

СЕЛЕКЦІЙНО-ГЕНЕТИЧНИЙ ІНСТИТУТ –
НАЦІОНАЛЬНИЙ ЦЕНТР НАСІННЄЗНАВСТВА ТА СОРТОВИВЧЕННЯ
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

САУЛЯК НАДІЯ ІВАНІВНА

УДК: 633.1: 632.938.1: 632.915

ДИСЕРТАЦІЯ

ДОСЛІДЖЕННЯ ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ ДЛЯ
СЕЛЕКЦІЇ НА СТІЙКІСТЬ ДО ЛИСТОСТЕБЛОВИХ ХВОРОБ

06.01.05. — селекція і насінництво
Н Сільське, лісове, рибне господарство та ветеринарна медицина

Подається на здобуття наукового ступеня
кандидата сільськогосподарських наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело
_____ Н. І. Сауляк

Науковий керівник:

Бабаянц Ольга Вадимівна

доктор біологічних наук, старший науковий співробітник

Одеса – 2025

АНОТАЦІЯ

Сауляк Н.І. Дослідження вихідного матеріалу пшениці м'якої озимої для селекції на стійкість до листостеблових хвороб. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук зі спеціальності 06.01.05 – селекція і насінництво (Н Сільське, лісове, рибне господарство та ветеринарна медицина). Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення, Одеса, 2025 р.

У дисертаційній роботі представлено результати досліджень вихідного матеріалу пшениці м'якої озимої для селекції на стійкість до листостеблових хвороб та ідентифікація ефективних джерел стійкості для селекції на цю ознаку. Вперше в умовах півдня України розширено відомості про наявність у степовій зоні носіїв ефективних генів стійкості до місцевих популяцій листостеблових хвороб. Удосконалено методичні підходи до ідентифікації генотипів пшениці м'якої озимої, стійких до іржастих хвороб та борошнистої роси. Для підвищення ефективності роботи щодо оцінки та добору генотипів з груповою стійкістю запропоновано використання спеціально створених комплексних інфекційних фонів хвороб, що досліджувалися. Набули подальшого розвитку дослідження генетичної складової ознаки стійкості пшениці м'якої озимої до листостеблових хвороб на гібридах, від схрещувань батьків з різними генетичними механізмами контролю стійкості

За використання набутої інформації показано ефективність використання інтрогресивних ліній при створенні селекційного матеріалу з груповою стійкістю до листостеблових хвороб. Удосконалено етапи методології селекційного процесу пшениці м'якої озимої при створенні вихідного селекційного матеріалу з груповою стійкістю. Виділено новий, оригінальний вихідний (селекційний) матеріал (6 константних ліній) з ефективними генами стійкості до іржастих хвороб та борошнистої роси, наявність яких було підтверджено за допомогою ПЛР-аналізу (полімеразно-ланцюгової реакції). Виділені лінії характеризуються груповою стійкістю у фазу ВВСН 12–13 та ВВСН 56–69 до досліджуваних листостеблових

хвороб у комплексі з іншими господарсько-цінними ознаками і можуть бути ефективними генетичними джерелами для селекції пшениці м'якої озимої.

На основі аналізу сучасного стану теоретичних досліджень в Україні та за її межами, щодо проблеми досліджень вихідного матеріалу пшениці м'якої озимої для селекції на стійкість до листостеблових хвороб, зокрема бурої та стеблової іржі, борошнистої роси, було обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульована мета роботи, яка полягає у дослідженні вихідного матеріалу пшениці м'якої озимої та ідентифікація ефективних джерел цінних ознак для селекції на стійкість до основних листостеблових хвороб, визначено завдання та розроблено програму досліджень.

У роботі представлено опис природно-кліматичних умов, вихідного матеріалу і методики проведення досліджень. Польові експерименти проводили у 2014–2024 рр. на полях Селекційно-генетичного інституту – Національного центру насіннєзнавства та сортовивчення, які прилягають до межі міста Одеси у сівозміні інфекційних розсадників штучного інфекційного фону відділу фітопатології та ентомології. Частина експериментів проводили в умовах штучного клімату в теплиці. Метеорологічні умови за роками проведення досліджень дещо різнилися між собою, що було враховано при аналізі експериментальних даних. В цілому, погодні умови за роки досліджень сприяли розвитку та поширенню бурої іржі та борошнистої роси на посівах пшениці м'якої озимої в умовах Одеської області, що дало змогу провести ефективну оцінку досліджуваного матеріалу на стійкість до досліджуваних хвороб. Матеріалом слугували спори популяцій та окремих рас бурої та стеблової іржі та борошнистої роси та насіння досліджуваного матеріалу. У дослідках було вивчено різноманітний за походженням колекційний та селекційний матеріал, лінії та сорти носії відомих *Lr*, *Sr*, *Pm* генів стійкості, лінії селекції відділу фітопатології отримані від схрещування з дикорослими родичами пшениці, сорти селекції СГІ та іноземної селекції, що дало змогу розширити відомості про наявність нових генетичних джерел стійкості до листостеблових хвороб. Система оцінки і добору стійкого до збудників хвороб вихідного матеріалу

в умовах інфекційного розсадника озимої м'якої пшениці була проведена за загальноприйнятими методиками.

Проаналізовано ефективність носіїв відомих генів стійкості відносно популяції листостеблових хвороб. Дослідження стійкості селекційних зразків пшениці м'якої озимої – носіїв відомих генів (*Lr*, *Sr*, *Pm* генів) до популяцій листостеблових хвороб, на різних фазах розвитку рослин показало, що більшість носіїв *Lr* генів виявилися сприйнятливими до популяції патогену іржі незалежно від періоду проходження онтогенезу. Виняток становили лінії, що несуть в своєму генотипі гени *Lr19* та *Lr9* їх рівень стійкості стабільно, як у часі, так і у фазах розвитку рослини, варіював у межах від стійких та високостійких генотипів, що свідчить про їх високу ефективність, щодо стійкості до бурої іржі. Встановлено, що популяції стеблової іржі та борошнистої роси, складаються з патотипів, які є вірулентними до переважної більшості ліній та сортів пшениці – носіїв основних відомих *Sr* та *Pm* генів (69% та до 84% відповідно). Високостійкими проти збудника стеблової іржі виявились носії генів *SrAmigo*, *Sr39*, *Sr31*, *Sr27*. Високу стійкість та стійкість до борошнистої роси було виявлено у ліній, які є носіями генів *Pm4a**; *Pm20*, *Pm3a*, *Pm3c*, *Pm3f*, *Pm5a*, *Pm25*. Слід зазначити, що ефективність виявлених джерел була стабільною як у часі, так і у фазах розвитку рослини. У носіїв генів *Pm17*, *Pm4b* сприйливість або слабка сприйливість у ювенільній фазі змінилася різним ступенем стійкості у фазі ВВСН 56–73, що свідчить про наявність механізмів вікової стійкості у цих джерел. Виділені стійкі та високостійкі сорти та лінії носії ефективних генів до всіх досліджених хвороб: 20% – для бурої іржі, 31% – для стеблової іржі, 16% – для борошнистої роси. Всі вони характеризувалися стабільно високим рівнем стійкості незалежно від року дослідження. Стійкість цих форм характеризується стабільністю в часі, тобто під час досліджень в популяціях патогенів не з'явилися вірулентні до них патотипи або їх кількість та агресивність не зроста.

Проаналізувавши колекцію ліній та сортів було встановлено, що стійкість контролюється: для бурої іржі – це носії генів *Lr29*, *Lr12*, *Lr34*; для борошнистої роси – носії генів *Pm3a*, *Pm3c*, *Pm3f*, *Pm5a*, *Pm34*, *Pm3a*, *Pm3c*, *Pm3f*, *Pm5a*, *Pm35*,

Pm37, Pm3a, Pm3c, Pm3f, Pm5a, Pm novel genes, які повністю або частково втратили стійкість до патогенів, а їх гени – свою ефективність. Це свідчить в першу чергу, що в популяції бурої іржі та борошнистої роси Півдня України під час наших досліджень відбулися еволюційні процеси та змінився їх расовий склад. З'явилися патотипи вірулентні до зазначених генів стійкості, при чому їх кількість накопичувалась у різній кількості.

На основі аналізу колекційних зразків пшениці озимої розширено відомості, щодо рівня стійкості до групи листостеблових хвороб у сучасному асортименті сортів вітчизняної та зарубіжної селекції. Встановлено, що суттєва частина сортів селекції, незалежно від фази розвитку, за зазначеним показником варіювалась у межах від помірносприйнятливих до помірностійких та стійких, і характеризувалася расоспецифічним типом стійкості до значної частини популяцій досліджуваних патогенів. Серед сортів селекції СГІ–НЦНС виявлено ряд сортів (Октава, Княгиня Ольга, Ластівка одеська, Вихованка одеська), які стабільно, впродовж проходження різних фаз онтогенезу проявили високий рівень групової стійкості до збудників листостеблових хвороб. Ці сорти можуть бути цінним вихідним матеріалом у селекції на дану ознаку. Показано, що переважна більшість досліджуваних сортозразків вітчизняної та закордонної селекції виявила сприйнятливість до збудника борошнистої роси, як у ювенільний період розвитку, так і на рівні BBCH 56–73. Щодо стійкості зазначеного матеріалу до збудників іржастих хвороб, даний показник коливався у широких межах від сприйнятливих (S) до стійких (R), причому суттєва масова частка сортів виявила стійкість лише до одного з видів іржі і лише чверть досліджуваного матеріалу (Kambara1/KALYOZ, BR1284/BH114686/ALD/31CA20/4/4, Krasnodar/FRTL/6/NGDA146/4, Intensivnaya//PBW343*2, Южанка, TAM200/Kravz/LTG-164) вирізнялася високим ступенем резистентності до обох видів збудників іржі. Відмічена зміна ступеню стійкості до іржастих хвороб у генів, що контролюють дану ознаку в залежності від етапу онтогенезу рослин. Так, у генів *Lr24, Lr42, Lr50, Lr51, Lr56, Sr9e, Sr11, Sr9q, Sr17* сприйнятливості або слабка сприйнятливості у ювенільній фазі, змінилася різним ступенем стійкості у фазі BBCH 56–73. Це свідчить про наявність механізмів

вікової стійкості у цих джерел та їх генів. Для носіїв генів стійкості до борошнистої роси така закономірність не була відмічена.

Встановлено генетичні закономірності успадкування стійкості до бурої та стеблової іржі у ліній створених з залученням дикорослих родичів пшениці. Показано, що створені у відділі фітопатології та ентомології СГІ–НЦНС інтрогресивні лінії із груповою стійкістю до хвороб можуть бути ефективними донорами для селекції пшениці м'якої озимої на дану ознаку.

В результаті польових досліджень на комплексному інфекційному фоні було встановлено високий ступінь резистентності отриманих ліній (8–9 балів) до місцевих рас популяцій патогенів іржастих хвороб та борошнистої роси. Дослідження расспецифічної стійкості відібраних генотипів до окремих рас патогенів стеблової іржі та борошнистої роси за типом реакції коливалась від стійкості (R) до дуже високої стійкості (VR, 0). Високий рівень стійкості у зазначеному вихідному матеріалі обумовлений дією генів (*Lr24*, *Lr64*, *Sr15*, *Sr31*, *Sr58*, *Pm38*), що контролюють дану ознаку, були перенесені у пшеничний генотип від диких родичів пшениці *Thinopyrum elongatum*, *Secale cereale* та *Tr. erebuni*, наявність яких було ідентифіковано за допомогою ПЛР аналізу. Дослідження закономірностей успадкування ознаки групової стійкості (на різних етапах онтогенезу) у гібридному матеріалі F₁–F₂, отриманому в результаті гібридизації досліджуваних ліній Ер. 57/12, Ер. 43/14, Ер. 2/14, Ер. 15/14, Ер. 70/19 зі сприйнятливими сортами місцевої селекції, показало домінантну природу успадкування даної ознаки, яка зумовлена дією двох комплементарних генів.

Встановлено, що отриманий вихідний матеріал ефективно поєднує в своєму генотипі високий рівень групової стійкості до листостеблових патогенів та комплекс основних господарсько-цінних ознак, що робить ці лінії цінним селекційним матеріалом. Встановлено, що відібрані в процесі досліджень лінії мають високі показники стійкості не тільки до іржастих хвороб та борошнистої роси, а також до жовтої іржі та твердої сажки, тобто мають групову стійкість до основних хвороб. При випробуванні зазначеного селекційного матеріалу на різних інфекційних фонах показано, що в умовах штучної епіфітотії за наявності

інфекційного навантаження інтрогресивні лінії майже не знижували свій рівень продуктивності, а прибавка врожаю у порівнянні зі стандартом варіювалася в межах від 0,7 т/га (13,2%) до 2,9 т/га (38,7%). Аналіз основних показників якості показав, що за відсутності високого інфекційного навантаження (природний інфекційний фон) відібрані лінії можуть формувати зерно високої якості на рівні сильних і цінних пшениць. Зазначені лінії, в якості батьківських компонентів, включені до планів гібридизації відділу фітопатології та ентомології та відділу селекції та насінництва пшениці СГІ-НЦНС і передані для використання у селекційних програмах до провідних наукових селекційних центрів системи НААН України.

Ключові слова: пшениця м'яка озима, бура іржа, стеблова іржа, борошниста роса, популяція фітопатогена, раси фітопатогена, сорти, селекційні лінії з груповою стійкістю, генотип, джерела стійкості, гібридологічний аналіз, продуктивність, якість, комбінований штучний інфекційний фон.

ABSTRACT

Sauliak N.I. Study of the Initial Material of Winter Soft Wheat for Breeding Resistance to Foliar-Stem Diseases. – Qualification of scientific work in manuscript form.

Dissertation for the degree of Candidate of Agricultural Sciences, specialty 06.01.05 – Breeding and Seed Production (H Agricultural, Forestry, Fisheries, and Veterinary Sciences). Plant Breeding & Genetics Institute - National Center of Seed and Cultivar Investigation, Odesa, 2025.

The dissertation presents the results of studies on the initial material of winter soft wheat for breeding resistance to foliar and stem diseases and identifying effective resistance sources for selection. For the first time, under the conditions of southern Ukraine, information has been expanded regarding the presence of effective resistance gene carriers in the steppe zone against local populations of foliar and stem diseases. Methodological approaches for identifying winter soft wheat genotypes resistant to rust diseases and powdery mildew have been improved. To enhance the efficiency of

assessing and selecting genotypes with complex resistance, the use of specially created complex infectious disease backgrounds under study has been proposed. The research on the genetic component of winter soft wheat resistance to foliar and stem diseases has been further developed using hybrids derived from crosses between parents with different genetic mechanisms of resistance control.

Based on the acquired information, the effectiveness of using introgressive lines in the development of breeding material with complex resistance to foliar and stem diseases has been demonstrated. The methodology of the selection process for winter soft wheat has been refined to create initial breeding material with complex resistance. A new, original initial (breeding) material (six stable lines) with effective resistance genes against rust diseases and powdery mildew has been identified, with the presence of these genes confirmed through PCR (the polymerase chain reaction) analysis. The selected lines exhibit complex resistance in the BBCH 12-13 and BBCH 56-69 growth stages to the studied foliar and stem diseases, in combination with other economically valuable traits. They can serve as effective genetic sources for winter soft wheat breeding. Based on the analysis of the current state of theoretical research in Ukraine and abroad on the study of initial material of winter soft wheat for breeding resistance to foliar and stem diseases—particularly brown rust, stem rust, and powdery mildew—the relevance of the dissertation topic has been substantiated. The research objective has been formulated as the study of the initial material of winter soft wheat and the identification of effective sources of valuable traits for breeding resistance to major foliar and stem diseases. Additionally, the research tasks have been defined, and a research program has been developed.

The study presents a description of the natural and climatic conditions, initial material, and research methodology. Field experiments were conducted from 2014 to 2024 in the fields of the PBGI – NCS&CI (Plant Breeding & Genetics Institute – National Centre of Seed & Cultivar Investigation), located near the city limits of Odesa, within the crop rotation of artificial infection nurseries of the Department of Phytopathology and Entomology. Some experiments were also conducted under controlled climate conditions in a greenhouse. Meteorological conditions varied slightly across the years of research, and these variations were considered in the analysis of experimental data. Overall,

weather conditions during the study period facilitated the development and spread of brown rust and powdery mildew in winter soft wheat crops in the Odesa region, allowing for an effective assessment of the studied material's resistance to these diseases. The research material included spores from populations and specific races of brown rust, stem rust, and powdery mildew, as well as seeds of the studied material. The experiments examined a diverse collection of genetic and breeding material, including lines and varieties carrying known *Lr*, *Sr*, and *Pm* resistance genes, breeding lines of the Phytopathology Department obtained from crosses with wild relatives of wheat, as well as varieties developed by SGI and foreign breeding programs. This made it possible to expand knowledge about the presence of new genetic sources of resistance to foliar and stem diseases. The system for evaluating and selecting disease-resistant initial material in the infection nursery of winter soft wheat was conducted using generally accepted methodologies.

The effectiveness of carriers of known resistance genes was analyzed about populations of foliar and stem diseases. Studies on the resistance of breeding samples of winter soft wheat—carrying known genes (*Lr*, *Sr*, *Pm*)—to populations of foliar and stem diseases at various plant development stages showed that most carriers of *Lr*-genes were susceptible to the rust pathogen population regardless of the developmental phase. The exceptions were the lines carrying the *Lr19* and *Lr9* genes, which showed stable resistance in both time and plant development phases, ranging from resistant to highly resistant genotypes. This indicates their high effectiveness in terms of resistance to brown rust. It was found that populations of stem rust and powdery mildew consisted of pathotypes that were virulent to the majority of wheat lines and varieties carrying the main known *Sr*- and *Pm*-resistance genes (69% and up to 84%, respectively). The most resistant to stem rust were the carriers of the *SrAmigo*, *Sr39*, *Sr31*, and *Sr27* genes. High resistance to powdery mildew was observed in lines carrying the *Pm4a**, *Pm20*, and *Pm3a*, *Pm3c*, *Pm3f*, *Pm5a*, *Pm25* genes. It is important to note that the effectiveness of these sources was stable both over time and during the different growth stages of the plants. In carriers of the *Pm17* and *Pm4b* genes, susceptibility or weak susceptibility in the juvenile phase shifted to varying degrees of resistance in the adult plant phase,

indicating the presence of age-related resistance mechanisms in these sources. The identified resistant and highly resistant varieties and lines, carriers of effective genes for all studied diseases, included: 20% for brown rust, 31% for stem rust, and 16% for powdery mildew. All of these showed consistently high resistance levels regardless of the year of study. Their resistance remained stable over time, meaning that no virulent pathotypes emerged in the pathogen populations during the research period, nor did their number or aggressiveness increase. Analysis of the collection of lines and varieties revealed that resistance is controlled as follows: for brown rust—carriers of *Lr29*, *Lr12*, and *Lr34*; for powdery mildew—carriers of *Pm3a*, *Pm3c*, *Pm3f*, *Pm5a*, *Pm34*, *Pm3a*, *Pm3c*, *Pm3f*, *Pm5a*, *Pm35*, *Pm37*, and *Pm3a*, *Pm3c*, *Pm3f*, *Pm5a*, *Pm* novel genes, which have fully or partially lost their resistance to the pathogens, and their genes have lost their effectiveness. This primarily indicates that during our research, evolutionary processes occurred within the populations of brown rust and powdery mildew in the South of Ukraine, leading to changes in their racial composition. New pathotypes virulent to these resistance genes emerged, with their numbers accumulating in varying quantities.

Based on the analysis of collection samples of winter wheat, information has been expanded regarding the level of resistance to a group of foliar and stem diseases in the current range of domestic and foreign wheat varieties. It was established that a significant portion of the varieties, regardless of the growth stage, varied between moderately susceptible, moderately resistant, and resistant categories, and were characterized by a race-specific type of resistance to a significant portion of the pathogen populations under study. Among the varieties bred at PB&GI – NCS&CI, several varieties (Octava, Knyaginya Olga, Lastivka odeskaya., Vyhovanka odeskaya) consistently demonstrated a high level of group resistance to foliar and stem disease pathogens across different ontogenetic stages. These varieties may serve as valuable initial material for breeding for this trait. It was shown that the overwhelming majority of the studied varieties from both domestic and foreign breeding showed susceptibility to the powdery mildew pathogen, both in the juvenile development phase and at the adult plant stage. Regarding resistance to rust pathogens, the resistance level varied widely, from susceptible (S) to resistant (R). A significant proportion of varieties showed resistance to only one type of rust, with only

about a quarter of the studied material (Kambara1/KALYOZ, BR1284/BH114686/ALD/31CA20/4/4, Krasnodar/FRTL/6/NGDA146/4, Intensivnaya//PBW343*2, Yuzhanka, TAM200/Kravz/LTG-164) displaying high resistance to both types of rust pathogens. A change in the degree of resistance to rust diseases in genes controlling this trait was observed depending on the ontogenetic stage of the plants. For example, genes such as *Lr24*, *Lr42*, *Lr50*, *Lr51*, *Lr56*, *Sr9e*, *Sr11*, *Sr9q*, and *Sr17* showed susceptibility or weak susceptibility in the juvenile phase, which changed to varying degrees of resistance at the adult plant stage. This indicates the presence of age-related resistance mechanisms in these sources and their genes. However, no such pattern was observed for carriers of genes responsible for resistance to powdery mildew.

Genetic regularities of resistance inheritance to brown and stem rust in wheat lines created with the involvement of wild wheat relatives were established. It was shown that the introgressive lines created in the Phytopathology and Entomology Department of SGI - NCSSVS, with group resistance to diseases, could be effective donors for breeding winter wheat for this trait. Field studies conducted on a complex infection background revealed a high level of resistance (8-9 points) of the obtained lines to local races of rust pathogens and powdery mildew. The race-specific resistance of selected genotypes to individual races of stem rust and powdery mildew ranged from resistance (R) to very high resistance (VR, 0). The high resistance in the studied material was determined by genes (*Lr24*, *Lr64*, *Sr15*, *Sr31*, *Sr58*, *Pm38*) that control this trait, which were transferred into the wheat genotype from wild relatives of wheat: **Thinopyrum elongatum**, **Secale cereale**, and **Triticum erebuni**, with their presence identified via PCR analysis. Studies of the inheritance patterns of group resistance (at different ontogenetic stages) in hybrid material (F1–F2), obtained by crossing the studied lines Er. 57/12, Er. 43/14, Er. 2/14, Er. 15/14, Er. 70/19 with susceptible local varieties, showed that the trait is inherited dominantly, and controlled by two complementary genes.

It was established that the obtained material effectively combines a high level of group resistance to foliar and stem pathogens with a set of other economically valuable traits, making these lines valuable for breeding. The selected lines demonstrated high

resistance not only to rust diseases and powdery mildew but also to yellow rust and smut, i.e., they exhibit group resistance to the main diseases. When tested on various infection backgrounds, the introgressive lines almost did not show a decrease in productivity under artificial epiphytotic, and the yield increase compared to the standard varied between 0.7 t/ha (13.2%) and 2.9 t/ha (38.7%). The quality assessment showed that in the absence of high infection pressure (natural infection background), the selected lines could form high-quality grain at the level of strong and valuable kinds of wheat. These lines, as parent components, were included in the hybridization plans of the Phytopathology and Entomology Department and the Wheat Breeding and Seed Production Department of SGI - NCSSVS and have been passed on for use in breeding programs to leading scientific breeding centers of the NAAS system of Ukraine.

Keywords: winter wheat, brown rust, stem rust, powdery mildew, pathogen population, pathogen races, varieties, breeding lines with group resistance, genotype, resistance sources, hybrid analysis, productivity, quality, combined artificial infection background.

Статті у виданнях, проіндексованих у базах даних

Web of Science Core Collection

1. Babayants O. V., Babayants L. T., Traskovetskaya V. A., Gorash A. F., **Saulyak N. I.** et al. Race composition of *Blumeria graminis* (DC) Speer f. sp. *tritici* in the South of Ukraine and effectiveness of Pm-genes in 2004–2013. *Cereal Research Communications*. 2015. Vol. 43, No. 3. P. 449–458. doi: 10.1556/0806.43.2015.011. (Проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті, частка участі 25 %).

Статті у наукових фахових виданнях України

2. Бабаянц О. В., **Сауляк Н. І.**, Бабаянц Л. Т. та інші. Новий вихідний матеріал для селекції пшениці (*Triticum aestivum* L.) на групову стійкість до фітопатогенів. *Збірник наукових праць СГІ-НЦНС*. 2016. Вип. 28 (68). С. 68–75. (Обґрунтування актуальності теми, проведення польових і лабораторних досліджень, статистичний аналіз і узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті, частка участі 60 %).

3. **Сауляк Н. І.,** Терновий К. П., Бабаянц О. В. та інші. Ефективність генів стійкості пшениці (*Triticum aestivum* L.) до *Puccinia graminis* Pers. f. sp. *tritici* Erikss et Henn в умовах України. *Збірник наукових праць СГП–НЦНС*. 2017. Вип. 30 (70). С. 61–69. (Теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті, частка участі 60 %).

4. **Сауляк Н. І.,** Трасковецька В. А., Васильєв О. А. та інші. Стійкість сортів пшениці м'якої озимої проти збудників основних листостеблових хвороб в умовах Півдня України. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2024. Vol. 20, No. 2. С. 84–89. doi: 10.21498/2518-1017.20.2.2024.304104. (Теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті, частка участі 70 %).

5. Трасковецька В. А., **Сауляк Н. І.,** Терновий К. П. та інші. Ефективність генів стійкості пшениці (*Triticum aestivum* L.) до збудника борошнистої роси *Blumeria graminis* (DC) Speer f. sp. *tritici* у Степу України. *Збірник наукових праць СГП–НЦНС*. 2018. Вип. 31 (71). С. 45–58. (Теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті, частка участі 70 %).

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

6. **Сауляк Н. І.,** Васильєв О. А., Трасковецька В. А. та інші. Групова стійкість пшениці до збудників інфекційних хвороб. *Генетика та селекція сільськогосподарських культур – від молекули до сорту*. Матеріали VI інтернет конференція молодих учених. м. Київ. 7 вересня 2023 року. С.25.

7. Трасковецька В. А., Бабаянц О. В, **Сауляк Н. І.** Расовий склад *Blumeria graminis* (DC) Speer f. sp. *tritici* в Степу України та ефективність Rm – генів (2004–2015 pp.). «*Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур*» матеріали Міжнар. наук.–практ. конф., м. Дніпро, 22–23 лист. 2016 р. Дніпро, 2016. С.18.

8. **Сауляк Н. І.,** Терновий К. П., Бабаянц О. В. та інші. Стійкість ліній пшениці м'якої озимої до збуднику бурої іржі та її генетична основа. Збірка тез доповідей учасників першої інтернет конференції молодих учених «Генетика та селекція сільськогосподарських рослин – від молекули до сорту» присвячена 130-річчю з дня народження М.І. Вавилова, 7 серпня 2017 року. м. Одеса, Україна.

9. **Сауляк Н. І.,** Терновий К. П., Васильєв О. А. та інші. Гени стійкості до бурої (*Puccinia recondita* rob.ex.desm.f.sp tritici) та стеблової (*Puccinia graminis* f.sp.tritici) іржі і їх ефективність в Степу України. *Сучасні технології підвищення генетичного потенціалу рослин*: Збірник тез Міжнародної науково–практичної конференції, присвяченої 100-річчю Національної академії аграрних наук України та 110-річчю заснування Інституту рослинництва імені В.Я. Юр'єва НААН (4–5 липня 2018 р.). Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН, Харків, 2018. 318 с.

10. Трасковецька В. А., Терновий К. П., **Сауляк Н. І.** та інші. Ефективність Rm- генів стійкості пшениці та їх носії *Blumeria graminis* (Dc) Speer f. Tritici на півдні України. *Сучасні технології підвищення генетичного потенціалу рослин*: Збірник тез Міжнародної науково–практичної конференції, присвяченої 100-річчю Національної академії аграрних наук України та 110-річчю заснування Інституту рослинництва імені В.Я. Юр'єва НААН (4–5 липня 2018 р.). Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН, Харків, 2018. 318 с.

11. **Сауляк Н. І.,** Бабаянц О. В. Генетична основа стійкості ліній пшениці до збудників листостеблових хвороб – стеблової іржі, бурої іржі та борошнистої роси. *Генетика та селекція сільськогосподарських культур – від молекули до сорту*: матеріали III інтернет–конференції молодих учених (м. Київ, 28 серпня 2019 р.). НААН, СГІ–ННЦ, С–14.

ЗМІСТ

	стр.
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	17
ВСТУП	18
РОЗДІЛ 1. ОСОБЛИВОСТІ ЕТІОЛОГІЇ РОЗВИТКУ ХВОРОБ НА ПОСІВАХ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ НА ПІВДНІ УКРАЇНИ	25
1.1. Загальні відомості про хвороби їх збудника та шкодочинність.	25
1.1.1. Бура іржа (<i>Puccinia triticina</i> Eriks)	25
1.1.2. Стеблова іржа (<i>Puccinia graminis</i> f. sp. <i>tritici</i>)	29
1.1.3. Борошниста роса (<i>Blumeria graminis</i> (DC) Speer).	33
1.2. Основи біологічного методу захисту.	36
1.2.1. Типи стійкості рослин до фітопатогенів	36
1.2.2. Селекція на стійкість до хвороб	40
1.2.3. Джерела генів стійкості для селекції на стійкість до хвороб пшениці	43
1.3 Хімічний метод захисту	46
Висновки до розділу 1	47
РОЗДІЛ 2. УМОВИ, МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	49
2.1. Природно-кліматичні особливості регіону досліджень	49
2.2. Погодні умови років досліджень	50
2.3. Матеріали та методи проведення досліджень	58
2.4. Методи проведення досліджень	61
Висновки до розділу 2	70
РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ НОСІЇВ ВІДОМИХ ГЕНІВ СТІЙКОСТІ ВІДНОСНО ПОПУЛЯЦІЙ ЛИСТОСТЕБЛОВИХ ПАТОГЕНІВ	71
3.1. Дослідження ефективності носіїв Lr-генів відносно популяцій бурої іржі у різні фази розвитку рослин пшениці м'якої озимої.	71
3.2. Дослідження ефективності носіїв відомих Sr-генів до популяції стеблової іржі Півдня України	79
3.3. Дослідження ефективності носіїв відомих Rm-генів до популяції борошнистої роси Півдня України	82

Висновки до 3 розділу	89
РОЗДІЛ 4. ДОСЛІДЖЕННЯ ДЖЕРЕЛ ГРУПОВОЇ СТІЙКОСТІ ДО ОСНОВНИХ ЛИСТО-СТЕБЛОВИХ ЗАХВОРЮВАНЬ.	91
4.1. Дослідження колекції сортів озимої пшениці селекції СГІ–НЦНС за показником стійкості до групи листостеблових хвороб	92
4.2. Дослідження колекції сортів озимої пшениці різного походження за показником стійкості до групи листостеблових хвороб	96
Висновки до розділу 4	98
РОЗДІЛ 5. ХАРАКТЕРИСТИКА ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ДЛЯ СЕЛЕКЦІЇ НА ГРУПОВУ СТІЙКІСТЬ ДО ЛИСТОСТЕБЛОВИХ ПАТОГЕНІВ	100
5.1 Дослідження показника стійкості селекційного матеріалу відділу фітопатології та ентомології до групи листостеблових хвороб.	100
5.2. Закономірності успадкування ознаки групової стійкості до листостеблових патогенів при схрещуванні батьківських компонентів контрастних за даним показником	107
Висновки до розділу 5	111
РОЗДІЛ 6. ГОСПОДАРСЬКО-БІОЛОГІЧНА ОЦІНКА ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ ДЛЯ СЕЛЕКЦІЇ НА ГРУПОВУ СТІЙКІСТЬ ДО ОСНОВНИХ ЛИСТОСТЕБЛОВИХ ХВОРОБ	112
6.1. Дослідження показника урожайності у ліній із груповою стійкістю до листостеблових патогенів	112
6.2. Дослідження ліній із груповою стійкістю до листостеблових патогенів за показниками хлібопекарської якості зерна та борошна	114
Висновки до розділу 6	115
ВИСНОВКИ	117
РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ ПРАКТИЧНОЇ СЕЛЕКЦІЇ	121
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	122
ДОДАТКИ	140

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

СГІ –	Селекційно-генетичний інститут– Національний центр
НЦНС	насіннєзнавства і сортовивчення
<i>CIMMYT</i>	Міжнародний центр удосконалення кукурудзи і пшениці (International Maize and Wheat Improvement center)
<i>Pm</i>	— Гени стійкості до збудника борошнистої роси
<i>Lr</i>	— Гени стійкості до збудника бурої іржі
<i>Sr</i>	— Гени стійкості до збудника стеблової іржі
<i>Yr</i>	— Гени стійкості до збудника жовтої іржі
<i>Bt</i>	— Гени стійкості до збудника твердої сажки
<i>Fhb</i>	— Гени стійкості до збудника фузаріозу колосу
Укр. од	— Українка одеська
Од п/к	— Одеська напівкарликова
<i>UPOV</i>	— Міжнародна конвенція по захисту нових сортів рослин (International Convention for the Protection of New Varieties of Plants)
<i>DUS</i>	— Відмінність, однорідність і стабільність (distinctness, uniformity and stability)
ВЖКЯ	— вірус жовтої карликовості ячменю

ВСТУП

Обґрунтування вибору теми досліджень. В Україні, сільське господарство є ключовою складовою рослинництва, і виробництво зерна відіграє важливу роль. Серед усіх зернових культур, озима пшениця (*Triticum aestivum*) займає перше місце як найцінніша і найурожайніша продовольча рослина. Площа посівів цієї культури становить від 6,4 до 7,3 мільйонів гектарів, що складає дві п'ятих (2/5) від усіх посівів зернових культур [1, 2].

У сучасних умовах інтенсивного сільськогосподарського виробництва, факторами, що значно обмежують збільшення врожайності та валових зборів рослинної продукції є хвороби рослин, які спричиняються різними збудниками [3, 4]. Україна щорічно втрачає приблизно 12–14 % врожаю через негативний вплив цих хвороб, що еквівалентно вартості зерна на площі 1 мільйон гектарів. У періоди епіфітотій ці показники ще більше зростають [5].

Однак, створення сортів, які відповідають вимогам стійкості до хвороб, є найбільш ефективним, економічно і науково обґрунтованим методом захисту рослин та довкілля [6, 7, 8]. Цей процес є вельми складним і вимагає глибоких знань у галузі біології, генетики, фітопатології і розуміння закономірностей взаємодії між рослинами та патогенами [9].

З усіх складових системи інтегрованого захисту рослин чільне місце належить генетичному захисту. Потенційна продуктивність сорту, його адаптивні можливості та стійкість до абіотичних та біотичних факторів залежать від генотипу, який сформований селекціонером. Всі інші елементи системи захисту направлені на збереження і реалізацію потенціалу рослин.

Вирощування у виробництві стійких і толерантних до збудників хвороб сортів і гібридів дозволяє скоротити недобори врожаїв і зменшити обсяги застосування пестицидів, у тому числі небезпечних для людини, тварин і оточуючого природного середовища в цілому. Темпи зростання витрат на хімічний захист рослин перевищують темпи приросту рослинницької продукції. З року в рік зростає масштабне, часто не цілком контрольоване застосування пестицидів, що

викликає виправдане занепокоєння як у вчених, лікарів, екологів, фахівців захисту рослин, так і у світової спільноти. У зв'язку з цим, створення та вирощування генетично захищених від хвороб і шкідників сортів і гібридів сільськогосподарських культур набуває особливої актуальності і значущості. Це є одним з найважливіших напрямів для уникнення залежності аграріїв від пестицидів, а для України — надійний шлях до поліпшення екологічної безпеки та економіки [10].

Саме тому, перед селекціонерами усього світу нині постає завдання створювати не просто високопродуктивні сорти, але й обов'язково стійкі проти шкідливих організмів та стресових абіотичних чинників [11].

Необхідною умовою для створення стійких до патогенів сортів є пошук нового вихідного матеріалу. Величезний резерв господарсько-цінних ознак, у тому числі ефективних генів стійкості до фітопатогенів зосереджений в генофонді близькородинних м'якої пшениці видів та родів [12].

Спроби селекції на групову стійкість пшениці до збудників основних хвороб здійснюються науковцями провідних країн світу, у тому числі й вітчизняними. Проте, ці дослідження проводяться у різних екологічних зонах, розділені проміжками часу. Часто досліди прив'язані до природних чи слабких штучних фонів, що здебільшого не дає об'єктивної та достовірної інформації. Останнім часом в Україні створено низку стійких сортів озимої пшениці, які інтенсивно впроваджуються у виробництво, але проблема групової стійкості ще далека від повного розв'язання. Складність селекції на імунітет полягає у тому, що часто маючи достатню стійкість до збудника певної хвороби сорт все одно уражується збудником іншої, втрачаючи врожайність та потребуючи пестицидного захисту. Таким чином, селекція на стійкість до окремих хвороб не відповідає вимогам аграріїв, так як не вирішує питання ні економіки, ні екології виробництва. Вирішити питання можна лише шляхом впровадження сортів, які мають групову стійкість до збудників основних хвороб у регіоні майбутнього районування сорту [13, 14].

Тому актуальним залишається питання щодо селектування генотипів пшениці м'якої озимої, стійких до групи найпоширеніших і шкідливих збудників хвороб. Саме на створення вихідного матеріалу для селекції на групову стійкість спрямована представлена робота.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, грантами. Наукові дослідження за темою дисертації є складовою частиною тематичного плану Селекційно–генетичного інституту – Національного центру насіннєзнавства та сортовивчення (СП–НЦНС) і були виконані у відділі фітопатології та ентомології впродовж 2013–2024 рр. у межах ПНД НААН 8 на 2011–2015 рр. «Вивчити генетичну основу стійкості пшениці до збудників основних захворювань і виділити генотипи з ефективними для селекції на імунітет генами», 08.00.02.01.Ф, (номер державної реєстрації 0111U003470) ПНД НААН 23 на 2016–2020 рр. «Генетичні засади якісних та кількісних господарсько–цінних ознак, розробка сучасних біотехнологій створення та оцінки вихідного матеріалу і підвищення ефективності методів поліпшення генотипів рослин» 23.00.02.02.Ф «Генетико–імунологічне обґрунтування та створення вихідного матеріалу пшениці з груповою стійкістю до збудників шкідливих захворювань шляхом пірамідування ефективних Lr–, Yr–, Sr–, Pm–, Bt–, Ut–генів» (номер державної реєстрації 0116U000665), ПНД НААН 13 на 2021–2025 рр. «Створення сортів зернових, круп'яних, зернобобових культур з комплексною стійкістю до стресових факторів середовища, підвищеною якістю врожаю» («Зернові, круп'яні, зернобобові культури»), 13.00.01.01.Ф Генетико–біотехнологічне та імунологічне обґрунтування та створення гомозиготного вихідного селекційного матеріалу пшениці з груповою стійкістю до патогенів з комплексом ефективних Lr–, Sr–, Yr–, Pm–, Bt–, Ut–генів (номер державної реєстрації 0121U107976).

Мета і завдання досліджень. Мета роботи полягала в аналізі вихідного матеріалу пшениці м'якої озимої до комплексу основних листостеблових хвороб та ідентифікації ефективних джерел генів цінних ознак в селекції на резистентність.

Для досягнення поставленої мети на вирішення поставлено наступні **завдання:**

1. Виявити серед носіїв відомих генів стійкості, ефективні проти популяцій патогенів борошнистої роси, бурої та стеблової іржі в умовах Півдня України.

2. Проаналізувати генетичне різноманіття селекційного та колекційного матеріалу різного походження за рівнем стійкості (сприйнятливості) до основних листостеблових хвороб та виявити серед досліджуваного матеріалу сорти і лінії пшениці м'якої озимої з груповою стійкістю.

3. Проаналізувати селекційний матеріал, створений у відділі фітопатології та ентомології СГП–НЦНС, щодо його рівня резистентності до патогенів борошнистої роси, бурої та стеблової іржі для ідентифікації джерел групової стійкості до зазначених патогенів.

4. Встановити характер успадкування ознак стійкості до листостеблових хвороб у популяціях F_2 , отриманих за гібридизації батьківських компонентів, контрастних за досліджуваними показниками.

5. Виявити та довести зв'язки між ознаками стійкості до листостеблових хвороб та основними морфо–біологічними та господарськоцінними ознаками та властивостями.

6. Виділити із досліджуваного матеріалу стабільні генотипи з груповою стійкістю до основних листостеблових хвороб.

Об'єкт дослідження – процес формування рівня врожаю та стійкості селекційного матеріалу пшениці м'якої озимої проти листостеблових хвороб (борошнистої роси, бурої та стеблової іржі).

Предмет дослідження – генетична основа стійкості пшениці м'якої озимої до комплексу листостеблових патогенів, зв'язок досліджуваного показника з основними біологічними і господарсько цінними ознаками та властивостями у досліджуваному селекційному матеріалі пшениці м'якої озимої.

Методи дослідження: загальнонаукові: узагальнення і систематизація для формування робочої гіпотези, аналіз і синтез; польові: проведення гібридизації та випробування ліній, індивідуального добору; візуальні: проведення фенологічних спостережень, проведення оцінки стійкості в штучно створених інфекційних фонів у полі; вимірально–вагові: визначення біометричних показників і врожайності

рослин; *лабораторні*: якісні показники насіння, імунологічна оцінка стійкості до бурої та стеблової іржі, та борошнистої роси в ювенільний період розвитку (ВВСН 12–13), а також у фазу дорослої рослини в польових умовах (ВВСН 59–69); *математично–статистичні*: обробки експериментальних даних та визначення достовірності результатів дослідження.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у розв’язанні важливої наукової проблеми, щодо пошуку та ідентифікації вихідного селекційного матеріалу пшениці м’якої озимої з груповою стійкістю до основних листостеблових хвороб стабільною у часі.

✓ *Уперше* в умовах півдня України розширено відомості про наявність у степовій зоні носіїв ефективних генів стійкості до місцевих популяцій листостеблових хвороб. Зафіксовано зміну вірулентності патогенів до носіїв окремих *Lr*– (10–70 %), *Pm*– (5–60 %) генів, що свідчить про еволюційні процеси, що призвели до зміни їх расового складу.

✓ Виявлено серед носіїв відомих генів стійкості, ефективні проти популяцій борошнистої роси, бурої та стеблової іржі в умовах Півдня України – *Lr19* та *Lr9*; *Sr Amigo*, *Sr39*, *Sr31*, *Sr27*; *Pm4a**; *Pm20*, *Pm3a+3c+3f+5a+25*.

✓ Проаналізовано генетичне різноманіття селекційного та колекційного матеріалу різного походження за ступенем стійкості (сприйнятливості) до основних листостеблових хвороб та виявлено серед досліджуваного матеріалу сорти пшениці м’якої озимої з груповою стійкістю до листостеблових хвороб – Октава, Княгиня Ольга, Ластівка одеська, Вихованка одеська.

✓ Проаналізовано селекційний матеріал, створений у відділі фітопатології та ентомології СГІ–НЦНС, щодо його рівня стійкості до борошнистої роси, бурої та стеблової іржі для ідентифікації джерел групової стійкості до зазначених патогенів, а саме: Ер. 57/12, Ер. 43/14, Ер. 2/14, Ер.70/19, Ер.67/14, Ер.15/14.

✓ Встановлено характер успадкування ознак стійкості до листостеблових хвороб у популяціях F_2 , отриманих від схрещувань батьківських компонентів, контрастних за досліджуваними показниками: Ступінь фенотипового домінування

показника групової стійкості у популяціях F_2 майже 100 % відповідав класу позитивного наддомінування (НД+) за винятком генотипів, що належали до комбінації схрещування Ер.2/14 × Куяльник де стійкість до борошнистої роси контролювалася за типом позитивного домінування (Д+).

✓ Виявлено та доведено зв'язки між ознаками стійкості до листостеблових хвороб і основними господарсько-цінними ознаками та властивостями, зокрема всі шість константних ліній (Ер. 57/12, Ер. 43/14, Ер. 2/14, Ер.70/19, Ер.67/14, Ер.15/14) характеризуються високою комплексною стійкістю (на рівні 8–9 балів) та високою продуктивністю (6,4–7,6 т/га врожайністю).

✓ Виділено стабільні генотипи з груповою стійкістю та врожайністю до основних листостеблових хвороб, а саме: Ер. 57/12 – за рівня стійкості 8–9 балів, урожайність – 7,4 т/га, Ер. 43/14 – за рівня стійкості 8–9 балів, урожайність – 7,6 т/га, Ер. 2/14 – за рівня стійкості 8–9 балів, урожайність – 6,4 т/га, Ер.70/19 – за рівня стійкості 8–9 балів, урожайність – 6,9 т/га, Ер.67/14 – за рівня стійкості 8–9 балів, урожайність – 6,0 т/га, Ер.15/14 – за рівня стійкості 8–9 балів, урожайність – 6,2 т/га

✓ Удосконалено методичні підходи до ідентифікації генотипів пшениці м'якої озимої, стійких до іржастих хвороб та борошнистої роси. Для підвищення ефективності роботи щодо оцінки та добору генотипів з груповою стійкістю запропоновано використання спеціально створених комплексних інфекційних фонів досліджуваних хвороб.

