing of rye-specific markers located on 1RS chromosome and distribution of 1AL.RS and 1BL.RS translocations in Turkish wheat (*Triticum aestivum* L., *T. durum* Desf.) varieties and landraces. Genet Resour Crop Evol, 2010. V. 57. P. 119-129.

151. Zuniga J., Soto B., Campos H. Using a gel-free PCR-ELISA for the molecular identification of wheat genotypes carrying wheat-rye translocations. Plant Breed, 2008. V.127. P. 15-19.

152. Ozkan H., Levy A. A., Feldman M. Allopolyploidy-induced rapid genome evolution in the wheat (*Aegilops-Triticum*) group. *Plant Cell*, 2001. Vol. 13. P. 1735-1747.
153. Eckardt N. A., Editor N., Editor R. The role of DNA sequence elimination in allopolyploidization. *Plant Cell*, 2001. Vol. 13. P. 1699-1704.
154. Ma J., Zhou R., Dong Y., Wang L., Wang X., Jia J. Molecular mapping and detection of the yellow rust resistance gene *Yr26* in wheat transferred from *Triticum turgidum* L. using microsatellite markers. *Euphytica*, 2001. Vol.120.(2). P. 219-226.
155. Сиволап Ю. М., Календарь Р. Н. Генетический полиморфизм ячменя, детектируемый ПЦР с произвольными праймерами. *Генетика*, 1995. Т. 31. (10). С. 1358-1364.
156. Сиволап Ю. М., Чеботарь С. В., Рыбалка А. И. Молекулярно-генетический анализ интрогрессии чужеродного генетического материала в геном *Triticum aestivum*. *Цитология и генетика*. 1995. Т. 29. (2). С. 8-16.
157. Jauhar P. P., Alien gene transfer and genetic enrichment of bread wheat. *Biodiversity and Wheat Improvement*; A. B. Damania ed. ICARDA. A Wiley-SaycePublication, 1993. P. 103-115.
158. Сиволап Ю. М., Кожухова Ю. М., Сиволап Н. Э., Календарь Р. Н. Вариабельность и специфичность геномов сельскохозяйственных растений. Одесса : Астроспринт, 2011. 336 с.
159. McIntosh R. A., Yamazaki Y., Devos K. M. [etal.] Catalogue of Gene Symbols for Wheat [Electronic resource].MacGene, 2012. Mode of access: <http://www.grs.nig.ac.jp/wheat/komugi/genes>.
160. Jauhar P. P. Alien gene transfer and genetic enrichment of bread wheat. *Biodiversity and Wheat Improvement*; A. B. Damania ed. ICARDA. A Wiley-Sayce Publication, 1993. P. 103-115.
161. Леск А. Введение в биоинформатику. М.: Бином, 2009. 320 с.
162. Маниатис Т., Фрич Э., Сэмбрук Дж. Методы генетической инженерии. Молекулярное клонирование. Москва „Мир”, 1984. С. 157-167.

