

ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ТІТОВ ІВАН ОЛЕКСАНДРОВИЧ

УДК 633.16:631.67:632

ДИСЕРТАЦІЯ
**ОСНОВНІ ХВОРОБИ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО У СТЕПУ УКРАЇНИ В
УМОВАХ ЗРОШЕННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ЗАХОДІВ ЗАХИСТУ**

202 Захист і карантин рослин

20 Аграрні науки та продовольство

Подається на здобуття ступеня доктора філософії

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



_____. І.О.Тітов

Науковий керівник: Жукова Любов Володимирівна
кандидат сільськогосподарських наук, доцент

Науковий керівник: Станкевич Сергій Володимирович
кандидат сільськогосподарських наук, доцент

Харків – 2025 р.

АНОТАЦІЯ

Тітов І.О. Основні хвороби ячменю озимого у Степу України в умовах зрошення та оптимізація заходів захисту. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 202 – Захист і карантин рослин. – Державний біотехнологічний університет, Харків, 2025.

У дисертації наведено обґрунтування та нове вирішення актуальної наукової проблеми, яка полягає у розробці та вдосконаленні технологічних заходів вирощування ячменю озимого за вивчення основних хвороб в умовах зрошення Степу України.

Актуальність роботи полягає в необхідності встановити фітопатогенний комплекс на сучасних сортах, порівняти їх стійкість та оптимізувати систему заходів захисту ячменю озимого від хвороб.

Досліджено, що домінуючим збудником у посівах ячменю озимого в умовах СК «Еліта» Ізмаїльського району Одеської області є – сітчастий гельмінтоспоріоз (*Pyrenophora teres*), ступінь розвитку якого становив від 0,5 до 18,4 %.

За роки досліджень (2020-2024 рр.) природно-кліматичні умови регіону мали певні відмінності з тенденцією до переважання позитивних температур. Середні температури та кількість опадів залежно від року досліджень дещо варіювали, щодо середньобагаторічних показників. Не зважаючи на таку мінливість природнокліматичних умов, закладення та проведення дослідів щодо інокуляції рослин патогеном *Fusarium* spp, *Helminthosporium* spp, *Alternaria* spp, *Cladosporium herbarum*, *Penicillium* spp., розвитку збудників та оцінки рівня стійкості матеріалу, було здійснено вчасно.

У дослідях було використано різноманітний, за еколого-географічним та генетичним походженням, матеріал: Снігова королева – ячмінь звичайний альтернативний (*Hordeum vulgare* L.) (озима група використання). Оригінатор:

СГІ – НЦНС. Різновид *pallidum*. Дев'ятий вал – ячмінь звичайний альтернативний (*Hordeum vulgare* L.) (озима група використання). Оригінатор: СГІ – НЦНС. Різновид *pallidum*. Валькірія – ячмінь звичайний альтернативний (*Hordeum vulgare* L.) (озима група використання). Оригінатор: СГІ – НЦНС. Різновидність – *pallidum*. Луран – шестирядний сорт ячменю озимого. Оригінатор: Заатен-Унион. Різновид *pallidum*. У дослідях вивчали препарати: Адексар СЕ Плюс; Елатус Ріа, 358 к.е.; Аскра Хпро, к.е.

Ячмінь озимий є достатньо важливою зерновою культурою, яка широко представлена у різних регіонах України. Високий потенціал продуктивності та пластичність ячменю, робить його неодмінним компонентом у структурі польових культур за сучасної системи землеробства в господарствах степової зони. Цьому, також сприяє наявність вітчизняних сортів різного типу розвитку та господарських характеристик, що пристосовані до умов різних агро-кліматичних зон.

Ячмінь озимий є найпродуктивнішою зерновою культурою, яка за дотримання високого рівня агротехніки вирощування має генетичний потенціал урожайності 10 т/га зерна і більше. Проте одним із неконтрольованих чинників, що значною мірою визначає появу грибних захворювань на рослинах ячменю озимого, є погодні умови. Через глобальне потепління рослинам ячменю озимого характерне подовження періоду осінньої вегетації, що сприяє інтенсивному розвитку сітчастої та темно-бурої плямистостей, борошнистої роси. Так, кожного року в агроценозах ячменю озимого збільшується фітопатогенне навантаження збудників різних грибних хвороб, які за сприятливих погодних умов без застосування ефективних засобів захисту можуть призводити до зниження продуктивності культури на 30-40 %.

Селекціонери створюють конкурентоспроможні сорти ячменю озимого, що здатні давати сталі врожаї за роками і зонами України. Результати екологічного і державного сортовипробування свідчать, про наявність значного асортименту ячменю з різними показниками адаптованості до агроекологічних регіонів України. Проте, основною перешкодою до реалізації генотипового

потенціалу урожайності є ураженість рослин фітопатогенами. Для реалізації сортового потенціалу в конкретних агроекологічних умовах, необхідно проводити дослідження з визначення стійкості перспективних сортів ячменю озимого до грибних захворювань, а також удосконалювати адаптивні технології вирощування ячменю озимого з оптимізацією засобів захисту рослин.

Встановлено, що протягом 2021-2023 рр. всі посіви районованих сортів щорічно уражувались борошнистою росою, септоріозом, сітчастим гельмінтоспоріозом та облямівковою плямистістю.

Досліджено, що домінуючим збудником на посівах ячменю озимого в умовах СК «Еліта» Ізмаїльського району Одеської області є – сітчастий гельмінтоспоріоз (*Pyrenophora teres*), ступінь розвитку якого становив від 0,5 до 18,4 %.

Досліджено, що ураження збудником борошнистої роси (*Erysiphe graminis*) відмічалось кожного року, та залежало від погодних умов в період вегетації рослин. Так, у вологому 2021 році, відбувалось наростання ступеня ураження патогеном від кущіння до фази виходу в трубку. Максимальний розвиток зафіксований на сорті Валькірія і становив 5,5 %. На інших сортах, ступінь ураження становив від 1,1 до 5,0 %. При дослідженні 2022 року виявлено раннє інфікування рослин борошнистою росою. Розвиток хвороби у фазу кущіння на всіх сортах коливався від 2,5 % до 3,9 %. Посушливі кліматичні умови сприяли зниженню розвитку хвороби до 0,5-1,5 % у фазі цвітіння. У 2023 р. спостерігалось незначне зростання розвитку хвороби від фази кущіння до виходу в трубку. Відмічений максимальний розвиток борошнистої роси на сорті Луран – 5,5 %. Найменший розвиток хвороби виявлено на сорті Снігова королева – 2,0 %.

У вегетаційні періоди 2022-2023 рр. ступінь ураження рослин збудником *Rhynchosporium graminicola* був невисоким і становив в середньому від 0,5 % до 1,5 %. Найвищий ступінь розвитку хвороби зафіксовано на сортах Валькірія і Луран – 2,8-2,9 % відповідно.

Встановлено, що сорти Снігова королева, Дев'ятий вал, Валькірія, Луран характеризуються відносною стійкістю щодо основних збудників роду *Fusarium* в зоні Степу України. Домінуючим видом в патогенному комплексі мікофлори зерна за роки досліджень, належало видам *Fusarium graminearum* та *Fusarium avenaceum*, масова частка яких становила в середньому 33,5-40,6 %.

Досліджено, що домінуючим видом в патогенному комплексі зерна ячменю озимого за 2021-2023 рр. були гриби роду *Alternaria spp*, питома частка за роки дослідження становила 49,1 %. Друге положення в колонізації займав вид *Helminthosporium spp.* – 31,5 %. Значним відсотком зерно уражувалось грибами роду *Fusarium spp.* – 8,7 %. Грибами *Cladosporium herbarum* уражено було 6,7 % зерен. Частка колонізації грибів *Penicillium spp.* була на низькому рівні і становила 1,3 %.