✓ *Набули подальшого розвитку* дослідження генетичної складової ознаки стійкості пшениці м'якої озимої до листостеблових хвороб на гібридах від схрещувань батьківських форм з різними генетичними механізмами контролю стійкості.

Практичне значення одержаних результатів. Проаналізовано ефективність використання інтрогресивних ліній за створення селекційного матеріалу з груповою стійкістю до листостеблових хвороб: бура іржа (*Puccinia recondita* f. sp. tritici Rob. ex Desm (*P. triticina* Erikss), стеблова іржа (*Puccinia graminis* f. sp. tritici) та борошнистої роси (*Blumeria graminis* (DC) Speer f. sp. tritici)

Удосконалено етапи методології селекційного процесу пшениці м'якої озимої за створення вихідного селекційного матеріалу з груповою стійкістю, а саме використанням комплексних інфекційних фонів на початкових етапах селекції. Виділено новий, оригінальний вихідний (селекційний) матеріал (шести константних ліній (Ер. 57/12 – 7,4 т/га, Ер. 43/14 – 7,6 т/га, Ер. 2/14 – 6,4 т/га, Ер.70/ – 6,9 т/га, Ер.67/14 – 6,0 т/га, Ер.15/14 – 6,2 т/га) з ефективними генами стійкості до іржастих хвороб та борошнистої роси, наявність яких було підтверджено за допомогою ПЛР аналізу. Виділені лінії характеризуються груповою стійкістю у фазах BBCH 12-13 та BBCH 56–69 до досліджуваних листостеблових хвороб у комплексі з іншими господарсько–цінними ознаками і можуть бути ефективними генетичними джерелами для селекції пшениці м'якої озимої.

Особистий внесок здобувача полягає у самостійному аналізі вітчизняних та зарубіжних літературних джерел за темою дисертаційної роботи, розробці програми досліджень, виконанні експериментальних польових і лабораторних досліджень, узагальненні, математичній обробці й аналізі отриманих результатів, формулюванні загальних висновків та рекомендацій для практичної селекції. Публікації за темою дисертації виконано у співавторстві із часткою здобувача 35–60%.

Апробація матеріалів дисертації. Основні результати досліджень були представлені на VI інтернет–конференції молодих учених «Генетика та селекція сільськогосподарських культур – від молекули до сорту» (7 вересня 2023 року, м. Київ); міжнародній науково–практичній конференції присвяченій 100–річчю селекції пшениці в інституті «Сучасні напрями селекційного удосконалення пшениці» Селекційно–генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення (1–3 червня 2016 р., м. Одеса), міжнародній науково–практичній конференції «Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсоощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур» (22–23 листопада 2016 р, м. Київ), інтернет–конференції молодих вчених «Генетика та селекція сільськогосподарських рослин – від молекули до сорту» присвяченій 130–річчю з дня народження М. І. Вавилова (7 серпня 2017 року, м. Біла Церква),

міжнародній науково–практичній конференції «Сучасні технології підвищення генетичного потенціалу рослин» присвяченій 100–річчю Національної академії аграрних наук України та 110–річчю заснування Інституту рослинництва імені В. Я. Юр'єва НААН (4–5 липня 2018 р. м Харків), III інтернет–конференції молодих вчених «Генетика та селекція сільськогосподарських культур – від молекули до сорту»: (м. Київ, 28 серпня 2019 р.), міжнародній науковій конференції «Селекція зернових та зернобобових культур в умовах змін клімату: напрями і пріоритети» (м. Одеса. 05.05.2021 р.).

Публікації. За матеріалами дисертації опубліковано 11 наукових праць, зокрема одна стаття – у закордонному виданні, проіндексованому у базі даних Scopus, чотири статті – у наукових виданнях, включених до Переліку наукових фахових видань України, шість тез доповідей на Міжнародних та Всеукраїнських наукових конференціях.

Структура та обсяг дисертації Дисертаційна робота викладена на 175 сторінках друкованого тексту і включає: вступ, огляд літератури, умови, матеріал і методику проведення досліджень, чотири експериментальних розділи, аналіз і узагальнення результатів дослідження, висновки, практичні рекомендації, додатки та список використаних джерел. Дисертація містить 38 таблиць, 11 рисунків, додатки з фотографіями, 182 літературне джерело, в т.ч. 52 латиницею.

РОЗДІЛ 1.

ОСОБЛИВОСТІ ЕТІОЛОГІЇ РОЗВИТКУ ХВОРОБ НА ПОСІВАХ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ НА ПІВДНІ УКРАЇНИ

Основними збудниками хвороб пшениці є різні види іржастих грибів, бактерій, вірусів, сажки, фузаріозу тощо. [15] В Україні найчастіше виникають епіфітотії бурої іржі та борошнистої роси, а періодично — твердої сажки, жовтої іржі, вірусу жовтої карликовості ячменю (ВЖКЯ), піренофорозу і фузаріозу. Стеблова іржа спостерігається рідше. Розвиток конкретної хвороби має зональний характер і залежить від кліматичних умов, таких як температура та вологість, що сприяють поширенню патогенів. У степовій та лісостеповій зонах України найчастіше фіксуються епіфітотії бурої іржі та борошнистої роси, а також періодично жовтої іржі, ВЖКЯ, септоріозу, піренофорозу і твердої сажки.

1.1. Загальні відомості про хвороби їх збудника та шкодочинність.

Найпоширенішими листостебловими хворобами пшениці м'якої озимої на півдні України є борошниста роса, бура листовата та стеблова іржа, які проявляються майже щороку в різній мірі та значно знижують урожай під час епіфітотій [16, 17, 18].

1.1.1. Бура іржа (*Puccinia triticina* Erikss.). Збудником бурої листової іржі пшениці є базидіальний гриб *Puccinia triticina*. Erikss., Rob. ex Desm. f. sp. tritici Erikss. (син. *Puccinia recondita*, *P. rubigovera* (DC) Wint. f. sp. tritici (Erikss.) Carl.).

Відноситься до відділу *Basidiomycota*, клас *Urediniomycetes* (син. *Pucciniomycetes*), порядку *Uredinales* (син. *Pucciniales*), родини *Pucciniaceae*, роду *Puccinia*, виду *P. tritici* [19].

Уражує пшеницю та тритікале, зустрічається на житі та ячменю, диких злаках з роду *Aegilops*, *Agropyron*, *Bromus*, *Elimus*, *Elytrigia*, *Hordeum*, *Hystrix*, *Poa*, *Roegneria*, *Zerna* [19–21].

У повному життєвому циклі розвитку цього гриба послідовно змінюються п'ять типів спороношення: 0 – пікніди з пікноспорами; 1 – ецидії з ецидіоспорами;

2 – урединії з уредоспорами; 3 – телейтопустули з телейтоспорами; 4 – базидії з базидіоспорами. Цей гриб належить до тих патогенів, що мають проміжного господаря, на якому відбувається розвиток ецідіоспороношення, під час якого забезпечується необхідний рівень генетичної мінливості [20].

В Європі збудник рідко завершує повний цикл розвитку. Весняне зараження відбувається через уредоспори, які утворюються з дікаріотичного міцелію, що зимує на озимих злаках. Популяція бурої листкової іржі, яка поширюється на диких злакових травах, слугує резервувальником найвірулентніших форм цього збудника [21, 22].

Патоген розповсюджений у всіх зонах вирощування пшениці [23]. На території країн СНД серед всіх іржастих саме бура іржа є найпоширенішою [24, 25]. По всій території України епіфітотії бурої іржі спостерігаються локально, рідше розповсюджуються на великих територіях. Серед всіх територій, де зустрічається іржа можна виділити тільки 2 зони масового розвитку хвороби [26]. Перша – це лісова зона: Полісся, правобережна частина Лісостепу. Це зона підвищеної вологості (450–550 мм/рік) з невисокими літніми та осінніми температурами. Ці погодні умови забезпечують необхідну крапельну-рідку вологу для зараження рослин і дуже добру перезимівлю інфекції під сніжним покривом. Епіфітотії цієї хвороби спостерігаються раз на 2 роки [27].

Друга зона – право- та лівобережний Степ (Одеська, Миколаївська, Херсонська області та територія Криму). В цій зоні спостерігається підвищення температур літом і м'яка зима. Вони скорочують інкубаційний період, прискорюють нарощування інфекції, сприяють її гарній перезимівлі. Епіфітотії бувають 2–3 рази кожні 5 років [28–30]. Так, в Степовій зоні країни за останні 10 років епіфітотії спостерігались в 2013, 2015 та 2017 рр [31].

Широке розповсюдження бурої іржі можемо пояснити її високою лабільністю до температури і відносній вологості повітря. Так, спори патогена зберігають життєздатність протягом 120 годин при температурі 5 – 35 °С і чотирьох годин при 0 – (- 2) °С. [32]. Вони мали спроможність до зараження до 22 днів на вологому і до 13 днів на сухому ґрунті [33].

Основними факторами проростання урединіоспор і зараження рослин є наявність крапельно-рідкої вологи протягом 3–6 годин [34, 35]. При розвитку патогену в середині тканини рослини-господаря, дуже низька вологість повітря може викликати обезводнення покривів і затягнути інкубаційний період до 3–7 днів [36]. При оптимальній температурі 15–25 °C проростає більше 90% уредоспор, а при температурі нижче і вище оптимуму їх проростання набагато менше. Температура повітря в 32 °C і більше пригнічує розвиток гриба, що призводить до зменшення кількості і розміру пустул, що проявляються, знижується споруляція або повністю зупиняється розвиток хвороби [37]. Під впливом світла проростання спор може затримуватись. Наприклад, що при збільшення освітлення більше 8000 люкс проростання пригнічується зі збільшеною силою. А при 1000 люкс не відбувається взагалі [38].

В результаті проникнення патогену в тканину рослини-господаря відбуваються зміни у всіх фізіологічних та біохімічних процесах останнього. Більшість авторів відмічають підсилення дихання у уражених рослинах. Інтенсивність дихання збільшується на 20–150% [39, 40, 41].

Самборські і Шоу спостерігали збільшення поглинання кисню хворими рослинами в 2–3 рази в порівнянні з здоровими. Але ряд авторів відмічає зменшення вмісту вуглеводів в рослинах [42].

Зміст загального азоту в рослинах за одними даними не змінюється [43], а за інформацією інших навіть збільшується [44]. Співвідношення основних груп азотистих сполук значно змінюється. Кількість азоту білкової фракції зменшується, а не білкової – збільшується, іноді в 2–3 рази [45].

Ураження бурої іржею вибірково впливає на активність оксидаз. У більшості випадків відбувається посилення активності пероксидази, її участь у метаболізмі хворої рослини [46]. Інші автори відзначають її участь у захисних реакціях [47]. Захворювання призводить до включення в процес дихання системи аскорбату оксидази, яка в здоровій рослині знаходиться в неактивному стані [48]. В результаті всіх перерахованих процесів спостерігається швидке старіння заражених клітин, загибель тканин, швидкість якої залежить від ступеня стійкості або

сприйнятливості сорту [49]. Пригнічений стан хворої рослини, зумовлює зниження її продуктивності та якості зерна.

Шкідливість бурої іржі залежить від тривалості та сили епіфітотії. У свою чергу тривалість і сила епіфітотії залежать від ступеня сприйнятливості сорту пшениці і погодних умов, що складаються [50, 51].

При ураженні рослин бурою іржею погіршуються технологічні та посівні якості. Ряд авторів відзначають зниження натури зерна в середньому на 10–12% [52] на якість клейковини та склоподібність зерна [53].

У досліджах Миронівського НДІ селекції та насінництва пшениці натура зерна уражених бурою іржею рослин зменшилася в середньому на 10,8%, склоподібність – на 9%, седиментація – на 16%, вміст сирої клейковини у зерні – на 1–1,5%, сила борошна - на 13,5%, об'ємний вихід хліба - на 12,5% [54]. Внаслідок ураження знизилися також посівні якості насіння, енергія проростання – на 8–25%, схожість – на 3–17%, зменшилася кількість проростків з нормальною кількістю зародкових корінців – на 60–70%.

Втрати зерна від бурої іржі можуть коливатися в широких межах в залежності від ряду факторів (особливості сорту, що обробляється, погодні та агротехнічні умови). Вплив сортових особливостей на розмір недобору врожаю зерна наголошує на ряді авторів [55–58].

Погодні умови визначають терміни первинного зараження, інтенсивність наростання інфекції, продуктивність шкідливих речовин, можливості реалізації інфекційного початку і, в кінцевому рахунку, тривалість і силу епіфітотії, її шкідливість. Так, сильне ураження у фазі трубкування, що зберігається до повної стиглості пшениці, може призвести до недобору 30–35% урожаю, а якщо таке ж зараження відбудеться у фазі воскової стиглості, то втрати становитимуть лише 10%. При частих поверненнях посушливої погоди недобір врожаю від бурої іржі знижується, за погоди сприятливої на розвиток патогену шкідливість його підвищується [59]. Агротехнічні заходи також впливають на уражуваність рослин, шкідливість захворювання. Так, при пізніх термінах сівби спостерігали сильніше ураження рослин і у зв'язку з цим падіння врожаю [60]. Бура іржа краще

розвивається за паровим попередником, при підвищених нормах внесення азоту і на зрошенні [61]. Це спричиняє високі втрати зерна, як загальні, так і у відсотковому вираженні [62, 63]. Відповідно інтенсифікація сільського господарства зумовлює необхідність посилених заходів боротьби з патогенами.

1.1.2. Стеблова іржа (*Puccinia graminis* f. sp. *tritici*). Іржа стеблова (лінійна) — латин. назва *Puccinia graminis* Pers.f.tritici Eriks. et Henn. Спричиняє це захворювання гриб *Puccinia graminis*, котрий паразитує на вегетуючих рослинах. Гриб дводомний: спермогоніальне і еціальне спороношення утворюються на видах барбарису (*Berberis* L.) і магонії (*Mahonia* Watt.), а урединіо- і теліоспороношення — на пшениці. На листках барбарису з верхнього боку *P. graminis* утворює поодинокі спермогонії або невеликі їх групи. Вони кулясті, 120–130 мкм у діаметрі, темно-жовтого забарвлення. У них формується велика кількість дрібних, світлих, одноклітинних спор — спермацій, за допомогою яких відбувається запліднення інших спермогоніїв. Цим і пояснюється утворення нових біологічних форм і рас гриба. Встановлено, що деякі іржасті гриби можуть розвиватись на дуже складних штучних середовищах. Через 2–5 діб після спермогоніїв з нижнього боку листків барбарису, а іноді на черешках і молодих пагонах утворюються еції, які розміщуються округлими або довгастими групами. Еції циліндрично-чашоподібні, з відігнутими краями, білувато-жовті, 2–3 мм у діаметрі. Клітини перидію щільно з'єднані, прямокутні, мають зовнішню стінку оболонки завтовшки 7–13 мкм з бородавками [64–66].

Еціоспори кулясті або округло-тупобагатогранні, розміром 14–22 x 12–18 мкм, з жовтим вмістом. Оболонка безбарвна, у верхній частині потовщена, вкрита дрібними бородавками. Еціоспори розлітаються і, потрапивши на зернові злаки, проростають при наявності краплинно-рідкої вологи при температурі 5–24°C (оптимум 18–20°C). У місці укорінення паростка еціоспори розвивається грибниця, на якій формуються урединії з уредоспорами. Таку грибницю називають уредогрибницею. Урединії утворюються на стеблах, листових піхвах, листках, остюках і колоскових лусочках. Вони іржасто-бурі, довгасті, лінійні, злиті.

Уредоспори *P.graminis* довгасті, еліптичні, жовті, одноклітинні, розміром 20–42 x 14–22 мкм [67–68].

За період вегетації рослин (залежно від екологічних умов) гриб може дати кілька поколінь уредоспор, чим і пояснюється швидке поширення захворювання. Наприкінці вегетації рослин з'являються телії з теліоспорами. Вони розвиваються у місцях формування урединій і часто утворюють смуги чорного кольору завдовжки до 22 мм. Теліоспори двоклітинні на довгій ніжці, довгасто-булавоподібні, з потовщеною оболонкою біля верхівки, коричневі, гладенькі, розміром 35–60 x 12–22 мкм [69, 70].

Збудник стеблової іржі пшениці складається з фізіологічних рас, які відрізняються вірулентністю до ліній і сортів пшениці з відомими *Sr*-генами. Серед популяції патогену в 1997–2000 роках ідентифіковано 11 рас. Домінували 11, 15, 40, 34, 21. Супутніми расами були наступні 17, 58K, 66K, 100, 3K, 1K [71]. Аналізуючи ці дані з даним дослідженням минулих років видно, що супутні раси на території України раніше не спостерігались. Вони спостерігались на Північному Кавказі, звідки, скоріш за все, відбувся їх переніс на територію нашої країни. Раси популяції *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* з України авірулентні до носіїв *Sr*-генів 21, 24, 26, 27, 38, 39, 1AL/IRS, McNair. Їх носії є ефективними донорами стійкості [72].

Перші прояви захворювання спостерігаються наприкінці весни – початку літа. В основному на стеблах, рідше на листках, листових піхвах, колоскових лусочках видно розташовані лінійно цегляно-червоного або темно-коричневого кольору пустули. В кінці вегетації пшениці в місцях утворення пустул з'являються чорні випуклі довгасті подушечки - теліопустули з теліоспорами. При сильному розвитку хвороби вони зливаються в чорні смуги [73].

Збудник зимує на уражених рослинних рештках, особливо на стерні, проростає навесні після періоду спокою. Час, необхідний для проростання теліоспор, залежить від ступеня їх зрілості. Зрілі теліоспори можуть проростати через 3–4 години після того, як їх помістити у вологу камеру. Із клітин теліоспор утворюються базидії з базидіоспорами. Лінійна іржа інтенсивніше проявляється на ранніх посівах озимої і пізніх — ярої пшениці [74, 75].

Шкідливість стеблової іржі полягає в тому, що вона порушує водний баланс рослин (посилення транспірації), послаблює фотосинтез, затримує зростання рослин, викликає вилягання посівів. При ураженні стебла під колосом різко знижується очікуваний урожай внаслідок так званого витікання зерна. Зерно утворюється щупле, з дуже низькими хлібопекарськими якостями. Іноді при сильному розвитку стеблової іржі недобір урожаю становить 60—70% [76].

В даний час захворювання носить депресивний характер. Однак в 1998—1999 рр. в Уганді (Східна Африка) спалахнула епіфітотія стеблової іржі пшениці, викликана появою нової раси Ug99. Вона швидко поширилася по посівах пшениці в Кенії і Ефіопії, потім в Судані і Ємені, досягла Ірану. В окремих районах втрати врожаю становили 100%. У зв'язку з високою швидкістю поширення цієї раси необхідний ретельний моніторинг за розвитком цього захворювання. Оптимальні умови розвитку іржі стеблової складаються у теплих вологих умовах. Це захворювання поширене по всій території України, особливо у західних областях [77, 78].

Агротехнічні заходи боротьби передбачають контроль злакових бур'янів на полях, а також знищення кущів барбарису поблизу них. Також ефективним є сівба озимих зернових у оптимальні агротехнічні строки та рання сівба ярих зернових [79].

В разі поширення іржі стеблової у конкретній місцевості необхідно підбирати стійкі до цього захворювання сорти. Додатковим заходом є внесення в ґрунт достатніх норм фосфорно-калійних мінеральних добрив [80].

З метою зниження ураження як стебловою, так і бурюю іржею потрібне збалансоване внесення азотних, фосфорних та калійних добрив. Стійкість озимих та ярих хлібів проти лінійної (стеблової) іржі підвищує підживлення ними у фазі трубкування. Також треба вчасно знищувати пирій повзучий, бо в його тканинах (листках) може зимувати уредоміцелій, який навесні дає уредопустули з уредоспорами. Останні з бур'яну заражають жито та ячмінь [81].

Після перших робіт Е. С. Стекмана з дослідження расового складу патогену подібні дослідження розпочались по всьому світу і продовжуються в наш час. Р.

Bartos з колегами [82], Болгарії — Х. Кржин [141–143], Італії — М. Pasquini, G. Zitell [83] та А. Siniscalco [145].

В СРСР дослідження расового складу збудника стеблової іржі пшениці проводили Є. Г. Рассадина в Всесоюзному інституті захисту рослин – ВІЗР [147], Н. Є. Коновалова з колегами в Всесоюзному науково-дослідному інституті фітопатології – ВНДІФ [84], Л.А. Смирнова і Г.К., Краєва з колегами в Північно-Кавказькому науково-дослідному інституті фітопатології — СКНДІФ [42, 148, 149], С.Н. Лекомцева з колегами в Московському державному університеті [150, 151], А.А. Бабаян і Д.Д. Саркісян в Вірменському науково-дослідному інституті захисту рослин [152], О.Н. Цикоридзе в Грузинському науково-дослідному інституті захисту рослин [153].

В Україні расовий склад збудника стеблової іржі спочатку досліджував Е.Е. Гешеле у Всесоюзному селекційно-генетичному інституті 1931–1941рр. Ним було встановлено, що основними расами патогену являються 21 та 17 [85]. В подальшому в 60 – 80-ті роки минулого століття дослідження расового складу патогену проводили В. Ф. Пересипкін і Т. Г. Зражевська в Українському науково-дослідному інституті захисту рослин [86], М.С.Крижановська в Київському національному університеті ім. Т.Г. Шевченко [87]. В СРСР ідентифіковано велика кількість рас патогена, серед яких домінували на Північному Кавказі — 3к, 199, 34, 56, 11, 40, 1К, в Поволжі — 11, 34, 40, 15, Україні — 11, 17, 19, 21, 34, 100, 15, Закавказзі — 11, 34, 15, 58, 3К, 66К, 1К, 21, 57К, Середньої Азії і Казахстані — 21, 34, 40, 17. За результатами дослідження до 1977 року був створений реєстр рас збудника стеблової іржі пшениці, в який увійшла інформація про 364 расах патогену [88]. Виділені сорти пшениці, які мають стійкість до рас патогена.

В Україні після робіт М. С. Крижановської, дослідження расового складу збудника стеблової іржі були відновлені в відділі фітопатології та ентомології СГІ-НЦНС в 1997–2002 роках. Характеристика рас патогена наведена в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1.

Характеристика рас *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*

Раса	Сорти-диференціатори рас (Sr-гени)											
	Little club	Marquis (Sr 5, Sr7b, Sr18, Sr19, Sr20)	Reliance (Sr5, Sr20)	Kota (Sr7b, Sr18, Sr28)	ArnaUtka (Sr 9d)	Mindum (Sr 9d)	Spelmar (Sr 9d)	Kubanka (Sr 9g)	Acme (Sr 9g)	Eincom (Sr 21)	Vernal (Sr 9e)	Khapli (Sr 13, Sr 14+)
11	S	S	MS	MS	S	S	S	MS	MS	MS	R	R
15	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R
17	S	S	0	MS	S	S	S	S	S	MS	0-R	0-R
21	S	S	0	MS	S	S	S	S	MS	R	0	R
34	S	S	S	S	S	S	S	S	MS	R	0-R	0-R
40	S	S	S	S	S	S	S	S	S	0	S	R
100	MS	S	MS	MS	MS	MS	MS	S	R	R	X	R
1k	S	S	S	S	S	S	S	S	R	MR	S	R
3k	S	S	S	S	S	S	S	S	2	0	0	R
57k	S	S	S	MS	S	S	S	S	2	MR	R	R
58k	S	S	S	S	S	S	S	MS	1	S	R	R
66k	S	S	S	S	S	S	S	S	0	S	S	R

*Примітка. Бали типів реакції на інфекцію патогена 0, R, MR характеризують авірулентність рас, MS, S — їх вірулентність.

1.1.3. Борошниста роса (*Blumeria graminis* (DC) *Speer*). Борошниста роса пшениці – *Blumeria graminis* (DC) *Speer* f. sp. *tritici*. Це одна з найбільш економічно значимих хвороб пшениці в Європі й в інших частинах світу і ефективно вивчається вченими вже більше ніж 60 років [89].

Втрати врожаю від борошнистої роси можуть становити від 10–15% до 60%. [90]. Борошниста роса пшениці спостерігається переважно на молодих активно вегетуючих рослинах. Уражує листя, листові піхви, стебла, колосові луски, ості. Шкідливість її полягає у зменшенні асиміляційної поверхні листів, що приводить до погіршення розвитку рослини, послаблюється склеренхіма стебел і рослини вилягають. Борошниста роса це хвороба помірних температур. Оптимальна температура для її розвитку від 15 до 25 °C. При підвищенні температури вище 28

⁰C розвиток патогена сповільнюється [91, 92]. Тому це захворювання найбільш шкідливе в регіонах з помірним кліматом – у Європі, південно-західній Азії й у східних і західних частинах Північної Америки [91, 93]. Патоген відрізняється високою швидкістю расоутворення, а так само аерогенним способом поширення, який сприяє міграції генів вірулентності. Це дає борошнистій росі можливість швидко подолати стійкість до неї сортів і селекційного матеріалу.

В Україні борошниста роса спостерігається повсюдно [94]. Найбільш сильний розвиток захворювання відзначається в роки з відносно прохолодною погодою навесні й на початку літа. У Степовій зоні країни це одне з основних захворювань озимої пшениці. В останні роки у наслідок змін клімату й головне, через конкуренцію з новими для України але активно розповсюдженими плямистостями (піренофороз, склерокотріхум), вона дещо втратила свої позиції. Однак патоген має високу біолого-екологічну пластичність і виживає за рахунок розвитку на молодих рослинах озимої пшениці навесні, в пізню осінь і навіть в теплу, але вологу зиму. Так в 2006, а також в 2014 році ми спостерігали зимову епіфітотію борошнистої роси. Такий розвиток патогену досить шкідливий, тому що веде до зниження продуктивного стеблостою до 20%. Епіфітотії спостерігали також в 2003, 2005, 2008 роках.

Ідентифікацію рас проводили з допомогою набору сортів-диференціаторів і додаткового ключа Новер [95]. До сортів-диференціаторів також добавляли сорти й лінії пшениці з різними генами, у тому числі деякі донори стійкості. Використовували бензимидазольний метод. Оцінку стійкості до збудника борошнистої роси сортів і селекційного матеріалу проводили по загальноприйнятим шкалам.

Для потреб селекції на стійкість до борошнистої роси актуальним є пошук нових джерел стійкості, вивчення популяційних змін і аналіз динаміки вірулентності збудника хвороби. Подібні дослідження ведуться в Селекційно-генетичному інституті з 1975 року. Продовжуються вони і в цей час. За всі роки досліджень у популяції патогену виявлено 78 відомих рас. Такий великий склад популяції патогену свідчить про відсутність серед вирощуваних на півдні України

сортів високостійких до борошнистої роси. Патоген має високу швидкість створення нових рас. За всі роки досліджень нами було виявлено в популяції збудника захворювання 40 раніше не описаних рас.

Раси різнилися специфічністю й спектром вірулентності до ліній і сортів з різними *Pm*-генами. Широкий спектр вірулентності мали раси 51, 53, 59, 69 і 75, вузький - раси 27, 44, 58, 66 і 74.

Дослідження показали, що більшість рас патогену вірулентні до носіїв генів *mlr*, *Pm1*, *Pm2*, *Pm3a*, *Pm3b*, *Pm3c*, *Pm5*, *Pm6*, *Pm7*, *Pm8*. Ці гени не ефективні й не стабільні проти збудника хвороби. Частота вірулентності до гена *Pm4b* коливалася по роках і в окремі роки досягала рівня вище за середнього. Це вказує на те, що ген втрачає свою ефективність [96-99].

Продовжує залишатися ефективним проти патогена ген *Pm4a*. Частота вірулентності до цього гена не перевищувала 10%. Так само низкою була частота вірулентності до генів *Ac1* і *Ac2*, *Av1* і *Av2*, *Te1* і *Te2*. Ці гени є зовсім новими. Джерелами їх є *Aegilops cylindrica*, *Aegilops variabilis* і *Triticum eribuni*. При цьому вид *Aegilops cylindrica* використовується, як джерело генів стійкості до борошнистої роси вперше. У відділі фітопатології й ентомології СГІ шляхом міжвидової гібридизації пшениці з біотипами цих видів і наступних повторних схрещувань з сортами пшениці й багаторазовим добором методом Педігрі на штучному інфекційному фоні була створена серія ліній озимої пшениці, що мають високу стійкість до борошнистої роси й інших хвороб. Вони володіють рядом господарсько-цінних якостей і є важливим селекційним матеріалом [100-103].

1.2. Основи біологічного методу захисту.

1.2.1. Типи стійкості рослин до фітопатогенів. У сучасному науково-технічному прогресі зростає роль безпечних і рентабельних методів захисту рослин. Ключовим із них є вирощування у сільськогосподарському виробництві

сортів та гібридів стійких до фітопатогенів. Селекція таких форм базується на досягненнях у галузі імунітету рослин.

Н. І. Вавілов [104] вперше узагальнив роботи в галузі фітоімунології і запропонував класифікацію стійкості за типами. Він виділив поняття про родовий і видовий імунітет, як результат видової спеціалізації, а за проявом захисних особливостей і можливості встановлення патогеном паразитичних взаємин з рослиною-господарем – активний і пасивний захист.

В інфекційному процесі у рослин діють різні механізми захисту пасивного та активного імунітету, які сприяють зниженню інфекційного навантаження, перешкоджають зараженню, обмежують розвиток та пригнічують збудників хвороби в процесі паразитизму [104, 105].

До основних факторів пасивного імунітету відносять анатомо-морфологічні особливості будови тканин та органів, хімічний склад клітинного соку та присутність у рослинах специфічних речовин, а також деякі фізіологічні властивості рослин.

Роль анатомо-морфологічних особливостей будови тканин і органів проявляється, головним чином, на перших етапах патологічного процесу – при проростанні, впровадженні збудника в тканини рослин. До цих особливостей відносять: наявність воскового нальоту, опушеність, кут нахилу листа, кількість і конфігурація продихів [106–109]. Анатомо-морфологічні чинники перешкоджають поширенню патогену. Так відомо, що особливості анатомічної будови стебла пшениці обмежують розвиток стеблової іржі [110].

Біохімічні чинники пасивного імунітету передусім пов'язані з відсутністю у тканинах рослин необхідних патогенів поживних речовин за умови, що патоген неспроможний синтезувати їх сам. Так було доведено, що відношення наявної в рослині кількості цукру чітко корелюється зі ступенем стійкості до факультативних паразитів [111]. Подібні закономірності спостерігаються між вмістом у рослинних тканинах білка та проміжних продуктів білкового обміну та стійкістю рослин [112]. Проте така стійкість ефективна лише щодо факультативних паразитів на стадії освоєння ними нового харчового об'єкта.

На думку Л. В. Метлицького [72] біохімічний захист рослин проти хвороб обумовлений дією трьох груп речовин. У першу групу входять речовини, які є у рослин незалежно від присутності збудника хвороби – так звані конституційні антибіотики. Так встановлено, що феноли, алкалоїди, сапоніни, ефірні олії, терпеноїди та інші речовини мають інгібуючу дію на багатьох збудників хвороб [113]. До другої групи входять антибіотичні речовини (фітонциди), які є у рослин незалежно від наявності паразитів і кількісно збільшуються під їх впливом. Роль фітонцидів в імунітеті рослин неоднакова. Велике значення вони мають у пристосуванні сапрофітів до нових рослин [114] і менше значення, як захисні фактори проти факультативних та облігатних паразитів. Разом з тим, необхідно зазначити, що вони беруть активну участь у захисних реакціях і часто в результаті біохімічних перетворень дають більш токсичні для паразитів сполуки. У третю групу входять індуковані антибіотики (фітоалексини), що виникають у відповідь на ураження. Вони відносяться до факторів активного імунітету. До пасивних захисних механізмів можна віднести так само уникнення ураження. Окремі сорти культурних рослин, які швидко завершують розвиток та дозрівання можуть закінчити життєвий цикл до максимального розвитку інфекції. Наприклад, ранні сорти пшениці можуть уникати серйозних уражень від іржастих в районах, де хвороба розвивається в пізній період вегетації [115]. Уникати ураження дозволяють деякі морфологічні та фізіологічні ознаки рослин, як у випадку закрито-квітучих сортів ячменю, яким ця властивість допомагає уникати інфікування спорами сажки [116].

До факторів активного імунітету належать: надчутливість та інші плазматичні реакції: утворення фітоалексинів, активізація ферментативних систем, явище фагоцитозу. Це основні захисні реакції імунітету. Деякі структурні, механічні елементи відсутні у здорових рослин, але починають розвиватися невдовзі після ураження патогеном, у відповідь на інфекцію. Вони можуть виникати на гістологічному рівні, як, наприклад, утворення кіркових шарів, шарів відторгнення або на клітинному - потовщення клітинних стінок [117].

Один із найпоширеніших активних захисних механізмів у рослин – реакція надчутливості. Вона зустрічається тільки у несумісних комбінацій господар - патоген, де патоген може проникнути в клітинну стінку, але як тільки він встановить контакт з протопластом клітини, ядро рухається в напрямку патогену, що проник, і незабаром дезінтегрується і клітина відмирає. Паразит виявляється ізольованим, що веде до його голодування та загибелі [118]. Швидкість та інтенсивність реакції надчутливості у стійких та сприйнятливих сортів неоднакова. Найчастіше, чим стійкіший сорт, тим вища швидкість реакції. У сприйнятливих сортів вона дуже уповільнена [119]. Цей захисний механізм діє проти паразитів і близьких до них за типом харчування факультативних збудників, що відрізняються високою пристосованістю до обміну речовин рослин, що живлять [120], освоєння фітоалексинів [121]. В даний час з рослин виділено велику кількість фітоалексинів. Стійкі та сприйнятливі рослини синтезують одні й ті ж фітоалексини у різному кількісному відношенні. Встановлено, що тип фітоалексину визначається генотипом рослини-господаря, а швидкість його появи і кількість – самим збудником хвороби.

Найважливішу роль серед активних захисних механізмів грають фізіологічні реакції рослини-господаря. Це, насамперед, активізація окислювально-відновних процесів, що супроводжується підвищенням інтенсивності дихання та активності ряду ферментів. При цьому у стійких сортів спостерігається посилення енергетичного обміну, у сприйнятливих – розпад та порушення його окремих ланок [122], активного імунітету – індукований інфекційний та неінфекційний імунітет [104]. Інфекційний набутий імунітет виникає в результаті перенесеного захворювання або передається від уражених клітин та органів. Неінфекційний набутий імунітет індукується за допомогою дії макро- та мікроелементів та деяких інших речовин [123].

На цьому ґрунтується концепція Я. Ван дер Планка про два типи стійкості – расоспецифічну та нерасоспецифічну [125]. Таким чином, расоспецифічна або вертикальна стійкість діє проти окремих рас патогену. Вона обумовлена великими генами (одним чи кількома). Ця стійкість зазвичай ефективна проти одних рас

паразиту і неефективна проти інших. Вона може чинити сильний тиск на популяцію патогену або призводить до накопичення вірулентних патотипів, або до виникнення нових рас з новими генами вірулентності [126]. Вертикальна стійкість рідше змінюється під впливом умов довкілля. Вона може діяти на всіх етапах онтогенезу і бути високою чи помірною. [127]. Ця стійкість часто зумовлена реакцією надчутливості [128]. Нерасоспецифічна чи горизонтальна стійкість характеризується слабкою чи помірною ураженістю рослин незалежно від расової різноманітності паразиту. Але на сильному інфекційному тлі кінцева ураженість сортів з таким типом стійкості може бути високою. У цьому випадку критерієм оцінки є динаміка збільшення ураження.

Толерантність до облігатів може проявитися в тому випадку, якщо у рослини відсутні рецептори, що сприймають подразники грибного походження або воно інактивує їх [129]. Так, толерантність пшениці до іржастих патогенів може забезпечуватися кількома шляхами.

Витривалість пшениці при ураженні іржею обумовлена, напевно, здатністю певних сортів спрямовувати поживні речовини до зернівок, що формуються, незалежно від ступеня розвитку інфекції. Деякі сорти пшениці толерантні, оскільки вони викликають збільшення періоду між зараженням та споруляцією патогену (повільний розвиток іржі). Третій механізм толерантності проявляється у сортів, які можуть прискорювати формування телейтоспор гриба: таким чином запобігає масовому утворенню уредоспор, необхідних для вторинного зараження пшениці. Ці різні типи реакцій у відповідь рослин відповідають критеріям толерантності, тобто забезпечують і досить високий урожай і умови для росту і розмноження гриба [130]. Одним із механізмів толерантності може бути здатність рослини забезпечувати сприятливий водний режим, шляхом регуляції поглинання води та транспірації. Наприклад, толерантність деяких посухостійких сортів пшениці до жовтої іржі. Її пов'язують з механізмами керуючих транспортом речовин. Наприклад, зернівки толерантних сортів успішно конкурують за поживні речовини з іржею та підтримують нормальний приплив асимілянтів у колос [2].

Щодо природи толерантності думки сильно розходяться. Її розглядають, як форму стійкості чи сприйнятливості, і навіть, як проміжний щабель. [131].

Е. Е. Гешеле пов'язував здатність забезпечувати високий врожай у толерантних сортів передусім з неспецифічною стійкістю, що сповільнює розвиток іржі шляхом зменшення генерації [85].

Більшість авторів визначають генетичну природу толерантності як полігенну [132]. Так, за деякими даними успадковується толерантність до корончастої іржі у вівса [133].

Толерантність має серйозний недолік у тому, що рослини, що володіють нею, служать потенційним джерелом інфекції.

1.2.2. Селекція на стійкість до хвороб. Селекція на стійкість до хвороб це надзвичайно важливе питання з не менш складним його розв'язанням. Оптимальне вирішення цього питання знаходиться у комплексному поєднанні знань щодо генетики, фітопатології та селекції рослин, що схематично можна зобразити у вигляді трикутника (рис. 1.1). За допомогою генетичних прийомів вчені можуть використати природні гени стійкості диких родичів пшениці, що не можливо зробити без спеціальних генетичних знань [115]. Не менш важливе значення для сучасної селекції сортів має використання методів біотехнології. Зокрема методика подвоєння гаплоїдів дозволяє прискорити процес створення сортів, які відповідають вимогам міжнародної організації UPOV за показниками DUS (distinctness, uniformity and stability) [116]. Невід'ємною складовою для сучасної селекції є використання молекулярних маркерів, перевірка на гомозиготність та паспортизація сортів [134].

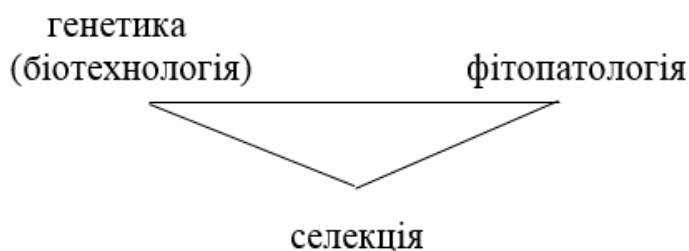


Рис. 1.1. Комплексна взаємодія знань у селекції на стійкість.

Об'єктивний добір і виділення та ідентифікація стійких рослин практично не можливі в умовах природного інфекційного фону. Для цієї мети необхідні глибокі знання біології фітопатогенів, проведення постійного моніторингу популяції фітопатогенів для вивчення расового складу патогенів, вивчення динаміки розвитку патогенів, виділення агресивних та вірулентних рас, створення штучних жорстких інфекційних фонів не залежно від умов року.

За даними В.В. Кириленка, [140] природні фони розвитку хвороб виникають не щорічно, і вести селекцію, тим більше з груповою стійкістю, потрібно постійно протягом усього селекційного процесу з використанням штучного комбінованого фону патогенів. Ці схеми відрізняються видовим складом патогенів, схемою розміщення досліджуваних ділянок та сортів накопичувачів, методами створення інфекційних фонів [141]. Отже всі проведені дослідження свідчать про те, що комбінований штучний інфекційний фон є невід'ємною складовою при селекції на групову стійкість до хвороб. При створенні інфекційного фону потрібно включати всі ті хвороби, які становлять небезпеку для даної екологічної зони або є потенційно небезпечними. У селекції пшениці на стійкість до збудників хвороб в залежності від покладених цілей і задач селекціонерами і фітопатологами використовують різні схеми селекційного процесу.

У селекції нових сортів широко використовують внутрішньовидову гібридизацію, різні типи схрещування (прості й складні). При цьому успіх багато в чому залежить від правильного підбору вихідних батьківських форм. Наприклад, шляхом простих схрещувань підбираючи батьківські компоненти, що несуть у

своєму генотипі гени стійкості до кількох різних збудників хвороб можна отримати їх ефективне поєднання в одному генотипі. Проте у селекції пшениці на стійкість до хвороб найчастіше застосовується і є більш ефективною складна гібридизація. До неї відносяться різні види бекросів і ступінчастих схрещувань. Використовують повні, неповні, переривчасті й безперервні схрещування зі зміною рекурентної батьківської форми [135].

N. Bourlaug запропонував метод створення мультилінійних сортів. Згідно цього методу шляхом повторних схрещувань створюються лінії, що подібні за усіма агрономічними ознаками і властивостями, але з різними генами стійкості. Тобто мультилінійний сорт складається із суміші ліній [136], проте згідно правил UPOV такі сорти не відповідають сучасним вимогам за генетичною однорідністю. Сучасне рішення у селекції рослин на стійкість до збудників хвороб знаходиться у схемі, що в оригіналі називається *gene-pyramiding scheme* [137], яка дозволяє скомбінувати в одному генотипі серію потрібних генів, що знаходяться у різних генотипах. Підібрані батьківські пари з потрібними генами стійкості до хвороб схрещують між собою, після чого отримані гібриди від різних комбінацій схрещування теж схрещують між собою, внаслідок цього відбувається акумуляція необхідних генів в одній рослині, так звані конвергентні схрещування. Щоб полегшити добір генотипів з необхідними генами чи блоками генів використовують молекулярні маркери [138].

За різних схем ступінчастих схрещувань можна вирішити декілька селекційних завдань: об'єднати в одному генотипі стійкість усіх батьківських форм, що беруть участь у гібридизації, поєднати стійкість до патогенів з іншими господарсько-цінними ознаками й властивостями; одержати трансгресивні форми або новий тип стійкості за рахунок рекомбінацій, адитивної, комплементарної або іншої взаємодії генів. Трансгресивна мінливість викликає появу гомозиготних генотипів, що перевищують спектр мінливості батьківських форм у відношенні прояву однієї чи декількох ознак. Тому для практичної селекції велике значення мають позитивні трансгресії, які отримані в результаті перекомбінацій і появи кращих рекомбінантів за різними господарськими та біологічними ознаками [139].

Це доведено прикладами селекційної практики, у т.ч. при створенні вихідного селекційного матеріалу й сортів озимої м'якої пшениці з груповою стійкістю до збудників борошнистої роси, видів іржі, сажки та інших хвороб [59]. Але проблема внутрішньовидової гібридизації у тому, що генофонд сучасних сортів обмежений за кількістю ефективних генів стійкості, більшість сортів мають гени, які вже втратили свою ефективність або несуть мінорні, горизонтальні гени стійкості, які забезпечують тільки опосередковану стійкість.

У Миронівському інституті пшениці ім. В.Н. Ремесла розроблена схема селекційного процесу озимої м'якої пшениці на групову стійкість до збудників хвороб (борошниста роса, бура іржа, септоріоз, церкоспорельоз) з використанням штучного комплексного інфекційного фону (ШКІФ) в польових інфекційних розсадників [142].

В Селекційно-генетичному інституті у відділі фітопатології та ентомології розроблена схема селекції пшениці на групову стійкість до збудників хвороб [19]. Вона полягає у чергуванні комбінованого, роздільного та природного фону. Використання цієї схеми дозволяє вже на перших етапах селекції відібрати рослини з груповою стійкістю, оцінити стійкість рослин до тих хвороб, що зустрічаються в даній екологічній зоні.

Отже, добір стійких рослин та створення гомозиготних ліній пшениці, що поєднують стійкість до кількох хвороб з іншими агрономічно-цінними ознаками, а в подальшому стійких сортів – це кропітка, складна справа, успіх якої залежить від тісної співпраці генетиків, фітопатологів та селекціонерів.