163. Димань Т. М., Глазко В. І. Полімеразна ланцюгова реакція: Методичні рекомендації. Біла Церква, 2004. 62 с.
164. Інтернет-ресурс [www.molbiol.ru](http://www.molbiol.ru).
165. Інтернет-ресурс <http://uk.wikipedia.org/wiki/ПЛР>
166. Інтернет ресурс <http://www.bio.davidson.edu/courses/molbio/molstudents/spring2003/pierce/realtimerpcr.htm>
167. Каталог фірми „Fermentas” (life sciences; molecular biology) за 2008-2009 рр.
168. Молекулярная клиническая диагностика: методы / под редакцией С. Херрингтона и Дж. Макги. М.:Мир, 1999. 557 с.
169. Sambrook J., Russel D. W. Molecular Cloning: A Laboratory Manual, Third Edition (3 volume set). Cold Spring Harbor Laboratory Press. Cold Spring Harbor, New York, 2001. 2222 pp.
170. Van Guilder H. D., Vrana K. E., Freeman W. M. Twenty-five years of quan-titative PCR for gene expression analysis. Biotechniques, 2008. 44. P. 619-626.
171. Nolan T., Hands R. E., Bustin S. A. Quantification of mRNA using real-time RT-PCR. Nat. Protoc, 2006. 1. P. 1559-1582.
172. Ковалишина Г. М. Ефективність донорів стійкості до хвороб для селекції озимої пшениці. Генетичні ресурси рослин. Х., 2010. №8. С. 80-91.
173. Власенко, В. А., Кочмарський, В. С., Колючий, В. Т. та ін. (2012). Селекційна еволюція миронівських пшениць: монографія / під. заг. ред. В. А. Власенко. Миронівка, 330.
174. Масалітін П. В., Макаренко В. М. Агрохімічний та економічний стан орних земель Сумської області. Науково-обґрунтована система ведення сільського господарства Сумської області. Суми : ВАТ «СОД», Козацький вал, 2004. С. 77-92.
175. Методика державного випробування сортів рослин на придатність до поширення в Україні: загальна частина // Охорона прав на сорти рослин : офіційний бюл. / гол. ред. В.В. Волкодав. К.: Алефа, 2003. Вип.1, ч.3. 106 с.

176. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Общая часть. М., 1985. Вып. первый. 270 с
177. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур. К., 2001. Вип. 2. 65 с.
178. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1985. 315 с.
179. Широкий унифицированный классификатор СЭВ рода *Triticum* L. / под общ. ред. В. А. Корнейчук. Ленинград, 1989. 50 с.
180. Созинов А. А., Попереля Ф. А. Методика вертикального дискового электрофореза белков в крохмальном геле // Информ. бюлл. СЭВ. 1974. №1. С. 135.
181. Дж. У. Статистические методы в применении к исследованиям в сельском хозяйстве и биологии: Пер. с англ. В.Н. Перегудова. М.: Сельхозиздат, 1961. 503с.
182. Плохинский Н. А. Математические методы в биологии. М.: Изд. МГУ, 1978. 265 с.
183. Гамзикова О. И., Калашник Н. А. Генетика пшеницы на фонах питания. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1988. 129 с.
184. Рокицкий П.Ф. Введение в статистическую генетику. Мн: Вышэйшая школа, 1974. 448 с.
185. Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1990. 352 с.
186. Хангильдин В.В. Гомеостатичность урожая зерна и его компонентов. Генетический анализ количественных признаков растений. Уфа, 1979. С. 14-24.
187. Компьютерная биометрика / Под ред. В. Н. Носова. М.:Изд.МГУ, 1990. 232 с.
188. Царенко О. М., Злобін Ю. А., Скляр В. Г., Панченко С. М. Комп'ютерні методи в сільському господарстві та біології: Навчальний посібник. Суми: В-во «Університетська книга», 2000. 203 с.

189. Каталог сортів миронівської селекції озимої і ярої пшениці, озимого і ярого ячменю, озимого тритикале, проса [В. С. Кочмарський, Г. М. Ковалишина, В. П. Кавунець та ін.]. Миронівка, 2013. 83 с.

190. Каталог нових сортів зернових колосових культур Селекційно-генетичного інституту : Озима м'яка пшениця, озима тверда пшениця, озиме тритикале, ярий ячмінь, озимий ячмінь / Національний центр насіннізнавства та сортовивчення. Одеса, 2002. 60 с.

191. Колесник О. О., Чеботар С. В., Хохлов О. М., Сиволап Ю. М. Диференціація сучасних сортів озимої м'якої пшениці півдня України за алельним складом мікросателітних локусів. Збірник наукових праць СГП-НЦНС. Одеса, 2012. Вип. 19 (59). С. 47-59.

192. International union for the protection of new varieties of plants (UPOV). Possible use of molecular markers in the examination of distinctness, uniformity and stability (DUS), October 20. Geneva, 2011. [Electronic resource]. Access mode: [http://www.upov.int/edocs/infdocs/en/upov\\_inf\\_18](http://www.upov.int/edocs/infdocs/en/upov_inf_18).