Виділено збудники роду *Alternaria* із значної частки проаналізованих зразків. В 2021 р. серед інфікованого зерна патогенами на сорті Снігова королева, ідентифіковано *Alternaria infectoria* – 79,5 %. В 2022 р. цей вид займав домінуюче положення і сягав – 85,4 %, в 2023 р. – 65,0 %. Значне місце в патогенному комплексі за роки дослідження мав вид *Alternaria tenuissima* – 18,0 %, 11,9 та 33,5 % відповідно. Незначною кількістю зерно сорту, було уражено збудником *Alternaria alternata*, масова частка в патогенному комплексі якого складала – 2,1 %, 2,0 % та 1,2 % відповідно.

Виявлено, що у сорту Дев'ятий вал, зерно в 2021 році, найбільш уражувалось видом *Alternaria infectoria* (77,3 %), в 2022-2023 рр. частка ідентифікованого збудника становила 80,1 та 62,2 % відповідно. За роки дослідження колонізація зерна *Alternaria tenuissima* сягала – 20,8 %, 18,2 % та 36,2 % відповідно. Найменшу питому частку займав збудник *Alternaria alternata* – 1,4 %, 1,2 та 1,0 % відповідно.

Визначено, що зерно сорту Валькірія в 2021 та 2023 рр. уражувалось патогеном *Alternaria infectoria* – 68,3 % та 55,8 %, проте в 2022 році масова часта збудника була домінуючою і становила – 83,4 %. Частота виявлення виду *Alternaria tenuissima*, в роки проведення досліджень сягала показників – 29,6 %, 29,6 та 29,6 % відповідно.

14,9 % та 42,3 % відповідно. Колонізація зерна *Alternaria alternata* була найменшою і в середньому становила від 1,3 % до 1,7 %.

Встановлено, що у сорту Луран, в 2021 р. зерно переважно було колонізоване патогенами *Alternaria infectoria* (66,5 %). У 2022 р. цей збудник займав домінуюче положення і становив – 84,5 %. Відсоток інфікованого зерна патогеном *Alternaria tenuissima* за роки дослідження в середньому сягала від 14,2 до 42,4 %. Масова частка збудника *Alternaria alternata* виділеного із зразків зерна була незначною і становила в середньому – 0,9 %.

Встановлено, що в результаті досліджень 2021-2023 рр., серед вивчених районованих сортів ячменю озимого, стійких проти збудників *Pyrenophora teres* не виявлено. Всі сорти тією чи іншою мірою уражувались патогеном. Найменший розвиток хвороби спостерігався на сортах Снігова королева та Дев'ятий вал – 9,0-10,2 %. Маса 1000 зерен та урожай мали підвищення на 1,7 г та 0,18 т/га відповідно. Середній строк сівби був оптимальним для розвитку рослин ячменю озимого та зниження ураження збудниками на 1,5-13,1 %.

Доведено, що при збільшенні густоти посівів збільшується ураження збудником *Pyrenophora teres*. За роки дослідження вона становила від 8,7 % до 19,7 %. Так, в 2021 році ступінь розвитку хвороби при висіванні 5,5 млн зерен/га був в 1,2 % вищим, ніж при висіванні – 3,5 млн зерен/га, та на 3,0 % порівняно з нормою 4,5 млн зерен/га. При посіві насіння з нормою 5,5 млн зерен/га урожай був нижчим на 0,14 т/га порівняно з нормою 3,5 млн зерен/га, та на 0,18 т/га менше з нормою 4,5 млн зерен/га.

Встановлено, що для зони Степу України оптимальною є норма висіву – 4,5 млн зерен/га, яка призводила до зниження розвитку збудника *Pyrenophora teres*, так і збільшення показників врожайності культури.

Доведено, що всі досліджувані сучасні препарати є фунгітоксичними для гриба *Pyrenophora teres*. Однак, результати токсикологічної оцінки дії на збудника в умовах *in vitro* показали, що фунгіциди Адексар СЕ Плюс, к.е. та Елатус Ріа, 385 к.е., здійснюють пригнічення проростання конідій на 95 %. Це відбувалось вже, при концентраціях 0,1477 % та 0,1534 % відповідно.

Встановлено, що отримані результати вказують на ефективність застосування сучасних препаратів для захисту посівів ячменю озимого від хвороб листя. В умовах Одеської області найкращий захист посівів вдалося досягти при дворазовому застосуванні у фазі (весняне кушіння + вихід в трубку) фунгіцидами Адексар СЕ Плюс, к.е. з нормою витрати 0,5 л/га та Аскра Хпро, к.е. з нормою витрати 1,25 л/га. За роки дослідження технічна ефективність була досить високою і становила в середньому 74,9 та 75,7 % відповідно.

Досліджено позитивний вплив застосування сучасних фунгіцидів на рівень хлорофілу в листках ячменю озимого. Найвищий рівень хлорофілу отримано в листках сорту Дев'ятий вал, в умовах СК «Еліта» Одеської області при застосуванні препарату Елатус Ріа, 385 к.е. (0,6 л/га) у період фази весняного кушіння та трубкування – 552 та 629 одиниць відповідно. Оскільки, головною перевагою цього сучасного фунгіциду є висока захисна, лікувальна, викорінювальна та профілактична дія проти широкого спектра хвороб листя та великий період збереження функції фотосинтезу рослин.

Дослідження свідчать, що при використанні фунгіцидів, всі препарати в різні фази внесення мали вплив на підвищення показників якості врожаю ячменю озимого, крім вмісту білка. Найкращі показники отримано в зразках, де препарати застосовували дворазово в фазу весняного внесення. Використання сучасних фунгіцидів Адексар СЕ Плюс (0,5 л/га), Елатус Ріа, 385 к.е. (0,6 л/га) та Аскра Хпро, к.е (1,25 л/га) призвело до збільшення вмісту протеїну, крохмалю, клейковини порівняно з контролем на 1,35 %; 0,30 %; 1,45 % відповідно. Нами досліджено, що при застосуванні препарату Аскра Хпро, к.е (1,25 л/га) вміст клейковини в зразках зерна за роки досліджень був найвищим і в середньому сягав 31,79 %.

Кращі показники економічної ефективності має варіант, де обприскування посівів проводились Адексар СЕ Плюс, к.е. з нормою витрати 0,5 л/га у фазі весняного кушіння та трубкування.

Ключові слова: ячмінь озимий, хвороби, Erysiphe graminis, Rhynchosporium graminicola, Pyrenophora teres, фунгіциди, норма висіву, урожайність, борошниста роса, септоріоз, сітчастий гельмінтоспоріоз, облямівкова плямистість.

ANNOTATION

Titov I. O. The main diseases of winter barley in the Steppe of Ukraine under irrigation conditions and optimization of protection measures. – Qualifying scientific work on manuscript rights.

Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in specialty 202 – Plant protection and quarantine. – State Biotechnological University, Kharkiv, 2025.

The dissertation provides a justification and a new solution to a pressing scientific problem, which consists in developing and improving technological measures for growing winter barley while studying the main diseases in the conditions of irrigation in the Steppe of Ukraine.

The relevance of the work lies in the need to establish the phytopathogenic complex on modern varieties, compare their resistance, and optimize the system of measures to protect winter barley from diseases.

It was investigated that the dominant pathogen in winter barley crops in the conditions of the SK "Elita" of the Izmail district of the Odessa region is reticulate helminthiasis (*Pyrenophora teres*), the degree of development of which ranged from 0,5 to 18,4 %.