1.2.3. Джерела генів стійкості для селекції на стійкість до хвороб пшениці. На думку С.П. Лифенка та О.І. Рибалка селекція озимої м'якої пшениці за останні десятиріччя в ряді країн світу досягла великих успіхів в першу чергу завдяки широкому використанню генетичного різноманіття виду. Але тепер більшість цінних генів виду *Triticum aestivum* використана шляхом різних типів внутрішньовидових схрещувань. З іншого боку, м'яка пшениця має багато диких та культурних співродичів, які можуть бути використані як генетичні джерела ряду цінних господарських ознак. Цей потенціал практичною селекцією використаний

дуже мало. Використанню цих можливостей заважає недостатнє вивчення самих джерел та закономірностей мінливості гібридних поколінь від таких віддалених схрещувань [121].

Види роду *Aegilops* згідно досліджень багатьох вчених є великим резервуаром корисних ознак, що можуть бути використані для покращення пшениці. Багато агрономічно-цінних ознак, включаючи стійкість до біотичних та абіотичних факторів були перенесені від цих видів в пшеницю [143-145].

Дикі співродичі і близькородинні види можуть успішно використовуватися у схрещуваннях з м'якою пшеницею [146].

Згідно генетичної конституції, дикі співродичі пшениці можна розділити на первинні, вторинні й третинні генофонди [147] (рис. 1.2).

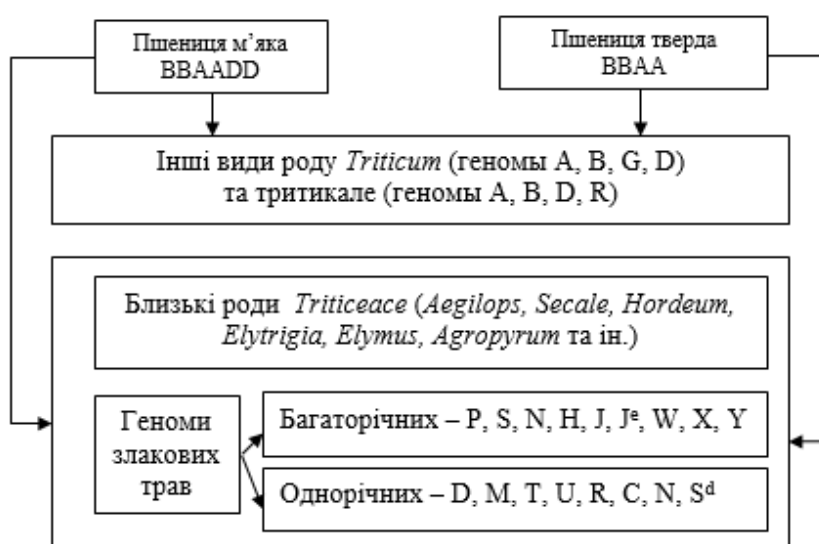


Рис. 1.2. Генний пул пшениці [147].

Первинний генофонд м'якої пшениці включає види з гомологічними геномами: гексаплоїдні форми (давні сорти), культурний тетраплоїд *T. turgidum* та його дика форма *T. dicoccoides*, донор геному А. *T. monosocum* з різновидними *boeoticum* та *urartu* і донор геному D — *Ae. tauschii*. Гени з первинного генофонду можуть бути передані шляхом прямої гібридизації, гомологічної рекомбінації хромосом, бекросуванням і добором [148].

Вторинний генофонд складається переважно з поліплоїдних видів родів *Triticum* і *Aegilops*, що мають один спільний геном з м'якою пшеницею.

Гени від цих видів можуть також бути передані прямою гібридизацією з наступними доборами за умови, що вони локалізовані в гомологічних геномах. Якщо ж вони розміщені в не гомологічних геномах, необхідно використовувати спеціальні цитогенетичні методи [149].

Цілий ряд диплоїдних і тетраплоїдних видів відносяться до цієї групи, деякі успішно використовуються як джерела генів стійкості.

Третинний генофонд складається з диплоїдних і поліплоїдних видів, що генетично віддалені від м'якої пшениці, містять геноми негомологічні пшеничним (A, B і D). *Dasyphyrum* (*Haynaldia villosa*) ($2n=2x=14$, VV), жито (*Secale cereale*) ($2n=2x=14$, RR), та деякі види роду *Aegilops*, що не мають спільних геномів з пшеницею відносяться до третинного генного пулу [96]. Передача генів від цих видів в м'яку пшеницю не може бути здійснена за допомогою гомологічної рекомбінації. Кон'югація хромосом у м'якої пшениці контролюється системою *Ph* генів, головний з яких локалізований у довгому плечі хромосоми 5B. Ця система дозволяє кон'югувати тільки гомологічним хромосомам. Тому для переносу генів з цього генофонду використовуються спеціальні цитогенетичні методи [149].

На сьогодні у вид *Triticum aestivum* від інших видів злаків перенесено гени стійкості до бурої, жовтої та стеблової іржі, борошнистої роси, твердої сажки, піренофорозу, септоріозу. Від видів роду *Triticum* перенесено 54 гени стійкості [151], *Aegilops* — 47 генів [151], *Secale cereale* — 11 генів [152], *Thinopyrum elongatum* та *Thinopyrum intermedium* — 15 генів [153], *Elymus trachycaulis* — 1 ген [151], *Haynaldia villosa* — 1 ген [152].

Серед усіх відомих генів стійкості до хвороб пшениці найбільшу ефективність та стабільність мають ті гени, що інтрогресовані від інших видів та родів. До бурої іржі це *Lr9*, перенесений від виду *Aegilops umbellulata* та *Lr19* від *Thinopyrum elongatum* [154]. До жовтої іржі — *Yr5* від *Triticum spelta*, *Yr9* — *Secale cereale*, *Yr15* — *Triticum dicoccoides* [155]. До стеблової іржі *Sr31* — *Secale cereale*,

Sr13 та Sr14 — *Triticum turgidum* [156]. Борошнистої роси Pm17 — *Secale cereale* [157].

В Селекційно-генетичному інституті Бабаянц Л.Т. з колегами встановив, що *Aegilops cylindrica* ($2n=28$, геном CCDD) Host є джерелом генів стійкості — до збудників борошнистої роси, бурої листкової і стеблової іржі, септоріозної некротичної плямистості листя, фузаріозу колосу і зерна, летючої і твердої сажки [154, 105, 62]. *Aegilops variabilis* Eig (синонім *Aegilops peregrina*) ($2n=4x=28$, UUSS) — борошнистої роси, стеблової іржі, летючої і твердої сажки, фузаріозу колосу. *Aegilops triaristata* Willd. — летючої і твердої сажки. *Triticum dicoccoides* (Körn. ex Aschers. & Graebn.) Thell. — летючої та твердої сажки. *Triticum erebuni* Gandil. ($2n=4x=28$, DDA^uA^u) — борошнистої роси, бурої листкової і стеблової іржі, летючої і твердої сажки [158]. *Agropyron elongatum* Host. – летючої та твердої сажки [159]. Вищеназвані джерела стійкості як ефективні донори групової стійкості використовуються тільки в СГІ. На основі цих джерел створено цілий ряд ліній, що використовуються в селекції на імунітет [19, 20, 123, 200–210].

1.3 Хімічний метод захисту.

Незважаючи на важливість та прогрес у галузі біологічних методів захисту рослин, сучасні темпи зростання зернового виробництва визначають необхідність підвищення загального рівня хімізації сільського господарства [160].

Щодо використання хімічних засобів захисту рослин існують різні думки. Ряд дослідників пов'язують отримання оптимального врожаю з максимальним використанням пестицидів, причому початок обробок приурочують до певних фаз розвитку пшениці не виключаючи профілактичні обробки. Особливо широко такі погляди були поширені в 70–80 роки минулого століття. [161, 162]. Так у боротьбі з борошною россою, бурою іржею та іншими хворобами пропонується першу обробку проводити на ранніх стадіях розвитку рослин, ще до появи симптомів захворювання, другу – при появі перших симптомів [163]. Інші дослідники [164] для отримання максимальних урожаїв рекомендують вносити підвищені норми

азотних добрив навіть на сприйнятливих сортах поєднуючи їх з 3-х кратною обов'язковою обробкою фунгіцидами навіть у пізні фази розвитку рослин. При цьому збільшення врожаю становить 10–13%. Однак, у низці досліджень при слабкому та середньому ступені розвитку бурої іржі надбавка врожаю від одно- та дворазової обробки фунгіцидами була майже на одному рівні [165]. У Німеччині вивчали ефективність 3-х схем вирощування озимої пшениці: 1- необхідні заходи; 2- підвищена інтенсивність заходів щодо хімічного захисту рослин; 3- додаткове внесення добрив + інтенсивний захист рослин. Витрата коштів становив: 1-180; 2-300; 3- 800 марок на га. Зібраний урожай не відрізнявся за якістю та кількістю [166]. Таким чином, для того, щоб хімічний захист рослин був економічно вигідним і екологічно безпечним, необхідно орієнтуватися не на якусь жорстку схему, а на різноманітність факторів, що визначають ту чи іншу епіфітотійну ситуацію (шкідливість захворювання, фактори погоди, зона вирощування, сорт культури, вибір фунгіциду та ін.) [167]. На відміну від систем захисту рослин, що раніше застосовувалися на практиці, вони передбачають як важіль економічної ефективності використання економічного порога шкідливості (ЕПВ) до шкідників і хвороб, а також застосування сучасних вискоєфективних та екологічно безпечних препаратів.

Висновки до розділу 1:

1. На Півдні України листостеблові хвороби пшениці займають одне з перших місць за своєю розповсюдженістю. Виходячи з біології розвитку фітопатогенів доказано, що вони добре пристосовані до місцевих природних умов. Їх розвиток залежить від ступеня стійкості-сприйнятливості оброблюваних сортів, погодним умов, агротехніки. Тому селекція на стійкість до хвороб має надзвичайно велику актуальність.

2. Створення сортів з генетично обумовленою стійкістю до основних хвороб пшениці дозволяє уникнути щорічних втрат від ураження хворобами, що становить від 10% до 70 %.

3. Для правильного планування процесу селекції потрібна інформація про расовий та біотипний склад популяції патогенів, вірулентності та агресивності рас

відносно носіїв відомих генів стійкості, а також ефективності генів стійкості відносно місцевої популяції збудників листостеблових хвороб.

4. Для селекції пшениці на групову стійкість до збудників хвороб існує нагальна потреба у вихідному матеріалі, що має стійкість до групи хвороб та комплекс інших господарсько - цінних ознак і властивостей.

РОЗДІЛ 2.

УМОВИ, МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Природно-кліматичні особливості регіону досліджень.

Полеві досліді проводились у 2014–2024 роках на полях Селекційно-генетичного інституту – Національного центру насіннєзнавства і сортовивчення НААНУ, які прилягають до межі міста Одеси.

Клімат Одеської області, яка розташована на півдні України в Причорноморській низині, теплий і є сприятливим для вирощування різних видів культурних рослин, озимої пшениці в тому числі.

За забезпеченістю вологою зона є недостатнього зволоження, через це врожайність зернових культур у значній мірі залежить від кількості опадів, що випали в осінній та весняно-літній періоди. Середня багаторічна кількість опадів складає 427 мм. Їх максимум припадає на червень - липень, опади в цей період часто мають зливовий характер, а найменша кількість опадів випадає у лютому-березні.

Грунт дослідної ділянки представлений малогумусним важкосуглинистим чорноземом з середнім вмістом гумусу 2,5%. Потужність гумусового шару – 65–67 см, власне гумусний горизонт – 35–38 см. Рельєф території рівнинний зі слабким нахилом на південний захід.

За багаторічними даними Гідрометцентра Чорного та Азовського морів (65062, м.Одеса, Французький бульвар, 89) середньорічна температура в цьому районі складає + 10,0°C. Літо спекотне й тривале, середньомісячна температура липня +22,5°C. Зима м'яка, коротка, з частими відлигами, середньомісячна температура січня -2,0°C. Відносна вологість повітря за рік достатньо висока і складає 75 %. Однак в літній період вона часто знижується до 40–50, а в окремі дні – до 30% і нижче. Сума активних температур (вище 10°C) становить 2800-3400°C.

2.2. Погодні умови років досліджень.

Метеорологічні умови за роками проведення досліджень відрізнялись між собою, при аналізі експериментальних даних це було враховано.

2014/2015 рік. Передпосівний період 2014 року мав дефіцит продуктивної вологи, через посуху впродовж тривалого часу, в серпні випав дощ (5,1 мм), 23 вересня дощ був більш інтенсивний (34 мм), посів здійснили 26 вересня практично в провокаційну вологу. Сходи були отримані 8 жовтня. 22 та 23 жовтня 2014 року 2 дощі (7,1 мм), але не зважаючи на високі коливання в температурі та невелику кількість опадів вдалося одержати дружні сходи. В зиму пшениця ввійшла в оптимальну фазу розвитку.

Надалі тепла погода в листопаді і грудні сприяла вегетації рослин, а перше припинення вегетації відбулось при зниженні температури повітря до $-4...-6^{\circ}\text{C}$ в період з 27–29 листопаду 2014 року. В цей час основна маса рослин знаходилась у фазі початку кущення, а рівень загартування був низький. Відновлення теплої погоди продовжувалось з короткими похолоданнями до -9°C в період з 7 по 12 січня та до -7°C з 13 по 15 лютого. Решта зимового періоду характеризується позитивними температурами до $+2...+4^{\circ}\text{C}$ вдень і до $0...+2^{\circ}\text{C}$ вночі, що сприяло повільній вегетації рослин.

Таким чином, домінуюча тепла погода забезпечила вегетацію рослин практично впродовж всієї зимівлі, тому говорити про стале відновлення вегетації не приходитьсь.

За зимовий період випало сумарно 87 мм опадів. Березень і квітень характеризувались прохолодною погодою з середньомісячною температурою $+4, +9^{\circ}\text{C}$ з не частими рясними дощами у кількості 93,5 мм сумарно, що сприяло додатковому весняному кущенню рослин.

Травень-червень був засушливий, з невеликими та нерясним дощами (від 0,3 до 3 мм). Середньомісячна температура у ці місяці була вище на $2,1^{\circ}\text{C}$ більше від норми. Дані погодні умови в період літньої вегетації та наливу зерна вплинули на формування продуктивності рослин, а також на розвиток листостеблових хвороб.

У зв'язку з погодними умовами (4 липня випав рясний зливовий дощ – 68,1 мм) збір врожаю розпочався 16 липня.

2015/2016 рік. Передпосівний період 2015 року мав високий дефіцит продуктивної вологи, через посуху впродовж тривалого часу, в серпні випав дощ (2,1 мм), у вересні (0,8 мм), в жовтні перший рясний дощ випав 12 числа (22,6 мм), тому посів здійснили 16 числа у провокаційну вологу. Після посіву, 21 жовтня рясні опади (27,2 мм) інтенсифікували стадію проростання і ми отримали виповнені та дружні сходи. В зиму пшениця ввійшла в оптимальну фазу розвитку.

Зупинка вегетації була на початку грудня. Наприкінці листопаду випали рясні опади, що підняли рівень кущистості.

Грудень був засушливим, з середньомісячною температурою 2,9 °С, в січні були невеликі дощі, при тому, що тепла погода на протязі цих місяців сприяла продовженню вегетації, а перше припинення вегетації було відмічене 2-4 грудня, при пониженні температури до 3,7 – 5 °С. В цей час основна частина рослин знаходилась у фазу кущення. Відновлення вегетації продовжувалось до пониження температур до – 8 °С 17 грудня, 30-31 грудня та – 10 °С 10 січня та – 18 °С 25 січня. Решта зимового періоду характеризується позитивними температурами до +2...+4 °С вдень і до 0...+2 °С вночі, що сприяло повільній вегетації рослин.

Таким чином, домінуюча тепла погода забезпечила вегетацію рослин практично впродовж всієї зимівлі, тому говорити про стале відновлення вегетації не приходить.

За зимовий період випало сумарно 106,3 мм опадів. Березень і квітень характеризувались прохолодною погодою з середньомісячною температурою +6,1, +11,6 °С з не частими рясними дощами у кількості 78,8 мм сумарно, що сприяло додатковому весняному кущенню рослин.

Травень-червень був засушливий, з невеликими та нерясним дощами (від 0,8 до 27,9 мм). Середньомісячна температура у ці місяці була 15,7 °С та 22,1 °С. Дані погодні умови в період літньої вегетації та наливу зерна вплинули на формування продуктивності рослин, а також позитивно вплинули на розвиток листостеблових хвороб.

Збір врожаю розпочався 15 липня.

2016/2017 рік. Передпосівний період 2016 року мав дуже високий дефіцит продуктивної вологи, через посуху впродовж тривалого часу, в липні випав дощ 1,5 мм, в серпні випав дощ (0,5 мм), а 20 вересня були рясні опади (113 мм), тому посів проводили з 26 по 05 жовтня. На початку жовтня опади (163 мм), а також на початку листопада (168 мм) позитивно вплинули на інтенсивність стадії проростання і на виповнення сходів. В зиму пшениця ввійшла в оптимальну фазу розвитку.

Зупинка вегетації була на початку грудня.

Грудень був засушливим, з середньомісячною температурою 2,9 °С, в січні були невеликі дощі, при тому, що тепла погода протягом цих місяців сприяла продовженню вегетації, а перше припинення вегетації було відмічене 2-4 грудня, при пониженні температури до 3,7 – 5 °С. В цей час основна частина рослин знаходилась у фазу кущення. Відновлення вегетації продовжувалось до пониження температур до – 5 °С 18 грудня та – 10 °С, 8 січня та – 19 °С 25 січня. Решта зимового періоду характеризується позитивними температурами до +2...+4 °С вдень і до 0...+2 °С вночі, що сприяло повільній вегетації рослин.

Таким чином, домінуюча тепла погода забезпечила вегетацію рослин практично впродовж всієї зимівлі, тому говорити про стале відновлення вегетації не приходить.

За зимовий період випало сумарно 106,3 мм опадів. Березень і квітень характеризувались прохолодною погодою з середньомісячною температурою +6,1, +11,6 °С з не частими рясними дощами у кількості 78,8 мм сумарно, що сприяло додатковому весняному кущенню рослин.

Травень-червень був засушливий, з невеликими та нерясним дощами (від 0,8 до 27,9 мм). Середньомісячна температура у ці місяці була 15,7 °С та 22,1 °С. Дані погодні умови в період літньої вегетації та наливу зерна вплинули на формування продуктивності рослин, а також позитивно вплинули на розвиток листостеблових хвороб.

Збір врожаю розпочався 15 липня.

2017/2018 рік. Передпосівний період 2017 року мав дуже дефіцит продуктивної вологи, через посуху впродовж тривалого часу, в серпні випало 33,8 мм опадів, в вересні – 11,4 мм, а в жовтні – 38,9 мм. Посів проводили з 26 вересня по 04 жовтня в суху землю. Позитивно на посів вплинули опади після проведення посіву, сходи було отримано через 10 днів після посіву. Сходи були дружніми.

Опади (26,9 мм) протягом листопаду, а також середньомісячна температура 6,9 °С дозволило пшениці в стадії кушення вийти в зиму.

Перша зупинка вегетації була наприкінці листопаду, грудень був теплим і вологим, що дозволило продовжити вегетацію, при середньомісячній температурі +5,1°С вегетація була повільною. Січень був більш прохолодним. Таким чином, домінуюча тепла погода забезпечила вегетацію рослин практично впродовж всієї зими, тому говорити про стале відновлення вегетації не приходиться.

За зимовий період випало сумарно 155 мм опадів. Березень і квітень характеризувались прохолодною погодою з середньомісячною температурою +1,6, +13,1 °С з не частими рясними дощами у кількості 59,9 мм сумарно, що сприяло додатковому весняному кушенню рослин, а також розвитку хвороб.

Травень-червень був засушливий, з невеликими та нерясним дощами (від 0,5 до 17 мм). Середньомісячна температура у ці місяці була 18,9 °С та 22,3 °С. Дані погодні умови в період літньої вегетації та наливу зерна вплинули на формування продуктивності рослин, а також позитивно вплинули на розвиток листостеблових хвороб.

Збір врожаю розпочався 12 липня.

2018/2019 рік. Передпосівний період 2018 року мав дуже високий дефіцит продуктивної вологи, через посуху впродовж тривалого часу, в вересні випало 15,2 мм, тому посів відбувався в провокативну вологу. В жовтні випало 5,1 мм опадів, сходи відбувались нерівномірно, не дружно, не повноцінно. 19 листопада випало 16,7 мм опадів, при невисокій середньомісячній температурі 4 °С, вегетація продовжувалась повільно. В зиму пшениця ввійшла в поганому недорозвиненому стані, в стадії на початку кушення.

Зупинка вегетації була наприкінці листопада.

Грудень був засушливим, з середньомісячною температурою $0,5^{\circ}\text{C}$, в січні були невеликі дощі (13,5 мм), В цей час основна частина рослин знаходилась у фазу кущення. Решта зимового періоду характеризується позитивними температурами до $+2...+4^{\circ}\text{C}$ вдень і до $0...+2^{\circ}\text{C}$ вночі, що сприяло повільній вегетації рослин.

Таким чином, домінуюча тепла погода забезпечила повільне продовження вегетації рослин практично впродовж всієї зимівлі, тому говорити про стале відновлення вегетації не приходиться.

За зимовий період випало сумарно 78,8 мм опадів. Березень і квітень характеризувались прохолодною погодою з середньомісячною температурою $+6,3...+10,1^{\circ}\text{C}$ з не частими і не рясними дощами у кількості 35,6 мм сумарно, що також не сильно сприяло додатковому весняному кущенню рослин.

Травень-червень був засушливий, з невеликими та не рясними дощами (1,0 до 8,1 мм). Середньомісячна температура у ці місяці була $17,2^{\circ}\text{C}$ та $25,5^{\circ}\text{C}$. Дані погодні умови в період літньої вегетації та наливу зерна негативно вплинули на формування продуктивності рослин, а також незначно вплинули на розвиток листостеблових хвороб.

Збір врожаю розпочався 13 липня.

2019/2020 рік. Передпосівний період 2019 року мав дуже дефіцит продуктивної вологи, опади на початку серпня (26,9 мм), і 17 вересня (0,5 мм) спонукали сіяти 22 вересня в сухий ґрунт, 25 вересня випало 5,1 мм опадів, що стало провокативною вологою для активації сходів. Дощовий початок жовтня (47,8 мм опадів) сприяв повноцінним і дружнім сходам при середньомісячній температурі в $12,5^{\circ}\text{C}$. Листопад був посушливий (0,3 мм), перша зупинка вегетації була відмічена 21 листопада.

Грудень був вологим (21,1 мм), з середньомісячною температурою 5°C , що сприяло подовженню повільної вегетації, в січні були невеликі дощі (30,8 мм), В цей час основна частина рослин знаходилась у фазу кущення. Решта зимового періоду характеризується позитивними температурами до $+2...+4^{\circ}\text{C}$ вдень і до $0...+2^{\circ}\text{C}$ вночі, що сприяло повільній вегетації рослин.

Таким чином, домінуюча тепла погода забезпечила повільне продовження вегетації рослин практично впродовж всієї зимівлі, тому говорити про стале відновлення вегетації не приходитьсья.

За зимовий період випало сумарно 83,5мм опадів. Березень і квітень характеризувались прохолодною погодою з середньомісячною температурою $+7,9 \dots +10,2$ °C з засушливим періодом (4,6 мм), що не сильно сприяло додатковому розвитку рослин.

Травень був вологим (60,5 мм) з середньомісячною температурою 14,3 °C, що сприяло епіфітотійному розвитку хвороб. Червень був більш засушливий (8,9 мм), що вплинуло на швидкість розвитку хвороб, а також на формування елементів продуктивності.

Збір врожаю розпочався 18 липня.

2020/2021 рік. Передпосівний період 2020 року мав дуже дефіцит продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту, суттєві опади випали 10 жовтня (14 мм), що спонукало сіяти в період 13–28 жовтня 2020 р. Сходи були різноякісними за повнотою і темпами росту рослин. Пшениця знаходилась 28 днів в умовах дефіциту ґрунтової вологи, що приводило до часткового в'янення вдень і відновлення тургору вночі. 29.10.2020 р. випали суттєві опади (18 мм), які вберегли рослини від повної загибелі, а не проросле насіння, яке зберегло життєздатність в ґрунті, почало проростати і доповнило частково сходи.

Припинення вегетації відбулось 27–29 грудня 2020 року.

Грудень був вологим (22,1 мм), з середньомісячною температурою 5,9 °C, що сприяло подовженню повільної вегетації, в січні були невеликі дощі (17,1 мм), В цей час основна частина рослин знаходилась у фазу початку кущення. Решта зимового періоду характеризується позитивними температурами до $+2 \dots +4$ °C вдень і до $0 \dots +2$ °C вночі, що сприяло повільній вегетації рослин.

Таким чином, домінуюча тепла погода забезпечила повільне продовження вегетації рослин практично впродовж всієї зимівлі, тому говорити про стале відновлення вегетації не приходитьсья.

За зимовий період випало сумарно 425 мм опадів. Березень і квітень характеризувались прохолодною погодою з середньомісячною температурою +4, +9 °С з частими невеликими дощами у кількості 30-40 мм, що сприяло додатковому весняному кущенню рослин, яке на 80-85% реалізувало продуктивну кущистість.

Квітень-червень були винятково вологими (45–99 мм). Температурний режим в ці місяці також мав відхилення більш низьких температур на 1,0–2,3 °С від норми. Такі погодні умови в період літньої вегетації сприяли формуванню елементів продуктивності рослин, а також були сприятливими для розвитку листостеблових захворювань.

У зв'язку з вологими погодними умовами збирання урожаю почалося з 10.07 по 25.07.2021 р. і з підвищеною вологістю насіння, що потребувало додатково досушування.

2021/2022 рік. Осінь 2021 року була теплою з середньою температурою 11,7 °С, при цьому максимальна температура у вересні сягала 32,8, мінімальна 2,1 °С, максимальна температура в жовтні сягала 24,3 °С, мінімальна – -3,0 °С, в листопаді – -25,0 °С, -9,9 °С відповідно. Кількість опадів, за осінній період сягала 40,1 мм. Не зважаючи на високі коливання в температури та невелику кількість опадів вдалося одержати дружні сходи. В зиму пшениця ввійшла в оптимальну фазу розвитку.

Зима 2021/22 була прохолодною, середня температура за сезон сягала 2,1 °С з мінімальною температурою -12,9 °С, яка спостерігалась у грудні та максимальною 19,3 °С у лютому. За зиму випало 155 мм опадів. Найбільш посушливим місяцем був лютий протягом якого рівень опадів сягав 18,3 мм. Загалом зимовий період був сприятливим для продовження нормальної вегетації пшениці м'якої озимої.

Весна 2022 року була прохолодна з різким підвищенням середньої температури в травні до 16,2 °С у порівнянні з березнем (4,7 °С) та квітнем (9,5 °С). Протягом весни випала достатньо велика кількість опадів, яка за весь сезон сягала 144,9 мм. Загалом весна склалась сприятливою для розвитку листостеблових хвороб.

Літній період для розвитку рослин озимої пшениці 2022 року був жарким та посушливим, але найбільш високі температури та мала кількість опадів припали на 2-гу половину літа, що не завадило отриманню врожаю з оптимальними якісними показниками.

Збір врожаю розпочався 12 липня.

2022/2023 рік. Осінь 2022 року характеризувалась теплою погодою з випаданням низької кількості опадів, але це не завадило отриманню вчасно дружніх сходів озимої пшениці. Середня температура за сезон становила 14,2 °С. Всього за осінній сезон випало 68,2 мм опадів.. В зиму озима пшениця перейшла в оптимальному стані.

Зима 2022/23 була переважно теплою із невеликою кількістю опадів яка складала 78,6 мм, температура не знижувалась менше ніж -5 °С. Припинення вегетації озимої пшениці настало 1 грудня.

Весна 2023 року була прохолодною та вологою. Середня температура за весняний період становила 11,2. Всього за сезон випало опадів у кількості 78,3 мм. Умови які склались у травні сприяли розвитку листостеблових хвороб.

Збір врожаю розпочався 15 липня.

2023/2024 рік. Передпосівний період 2023 року мав дуже великий дефіцит продуктивної вологи, опади протягом серпня (24,3 мм), і 05 вересня (0,2 мм) , а також на початку жовтня опади були 05.10.2023 (2,4 мм) та 09.10.2023 (3 мм) спонукали сіяти 15 жовтня в сухий ґрунт, опади 16.10.2023 (1,6 мм) та 25.10.2023 (1,2 мм) не вплинули на отримання сходів. Дощовий кінець листопада (139,9 мм опадів) при низьких температурах сприяв отриманню дружніх сходів. Перша зупинка вегетації була відмічена 26 листопада. В перезимівлю рослини увійшли в фазу шильця – початок кущення (ВВСН 7-12).

Невелика вологість грудня (25.1 мм), з середньомісячною температурою 4,5 °С, сприяла подовженню повільної вегетації, в січні були невеликі дощі (40,6 мм). В цей час основна частина рослин знаходилась у фазу початку кущення. Теплий (5,9 °С) та сухий лютий (3,1 мм) сприяли продовженню вегетації. Решта зимового

періоду характеризується позитивними температурами до $+2...+4$ °C вдень і до $0...+2$ °C вночі, що сприяло повільній вегетації рослин.

Таким чином, домінуюча тепла погода забезпечила повільне продовження вегетації рослин практично впродовж всієї зимівлі, тому говорити про стале відновлення вегетації не приходить.

За зимовий період випало сумарно 68,8 мм опадів. Березень і квітень характеризувались прохолодною погодою з середньомісячною температурою $+5,8...+14,6$ °C з вологим періодом (152,5 мм), що сприяло додатковому розвитку рослин.

Травень був засушливим (15 мм) з середньо місячною температурою 15,8 °C, що сприяло розвитку листостеблових хвороб. Червень був вологим (57,2 мм), що вплинуло на швидкість розвитку хвороб, а також на формування елементів продуктивності.

Збір врожаю розпочався 24 червня.

2.3. Матеріали та методи проведення досліджень.

Матеріалом для досліджень слугували:

1. Інфекційний матеріал – урединоспори природної популяції бурої, стеблової іржі та конідіоспори борошністої роси пшениці півдня України. В роки досліджень в популяції бурої іржі домінувала раса 77, в популяції стеблової іржі раси 11; 15; 40; 34; 2, в популяції борошністої роси раси 4; 15; 27; 35; 44; 46; 51; 58; 59.

2. Сорти та лінії озимої пшениці – сорти озимої м'якої пшениці селекції СГІ та інших установ занесені в Реєстр сортів рослин України:

– Сорти СГІ: Фантазія одеська, Федорівка, Порада, Одеська 267, Тіра, Українка одеська, Струмок, Вікторія одеська, Степовичка, Ніконія, Красуня одеська, Лада одеська, Любава одеська, Леля, Нагорода одеська, Лузанівка одеська, Селянка, Знахідка, Зустріч, Застава, Прима одеська, Сирена одеська, Повага, Куяльник, Дальницька, Пошана, Кирія;

– Сорти установ України та закордонної селекції: Естафета; Миронівська; Приваблива; Трудівниця; Кошова; Миронівська; Южанка; Левада; Дніпрянка; Здобна; Kambara 1/ KALYOZ; Podoima; TAM105/3/NE70654/BBY//BOW; BR1284/BH114686/ALD/31CA20/4/4; GA951079-3-5/NEUSE; Saulescu#/44/TR810200// Krasnodar/FRTL/6/NGDA146/4/; Intensivnaya//PBW343*2/; Dorade5/KS980512; OR943576/KS980512; F08347G8; HKI/6/NVSR3/5/Bez/TVR/5/CFN; Shark-I 113/AGRI/B/Y; Eskina-10/GRISET-9; TAM200/Kravz/LTG-164; L182-02-14-1

Сорти та лінії носії окремих генів стійкості до бурої іржі, стеблової іржі та борошнистої роси. Це відомі лінії та сорти сьогочасного набору диференціаторів рас патогенів до яких підключали ізогенні лінії пшениці отримані нами через (USDA ARS, Agricultural Research Service) США та вперше протестованих на популяціях патогенів Півдня України. (Табл. 2.1)

Таблиця 2.1

Носії генів стійкості до борошнистої роси, бурої та стеблової іржі

<i>Носії Pm-генів</i>	<i>Носії Lr –генів</i>	<i>Носії Sr -генів</i>
Carstens V	Centenario/6Th	Thatcher/ Chinese spring
Axminster /8* Chancellor	Webster/6Th	Egypt.NA101/6 Marquis
Ulka /8* Chancellor	Th6/Carina	Hope/Chinese spring
Asosan /8* Chancellor	Th6/Loros	RedEgyptian/ Chinese spring
Chul /8* Chancellor	Democrat/6Th	PI442911
Sonora /8* Chancellor	Bage/8Th	Hope/Chinese spring
Aristide	Klein Aniversario/Th	‘Acme’
Khapli /8* Chancellor	Transfer	‘Vernal’
Normandie	Th6/Lee	W269/4Marquis/ Egypt. Na95
Halle Stamm 13471	Th6/Hussar	Timstein/Chinese spring
Tp114/65A	Th6/Exchange	Thatcher/Baat
Apollo	Th6/Frontana	PI442913
Sabras	Th6/Hope	Khapstein/10 Marquis
Kronjuwel	Th6/Bowic	Line AB
Norin 4	Th6/Kenya 1-12-E19	Thatcher/Chinese spring

Продовження таблиці 2.1

Salmon	Th6/Exchange	Prelude/8Marquis2 //ESP 5-8-9
Akabozu	Th6/Klein lucero	Hope/Chinese spring
NC96BGTD2	Th6/Africa 43	‘Eincorn’
NC96BGTD3	Th6/Ae.elongatum	PI442698’
NC96BGTA5	Th6/Thew	Warden/Hybrid English
NC97BGTD7	Th6/Aeg.taushii	Little Club/Agent
NC97BGTD8	Th6/Aeg.taushii	Little Club/Agrus
NC97BGTD8	Th6/Gabo	PI 442902
	Th6/Ae. Elongatum	PI 520494
	Th6/Rozen	Hope/Reliance/ Revard/ Mercury
	Кавказ	‘Кавказ’
	Th/Santa Catalina	W2691
	KSWGRCO2	PI 442915
	Th6/Ae.speltoides	VPM1/Anza
	Th6/Ae.elongatum	PI 600683
	Th6/Aeg.taushii	Norin40/Honika/ Konosu 26
	Th6/Aeg.taushii	Amigo
	Th6/PI 58458	PI 658464
	Th6/Aeg.taushii	‘Mc Nair 701’
	Th6/Ae.speltoides	
	Neepawaline 2-9-2	
	Th6/Aeg.ventricosa	
	Th6/Aeg.intermedium	
	KS 90WGRC10	
	Babax	
	Th6/Aeg.spelta	
	Th6/Secale cereale	
	Th6/Secale cereale	
	Neepawa6/Aeg.speltoides	
	Th6/V336	
	Tr.dicoc.-479/4Ch.spr.	
	Aeg.sharonensis/Ch/spr	
	Th3/V860	
	Th/6 monococcum	
	Th/6 Tr.dicoccoides	

2.4. Методи проведення досліджень.

2.4.1. Методи інокуляції рослин. Імунологічну характеристику колекційного та селекційного матеріалу, оригінальних ліній пшениці м'якої визначали в умовах ізолюваного польового інфекційного розсадника. Методика ідентифікації, виділення у чисту культуру, накопичення інфекційного початку, способи та терміни штучного зараження рослин докладно висвітлені у спеціальній літературі [170].

В наших дослідженнях було проведено інокуляцію рослин пшениці збудниками бурої та стеблової іржі у фазі початку колосіння та повного колосіння. Інокуляцію рослин проводили способом їх обробки сумішшю уредоспор з тальком. Попередньо проводили обприскування водою з додаванням твіна 80 (0,002 %) для стимуляції проростання спор і зниження натягнення рідини на поверхні рослин. Співвідношення уредоспор і талька складало 1:100. Уредоспор брали 10 мг для бурої та 20 мг для стеблової життєздатних спор на 1 м² площі посіву. (Рис. 2.1)



Рис. 2.1 Інокуляція сумішшю уредоспор з тальком із подальшою ізоляцією рослин.

Згідно методики створення інфекційних фонів [171], по периметру розсадника суцільним способом посіву висівали накопичувачі інфекцій бурої іржі та борошнистої роси - суміш високосприйнятливих сортів Мого та Одеська

напівкарликова у співвідношенні 50:50. Для стеблової іржі – високо сприйнятливих сортів Одеська 26, Michigan Amber у співвідношенні 50:50. (рис. 2.2).

Інфекційний фон борошнистої роси був провокаційний, для його створення використовували загущений посів, на поле виносили сосуди з ураженими рослинами та соломі пшениці з клейстотеціями патогену.



Рис. 2.2 Інфекційний розсадник:

а — дослідні ділянки;

б — накопичувачі інфекції.

Досліджуваний матеріал пшениці м'якої у фітопатологічному розсаднику висівався вручну у рядки довжиною 1 м. із міжряддям 15 см. Зразки, накопичувачі інфекції висівали вручну через кожні 10 зразків [172].

Друге покоління гібридів висівали селекційними сівалками суцільного висіву. Площа ділянок становила 10 м², норму висіву насіння знижували в декілька разів, для того щоб полегшити добір окремих рослин в суцільному посіві. Через 5 проходів розміщували ділянки накопичувача інфекції.

Третє покоління гібридів досліджували на штучному фоні іржастих та борошнистої роси. Висівали широкорядно в рядки довжиною 1,0 м з міжряддям

0,45 м. При цьому в ярусах через кожні 10 рядків гібридів висівали рядок накопичувачів інфекції вздовж всього ярусу.

2.4.2. Методи фітопатологічної оцінки.

Стійкість пшениці до бурої, стеблової іржі та борошнистої роси оцінювали за якісними та кількісними показниками розвитку хвороби. Інтенсивність ураження та тип реакції рослин на інфекцію збудника визначали за низкою шкал.

Тип реакції рослин пшениці на інтенсивність ураження збудників іржастих визначали за шкалою E.C. Stakman, M.N. Levine G. (рис. 2.3).

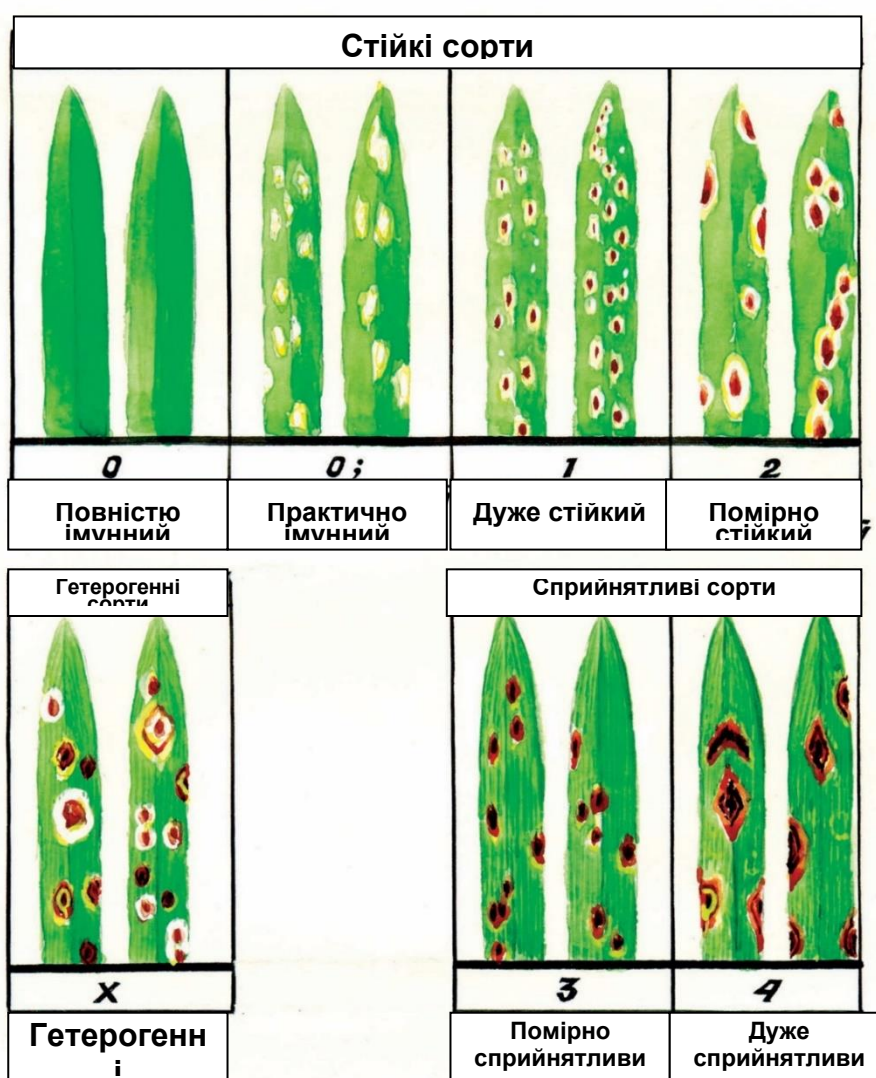


Рис. 2.3 Шкала E.C. Stakman, M.N. Levine для оцінювання типів реакції рослин пшениці на інфекцію збудника стеблової іржі.

Також використовували уніфіковану шкалу за напрацюваннями відділу фітопатології та ентомології (табл. 2.2) [107].

Таблиця 2.2

**Уніфікована шкала типу реакції рослин пшениці на інфекцію збудників
бурої і стеблової іржі**

Тип реакції	Характер проявлення хвороб	Ступінь стійкості/сприйнятливості
0	Признаки хвороб відсутні	Імунний
VR	Окремі хлорозні і некротні плями без урединопустул, іноді з відмиранням тканин всього листа (жовта іржа)	Високостійкий
R	Одиничні, дуже мілкі урединопустули в добре виражених хлорозних і некротних плямах	Стійкий
MR	Невелика кількість мілких та середніх урединопустул в більшій або менше виражених хлорозних і некротних плямах	Помірно стійкі
MS	Посередні і одиничні незмивні крупні урединопустули, іноді в хлорозних або в хлорозно-некротних (жовта іржа) плямах.	Помірно сприйнятливі
S	Крупні пустули, іноді зливаються без некрозу, але можливий хлороз (жовта іржа)	Сприйнятливий
VS	Крупні зливаючі урединопустули, утворюють суцільне покриття	Високосприйнятливий

Реакцію досліджуваних ліній за стійкістю до збудників іржастих визначали за типом реакції. S, VS, MS — сприйнятливі, R, VR, MR — стійкі.

Інтенсивність ураження рослин визначали за шкалами Cobba, A.B. Campbell, A.E. Hannag (рис 2.4) і R. Peterson (рис. 2.5) [107].

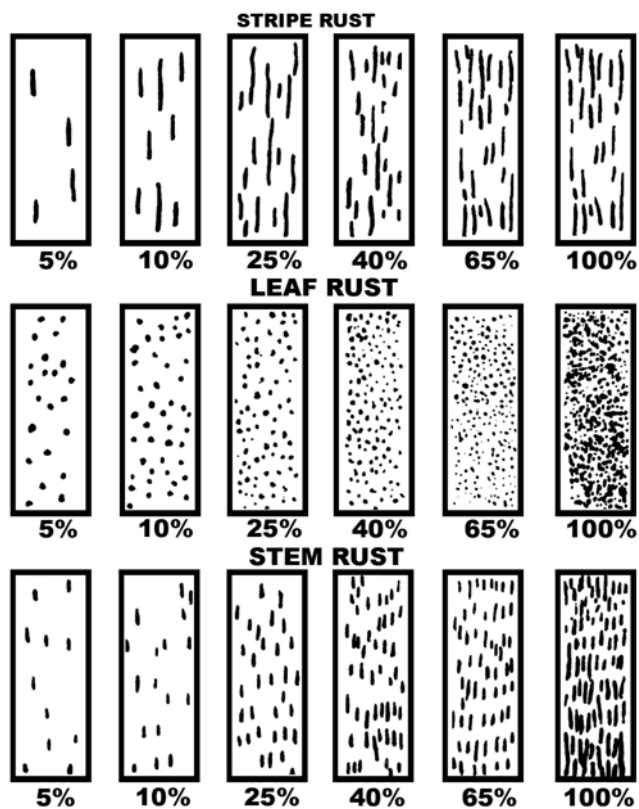


Рис. 2.4 Шкала Совба для визначення інтенсивності ураження рослин колосових культур збудниками іржастих [107].