193. Міжнародна Конвенція з охорони нових сортів рослин від 2 грудня 1961 р., переглянута в м. Женева 10 листопада 1972 р., 23 жовтня 1978 р. та 19 березня 1991 р. Офіційний переклад. К. : Алефа, 2006. 31 с.

194. Бурденюк-Тарасевич Л. А., Лозінський М. В. Формування довжини головного колосу в ліній пшениці озимої різного еколого-географічного походження. Агробіологія. 2013. № 11 (104). С.30-33.

195. Лихочвор В. В. Продуктивність колоса озимої пшениці. Агробізнес сьогодні, 2011. № 14 (213). С. 42-43.

196. Manal H. Eid. Estimation of heritability and genetic advance of yield traits in wheat (*Triticum aestivum* L.) under drought condition. International Journal of Genetics and Molecular Biology. 2009. Vol. 1 (7). P. 115-120. [Electronic resource ]. Access mode: <http://www.academicjournals.org>.

197. Орлюк А. П., Гончарова К. В. Проблема поєднання високої продуктивності та екологічної стійкості сортів озимої пшениці. Фактори експериментальної еволюції організмів. К.: Аграрна наука, 2003. С. 180-187.



198. Власенко В. А., Кочмарський В. С., Коломієць Л. А., Маринка С. М. Підвищення продуктивного і адаптивного потенціалів пшениці м'якої озимої. Фактори експериментальної еволюції організмів. Київ: Логос, 2008. Т. 5. С. 21-25.
199. Коновалов Ю. Б., Пыльнев В. В., Пыльнев М. В. Изменение продуктивности колоса у озимой пшеницы в результате селекции. Известия ТСХА. М. : Колос, 1987. № 4. С. 47-54.
200. Куперман Ф. М. Морфофизиология растений. М. 1977. 288с.
201. Лихочвор В., Костючко С. Продуктивність колоса озимої пшениці. Агробізнес сьогодні. 2011. № 14(213). С. 22-24.
202. Нетіс І. Т. Озима пшениця в зоні степу. Херсон: Айлант, 2004. С. 95.
203. Самофалов А. П. Роль разных элементов структуры урожая в увеличении урожайности озимой пшеницы. Зерновое хозяйство. 2005. №1. С. 15-18.
204. Базалій В.В. Вплив різних умов зовнішнього середовища і ценотичних умов на проявлення кількісних ознак озимої пшениці. Таврійський науковий вісник. 2000. Вип.13. С.21-28.
205. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості: ДСТУ 4138-2002 [Чинний від 2004-01-01]. К.: Держспоживстандарт України, 2003. 173 с.
206. Кирпа М. Я. Крупність та посівні якості насіння пшениці озимої. Селекція і насінництво. 2013. Вип. 103. С. 178-186.
207. Широкий унифицированный классификатор СЭВ рода *Triticum* L. / под общ. ред. В. А. Корнейчук. Ленинград, 1989. 50 с.

Наукове видання

**В. А. Власенко, О. М. Осьмачко, О. М. Бакуменко**  
V. A. Vlasenko, O. M. Osmachko, O. M. Bakumenko

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИДІЛЕННЯ ЛІНІЙ  
ПШЕНИЦІ З ГРУПОВОЮ СТІЙКІСТЮ ДО ХВОРОБ, ЯКІ Є  
НОСІЯМИ ПШЕНИЧНО-ЖИТНІХ ТРАНСЛОКАЦІЙ**

**METHODICAL RECOMMENDATIONS FOR THE SELECTION OF  
WHEAT LINES WITH GROUP RESISTANCE TO DISEASES THAT ARE  
THE TRANSMITTERS OF WHEAT-RYE TRANSLOCATIONS**

Методичний посібник

Methodical manual

*В авторській редакції*