During the years of research (2020-2024), the natural and climatic conditions of the region had certain differences with a tendency to prevail positive temperatures. Average temperatures and precipitation, depending on the year of research, varied somewhat in relation to the average long-term indicators. Despite such variability of natural and climatic conditions, the establishment and conduct of experiments on plant inoculation with pathogens *Fusarium* spp, *Helminthosporium* spp, *Alternaria*

spp, *Cladosporium herbarum*, *Penicillium* spp., the development of pathogens, and the assessment of the level of material resistance were carried out on time.

The experiments used various materials, according to ecological, geographical and genetic origin: Snow Queen – common barley alternative (*Hordeum vulgare* L.) (winter use group). Originator: SGI - NTSN. Variety pallidum. Ninth shaft - common barley alternative (*Hordeum vulgare* L.) (winter use group). Originator: SGI – NTSN. Variety pallidum. Valkyrie – alternative common barley (*Hordeum vulgare* L.) (winter use group). Originator: SGI – NTSN. Variety – pallidum. Luran – six-row variety of winter barley. Originator: Zaatun-Union. Variety pallidum. The following preparations were studied in the experiments: Adexar SE Plus; Elatus Ria, 358 k.e.; Askra Xpro, k.e.

Winter barley is a fairly important grain crop, which is widely represented in different regions of Ukraine. The high productivity potential and plasticity of barley make it an indispensable component in the structure of field crops in the modern system of agriculture in steppe zone farms. This is also facilitated by the presence of domestic varieties with different types of development and economic characteristics, adapted to the conditions of different agro-climatic zones.

Winter barley is the most productive grain crop, which, if cultivated with high-quality agricultural techniques, has a genetic potential for yield of 10 t/ha of grain and more. However, one of the uncontrolled factors that largely determines the occurrence of fungal diseases on winter barley plants is weather conditions. Due to global warming, winter barley plants are characterized by an extension of the autumn vegetation period, which contributes to the intensive development of reticulate and dark brown spotting, and powdery mildew. Thus, every year in winter barley agrocenoses, the phytopathogenic load of pathogens of various fungal diseases increases, which, under favorable weather conditions and without the use of effective means of protection, can lead to a decrease in crop productivity by 30-40 %.

Breeders create competitive varieties of winter barley that are capable of producing stable yields across years and zones of Ukraine. The results of ecological and state variety testing indicate the presence of a significant assortment of barley

with different indicators of adaptability to the agroecological regions of Ukraine. However, the main obstacle to realizing the genotypic yield potential is plant damage by phytopathogens. To realize varietal potential in specific agro-ecological conditions, it is necessary to conduct research to determine the resistance of promising varieties of winter barley to fungal diseases, as well as to improve adaptive technologies for growing winter barley with optimization of protection means.

It was found that during 2021-2023, all crops of zoned varieties were annually affected by powdery mildew, septoria, reticulate helminthiasis, and border spot.

It was investigated that the dominant pathogen in winter barley crops under the conditions of the SK "Elita" of the Izmail district of the Odessa region is reticulate helminth sporiosis (*Pyrenophora teres*), the degree of development of which ranged from 0,5 to 18,4 %.

It was studied that the damage by the powdery mildew pathogen (*Erysiphe graminis*) was observed every year and depended on weather conditions during the vegetation period of plants. Thus, in the wet year of 2021, there was an increase in the degree of damage by the pathogen from tillering to the tube formation phase. The maximum development was recorded on the Valkyrie variety and amounted to 5,5 %. On other varieties, the degree of damage ranged from 1,1 to 5,0 %. In the 2022 study, early infection of plants with powdery mildew was detected. The development of the disease in the tillering phase on all varieties ranged from 2,5 % to 3,9 %. Dry climatic conditions contributed to a decrease in the development of the disease to 0,5-1,5 % in the flowering phase. In 2023, a slight increase in the development of the disease was observed from the tillering phase to the emergence into the tube. The maximum development of powdery mildew was noted on the Luran variety – 5,5 %. The least development of the disease was detected on the Snow Queen variety – 2,0 %.

During the growing seasons of 2022-2023, the degree of plant damage by the pathogen *Rhynchosporium graminicola* was low and averaged from 0,5 % to 1,5 %. The highest degree of disease development was recorded on the Valkyrie and Luran varieties – 2,8-2,9 %, respectively.

It was established that the varieties Snow Queen, Devyatyi Val, Valkyrie, and Luran are characterized by relative resistance to the main pathogens of the genus *Fusarium* in the Steppe zone of Ukraine. The dominant species in the pathogenic complex of grain mycoflora over the years of research were the species *Fusarium graminearum* and *Fusarium avenaceum*, the mass fraction of which was on average 33,5-40,6 %.

It was studied that the dominant species in the pathogenic complex of winter barley grain in 2021-2023 were fungi of the genus *Alternaria* spp., the specific share over the years of the study was 49,1 %. The second position in colonization was occupied by the species *Helminthosporium* spp. – 31,5 %. A significant percentage of grain was affected by fungi of the genus *Fusarium* spp. – 8,7 %. *Cladosporium herbarum* fungi affected 6,7 % of grains. The proportion of colonization by fungi *Penicillium* spp. was at a low level and amounted to 1,3 %.

Pathogens of the genus *Alternaria* were isolated from a significant proportion of the analyzed samples. In 2021, among the grain infected with pathogens on the Snow Queen variety, *Alternaria infectoria* was identified – 79,5 %. In 2022, this species occupied a dominant position and reached – 85,4 %, in 2023 – 65,0 %. A significant place in the pathogenic complex during the years of the study was occupied by the species *Alternaria tenuissima* – 18,0 %, 11,9 and 33,5 %, respectively. A small amount of grain of the variety was affected by the pathogen *Alternaria alternata*, the mass fraction of which in the pathogenic complex was – 2,1 %, 2,0 % and 1,2 %, respectively.

It was found that the Dev'yatyi Val variety, grain in 2021, was most affected by the *Alternaria infectoria* species (77,3%), in 2022-2023 the share of the identified pathogen was 80,1 and 62,2 %, respectively. During the years of the study, the colonization of grain by *Alternaria tenuissima* reached 20,8 %, 18,2 % and 36,2 %, respectively. The smallest specific share was occupied by the pathogen *Alternaria alternata* – 1,4 %, 1,2 and 1,0 %, respectively.

It was determined that the grain of the Valkyrie variety in 2021 and 2023 was affected by the pathogen *Alternaria infectoria* – 68,3 % and 55,8 %, however, in 2022

the mass frequency of the pathogen was dominant and amounted to – 83,4 %. The frequency of detection of the species *Alternaria tenuissima* during the years of research reached 29,6 %, 14,9 % and 42,3 %, respectively. The colonization of grain by *Alternaria alternata* was the lowest and averaged from 1,3 % to 1,7 %.

It was found that in the Luran variety, in 2021 the grain was mainly colonized by the pathogen *Alternaria infectoria* (66,5 %). In 2022, this pathogen occupied a dominant position and amounted to 84,5 %. The percentage of grain infected with the pathogen *Alternaria tenuissima* over the years of the study ranged on average from 14,2 to 42,4 %. The mass fraction of the pathogen *Alternaria alternata* isolated from grain samples was insignificant and amounted to an average of 0,9 %.

It was established that as a result of the research in 2021-2023, among the studied zoned varieties of winter barley, no resistant varieties to the pathogen *Pyrenophora teres* were found. All varieties were affected by the pathogen to one degree or another. The least development of the disease was observed on the varieties Snihova koroleva and Dev'yatyi val – 9,0-10,2 %. The weight of 1000 grains and yield increased by 1,7 g and 0,18 t/ha, respectively. The average sowing date was optimal for the development of winter barley plants and a decrease in pathogen damage by 1,5-13,1 %.