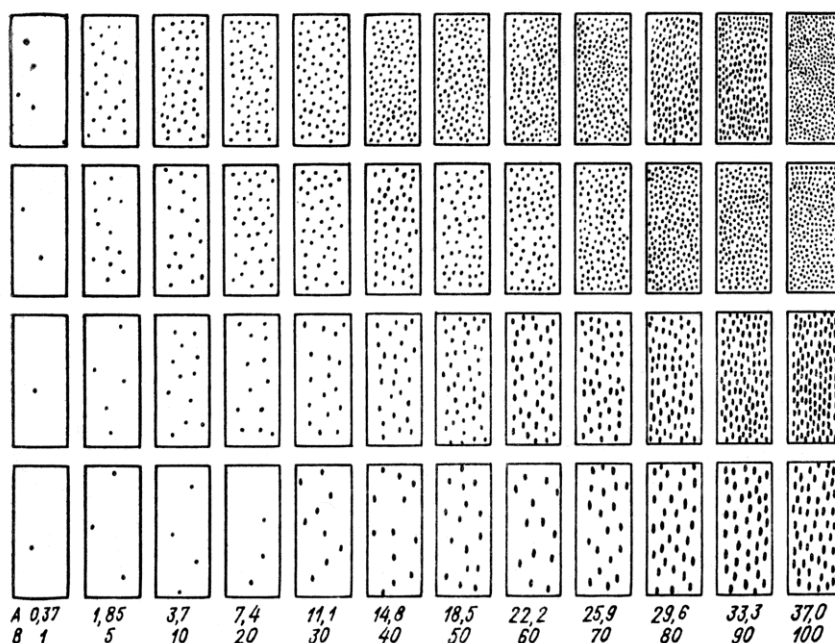


Рис. 2.5 Шкала R.F. Peterson, A.B. Campbell, A.E. Hannag для виявлення інтенсивності ураження рослин зернових культур збудниками іржі.

Крім того, в наших дослідженнях була використана інтегрована шкала розроблена Л.Т. Бабаянц, у якій поєднано бали, ознаки хвороби, ступінь стійкості та тип реакції рослини (табл. 2.3)

Таблиця 2.3

Інтегрована шкала оцінок стійкості пшениці до листостеблових хвороб

Бал	Характер прояву хвороби	Ступінь стійкості, сприйнятливості/тип реакції
9	Ознаки хвороби відсутні	Дуже висока і висока стійкість /0, VR
8	На листках і стеблах одиничні хлорозні й некротні плями можливо з дуже дрібними уредопустулами у вигляді рядків інтенсивністю до 5%	
7	Дрібні рядки уредопустул можливо в хлорозних і некротних плямах інтенсивністю до 10%	Стійкість/R, /MR
6	Дрібні рядки уредопустул можливо в хлорозних і некротних плямах інтенсивністю до 15%	
5	Інтенсивність уредопустул до 25%, можливо зі слабким хлорозом і некрозом	Помірна сприйнятливість/LM
4	Інтенсивність уредопустул до 40%, можливо зі слабким хлорозом	Сприйнятливість/M/MS
3	Інтенсивність уредопустул до 65%	
2	Уредопустули зливаються в суцільні плями інтенсивністю до 90%	Висока /S і дуже висока сприйнятливість/VS
1	Уредопустули зливаються в суцільні плями інтенсивністю 100%	

Тип ураження борошнистою росою визначали за шкалами.

Стійкість пшениці до збудника борошнистої роси вивчають не тільки в польовому інфекційному розсаднику цієї хвороби, але і в розсадниках інших хвороб.

Обліки інтенсивності ураження проводять окомірно у фази куціння (восени, навесні), трубкування та молочної стиглості зерна. У фазу куціння враховують тип (реакція рослини на інфекцію патогену) та інтенсивність ураження. Тип ураження оцінюють за шкалою, представленою в таблиці 2.4, а інтенсивність ураження – за шкалою на рисунку 2.6.

Таблиця 2.4

**Шкала оцінок стійкості до збудника борошнистої роси по типу прояву
хвороби**

Тип ураження	Характер проявлення хвороби	Ступінь стійкості/сприйнятливості
0	Ознаки хвороби відсутні	Дуже висока стійкість
VR	Хлороз та некроз без спороношення	Висока стійкість
R	Слабкий розвиток міцелію, мілкі пустули в хлорозних і некрізних плямах	Стійкість
MR	Слабкий розвиток міцелію, мілкі та середні пустули в хлорозних і некротичних плямах	Помірна стійкість
MS	Помірний розвиток міцелію, мілкі, посередні пустули без хлорозу і некрозу	Слабка сприйнятливість
S	Пухкий міцелій, пустули крупні, споруляція рясна	Сприйнятливість
VS	Добре розвинутий міцелій, рясна споруляція	Висока сприйнятливість
VS	Добре розвинутий міцелій, дуже сильна споруляція	Дуже висока сприйнятливість

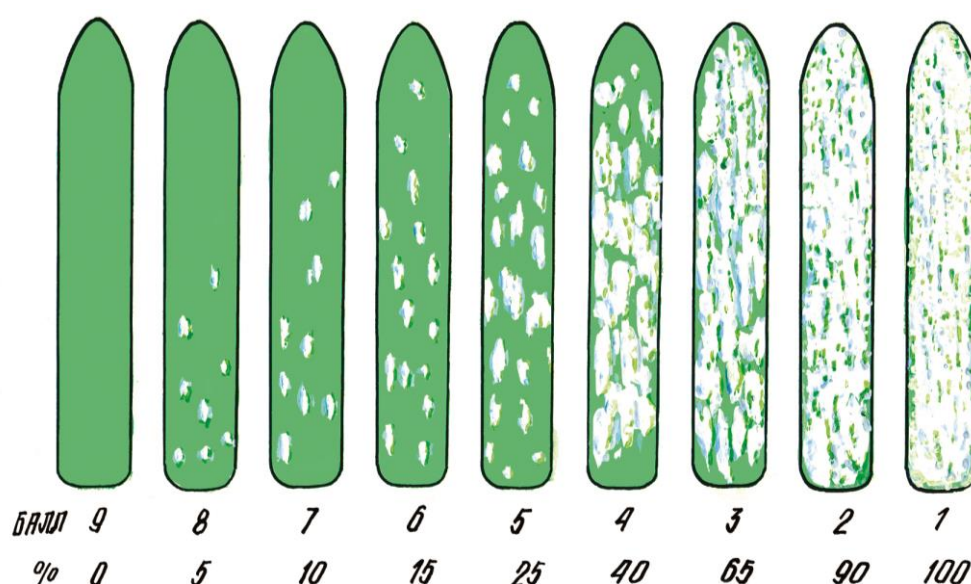


Рис. 2.6. Шкала оцінок інтенсивності ураження листя пшениці та інших колосових культур збудником борошнистої роси.

Таблиця 2.5

Шкала оцінок інтенсивності ураження листя пшениці та інших колосових культур збудниками борошнистої роси

Бал	Характер проявлення хвороби	Ступінь стійкості/ сприйнятливості
9	Ознаки хвороби відсутні	Дуже висока і висока стійкість
8	На листях окремі хлорозні і некротичні плями, дуже рідкий одиничний наліт конідій	
7	Уражені самі нижні листя, спостерігаються одиничні мілкі подушечки, можливо в хлорозних або некротичних плямах	Стійкість
6	Уражена нижня третина рослин в слабкому ступені: самі нижні листя можливо помірно, міцелій утворює частіше подовжені подушечки, рідко в хлорозних і некротичних плямах	
5	Рослини уражені від основи до середини: самі нижні листя сильно, а вище розташовані – помірно і слабо	Слабка сприйнятливість
4	Рослини уражені до перед прапорцевого листа: листя нижнього ярусу (нижній третини) значно, при цьому спостерігається загибель самого нижнього листа; листя середнього ярусу помірно, спостерігаються сліди інфекції на перед прапорцевому листу	Сприйнятливість
3	Рослини уражені до прапорцевого листа: листя нижнього ярусу дуже сильно, спостерігається їх загибель; листя середнього ярусу помірно або сильно; прапорцевий лист слабо уражений	
2	Уражена вся рослина: листя до перед прапорцевого листка сильно, прапорцевий лист помірно, спостерігається загибель рослин в нижньому і середньому ярусі, інфекція спостерігається на колоскових лусочках і остях	Висока і дуже висока сприйнятливість
1	Уражена вся рослина: листя дуже сильно, спостерігається їх загибель, інфекція спостерігається на колоскових лусочках, остях, стеблі в різному ступені	

Розвиток хвороби та розповсюдження по рослині оцінювали за шкалою (рис.2.7)

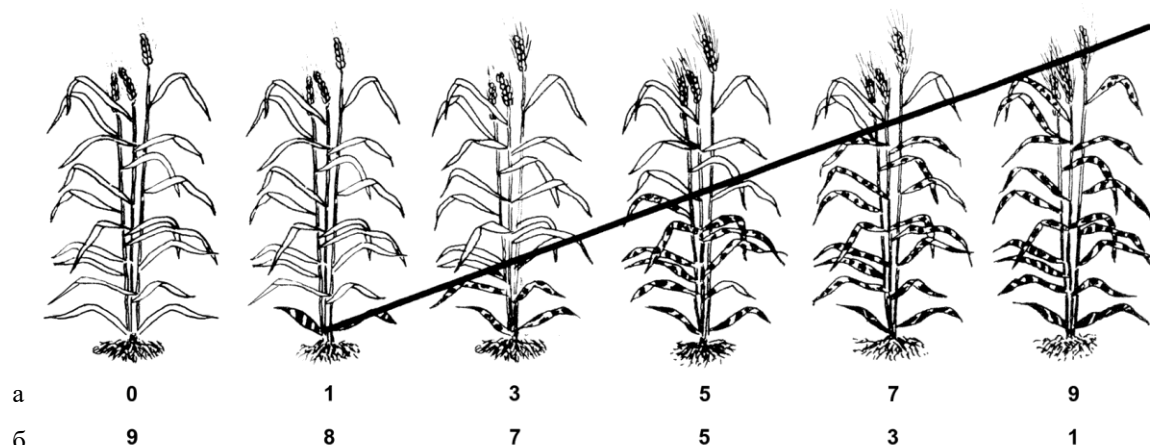


Рис. 2.7 Шкала для оцінювання ураження рослини збудником борошнистої роси:

а — по Е.Е.Саари та І.М.Прескотт , б — уніфікована.

2.4.3. Гібридологічний та статистичний аналіз. Гібридологічний аналіз стійкості до збудників бурої іржі та борошнистої роси проводили керуючись науковими працями В.М.Тоцького [174] та комп'ютерною програмою Punnett Square Calculator.

Селекціонери СІММУТ вважають [175], що для кращої адаптивності в схрещуваннях, в якості материнської форми повинна бути задіяна обов'язково місцева форма пшениці. При цьому рекомендовано наступні види схрещувань: прості – $A \times B$; топкрос – $(A \times B) \times C$; даблкрос – $(A \times B) \times (C \times D)$; гетерогенні (зворотні) – $(A \times B) \times A$. Найчастіше застосовують зворотні схрещування та топкрос [176].

Відбори стійких рослин проводять в F_2 і відбирають до 2000 рослин; в F_3 насіння відібраних рослин висівають в рядкові ділянки і в цьому, а також в наступних поколіннях відбирають кращі ділянки, відмічають їх фарбою і на кожній з них відбирають по десять колосків відносно стійких рослин. Насіння з колосків кожної відібраної ділянки знову висівають в рядкові ділянки.

Навесні в посівах 2014–2021 років проводили обліки інтенсивності ураження рослин пшениці досліджуваних хвороб у наступних фазах онтогенезу рослин – початок трубкування, колосіння, формування зернівки, молочно-воскової стиглості.

Гібридизацію здійснювали твел-методом.

Дослідження та організацію польових дослідів здійснювали за методикою польового досліді [172]. Статистичну обробку експериментального матеріалу здійснювали методами варіаційної статистики за допомогою комп'ютерного модулю Microsoft Office Excel 2007 і програми Statistica 8.0.

Висновки до розділу 2

1. Погодні умови за роки досліджень сприяли розвитку та поширенню бурі іржі та борошнистої роси на посівах пшениці м'якої озимої в умовах Одеської області, що дало змогу провести ефективну оцінку досліджуваного матеріалу на стійкість до досліджуваних хвороб.

2. У досліді було досліджено різноманітний за походженням колекційний та селекційний матеріал, що дало змогу розширити відомості про наявність нових генетичних джерел стійкості до листостеблових хвороб.

3. Система оцінки і добору стійкого до збудників хвороб вихідного матеріалу в умовах інфекційного розсаднику пшениці м'якої озимої була підібрана з урахуванням збереження рослиною комплексу інших цінних господарських ознак.

РОЗДІЛ 3.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ НОСІЇВ ВІДОМИХ ГЕНІВ СТІЙКОСТІ ВІДНОСНО ПОПУЛЯЦІЙ ЛИСТОСТЕБЛОВИХ ПАТОГЕНІВ

Важливим завданням при аналізі нового селекційного матеріалу із груповою стійкістю до основних листостеблових хвороб є вивчення цінності нових генетичних джерел у різні фази розвитку пшениці м'якої озимої, дослідження ефективності блоків генів, що контролюють досліджувані ознаки та моніторинг їх стабільності протягом тривалого часу.

Дослідження стійкості селекційних зразків пшениці м'якої озимої– носіїв відомих генів (*Lr* генів, *Sr* генів, *Pm* генів) до популяцій листостеблових хвороб провадили у продовж 2014–2021 рр., в умовах штучного клімату (ВВСН 12-13) та у польових розсадниках хвороб (фаза ВВСН 56–73).

3.1. Аналіз ефективності носіїв *Lr* генів відносно популяцій бурої іржі у різні фази розвитку рослин пшениці м'якої озимої.

Метою даного етапу досліджень було отримання інформації щодо ефективності *Lr* генів у підвищенні показника стійкості до бурої іржі та її стабільність за роками. Вивчалась стійкість ліній і сортів-диференціаторів м'якої пшениці (USDA ARS, Agricultural Research Service) США, носіїв відомих *Lr* генів (Табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Селекційний матеріал пшениці м'якої з відомими генами стійкості до бурої іржі

Назва сорту/лінії	<i>Lr</i> -ген	Назва сорту/лінії	<i>Lr</i> -ген
Centenario/6Th	1	Th6/Ae.speltoides	28
Webster/6Th	2a	Th6/Ae.elongatum	29
Th6/Carina	2b	Th6/Aeg.taushii	30
Th6/Loros	2c	Th6/Aeg.taushii	32
Democrat/6Th	3a	Th6/PI 58458	33
Bage/8Th	3bg	Th6/Aeg.taushii	34
Klein Aniversario/Th	3ka	Th6/Ae.speltoides	35

Продовження таблиці 3.1

Transfer	9	Neepawaline 2-9-2	36
Th6/Lee	10	Th6/Aeg.ventricosa	37
Th6/Hussar	11	Th6/Aeg.intermedium	38
Th6/Exchange	12	KS 90WGRC10	39
Th6/Frontana	13	Babax	42+
Th6/Hope	14a	Th6/Aeg.spelta	44
Th6/Bowic	14b	Th6/Secale cereale	45
Th6/Kenya 1-12-E19	15	Th6/Secale cereale	47
Th6/Exchange	16	Neepawa6/Aeg.speltoides	51
Th6/Klein lucero	17	Th6/V336	52
Th6/Africa 43	18	Tr.dicoc.-479/4Ch.spr.	53
Th6/Ae.elongatum	19	Aeg.sharonensis/Ch/spr	56
Th6/Thew	20	Th3/V860	60
Th6/Aeg.taushii	21	Th/6 monococcum	63
Th6/Aeg.taushii	22a	Th/6 Tr.dicoccoides	64
Th6/Gabo	23	фіто 57/12	1a/1R,24,34
Th6/Ae. Elongatum	24	фіто 153/12	1a/1R,24,34
Th6/Rozen	25	фіто 326/13	
Кавказ	26	фіто 333/13	-
Th/Santa Catalina	27	фіто 213/13	-
KSWGRCO2	39	Pavon 753	
KSWGRC16	42, 39, 21	Pavon 76,	1,10,1314a,2b,22a, 27,46

Дослідження ювенільної стійкості селекційного матеріалу вивчали за реакцією рослини на інфекцію патогену та інтенсивність ураження. У якості індикатора високої сприйнятливості було використано сорт Одеська напівкарликова. В результаті проведених фітооцінок у ліній та сортів пшениці м'якої озимої виявлено різний тип реакції в залежності від присутності у їх генотипі *Lr* генів (табл. 3.2, додаток Б.1). Зокрема, суттєва масова частка (80 %) ліній, які є носіями ефективних *Lr* генів до популяції збудника бурої іржі *Russinia triticea* показала високий рівень сприйнятливості до популяції збудника бурої іржі, що підтверджується як показником типу реакції рослини на інфекцію так і відсотком інтенсивності ураження.

Таблиця 3.2

Оцінка стійкості селекційного матеріалу пшениці м'якої озимої з *Lr* генами до популяції *Puccinia triticina* у ювенільну фазу розвитку рослин (2014-2021рр.)

Лінії носії <i>Lr</i> -генів	Тип реакції	Інтенсивність ураження, %	Характеристика стійкості/прийнятливості ліній
19	VR	0	Висока стійкість
9	VR-R	5	Стійкість
36; 37; 52; 53; 64 47	MR	10–15	Помірна стійкість
Amigo, 35 42 51; 56;24	MS	25	Помірна сприйнятливість
2с; 3а;16; 17; 18; 26; 32; 44; 60	S	40–65	Сприйнятливість
2в; 13; 14а; 14в; 15; 30; 38; 63; 3bg; 3ка; 10; 33; 1; 2а	S	65–90	Висока сприйнятливість
1; 2а; 11 Одеська напівкарликова – індикатор сприйнятливості	VS	90–100	Висока сприйнятливість

Виняток становили лінії, що несуть в своєму генотипі гени *Lr19* та *Lr9*, їх рівень стійкості варіював у межах від стійких (тип реакції VR-R) до високостійких генотипів (тип реакції VR).

Селекційний матеріал, що ніс у своєму генотипі *Lr* гени 36 (Neerawaline 2-9-2), *Lr37* (Th6/Aeg.ventricosa, *Lr47* (Th6/Secale cereale), *Lr52* (Th6/V336), *Lr53* (Tr.dicos.-479/4Ch.spr.) та *Lr64* (Th/6 Tr.dicoccoides) характеризувався помірною стійкістю із типом реакції MR. На даному матеріалі спостерігали дрібні та посередні уредінопустули у хлорозних або некрізних плямах, інтенсивністю до 15%. Зазначені лінії можуть бути використані у гібридизації як джерела частково ефективних генів стійкості.

У ліній Amigo та у ліній Th6/Ae.elongatum (*Lr24*); Th6/Ae.speltoides (*Lr35*); Babax (*Lr42*); Neerawa6/Aeg.speltoides (*Lr51*); Aeg.sharonensis/Ch/spr (*Lr56*) спостерігалася незначна кількість середніх уредініопустул без некрозу, але з хлорозом, уражено до чверті поверхні листової пластини. Це вказує на їхню слабку сприйнятливість (тип реакції MS).

У носіїв генів *Lr2c*; *Lr3a*; *Lr16*; *Lr17*; *Lr18*; *Lr26*; *Lr32*; *Lr44*; *Lr60* спостерігалися великі з рясним спороношенням уредініопустули (тип реакції S), які охоплювали більше половини площі листової пластини, що вказує на сприйнятливості цих ліній та неефективність їх генів.

Ці ж прояви хвороби (тип реакції S) спостерігали і у ліній носіїв *Lr* генів: 1; 2а, 2в; 13; 14а; 14в; 15; 30; 38; 63; 3bg; 3ка; 10; 33; але охоплювали вони 65–90% площі листової пластини. Лінії високосприйнятливі, їх гени не ефективні.

У ліній Centenario/6Th (*Lr1*); Webster/6Th (*Lr2a*); Th6/Hussar (*Lr11*) спостерігалися великі уредініопустули, що зливаються в суцільні плями, мають активне спороношення (тип реакції VS). При цьому інтенсивність їх ураження склала 90-100%, що вказує на їх високу сприйнятливості.

Дослідження вікової стійкості проводили у польовому інфекційному розпліднику бурої іржі при штучному зараженні рослин уредініоспорами популяції. При максимальному розвитку хвороби її визначали за балом ураження прапорцевого і передпрапорцевого листа у фазу молочної стиглості зерна. Максимальний епіфітотійний розвиток даної хвороби спостерігався у 2015, 2017, 2021 рр досліджень, менш інтенсивний розвиток спостерігався 2014, 2018 та 2019 роки.

Оцінка матеріалу показала, що аналогічно до попереднього експерименту більшість носіїв *Lr*-генів виявилася сприйнятною до популяції патогену бурої іржі. При чому, ефективність генотипі генів *Lr19* та *Lr9* зберігається і у фазі BBCH 56–73, що свідчить про їх стабільність, як у часі, так і у фазах розвитку рослини (табл. 3.3, додаток Б.2).

Таблиця 3.3

Оцінка стійкості селекційного матеріалу пшениці м'якої озимої з *Lr* генами до популяції *Puccinia triticina* у фазі BBCH 56–73 (2014-2021рр.)

Лінії носії <i>Lr</i> -генів	Тип інфекції	Бал ураження, %	Характеристика стійкості і сприйнятливості ліній
19	0–VR	8–9	Висока стійкість
9; 24; 47; 51; 56; 42	R	6–7	Стійкі
36; 37; 52; 53;	MR	5–6	Помірна стійкість

Продовження таблиці 3.3

Amigo, 35 64	MS	4–5	Слабка сприйнятливість
2с; 3а; 16; 17; 18; 26; 32; 44; 60	S	3–4	Сприйнятливість
2в; 13; 14а; 14в; 15; 30; 38; 63; 3bg; 3ка; 10; 33; 1; 2а	VS	1–2	Висока сприйнятливість
1; 2а; 11; (Одеська напівкарликова – індикатор сприйнятливості (st))	VS	1–2	Висока сприйнятливість

Це свідчить про наявність механізмів вікової стійкості у цих джерел та їх генів. Джерела генів *Lr52*; *Lr53*; та *Lr64* помірно стійкі у фазу сходів та стійкі у роки посереднього розвитку епіфітотії уразилися у роки епіфітотій на рівні слабо сприятливих. Що звичайно свідчить про нестабільність цих генів та ризикованістю їх використання.

У епіфітотійні роки високу сприйнятливість (бал 1–2) проявили лінії, які несли у своєму генотипі *Lr* гени 1; 2а, 2в; 2с, 3а, 3bg, 3ка, 10, 11, 13, 14а, 14в, 20, 30, 38, 63. Сприйнятливість (бал 3) спостерігалася у ліній з *Lr* генами 15, 26, 28, 32, 44, середньо сприйнятливими (бал 4) виявились лінії з *Lr* генами 27, 34, 60; 52; 53; 64. Слабку сприйнятливість (бал 5) показали носії *Lr* генів 17, 18, 21, 25, 34, а стійкими (бали 6 і 7) лінії з *Lr* генами 12, 22а, 23, 29, 36, 39, 45, 46. Високу стійкість (бали 8 і 9) виявили лінії та сорти з *L* -генами 9, 19, 42, 47, 50, 51, 56 (табл. 3.1.2.1). У більшості ліній той чи інший рівень сприйнятливості у ювенільну фазу підтвердився подібним і у фазі BBCH 56-73. Що стосується стійких ліній, слід зазначити, що гени *Lr9*, *Lr19* и *Lr47* ліній Transfer, Th6/Ae.elongatum та Th6/Secale cereale були високоефективними як у фазу сходів, так і у фазі BBCH 56-73, вони високо ефективні та стабільні по роках. Лінії носії генів *Lr24*, *Lr42*, *Lr50*, *Lr51* та *Lr56*, які в ювенільну стадію були віднесені до помірно стійких і мали ураження на рівні 10–15% у фазі BBCH 56–73 майже не вразились, що свідчить про деякі вікові механізми, що обумовлюють їх стійкість. Спостерігали це протягом усього періоду випробувань.

У не епіфітотійні роки (2014, 2018 та 2019 рр.), коли умови не сприяли розвитку інфекції (повітряна посуха, високі температури у період внесення інокулюму та його реалізації) інфекційний фон збудника бурої значно знизився, що певним чином вплинуло на інтенсивність ураження досліджуваного матеріалу. Так, удвічі знизилася інтенсивність ураження Одеської напівкарликової та низки ліній з *Lr* генами 1, 2a, 2b, 2c, 3bg, 10, 38, 60. Аналогічна картина спостерігалася у інших ліній. При цьому лінії з *Lr* генами 9, 24, 26, 36, 37, 44; 53 виявили стійкість (бали 6 і 7), а лінії з *Lr* генами 19, 29, 42, 47, 50, 51, 52, 56, 64 – високу стійкість (бали 8 і 9) (додаток Б.2).

В окрему групу нами були виділені лінії, що втратили свою стійкість протягом дослідження, зокрема у носія гену *Th6/Ae.elongatum* (*Lr29*) стійкість відповідала типу R і 6–7 балів стійкості по 9-ти бальній шкалі помінялась високою сприйнятливістю, тип реакції VS–S і відповідно 4–3 бал стійкості, що свідчить про втрату ефективності даним геном. Аналогічну картину спостерігали і у ліній *Th6/Exchange* (*Lr12*), *Th6/Aeg.taushii* (*Lr34*) у яких помірна сприйнятливість в 2014–2015 рр у 2020 році змінилась на високу сприйнятливість (тип реакції S–VS, 4–3 ступінь стійкості).

В ході проведення експерименту було досліджено ефективність ліній та сортів пшениці носіїв відомих генів стійкості щодо окремих рас популяції бурої іржі поширених на Півдні України. В умовах штучного клімату проводили інокуляцію відрізків листа досліджуваних ліній та сортів окремими моноізолятами бурої іржі згідно з методикою. В результаті проведеного експерименту було виявлено широке різноманіття вірулентності різних моноізолятів збудника бурої іржі по відношенню до сортів та ліній носіїв *Lr* генів, яка варіювала в межах від стійкості (типи реакції MR, R), до сприйнятливості (типи реакції MS, S). Носії генів *Lr1*; *Lr2a*; *Lr11*. *Lr2b*; *Lr13*; *Lr14a*; *Lr14b*; *Lr16*; *Lr30*; *Lr63*; *Lr3bg*; *Lr3ka*; *Lr10*; *Lr33*; *Lr1*; *Lr17*; *Lr18*, *Lr2a* із високою частотою вірулентності виявились не ефективними до популяції збудника бурої іржі поширеної на Півдні України.

До ліній носіїв генів - *Lr2c*; *Lr3a*; *Lr15*; *Lr28*; *Lr32*; *Lr44*; *Lr60*; *Lr21*; *Lr22a*; *Lr23*, *Lr35*; *Lr38*; *Lr39*; *Lr45*; *Lr46*, *Lr54* частота вірулентних патотипів в популяції

коливалась у межах 10-15% досягаючи в окремі роки такого ж високого рівня, як і у вище зазначеному матеріалі. Таким чином, можна зробити висновок, що представлені гени нестабільні, недостатньо ефективні та ненадійні проти патогену (табл. 3.4, Додаток Б.3).

Таблиця 3.4

Частота вірулентності популяції бурої іржі до носіїв відомих *Lr* генів (2014–2021 рр.)

Лінія	<i>Lr</i> -гени	Частота вірулентності %	
		мін	макс
Thatcher*6/Brevit	B	97	99
Thatcher*6/Centenario	1	90	91
Thatcher*6/Webster	2a	78	98
Thatcher*6/Carina	2b	98	99
Thatcher*6/Brevit	2c	76	96
Thatcher*6/Democrat	3a	94	96
Bage/8 Thatcher	3bg	96	99
Thatcher*6/Klein Aniversario	3ka	84	90
Thatcher*6/ <i>Aegilops umbellulata</i>	9	2	10
Thatcher*6/Lee	10	92	95
Thatcher*6/Hussar	11	86	90
Thatcher*6/Frontana	13	86	95
Thatcher*6/Hope	14a	90	95
Thatcher*6/Kenya 1-12-E19	15	66	70
Thatcher*6/Hope	16	93	94
Thatcher*6/Klein Lucero	17	88	99
Thatcher*6/Klein Lucero	18	94	95
Thatcher*6/Agropyron <i>elongatum</i>	19	0	5
Thatcher*6/Thew	20	81	85
Thatcher*6/ <i>Aegilops tauschii</i>	21	68	70
Thatcher*6/ <i>Aegilops tauschii</i>	22a	76	78
Thatcher*6/Gabo	23	66	69
Thatcher*6/Agropyron <i>elongatum</i>	24	24	26
Thatcher*6/Rosen (rye)	25	45	56
Thatcher*6/Imperial (rye)	26	18	56
Thatcher*6/ <i>Ae.speltoides</i>	28	50	56
Thatcher*6/Imperial (rye)	29	11	65
Thatcher*6/Imperial (rye)	30	92	97
Thatcher*6/ <i>Ae.taushii</i>	32	76	84
Th6/PI 58458	33	60	50

Продовження таблиці 3.4

Th6/Aeg.taushii	34	25	65
Th6/Ae.speltoides	35	42	47
Neepawaline 2-9-2	36	20	36
Th6/Aeg.ventricosa	37	18	40
Th6/Aeg.intermedium	38	71	81
KS86WGRCO	39/41	70	72
KS92WGRC16	42	23	26
Th6/Aeg.spelta	44	53	80
Th6/Secale cereale	45	60	70
Pavon76	46	65	71
Pavon753	47	6	15
KS96WGRC36	50	8	20
Neepawa6/Aeg.speltoides	51	25	33
Th6/V336	52	7	10
Tr.dicoc.-479/4Ch.spr.	53	25	25
Genetic material	54	86	88
Aeg.sharonensis/Ch/spr	56	18	25
Th3/V860	60	55	55
Th/6 monococcum	63	6	8
Thatcher*6/Triticum <i>dicoccoides</i>	64	5	8
Одеська напівкарликова – індикатор високої сприйнятливості (st)		100	100

До носіїв генів *Lr35* (Amigo, Tc6/Aegilops speltoides), *Lr42* (KS92WGRC16), *Lr51* (Neepawa6/Aeg.speltoides), *Lr56* (Aeg.sharonensis/Ch/spr) та *Lr53* (Tr.dicoc.-479/4Ch.spr.) більшість клонів популяції виявила авірулентність (3/4 складу популяції), що визначає ці гени як частково ефективні. Адже майже чверть складу популяції патогену була вірулентною, що є суттєвим, так як еволюційні процеси, які постійно відбуваються у популяції, можуть спричинити збільшення кількості вірулентних рас.

Ефективними до популяції бурої іржі Півдня України виявилися джерела генів *Lr36*; *Lr37*; *Lr50*; *Lr52*; *Lr53*; *Lr63*; *Lr64*; *Lr47* із відсотком вірулентності до 15%.

До лінії Thatcher*6/Aegilops umbellulata (*Lr9*) кількість вірулентних патотипів в популяції патогену у більшості не перевищувала 5–10%. У попередні роки частота вірулентності до цього гена також була мінімальною 5–10% у 2014–2015

роках. Але на протязі нашого дослідження вона виросла до 15% рас популяції. Частота вірулентності монопустульних ізолятів до Thatcher*6/*Agropyron elongatum* (Lr24) на початку дослідження складала 25% рас популяції, а у попередні роки вона коливалась від 10 до 50%. Однак до 2021 року цей показник стабільно зменшувався та складав 5–10%. Тобто цей ген не стабільний по роках. Кількість вірулентних до нього клонів коливається у популяції бурої іржі.

У більшість років вірулентність до лінії Thatcher*6/*Agropyron elongatum* (Lr19) була відсутня з незначним перевищенням (5%) у окремі роки.

Вірулентність популяції патогену до лінії Thatcher*6/Imperial (rye) (Lr29) у 2013–2015 роках була на рівні 10% рас популяції, що значно нижче ніж у попередні роки. Що стосується нашого дослідження, дуже низька частота вірулентності у 201–2016 рр – на рівні 10–15% поступово зростає, та у 2020–2021 рр. досягла рівня 40%–65% популяції патогену. Можна сказати, що ген Lr29 втратив свою ефективність. Це саме стосується і гена Lr26 лінії Thatcher*6/Imperial (rye) до якого вірулентними були у 2013–2014 рр. до 20% складу популяції бурої іржі, а вже у 2020 р. – 56%. У ліній Lr12, Th6/Aeg.taushii (Lr34) вірулентність на рівні чверті складу популяції патогену виросла до 65 і більше відсотків. Таким чином можна зробити висновок, що у популяції бурої іржі на Півдні України відбуваються постійні еволюційні процеси, триває зміна рас в складі популяції, що і вдалось зафіксувати в ході нашого дослідження. Для успіху селекції на стійкість необхідно враховувати ці зміни і, перш за все, їх вплив на джерела відомих генів стійкості щоб розуміти доцільність їх використання у селекційному процесі.

3.2. Аналіз ефективності носіїв відомих *Sr* генів до популяції стеблової іржі Півдня України

Дослідження стійкості ліній та сортів носіїв відомих *Sr* генів до популяції стеблової іржі Півдня України провадили в період 2014–2021 рр. у польовому інфекційному розсаднику стеблової іржі шляхом штучного зараження рослин. Ступінь стійкості та сприйнятливості моногенних ліній та сортів пшениці з різними

Sr-генами оцінювали за характером прояву хвороби та її поширенні по рослині. Індикатором високої сприйнятливості виступав сорт Одеська напівкарликова.

В процесі аналізу досліджуваний матеріал було розділено на 5 груп в залежності від типу та балу ураження (Табл. 3.5, Додаток Б.4.).

Таблиця 3.5

**Ураженість ліній та сортів пшениці з *Sr* генами збудником стеблової іржі
Puccinia graminis f. sp. tritici у фазі BBCH 56–73 (2014-2021рр.)**

Лінії носії <i>Sr</i> -генів	Тип інфекції	Бал ураження	Характеристика стійкості і сприйнятливості ліній
Amigo, 39, 31, 27	0–VR	8–9	Висока стійкість
21, 24, 28, Mc Nair 38	R	6–7	Стійкі
9e; 11; 9q; 17	MR	5–6	Помірна стійкість
22; 36; 10; 23; 37	MS	4–5	Слабка сприйнятливість
7a; 4b-Ra; 8; 9a; 9d; 15; 16; 18; 28	S	3–4	Сприйнятливість
40; 5-Ra.	VS	1–2	Висока сприйнятливість
Одеська напівкарликова (st)	VS	1–2	Висока сприйнятливість

1. Високосприйнятливі (бал ураження 1–2). На стеблах та листі виявили дуже великі, що майже зливаються уредопустули з рясним спороношенням, які охопили до 90–100% площі листа та стебла (тип ураження VS), це носії генів *Sr*40; *Sr*5-Ra.

2. Сприйнятливі – найбільша частка ліній та сортів, що характеризувалися типом ураження – S із балом 3–4. На них спостерігалися великі та середні уредопустули з рясним спороношенням, що не зливаються між собою, а подекуди у хлорозних плямах охоплюють до 49–65% площі листа та стебла. Це носії генів *Sr*7a; *Sr*4b-Ra; *Sr*8; *Sr*9a; *Sr*9d; *Sr*10; *Sr*15; *Sr*16; *Sr*18; *Sr*23; *Sr*28.

3. Слабко сприйнятливі (бал ураження 5). Хвороба проявилась на них у вигляді середніх уредопустул у хлорозних та некрізних плямах зі спороношенням,

але не рясним, тип ураження MS, інтенсивність 25%. Це носії генів *Sr9e*; *Sr11*; *Sr17*; *Sr22*.

4. Стійкі (бал ураження 6–7) – поодинокі мілкі та середні уредопустули у хлорозних та некрозних плямах, не завжди продуктивні, охоплюють не більше 10-15 % листової пластинки та стебла, тип R або MR – до них відносять носіїв *Sr*-генів: 21, 24, 28, 36, *Mc Nair*, 38.

5. Високо стійкі (бал ураження 8–9) – ознаки хвороби або повністю відсутні або можливо спостерігати до 5% хлорозних та некрозних плямах, а подекуди з мілкими не продуктивними уредопустулами, тип ураження 0–VR. Це носії генів - *SrAmigo*, *Sr39*, *Sr31*, *Sr27*.

Популяцію різних *Sr*-генів стеблової іржі Півдня України характеризували за ознакою вірулентності – авірулентності до сортів та ліній пшениці у різні фази розвитку рослин. У роки досліджень до переважної більшості моногенних ліній вірулентними виявились більше половини патотипів патогену (табл. 3.6, Додаток Б.5).

Таблиця 3.6.

Вірулентність/авірулетність популяції до ліній та сортів пшениці з *Sr* генами збудником стеблової іржі *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* в 2014-2021рр.

Лінії носії <i>Sr</i> -генів	Вірулентність, %	Авірулентність, %
<i>Amigo</i> , 39, 31, 27	0–5	95–100
21, 24, 28, <i>Mc Nair</i> 38	10–15	90–85
9e; 11; 9q; 17	25–40	75–60
22; 36; 10; 23 37	40–60	60–40
7a; 4b-Ra; 8; 9a; 9d; 15; 16; 18; 28	60–90	40–10
40; 5-Ra.	90–100	10–0
Одеська напівкарликова (st)	90–100	10–0

Як видно з таблиці 3.6, до ліній носіїв генів *Sr40*; *Sr5-Ra* *Sr7a*; *Sr4b-Ra*; *Sr8*; *Sr9a*; *Sr9d*; *Sr15*; *Sr16*; *Sr18*; *Sr28* більшість рас популяції (65-90%) виявили вірулентність, що характеризує ці гени, як неефективні проти збудника стеблової іржі.

До джерел генів *Sr22*; *Sr36*; *Sr10*; *Sr23* *Sr37* вірулентними виявилась майже половина рас популяції патогену, ці гени також визначені, як малоефективні.

Що стосується генів *Sr9e*; *Sr11*; *Sr9q*; *Sr17* на ювенільній стадії їх носії уразилися на рівні попередньої групи, але у фазі BBCH 56–73 вірулентними до них виявилися поодинокі раси патогену, що свідчить про наявність у них механізму вікової стійкості.

Низька вірулентність до популяції патогену (10%) в усі роки досліджень була виявлена у носіїв генів *Sr21*, *Sr24*, *Sr28*, *SrMc Nair* 38. Ці гени відмічені як високо ефективні проти збудника хвороби.

Відсутня вірулентність в популяції патогену до сорту Кавказ з генами *Sr5* та *Sr31*, сорту *Amigo* з *SrAmigo*, лінії PI 520494 з геном *Sr27*. Отримані дані підтверджують високу ефективність генів яка була відмічена у попередні роки.

3.3. Аналіз ефективності носіїв відомих *Pm* генів до популяції борошнистої роси Півдня України.

У 2014–2021 рр., вивчали ефективність відомих генів стійкості. Метою було отримання інформації щодо ефективності генів та її стабільність за роками. Одночасно проводився багаторічний моніторинг динаміки вірулентності популяції борошнистої роси в умовах Півдня України

Протягом 2014–2021 рр. в умовах штучного клімату (ювенільна фаза) та у польових розсадниках борошнистої роси (фаза BBCH 56–73), вивчалась стійкість ліній і сортів пшениці м'якої озимої, носіїв відомих генів *Pm*-генів та їх комбінацій до популяцій патогену борошнистої роси поширених на півдні України. Досліджували колекцію сучасного набору сортів диференціаторів, додаткового ключа Новер та ізогенні лінії пшениці, отримані нами через USDA ARS (США, 2014), та вперше протестовані на популяції патогену Півдня України. (Табл. 3.7)

Таблиця 3.7

Ізогенні лінії пшениці носії *Pm* генів стійкості до борошнистої роси

<i>Pm</i> -ген	Сорт, лінія	<i>Pm</i> -ген	Сорт, лінія
–	Carstens V	1+2+9	Normandie
1a	Axminster/8*Chancellor	2+Mld	Halle Stamm 13471
2	Ulka/8*Chancellor	2+6	Tr114/65A
3a	Asosan/8*Chancellor	2+4b+8	Apollo
3b	Chul/8*Chancellor	4b+6	Sabras
3c	Sonora/8*Chancellor	4b+8	Kronjuwel
3g	Aristide	10+15	Norin 4
4a	Khapli/8*Chancellor	8+11	Salmon
4a+	Khapli	10+14+15	Akabozu
4b	Weihenstephane M1	3a+3c+3f+5a+novel genes	Saluda*3/TA 2481
4b	Arkas	3a+3c+3f+5a+35	Saluda*3/TA 2377
5a	Hope/8*Chancellor	3a+3c+3f+5a+25	Saluda*3/ PI 427662
6	Michigan Amber/8*Chancellor	3a+3c+3f+5a+34	Saluda*3/TA 2492
7	Transec	3a+3c+3f+5a+ novel genes	Salud*3/ TA 2466

При вивченні стійкості в ювенільну фазу звертали увагу у першу чергу на тип реакції рослини на інфекцію, а також на інтенсивність її розповсюдження (табл. 3.8, Додаток Б.6).

Таблиця 3.8

Стійкість ліній пшениці з *Pm* генами до популяції *Blumeria graminis* в штучних лабораторних умовах в ювенільну фазу рослин в 2014-2021рр.

Лінії носії <i>Pm</i> -генів	Тип інфекції	Інтенсивність ураження, %	Характеристика стійкості і сприйнятливості ліній
4a*; 20	0–R	0–5	Висока стійкість
3a+3c+3f+5a+25	R	5–10	Стійкість
4b+8; 4b+6; 2+6	Mr; MR–MS	10–15	Помірна стійкість
17; 4b; 1+2+9	MR–MS	15–25	Помірна стійкість
3c; 2+4b+8; 2+Mld	MS	25	Слабка сприйнятливість
4a; 10+14+15; 10+15; 2	S	40–65	Сприйнятливість
1a; 3a; 3b; 4a; 8+11	S	65–90	Сприйнятливість
1; 8+11; 6; 5a; 3g	Vs	90	Висока сприйнятливість

В ході досліджень виявлено, що у ліній Kharpli та KS93WGRC28 з генами *Pm4a+* та *Pm20* ознаки хвороби були відсутні, що вказує на високу стійкість вище вказаних ліній та високу ефективність їх генів.

У сортів Amigo, Centuri та дінії Saluda*3/PI 427662 з генами *Pm17* та *Pm3a+3c+3f+5a+2* спостерігали хлороз і некроз листя без спороношення патогену, ці лінії були віднесені до стійких.

У лінії Weihestephaner M1 з *Pm4b* сортів Sobras з *Pm4b+6*, Kronjuwel з *Pm4b+8*, Normandie з *Pm1+2+9*, Tr114/65A з *Pm2+6* спостерігали слабкий розвиток міцелію борошнистої роси в хлорозних та некрозних плямах, що свідчить про помірну стійкість даних ліній.

У ліній Sonora/8*Chancellor з геном *Pm3c*; Halle Stamm 13471 з генами *Pm2+Mld* та сорту Apollo з комплексом генів *Pm2+4b+8*, розвинувся міцелій зі спорами, розвиток помірний, інтенсивність до 25%, пустули мілкі, без хлорозу та некрозу, не всі мають спороношення. Лінії віднесені до слабкосприйнятливих.

На лініях Kharpli/8*Chancellor з *Pm4a*; Akabozu з *Pm10+14+15*; Norin 4 з *Pm10+15*; Ulka/8*Chancellor з *Pm2*, Axminster/8*Chancellor з *Pm1a*; Asosan/8*Chancellor з *Pm3a*; Chul/8*Chancellor з *Pm3b*; Salmon з *Pm8+11* утворювався добре розвинутий розпушений міцелій з дуже сильним конідіальним спороношенням. Інтенсивність ураження 40% у сприйнятливих та до 90% у високосприйнятливих.

Всі інші лінії та сорти уразились на рівні індикатора сприйнятливості. Патоген на їх листях утворював добре розвинутий міцелій (інтенсивність ураження до 90-100 % поверхні листової пластини з дуже активною споруляцією).

В окрему групу виділили лінії Saluda*3/TA 2492 з *Pm3a+3c+3f+5a+34*, Saluda*3/TA 2377 з *Pm3a+3c+3f+5a+35*, Saluda*3/PI 427315 з *Pm37*, Saluda*3/TA 2481 з *Pm3a+3c+3f+5a+novel genes* та сорт Transec, які протягом досліджень втратили стійкість повністю або частково. Так, якщо у 2013–2014 рр. за типом реакції на інфекцію лінії Saluda*3/TA 2492 та Saluda*3/TA 2481 була на рівні помірної стійкості – R–MR, а Saluda*3/TA 2377 та Saluda*3/PI 427315 – стійкі - R, то в 2018–2020 рр. вони встали на рівень слабкої сприйнятливості – сприйнятливості

MS - S інтенсивністю ураження 25–40 %. У сорта Transec слабка сприйнятливість MS змінилась високою сприйнятливістю S. Тобто гени цих сортів та ліній втратили свою ефективність. Найбільш ймовірною причиною є зміна расового складу популяції патогену.

У польовому інфекційному розпліднику борошнистої роси на провокаційному фоні вивчали стійкість вище зазначених сортів та ліній на стадії BBCH 56–73. При максимальному розвитку хвороби її визначали за інтенсивністю ураження листя та розповсюдження хвороби по рослині, ці два показника об'єднуються при бальній оцінці (табл. 3.9 Додаток Б.7).