It has been proven that with increasing crop density, the damage caused by the pathogen *Pyrenophora teres* increases. Over the years of the study, it ranged from 8,7 % to 19,7 %. Thus, in 2021, the degree of disease development when sowing 5,5 million grains/ha was 1,2 % higher than when sowing 3,5 million grains/ha, and by 3,0 % compared to the norm of 4,5 million grains/ha. When sowing seeds at a rate of 5,5 million grains/ha, the yield was lower by 0,14 t/ha compared to a rate of 3,5 million grains/ha, and by 0,18 t/ha less with a rate of 4,5 million grains/ha.

It was established that for the Steppe zone of Ukraine, the optimal seeding rate is 4,5 million grains/ha, which led to a decrease in the development of the pathogen *Pyrenophora teres* and an increase in crop yield indicators.

It has been proven that all the modern drugs studied are fungitoxic for the fungus *Pyrenophora teres*. However, the results of toxicological assessment of the

effect on the pathogen in vitro showed that the fungicides Adexar SE Plus, c.e. and Elatus Ria, 385 c.e., inhibit conidia germination by 95 %. This already happened at concentrations of 0,1477 % and 0,1534 %, respectively.

It was established that the obtained results indicate the effectiveness of the use of modern preparations for the protection of winter barley crops from leaf diseases. In the conditions of the Odessa region, the best protection of crops was achieved with a double application in the phase (spring tillering + emergence into the tube) with the fungicides Adexar SE Plus, k.e. with a consumption rate of 0,5 l/ha and Askra Xpro, k.e. with a consumption rate of 1,25 l/ha. Over the years of the study, technical efficiency was quite high and averaged 74,9 and 75,7 %, respectively.

The positive effect of the use of modern fungicides on the level of chlorophyll in the leaves of winter barley was studied. The highest level of chlorophyll was obtained in the leaves of the Dev'yatyi Val variety, in the conditions of the SK "Elita" of the Odessa region when using the drug Elatus Ria, 385 k.e. (0,6 l/ha) during the spring tillering and tube formation phases – 552 and 629 units, respectively. Because the main advantage of this modern fungicide is its high protective, curative, eradivative and preventive effect against a wide range of leaf diseases and a long period of preservation of the photosynthetic function of plants.

Studies show that when using fungicides, all preparations in different phases of application had an effect on increasing the quality indicators of the winter barley harvest, except for protein content. The best indicators were obtained in samples where the preparations were applied twice in the spring application phase. The use of modern fungicides Adexar SE Plus (0,5 l/ha), Elatus Ria, 385 k.e. (0,6 l/ha) and Askra Xpro, k.e. (1,25 l/ha) led to an increase in the content of protein, starch, gluten compared to the control by 1,35 %; 0,30 %; 1,45 %, respectively. We have investigated that when using the drug Askra Xpro, k.e (1,25 l/ha), the gluten content in grain samples over the years of research was the highest and reached an average of 31,79 %.

The best indicators of economic efficiency are provided by the option where crops were sprayed with Adexar SE Plus, CE with a consumption rate of 0,5 l/ha during the spring tillering and tube-forming phases.

Key words: winter barley, diseases, Erysiphe graminis, Rhynchosporium graminicola, Puccinia teres, fungicides, sowing rate, yield, powdery mildew, septoriosiis, net helminthosporiosis, border spot.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА

Наукові праці, у яких опубліковані основні результати дисертації

Статті у фахових наукових виданнях України

1. **Тітов І.О.** Контамінація зерна ячменю озимого грибними патогенами в Степу України. *Аграрні інновації*. 2024. № 25. С.67-71. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.25.11>

2. **Тітов І.О.**, Жукова Л.В., Станкевич С.В. Основні хвороби в посівах ячменю озимого на півдні України. *Таврійський науковий вісник*. 2024. №138. С. 182-192. DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.138.23>

3. **Тітов І.О.** Вплив норми висіву на ураженість ячменю озимого збудником *Pyrenophora teres* Drechsler в умовах Степу України. *Карантин і захист рослин*. №4 (279). 2024. С. 36-39. DOI: <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2024.4.36-39>

4. **Тітов І.О.** Ефективність сучасних фунгіцидів проти хвороб на ячмені озимому в умовах Одеської області. *Аграрні інновації*. 2024. № 27. С.109-112. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.27.15>

Розділ в колективній монографії, виданій в країні ЄС

5. **Titov, I.**, Zhukova, L., Batova, O. Pathology of winter barley seeds. Modern trends in the development of agricultural production: problems and perspectives: monograph. Edited by S. Stankevych, O. Mandych. Tallinn: Teadmus OÜ, 2022. P. 156-164.

Матеріали наукових конференцій

6. **Тітов І. О.**, Жукова Л. В. Шкідливість основних хвороб ячменю озимого в умовах Степу. *Матеріали Підсумкової наукової конференції*

професорсько-викладацького складу і здобувачів вищої освіти. (м. Харків, 18-19 січня 2022 р.). Харків: ДБТУ, 2022. С. 151-152.

7.Тітов І. О. Особливості прояву борошнистої роси на ячмені озимому. *Захист і карантин рослин у XXI столітті: проблеми і перспективи. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої ювілейним датам від дня народження видатних вчених-фітопатологів докторів біологічних наук, професорів В. К. Пантелєєва та М. М. Родігіна (м. Харків, 20-21 жовтня 2022 р.). Харків: 2022. С. 208-210.*

8. Тітов І. О. Гельмінтоспоріози ячменю озимого. шкідливість та особливості захисту. *Захист і карантин рослин у XXI столітті: проблеми і перспективи. Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої ювілейним датам від дня народження видатних вчених-ентомологів докторів біологічних наук, професорів О. О. Мігуліна та О. В. Захаренка (м. Харків, ДБТУ, 19-20 жовтня 2023 р.). Житомир: Видавництво «Рута». С. 160-163.*

9. Тітов І. О. Ураженість сортів ячменю озимого збудником сітчастого гельмінтоспоріозу при різних строках сівби в умовах Одеської області *Захист і карантин рослин у XXI столітті: проблеми і перспективи. Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої ювілейним датам від дня народження видатних вчених-фітопатологів, професорів В. Ф. Пересипкіна та Ф. М. Марютіна (м. Харків, 17-18 жовтня 2024 р.). Житомир: Видавництво «Рута», 2024. С. 180-182.*

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	19
ВСТУП	20
РОЗДІЛ 1. СТАН ВИВЧЕННЯ ПРОБЛЕМИ ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО ДО ОСНОВНИХ ХВОРОБ В УМОВАХ ЗМІН КЛІМАТУ	25
1.1. Сучасний стан виробництва ячменю озимого в Україні та в світі	25
1.2. Поширення та шкідливість основних хвороб ячменю озимого	30
1.3. Селекція на імунітет сортів ячменю озимого в умовах зміни клімату	40
Висновки до розділу 1	47
РОЗДІЛ 2. МІСЦЕ, УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	48
2.1. Місце та умови проведення досліджень	48
2.2. Методика досліджень	53
Висновки до розділу 2	63
РОЗДІЛ 3. РОЗВИТОК ОСНОВНИХ ХВОРОБ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО	64
Висновки до розділу 3	68
РОЗДІЛ 4. ІНФІКОВАНІСТЬ ЗЕРНА ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО ЗБУДНИКАМИ ГРИБНОЇ ЕТІОЛОГІЇ	70
4.1 Мікофлора зерна ячменю озимого	70
4.2 Патогени роду <i>Alternaria</i> Nees, ідентифіковані із зерна ячменю озимого	76
4.3 Збудники роду <i>Fusarium</i> Link, ізольовані із зерна ячменю озимого	81
Висновки до розділу 4	87
РОЗДІЛ 5. РОЛЬ ЗАХОДІВ ЗАХИСТУ В ОБМЕЖЕННІ РОЗВИТКУ ДОМІНУЮЧИХ ХВОРОБ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО	89

5.1. Вплив строків сівби на розвиток збудника сітчастого гельмінтоспоріозу (<i>Pyrenophora teres</i>)	89
5.2. Вплив норм висіву на ураження рослин ячменю озимого збудником <i>Pyrenophora teres</i>	94
Висновки до розділу 5	98
6. ВПЛИВ СУЧАСНИХ ФУНГІЦИДІВ НА РОЗВИТОК ХВОРОБ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО	100
6.1 Токсикологічна оцінка дії фунгіцидів на патогени в умовах <i>in vitro</i>	100
6.2 Ефективність дії фунгіцидів проти основних хвороб ячменю озимого	104
6.3 Вплив застосування фунгіцидів на вміст хлорофілу в листках ячменю озимого	111
6.4 Вплив фунгіцидів на якість зерна ячменю озимого	113
6.5 Економічна ефективність використання фунгіцидів на ячмені озимому	116
Висновки до розділу 6	118
ВИСНОВКИ	120
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	122
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	123
ДОДАТКИ	141

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

- в.г. – водорозчинні гранули
- в.е. – водна емульсія
- в.р. – водний розчин
- в.с.к. – водно-суспензійний концентрат
- д.р. – діюча речовина
- з.п. – порошок, що змочується
- к.е. – концентрат емульсії
- к.с. – концентрат суспензії
- м.е. – масляна емульсія
- р.к. – розчинний концентрат
- т.к.с. – текучий концентрат суспензії

ВСТУП

Актуальність. Ячмінь озимий є основною зерновою культурою в Україні після пшениці озимої, нині площі його становлять більше 230 тис. га. В світі, за обсягами виробництва зерна ячмінь посідає четверте місце після пшениці, кукурудзи та рису. За кормовими цінностями ця культура набагато переважає пшеницю, адже за амінокислотним складом білка, у тому числі дефіцитним лізином, ячмінь збалансований краще інших зернових культур.

Використовується зерно ячменю озимого на фураж і виготовлення круп. Останніми роками різко збільшується використання зерна цієї культури для виготовлення пива. В зв'язку з цим перед селекціонерами, вченими та технологами полів постають завдання створення сортів і розробки технології вирощування цієї культури, яка б відповідала вимогам пивзаводів для виготовлення сучасного вітчизняного пива з якістю на рівні світових стандартів, тобто було конкурентоздатним як на внутрішньому, так і на світовому ринках. Для виготовлення пива використовують сорти дворядного ячменю. До областей, де вирощують пивоварний ячмінь, належать Вінницька, Волинська, Житомирська, Івано-Франківська, Київська, Львівська, Рівненська, Сумська, Тернопільська, Хмельницька, Черкаська, Чернігівська та Чернівецька.

Значним важелем, що призводить до збільшення врожаїв та здешевлення сільськогосподарської продукції, є сучасні технології, що ґрунтуються на високоврожайних сортах та гібридах інтенсивного типу і надійному захисті від хвороб, шкідників та бур'янів. Без захисту посівів навіть високий агрофон забезпечує реалізацію потенційних можливостей сорту лише на 50 %.

Найперспективнішими є системи захисту, що базуються на використанні відносно стійких сортів проти хвороб, включають ряд інших заходів, кожен з яких тією чи іншою мірою обмежує розвиток хвороби. Це обробка посівів фунгіцидами під час вегетації, передпосівне протруювання насіння, що обмежує системне зараження.

Існує реальна можливість агротехнічними заходами регулювати рівень інфекційного потенціалу хвороб зернових культур, хоч у роки сильного

ураження посівів є потреба використання фунгіцидів для обробки вегетуючих рослин, бо агротехнічні заходи не можуть достатньою мірою забезпечити збереження урожаю. Недобір врожаю зерна від хвороб становить до 40 %. Найінтенсивніший розвиток плямистостей зафіксовано в лісостеповій та поліській зонах. Розвиток хвороб на сприйнятливих сортах ячменю ярого тут щорічно сягає 85 %. Останніми роками фітосанітарний стан на посівах зернових культур, особливо ячменю озимого, значно погіршився. Його посівам завдають шкоди борошниста роса, сажкові хвороби, кореневі гнилі, різні плямистості, бура іржа тощо. Зареєстровано зміну питомої ваги у поширенні і загальній шкідливості окремих видів хвороб. З 1993 року на ячмені озимому зменшується шкідливість борошнистої роси, в той же час значно збільшуються втрати від плямистостей: сітчастої, темно-бурої, смугастої, облямівкової та септоріозу.

Комплексні заходи, які направлені на зменшення розвитку темно-бурої та сітчастої плямистостей і захист урожаю спрямовані на зниження ураження рослин збудниками цих шкідливих захворювань. Невід'ємною частиною інтегрованого захисту є хімічний метод контролю, який дає змогу обмежити розвиток хвороби в стислі строки та отримати високу ефективність. Тому визначення і уточнення видового складу збудників плямистостей листя ячменю озимого, пошук шляхів оптимізації агротехнічних заходів вирощування, визначення нових сортів стійких щодо хвороб листя та вивчення їх з урахуванням абіотичних факторів зони Степу, застосування нових високоефективних засобів набуло особливої актуальності.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження проводились в рамках НДР «Екологічно орієнтований захист сільськогосподарських культур від інфекційних хвороб у Східному Лісостепу України» № держреєстрації 0121U109408.

Мета і завдання досліджень. Метою досліджень є вивчення поширеності, розвитку та шкідливості основних хвороб ячменю озимого, визначення видового складу патогенів, морфолого-біологічних властивостей збудників, оптимізація існуючих заходів захисту культури від хвороб у Степу

України в умовах зрошення. Для досягнення поставленої мети вирішували наступні завдання:

- провести моніторинг основних хвороб ячменю озимого, визначити шкідливість і особливості їх прояву;
- визначити морфолого-біологічні властивості збудників основних хвороб ячменю озимого;
- встановити вплив абіотичних чинників на динаміку розвитку хвороб ячменю озимого;
- вивчити вплив агротехнічних, біологічних та хімічних заходів на обмеження шкідливості основних хвороб ячменю озимого;
- оптимізувати існуючі заходи захисту ячменю озимого від основних хвороб в умовах зрошення;
- визначити технічну, господарську та економічну ефективність застосування захисних заходів;
- провести фітопатологічну експертизу насіннєвого матеріалу ячменю озимого;
- провести оцінку оптимізованих заходів захисту ячменю озимого від хвороб в умовах виробництва.

Об'єкт дослідження: хвороби листя, стебел та насіння ячменю озимого.

Предмет дослідження: видовий склад, біологічні особливості збудників ячменю озимого і методи їх контролю.

Методи досліджень. загальнонаукові – аналізу, індукції, синтезу для постановки завдання, обґрунтування й узагальнення отриманих результатів наукових досліджень; *польовий* – для обліку хвороб ячменю озимого, визначення їх шкідливості; *лабораторний* – для встановлення родової та видової належності збудників хвороб із застосуванням методів мікроскопічного аналізу і чистих культур. Отримані експериментальні дані будемо обробляти методами варіаційної статистики. Економічну ефективність оцінюватимемо за показниками: збережений врожай, умовно чистий прибуток, рентабельність.