Таблиця 3.9

**Стійкість ліній пшениці з *Pm*-генами до популяції *Blumeria graminis*
в польових умовах в фазу BBCH 56–73 в 2014-2021рр.**

Лінії носії <i>Pm</i> -генів	Мін (бал)	Макс (бал)	Характеристика стійкості і сприйнятливості ліній
4a+; 20	8	9	Висока стійкість
3a+3c+3f+5a+25	7	8	Стійкість
17; 4b+6; 4b+8;	6	7	Помірна стійкість
2+Mld; 2+6; 2+4b+8	5	6	Помірна стійкість
2; 3b; 4a; 4b(1); 1+2+9	4	5	Слабка сприйнятливість
10+14+15; 3c	3	4	Сприйнятливість
3a; 4b (2); 8+11	2	3	Сприйнятливість
1; 1 a; 3g; 5a; 6; 8(2); 10+14+15	1	2	Висока сприйнятливість

Високу стійкість на зазначеному інфекційному фоні проявили сорти Kharli, Century, BC1F4-MS6RL(6D)/TAM104, Saluda*3/PI 427662, Saluda*3/TA 2377, Saluda*3/PI 427315. Від стійкості до високої стійкості сорт Sorbas. Від помірної стійкості до стійкості сорт Kronjuwel, Apollo. Сорт Weihenstephan M1 та лінія Saluda*3/TA 2466 від слабкої сприйнятливості до помірної стійкості. Лінії Ulka/8*Chancellor, Saluda*3/TA 2481. Saluda*3/TA 2492 Teewon та сорта – Halle Stamm 13471, Trp114/65A від слабкої сприйнятливості до слабкої стійкості. Всі інші

сорт та лінії проявили різну ступінь сприйнятливості. По показникам фітооцінки сорт пшениці Одеська напівкарликова, яка є індикатором сприйнятливості, у досліджувані роки виявив високу сприйнятливість (бал 1 - 2), таку ж, як сорт та лінії з *Pm* генами 1; 1a; 3g; 5a; 6; 8(2); 10 + 15, 3a; 4b (2); 8 + 11. Сприйнятливість (бал 3 - 4) спостерігалася у ліній з *Pm* генами 2; 3b; 4a; 4b(1); 1 + 2 + 9 – 2 + Mld; 12 + 6; 2 + 4b +(табл. 3.9).

В окрему групу виділили лінії, Saluda*3/TA 2492, Saluda*3/TA 2377, Saluda*3/PI 427315, Saluda*3/TA 2481NC99BGTAG11 та сорт Transec, які протягом досліджень втратили стійкість повністю або частково. Так, якщо у 2013 - 2014 рр. вона була на рівні помірної стійкості - 6 балів у Saluda*3/TA 2492 та Saluda*3/ TA 2481 і стійкості – 8 балів у Saluda *3/TA 2377 та Saluda*3/PI 427315, то в 2018–2020 рр. знизилась до рівня слабкої сприйнятливості на рівні 5 балів. У сорта Transec слабка сприйнятливість змінилась високою сприйнятливістю. Тобто дані гени втратили свою ефективність і на стадії BVCH 56-73. Найбільш ймовірною причиною є зміна расового складу популяції патогену.

Частоту вірулентності – авірулентності популяції борошнистої роси до носіїв *Pm*-генів досліджували у лабораторних умовах за окремими моноізолятами зазначеної хвороби.

Встановлено різний тип реакції сорт та ліній в залежності від досліджуваного моноізоляту збудника борошнистої роси, яка коливалась у межах від стійкості (типи реакції MR, R – авірулентність), до сприйнятливості (типи реакції MS, S – вірулентність).

Дослідження показали, що більшість рас патогену вірулентні до носіїв генів *Pm6*, *Pm8*. До них можна віднести також носії генів *Pm3g* і комбінації генів: *Pm3f+6*, *Pm10+15*, *Pm8+11*, *Pm10+14+15*, ефективність яких проти популяції борошнистої роси Півдня України була вивчена вперше. Ці гени проти збудника борошнистої роси не ефективні.

До носіїв генів *Pm1*, *Pm2*, *Pm3a*, *Pm3b*, *Pm3c*, *Pm5*, *Pm7* частота вірулентності коливалась у широких межах, досягаючи в певні роки достатньо високого рівня.

Таким чином, ці гени нестабільні, недостатньо ефективні та ненадійні проти патогену.

До носіїв генів *Pm1*, *Pm2*, *Pm9*, сорту Normandie вірулентна майже чверть складу популяції патогену. Це вказує насамперед, на часткову ефективність гена *Pm9*. Однак, кількість рас патогену вірулентних до носіїв окремо гена *Pm9* вдвічі перевищує аналогічний показник для сорту Normandie, що вказує, ймовірно, на деяку взаємодію генів (табл. 3.10, Додаток Б.8).

Таблиця 3.10

Частота вірулентності *Pm* генів (%) (*Blumeria graminis* (DC) *Speerf. sp. tritici*) в Степовій зоні України в 2014-2021рр.

Сорт, лінія	Гени стійкості <i>Pm</i>	Частота вірулентності	
		min	max
CarstenV	mlr	98	100
Salzmunde Bartweizen 14\44	mlr	63	94
Axminster\8Chancellor	1	45	80
Ulka\8Chancellor	2	22	58
Assosan\8Chancellor	3a	26	54
Chul\8Chancellor	3b	30	61
Sonora\8Chancellor	3c	40	58
Khapli	4a	1	7
Weihenstephan M1	4b	11	66
Hope\8Chancellor	5	59	95
Michigan Amber\8Chancellor	6	92	98
Transec	7	38	90
Kaukaz\8Chancellor	8	78	100
Normandie	1, 2, 9	20	24
Halle st. 13471	2, Mld	8	28
Tp114\65A	2, 6	42	58
Appolo	2, 4b, 6	29	66
Zorbas	4b, 6	22	37
Kroniweil	4b, 8	24	52
TME6-1-1-1-21\4	TME	3	36
Century	17	66	79
Boulmiche//Mexique 50/B21.	3g	94	97
Khapli\8*Chancellor	4a	54	60
Khapli	4a+		
Lichti Fruh-Merlin-Opal/Firlbeck I-CA-Mehltau Halle	4b	69	74
Chinese Spring/irradiated Cornell Sel.82a1-2-4-7.	8	91	95

Продовження таблиці 3.10

Vilmorin 27/Hybride 40.	9	49	53
Yushoki 347/Hiroshima Shipree 3	10	97	100
LV-SAITAMA	14,15	77	80
Teewon	17	43	44
BC1F4-MS6RL(6D)/TAM104.	20	1	3
Saluda*3/PI 427662.	25	2	3
Saluda*3/TA 2492	Pm34	15	46
Saluda*3/TA 2377	Pm35	5	26
Saluda*3/PI 427315	Pm37	4	25
Saluda*3/TA 2466	Novel Genes	15	30
Одеська напівкарликова (st)		98	100

У порівнянні з попередніми роками (до 1985 року), частота вірулентності до сорту Arkas *Pm4b*, а також сортів Weihenstephan W1 з генами *Pm4b*, Zorbas з *Pm4b* і *Pm8*, Kronywel с *Pm4b* і *Pm8*, Apollo з *Pm2*, *Pm4b* і *Pm6* значно зросла. Вона коливалась з роками та в деякі роки досягла рівня вище середнього. Це вказує на те, що ген *Pm4b* втрачає свою ефективність, а ті лінії та сорти в яких він присутній, один чи в комбінаціях з різними генами, не можуть бути використані в селекції як надійне джерело стійкості до захворювання.

Частота вірулентності до генів *Pm2+6* сорту Tr114/65A в роки досліджень була низькою. Низька частота вірулентності спостерігалась до комбінацій генів – *Pm2+Mld* сорту Halle Stamm 13471 и *Pm1+2+9* сорту Normandie, а також до гену *Pm17*, що вказує на деяку ефективність носіїв цих генів і можливість використання їх, як донорів стійкості до борошнистої роси.

Низька частота вірулентності продовжує залишатися до сорту Kharli (ген *Pm4a+*) і не перевищувала 3%. В той же час, до ізогенної лінії Kharli/8*Chancellor з геном *Pm4a* частота вірулентності склала 60%. Подібні результати отримані бразильським дослідником Costamilan, згідно його повідомленню, до гену *Pm4a* (ізогенна лінія Kharli/8*Chancellor) частота вірулентності в Бразилії складала біля 20%, у той же час вихідне джерело гена *Pm4a* – Kharli залишалося високоефективним, вірулентних ізолятів до нього виявлено не було [13]. Це

свідчить про те, що стійкість до патогену борошнистої роси у сорту Kharli обумовлене крім *Pm4a* і іншими невідомими поки генами.

Частота вірулентності була мінімальною до вперше вивчених у місцевій популяції генів: *Pm20* лінії KS93WGRC28, а також до комбінації генів: *Pm3a+3c+3f+5a+25* (лінії NC96BGTA5).

Що стосується комбінацій генів *Pm3a+3c+3f+5a+35* (лінія Saluda*3/TA 2377), *Pm3a+3c+3f+5a+34* (лінія Saluda*3/TA 2492) та *Pm37* (лінія Saluda*3/PI 427315), *Pm3a+3c+3f+5a+novel genes* (лінія Saluda*3/TA 2481) дуже низька частота вірулентності до них відмічена у 2014–2016 рр. – на рівні 5–15% - поступово зростала і у 2020–2021 рр. досягла рівня 25 %–40% популяції патогену. У сорту Transec з геном *Pm7* вірулентність на рівні 40% рас популяції після 2016 року зросла до рівня 65–90%. Ці процеси безумовно свідчать про зміну расового складу популяції борошнистої роси. Адже вищеперелічені лінії у перші роки вивчення були одні з найкращих та пропонувалися нами як донори стійкості.

Висновки до 3 розділу:

1. Аналіз стійкості селекційних зразків пшениці м'якої озимої – носіїв відомих генів (*Lr*, *Sr*, *Pm* генів) до популяцій листостеблових хвороб, на різних фазах розвитку рослин показало, що більшість носіїв *Lr* генів виявилися сприйнятливими до популяції патогену іржі незалежно від періоду проходження онтогенезу. Виняток становили лінії, що несуть в своєму генотипі гени *Lr19* та *Lr9*, їх рівень стійкості стабільно, як у часі, так і у фазах розвитку рослини варіював у межах від стійких та високостійких генотипів, що свідчить про їх високу ефективність, щодо стійкості до бурої іржі.

2. Встановлено, що популяції стеблової іржі та борошнистої роси, складаються з патотипів, які є вірулентними до переважної більшості ліній та сортів пшениці – носіїв основних відомих *Sr* та *Pm* генів (69% та до 84% відповідно). Високостійкими проти збудника стеблової іржі виявились носії генів *Sr Amigo*, *Sr39*, *Sr31*, *Sr27*. Високу стійкість та стійкість до борошнистої роси було виявлено у ліній, які є носіями генів *Pm4a**; *Pm20*, *Pm3a+3c+3f+5a+25*. Слід зазначити, що

ефективність виявлених джерел була стабільною як у часі, так і у фазах розвитку рослини. У носіїв генів *Pm17*, *Pm4v* сприйнятливість або слабка сприйнятливість у ювенільній фазі змінилася різним ступенем стійкості у фазі BBCH 56–73, що свідчить про наявність механізмів вікової стійкості у цих джерел.

3. Виділені стійкі та високостійкі сорти та лінії носії ефективних генів до всіх досліджених хвороб: 20% – для бурої іржі, 31% – для стеблової іржі, 16% – для борошнистої роси. Всі вони характеризувалися стабільно високим проявом стійкості незалежно від року дослідження. Стійкість цих форм характеризується стабільністю в часі, тобто під час досліджень в популяціях патогенів не з'явилися вірулентні до них патотипи або їх кількість та агресивність не зростає.

4. Виявлені лінії та сорти: для бурої іржі – це носії генів *Lr29*, *Lr12*, *Lr34*; для борошнистої роси – носії генів *Pm3a+3c+3f+5a+34*, *Pm3a+3c+3f+5a+35*, *Pm37*, *Pm3a+3c+3f+5a+novel genes*, які повністю або частково втратили стійкість до патогенів, а їх гени – свою ефективність. Це свідчить в першу чергу, що в популяції бурої іржі та борошнистої роси Півдня України під час наших досліджень відбулися еволюційні процеси та змінився расовий склад. З'явилися патотипи вірулентні до названих генів стійкості, при чому їх кількість накопичувалась у різній кількості.

5. Відмічено зміну ступеню стійкості до іржастих хвороб у генів, що контролюють дану ознаку в залежності від етапу онтогенезу рослин. Так, у генів *Lr24*, *Lr42*, *Lr50*, *Lr51*, *Lr56*, *Sr9e*, *Sr11*, *Sr9q*, *Sr17* сприйнятливість або слабка сприйнятливість у ювенільній фазі, змінилася різним ступенем стійкості у фазі BBCH 56–73. Це свідчить про наявність механізмів вікової стійкості у цих джерел та їх генів. Для носіїв генів стійкості до борошнистої роси такої закономірності не було відмічено.

РОЗДІЛ 4.

АНАЛІЗ ДЖЕРЕЛ ГРУПОВОЇ СТІЙКОСТІ ДО ОСНОВНИХ ЛИСТО-СТЕБЛОВИХ ЗАХВОРЮВАНЬ.

В системі захисту пшениці від збудників інфекційних хвороб наявність сортів із генетично-обумовленим рівнем стійкості до патогенів, є одним із основних елементів, за допомогою якого можна запобігти суттєвих втрат врожаю зерна [178]. Успішне впровадження їх у виробництво є обґрунтованим та виправданим заходом, як з економічної так і з екологічної точок зору. Це сприятиме не лише підвищенню продуктивності нових сортів, а й значному скороченню об'ємів використання фунгіцидів та дозволить розвивати екологічне землеробство [179].

Сорти пшениці мають володіти груповою стійкістю до збудників основних хвороб, що поширені у конкретній зоні та регіоні [180].

Так, в степовій та лісостеповій зонах України частіше за все спостерігаються епіфітотії бурої іржі та борошнистої роси, а стеблова іржа є найбільш шкодочинним видом серед листостеблових хвороб.

У випадку одночасного розвитку декількох хвороб незалежно від стійкості сорту до однієї з них, виробники вимушені застосовувати хімічні засоби захисту рослин. Найчастіше це ефективні, але дорогі препарати. При груповій стійкості така необхідність відпадає [181].

Стійкість пшениці непостійна. Раніше ефективні *Lr*, *Sr*, *Pm* гени втрачають свою силу через появу та накопичування в популяціях патогенів вірулентних рас та штамів. Таким чином, перемагається стійкість сортів створених на основі таких донорів. Можливі й інші причини (неоднорідність сорту, занесення інфекції з інших регіонів та ін.). Тому селекція пшениці на імунітет безперервна. Бажано, щоб стійкість сорту забезпечила йому захист хоча б на час його вирощування у виробництві.

Успіх селекції на імунітет до хвороб залежить від наявності вихідного селекційного матеріалу – ефективних донорів *Lr*, *Sr*, *Pm* та інших генів стійкості. Ними можуть бути вже створені вітчизняні та закордонні сорти, які повинні володіти груповою стійкістю до збудників основних хвороб. Наразі таких сортів одиниці.

Завданням представлених досліджень було вивчення генетичного різноманіття колекційного матеріалу різного походження, за ступенем стійкості (сприйнятливості) до основних листостеблових хвороб та виявлення серед існуючого асортименту сортів пшениці м'якої озимої з груповою стійкістю до листостеблових хвороб.

Стійкість колекційних зразків вивчали на різних етапах онтогенезу рослин: у фазі BBCH 56–73 у польових інфекційних розсадниках та у ювенільний період розвитку (BBCH 12-13) в теплиці, на світлових установках при штучному зараженні. Визначали ступінь стійкості та сприйнятливості досліджуваного матеріалу до збудників іржастих хвороб та борошнистої роси за інтенсивністю ураження рослин та їх реакцією на інфекцію патогенів у ювенільну фазу. У фазі BBCH 56–73 проводили оцінку в балах за шкалами загальноприйнятих у фітопатології методик [23].

4.1. Аналіз колекції сортів озимої пшениці селекції СГІ–НЦНС за показником стійкості до групи листостеблових хвороб.

У період 2016–2018 рр. було проаналізовано колекцію сортів відділу селекції і насінництва пшениці та лабораторії селекції інтенсивних сортів пшениці СГІ–НЦНС на стійкість до збудників основних листостеблових хвороб.

В результаті досліджень було встановлено, що сорти селекції СГІ різнилися за ступенем стійкості – сприйнятливості до збудника у фазі BBCH 56–73 показали стійкість до незначної частини популяції патогену бурої іржі. Причому, до більшої частини популяції патогену, незалежно від фази розвитку, представлені сорти проявляли високу сприйнятливість. Інфекція на них проявляється швидко та інтенсивно, вона добре реалізується при наступних ураженнях. За умов епіфітотії бурої іржі у таких сортів дуже швидко досягається максимальна інтенсивність ураження. Ці сорти віднесені до високо сприйнятливих та сприйнятливих (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

**Дослідження показника стійкості сортів селекції СГІ–НЦНС до збудників
листочеклових хвороб в процесі онтогенезу (2016–2018 рр.)**

Сорт	Бура іржа			Борошниста роса			Стеблова іржа (дор.)
	1		2	1		2	
	Інкубаційний період, дні	Тип інфекції	Інтенсивність ураження, бал	Інкубаційний період, дні	Тип інфекції	Інтенсивність ураження, бал	Інтенсивність ураження, бал
Гарантія одеська	8	S	2	15	MR	7	2
Годувальниця одеська	7	S	2	11	S	4	2
Дума одеська	7	S	2	9	S	3	2
Епоха одеська	7	S	2	13	S	5	2
Житниця одеська	7	S	2	15	MR	7	2
Журавка одеська	10	S	5	14	MR	6	5
Заграва одеська	8	S	3	16	R	8	3
Кантата одеська	9	S	3	16	R	8	3
Катруся одеська	9	S	3	9	S	4	3
Лебідка одеська	9	S	3	13	MR	6	3
Ліга одеська.	9	S	3	8	S	3	3
Ліра одеська	10	S	5	9	S	3	3
Мудрість одеська	9	S	3	11	S	4	3
Нива одеська.	10	S	4	9	S	3	3
Нота одеська	13	R	6	13	S	5	5
Октава одеська	14	R	6	14	MR	7	6
Оранта одеська	8	S	3	9	S	4	3
Щедрість одеська	9	S	4	15	MR	7	3
Бунчук	8	S	3	7	S	2	3
Ватажок	8	S	3	9	S	3	3
Небокрай	10	S	4	9	S	3	5
Хист	9	S	4	10	S	4	3
Наснага	8	S	3	11	S	4	3
Гурт	9	S	3	9	S	3	4
Польовик	10	S	4	11	S	4	2
Ужинок	11	S	4	13	S	5	2
Жайвір	10	S	4	13	S	5	2
Селянка	9	S	4	14	S	6	3

Продовження таблиці 4.1

Задумка одеська	8	S	3	12	S	5	3
Зорепад	9	S	4	10	S	4	3
Куяльник	8	S	3	12	S	5	3
Зиск	10	S	4	9	S	4	2
Віген	8	S	3	10	S	4	4
Ветеран	9	S	4	12	S	5	4
Розквіт	8	S	3	13	S	5	3
СГІ 100	8	S	3	14	MS	6	2
Сториця	9	S	4	9	S	4	2
Перепілка	8	S	3	11	S	5	4
Славен	8	S	3	13	MR	7	3
Кругозір	8	S	3	10	S	5	3
Клад	8	S	3	10	S	5	3
Кубок	9	S	4	14	MR	7	2
Постать	9	S	4	12	MR	6	3
Хвала	10	S	4	12	MR	6	3
Січ	9	S	4	14	MR	7	3
Дачнянка	9	S	4	12	S	5	3
Манера одеська	14	MS	6	12	S	5	3
Одісея	8	S	3	9	S	3	3
Селевана	8	S	3	9	S	4	2
Колорит	9	S	3	13	MR	7	2
Пилипівка	9	S	3	8	S	3	5
Одеська 267	8	S	3	9	S	3	3
Одеська 51	8	S	3	8	S	3	3
Княгиня Ольга	14	R	9	16	R	8	9
Ластівка одеська	15	R	9	15	R	8	9
Вихованка одеська	17	R	9	14	R	8	9
Одеська н/п	6	S	1	7	S	2	1

Примітка. 1 – ВВСН 12-13

2 - фаза ВВСН 56–73

Слід зазначити, що в однакових умовах інфекційного навантаження високо сприйнятливі сорти уражувалися на рівні індикатора високої сприйнятливості (1–2 бали), а стійкість сприйнятливих сортів була дещо вищою і була на рівні 3–4 балів, що дозволяє припустити наявність у них деяких механізмів горизонтальної стійкості, однак вони мало ефективні незважаючи на більш повільне поширення хвороби на них. Тобто, можна зробити висновок про расоспецифічний характер стійкості досліджуваного матеріалу. А отже, жодним механізмом горизонтальної

стійкості ці сорти не володіють. Незважаючи на загальний низький середній рівень стійкості до бурої іржі, серед зразків селекції СГІ можна було виділити окремі сорти, які за зазначеним показником варіювали від помірно сприйнятливих до помірно стійких та стійких.

Зокрема у сортів Журавка та Ліра, які були віднесені до групи помірно сприйнятливих, процент авірулентних рас патогену у фазі ВВСН 56–73 зростає до 75%. Тобто вони мають вікову расоспецифічну стійкість до майже 3/4 всіх рас популяції. Проте її рівень досить низький. У зазначених сортів спостерігався більш тривалий інкубаційний період хвороби (12–14 днів), не така рясна споруляція уредопустул, але за сприятливих умов інфекція має шанс до реалізації.

Найбільшу цінність становлять помірностійкі та стійкі сорти. Вони проявляють расоспецифічну стійкість до більшості рас популяції, як на ювенільній так і у фазі ВВСН 56–73 і характеризуються наявністю певних механізмів горизонтальної стійкості, які обумовлюють повільний розвиток хвороби, як то – довгий інкубаційний період (14–15 днів) та дуже низька продуктивність уредопустул або її повна відсутність.

Високий рівень стійкості на комплексних епіфітотійних фонах до більшості ізолятів хвороби, як в ювенільну, так і у фазі ВВСН 56–73 показали сорти Нота одеська, Октава одеська, Манера одеська, Княгиня Ольга, Ластівка одеська, Вихованка одеська (бал ураження 7–9). У зазначених сортів спостерігали найдовший інкубаційний період та не суттєвий відсоток продуктивних уредопустул, причому у ювенільну фазу розвитку було відмічене хлорозну та некрізну плямистість, а у фазі ВВСН 56–73 сліди ураження були відсутні, що є проявом ефективного поєднання расоспецифічної та расонеспецифічної стійкості, які є дієвим механізмом захисту сортів від більшості популяції патогену.

За показником стійкості до борошнистої роси ряд сортів СГІ показали помірну стійкість (Журавка, Заграва, Гарантія, Кантата, Октава, Щедрість, СГІ 100, Славен, Кубок, Постать, Хвиля, Січ, Фортеця, Колорит, Княгиня Ольга, Ластівка одеська, Вихованка одеська). Вони характеризувались найдовшим інкубаційним періодом розвитку патогену (14–15 днів) та низькою інтенсивністю ураження (10–

15%), яка була виражена у вигляді хлорозної або некрізної плямистості із пустулами без конідіального спороношення. До переважної більшості досліджених сортів – вірулентність проявили 65–90% патотипів популяції патогену. Вони характеризувались сприйнятливістю та високою сприйнятливістю до зазначеної хвороби (тип ураження S–VS), яка мала прояв у наявності великих пустул з рясним спороношенням, що займали від 40 до 90% площі листової пластини.

До сортів Епоха, Нота, Ужинок, Жайвір, Звитяга, Куяльник, Розквіт, Перепілка, Козир, Клад, Дачнянка, СГІ 100 вірулентною виявилась лише чверть рас популяції патогену, уповільнений розвиток епіфітотії відбувається за рахунок довгого інкубаційного періоду та низької продуктивності уредопустул, що свідчить про наявність у цих сортів також і деяких механізмів расоспецифічної стійкості. Але за сприятливих умов інфекція має шанс реалізуватися та викликати високий рівень ураження.

До збудника стеблової іржі стійкими виявилися сорти – Октава одеська, Княгиня Ольга, Ластівка одеська, Вихованка одеська. Переважна більшість сортів місцевої селекції виявили сприйнятливість або дуже високу сприйнятливість, за винятком сорту Нота одеська вірулентність до якого виявили 25% рас популяції, що свідчить про наявність у його генотипі механізму расоспецифічної стійкості.

У період 2016–2018 років було проаналізовано колекцію сортів відділу селекції і насінництва пшениці та лабораторії селекції інтенсивних сортів пшениці СГІ-НЦНС на показник структури урожаю на 2 фонах дослідження: природний (з розвитком інфекції до 10%) та штучному інфекційному фоні (розвиток інфекції на Одеській напівкарликовій був на рівні 90–100 % уражених рослин).

В результаті досліджень було встановлено, що сорти селекції СГІ відрізнялися за ступенем стійкості-сприйнятливості до збудників досліджуваних хвороб, і як результат – спостерігається диференціація в структурі врожаю. Під час розвитку інфекції на початкових етапах онтогенезу (ювенільна фаза розвитку рослини) був відмічений негативний вплив на показник продуктивного кущення, особливо під час розвитку борошнистої роси, менше – розвитку бурої іржі (табл. 4.2).

При інтенсивному розвитку патогенів у фазу ВВСН 56–73 спостерігалась наступна диференціація: під час інтенсивного розвитку бурої іржі та борошнистої роси на прапорцевому листку зменшувалась довжина колосу, кількість зерен в головному колосі, і як результат загальна кількість зерен в колосі. Інтенсивний розвиток стеблової іржі впливав на зерно з рослини більш щупле та не виповнене, і як результат зменшення ваги з головного колосу, ваги з рослини, що негативно впливає на масу 1000 зерен.

Таблиця 4.2.

Порівняльний аналіз структури врожаю сортів селекції СГІ на природному фоні та на фоні штучної епіфітотії листостеблових хвороб (2016 – 2018 рр.)

Лінія	Фон	Висота рослини, см	Загальна кущистість, шт	Продуктивна кущистість, шт	Довжина колосу, см	Кількість колосків в колосі, шт	Кількість зерен в головному колосі, шт	Маса зерен з головного колосу, г	Маса зерен з рослини	Маса 1000 зерен з рослини, г	Урожайність, т/га
Куяльник - st	1	95	5,4	4,5	8,7	19,5	48,5	1,3	6,4	38,8	6,9
	2	95	2,4	2,5	6,7	13,4	32,4	1,1	4,6	28,8	4,6
Гарантія одеська	1	85	5,1	4,1	9,2	23,2	50,5	1,6	7,4	37,3	5,2
	2	78	4,2	2,5	7,8	15,3	43,5	0,6	6,8	33,7	3,4
Годувальниця одеська	1	98	5,2	3,1	10,3	21,2	46,3	1,8	8,2	39,6	5,1
	2	90	3,3	2,7	8,1	15,5	41,3	0,7	5,5	33,4	3,2
Дума одеська	1	92	5,5	4,3	10,2	19,5	49,5	1,8	6,4	40,1	5,7
	2	85	3,2	2,5	7,5	11,2	23,5	0,9	4,3	30,2	3,8
Епоха одеська	1	87	4,5	3,7	9,5	21,5	48,3	1,6	6,8	37,5	6,7
	2	83	2,2	1,5	6,5	15,3	38,3	1,2	4,8	32,8	4,4
Житниця одеська	1	85	7,2	6,2	11,5	23,5	62,2	2,1	9,9	41,5	7,8
	2	82	5,6	3,4	7,2	17,4	42,4	1,1	6,0	37,5	5,2
Журавка одеська	1	105	8,5	6,2	10,2	23,5	53,5	1,7	7,9	40,2	7,6
	2	98	6,0	5,2	9,5	17,4	42,5	1,5	6,4	38,5	5,0
Заграва одеська	1	98	8,0	6,6	11,3	23,5	56,3	1,6	6,5	38,2	6,2
	2	92	6,8	6,2	10,2	21,2	48,2	1,2	5,2	36,2	4,1
Кантата одеська	1	85	6,6	6,6	10,5	23,5	58,2	1,5	8,2	38,5	6,5
	2	84	6,4	6,2	9,8	23,5	55,4	1,4	6,5	34,2	4,3
Катруся одеська	1	85	8,0	5,6	10,1	27,4	66,5	2,0	6,2	37,2	6,7
	2	85	5,2	4,2	8,5	25,3	43,2	1,2	4,3	33,2	4,5

Продовження таблиці 4.1

Лебідка одеська	1	82	5,2	5,0	9,5	19,2	4,1	1,6	4,9	35,2	5,2
	2	80	5,0	4,8	9,1	17,2	38,2	1,2	3,7	32,5	3,4
Ліга одеська	1	85	3,5	2,4	7,5	11,5	37,1	1,5	5,0	34,5	5,1
	2	83	2,0	1,8	6,2	8,5	28,1	1,1	3,0	30,1	3,3
Ліра одеська	1	87	5,3	3,0	5,6	11,4	33,2	0,9	5,4	34,5	5,2
	2	80	2,8	1,8	4,0	9,4	27,5	0,5	2,6	29,4	3,4
Мудрість одеська	1	85	6,2	5,8	10,5	21,4	50,5	1,2	4,5	37,5	7,2
	2	80	5,0	4,0	8,5	17,3	42,5	1,0	3,3	32,7	4,8
Нива одеська	1	85	6,5	5,0	7,5	15,2	35,4	0,9	3,5	33,0	6,8
	2	80	4,5	3,8	5,8	13,2	27,3	0,5	1,9	29,2	4,5
Нота одеська	1	82	5,8	4,8	10,2	21,5	52,4	1,6	6,3	37,5	6,5
	2	80	4,9	4,0	9,5	19,2	38,5	1,2	5,8	35,4	4,3
Октава одеська	1	98	8,0	6,6	11,3	23,5	56,4	1,6	6,5	38,2	7,5
	2	95	6,5	5,8	10,5	21,2	42,4	1,4	5,8	37,5	6,8
Оранта одеська	1	92	5,5	4,3	10,2	19,2	49,4	1,8	6,4	40,1	6,4
	2	85	3,5	2,2	9,5	17,5	42,5	1,2	5,6	36,5	4,2
Щедрість одеська	1	85	7,2	6,2	11,5	23,5	62,4	2,1	9,9	38,5	6,9
	2	82	5,6	3,4	7,2	17,4	42,4	1,1	6,0	37,5	4,6
Бунчук	1	82	5,8	4,8	10,2	21,5	52,5	1,6	6,3	37,5	7,1
	2	84	6,4	6,2	9,8	23,5	55,5	1,4	6,5	34,2	4,7
Ватажок	1	87	5,3	3,0	5,6	11,4	33,4	0,9	5,4	34,5	6,9
	2	80	2,8	1,8	4,0	9,5	27,1	0,5	2,6	29,4	4,6
Небокрай	1	96	8,0	6,6	10,3	23,5	56,4	1,6	6,5	38,2	5,4
	2	92	6,5	5,8	9,5	21,4	42,4	1,4	5,8	37,5	3,6
Хист	1	85	8,0	5,6	10,1	27,4	66,5	2,0	6,2	37,2	4,8
	2	85	5,2	4,2	8,5	25,2	43,4	1,2	4,3	33,2	3,2
Наснага	1	85	7,2	6,2	11,5	23,4	62,5	2,1	9,9	38,5	5,2
	2	82	5,6	3,4	7,2	17,5	42,4	1,1	6,0	37,5	3,4
Гурт	1	98	5,2	3,1	10,3	21,4	46,4	1,8	8,2	39,6	5,4
	2	90	3,3	2,7	8,1	15,1	41,5	0,7	5,5	33,4	3,6
Польовик	1	85	3,5	2,4	7,5	11,5	37,5	1,5	5,0	34,5	3,8
	2	83	2,0	1,8	6,2	8,5	28,5	1,1	3,0	30,1	2,5
Ужинок	1	98	8,0	6,6	11,3	23,4	56,2	1,6	6,5	38,2	3,7
	2	95	6,5	5,8	10,5	21,5	42,5	1,4	5,8	37,5	2,4
Жайвір	1	98	8,0	6,6	11,3	23,5	56,2	1,6	6,5	38,2	7,0
	2	92	6,8	6,2	10,2	21,4	48,5	1,2	5,2	36,2	4,6
Селянка	1	85	5,1	4,1	9,2	23,4	50,2	1,6	7,4	37,3	6,7
	2	78	4,2	2,5	7,8	15,5	43,5	0,6	6,8	33,7	4,4
Задумка одеська	1	98	5,2	3,1	10,3	21,3	46,5	1,8	8,2	39,6	6,4
	2	90	3,3	2,7	8,1	15,3	41,3	0,7	5,5	33,4	4,3
Зорепад	1	92	5,5	4,3	10,2	19,5	49,4	1,8	6,4	40,1	5,5
	2	85	3,2	2,5	7,5	11,4	23,5	0,9	4,3	30,2	3,6

Продовження таблиці 4.2

Зиск	1	87	4,5	3,7	9,5	21,5	48,2	1,6	6,8	37,5	5,8
	2	83	2,2	1,5	6,5	15,5	38,1	1,2	4,8	32,8	3,8
Віген	1	85	7,2	6,2	11,5	23,4	62,2	2,1	9,9	41,5	7,2
	2	82	5,6	3,4	7,2	17,5	42,1	1,1	6,0	37,5	4,8
Ветеран	1	105	8,5	6,2	10,2	23,3	53,2	1,7	7,9	40,2	6,7
	2	98	6,0	5,2	9,5	17,2	42,5	1,5	6,4	38,5	4,3
Розквіт	1	98	8,0	6,6	11,3	23,3	56,5	1,6	6,5	38,2	7,3
	2	95	6,5	5,8	10,5	21,2	42,3	1,4	5,8	37,5	4,8
СГІ 100	1	98	8,0	6,6	11,3	23,1	56,1	1,6	6,5	38,2	6,9
	2	92	6,8	6,2	10,2	21,6	48,2	1,2	5,2	36,2	4,6
Сториця	1	85	5,1	4,1	9,2	23,4	50,5	1,6	7,4	37,3	6,2
	2	78	4,2	2,5	7,8	15,4	43,2	0,6	6,8	33,7	4,1
Перепілка	1	85	3,5	2,4	7,5	11,5	37,4	1,5	5,0	34,5	4,8
	2	83	2,0	1,8	6,2	8,5	28,5	1,1	3,0	30,1	3,2
Славен	1	98	8,0	6,6	11,3	23,4	56,4	1,6	6,5	38,2	6,3
	2	95	6,5	5,8	10,5	21,4	42,5	1,4	5,8	37,5	4,2
Кругозір	1	98	8,0	6,6	11,3	23,0	56,4	1,6	6,5	38,2	5,2
	2	92	6,8	6,2	10,2	21,2	48,5	1,2	5,2	36,2	3,7
Клад	1	105	8,5	6,2	10,2	23,4	53,4	1,7	7,9	40,2	5,1
	2	98	6,0	5,2	9,5	17,5	42,2	1,5	6,4	38,5	3,4
Кубок	1	98	8,0	6,6	11,3	23,3	56,2	1,6	6,5	38,2	5,4
	2	95	6,5	5,8	10,5	21,2	42,2	1,4	5,8	37,5	3,6
Постать	1	98	8,0	6,6	11,3	23,4	56,2	1,6	6,5	38,2	6,3
	2	92	6,8	6,2	10,2	21,3	48,4	1,2	5,2	36,2	4,2
Хвала	1	87	5,3	3,0	5,6	11,4	33,3	0,9	5,4	34,5	5,7
	2	80	2,8	1,8	4,0	9,3	27,4	0,5	2,6	29,4	3,8
Січ	1	96	8,0	6,6	10,3	23,5	56,2	1,6	6,5	38,2	6,1
	2	92	6,5	5,8	9,5	21,2	42,4	1,4	5,8	37,5	4,0
Дачнянка	1	85	8,0	5,6	10,1	27,3	66,2	2,0	6,2	37,2	6,2
	2	85	5,2	4,2	8,5	25,4	43,4	1,2	4,3	33,2	4,1
Манера одеська	1	85	7,2	6,2	11,5	23,5	62,3	2,1	9,9	38,5	7,2
	2	82	5,6	3,4	7,2	17,1	42,3	1,1	6,0	37,5	4,6
Одісея	1	98	5,2	3,1	10,3	21,6	46,4	1,8	8,2	39,6	7,0
	2	90	3,3	2,7	8,1	15,4	41,2	0,7	5,5	33,4	3,9
Селевана	1	85	3,5	2,4	7,5	11,5	37,3	1,5	5,0	34,5	7,2
	2	83	2,0	1,8	6,2	8,2	28,4	1,1	3,0	30,1	4,8
Колорит	1	98	8,0	6,6	11,3	23,1	56,2	1,6	6,5	38,2	6,8
	2	95	6,5	5,8	10,5	21,6	42,5	1,4	5,8	37,5	4,9
Пилипівка	1	98	8,0	6,6	11,3	23,4	56,5	1,6	6,5	38,2	7,3
	2	92	6,8	6,2	10,2	21,5	48,4	1,2	5,2	36,2	4,8
Одеська 267	1	105	8,5	6,2	10,2	23,1	53,4	1,7	7,9	40,2	3,7
	2	98	6,0	5,2	9,5	17,2	42,2	1,5	6,4	38,5	2,7

Продовження таблиці 4.2

Одеська 51	1	98	8,0	6,6	11,3	23,2	56,2	1,6	6,5	38,2	3,7
	2	95	6,5	5,8	10,5	21,4	42,5	1,4	5,8	37,5	2,4
Княгиня Ольга	1	95	8,0	7,6	11,3	23,5	56,4	1,6	6,5	38,2	7,4
	2	94	7,8	7,2	10,2	23,4	53,3	1,5	6,2	37,2	6,9
Ластівка одеська	1	87	8,3	7,0	11,3	23,4	56,4	2,0	7,4	39,5	7,9
	2	85	7,8	6,8	10,2	23,2	55,4	1,9	7,2	39,4	7,0
Вихованка одеська	1	87	8,3	7,0	10,3	23,4	57,2	2,0	7,1	40,5	7,5
	2	85	7,8	6,8	10,2	23,2	55,4	1,9	6,9	39,4	7,0
НСР _{0,05}		14,8	2,35	2,07	2,50	6,25	14,04	0,6	2,13	4,33	2.24

Примітка. 1 – природний інфекційний фон

2 – штучний інфекційний фон

Так як, спостерігався загальний низький середній рівень стійкості до бурі іржі, серед зразків селекції СГІ можна було виділити окремі сорти, які за зазначеним показником варіювали від помірно сприйнятливих до помірно стійких та стійких.

Зокрема у сортів Журавка одеська за помірного розвитку хвороби спостерігалось зменшення маси 1000 зерен на 4,5% на штучному інфекційному фоні, а у сорту Ліра одеська – на 14,7%.

Для подальшого використання у селекції важливими є використання помірностійких та стійких сорти. Оцінюючи структури врожаю сорту Октава одеська зміни в структурі врожаю були незначні: маса 1000 зерен зменшилась на штучному інфекційному фоні на 1,8%, продуктивна кустистість була на природньому фоні 6,6, а на штучному – 5,8 стебел. Аналізуючи сорт Ластівка одеська різниця в структурі майже не прослідковувалась: маса 1000 зерен була 39,5 г і 39,4 г на природньому та на штучному фоні відповідно. Високий рівень кущення загального та продуктивного, розмір колоса та вага зерна з однієї рослини у цього сорту була майже на одному рівні. Подібна тенденція спостерігається при аналізі сортів Манера одеська, Княгиня Ольга та Вихованка одеська.

Як видно із таблиці 4.2, розвиток листостеблових хвороб веде до зниження врожаю від 1,8% до 27% в залежності від ступеня стійкості рослин.

4.2. Аналіз колекції сортів озимої пшениці різного походження за показником стійкості до групи листостеблових хвороб.

Для розширення відомостей про рівень стійкості сучасного асортименту вітчизняних та закордонних сортів пшениці озимої до групи листостеблових патогенів, було проведено аналіз колекції, сформованої у відділі інтродукції СГІ–НЦНС. Всього було вивчено 24 сортозразки вітчизняної та закордонної селекції. Оцінку стійкості проводили у різні фази розвитку рослин, на комплексних інфекційних фонах у польових та лабораторних умовах. Результати проведених досліджень наведені у Таблиці 4.3.

Таблиця 4.3

Аналіз показника стійкості (бал) колекційних зразків різного походження до збудників листостеблових хвороб в процесі онтогенезу (2016–2018 рр.)

Сорти	Іржа				Борошниста роса	
	Бура		Стеблова			
	1	2	1	Тип реакції	1	2
Естафета миронівська	7	MR	7	MR	6	MS
Приваблива	7	MR	7	MR	5	S
Трудівниця Миронівська	6	MS	6	MS	5	MS
Дніпрянка	6	MS	7	R	5	S
Здобна	5	S	6	MS	3	S
Kambara 1/ KALYOZ	8	R	8	R	4	S
Podoima	5	S	7	MR	4	S
TAM105/3/NE70654/BBY//BOW	6	MS	7	MR	4	S
BR1284/BH114686/ALD/31CA20/4/4	8	R	8	R	4	S
GA951079-3-5/NEUSE	6	MS	7	MR	8	R
Saulescu#/44/TR810200//	8	R	6	MS	4	S
Krasnodar/FRTL/6/NGDA146/4/	8	R	8	R	7	MR
Intensivnaya//PBW343*2/	8	R	8	R	4	S
Dorade5/KS980512	7	MR	8	R	6	MS
F08347G8	7	MR	6	MS	6	MS
OR943576/KS980512	8	R	8	R	4	S
HKI/6/NVSR3/5/Bez/TVR/5/CFN	8	R	8	R	5	S

Продовження таблиці 4.3

Shark-I 113/AGRI/B/Y	8	R	8	R	4	S
Eskina-10/GRISET-9	7	MR	7	R	4	S
Южанка	8	R	8	R	4	S
Левада	7	R	8	MR	4	S
L182-02-14-1	8	R	8	R	4	S
TAM200/Kravz/LTG-164	8	R	8	R	4	S
Кошова	8	R	6	MS	4	S
Одеська напівкарликова (стандарт сприйнятливості)	1	VS	VS	VS	2	VS

1 – BBCH 59–73 2 – ювенільна стадія рослин

Як видно із даних таблиці, показник стійкості до іржастих хвороб у колекційних зразків коливався у досить широких межах від сприйнятливих (S) та помірносприйнятливих (MS) до помірностійких (MR) та стійких (R). Причому суттєвої різниці між рівнем стійкості у фазу проростків та у фазі BBCH 56-73 не спостерігалось. Четверта частина зразків (6 шт) із досліджуваного сортименту виділялася високою резистентністю до обох видів іржі (Kambara1/KALYOZ, BR1284/BH114686/ALD/31CA20/4/4, Krasnodar/FRTL/6/NGDA146/4, Intensivnaya//PBW343*2, Южанка, TAM200/Kravz/LTG-164) не залежно від періоду розвитку, що робить їх цінним вихідним матеріалом для селекції на стійкість до бурої та стеблової іржі. Суттєва масова частка сортів виявила стійкість лише до одного з видів іржі, і незначний відсоток зразків виявились сприйнятливими та помірно сприйнятливими до зазначених хвороб.

Переважає більшість досліджуваних сортозразків виявила сприйнятливість до збудника борошнистої роси, як у ювенільний період розвитку так і на рівні BBCH 56-73. Виняток складали лише селекційні лінії Krasnodar/FRTL/6/NGDA146/4/, Dorade5/KS980512, F08347G8, сорт Естафета миронівська, які виявили помірну сприйнятливість та лінія GA951079-3-5/NEUSE із високим рівнем стійкості до даної хвороби.

Слід зазначити, що серед досліджуваного колекційного матеріалу не було виявлено жодного зразка із груповою стійкістю до збудників листостеблових хвороб.

Таблиця 4.4

Аналіз структури врожаю колекційних зразків різного походження до збудників листостеблових хвороб в процесі онтогенезу (2016–2018 рр.)