Наукова новизна результатів досліджень. Уперше для регіону досліджень встановлено:

В умовах Степу України встановлено величину позитивного впливу обприскування посівів сучасними фунгіцидами на поширення та розвиток основних хвороб ячменю озимого при вирощуванні на зрошенні та без нього.

Виділено сорти з високою адаптивністю до стресових абіотичних чинників навколишнього середовища та високою стійкістю до збудників хвороб.

Встановлено рівень кореляційної залежності між стійкістю до хвороб та цінними господарськими ознаками.

Оптимізовано елементи системи захисту ячменю озимого від основних хвороб грибної етіології.

Підтверджено доцільність використання ресурсозберігаючих елементів технології, які дозволяють істотно зменшити енерговитрати.

Проведено оцінку оптимізованих елементів системи захисту ячменю озимого від хвороб в умовах виробництва.

Практичне значення одержаних результатів. Проведено оцінку сучасних сортів ячменю озимого на стійкість до основних хвороб в умовах інтенсивної технології вирощування культури на зрошенні в Степу України. Виділено сорти, які найбільш позитивно відгукуються на обприскування досліджуваними фунгіцидами. Відібрано варіанти досліду, які проходять випробування у виробничих умовах.

Особистий внесок здобувача. Особиста участь здобувача полягає в проведенні польових та лабораторних дослідів: фенологічних спостережень, моніторингу, аналізу елементів структури урожайності, розрахунку ефективності проведених заходів захисту культури, освоєнні та проведенні обробки результатів досліджень статистичними методами і їх узагальнення. Автором особисто опрацьовано світову та вітчизняну літературу за темою дисертації. Публікації виконано як самостійно, так і в співавторстві. Внесок здобувача в публікаціях, виконаних у співавторстві, полягає в одержанні

експериментальних даних і узагальненні результатів досліджень і становить

Апробація результатів дисертації. Результати досліджень представлені та обговорені на засіданнях кафедри зоології, ентомології, фітопатології, інтегрованого захисту і карантину рослин імені Б. М. Литвинова; Підсумковій науковій конференції професорсько-викладацького складу і здобувачів вищої освіти. (м. Харків, 18-19 січня 2022 р.); Міжнародній науково-практичній конференції, присвяченій ювілейним датам від дня народження видатних вчених-фітопатологів докторів біологічних наук, професорів В. К. Пантелєєва та М. М. Родигіна (м. Харків, 20-21 жовтня 2022 р.); II Міжнародній науково-практичній конференції, присвяченій ювілейним датам від дня народження видатних вчених-ентомологів докторів біологічних наук, професорів О. О. Мігуліна та О. В. Захаренка (м. Харків, ДБТУ, 19-20 жовтня 2023 р.), III Міжнародній науково-практичній конференції, присвяченій ювілейним датам від дня народження видатних вчених-фітопатологів, професорів В. Ф. Пересипкіна та Ф. М. Марютіна (м. Харків, 17-18 жовтня 2024 р.).

Публікації. Матеріали дисертаційної роботи висвітлено у 9 наукових публікаціях, з яких 1 розділ в колективній монографії, виданій в країнах ЄС, статті у фахових виданнях України категорії Б та 4 матеріалів доповідей конференцій.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота викладена на 153 сторінках загального тексту комп'ютерного набору, у т. ч. основного тексту 140 сторінок. Складається з анотації (українською та англійською мовами), змісту, переліку умовних позначень, вступу, шести розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаної літератури, який налічує 187 посилань, зокрема 83 – латиницею, додатків. Робота містить 20 таблиць та ілюстрована 15 рисунками.

РОЗДІЛ 1

СТАН ВИВЧЕННЯ ПРОБЛЕМИ ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО ДО ОСНОВНИХ ХВОРОБ В УМОВАХ ЗМІН КЛІМАТУ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ)

Ячмінь – більш давня культура, ніж пшениця, був окультурений людством 10 000-13 000 років тому. Слово «ячмінь» як хліб згадується у Біблії 35 разів. Ще римський історик та флотоводець Пліній старший (23-73 рр. н.е.) писав, що ячмінь був основною їжею римських гладіаторів, зміцнював м'язи і запобігав ожирінню. Високі поживні властивості ячмінних зерен відзначали ще знамениті лікарі стародавнього світу, зокрема Гіппократ. Протягом століть ячмінний хліб був основним для більшості людей у світі, але поступово його стали замінювати пшеничним хлібом з кращими смаковими якостями [48, 158].

1.1. Сучасний стан виробництва ячменю озимого в Україні та в світі

Доместикація ячменю (*Hordeum vulgare* L) від *Hordeum vulgare* ssp. *spontaneum* Koch) почалася приблизно за 10 000 років до теперішнього часу [187]. Основні ознаки одомашнення включали синхронний ріст рослин, збільшення кількості зерна, більшу кількість суцвіть, стійкість до осипання, більший розмір зернівки та прискорене проростання [131]. Ці ранні спроби доместикації, безумовно, передбачали перший крок до керованої інтрогресії. Коли перші землероби ідентифікували рослини з новими фенотипами, вони обмінювалися насінням цих рослин із сусідами. Змішане з існуючими запасами насіння нових форм призвело до утворення гетерогенних сумішей майже гомозиготних ліній. Відбір нових фенотипів збільшував частоту корисних господарсько-цінних особин, чому сприяв природний ауткроссинг (~2%), який відбувається в рослин ячменю [105]. Індукований навколишнім середовищем ауткроссинг міг дати поштовх у самозапильних видів до збільшення частоти інтрогресії сприятливих алелів у локально адаптовані геноми. Цікаво, що багато початкових ознак одомашнення залишаються критичними в сучасній селекції ячменю [175].

Згідно з археологічними даними, початкове одомашнення ячменю, швидше за все, відбулося в Родючому півмісяці [132] з іншими можливими місцями в Центральній Азії та Африці [119, 154]. З цих початкових місць одомашнення ячмінь швидко переміщався до Європи та Азії, завдяки механічним сумішам і ауткросингу, що сприяло поширенню цього культивару по світу зі швидкістю майже 10 км/рік [154]. Через десять тисяч років після початку введення в культуру ячмінь є четвертою найбільш поширеною зерновою культурою після пшениці, кукурудзи та рису, і його вирощують у багатьох ґрунтово-кліматичних зонах по всьому світу [128, 133].

Річне виробництво зерна ячменю у світі становить 120–155 млн т. У 2018 р. ячмінь висівали на площі 50 млн га із середньою урожайністю 3 т/га. Найбільші виробники зерна ячменю Канада (9 %), Німеччина (9 %), Франція (8 %), Україна (7 %) і Туреччина (7 %). Світові ціни на ячмінь синхронізуються з цінами на пшеницю та кукурудзу, проте попит на нього залишається постійним [35].

На ринку встановився баланс попиту та пропозиції, оскільки високий урожай ячменю в Австралії та Франції тисне на ціни, але їх підтримує скорочення урожаю в Аргентині, високий попит на ячмінь в Канаді та зменшення виробництва в Україні через війну. Трейдерів цікавить, чи знизить Китай мито на ячмінь з Австралії на тлі зменшення поставок з Аргентини, оскільки Китай майже не купує австралійський ячмінь, хоча активно імпортує пшеницю [55].

За даними експертів RMI Analytics, у 2023 р. світове виробництво ячменю зменшилось до 147,5 млн т внаслідок скорочення площ посівів через конкуренцію з пшеницею. В Австралії та РФ після високих показників 2022 р. виробництво повернеться до середнього рівня. Основні регіони зібрали на 4,5 млн т ячменю менше, ніж у 2022 р., проте запаси залишаються стабільними завдяки скороченню споживання на фураж та зростанню виробництва кукурудзи та пшениці [166].