Лінія	Фон	Висота рослини, см	Загальна кущистість, шт	Продуктивна кущистість, шт	Довжина колосу, см	Кількість колосків в колосі, шт	Кількість зерен в головному колосі, шт	Маса зерен з головного колосу, г	Маса зерен з рослини	Маса 1000 зерен з рослини, г	Урожайність, т/га
Куяльник - st	1	95	5,4	4,5	8,7	19,2	48,2	1,3	6,4	38,8	6,9
	2	95	2,4	2,5	6,7	13,4	32,4	1,1	4,6	28,8	4,6
Естафета миронівська	1	85	5,1	4,1	9,2	23,2	50,5	1,6	7,4	37,3	7,0
	2	78	4,2	2,5	7,8	15,4	43,4	0,6	6,8	33,7	3,9
Приваблива	1	98	5,2	3,1	10,3	21,5	46,5	1,8	8,2	39,6	7,2
	2	90	3,3	2,7	8,1	15,5	41,2	0,7	5,5	33,4	4,8
Трунівська Миронівська	1	92	5,5	4,3	10,2	19,5	49,3	1,8	6,4	40,1	6,8
	2	85	3,2	2,5	7,5	11,5	23,4	0,9	4,3	30,2	4,9
Дніпрянка	1	87	4,5	3,7	9,5	21,4	48,5	1,6	6,8	37,5	7,3
	2	83	2,2	1,5	6,5	15,4	38,4	1,2	4,8	32,8	4,8
Здобна	1	85	7,2	6,2	11,5	23,4	62,5	2,1	9,9	41,5	4,2
	2	82	5,6	3,4	7,2	17,5	42,4	1,1	6,0	37,5	3,5
Kambara 1/ KALYOZ	1	105	8,5	6,2	10,2	23,4	53,2	1,7	7,9	40,2	5,4
	2	98	6,0	5,2	9,5	17,2	49,2	1,5	6,4	38,5	4,6
Podoima	1	98	5,0	4,6	11,3	23,5	56,2	1,6	6,5	38,2	5,2
	2	92	3,8	2,2	7,2	15,4	32,2	0,9	3,2	31,2	4,8
TAM105/3/ NE70654/B BY//BOW	1	85	6,6	6,6	10,5	23,5	58,2	1,5	8,2	38,5	6,2
	2	84	6,4	6,2	9,8	23,4	55,2	1,4	6,5	34,2	4,2
BR1284/B H114686/A LD/31CA2 0/4/4	1	85	8,0	5,6	10,1	27,5	66,5	2,0	6,2	37,2	5,3
	2	85	5,2	4,2	8,5	25,4	43,4	1,2	4,3	33,2	4,8
GA951079-3-5/NEUSE	1	82	5,2	5,0	9,5	19,5	42,6	1,6	4,9	35,2	5,0
	2	80	5,0	4,8	9,1	17,4	38,4	1,2	3,7	32,5	4,6
Saulescu#/ 44/TR8102 00//	1	85	6,2	5,8	10,5	21,6	50,2	1,2	4,5	37,5	5,7
	2	80	5,0	4,0	8,5	17,3	42,4	1,0	3,3	32,7	4,6

Продовження таблиці 4.4

Krasnodar/ FRTL/6/N GDA146/4/	1	87	6,5	5,0	7,5	15,2	35,5	0,9	3,5	33,0	6.2
	2	80	4,5	3,8	5,8	13,4	27,4	0,5	1,9	29,2	4.8
Intensivnay a//PBW343 *2/	1	82	5,8	4,8	10,2	21,2	52,5	1,6	6,3	37,5	5.6
	2	80	4,9	4,0	9,5	19,2	38,5	1,2	5,8	35,4	4.8
Dorade5/K S980512	1	98	8,0	6,6	11,3	23,5	56,6	1,6	6,5	38,2	5.9
	2	95	6,5	5,8	10,5	21,2	42,4	1,4	5,8	37,5	5.0
F08347G8	1	92	5,5	4,3	10,2	19,5	49,5	1,8	6,4	40,1	7.2
	2	85	3,5	2,2	9,5	17,3	42,5	1,2	5,6	36,5	6.2
OR943576/ KS980512	1	85	7,2	6,2	11,5	23,3	62,4	2,1	9,9	38,5	5.4
	2	82	5,6	3,4	7,2	17,5	42,6	1,1	6,0	37,5	4.8
HKI/6/NV SR3/5/Bez/ TVR/5/CF N	1	82	5,8	4,8	10,2	21,5	52,4	1,6	6,3	37,5	5.7
	2	84	6,4	6,2	9,8	23,2	55,5	1,4	6,5	34,2	4.9
Shark-I 113/AGRI/ B/Y	1	87	5,3	3,0	5,6	11,4	33,5	0,9	5,4	34,5	5.2
	2	80	2,8	1,8	4,0	9,2	27,4	0,5	2,6	29,4	3.8
Eskina- 10/GRISET -9	1	96	8,0	6,6	10,3	23,4	56,5	1,6	6,5	38,2	5.6
	2	92	6,5	5,8	9,5	21,2	42,4	1,4	5,8	37,5	5.0
Южанка	1	85	8,0	5,6	10,1	27,5	66,5	2,0	6,2	37,2	4.9
	2	85	5,2	4,2	8,5	25,2	43,5	1,2	4,3	33,2	3.2
Левада	1	85	7,2	6,2	11,5	23,5	62,4	2,1	9,9	38,5	6.8
	2	82	5,6	3,4	7,2	17,4	42,5	1,1	6,0	37,5	3.9
L182-02- 14-1	1	98	5,2	3,1	10,3	21,2	46,5	1,8	8,2	39,6	4.8
	2	90	3,3	2,7	8,1	15,3	41,3	0,7	5,5	33,4	3.9
ТАМ200/К ravz/LTG- 164	1	85	3,5	2,4	7,5	11,5	37,2	1,5	5,0	34,5	3.8
	2	83	2,0	1,8	6,2	8,4	28,4	1,1	3,0	30,1	3.1
Кошова	1	98	8,0	6,6	11,3	23,5	56,5	1,6	6,5	38,2	5.9
	2	95	6,5	5,8	10,5	21,4	42,5	1,4	5,8	37,5	4.7
НСР _{0,05}		8,20	2,50	2,29	2,76	7,09	16,41	0,66	2,44	4,96	

Примітка. 1 – природний інфекційний фон

2 – штучний інфекційний фон

Серед колекційних зразків, що досліджувались не було сортів, які мають комплексну стійкість. У всіх варіантах дослідження спостерігається зменшення показників структури врожаю на штучному інфекційному фоні у порівнянні з природним, наприклад, оцінюючи зразок Kambara1/KALYOZ маса 1000 зерен зменшилась на 4,2%, а також було помітна незначна відмінність у довжині колоса (-0,7 см), кількості зерен з колоса (-5 зерен) і результатом є те, що рослина несе стійкість до іржастих хвороб, а розвиток борошнистої роси, в свою чергу, зменшив кількість продуктивного стеблостою. У лінії BR1284/BH114686/ALD/31CA20/4/4 зменшення маси 1000 зерен була на рівні 10,7%.

Переважає більшість сортозразків, що досліджувалась була сприйнятлива до збудника борошнистої роси, як у ювенільний період розвитку так і на рівні BBCH 56 – 73. Виняток складали лише селекційні лінії: Krasnodar/FRTL/6/NGDA146/4/, Dorade5/KS980512, F08347G8, сорт Естафета миронівська, які проявили помірну сприйнятливості та лінія GA951079-3-5/NEUSE із високим рівнем стійкості до даної хвороби. Найбільша різниця у структурі врожаю була помітна у сорта Rodoïma: зменшення маси 1000 зерен на 18,3% і як результат зменшення всіх елементів структури врожаю

Висновки до розділу 4

1. На основі аналізу колекційних зразків пшениці озимої розширено відомості щодо рівня стійкості до групи листостеблових хвороб у сучасному сортименті сортів вітчизняної та зарубіжної селекції.

2. Встановлено, що суттєва частина сортів селекції, незалежно від фази розвитку, за зазначеним показником варіювала у межах від помірно сприйнятливих до помірно стійких та стійких, і характеризувалася расоспецифічним типом стійкості до незначної частини популяцій досліджуваних патогенів.

3. Серед сортів селекції СГІ–НЦНС виявлено ряд сортів (Октава, Княгиня Ольга, Ластівка Од., Вихованка Од.), які стабільно, впродовж проходження різних фаз онтогенезу проявили високий рівень групової стійкості до збудників листостеблових хвороб. Ці сорти можуть бути цінним вихідним матеріалом у селекції на дану ознаку.

4. Показано, що переважна більшість досліджуваних сортозразків вітчизняної та закордонної селекції виявила сприйнятливість до збудника борошнистої роси, як у ювенільний період розвитку так і на рівні BBCH 56-73. Щодо стійкості зазначеного матеріалу до збудників іржастих хвороб, даний показник коливався у широких межах від сприйнятливих (S) до стійких (R), причому суттєва масова частка сортів виявила стійкість лише до одного з видів іржі і лише чверть досліджуваного матеріалу (Kambara1/KALYOZ, BR1284/BH114686/ALD/31CA20/4/4, Krasnodar/FRTL/6/NGDA146/4, Intensivnaya//PBW343*2, Южанка, TAM200/Kravz/LTG-164) вирізнялася високим ступенем резистентності до обох видів збудників іржі.

РОЗДІЛ 5.

ХАРАКТЕРИСТИКА ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ДЛЯ СЕЛЕКЦІЇ НА ГРУПОВУ СТІЙКІСТЬ ДО ЛИСТОСТЕБЛОВИХ ПАТОГЕНІВ

Основою представлених досліджень став напрацьований у відділі фітопатології та ентомології СГІ–НЦНС науковий доробок напряму селекції пшениці на стійкість до збудників хвороб, який був розпочатий у 30-ті роки 20 сторіччя та продовжується до цього часу. За цей час фітопатологи СГІ–НЦНС провели величезний об’єм досліджень, що стосуються різних сторін імунітету та селекції на цю ознаку. У відділі напрацьовано вихідний імунний матеріал, який задіяно у різних селекційних програмах нашої установи та провідних наукових центрів системи НААН. Ведуться дослідження, щодо удосконалення систем фітопатологічних оцінок і доборів генотипів, стійких на всіх етапах селекційного процесу в умовах контрольованих штучних і провокаційних інфекційних фонів.

5.1 Дослідження показника стійкості селекційного матеріалу відділу фітопатології та ентомології до групи листостеблових хвороб.

В рамках методичних досліджень щодо створення вихідного матеріалу для селекції пшениці м’якої озимої із груповою стійкістю до листостеблових хвороб, шляхом складних, ступінчатих схрещувань було отримано 27 інтрогресивних ліній із генами високої стійкості до хвороб від диких родичів пшениці (*Aegilops cylindrica*, *Aegolops variabilis*, *Aegilops ventricosa*, *Triticum erebuni*, *Triticum tauschii*, *Agropyron elongatum*, *Triticale*). Зазначені лінії вивчалися за показниками стійкості до листостеблових хвороб у декілька етапів: у польових умовах на комплексному інфекційному фоні досліджували вікову стійкість генотипів; в умовах теплиці та на світло установках визначали їх стійкість до окремих рас листової іржі та борошнистої роси у ювенільній фазі розвитку рослин (ВВСН 12–13). Результати аналізу показника вікової стійкості до групи листостеблових патогенів представлені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1

**Стійкість інтрогресивних ліній пшениці м'якої озимої до збудників
листочеклових хвороб (2016–2017 рр.)**

Назва лінії	Родовід ліній	Стійкість до хвороб, бал		
		Бура іржа	Стебл. іржа	Борош. роса
Лют 4/16	(Ad4 x Альбатрос ²) x (Од. н/к x Ae.cyl) x Од. н/к) x Тіра x Amigo	8	8	5
Ер. 9/16	(Обрій x Tr.ereb.) x Од. 162) x Укр. од. ²)(Дон. н/к. x Ae. var.)x Укр.) x Ніконія)	8	5	9
Ер. 46/16	(Од. н/к. x Ae.cyl) x Куяльник)	9	5	9
Ер. 47/16	(Обрій x Tr.ereb.) x Од. 162) x Укр. од. ²)(Дон. н/к. x Ae. var.)x Укр.) x Ніконія)	8	8	4
Лют 48/16	(Купава x Куяльник)	5	9	5
Ер. 53/16	(Обрій x Tr.ereb.) x Од. 162) x Укр. од. ²)(Дон. н/к. x Ae. var.)x Укр.) x Ніконія)	8	8	5
Лют 64/16	(Купава x 367/08 (Од. н/к. x Ae.cyl) x Од. н/к.) x Кірія	5	8	4
Ер. 72/16	5/253-06 (Куяльник x МА1) x Скарбниця ²) x 120/06 (Дон. н/к. x Ae. var.) x Укр.) x Ніконія)	9	5	8
Лют. 112/16	(Guebon x Куяльник) x 317/06 (Од. н/к. x Ae.cyl.) x Од. н/к.) x Кірія	9	5	8
Ер. 114/16	(Guebon x Куяльник) x 184/06 (5/55-91(Од. н/к. x Ae.cyl.) x Од. н/к.) x Л. 23397)	8	5	8
Ер. 116/16	(Guebon x Куяльник) x 184/06 (5/55-91(Од. н/к. x Ae.cyl.) x Од. н/к.) x Л. 23397)	9	5	9
Ер. 120/16	(Кн. Ольга x 350/06 (Обрій x Tr.ereb.) x Од. 162) x Укр. од. ²)x Селянка	8	5	4
Ер. 129/16	(Кн. Ольга x 350/06 (Обрій x Tr.ereb.) x Од. 162) x Укр. од. ²)x Селянка	9	8	4
Ер. 130/16	(Кн. Ольга x 350/06 (Обрій x Tr.ereb.) x Од. 162) x Укр. од. ²)x Селянка	8	8	4
Ер. 135/16	(Обрій x Tr.ereb.) x Од. 162) x Укр. од. ²) x Антонівка) x Amigo	8	8	5

Продовження таблиці 5.1

Ер. 142/16	(Вихованка х 137/06) (Дон. н/к х Ae. var.) х Укр.) х Ніконія)	8	8	4
Ер. 145/16	(Вихованка х 5/258-06 (Куяльник х МА1)	5	8	8
Лют. 148/16	[PI17091 х Бу1) х Альбатрос] х [F13021-12 х Українка] х (Дон. н/к. х Ae. var.) х Укр.) х Ніконія)	9	4	9
Ер. 154/16	5/253-06 (Куяльник х МА1) х Скарбниця ²) х 120/06 (Дон. н/к. х Ae. var.) х Укр.) х Ніконія)	8	4	4
Ер. 192/16	5/253-06 (Куяльник х МА1) х Антонівка) х (Дон. н/к х Ae. var.) х Укр.) х Ніконія)	8	4	8
Ер. 200/16	(Guebon х Куяльник) х 184/06 (5/55-91(Од. н/к. х Ae.cyl.) х Од. н/к.) х Л. 23397)	8	5	8
Ер. 233/16	(Купава х 367/08 (Од. н/к. х Ae.cyl) х Од. н/к.) х Кірія	4	8	4
Ер. 57/12	(Волинська н/і х 186/06(Дон. н/к х Ae. var.) х Укр.) х Ніконія)	8	9	9
Ер. 2/14	(Ad4 х Альбатрос ²) х (Од. н/к х Ae.cyl) х Од. н/к) х Тіра х Amigo	9	8	8
Ер. 43/14	(Купава х 367/08 (Од. н/к. х Ae.cyl) х Од. н/к.) х Кірія	9	8	9
Ер. 67/14	(Raduza х 138/06(Дон. н/к. х Ae. var.) х Укр.) х Ніконія)	9	8	9
Ер. 100/14	(Од. н/к. х Ae.cyl.) х Bt 12,13) х Пошана) х Кирия) х (Дон. н/к. х Ae. var.) х Укр.) х Ніконія)	8	8	8
Ер. 70/19	(5/176-06(Куяльник х МА1) (156/06(Дон. н/к. х Ae. var.) х Укр.) х Ніконія) х (5/55-91 х Од. н/к) х Л. 23397) х (Дон. н/к х Ae. var.) х Укр.) х Ніконія)	9	8	8
Од.н/к (st)		2	1	2

Аналіз даного матеріалу показав різний рівень стійкості у генотипів пшениці до місцевих рас іржі (бура, стеблова) та борошнистої роси, який варіював у межах від помірно сприйнятливих (4–5 балів) до високостійких (8–9 балів).

Так, найбільшу масову частку (33%) серед досліджуваного матеріалу склали генотипи, які на комплексному інфекційному фоні проявили високу стійкість до збудників бурої іржі та борошнистої роси, 26% ліній (Ер. 4/16, Ер. 47/16, Ер. 53/16,

Ер.129/16, Ер.130/16, Ер.135/16) показали високу стійкість (бали 8 - 9) щодо видів іржі, але уразилися борошнистою росою на рівні 4-5 балів.

Групову стійкість до усіх досліджуваних листостеблових хвороб виявили 22% із досліджуваних ліній (Ер. 57/12, Ер. 43/14, Ер. 2/14, Ер.70/19, Ер.67/14, Ер.15/14), які при тривалому випробуванні в умовах штучних інфекційних фонів показали стійкість до досліджуваних патогенів на рівні 8-9 балів і можуть бути цінними джерелами ефективних Lr-, Sr- та Pm-генів для селекції (Табл. 5.2).

Таблиця 5.2

**Оцінка стійкості відібраних ліній пшениці до збудників основних хвороб
2016–2018 рр. (бал)**

Назва лінії	Бура іржа	Стеблова іржа	Жовта іржа	Борошниста роса	Тверда сажка
Куяльник – st.	4	5	5	5	5
Ер. 57/12	8	8	7	8	9
Ер. 43/14	8	8	9	8	8
Ер. 67/14	8	9	9	6	9
Ер. 2/14	8	8	9	8	9
Ер. 15/14	8	9	7	7	8
Ер. 70/19	8	8	8	8	9

Слід зазначити, що стабільно високий рівень групової стійкості до листостеблових хвороб у відібраних генотипів сформувався завдяки наявності в їх генотипах комплексу активних генів, що контролюють дану ознаку від диких родичів пшениці, наявність яких було встановлено за допомогою ПЛР аналізу у відділі загальної і молекулярної генетики СГІ–НЦНС (Табл. 5.3).

**Ідентифікація ефективних генів стійкості та їх груп у генотипах
інтрогресивних ліній відібраних в процесі роботи**

Назва лінії	Популяційний склад	Гени
Ер. 57/12	1(≈90%)	<i>Lr21 + Lr24 + Lr^{Amigo}, Sr24 + Sr^{Amigo}, Pm17;</i>
Ер. 43/14	(≈90%)	<i>Lr21 + Lr24 + Lr68 + Lr^{Amigo}, Sr24 + Sr^{Amigo}, Pm17;</i>
Ер. 67/14	1(≈90%)	<i>Lr10 + Lr26 + Lr34 + Lr68, Sr31 + Sr58, Pm3 + Pm8 + Pm38;</i>
Ер. 2/14	1 (≈90%)	<i>Lr10 + Lr20 + Lr21 + Lr26 + Lr68, Sr15 + Sr31, Pm1 + Pm3 + Pm8; Yr 9;</i>
Ер. 15/14	1 (>80%)	<i>Lr 10 + Lr 24 + Lr 68, Sr 24, Pm 3;</i>
Ер. 70/19	1(≈90%)	<i>Lr 10 + Lr 20 + Lr 26 + Lr 34 + Lr 68, Sr 15 + Sr 31 + Sr 58, Pm 1 + Pm 3 + Pm 38; Yr 9 + Yr 18, Bdv 1;</i>

150 п.н.

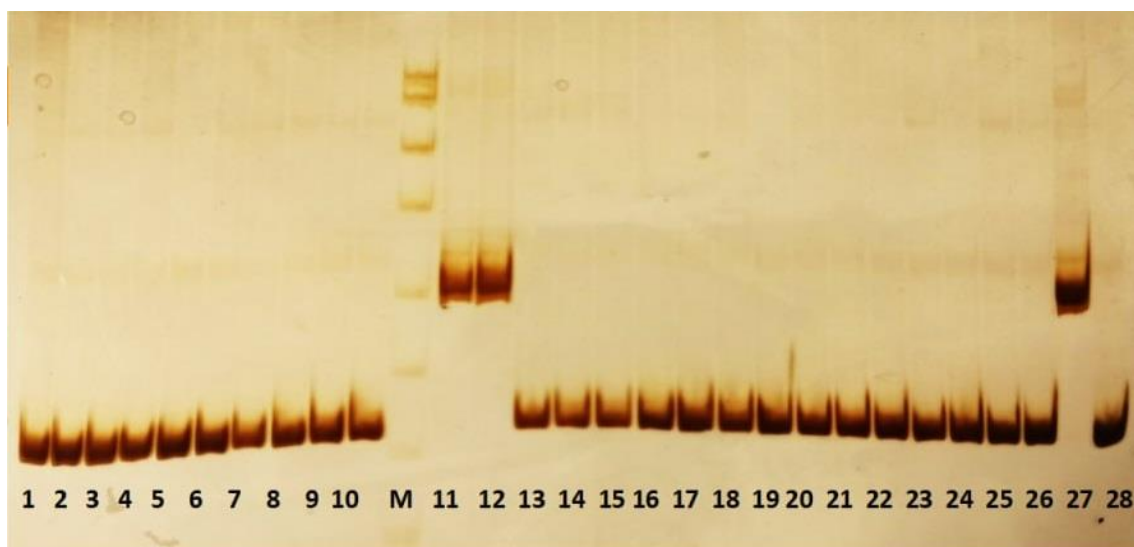


Рис. 5.1. Електрофореграма продуктів ампліфікації ДНК лінії Ер. 67/14 пшениці за молекулярним маркером csLV34 до генів *Lr34/Yr18/Sr58Pm38/Bdv1*. М – маркер молекулярної маси pUC19/*MspI*; 1 – 10, 13-26, 28 – наявність вказаних генів, 11, 12, 27 - відсутність

Зокрема виявлено, що значна частина досліджуваних ліній є джерелами високоефективних генів стійкості *Lr24* та *Sr24*, що походять від *Thinopyrum elongatum*, генів *Lr26 + Lr34*, *Lr26 + Lr21*, *Sr31*, *Pm17* і *Sr^{Amigo}* від *Secale cereale* та

Tr. erebuni. Найбільш ефективними виявились гени *Lr24*, *Lr68*, *Sr15*, *Sr31*, *Sr58*, *Pm38* та їх поєднання. Наявність їх у генотипах досліджуваних ліній забезпечувала стабільно високий рівень стійкості до досліджуваних хвороб на штучно створених комплексних інфекційних фонах протягом всього періоду вегетації.

Відібраний матеріал за показником вікової стійкості до місцевих популяцій збудників листостеблових, було проаналізовано за рівнем стійкості до окремих рас листової іржі та борошнистої роси у ювенільній фазі розвитку в лабораторних умовах. Стійкість до збудника стеблової іржі, бурої іржі вивчали використовуючи біотиби 77 та 144 рас. В якості індикатора високої сприйнятливості був використаний сорт Одеська напівкарликова. Дослідження показали, що на інфекцію ізолятів 77 раси відібрані лінії проявляли стійкість і дуже високу стійкість (R, VR, 0). Реакція сортів-диференціаторів варіювала від помірної (MS) до дуже високої сприйнятливості (VS) (табл. 5.4).

Таблиця 5.4

Тип реакції ліній та сортів пшениці на інфекцію клонів раси 77 *Puccinia*

Puccinia triticina Erikss (ювенільна фаза рослин)

Лінія, сорт	Клони раси 77, тип реакції										
	5	9	11	15	17	20	27	45	59	64	67
Ер. 57/12	VR	R	0	0	R	VR	0	R	R	R	R
Ер. 43/14	VR	R	0	0	R	VR	0	R	R	R	R
Ер. 100/14	VR	R	VR	VR	R	0	0	R	R	R	R
Ер. 67/14	VR	R	VR	VR	R	0	0	R	R	R	R
Ер. 2/14	R	R	MR	R	0	R	R	R	MR	MR	MR
Ер.70/19	VR	R	0	0	R	VR	0	R	R	R	R
Лузанівка	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Вікторія	MS	S	S	S	S	S	MS	S	S	S	S
Ватажок	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Куяльник	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Одеська напівкарликова - st	S	S	S	VS	S	S	S	VS	VS	S	S

*Примітка. Тип реакції: 0 — дуже висока стійкість, VR — висока стійкість, R — стійкість, MR — помірна стійкість, MS — помірна сприйнятливість, S — сприйнятливість, VS — висока сприйнятливість.

Аналогічна тенденція прослідковувалася і по відношенню до клонів раси 144 (табл. 5.5).

Таблиця 5.5

Тип реакції ліній та сортів пшениці на інфекцію клонів раси 77 *Puccinia triticina* (ювенільна фаза рослин)

Лінія, сорт	Клони раси 77, тип реакції										
	5	10	11	15	17	20	27	45	61	64	67
Ер. 57/12	VR	R	0	0	R	VR	0	R	R	R	R
Ер. 43/14	VR	R	0	0	R	VR	0	R	R	R	R
Ер. 100/14	VR	R	VR	VR	R	0	0	R	R	R	R
Ер. 67/14	VR	R	VR	VR	R	0	0	R	R	R	R
Ер. 2/14	R	R	MR	R	0	R	R	R	MR	MR	MR
Ер. 70/19	VR	R	0	0	R	VR	0	R	R	R	R
Лузанівка	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Вікторія	MS	S	S	S	S	S	MS	S	S	S	S
Ватажок	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Куяльник	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Одеська напівкарликова - st	S	S	S	VS	S	S	S	VS	VS	S	S

Расоспецифічну стійкість відібраних ліній та сортів-індикатор високої сприйнятливості пшениці до збудника борошнистої роси вивчали за використання моноізолятів – клонів найвірулентніших та агресивніших рас, які являються основними в популяції цього патогену. Для інфікування борошнистою россою використовували раси 35, 44, 27, 35, 2, 63, 2 та 58.

В результаті аналізу отриманих даних, щодо рівня стійкості інтрогресивних ліній до окремих моноізолятів рас *Blumeria graminis* (DC) Speer f. sp. *Tritici* встановлено, що всі досліджувані генотипи виявили стійкість і дуже високу стійкість (R, VR, 0). У той час, як реакція сортів варіювала від помірної (MS) до високої сприйнятливості (VS). Результати дослідження стійкості генотипів до окремих рас патогену представлені в таблиці 5.6.

Тип реакції ліній та сортів пшениці на інфекцію клонів раси 35 *Blumeria graminis* (DC) *Speer f. sp. tritici* (ювенільна фаза рослин)

Лінія, сорт	Клони раси 35, тип реакції										
	3	8	15	17	21	29	35	41	69	72	81
Ер. 57/12	VR	R	0	0	R	VR	0	R	R	R	R
Ер. 43/14	VR	R	0	0	R	VR	0	R	R	R	R
Ер. 100/14	VR	R	VR	VR	R	0	0	R	R	R	R
Ер. 67/14	VR	R	VR	VR	R	0	0	R	R	R	R
Ер. 2/14	R	R	MR	R	0	R	R	R	MR	MR	MR
Ер. 70/19	VR	R	0	0	R	VR	0	R	R	R	R
Лузанівка	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Вікторія	MS	S	S	S	S	S	MS	S	S	S	S
Ватажок	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Куяльник	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Одеська напівкарликова - st	S	S	S	VS	S	S	S	VS	VS	S	S

Отримані дані свідчать про високу ефективність створеного вихідного матеріалу оскільки стійкість інтрогресивних ліній має пролонгований тип стійкості, не залежно від стадії онтогенезу.

5.2. Закономірності успадкування ознаки групової стійкості до листостеблових патогенів при схрещуванні батьківських компонентів контрастних за даним показником.

Дослідження донорського ефекту інтрогресивних ліній на підвищення генетично-детермінованого рівня групової стійкості до листостеблових хвороб пшениці озимої, провадили на гібридному матеріалі, отриманому від простих схрещувань батьківських компонентів контрастних за рівнем досліджуваної ознаки. Було проведено гібридизацію відібраних за показником стійкості інтрогресивних ліній Ер. 57/12, Ер. 43/14, Ер. 2/14, Ер. 15/14, Ер. 70/19 зі сприйнятливими сортами місцевої селекції Ватажок, Одеська напівкарликова, Вікторія од., Лузанівка, Куяльник. Оцінку стійкості гібридів F_1 та популяцій F_2 до зазначених хвороб проводили в лабораторних та польових умовах на комплексному інфекційному фоні місцевих рас досліджуваних патогенів. За

використання гібридологічного аналізу було встановлено характер успадкування ознаки, типи взаємодії генів та ступінь фенотипового домінування (Табл. 5.2.1).

Аналіз першого покоління гібридів показав високий рівень стійкості до листостеблових патогенів у досліджуваних комбінаціях схрещування. Це вказує на те, що стійкість контролюється домінантними *Lr*-, *Sr*- та *Pm*-генами.

У другому поколінні популяції гібридів від схрещування ліній зі сприйнятливими сортами, кількість стійких і сприйнятливих рослин достовірно ($\chi^2=0-1,19$) відповідала теоретично очікуваному співвідношенню 9:7, що свідчить про дію двох домінантних комплементарних *Lr*-, *Sr*- та *Pm*-генів.

Ступінь фенотипового домінування показника групової стійкості у популяціях F_2 майже 100-відсотково відповідав класу позитивного наддомінування (НД+) за винятком генотипів, що належали до комбінації схрещування Ер.2/14 х Куяльник де стійкість до борошнистої роси контролювалася за типом позитивного домінування (Д+).

Таблиця 5.7

Характер успадкування показника стійкості (ВВСН 12-13) до листостеблових хвороб у гібридних популяціях F₂ при залученні до гібридизації інтрогресивних ліній з ефективними генами стійкості

Гібрид	Характеристика F ₁		Співвідношення стійких і сприйнятливих фенотипів в популяції F ₂				χ ²		Клас домінування	
			фактичне		теоретичне					
	Бура іржа	Бор. роса	Бура іржа	Бор. роса	Бура іржа	Бор. роса	Бура іржа	Бор. роса	Бура іржа	Бор. роса
Ер.57/12 х Ватажок	R	0	71:43	50:35	9:7	9:7	1,69	0,23	НД+	НД+
Ер.57/12 х Вікторія	R	R	47:31	87:73	9:7	9:7	0,50	0,23	НД+	НД+
Ер.43/14 х Лузанівка	R	VR	126:84	86:64	9:7	9:7	1,18	0,07	НД+	НД+
Ер.70/19 х Одеська н/к	R	0	83:64	74:52	9:7	9:7	0,01	0,32	НД+	НД+
Ер.2/14 х Куяльник	R	MR	100:70	87:63	9:7	9:7	0.46	0,14	НД+	Д+
Ер.67/14 х Одеська н/к	R	0	111:72	74:52	9:7	9:7	1,42	0,32	НД+	НД+
Ер.100/14 х Вікторія	R	0	76:55	56:37	9:7	9:7	0,16	0,2	НД+	НД+

Таблиця 5.8

Характер успадкування показника стійкості (ВВСН 56-72) до листостеблових хвороб у гібридних популяціях F₂ при залученні до гібридизації інтрогресивних ліній з ефективними генами стійкості

Гібрид	Характеристика F ₁			Співвідношення стійких і сприйнятливих фенотипів в популяції F ₂						χ ²			Клас домінування		
				фактичне			теоретичне								
	Бура іржа	Стеб лова іржа	Бор. роса	Бура іржа	Стебло ва іржа	Бор. роса	Бура іржа	Стеб лова іржа	Бор. роса	Бура іржа	Стеб лова іржа	Бор. роса	Бура іржа	Стебл ова іржа	Бор. роса
Ер.57/12 х Ватажок	R	R	0	89:61	91:59	50:35	9:7	9:7	9:7	0,56	1,19	0,23	НД+	НД+	НД+
Ер.57/12хВікторія	R	R	R	87:63	87:63	309:217	9:7	9:7	9:7	0,19	0,19	1,33	НД+	НД+	НД+
Ер.43/14 х Лузанівка	R	R	VR	90:60	90:60	86:64	9:7	9:7	9:7	0,86	0,86	0,07	НД+	НД+	НД+
Ер.70/19хОдеська н/к	R	R	0	86:62	89:59	74:52	9:7	9:7	9:7	0,21	0,91	0,32	НД+	НД+	НД+
Ер.2/14 х Куяльник	R	R	MR	87: 63	88:62	87:63	9:7	9:7	9:7	0,19	0,36	0,14	НД+	НД+	Д+
Ер.67/14хОдеська н/к	R	R	0	85: 58	89:62	74:52	9:7	9:7	9:7	0,19	0,8	0,32	НД+	НД+	НД+
Ер.100/14 х Вікторія	R	R	0	83: 60	90:61	56:37	9:7	9:7	9:7	0,20	0,9	0,2	НД+	НД+	НД+

Отримані дані свідчать про високу ефективність нового створеного вихідного матеріалу, як донорів високої стійкості до групи листостеблових патогенів. Залучення відібраних ліній (Ер. 57/12, Ер. 43/14, Ер. 2/14, Ер. 15/14, Ер. 70/19) до програм селекції на групову стійкість до зазначених хвороб дасть змогу значно підвищити результативність роботи у даному напрямку.

Висновки до розділу 5:

1. Показано, що створені у відділі фітопатології та ентомології СГІ–НЦНС інтрогресивні лінії із груповою стійкістю до хвороб можуть бути ефективними донорами для селекції пшениці м'якої озимої на дану ознаку.

2. В результаті польових досліджень на комплексному інфекційному фоні було встановлено високий ступінь резистентності отриманих ліній (8-9 балів) до місцевих рас популяцій патогенів іржастих хвороб та борошнистої роси.

3. Дослідження расоспецифічної стійкості відібраних генотипів до окремих рас патогенів стеблової іржі та борошнистої роси за типом реакції коливалась від стійкості (R) до дуже високої стійкості (VR, 0).

4. Високий рівень стійкості у зазначеному вихідному матеріалі обумовлений дією генів (*Lr24*, *Lr68*, *Sr15*, *Sr31*, *Sr58*, *Pm38*), що контролюють дану ознаку, які були перенесені у пшеничний генотип від диких родичів пшениці *Thinopyrum elongatum*, *Secale cereale* та *Tr. erebuni*, наявність яких було ідентифіковано за допомогою ПЛР аналізу.

5. Дослідження закономірностей успадкування ознаки групової стійкості (на різних етапах онтогенезу) у гібридному матеріалі F₁–F₂, отриманому в результаті гібридизації досліджуваних ліній Ер. 57/12, Ер. 43/14, Ер. 2/14, Ер. 15/14, Ер. 70/19 зі сприйнятливими сортами місцевої селекції, показало домінантну природу успадкування даної ознаки, яка зумовлена дією двох комплементарних генів.

РОЗДІЛ 6

ГОСПОДАРСЬКО-БІОЛОГІЧНА ОЦІНКА ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ ДЛЯ СЕЛЕКЦІЇ НА ГРУПОВУ СТІЙКІСТЬ ДО ОСНОВНИХ ЛИСТОСТЕБЛОВИХ ХВОРОБ.

Важливим елементом при створенні нового селекційного матеріалу є збалансоване поєднання генетично-детермінованого рівня стійкості до основних листостеблових патогенів та комплексу господарсько-цінних ознак, які є основою конкурентоспроможності нових сортів.

Тому одним із завдань, поставлених при вивченні відібраних в процесі дослідження генотипів, було виявлення їх генетичного рівня продуктивності та хлібопекарських властивостей зерна і борошна.

6.1. Дослідження показника урожайності у ліній із груповою стійкістю до листостеблових патогенів.

Для отримання об'єктивної інформації про потенційну продуктивність створеного вихідного матеріалу, експериментальні лінії випробовували в умовах різних інфекційних фонів – на звичайному, коли формування інфекції відбувалось у природних умовах та на штучно створеному комплексному інфекційному фоні шляхом інокулювання рослин спорами інфекції. Лінії вивчались за типом конкурсного сортовипробування у суцільному посіві із ділянками 10 м² в 3-х кратному повторенні. В результаті аналізу середніх показників урожайності виявлено, що відібрані за показником групової стійкості до листостеблових патогенів лінії, можуть бути ефективними джерелами високої продуктивності незалежно від інфекційного навантаження у роки вирощування. Так, в умовах природного інфекційного фону середній рівень продуктивності зазначених генотипів коливався у межах від 6,0 до 7,6 т/га (табл. 6.1) із незначним відхиленням від стандарту Куяльник (6,9 т/га) в бік збільшення чи зменшення даного показника.

Таблиця 6.1

Урожайність ліній із груповою стійкістю до листостеблових хвороб на різних інфекційних фонах (2021–2023 рр.)

Лінія, сорт	Урожайність на різних інфекційних фонах, т/га				
	Природний		Штучний		Якість резистентності
	Урожайність	±до урожайності	Урожайність	±до урожайності	
Куяльник – st.	6,9	-	4,6	-	-
Ер. 57/12	7,4	0,5	6,5	1,9	1,4
Ер. 43/14	7,6	0,7	7,5	2,9	2,2
Ер. 15/14	6,2	-0,7	6,0	1,4	2,1
Ер. 67/14	6,0	-0,9	5,4	0,8	1,7
Ер. 2/14	6,4	-0,5	5,3	0,7	1,2
Ер.70/19	6,9	0	6,1	1,5	1,5
НІР _{0,05}	0,326		0,245		

Зокрема, частина ліній мала достовірну прибавку врожаю на 0,5 - 0,7 т/га (лінії Ер. 57/12, Ер 43/14), чотири із досліджуваних генотипів (Ер. 96/14, Ер. 67/14, 2/14, 15/14) поступалися перед стандартом на 0,5-0,9 т/га і лінія Ер. 70/19 за показником продуктивності знаходилася на рівні стандарту (6,9 т/га) (рис. 6.1).

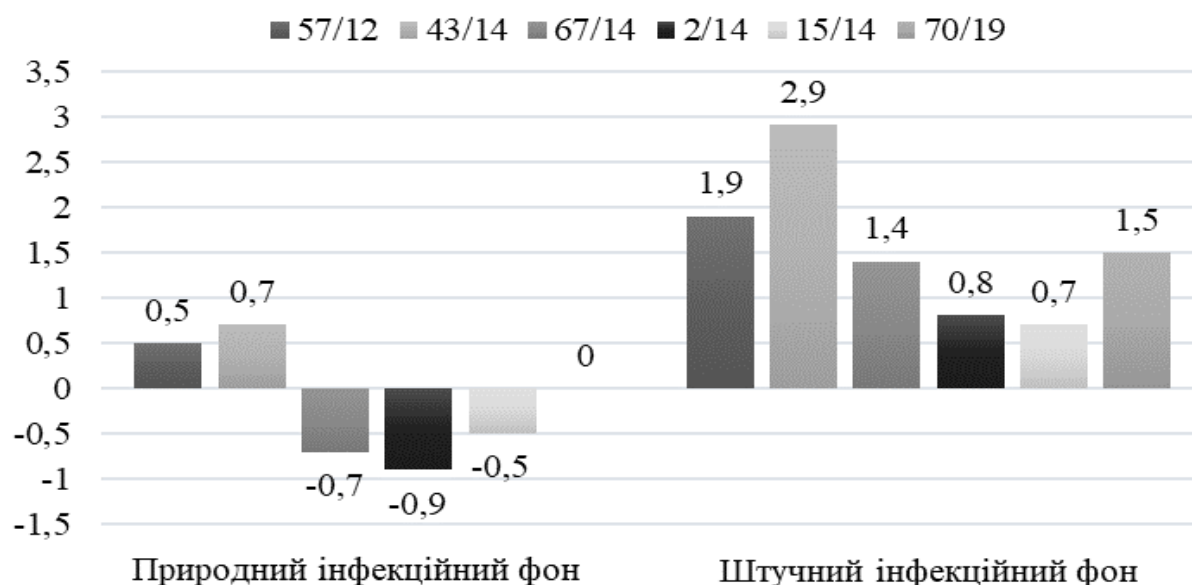


Рис. 6.1 Варіювання показника прибавки врожаю у інтрогресивних ліній пшениці озимої (т/га) на різних інфекційних фонах листостеблових хвороб

За умов штучної епіфітотії збудників зазначених хвороб показник урожайності у сорту-стандарту Куяльник суттєво знизився з 6,9 ц/га до 4,6 т/га (табл. 5), що привело до загальної втрати валового збору у 34%. В той час, як лінії з груповою стійкістю за наявності інфекційного навантаження майже не знижували свій рівень продуктивності, а прибавка врожаю у порівнянні зі стандартом варіювала в межах від 0,7 т/га (13,2 %) до 2,9 т/га (38,7 %). Ці данні переконливо свідчать про те, що впровадження інтрогресивних ліній у селекційні програми пшениці озимої, при роботі на групову стійкість до листостеблових фітопатогенів, може мати значний економічний ефект у вигляді стабілізації показника валового збору високоякісного зерна незалежно від умов вирощування.

Важливим показником при оцінці продуктивності досліджуваних ліній є ефективність їх стійкості щодо збереження врожаю та елементів його структури на фоні штучної епіфітотії листостеблових хвороб.

6.2. Дослідження ліній із груповою стійкістю до листостеблових патогенів за показниками хлібопекарської якості зерна та борошна.

Оцінку хлібопекарних властивостей зерна та борошна у досліджуваному матеріалі провадили у співробітництві з лабораторією відділу генетичних основ селекції СГІ–НЦНС.

Аналіз основних показників якості показав, що за відсутності високого інфекційного навантаження (природний інфекційний фон) відібрані лінії можуть формувати зерно високої якості на рівні сильних і цінних пшениць. Зокрема, такі фізичні властивості зерна як натура та білок у представленому матеріалі відповідали значенням стандарту пшениці 1 класу (ДСТУ 3768:2019 «Пшениця. Технічні умови»). Особливо цінними за цими показниками виявились лінії Ер. 43/14 та Ер. 70/19 із натурною масою 800 г/л та масою 1000 зерен 43,7 та 41,9 г відповідно.

Показники вмісту і якості білка в зерні пшениці та хлібопекарні властивості суттєвої частини досліджуваних генотипів знаходились на рівні сильних та цінних

пшениць і варіювали у досить незначних межах (вміст білка – 12,4-12,8 %, седиментація – 77-87 мл, об'єм хліба – 1040-1340 мл, загальна оцінка хліба – 3,2-4,3 бали) (табл. 6.2).

Таблиця 6.2

**Хлібопекарські властивості зерна та борошна у ліній пшениці озимої
відібраних в процесі дослідження (2021–2023 рр.)**

Лінія, сорт	Натура г/л	Маса 1000 зерен	Вміст білка, %	SDS 30, мл	Об'єм хліба, мл	Загальна оцінка хліба, бал
Куяльник – st	785	40,2	12,5	81	1200	3,9
Ер. 57/12	782	36,9	12,5	82	1260	4,3
Ер. 43/14	800	43,7	13,9	89	1400	4,9
Ер. 100/14	777	36,8	12,4	78	1180	3,6
Ер. 67/14	777	36,2	12,6	87	1340	4,2
Ер. 2/14	782	40,0	12,6	68	1040	3,2
Ер.70/19	800	41,9	12,8	77	1120	3,4

Виняток становила лінія Ер. 43/14, яка виділялась за показником вмісту білка в зерні (13,9 %) і відмінними хлібопекарськими властивостями: об'єм хліба – 1400 мл, загальна оцінка хліба – 4,9 бали, що підвищує її селекційну цінність, як генетичного джерела.

Протягом 2021-2023рр висівали кращі лінії на дослідних ділянках та порівнювали за елементами структури врожаю та за фенотиповими показниками. Важливим показником при виділенні вихідного стійкого матеріалу є не тільки відбір за урожайністю та за хлібопекарськими властивостями, але і за елементами структури врожаю, а саме продуктивні кущистості, кількість зерен в колосі та рослині, вага насіння, так як вони являються основними складовими майбутнього врожаю. Як видно з наведеної таблиці, що всі виділені лінії за елементами структури врожаю перевищують індикатор високої сприйняливості – Одеська напівкарликова.

Всі виділені лінії за висотою рослин були середньостебловими, висота стебла в середньому не перевищувала 97,9 см (+14,9 см до стандарту) у лінії 67/14.

Таблиця 6.3

**Структурний аналіз у ліній пшениці озимої відібраних в процесі дослідження
(2021–2023 рр.)**

Лінія, сорт	Висота рослини, см	Загальна кущистість, шт	Продуктивна ущистість, шт	Довжина колосу, см	Кількість колосків в колосі, шт	Кількість насінин в головному колосі, шт	Маса насіння з головного колосу, г	Маса насіння з рослини	Маса насіння з бокових колосів, г	Маса 1000 насінин з рослини, г
Куяльник - st	95	2,4	1,5	6,7	11,5	24,0	0,7	5,3	4,6	28,8
57/12	94	7,3	7,0	9,4	23,9	45,0	1,8	8,8	7,0	36,9
2/14	96	6,8	6,7	9,8	24,0	44,4	1,9	10,3	8,4	43,7
43/14	95	7,0	7,0	9,6	23,2	46,0	1,8	9,3	7,4	36,8
67/14	97	6,5	6,5	10	24,0	44,0	1,9	10,4	8,5	36,2
100/14	94	6,7	6,5	9,4	23,6	44,1	1,9	9,7	7,8	40,0
70/19	96	7,0	6,8	8,9	22,4	43,0	1,8	9,4	7,6	41,9
НІР ₀₅	7,56	0,36	0,50	0,53	0,62	1,97	3,01	15,80	0,80	0,87

При тому, що висота всіх рослин варіювала від 83 до 97,9 см (середньостеблові форми). Всі виділені форми (6 ліній) мають виражений степовий екотип, тому матють в порівнянні з стандартом (Куяльник) підвищену здатність до інтенсивної продуктивної кущистості. Серед елементів продуктивності в усіх екотипах має значення кількість колосків у колосі та кількість продуктивних квіток у них. Так, наприклад при порівнянні досліджуваних ліній з контролем спостерігається різниця, всі лінії перевищують контроль від 67 до 94,7 %. Подібна диференціація спотерігалась і при дослідженні показнику маса насінин з головного колосу, так при вазі 0,7 г в стандарті, максимальна різниця була у варіанті 2/14, 67/14 та 100/14 – різниця була +1,2 г (1,9 г у варіантах).

За показником кількість насінин з рослини всі досліджувані лінії перевищували стандарт від 57 до 87 зерен відповідно до варіанту.

Висновки до розділу 6:

1. Отриманий вихідний матеріал ефективно поєднує в своєму генотипі високий рівень групової стійкості до листостеблових патогенів та комплекс основних господарсько-цінних ознак, що робить ці лінії цінним селекційним матеріалом.

2. Встановлено, що відібрані в процесі досліджень лінії мають високі показники стійкості не тільки до іржастих хвороб та борошнистої роси, а також до жовтої іржі та твердої сажки, тобто мають групову стійкість до основних хвороб.

3. При випробуванні зазначеного селекційного матеріалу на різних інфекційних фонах показано, що в умовах штучної епіфітотії за наявності інфекційного навантаження інтрогресивні лінії майже не знижували свій рівень продуктивності, а прибавка врожаю у порівнянні зі стандартом варіювала в межах від 0,7 т/га (13,2 %) до 2,9 т/га (38,7 %).

4. Аналіз основних показників якості показав, що за відсутності високого інфекційного навантаження (природний інфекційний фон) відібрані лінії можуть формувати зерно високої якості на рівні сильних і цінних пшениць.

5. Зазначені лінії, в якості батьківських компонентів, включені до планів гібридизації відділу фітопатології та ентомології та відділу селекції та насінництва пшениці СГП – НЦНС і передані для використання у селекційних програмах до провідних наукових селекційних центрів системи НААН України.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі обґрунтовано селекцію генотипів пшениці м'якої озимої з груповою стійкістю до листостеблових хвороб. Вирішено завдання пошуку вихідного матеріалу, ідентифікації генів стійкості та аналізу генотипів.

1. Встановлено, що зразки-носії генів *Lr19* та *Lr9* стабільно стійкі до бурої іржі, а генотипи з *Lr*, *Sr*, *Pm* генами – сприйнятливі до патогенів хвороби.

2. Доведено, що популяції патогенів стеблової іржі та борошнистої роси вірулентні до 69–84 % носіїв *Sr* і *Pm* генів. Високостійкими ідентифіковано колекційні матеріали з генами *SrAmigo*, *Sr39*, *Sr31*, *Sr27*, *Pm4a**, *Pm20* та комплексом генів *Pm3a*, *Pm3c*, *Pm3f*, *Pm5a*, *Pm25*. У зразків з генами *Pm17*, *Pm4v* стійкість зростала в процесі онтогенетичного розвитку організму.

3. Виявлено, що генетичне різноманіття сортів місцевої селекції варіює від помірносприйнятливих до стійких з расоспецифічною стійкістю. Ідентифіковано сорти з груповою стійкістю (Княгиня Ольга, Ластівка одеська, Вихованка одеська), високою стійкістю до бурої іржі (Нота, Октава, Паланка), помірною – до борошнистої роси в ювенільній фазі (Журавка, Октава), до стеблової іржі (сорт Октава).

4. Підтверджено, що більшість сортів сприйнятливі до борошнистої роси, проте стійкість до іржі – варіює. У 25 % зразків групової стійкості не виявлено.

5. Аналіз генерацій F_2 – F_5 , отриманих на основі диких родичів, показав їхню стійкість до патогенів від помірної (4–5 балів) до високої (8–9 балів).

6. З'ясовано, що 33 % генотипів стійкі до бурої іржі та борошнистої роси, 26 % – до обох видів іржі, 22 % – мають групову стійкість на рівні 8–9 балів.

7. Доведено, що групова стійкість ліній зумовлена генами *Lr24*, *Lr68*, *Sr15*, *Sr31*, *Sr58*, *Pm38* (підтверджено ПЛР-аналізом). Аналізом інтрогресивних ліній з'ясовано домінантний контроль успадкування стійкості двома комплементарними генами.

8. Виділено лінію Ер. 43/14, що поєднує групову стійкість і високі господарські ознаки, за приросту врожаю 0,7–2,9 т/га (13,2–38,7 %) до сорту-стандарту та формує зерно високої якості (сильні та цінні пшениці).

9. Ідентифіковано матеріал з комплексною резистентністю до хвороб Ер. 57/12, Ер. 43/14, Ер. 2/14, Ер.70/19, Ер.67/14, Ер.15/14, що включено до схем гібридизації та передано для залучення в селекційні програми НААН України.

10. Виділено високоврожайний (7,0–7,7 т/га) матеріал, зокрема, Октава одеська, Вихованка одеська, Ластівка одеська, Княгиня Ольга та константні лінії селекції відділу фітопатології та ентомології СГІ – НЦНС НААН Ер. 57/12, Ер. 43/14, Ер. 2/14, Ер.70/19, Ер.67/14, Ер.15/14, що можуть слугувати донорами генів комплексної стійкості до патогенів.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ ПРАКТИЧНОЇ СЕЛЕКЦІЇ

1. Для покращення ефективності селекційної роботи зі створення та добору вихідного матеріалу із груповою стійкістю до листостеблових патогенів рекомендується проведення випробування відібраного матеріалу за використання комплексних інфекційних фонів на всіх етапах селекційного процесу.

2. В якості ефективних донорів генів стійкості до листостеблових хвороб рекомендовано використовувати інтрогресивні лінії, створені на генетичній основі диких родичів пшениці – *Aegilops cylindrica*, *Aegolops variabilis*, *Aegilops ventricosa*, *Triticum erebuni*, *Triticum durum*, *Triticum tauschii*, *Agropyron elongatum*.

3. Виділені в процесі досліджень селекційні лінії, що ефективно поєднують в своєму генотипі високий рівень групової стійкості до листостеблових патогенів та комплекс основних господарсько–цінних ознак, зокрема, врожайність (Ер. 57/12 – 7,4 т/га, Ер. 43/14 – 7,6 т/га, Ер. 2/14 – 6,4 т/га, Ер.70/ – 6,9 т/га, Ер.67/14 – 6,0 т/га, Ер.15/14 – 6,2 т/га), пропонуються до використання в селекційних програмах наукових установ України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Каленська С. М., Шевчук О. Я., Дмитрашак М. Я. та інші. Рослинництво : підручник / за ред. О. Я. Шевчука. Київ : НАУУ, 2005. 502 с.
2. Лихочвор В. В. Рослинництво. Київ : Вища шк., 2002. 400 с.
3. Kalenska S., Tokar B., Tasheva Y. Management of cereal crops resistance to sinking. *Naukovyi visnyk NUBIP ukrainy. seriia: ahronomiia [scientific herald of NULES of ukraine. series: agronomy]*. 2015. Vol. 210, no. 1. P. 22–30.
4. Miller T. D. Growth stages of wheat: identification and understanding improve crop management. *Texas A&M AgriLife Extension SCS*. 1996. Vol. 16, no. 16. P. 32–40.
5. І. Д. Примак та ін. Екологічні проблеми землеробства. Київ : Центр учб. літ., 2010. 456 с.
6. G. Kaletnik et al. The world experience in the regulation of the land circulation. *European journal of sustainable development*. 2020. Vol. 9, no. 2. P. 557–568.
7. V. A. Mazur et al. Energy-economic efficiency of growth of grain-crop cultures in conditions of Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Ukrainian journal of ecology*. 2018. No. 8(4). P. 26–33.
8. Бровдій В. М., Гулий В. В., Федоренко В. П. Біологічний захист рослин. Київ : Світ, 2004. 348 с.
9. Довідник із захисту рослин / ред. М. П. Лісового. Київ, 1999. 736 с.
10. Марков І. Л. Практикум із сільськогосподарської фітопатології. Київ, 1998. 268 с.
11. Пересипкін В. Ф. Сільськогосподарська фітопатологія. Київ, 2000. 415 с.
12. Фітопатологія: навч. посіб / ред. п. М. Марютіна. Харків : Еспада, 2008. 552 с.
13. Шевченко Ж. П. Вірусні та мікоплазмові хвороби зернових колосових культур. Кіровоград, 1996. 71 с.

14. Трибель С. О. Захист рослин: сьогодні і завтра. *Захист рослин*. 2000. № 2. С. 2–4.
15. Г. М. Ковалишина та ін. Результати селекції пшениці озимої на стійкість проти основних збудників хвороб в Миронівському Інституті пшениці. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Агрономія*. 2018. № 294. С. 96–103.
16. Gorlenko M. V., Rubin B. A. Plant immunity. *Zaschita i Karantin Rasteniy*. 2001. № 8. P. 16-19.
17. Retman S. V., Kyskykh T. M., Shevchuk O. V. Dynamics of winter wheat leaf diseases. *Karantyn i Zahist Roslyn*. 2014. № 10-11. P. 6-9.
18. Babayants L., Meshterkhazi A., Vekhter F. et al. Methods of breeding and evaluation of wheat and barley for disease resistance in countries. CMEA members. Prague, 1988. 320 p.
19. Babayants O. et al. Physiologic specialization of Puccinia triticina Erikss. and effectiveness of Lr-genes in the south of Ukraine during 2013-2014. *Chilean Journal of Agricultural Research*. 2015. Vol. 75(4). P. 443-450.
20. Babayants O. V., Babayants L. T. Fundamentals of breeding and methodology of assessment of wheat for resistance to pathogens. Odessa: PBGI-NCSCI, VMV, 2014. 401 p.
21. Lipchuk V., Malakhovskyi D. Structural changes in grain production: regional aspect. *Agrarian Economy*. 2016. Vol. 9(3–4). P. 53–60.
22. Власенко В. А. Стійкість проти грибних хвороб сучасних сортів пшениці м'якої озимої в умовах північно-східної частини Лісостепу України. *Селекція та генетика сільськогосподарських рослин: традиції та перспективи*. – Миронівка, 2012. С. 52–56.
23. С. О. Трибель та інші. Методологія оцінювання стійкості сортів пшениці проти шкідників і збудників хвороб. Київ : Колобіг, 2010. 392 с.
24. Пірко Я. П. та ін. Впровадження методів, що базуються на проведенні полімеразної ланцюгової реакції, для виявлення генів стійкості до бурої іржі у пшениці. *Наука та інновації*. 2012. Т. 8, № 3. С. 50–56.

25. Власенко В. А., Кочмарський В. С., Колючий В. Т. та ін. Селекційна еволюція миронівських пшениць. Миронівка, 2012. 330 с.
26. Топал М. М. Ідентифікація і характеристика за агрономічними ознаками сортів і ліній м'якої озимої пшениці з пшенично-житніми транслокаціями. *Селекція та генетика сільськогосподарських рослин*. Одеса, 2012. С. 199–200.
27. Goryainova V. V. The main diseases of leaves of spring wheat. *The Bulletin of Kharkiv National Agrarian University*. 2013. № 10. P. 81–85.
28. Ретьман М. С. Фунгіцидний захист пшениці ярої. *Карантин і захист рослин*. 2011. № 11. С. 5–7.
29. Косилови Г. О., Заяць П. Застосування фунгіцидів проти найпоширеніших хвороб озимої пшениці. *Вісник Львівського національного аграрного університету : агрономія*. 2010. № 13. С. 158–163.
30. Трибель С. О., Сігарьова Д. Д., Секун М. П. та ін. Методика випробування і застосування пестицидів / за ред. проф. С. О. Трибеля. Київ : Світ, 2001. С. 267–270.
31. Ретьман С. В. Фітопатогенний комплекс озимої пшениці в Лісостепу України. *Карантин і захист рослин*. 2008. № 4. С. 5–8.
32. Ретьман С. В., Довгань С. В. Фітосанітарний стан зернових колосових. *Карантин і захист рослин*. 2010. № 3. С. 2–4.
33. Федоренко В. П., Ретьман С. В. Інтегрована система захисту озимих зернових колосових культур. *Карантин і захист рослин*. 2006. № 1. С. 19–22.
34. Федоренко В. П., Трибель О. С., Ретьман С. В. Основні аспекти поліпшення фітосанітарного стану посівів зернових культур *Карантин і захист рослин*. 2007. № 1. С. 6–8.
35. Євтушенко М. Д., Лісовий М. П., Пантелєєв В. К. та ін. Імунітет рослин Київ : Колоб'їг, 2004. 303 с.
36. Рабінович С. В. Вихідний матеріал у селекції озимої пшениці. *Селекція і насінництво*. 1993. Вип. 74. С. 44–49.

37. Моргун В. В., Швартау В. В., Кірізій Д. А. Фізіологічні основи отримання високих урожаїв пшениці. *Фізіологія і біохімія культурних рослин*. – 2008. Т. 40, № 6. С. 463–479.
38. Лісова Г. М., Созінов О. О. Ефективні гени стійкості до збудника бурої іржі і расовий склад популяції патогена станом на 1998 рік. *Агроекологія і біотехнологія*. Збірник наукових праць. Київ, 1998. Вип. 2. С. 245–253.
39. Лісова Г. М. Расовий склад популяції збудника бурої іржі пшениці. *Захист і карантин рослин*. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Київ, 2004. Вип. 50. С. 133–140.
40. Науково-методичні основи створення банку генів стійкості до збудника бурої листової іржі : Методичні рекомендації / уклад. М. П. Лісовий, В. К. Пантелєєв. Харків : ХНАУ, 2000. 36 с.
41. Чусовітіна Н. М., Неплій Л. В. Вплив жовтої іржі на вміст хлорофілів, каротиноїдів та загальних цукрів в озимій пшениці на півдні України. *Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області*. 2015. № 19. С. 116–124.
42. Омелюта В. П., Григорович І. В., Чабан В. С. та ін. Облік шкідників і хвороб сільськогосподарських культур. Київ, 1986. С. 79–80.
43. Швартау В. В., Зозуля О. Л., Михальська Л. М., Санін О. Ю. Фузаріози культурних рослин : монографія. Київ : Логос, 2016. 164 с.
44. Алімов Д. М., Білоножко М. А., Бобро М. А. та ін. Рослинництво : лабораторно-практичні заняття / за ред. М. А. Бобро. Київ : Урожай, 2001. 392 с.
45. Hamid H., Rehman K. U. Potential applications of peroxidases. *Food Chemistry*. 2009. Vol. 115, no. 4. P. 1177–1186. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.02.035>.
46. Chanwun T., Muhamad N., Chirapongsatunkul N. Hevea brasiliensis cell suspension peroxidase: purification, characterization and application for dye decolorization. *AMB Express*. 2013. Vol. 3. <https://doi.org/10.1186/2191-0855-3-14>.
47. Bansal N., Kanwar S. S. Purification and characterization of an extracellular peroxidase of a bacterial isolate Bacillus sp. F31. *Current Biotechnology*. 2013. Vol. 2, no. 2. P. 155–161.

48. Мусієнко М. М., Жук, В. В. Вплив екзогенного цитокініну на стійкість пшениці за умов посухи. *Вісник аграрної науки*. 2011. № 3 (695). С. 34–36.
49. Chernyad'ev I. I. The protective action of cytokinins on the photosynthetic machinery and productivity of plants under stress. *Appl. Biochem. Microbiol.* 2009. Vol. 45, N. 4. P. 351–362.
50. Крючкова Л. О., Данило Р., Муральова О. М. Значення стійких сортів в забезпеченні озимої пшениці від ураження ґрунтовими фітопатогенами. 2020, 181-188.
51. Федоренко В. П., Ретьман С. В. Чотири основоположних принципи. *Захист і карантин рослин*. 2004. № 1. С. 3–5.
52. Возіян В. В., Любич В. В., Сухомуд О. Г. Технологічні властивості зерна сортів пшениці озимої різного еколого-географічного походження. – Вінниця, 2013. Вип. 1 (71). С. 121-125.
53. Кочмарський В. С., Ковалишина Г. М., Колючий В. Т та ін. Результати селекції сільськогосподарських культур у Миронівському інституті пшениці. – 2018, 31 с.
54. Ташева Ю., Каленська С., Лібхард П. Сортіві особливості формування врожайності та якості зерна пшениці м'якої озимої залежно від ґрунтовокліматичних умов вирощування. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2016. № 4. С.14-28.
55. Гирка А. Д., Ярошенко С. С., Гасанова І. І., та ін. Особливості формування урожайності і якості зерна озимої пшениці залежно від строків сівби та азотних підживлень [Електронний ресурс]. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2010. № 38. С. 33-40.
56. Крамарьов С. М., Жемела Г. П., Шакалій С. М. Продуктивність та якість зерна пшениці м'якої озимої залежно від мінерального живлення в умовах лівобережного Лісостепу України. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони*. 2014. № 6. С. 61-67.

57. Кірізій Д. А., Рижикова П. Л. Сортові особливості реутилізації азоту з вегетативних частин пагона пшениці за різного рівня мінерального живлення // *Физиология растений и генетика*. 2017. Т. 49, № 1. С. 15-24.
58. Бублик Л. І., Васечко Г. І., Васильєв В. П. та ін. Довідник із захисту рослин / за ред. М. П. Лісового. Київ : Урожай, 1999. 744 с.
59. Дерменко О. П., Панченко Ю. С., Гаврилюк Л. Л. Захист пшениці озимої від бурої листкової іржі . *Карантин і захист рослин*. 2012. № 11. С. 4–7.
60. Oelke L. M., Kolmer J. A. Genetics of leaf rust resistance in spring cultivars Alsen and Norm. *Phytopathology*. 2005. Vol. 95(7). P. 773–778.
61. Созінов О. О., Лісова Г. М. Маркери ознаки стійкості проти збудника бурої іржі і шляхи використання їх у селекції. *Захист і карантин рослин*. 1999. Вип. 45. С. 124–127.
62. Jackson H. S., Mains E. B. Alcialstage of the orange leaf rust of wheat *Puccinia triticina* Erikss . *J. Agric. Res.* 1921. No 22. P. 151.
63. Ретьман М. С. Хвороби листя ярої пшениці. *Карантин і захист рослин*. 2011. № 9. С. 8-10.
64. Agrios G. N. *Plant Pathology*. (5th Ed). San Diego: Elsevier Academic Press, 2005. 978 p.
65. Samborski D. J., Roelfs A. P., Bushnell W. R. Wheat leaf rust. *The Cereal Rusts*. – Academic Press, Orlando, FL, 1985. Vol. 2. P. 39—59.
66. Nagarajan S., Saharan M. Epidemiology of *Puccinia triticina* in Gangetic plain and planned containment of crop losses. *Developments in Plant Breeding*. 2007. Vol. 12. P. 71—76.
67. Singh R. P., Huerta-Espino J., Roelfs A. P. The wheat rusts. FAO Plant Production and Protection Series. 2002. <http://www.fao.org/docrep/006/y4011e/y4011e0g.htm>.
68. Jin Y., Pretorius Z. A., Singh R. P. et al. Detection of virulence to resistance gene Sr24 within race TTKS of *Puccinia graminis* f. sp. tritici. *Plant Dis.* 2008. Vol. 92. P. 923—926.

69. Pretorius Z. A., Singh R. P., Wagoire W. W., et al. Detection of virulence to wheat stem rust resistance gene Sr31 in *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* in Uganda. *Plant Dis.* 2000. Vol. 84. P. 203.
70. Kolomiets T. M., Kovalenko E. D., Zhemchuzhina A. I.. Postulated resistance gene in cultivars and lines with alien genes to leaf rust wheat. *Cereal Rusts and Powdery Mildews Bulletin* [www.crpmb.org/2004/1029kolomiets]. 2004.
71. Morgounov A., Tufan H. A., Sharma R. Global incidence of wheat rusts and powdery mildew during 1969–2010 and durability of resistance of winter wheat variety Bezostaya 1. *Eur. J. Plant Pathol.* 2012. Vol. 132. P. 323–340.
72. Lagudah E. S. Molecular genetics of race non-specific rust resistance in wheat. *Euphytica* 2011. Vol. 179. P. 81–91.
73. McIntosh R. A. Close genetic linkage of genes conferring adult-plant resistance to leaf rust and stripe rust in wheat. *Plant Pathol.* 1992. Vol. 41. P. 523–527.
74. McIntosh, R. A., Dubcovsky, J., Rogers, W. J., та ін. Catalogue of gene symbols for wheat: 2012 supplement. *Annual Wheat Newsletter* 57. 2012. P. 303–321. (<http://wheat.pw.usda.gov/ggpages/awn/57/TEXTFILES/WGC.pdf>)
75. Mago R., Brown-Guedira G., Dreisigacker S. An accurate DNA marker assay for stem rust resistance gene Sr2 in wheat. *Theor. Appl. Genet.* 2011. Vol. 122. P. 735–744.
76. Сухомуд О. Г., Любич В. В. Формування якості зерна пшениці озимої за різних норм добрив і застосування фунгіциду Фалькон460 ЕС, к.е. та стійкість її до ураження бурюю листковою іржею. *Агробіологія* 2011. Вип. 6. С. 114–119. URL: <http://nbuv.gov.ua/UJRN/agr2011630>
77. Нетіс І. Т. Пшениця озима на півдні України : монографія. Херсон : Олдіплюс, 2011. 460 с.
78. Дереча О., Грицюк Н., Бакалова А. Ефективність сумісного застосування фунгіцидів і азотних добрив для захисту пшениці озимої від хвороб в умовах Північного Лісостепу. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Серія: Агрономія* 2018. № 22(2). С. 112–118. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vlnau_act_2018_22\(2\)_28/](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vlnau_act_2018_22(2)_28/)

79. Watson I. A. Long distance transport of spores of *Puccinia graminis tritici* in the southern hemisphere. *Proceedings of the Linnean Society of New South Wales*. 1983. Vol. 106. P. 311–321.
80. Mago R., Brown-Guedira G., Dreisigacker S. An accurate DNA marker assay for stem rust resistance gene Sr2 in wheat. *Theor. Appl. Genet.* 2011. Vol. 122, No. 4. P. 735–744.
81. Bartoš P. ., Šíp V., Chrpová J. et al. Achievements and prospects of wheat breeding for disease resistance. *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*. 2002. Vol. 38, No. 1. P. 16–28.
82. Ceoloni C., Pasquini M., Simeone R. The cytogenetic contribution to the analysis and manipulation of the durum wheat genome. In: *Durum wheat breeding: current approaches and future strategies*. New York: Haworth Press. 2005. P. 165–196.
83. Бойко І., Коновалова С. Стійкість сортів пшениці до фітопатогенів, як елемент еколого-економічної збалансованості в землеробстві України. Редакційна колегія, 2023. 84 с.
84. Гешеле Е. Е. Методичний посібник з фітопатологічної оцінки зернових культур. Одеса. 1971. 134 с.
85. Пересипкін В. Ф., Зражевська Т. Г., Підоплічко В. М. Словник-довідник з фітопатології : довідкове видання / за ред. В. Ф. Пересипкіна. Київ : Урожай, 1985. 200 с.
86. Леонов, О. Ю. та ін.. "Хвороби пшениці, поширені в Україні: шкідливість, генетичний контроль та результативність селекції на стійкість. Селекція і насінництво. 2016. С. 53-92.
87. Бурденюк-Тарасевич Л.А., Лозінський М.В. Зернова продуктивність ліній пшениці м'якої озимої отриманих від схрещування батьківських форм різного еколого-географічного походження. *Агробіологія: збірник наукових праць*. 2014. № 1 (109). С. 11–16.
88. Heun M., Friebe B., Bushuk W. Chromosomal location of the powdery mildew resistance gene of Amigo wheat. *Phytopathology*. 1990. Vol. 80, No. 10. P. 1129–1133.

89. Григоренко І. В., Богданович А. М. Стан системи технічного регулювання продукції борошномельно-круп'яної галузі. *Товарознавчий вісник*. 2015. (8). С. 177–186.
90. Bennet E. M., Bryant, C. Energy metabolism of adult *Haemonchus contortus* in vitro: a comparison of benzimidazole-susceptible and -resistant strains. *Molecular and Biochemical Parasitology*. 1984. Vol. 10, No. 3. P. 335–346.
91. Leath S., Bowen K. L. Effects of powdery mildew, triadimenol seed treatment, and triadimefon foliar sprays on yield of winter wheat in North Carolina. *Phytopathology*. 1989. Vol. 79, No. 2. P. 152–155.
92. Srnic G. Genetics of resistance to powdery mildew in several wheat germplasm lines. North Carolina State University. 2003. P. 1–9.
93. Забажан О. В. Борошниста роса пшениці озимої та заходи захисту від неї у ФОП «Забажан» Красноградського району, Харківської області. 2022. <https://repo.btu.kharkov.ua/handle/123456789/19607>
94. Roelfs A. P., Singh R. P., Saari E. E. *Rust Diseases of Wheat: Concepts and methods of disease management*. Mexico, D.F. : CIMMYT. 1992. 81 p.
95. Yahiaoui N., Srichumpa P., Dudler R., Keller B. Genome analysis at different ploidy levels allows cloning of the powdery mildew resistance gene Pm3b from hexaploid wheat. *The Plant Journal*. 2004. Vol. 37, No. 4. P. 528–538.
96. Базалій Г.Г., Усик Л.О., Жупина А.Ю., Лаври-ненко Ю.О. Успадкування стійкості до фітопатогенів гібридами пшениці м'якої озимої в умовах зрошення півдня України. *Аграрні інновації*. 2020. № 2. С. 5–11.
97. Hurni S., Brunner S., Stirnweis D. et al. The powdery mildew resistance gene Pm8 derived from rye is suppressed by its wheat ortholog Pm3. *The Plant Journal*. 2014. Vol. 79, No. 6. P. 904–913.
98. Хоменко Л.О., Сандецька Н.В. Джерела комплексної стійкості пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.) у селекції на адаптивність. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2018. Т. 14 № 3. С. 270–276. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.14.3.2018.145289>.

99. Donald W. W., Ogg A. G. Biology and control of jointed goatgrass (*Aegilops cylindrica*), a review. *Weed Technology*. 1991. Vol. 5, No. 1. P. 3–17.
100. Jewell D. C., Driscoll C. J. The addition of *Aegilops variabilis* chromosomes to *Triticum aestivum* and their identification. *Canadian Journal of Genetics and Cytology*. 1983. Vol. 25, No. 1. P. 76–84.
101. Babayants O. V., Babayants L. T., Gorash A. F. et al. Genetic determination of wheat resistance against *Puccinia graminis* (f. sp. *Tritici*) derived from *Aegilops cylindrica*, *Triticum erebuni*, and amphidiploid 4. *Cytology and Genetics*. 2012. Vol. 46, No. 1. P. 9–14.
102. Хоменко Т., Сторожук В. Добір та оцінка ліній пшениці озимої мутантного походження. 2010. 17 с.
103. Лісовий М. П., Лісова Г. М., Афанасьєва О. Г. та ін.. Імунітет рослин — теорія втілена у практику. *Захист і карантин рослин*. 2014. № 60. Р. 197–210.
104. Башлай А. Г., Власенко В. А. Реакція рослин пшениці озимої на фітопатогени за умов біологізації землеробства. 2020. *Наукові доповіді НУБІП*. 2020. № 3 (85). – 19 с.
105. Мазур В. А., Панцирева Г. В., Копитчук Ю. М. Дослідження анатомо-морфологічної будови стебла озимої пшениці в агроценозах Правобережного Лісостепу України. *Наукові доповіді НУБІП*. 2020. № 3 (85). – 9 с.
106. Мазур В. А., Панцирева Г. В., Копитчук Ю. М. Формування анатомо-морфологічної будови стебла озимої пшениці залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах правобережного Лісостепу. *Корми і кормовиробництво*. – 2020. – Вип. 89.
107. Бабаянц О.В., Бабаянц Л.Т. Основи селекції і методологія оцінок стійкості пшениці до збудників хвороб. Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення НААН. О.: СГІ-НЦНС – Одеса: ВМВ, 2014. 401 с.
108. Mazur V. A., Pansyрева H. V., Kopytchuk Y. M. Influence of technological methods of growing on the anatomy–morphological structure of the stem of winter wheat

in conditions of the right-bank Forest-steppe of Ukraine. *Feeds and Feed Production*. – 2020. Вип. 89. Р. 93–101.

109. Darwish, M.A.H., W.Z.E Farhat, A. El Sabagh. Inheritance of some agronomic characters and rusts resistance in fifteen F2 wheat populations. *Cercetări Agronomice în Moldova*. 2018. Vol. 51 № 1. Р. 5–28. <https://doi.org/10.2478/cerce-2018-0001>.

110. Панкєєв С. В. Продуктивність сортів пшениці озимої залежно від фону живлення та умов зволоження на Півдні України. Херсон, 2017. 275 с.

111. Макрушин М. М., Макрушина Є. М., Петерсон Н. В. *Фізіологія рослин*. Вінниця: Нова книга, 2006. – 413 с.

112. Колючий В. Т., Власенко В. А., Борсук Г. Ю. та ін. Селекція, насінництво і технології вирощування зернових колосових культур у Лісостепу України. Київ : Аграрна наука, 2007. 800 с

113. Лісовий М. П. Стан та перспективи селекції щодо збудників основних хвороб рослин в Україні. Вісник аграрної науки. 2000. № 12. С. 70– 72.

114. Вихідний матеріал для селекції пшениці м'якої озимої на високу стійкість до хвороб в умовах Лісостепу України / О.А. Демидов, Г.Б. Вологдіна, С.І. Волощук, О.В. Гуменюк, В.В. Кириленко, С.О. Хоменко. Фактори експериментальної еволюції організмів. 2019. Т. 24. С. 63–69

115. Пінчук Н. В., Вергелес П. М., Коваленко Т. М., Окрушко С. Є. Загальна фітопатологія : навчальний посібник / за ред. Н. В. Пінчук, ВНАУ. Вінниця : [видавець не вказано], 2018. 272 с.

116. Методологія виділення форм польових культур за стійкістю до комплексу біо- та абіотичних чинників / В.П. Петренкова, І.Ю. Боровська, І.С. Лучна, Т.В. Сокол, І.М. Ниска, Є.Ю. Кучеренко, К.В. Компанець. Харків : ФОП Бровін, 2018. 242 с.

117. КРУТЬ, М. В. Інновації з наукового забезпечення селекції зернових культур на стійкість проти хвороб та шкідників. *Захист і карантин рослин*, 2020, С. 137-145.

118. МОРГУН, В. В.; ТОПЧІЙ, Т. В. Пошук нових джерел стійкості пшениці озимої до основних збудників грибних хвороб. *Физиология растений и генетика*, 2016, 48, № 5: 393-400.
119. Волошин О. Г., Волошина Н. О. Біорізноманіття паразитичних видів в умовах зміни клімату. 2017. 8 с.
120. Крючкова, Л. О. Хвороби озимої пшениці, які спричиняються некротрофними грибними патогенами, та методи їх діагностики. Київ : Нац. аграр. ун., 2007. 43 с.
121. Балан Г. О. Епіфітотіологія : методичні рекомендації. 2020. 45 с.
122. Ярчук Б. М., Вербицький П. І., Литвин В. П. та ін.. Загальна епізоотологія. Біла Церква, 2002. - 656 с.
123. Крамарець В. О., Мацях І. П. Масове відмирання лісів – причини, наслідки, можливі шляхи протидії. *Наукові основи збереження біотичної різноманітності*. 2017. Vol. 8, No. 15. Р. 45–62.
124. Ван дер Планк Я. Стійкість рослин до хвороб. Колос, 1972. Р. 84–129.
125. Лісовий М., Лісова Г. Сполучена еволюція рослини–господаря і патогена — дослідження і практичне втілення. 2017. № 63. – С. 104-118
126. Заверуха Н. М., Серебряко, В. В., Скиба Ю. А. Основи екології. – Київ : Каравела, 2006. 368 с.
127. Мельничук, М. Д., Ліханов А. Ф., Коваленко Т. М. Вторинні метаболіти та їх роль у системах адаптації і захисту рослин. Вінниця : ВНАУ, ТОВ «Друк», 2023. 192 с.
128. Крючкова Л. О. Хвороби озимої пшениці, які спричиняються некротрофними грибними патогенами, та методи їх діагностики. Київ : Нац. аграр. ун., 2007. 43 с.
129. Проценко В. І. Соняшник. Селекція, насінництво та технологія вирощування / Монографія. Суми : Університетська книга, 2000. 184 с.
130. Лихочвор, В. В., Петриченко, В. Ф. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. 120 культур : навчальний посібник / 4-е вид. – Львів : НВФ «Українські технології», 2014. 1040 с.

131. Михальська С. І., Комісаренко А. Г. Актуальні напрями сучасних біотехнологій пшениці. *Фізіологія рослин і генетика*. 2022. Vol. 54, No. 3. P. 187–213.
132. Дацько А. О. Характеристика колекційних зразків вівса різного еколого-географічного походження в умовах Лісостепу Західного. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2017. No. 62. P. 40–53.
133. Похилько С. Ю. Технологічні аспекти біофортificaції м'якої пшениці геном GPC-B1 від *Triticum turgidum* ssp. *dicoccoides* : дис. ... канд. техн. наук : 03.00.20 – біотехнологія. Київ, 2018. 154 с.
134. Твердохліб Е. Е. Успадкування ознак у гібридів видів і форм підроду *boeoticum* з твердою пшеницею та в їхньому потомстві від ступінчастих схрещувань. *Вісник Львівського університету. Серія біологічна*. 2011. No. 55. С. 73–80.
135. Sojka R. E., Upchurch D. R., Borlaug N. E. Quality soil management or soil quality management: performance versus semantics. *Advances in Agronomy*. 2003. Vol. 79. P. 1–68.
136. Joshi R. K., Nayak S. Gene pyramiding – a broad spectrum technique for developing durable stress resistance in crops. *Biotechnol. Mol. Biol. Rev.* 2010. Vol. 5, No. 3. P. 51–60.
137. Білинська О. В., Понуренко С. Г., Чернобай Л. М. Застосування культури *in vitro* незрілих зародків для підвищення ефективності диплоїдизації у гаплопродукційному процесі кукурудзи. *Селекційно-генетична наука і освіта*. вип. 17.
138. Чугрій Г. А. Адаптивні властивості сорту як фактор підвищення валового збору зерна пшениці озимої. *Зернові культури*. 2021. Т. 5. № 1. С. 99–105.
139. Кириленко В. В. Методи створення вихідного матеріалу пшениці озимої, стійкого до несприятливих чинників довкілля Лісостепу України [Dissertation, автореф. дис. на здобуття ступеня доктора сільськогосподарських наук: спец. 06.01.05 «Селекція і насінництво»] Дніпро, 2016. 25 с.

140. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів : Українські технології, 2006. 730 с.

141. Ковалишина Г. М., Дмитренко Ю. М., Демидов О. А., та ін. Результати селекції пшениці озимої на стійкість проти основних збудників хвороб в Миронівському Інституті пшениці. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Агрономія*. 2018. №. 294. Р. 96–103.

142. Коломієць Л. А., Гуменюк О. В. Використання світового генофонду пшениці м'якої озимої в нових сортах миронівської селекції. *Миронівський вісник*. 2019. № 8. С. 6–17.

143. Чугрій Г. А. Адаптивні властивості сорту як фактор підвищення валового збору зерна пшениці озимої. *Зернові культури*. 2021. Т. 5. № 1. С. 99–105.

144. Маньковська О. С., Антонюк М. З. Гаметоцидні гени представників *Aegilops* L. *Вісник Українського товариства генетиків і селекціонерів*. 2010. С. 12–22.

145. Волощук С. І., Ковальчук С. О. Отримання інтрогресивних форм при віддалених схрещуваннях *Triticum*, *Secale* та *Aegilops*. *Збірник наукових праць Національного наукового центру Інститут землеробства НААН*. 2017. №. 2. Р. 171–182.

146. Дубровна О. В., Моргун Б. В. Бавол А. В. Біотехнології пшениці: клітинна селекція та генетична інженерія. К.: Логос, 2014. 375 с.

147. Васильківський С. П., Гудзенко В. М., Кочмарський В. С., Кириленко В. В. Реалізація потенціалу сортів зернових культур – шлях вирішення продовольчої проблеми. Фактори експериментальної еволюції організмів. 2017. Т. 21. С. 47–51. Васильківський С. П., Гудзенко В. М., Кочмарський В. С., Кириленко В. В. Реалізація потенціалу сортів зернових культур – шлях вирішення продовольчої проблеми. Фактори експериментальної еволюції організмів. 2017. Т. 21. С. 47–51.

148. Хлестова, С. Методика проведення відкритого практичного заняття з медичної біології на тему «Хромосомні хвороби. Цитогенетичні методи їх діагностики». *Modern Information Technologies and Innovation Methodologies of*

Education in Professional Training. Methodology Theory Experience Problems. 2014. No. 39. P. 454–457.

149. Хоменко С. О., Федоренко І. В., Близнюк Р. М., Раченко О. С., Данюк Т. А. Оцінка сортів пшениці м'якої ярої за селекційними індексами. Селекція і насінництво. 2015. № 108). С. 77-82.

150. Галаєв О. В., Бабаянц Л. Т. Молекулярно-генетичні маркери для ідентифікації генів стійкості до грибкових захворювань пшениці м'якої (*Triticum aestivum* L.). Зб. наук. праць СГІ–НЦНС. 2015. № 25. С. 61–75.

151. Дубровна О. В., Бавол А. В., Зінченко М. О. та ін. Вплив осмотичних речовин на калюсні лінії м'якої пшениці, стійкі до культурального фільтрату *Gaeumannomyces graminis* var. *Tritici*. Вісн. Укр. тов-ва генетиків і селекціонерів. 2011. Т. 9. № 1. С. 10–16.

152. Січня О. Л., Мірось С. Л., Захаров А. В. Ювенільна стійкість пшенично-чужорідних гібридів до збудників корневих гнилей. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агрономія і біологія.* 2015. No. 9. P. 55–59.

153. Ковалишина, Г. М. Генетичне різноманіття сортів пшениці озимої за стійкістю проти бурої іржі. *Захист і карантин рослин.* 2013. No. 59. P. 137–146.

154. Zhong M., Niu Y. C., Wu L. R. RAPD markers linked to the stripe rust resistance gene Yr5 in the wheat variety *Triticum spelta* album. *Yi Chuan Xue Bao = Acta Genetica Sinica.* 2002. Vol. 29, No. 8. P. 719–722.

155. Nisha R., Sivasamy M., Gajalakshmi K. Protein marker as an easy tool to detect *Secale cereal*-derived linked genes Sr31, Lr26, Yr9 and Pm8 in wheat. *Advances in Applied Research.* 2014. Vol. 6, No. 2. P. 115–121.

156. Yu S., Long H., Yang, H., Molecular detection of rye (*Secale cereale* L.) chromatin in wheat line 07jian126 (*Triticum aestivum* L.) and its association to wheat powdery mildew resistance. *Euphytica.* 2012. Vol. 186. P. 247–255.

157. Lack H. W., Van Slageren, M. The discovery, typification and rediscovery of wild emmer wheat, *Triticum turgidum* subsp. *dicoccoides* (Poaceae). *Willdenowia.* – 2020. Vol. 50, No. 2. P. 207–216.

158. Xia G., Xiang F., Zhou A. Asymmetric somatic hybridization between wheat (*Triticum aestivum* L.) and *Agropyron elongatum* (Host) Nevishi. *Theoretical and Applied Genetics*. 2003. Vol. 107, No. 2. P. 299–305.

159. Моцний І. І., Литвиненко М. А., Молодченкова О. О., Соколов В. М., Файт В. І., Сечняк В. Ю. Створення вихідного матеріалу пшениці м'якої озимої із застосуванням міжвидових схрещувань для селекції на підвищений вміст білка. *Цитологія і генетика*. 2019. №53(2). С. 21–33.
<https://doi.org/10.3103/S0095452719020075>.

160. Вікторов О. М. Місто великої хімії. *Черкаська правда*. 1972. 12 квітня. С. 2.

161. Народне господарство Української РСР в 1975 р. : Статистичний щорічник. Київ : Техніка, 1976. 539 с.

162. Калечиць, В. В. Новий етап розвитку хімічної промисловості України. — Київ : Техніка, 1972. — 78 с.

163. Kundiev Yu. I., Podlinyaeva M. E. Individual protection when working with pesticides in agriculture. *Feldsher i akusherka*. 1963. No. 8. P. 6–9;

164. Kundiev Yu. I., Podlinyaeva M. E. Individual precautions for work with pesticides . *Zashita rasteniy ot vreditel'ey i bolezney*. 1960. No. 6. P. 35–36.

165. Paramonova V. F., Reitenberg M. Ye. The use of pesticides in agriculture and its aftermath. Technical and economic information. Київ : Zdorovye, 1970. 8 p.

166. Skrypnyk, O. M. "Great Chemistry" in the USSR (1958–1988): socio–historical aspect : monograph. Умань : Zhovtiy O.O., 2013. 205 p.

167. Нарган Т. П., Моцний І. І., Сечняк В. Ю., Лифенко С. П. Оцінка ліній пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.) від віддаленої гібридизації за господарсько корисними ознаками. *Зб. наук. праць СГП–НЦНС*. 2016. 28 (68). С. 15–32.

168. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2024 р. URL: <https://minagro.gov.ua/napryamki/roslinnictvo/reyestr-sortiv-roslin-ukrayini/reyestr-sortiv-roslin-ukrayini>

169. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур. Методи визначення показників якості рослинницької продукції. – Київ, 2000. Вип. 7. 144 с.

170. Гопці Лифенко С.П., Нарган Т.П., Наконечний М.Ю. Інтрогресії в геном пшениці м'якої від різних донорів – проблемний, але перспективний напрям селекції. Селекція і насінництво. 2014. Вип. 105. С. 39–50. doi: 10.30835/2413–7510.2014.42043.

171. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько, С. П. Методика польового досліду (зрошуване землеробство) : навчальний посібник Херсон: ФОП «Грінь Д.С.», 2014. 445 с.

172. Allan R. E., Voga O. A., Peterson, C. I. Inheritance and differentiation of semidwarf culm length of wheat. *Crop Sci.* 1968. Vol. 8, No. 6. 33 p.

173. Любич В.В., Полянецька І.О., Климович Н.М. Ураження пшениці м'якої ярої листовими хворобами залежно від рівня азотного живлення. «Агробіологія», 2022. № 1. С. 160–167.

174. Кочмарський В. С. Оцінка зразків пшениці м'якої озимої світового генофонду за висотою рослин та остистістю колоса. *Таврійський науковий вісник.* 2012. (78). Р. 33–38.

175. Мазур О. В., Мазур О. В., Лозінський М. В. Селекція та насінництво польових культур : навчальний посібник. Вінниця: ТВОРИ. 2020. 348 с.

176. Основи наукових досліджень в агрономії / Єщенко В.О. та ін. Вінниця: ПП «ТД Едельвейс і К», 2014. 332 с.

177. Горяінова В.В. Моніторинг хвороб пшениці ярої. Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія «Фітопатологія та ентомологія». 2014. № 1-2. С. 54–57.

178. Горяінова В. В. Основні хвороби листя пшениці ярої. *Вісник Харківського національного аграрного університету імені В. В. Докучаєва. Серія: Фітопатологія та ентомологія.* 2013. No. 10. Р. 81–85.

179. Хоменко, Л. О., Сандецька, Н. В. Джерела комплексної стійкості пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.) у селекції на адаптивність. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2018. (14, No. 3). P. 270–276.

180. Бушулян М. А. Стійкість сортів озимої пшениці щодо збудників піренофорозу та фузаріозу колосу в Степу України. *Вісник Харківського національного аграрного університету імені В. В. Докучаєва. Серія: Фітопатологія та ентомологія*. 2018. (1–2). P. 11–15.

181. Ковалишина Г. М., Дмитренко Ю. М., Демидов О. А., Муха Т. І., Мурашко Л. А. Селекція пшениці озимої на стійкість проти хвороб. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Агрономія*. 2017. No. 269. P. 99–110.

182. Гораш, А. Ф. Вихідний матеріал озимої м'якої пшениці, що походить від *Triticum erebuni*, *Triticum dicoccoides* та *Triticum tauschii* для селекції на групову стійкість до фітопатогенів та інші господарсько–цінні ознаки. *Зрошуване землеробство*. 2012. No. 58. P. 136–139.