У січневому звіті USDA оцінив світове виробництво ячменю у 2022/23 маркетингову році (МР) у 149,5 млн т, що майже відповідатиме рівню 2021/22 МР, але на 10,8 млн т поступатиметься показнику 2020/21 МР – 160,27 млн т. Прогноз урожаю знижено для України на 0,3 млн т – до 6,1 млн т, проте підвищено для Аргентини на 0,1 млн т – до 4,2 млн т, тоді як BAGE оцінює його у 3,8 млн т. Для Австралії прогноз виробництва залишено на рівні 13,4 млн т, ЄС – на рівні 51,5 млн т, Канади – 10 млн т [162].

Україна у 2022/23 МР зібрала 6 млн т ячменю у порівнянні з 9,4 млн т у 2021/22 МР та 7,4 млн т у 2020/21 МР. На тлі дефіциту пропозицій та посилення конкуренції на світовому ринку експорт ячменю з України станом на 20.01.23 склав 1,76 млн т, тоді як торік в цей період він сягав 5,4 млн т [34].

Протягом двох попередніх сезонів 45 % експортованого з України ячменю купував Китай, зокрема у 2020/21 МР – 2,9 млн т, у 2021/22 МР – 2,6 млн т, але цьогоріч через війну попит з боку КНР майже відсутній. На тлі низького експортного попиту закупівельні ціни на ячмінь в портах України залишаються на рівні 175-190 \$/т або 7000-7200 грн/т СРТ, тоді як ціни на поставки в порт фуражної пшениці та кукурудзи виросли до 200-215 \$/т. [72].

Озимий клин в Україні скорочується два роки поспіль. Особливо помітним це було восени 2022 року, коли засіяли на 26 % менше ріллі, ніж довоєнної осені 2021 року. Проте, у подальшому зниження не було таким значним. Найбільше скоротилися посіви під озимим ячменем (на 19 %), що пов'язано з найнижчою рентабельністю цієї зернової культури. Врожай ячменю в 2024 за оцінкою УЗА (Українська зернова асоціація) може скласти 4,6 млн т (в 2023 – 5,8 млн т), а потенційний експорт в 2024/2025 МР можна очікувати на рівні близько 2 млн т (поточного сезону експорт ячменю прогнозується на рівні 2,5 млн т) [48, 93].

Майже 85 % зерна ячменю використовують у тваринництві. Як харчова культура більше всього ячмінь споживається в Тибеті, Японії, Китаї, країнах Африки, Скандинавії, де на продукти харчування використовують до 40-60 % виробленого зерна. Значну кількість ячменю задіяно для виробництва віскі та

пива. Солодові витяжки з ячменю широко застосовують у медицині, кондитерській, текстильній і шкіряній промисловості [50].

В Україні за часів колишнього СРСР на площі 3-4 млн га висівали ячмінь ярий, 0,4-0,5 млн га – озимий. У роки, коли від морозів гинула озимина, площі під ячменем ярим подвоювалися. Середня урожайність ячменю ярого була 3,0-3,2 т/га, озимого – 3,5-3,7 т/га, валові збори зерна становили 9,0-11,5 млн т. Останніми роками площі під ячменем ярим зменшилися. Площі під ячменем озимим збільшилися до 1 млн га, а іноді й вище. Сучасні сорти ячменю за оптимальних технологій дають урожаї на великих площах понад 10 т/га, а ячмінь набуває значення найважливішого продукту харчування для людей [18].

Ячмінь нині – основне джерело здорового способу життя сучасної людини [77]. «Хліб насущний», як називають пшеницю, не входить до переліку продуктів, рекомендованих дієтологами для здорового харчування. Пояснення цього феномена знаходимо в нещодавно виданій книзі W. Davis «Wheat Belly» (2012), що в перекладі означає «пшеничний живіт». В. Дейвіс – відомий американський кардіолог, ґрунтуючись на результатах новітніх наукових досліджень і власній багаторічній лікарській практиці, називає сучасні сорти пшениці шкідливими для здоров'я людини [122]. Автор стверджує, що масове ожиріння американців і пов'язані з ним хвороби не є наслідком надмірного вживання жирів, цукру та малорухливого способу життя. Причиною цього зла є пшениця, точніше сучасні її сорти, створені селекціонерами за останні 50 років минулого століття із використанням новітніх генетичних технологій. Низка недугів, зокрема целіакія, пов'язані з цілковитим несприйняттям продуктів із зерна пшениці, неврологічні та алергічні захворювання, діабет, хвороби серця, артрити, і навіть шизофренія, є наслідком вживання продуктів із зерна пшениці [114, 143, 150, 180].

Це підтверджує не лише В. Дейвіс. Рибалка О.І. опрацював 2400 літературних джерел із якості зерна ячменю і 3000 – із якості зерна пшениці, приділивши особливу увагу науковим розробкам 15-ти останніх років (усі джерела іноземного походження). Він дав порівняльну характеристику

поживних властивостей «забутого основного хліба – ячменю» і нинішнього хліба насущного – пшениці [78].

Перевага ячменю над пшеницею безсумнівна і як продукту харчування, і як запобіжного засобу проти серцево-судинних і ракових захворювань, і як запобіжно-лікувального засобу проти цукрового діабету, алергічних захворювань тощо [129].

Для аграріїв України ячмінь був і залишається однією з провідних зернових культур. Ячмінь, зокрема, за вирощування в умовах Степу України, характеризується поживною цінністю та високим вмістом білка [88]. Виключно важливим питання зерновиробництва є для зони Південного Степу України, яка відома як житниця хлібів та як сприятливий регіон для вирощування високоякісного зерна [140, 164]. Проте для досягнення цього необхідно добирати кращі попередники, високоякісні сорти, відповідні системи удобрення, захисту рослин тощо, тобто використовувати елементи інтенсивних технологій вирощування. Відомо, що такі підходи до технології є досить витратними і їх можуть застосовувати далеко не всі аграрні підприємства. У сучасний період господарювання доцільно використовувати ресурсозберігаючі елементи технології, які дозволяють істотно зменшити енерговитрати. Одним із таких заходів, що вже достатньо широко досліджено на багатьох агрокультурах, може бути застосування біопрепаратів та регуляторів росту рослин [141, 184].

Ячмінь належить до найдавніших рослин земної кулі. Порівняно з пшеницею озимою, озима форма ячменю здатна формувати вищі рівні врожаїв, проте в окремі несприятливі роки перезимівлі він гірше реагує на перепади температур і може вимерзати [46].

Ячмінь озимий є провідною зернофуражною, продовольчою та кормовою культурою в Україні. Як і пшениця, відіграє провідну роль у вирішенні зернової проблеми. За посівною площею та врожайністю він посідає четверте місце серед зернових культур у вітчизняному землеробстві після пшениці та кукурудзи. Посівна площа ячменю на земній кулі становить майже 75 млн га, з

них на ячмінь озимий припадає приблизно 10 %. В Україні ячмінь озимий рекомендовано до вирощування в 14 областях. Завдяки ранньому виходу в трубку він добре використовує зимові запаси вологи, тому навіть у посушливі роки на легких ґрунтах забезпечує відносно високі врожаї. Для проростання насіння ячмінь потребує 48-50 % води, тоді як пшениця – 55 %, а овес – 65 %. Коефіцієнт транспірації цієї культури дещо нижчий, ніж інших зернових. Опади в період колосіння–наливу зерна сприяють формуванню високої врожайності. Ячмінь менш вимогливий до вологи, ніж інші ранні зернові культури. Завдяки плівчастості зерна ячмінь озимий довго зберігає схожість, що актуально в умовах довготривалої осінньої посухи. Прохолодна погода у квітні – травні, що в останні роки спостерігається в нашому регіоні, сприяє продовженню кушіння ячменю при слабкому ураженні листків хворобами й запобігає ранньому вступу рослин у фазу виходу в трубку. В таких умовах формується нормально розвинений посів, що не уражується хворобами й не вилягає після колосіння. Один з основних факторів одержання високих і стійких урожаїв озимого ячменю – добір сортів, здатних забезпечити сталі збори зерна за будь-яких погодних умов. Особливо важливо в кожному господарстві вирощувати 2-3 сорти, різні за екологічними ознаками, що гарантує максимальну врожайність [46].