ДОДАТКИ

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
МИРОНІВСЬКИЙ ІНСТИТУТ
ПШЕНИЦІ ІМЕНІ В.М. РЕМЕСЛА
08853, с. Центральне
Обухівського району Київської області
Тел.: (04574)–74135



NATIONAL ACADEMY OF
AGRARIAN SCIENCES OF UKRAINE
THE V.M. REMESLOMYRONIVKA
INSTITUTE OF WHEAT
Tsentrāl'ne village, Obukhiv district,
Kyiv region, 08853 UKRAINE
Tel.: +38-(04574)-74135

E-mail: mwheats@ukr.net

23.09.2024 № 02/497

ДОВІДКА

про впровадження наукових розробок

Селекційний матеріал пшениці м'якої озимої з генетичним потенціалом стійкості до бурі, стеблової іржі, борошнистої роси (лінії **57/12** ((Волинська н/і х 186/06 (Дон. н/к х *Ae. var.*) х Укр.) х Ніконія), **2/14** ((Ad4 х Альбатрос2) х (Од. н/к х *Ae. cyl.*) х Од. н/к) х Тіра х Amigo), **100/14** (Од. н/к. х *Ae. cyl.*) х Bt12,13) х Пошана) х Кирия) х (Дон. н/к. х *Ae. var.*) х Укр.) х Ніконія), **67/14** ((Raduza х 138/06 (Дон. н/к. х *Ae. var.*) х Укр.) х Ніконія), **70/19** ((5/176-06 (Куяльник х МА1) (156/06 (Дон. н/к. х *Ae. var.*) х Укр.) х Ніконія) х (5/55-91 х Од. н/к) х Л. 23397) х (Дон. н/к х *Ae. var.*) х Укр.) х Ніконія), **43/14** ((22/159-09 (Куяльник х МА1) х Ластівка), створений здобувачем ступеня кандидата наук відділу фітопатології та ентомології Селекційно-генетичного інституту – Національного центру насіннєзнавства та сортовивчення САУЛЯК Надією Іванівною в результаті виконання досліджень за тематикою дисертаційної роботи «Дослідження вихідного матеріалу пшениця м'якої озимої для селекції на стійкість до листостеблових хвороб», передано до Миронівського інституту пшениці імені В.М. Ремесла НААН України для використання у подальшій селекційній роботі.

Директор
Миронівського інституту пшениці
імені В.М. Ремесла НААН України,
доктор сільськогосподарських наук,
професор, академик НААН



Олександр ДЕМИДОВ

Завідувач лабораторії селекції озимої пшениці
Миронівського інституту пшениці
імені В.М. Ремесла НААН України,
кандидат сільськогосподарських наук,
старший дослідник

Олександр ГУМЕНЮК

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
СЕЛЕКЦІЙНО-ГЕНЕТИЧНИЙ ІНСТИТУТ -
НАЦІОНАЛЬНИЙ ЦЕНТР
НАСІННЄЗНАВСТВА ТА СОРТОВИВЧЕННЯ



NATIONAL ACADEMY OF
AGRICULTURAL SCIENCES OF UKRAINE
PLANT BREEDING & GENETICS INSTITUTE -
NATIONAL CENTER OF SEED
AND CULTIVAR INVESTIGATION

Овідіопольська дорога, 3, м. Одеса, 65036.
Телефон: (048)78-95-427. Факс: (048)78-95-289.

E-mail: sgi-uaan@ukr.net

Ovidiopolskaya dor., 3, Odessa, 65036, Ukraine.
Telephone: (38-048)78-95-427. Fax: (38-048)78-95-289.

№ 01-6/537 від 09.09.2024 р.
На Ваш № _____ від _____

Our ref. _____ from _____
To Your ref. _____ from _____

ДОВІДКА ПРО ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

У результаті виконання досліджень САУЛЯК Надією Іванівною за тематикою дисертаційної роботи «Дослідження вихідного матеріалу пшениця м'якої озимої для селекції на стійкість до листостеблових хвороб» на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук зі спеціальності 06.01.05 – селекція і насінництво, створено оригінальний вихідний матеріал з груповою стійкістю до листостеблових хвороб, який використовується у наукових дослідженнях відділу фітопатології та ентомології.

Лінії 57/12 ((Волинська н/і x 186/06 (Дон. н/к x Ae. var.) x Укр.) x Ніконія), 2/14 ((Ad4 x Альбатрос2) x (Од. н/к x Ae.cyl.) x Од. н/к) x Тіра x Amigo), 100/14 (Од. н/к. x Ae.cyl.) x Bt12,13) x Пошана) x Кірія) x (Дон. н/к. x Ae. var.) x Укр.) x Ніконія), 67/14 ((Raduza x 138/06(Дон. н/к. x Ae. var.) x Укр.) x Ніконія), 70/19 ((5/176-06(Куяльник x МА1) (156/06(Дон. н/к. x Ae. var.) x Укр.) x Ніконія) x (5/55-91 x Од. н/к) x Л. 23397) x (Дон. н/к x Ae. var.)x Укр.) x Ніконія), 43/14 ((22/159-09(Куяльник x МА1) x Ластівка), що характеризуються генетичним потенціалом стійкості та комплексом господарсько-цінних ознак, включені до селекційної програми відділу селекції та насінництва пшениці.



Вячеслав СОКОЛОВ

ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор Селекційно-генетичного
інституту Національного центру
насіннезнавства та сортовивчення
Вячеслав СОКОЛОВ
2024 р.

АКТ

передачі селекційного матеріалу

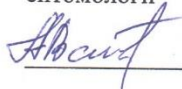
Відділ фітопатології та ентомології Селекційно-генетичного інституту – Національного центру насіннезнавства та сортовивчення передає до групи генетичних ресурсів відділу стійкості до абіотичних факторів інституту селекційний матеріал пшениці м'якої озимої у кількості 6 ліній, які характеризуються високою стійкістю до листостеблових хвороб, врожайністю, елементами продуктивності для включення в селекційні програми інституту.

Матеріал отриманий в ході виконання досліджень за тематикою дисертаційної роботи САУЛЯК Надії Іванівни «Дослідження вихідного матеріалу пшениця м'якої озимої для селекції на стійкість до листостеблових хвороб» на здобуття наукового ступеня кандидата наук зі спеціальності 06.01.05 – селекція і насінництво.

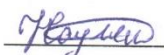
№ з/п	Походження	Стійкість, бал			Маса 1000 зерен, г	Врожайність, т/га
		Бура іржа	Стеблова іржа	Борошниста роса		
1	57/12 ((Волинська н/і х 186/06 (Дон. н/к х Ae. var.) х Укр.) х Ніконія)	8	9	8	41,9	7,40
2	2/14 ((Ad4 х Альбатрос2) х (Од. н/к х Ae.cyl.) х Од. н/к) х Тіра х Amigo)	9	8	8	39,2	7,00
3	100/14 (Од. н/к. х Ae.cyl.) х Bt12,13) х Пошана) х Кірія) х (Дон. н/к. х Ae. var.) х Укр.) х Ніконія)	9	8	8	43,7	7,60
4	67/14 ((Raduza х 138/06(Дон. н/к. х Ae. var.) х Укр.) х Ніконія)	9	8	8	36,8	7,02
5	70/19 ((5/176-06(Куяльник х МА1) (156/06(Дон. н/к. х Ae. var.) х Укр.) х Ніконія) х (5/55-91 х Од. н/к) х Л. 23397) х (Дон. н/к х Ae. var.)х Укр.) х Ніконія)	8	8	8	36,9	6,99
6	43/14 ((22/159-09(Куяльник х МА1) х Ластівка)	8	8	8	36,2	7,28

Передав:

Завідувач відділу фітопатології та ентомології

 Олексій ВАСИЛЬЄВ

Молодший науковий співробітник відділу фітопатології та ентомології

 Надія САУЛЯК

Прийняв:

Провідний науковий співробітник групи генетичних ресурсів відділу стійкості до абіотичних факторів

 Віра СЕЧНЯК

**Інститут рослинництва
ім.В.Я.Юр'єва НААН**
**Національний центр генетичних
ресурсів рослин України**
НЦГРУ, Московський пр., 142
Харків, 61060, Україна
телефон: +38 0572 921033
факс: +38 057 7797763
e-mail: ncpgru@gmail.com



**Institute of Plant Production
n.a. V.J. Yurjev of NAAS**
**National Centre for Plant Genetic
Resources of Ukraine**
NCPGRU, Moskovs'kyi ave., 142
Kharkiv, Ukraine, 61060
phone: +38 0572 921033
fax: +38 057 7797763
e-mail: ncpgru@gmail.com

Довідка № 3/2

від 28 жовтня 2016 р.

Видана співробітнику Селекційно генетичного інституту-Національного центру насінництва та сортівивчення Сауляк Н. І. про те, що зразки пшениці м'якої озимої проходили експертизу в Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва Національному центрі генетичних ресурсів рослин України у 2016 р. та включені до Національного генбанку рослин України.

Назва	Номер Національного каталогу	Урожайність г/м ²	Маса 1000 зерен, г	Стійкість до септоріозу, бал	Стійкість до борошнистої роси, бал	Стійкість до бурої іржі, бал	Стійкість до твердої сажки, бал
57/12	UA0108539	321,5	41	6	9	9	9
43/14	UA0108544	360	37	6	9	6.5	6
100/14	UA0108543	486.5	37	7.5	9	8	9
67/14	UA0108541	541,5	37	6	8	9	8
2/14	UA0108540	412.5	34	7.5	9	9	9
269/14	UA0108542	617,5	36	6	8.5	9	9
Подільська, Ст.	UA0104204	399	38	5	8	9	3
Сдність, Ст.	UA0106587	400	32	3	8	8	5

Заступник директора
Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва
з наукової роботи з генетичними
ресурсами рослин України



Віктор РЯБЧУН

Додаток Б.1

Оцінка стійкості селекційного матеріалу пшениці м'якої озимої з Lr-генами до популяції *Russcina triticea* у ювенільну фазу розвитку рослин

Сорт, лінія	Lr-гени	2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020	
		1*	2*	1*	2*	1*	2*	1*	2*	1*	2*	1*	2*	1*	2*
Thatcer6/Centenario	1	S	90	VS	90	S	90	S	90	VS	90	S	90	S	90
Tc6/Webster	2a	S	90	VS	90	S	90	VS	90	VS	100	S	90	S	90
Tc6/Carina	2b	S	90	S	65	S	65	S	65	S	65	S	65	S	65
Tc6/Brewit	2c	S	65	S	65	S	40	S	40	S	65	S	65	S	40
Tc6/Democrat	3a	VS	90	S	65	S	65	S	40	S	40	S	40	S	65
Tc6/Bage	3bg	S	90	S	90	S	65	S	65	S	90	S	90	S	65
Tc6/Klein Anniversario	3ka	VS	90	S	90	S	65	S	65	S	65	S	90	S	65
Tc6/Aegilops umbellulata	9	R	5	R	5	R	5	R	5	R	5	R	5	VR	5
Tc6/Lee	10	VS	90	S	65	VS	90	S	65	S	65	S	65	S	90
Tc6/Hussar	11	S	90	S	90	VS	90	S	90	VS	90	S	90	S	90
Tc6/Exchange	12	S	40	MS	25	R	15	S	65	S	65	S	65	S	40
Tc6/Frontana	13	S	90	S	90	S	65	S	65	S	65	S	65	S	65
Tc6/Hope	14a	S	90	S	65	S	65	S	65	S	65	S	65	S	65
Tc6/Bowie	14b	S	90	S	65	S	65	S	65	S	65	S	65	S	90
Tc6/Kenya 1-12-E-19-J	15	S	90	S	90	S	65	S	65	S	65	S	65	S	65
Tc6/Exchange	16	S	40	S	40	S	65	S	40	S	40	S	40	S	40
Tc6/Klein Lucero	17a	S	65	S	40	S	40	S	40	S	40	S	40	S	40

Продовження додатку Б1

Tc6/Africa 43	18	S	65	S	65	S	40	S	40	S	40	S	40	S	40
Tc6/Aqent	24	MS	25	MS	25	MS	25	MS	25	MR	15	MR	15	R	10
Tc6/Aqatha	19	R	5	VR	5	VR	5	R	5	R	5	0	-	R	5
Tc6/Imperial	26	S	40	MS	25	MS	25	S	65	S	65	S	40	S	40
Tc6/Agropyron elongatum	29	R	10	R	15	MS	25	S	65	S	65	S	40	S	40
Tc6/Terenzio	30	VS	90	S	90	S	65	S	65	S	65	S	90	S	65
Tc6/Aegilops taushii	32	S	65	S	40	S	40	S	65	S	65	S	40	S	65
Tc6/PI 58458	33	VS	90	S	90	S	65	S	40	S	65	S	65	S	40
Tc6/Terenzio	34	MS	25	MS	25	MS	25	S	40	S	40	S	65	S	65
Tc6/Aegilops speltoides	35	MS	25	MS	25	MS	25	MS	25	MS	25	MS	25	MS	25
Neepawa/line 2-9-2 (Neepawa x 5/Aegilops speltoides 2-9) 113 x Manitou	36	MR- MS	15	MR- MS	15	MR	10	MR	10	MR- MS-	15	MR	10	MR	10
Tc6/Aegilops ventricosa	37	MR- MS	15	MR- MS	15	MR	10	VR- R	5	VR- R	5	VR- R	5	VR- R	5
Tc6/Aegilops intermedium	38	VS	90	S	90	S	65	S	65	S	65	S	90	S	90
Babax	42	MS	25	MS	25	MS	25	MS	25	MS	25	MS	25	MS	25
Tc6/Triticum spelta	44	S	40	S	65	S	65	S	40	S	40	S	40	S	40
Tc6/Secale cereal	45	MR	15	MR	15	MS	25	S	40	S	40	S	40	S	40
GSTR-440	47	R	5	R	5	VR	5	R	5	R	5	R	5	R	5
Neepawa 6/Aegilops speltoides (F-7)	51	MS	25	MS	25	MS	25	MS	25	MS	25	MS	25	MS	25
Tc6/V336	52	MR	15	MR	15	MR	10	MR	10	R	5	R	5	R	5

Продовження додатку Б1

T. diccoides-479/4 x Chinese Spring 113 x CS-5/3/Chinese Spring CS-S = Inia 66/7 x Chinese Spring	53	MS- MR	15	MR	10	MR	10	R	5	R	5	R	5	R	5
Aegilops sharonensis – 174/7 x Chinese Spring	56	MS	25	MS	25	MS	25	MS	25	MS	25	MS	25	MS	25
Tc*3/V860	60	S	65	S	40	S	65	S	65	S	40	S	65	S	40
Tc6/Triticum monococcum	63	S	90	VS	90	S	65	S	65	S	65	S	90	S	65
Tc6/Triticum diccoides 8404	64	MR	15	MR	15	MR	10	MR	10	MR	10	R	5	R	5
Amigo	Amigo	MS	25	MS	25	MS	25	MS	25	MS	25	MR	15	MR	15
Одеська напівкарликова		VS	90	VS	90	VS	90	VS	100	VS	90	VS	90	VS	90

ДОДАТОК Б.2.

Оцінка стійкості селекційного матеріалу пшениці м'якої озимої з Lr-генами до популяції *Russcina triticea* у фазі ВВСН

56-73

Сорт, лінія	Lr-гени	2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021	
		1*	2*	1*	2*	1*	2*	1*	2*	1*	2*	1*	2*	1*	2*		
Thatcer6/Centenario	1	2	S	1	VS	2	S	1	VS	3	S	2	S	2	S	1	VS
Tc6/Webster	2a	2	S	1	VS	2	S	1	VS	3	S	2	S	2	S	1	VS
Tc6/Carina	2b	4	S	3	S	4	S	3	S	4	S	4	S	4	S	3	S
Tc6/Brewit	2c	4	S	3	S	4	S	3	S	4	S	4	S	4	S	3	S
Tc6/Democrat	3a	4	S	3	S	4	S	3	S	4	S	4	S	4	S	3	S
Tc6/Bage	3bg	4	S	3	S	4	S	3	S	4	S	4	S	4	S	3	S
Tc6/Klein Anniversario	3ka	4	S	3	S	4	S	3	S	4	S	4	S	4	S	3	S
Tc6/Aegilops umbellulata	9	8	R	6	R	6	R	6	R	7	R	7	R	6	R	6	R
Tc6/Lee	10	5	MS	4	S	4	S	4	S	5	MS	5	MS	4	S	4	S
Tc6/Hussar	11	3	S	2	VS	2	S	2	VS	4	S	3	S	2	S	2	VS
Tc6/Exchange	12	4	S	3	S	4	S	3	S	4	S	4	S	4	S	3	S
Tc6/Frontana	13	4	S	3	S	3	S	3	S	4	S	4	S	3	S	3	S
Tc6/Hope	14a	4	S	3	S	3	S	3	S	4	S	4	S	3	S	3	S
Tc6/Bowie	14b	4	S	3	S	3	S	3	S	4	S	4	S	3	S	3	S
Tc6/Kenya 1-12-E- 19-J	15	4	S	3	S	3	S	3	S	4	S	4	S	3	S	3	S
Tc6/Exchange	16	4	S	4	S	4	S	4	S	4	S	4	S	4	S	4	S
Tc6/Klein Lucero	17a	4	S	4	S	4	S	4	S	4	S	4	S	4	S	4	S
Tc6/Africa 43	18	5	MS	4	S	4	S	4	S	5	MS	5	MS	4	S	4	S

Продовження додатку Б2

Tc6/Agent	24	6	R	5	MS	5	MS	5		7	R	6	R	5	MS	5	MS
Tc6/Aqatha	19	9	VR	8	R	8	R	8	R	9	VR	9	VR	8	R	8	R
Tc6/Imperial	26	7	R	4	VS	5	MS	4	VS	6	R	7	R	5	MS	4	VS
Tc6/Agropyron elongatum	29	6	R	4	S	5	S	4	S	7	R	6	R	5	S	4	S
Tc6/Terenzio	30	4	S	3	S	4	S	3	S	4	S	4	S	4	S	3	S
Tc6/Aegilops taushii	32	4	S	3	S	4	S	3	S	5	MS	4	S	4	S	3	S
Tc6/PI 58458	33	4	S	3	S	4	S	3	S	4	S	4	S	4	S	3	S
Tc6/Terenzio	34	5	MS	4	S	4	S	4	S	5	MS	5	MS	4	S	4	S
Tc6/Aegilops speltoides	35	5	MS	4	MS	5	MS	4	MS	5	MS	5	MS	5	MS	4	MS
Neepawa/line 2-9-2 (Neepawa x 5/Aegilops speltoides 2-9) 113 x Manitou	36	7	R	5	MR- MS	6	MR- MS	5	MR	7	R	7	R	6	MR- MS	5	MR- MS
Tc6/Aegilops ventricosa	37	7	R	5	VR- R	6	VR- R	5	R	7	R	7	R	6	VR- R	5	VR- R
Tc6/Aegilops intermedium	38	4	S	3	S	4	S	3	S	5	MS	4	S	4	S	3	S
Babax	42	8	R	6	R	7	R	6	R	8	R	8	R	7	R	6	R
Tc6/Triticum spelta	44	6	R	4	S	5	MS	4	S	6	R	6	R	5	MS	4	S
Tc6/Secale cereal	45	5	MS	4	S	4	S	4	S	5	MS	5	MS	4	S	4	S
GSTR-440	47	8	R	6	R	7	R	6	R	8	R	8	R	7	R	6	R

Продовження додатку Б2

Neepawa 6/Aegilops speltoides (F-7)	51	8	R	7	R	8	R	7	R	8	R	8	R	8	R	7	R
Tc6/V336	52	8	R	6	MS	7	S	6	MS	8	R	8	R	7	S	6	R
T. diccoides- 479/4 x Chinese Spring 113 x CS- 5/3/Chinese Spring CS-S = Inia 66/7 x Chinese Spring	53	6	R	5	MS	5	S	4	S	6	R	6	R	5	S	4	S
Aegilops sharonensis – 174/7 x Chinese Spring	56	8	R	6	R	7	R	6	R	8	R	8	R	7	R	6	R
Tc*3/V860	60	4	S	3	S	4	S	3	S	5	MS	4	S	4	S	3	S
Tc6/Triticum monococcum	63	4	S	3	S	4	S	3	S	5	MS	4	S	4	S	3	S
Tc6/Triticum diccoides 8404	64	8	R	6	MS	7	S	6	MS	8	R	8	R	7	S	6	MS
Amigo	Amigo	7	R	6	MS	6	MR	6	MS	7	R	7	R	6	MR	6	MS
Одеська напівкарликова		3	S	1	VS	2	VS	1	VS	3	S	3	S	2	VS	1	VS

Додаток Б.3

Частота вірулентності популяції бурої іржі до носіїв відомих Lr-генів, 2014-2021 рр. (%)

Сорт, лінія	Lr-гени	Роки							
		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Thatcher*6/Brevit	LrB	99	97	99	98	99	97	99	99
Thatcher*6/Centenario	Lr1	90	90	91	90	91	90	91	90
Thatcher*6/Webster	Lr2a	82	78	83	85	94	95	98	96
Thatcher*6/Carina	Lr2b	99	98	98	99	99	99	99	98
Thatcher*6/Brevit	Lr2c	81	76	84	89	92	95	96	94
Thatcher*6/Democrat	Lr3a	95	94	96	95	95	95	96	95
Bage/8 Thatcher	Lr3bg	98	96	99	97	96	99	99	98
Thatcher*6/Klein Aniversario	Lr3ka	88	84	87	85	88	90	90	89
Thatcher*6/ <i>Aegilops umbellulata</i>	Lr9	0	2	1	3	0	2	10	4
Thatcher*6/Lee	Lr10	94	92	95	93	92	95	95	94
Tc6/Exchange	Lr12	25	36	40	55	60	64	67	69
Thatcher*6/Hussar	Lr11	87	86	88	89	90	88	90	89
Thatcher*6/Frontana	Lr13	91	86	88	92	94	95	95	92
Thatcher*6/Hope	Lr14a	91	90	95	94	92	95	95	93
Thatcher*6/Kenya 1-12-E19	Lr15	68	66	66	68	69	70	70	68
Thatcher*6/Hope	Lr16	94	93	94	93	94	94	94	93
Thatcher*6/Klein Lucero	Lr17	91	88	95	93	97	99	99	96
Thatcher*6/Klein Lucero	Lr18	95	94	94	95	94	95	95	95
Thatcher*6/ <i>Agropyron elongatum</i>	Lr19	0	0	0	2	4	0	5	3
Thatcher*6/Thew	Lr20	84	81	82	83	84	84	85	85

Продовження додатку Б3

Thatcher*6/ <i>Aegilops tauschii</i>	Lr21	69	68	68	70	69	70	70	68
Thatcher*6/ <i>Aegilops tauschii</i>	Lr22a	77	76	78	77	78	76	78	77
Thatcher*6/Gabo	Lr23	68	66	68	69	67	66	69	68
Thatcher*6/ <i>Agropyron elongatum</i>	Lr24	25	24	24	26	25	25	26	25
Thatcher*6/Rosen (rye)	Lr25	47	45	48	54	55	53	56	52
Thatcher*6/Imperial (rye)	Lr26	19	18	20	29	36	49	56	54
Thatcher*6/ <i>Ae.speltoides</i>	Lr28	52	50	54	53	55	51	56	55
Thatcher*6/Imperial (rye)	Lr29	12	11	15	20	45	57	65	62
Thatcher*6/Imperial (rye)	Lr30	93	92	94	97	96	96	97	95
Thatcher*6/ <i>Ae.taushii</i>	Lr32	82	76	80	84	83	81	84	83
Th6/PI 58458	Lr33	58	60	57	55	54	57	50	60
Th6/ <i>Aeg.taushii</i>	Lr34	26	25	35	38	44	56	65	62
Th6/ <i>Ae.speltoides</i>	Lr35	44	42	43	46	45	44	47	44
Neepawaline 2-9-2	Lr36	22	20	27	32	36	34	36	33
Th6/ <i>Aeg.ventricosa</i>	Lr37	21	18	26	34	33	38	40	37
Th6/ <i>Aeg.intermedium</i>	Lr38	74	71	77	75	78	80	81	76
KS86WGRCO	Lr39/41	71	70	72	71	70	70	72	71
KS92WGRC16	Lr42	24	23	24	25	25	23	26	25
Th6/ <i>Aeg.spelta</i>	Lr44	55	53	60	67	73	76	80	78
Th6/ <i>Secale cereale</i>	Lr45	62	60	65	68	70	64	70	69
Pavon76	Lr46	67	65	68	70	66	70	71	69
Pavon753	Lr47	6	6	7	12	8	10	15	11
KS96WGRC36	Lr50	10	8	13	17	19	16	20	18
Neepawa6/ <i>Aeg.speltoides</i>	Lr51	26	25	27	30	33	31	33	32
Th6/V336	Lr52	9	8	8	7	9	10	10	9
Tr.dicoc.-479/4Ch.spr.	Lr53	25	25	25	25	25	25	25	25

Продовження додатку Б3

Genetic material	Lr54	87	86	88	86	87	86	88	87
Aeg.sharonensis/Ch/spr	Lr56	20	18	19	23	22	24	25	25
Th3/V860	Lr60	55	55	55	55	55	55	55	55
Th/6 monococcum	Lr63	8	5	7	8	6	8	8	7
Thatcher*6/Triticum <i>dicoccoides</i>	Lr64	7	8	6	5	5	7	8	8

Додаток Б.4

Ураженість ліній та сортів пшениці з Sr-генами збудником стеблової іржі *Puccinia graminis* f. sp. *Tritici* у фазі BBCH

56-73

Сорт, лінія	Sr-гени	2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021	
		1*	2*	1*	2*	1*	2*	1*	2*	1*	2*	1*	2*	1*	2*	1*	2*
Thatcher/ Chinese spring	5-Ra	2	VS	2	VS	2	VS	3	S	2	VS	2	VS	1	VS	1	VS
Egypt.NA101/6 Marquis	7a	3	S	3	S	3	S	4	S	3	S	3	S	2	S	2	S
Hope/Chinese spring	7b-Ra	3	S	3	S	3	S	4	S	3	S	3	S	3	S	3	S
RedEgyptian/ Chinese spring	8	3	S	3	S	3	S	4	S	3	S	3	S	3	S	3	S
PI442911	9a	3	S	3	S	3	S	4	S	3	S	3	S	3	S	3	S
Hope/Chinese spring	9d	3	S	3	S	3	S	4	S	3	S	3	S	3	S	3	S
‘Acme’	9q	5	MS	5	MS	5	MS	5	MS	5	MS	5	MS	4	S	4	S
‘Vernal’	9e	5	MS	5	MS	5	MS	5	MS	5	MS	5	MS	5	MS	5	MS
W269/4Marquis/ Egypt. Na95	10	4	S	3	S	3	S	4	S	4	S	3	S	3	S	3	S
Timstein/Chinese spring	11	5	MS	4	S	4	S	5	MS	5	MS	4	S	4	S	4	S
Thatcher/Baat	12	3	S	3	S	3	S	4	S	3	S	3	S	3	S	3	S
PI442913	13	3	S	3	S	3	S	4	S	3	S	3	S	3	S	3	S
Khapstein/10 Marquis	14	3	S	4	S	4	S	4	S	3	S	4	S	3	S	3	S

Продовження додатку Б4

Line AB	15	3	S	3	S	3	S	4	S	3	S	3	S	3	S	3	S
Thatcher/Chinese spring	16	3	S	3	S	3	S	4	S	3	S	3	S	3	S	3	S
Prelude/8Marquis2 //ESP 5-8-9	17	5	S	4	S	4	S	5	MS	5	S	4	S	4	S	4	S
Hope/Chinese spring	18	4	S	4	S	4	S	4	S	4	S	4	S	4	S	4	S
‘Eincorn’	21	6	R	6	MR	6	MR	7	R	6	MR	6	MR	6	MR	6	MR
PI442698’	22	4	MR	5	MR	5	MR	5	S	4	MS	5	S	4	S	4	S
Warden/Hybrid Erglish	23	4	S	5	MR	5	MR	4	S	4	S	5	MR	5	MR	7	R,
Little Club/Agent	24	7	R	7	R	7	R	7	R	7	R, MR	7	R	7	R,	7	R,
Little Club/Agrus	25	2	S	3	S	3	S	4	S	2	S	3	S	2	S	2	S
PI 442902	26	7	R	6	MR	6	MR	7	R	7	R	6	MR	6	MR	6	MR
PI 520494	27	8	R	8	R	8	R	8	VR	8	R	8	R	7	R	7	R
Hope/Reliance/ Revard/ Mercury	28	3	S	8	R	8	R	4	S	3	S	3	S	3	S	3	S
‘Кавказ’	31	8	R	8	R	8	R	8	VR	8	R	8	R	8	R	8	R
W2691	36	4	S	3	S	3	S	4	S	4	S	3	S	3	S	3	S
PI 442915	37	4	S	4	S	4	S	5	S	4	S	4	S	3	S	3	S

Продовження додатку Б4

VPM1/Anza	38	7	MR	6	MR	6	MR	7	R	7	R	6	MR	6	MR	6	MR
PI 600683	39	8	R	8	R	8	R	8	VR	8	R	8	R	8	R	8	R
Norin40/Honika/ Konosu 26	40	2	VS	2	VS	2	VS	3	S	2	VS	2	VS	1	VS	1	VS
Amigo	Amigo	8	R	8	R	8	R	8	R	8	R	8	R	8	R	8	R
PI 658464	Tmp	3	S	3	S	3	S	4	S	3	S	3	S	3	S	3	S
‘Mc Nair 701’	Mc Nair	6	MR	6	MR	6	MR	6	R	6	R	6	MR	6	MR	6	MR

Продовження додатку Б5

Little Club/Agrus	25	90	10	65	35	65	35	40	60	90	10	65	35	90	10	90	10
PI 442902	26	10	90	15	85	15	85	10	90	10	90	15	85	15	85	15	85
PI 520494	27	5	95	5	95	5	95	5	95	5	95	5	95	10	95	10	95
Hope/Reliance/ Revard/ Mercury	28	65	35	65	35	65	35	40	60	65	35	65	35	65	35	65	35
‘Кавказ’	31	5	95	5	95	5	95	5	95	5	95	5	95	5	95	5	95
W2691	36	40	60	65	35	65	35	40	60	40	60	65	35	65	35	65	35
PI 442915	37	40	60	40	60	40	60	25	75	40	60	40	60	65	35	65	35
VPM1/Anza	38	10	90	15	85	15	85	10	90	10	90	15	85	15	85	15	85
PI 600683	39	5	95	5	95	5	95	5	95	5	95	5	95	5	95	5	95
Norin40/Honika/ Konosu 26	40	90	10	90	10	90	10	65	35	90	10	90	10	100		100	
Amigo	Amigo	5	95	5	95	5	95	5	95	5	95	5	95	5	95	5	95
PI 658464	Tmp	65	35	65	35	65	35	40	60	65	35	65	35	65	35	65	35
‘Mc Nair 701’	Mc Nair	15	85	15	85	15	85	15	85	10	90	15	85	15	85	15	85

Продовження додатку Б6

Michigan Amber /8* Chancellor	<i>Pm6</i>	VS	90	VS	90	VS	90	VS	90	VS	90	VS	90	VS	90	VS	90
Transec	<i>Pm7</i>	S	40	S	40	S	40	S	40	S	65	S	40	S	40	S	40
Kavkaz /8* Chancellor	<i>Pm8</i>	VS	90	VS	90	VS	90	VS	90	VS	90	VS	90	VS	90	VS	90
Amigo	<i>Pm17</i>	R	5	R	10	R	5	R	5	R	10	R	10	R	10	R	10
KS93WGRC28	<i>Pm20</i>	0	-	0	-	R	5	R	5	R	5	0	-	R	5	R	5
Saluda*3/PI427315	<i>Pm37</i>	R	5	R	10	MR	10	MR	15	MS	25	MS	25	MS	25	MS	25
Normandie	<i>Pm1+2+9</i>	MR	15	MS	25	MS	25	R	15	MR	15	MR	15	MS	25	MS	25
Halle Stamm 13471	<i>Pm2+Mld</i>	MS	15	MR	15	MS	25	MS	25	MS	25	MR	15	MS	25	MS	25
Tp114/65A	<i>Pm2+6</i>	MS	25	MS	25	MR	15	MR	15	MR	15	MR	15	MR	15	MR	15
Apollo	<i>Pm2+4b+8</i>	MS	25	MS	25	MR	15	MR	15	MR	15	MS	25	MR	15	MR	15
Sorbas	<i>Pm4b+6</i>	MR	15	MS	25	MS	25	MS	25	MR	10	MR	15	MR	15	MR	15
Kronjuwel	<i>Pm4b+8</i>	MR	10	MR	15	MR	15	MR	10	MR	10	MR	10	MR	10	MR	10
Norin4	<i>Pm10+15</i>	S	40	S	65	S	65	S	40	S	40	S	40	S	40	S	40
Salmon	<i>Pm8+11</i>	S	65	S	65	VS	90	S	90	VS	90	VS	90	VS	90	VS	90
Akabozu	<i>Pm10+14+15</i>	S	40	S	40	S	40	S	65	S	65	S	40	S	40	S	40
Saluda*3/TA2481	<i>Pm3a+3c+3f+5a+novel genes*</i>	MR	15	MR	15	MR	15	MR	15	MR	15	MS	25	MS	25	MS	25
Saluda*3/TA2377	<i>Pm3a+3c+3f+5a+35</i>	R	5	R	5	MR	10	MR	10	MR	15	MS	25	MS	25	MS	25
Saluda*3/PI427665	<i>Pm3a+3c+3f+5a+25</i>	R	5	R	5	R	5	R	5	R	5	R	5	R	10	R	10
Saluda*3/ TA2492	<i>Pm3a+3c+3f+5a+34</i>	MR	15	MR	15	MS	25	MS	25	MS	25	S	40	S	40	S	40
Одеська напівкарликова	-	VS	90	VS	90	VS	100	VS	90	VS	90	VS	90	VS	100	VS	100

Додаток Б.7

Сті́йкість ліній пшениці з Pm-генами до популяції *Blumeria graminis* в польових умовах в фазу BBCH 56-73 (бал)

Сорт, лінія	Pm -гени	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Carstens V	<i>Pm1</i>	1	2	1	1	1	2	1	1
Axminster /8* Chancellor	<i>Pm1a</i>	2	2	1	2	2	2	2	2
Ulka /8* Chancellor	<i>Pm2</i>	4	5	5	5	5	6	4	4
Asosan /8* Chancellor	<i>Pm3a</i>	3	3	2	2	2	3	2	2
Chul /8* Chancellor	<i>Pm3b</i>	5	5	4	4	5	5	5	5
Sonora /8* Chancellor	<i>Pm3c</i>	4	4	4	4	4	4	4	4
Aristide	<i>Pm3g</i>	2	2	2	2	2	2	2	2
Khapli /8* Chancellor	<i>Pm4a</i>	5	5	4	4	4	4	4	4
Khapli	<i>Pm4a+</i>	8	9	9	8	8	9	9	9
Weihenstephaner M1	<i>Pm4b</i>	5	5	6	5	5	6	6	6
Arkas	<i>Pm4b</i>	4	4	3	4	3	3	3	3
Hope /8* Chancellor	<i>Pm5a</i>	2	1	2	2	2	2	2	2
Michigan Amber /8* Chancellor	<i>Pm6</i>	1	2	1	1	1	1	2	2
Transec	<i>Pm7</i>	5	5	5	4	3	3	3	3
Kavkaz /8* Chancellor	<i>Pm8</i>	2	3	2	2	2	2	2	2
Amigo	<i>Pm17</i>	6	7	7	6	7	7	6	6
KS93WGRC28	<i>Pm20</i>	9	8	8	9	8	8	9	9
Saluda*3/PI427315	<i>Pm37</i>	8	8	7	6	6	5	5	5
Normandie	<i>Pm1+2+9</i>	5	6	4	4	5	6	5	5
Halle Stamm 13471	<i>Pm2+Mld</i>	6	5	5	5	6	6	5	5

Продовження додатку Б7

Tp114/65A	<i>Pm2+6</i>	6	6	5	5	6	6	5	5
Apollo	<i>Pm2+4b+8</i>	6	5	6	6	5	7	6	6
Sorbas	<i>Pm4b+6</i>	7	8	6	7	7	8	7	7
Kronjuwel	<i>Pm4b+8</i>	7	6	7	6	6	7	6	6
Norin4	<i>Pm10+15</i>	2	1	3	1	2	2	2	2
Salmon	<i>Pm8+11</i>	3	2	3	2	3	3	2	2
Akabozu	<i>Pm10+14+15</i>	4	3	4	3	4	4	3	3
Saluda*3/TA2481	<i>Pm3a+3c+3f+5a+novel genes*</i>	6	6	6	6	5	5	5	5
Saluda*3/TA2377	<i>Pm3a+3c+3f+5a+35</i>	7	8	7	6	5	5	5	5
Saluda*3/PI427665	<i>Pm3a+3c+3f+5a+25</i>	7	8	8	7	8	8	7	7
Saluda*3/ TA2492	<i>Pm3a+3c+3f+5a+34</i>	6	6	5	5	5	4	5	5
Одеська напівкарликова	-	2	2	2	2	2	2	2	2

Продовження додатку Б8

Transec	<i>Pm7</i>	40	60	40	60	40	60	40	60	40	60	40	60	40	60	40	60
Kavkaz /8* Chancellor	<i>Pm8</i>	90	10	90	10	90	10	90	10	90	10	90	10	90	10	90	10
Amigo	<i>Pm17</i>	5	95	5	95	5	95	5	95	5	95	5	95	5	95	5	95
KS93WGRC28	<i>Pm20</i>		100		100	5	95	5	95	5	95	5	95	5	95	5	95
Saluda*3/PI4273 15	<i>Pm37</i>	10	90	10	90	15	85	40	60	40	60	65	35	65	35	65	35
Normandie	<i>Pm1+2 +9</i>	15	85	25	75	25	75	25	75	25	75	25	75	25	75	25	75
Halle Stamm 13471	<i>Pm2+M ld</i>	15	85	15	85	25	75	25	75	25	75	25	75	25	75	25	75
Tp114/65A	<i>Pm2+6</i>	25	75	25	75	15	85	15	85	15	85	15	85	15	85	15	85
Apollo	<i>Pm2+4 b+8</i>	25	75	25	75	15	85	15	85	15	85	15	85	25	75	15	85
Sorbas	<i>Pm4b+ 6</i>	15	85	25	75	25	75	25	75	10	90	15	85	15	85	15	85
Kronjuwel	<i>Pm4b+ 8</i>	10	90	15	85	10	90	10	90	10	90	10	90	10	90	10	90
Norin4	<i>Pm10+ 15</i>	40	60	65	35	65	35	40	60	40	60	40	60	40	60	40	60
Salmon	<i>Pm8+1 1</i>	65	35	5	35	90	10	90	10	90	10	90	10	90	10	90	10
Akabozu	<i>Pm10+ 14+15</i>	40	60	40	60	40	60	65	35	65	35	40	60	40	60	40	60

Продовження додатку Б8

Saluda*3/TA2481	<i>Pm3a+</i> <i>3c+3f+</i> <i>5a+nov</i> <i>el</i> <i>genes*</i>	15	85	15	85	15	85	25	75	25	75	40	60	40	60	40	60
Saluda*3/TA2377	<i>Pm3a+</i> <i>3c+3f+</i> <i>5a+35</i>	5	95	10	90	15	85	15	85	25	75	25	75	25	74	40	60
Saluda*3/PI4276 65	<i>Pm3a+</i> <i>3c+3f+</i> <i>5a+25</i>	5	95	5	95	5	95	5	95	5	95	5	95	5	95	5	95
Saluda*3/ TA2492	<i>Pm3a+</i> <i>3c+3f+</i> <i>5a+34</i>	15	85	25	75	25	75	25	75	40	60	40	60	65	35	65	35
Одеська напівкарликова -		100	0	100	0	100	0	90	10	90	10	100	0	100	0	100	0

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ:***Статті у виданнях, проіндексованих у базах даних******Web of Science Core Collection***

1. Babayants O. V., Babayants L. T., Traskovetskaya V. A., Gorash A. F., **Saulyak N. I.** et al. Race composition of *Blumeria graminis* (DC) Speer f. sp. *tritici* in the South of Ukraine and effectiveness of Pm-genes in 2004–2013. *Cereal Research Communications*. 2015. Vol. 43, No. 3. P. 449–458. doi: 10.1556/0806.43.2015.011. (*Проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті, частка участі 25 %*).

Статті у наукових фахових виданнях України

2. Бабаянц О. В., **Сауляк Н. І.**, Бабаянц Л. Т. та інші. Новий вихідний матеріал для селекції пшениці (*Triticum aestivum* L.) на групову стійкість до фітопатогенів. *Збірник наукових праць СГП–НЦНС*. 2016. Вип. 28 (68). С. 68–75. (*Обґрунтування актуальності теми, проведення польових і лабораторних досліджень, статистичний аналіз і узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті, частка участі 60 %*).

3. **Сауляк Н. І.**, Терновий К. П., Бабаянц О. В. та інші. Ефективність генів стійкості пшениці (*Triticum aestivum* L.) до *Puccinia graminis* Pers. f. sp. *tritici* Erikss et Henn в умовах України. *Збірник наукових праць СГП–НЦНС*. 2017. Вип. 30 (70). С. 61–69. (*Теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті, частка участі 60 %*).

4. **Сауляк Н. І.**, Трасковецька В. А., Васильєв О. А. та інші. Стійкість сортів пшениці м'якої озимої проти збудників основних листостеблових хвороб в умовах Півдня України. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2024. Vol. 20, No. 2. С. 84–89. doi: 10.21498/2518-1017.20.2.2024.304104. (*Теоретичне обґрунтування,*

проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті, частка участі 70 %).

5. Трасковецька В. А., **Сауляк Н. І.**, Терновий К. П. та інші. Ефективність генів стійкості пшениці (*Triticum aestivum* L.) до збудника борошнистої роси *Blumeria graminis* (DC) Speer f. sp. *tritici* у Степу України. *Збірник наукових праць СГІ–НЦНС*. 2018. Вип. 31 (71). С. 45–58. *(Теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті, частка участі 70 %).*

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

6. **Сауляк Н. І.**, Васильєв О. А., Трасковецька В. А. та інші. Групова стійкість пшениці до збудників інфекційних хвороб. *Генетика та селекція сільськогосподарських культур – від молекули до сорту*. Матеріали VI інтернет конференція молодих учених. м. Київ. 7 вересня 2023 року. С.25.

7. Трасковецька В. А., Бабаянц О. В, **Сауляк Н. І.** Расовий склад *Blumeria graminis* (DC) Speer f. sp. *tritici* в Степу України та ефективність Rm – генів (2004–2015 рр.). «*Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсоощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур*» матеріали Міжнар. наук.–практ. конф., м. Дніпро, 22–23 лист. 2016 р. Дніпро, 2016. С.18.

8. **Сауляк Н. І.**, Терновий К. П., Бабаянц О. В. та інші. Стійкість ліній пшениці м'якої озимої до збуднику бурої іржі та її генетична основа. Збірка тез доповідей учасників першої інтернет конференції молодих учених «Генетика та селекція сільськогосподарських рослин – від молекули до сорту» присвячена 130–річчю з дня народження М.І. Вавилова, 7 серпня 2017 року. м. Одеса, Україна.

9. **Сауляк Н. І.**, Терновий К. П., Васильєв О. А. та інші. Гени стійкості до бурої (*Puccinia recondita* rob.ex.desm.f.sp *tritici*) та стеблової (*Puccinia graminis* f.sp.*tritici*) іржі і їх ефективність в Степу України. *Сучасні технології підвищення генетичного потенціалу рослин*: Збірник тез Міжнародної науково–практичної конференції, присвяченої 100–річчю Національної академії аграрних наук України та

110-річчю заснування Інституту рослинництва імені В.Я. Юр'єва НААН (4–5 липня 2018 р.). Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН, Харків, 2018. 318 с.

10. Трасковецька В. А., Терновий К. П., **Сауляк Н. І.** та інші. Ефективність Rm- генів стійкості пшениці та їх носії *Blumeria graminis* (Dc) Speer f. Triticі на півдні України. *Сучасні технології підвищення генетичного потенціалу рослин: Збірник тез Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 100-річчю Національної академії аграрних наук України та 110-річчю заснування Інституту рослинництва імені В.Я. Юр'єва НААН (4–5 липня 2018 р.).* Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН, Харків, 2018. 318 с.

11. **Сауляк Н. І.**, Бабаянц О. В. Генетична основа стійкості ліній пшениці до збудників листостеблових хвороб – стеблової іржі, бурої іржі та борошнистої роси. *Генетика та селекція сільськогосподарських культур – від молекули до сорту: матеріали III інтернет-конференції молодих учених (м. Київ, 28 серпня 2019 р.).* НААН, СГІ-ННЦ, С–14.