Тому ми й намагаємось провести оцінювання декількох сортів, які б були найбільш адаптовані до конкретних агроекологічних умов.

1.2 Поширення та шкідливість основних хвороб ячменю озимого

Розвиток хвороб ячменю в різні роки відбувається по-різному – спостерігаються періоди епіфітотій і, навпаки, роки слабого поширення або навіть відсутності тієї чи іншої хвороби. Причини інтенсивного розвитку фітопатогенів слід шукати в наявності сприятливих для цього умов [38, 70].

Частина сортів ячменю озимого, що використовуються у зерновиробництві України, характеризуються нестабільністю за роками через

низький потенціал урожайності, недостатню посухостійкість, сприйнятливість до хвороб та схильність до вилягання. Досить суттєвими є втрати врожаю ячменю озимого від несприятливих умов перезимівлі [24, 27, 37, 66]. Для використання у виробництві необхідні сорти, які поєднують високу потенційну врожайність зі стійкістю до шкодочинних абіотичних та біотичних чинників. Адже хвороби рослин – це один із основних факторів, що дестабілізують виробництво агропродукції. Масове збільшення питомої ваги зернових культур у сівозмінах, порушення агротехніки і висока забур'яненість ускладнили фітосанітарний стан посівів, окремі види раніше малопоширених фітопатогенів перейшли в розряд особливо небезпечних, а викликані ними хвороби набули епіфітотійного розвитку. Значної шкоди посівам ячменю озимого завдають гельмінтоспоріози, борошниста роса, плямистості листя, сажкові хвороби, карликова іржа [59, 106].

Найпоширенішими хворобами листя ячменю озимого, які спричиняють потенційно найвищі втрати врожаю, є гельмінтоспоріози, темно-бура та сітчаста плямистості. Поширюється гельмінтоспоріоз ячменю у теплих регіонах, за умови високої вологості повітря (95-97 %) на стадії інфікування. Джерелом виступають міцелій, конідії та склероції, що зберігаються на зернах, насінні та рослинних рештках. Темно-бура плямистість (збудник – *Bipolaris sorokiniana* Shoem) проявляється на сходах і дорослих рослинах у вигляді довгастих темних плям. На листках рослин виникають спочатку темні, а пізніше – темно-сірі або світло-бурі плями, трохи витягнуті вздовж листків, у центрі світлі, з темною облямівкою. У разі дефіциту вологи навесні на загущених посівах ця хвороба проявляє себе більш агресивно. Втрата врожаю від неї в середньому становить 15-20 %, однак за певних умов ця цифра може сягати і 40 %. Хвороба проявляється в порушенні фізіолого-біохімічних процесів у хворих рослин: затриманні росту, зниженні загального й продуктивного кущення, недорозвиненості та загниванні кореневої системи, послабленні мінерального живлення, випаданні уражених рослин. Ці негативні

явища спричинюють зниження продуктивності культури та погіршення посівних і товарних якостей зерна [148, 171, 181].

Попередніми дослідженнями встановлено, що упродовж 2021-2023 років інтенсивність розвитку темно-бурої плямистості залежно від сорту становила 0,5-17,5 %. Найбільше уражувався сорт Збруч (1,5-17,5 %), дещо менше – Снігова королева (1,0-15,0 %), а сорт Дарій мав найвищу стійкість до захворювання (0,5-11,5 %). Встановлено, що ступінь ураження ячменю озимого цією хворобою залежить від фази розвитку культури, але у фазі молочної стиглості він завжди найвищий. В умовах, сприятливих для розвитку збудника темно-бурої плямистості, незначний ступінь ураження мали сорти Достойний та Валькірія, і саме вони разом із сортом Дарій були рекомендовані селекціонерам для створення стійких сортів ячменю озимого [8].

Найбільш поширеним і шкодочинним листостебловим захворюванням ячменю в умовах Степу України, є борошниста роса (*Erysiphe graminis* (DC) *Speer f. sp. Hordei* Em. Marchal). Встановлено, що залежно від ступеню ураження цією хворобою і стійкістю сортів до неї втрати урожаю становлять в межах 10-25 %, а в окремі роки зростають до 30-40 % [81]. На сьогодні, відомо вже більше 150 генів стійкості до борошнистої роси та встановлена їх хромосомна локалізація. Проте більшість генів втратили свою ефективність внаслідок постійних змін расового складу популяції збудника. Патоген реагує на появу нових генів стійкості появою нових рас з новими генами вірулентності, що підтверджує гіпотезу Флора “ген на ген” [51]. Найбільш ефективною за стійкістю проти збудника борошнистої роси з моменту створення перших комерційних сортів і на даний час залишається серія алельних генів *mlo*. Вони є ефективними проти всіх рас, а їх ефективність носить довгостроковий характер і не повинна втратити її в найближчому майбутньому [124].

Великої шкоди посівам ячменю озимого завдають плямистості листя. Найбільш поширеними в Степу України є смугаста (*Drechslera graminea* Ito), темно-бура (*Bipolaris sorokiniana* Shoem.) та сітчаста плямистості (*Pyrenophora*

teres). Встановлено, що від кожного відсотка ураження рослин смугастою плямистістю втрати врожаю складають 0,5-1,0 %. В епіфітотійні роки недобір урожайності ячменю озимого від сітчастої і темно-бурої плямистостей можуть сягати 30-40 % [56].

Ячмінь є важливою зерновою культурою, а борошниста роса є однією з найпоширеніших хвороб [125, 157], спричинених аскоміцетним грибом *Blumeria graminis* (DC.) E. O. Speer, f. зр. *hordei* (Bgh) emend. É. J. Marchal (анаморфа *Oidium monilioides* Link). Цим, як і багатьма іншими патогенами рослин, можна ефективно боротися за допомогою недорогої та екологічно безпечної генетичної стійкості [142]. Однак *Blumeria graminis* є надзвичайно мінливим патогеном [151], і деякі загальноприйняті стратегії використання генетичної стійкості, наприклад, розвиток пірамід генів специфічної стійкості в генотипах господаря [155] або використання сортів, що несуть специфічні гени стійкості, у сортових сумішах – може бути неефективними [182].

Встановлено, що в умовах Полісся борошниста роса, плямистості листя (темно-бура, сітчаста, смугаста) і кореневі гнилі (гельмінтоспоріозні, фузаріозні, офіобольозні) є найбільш поширеними хворобами грибного походження, збудники яких в структурі патогенів займають до 62,2 %. При розвитку 90 % коефіцієнт шкідливості борошнистої роси становить 23,4 %, плямистостей листя – 27,6 %, кореневих гнилей – 33,2 % [96].

Розвиток збудників хвороб ячменю в умовах Полісся значно залежить від погодних умов і рівня ГТК: борошнистої роси – на 42,8 %, плямистостей листя – на 46,2 % і кореневих гнилей – на 61,4 %. Найбільше від рівня ГТК залежить розвиток збудників кореневих гнилей. Дані досліджень можуть бути використанні при складанні фенологічного прогнозу розвитку хвороб ячменю у Поліській зоні [97].

Ячмінь озимий є найпродуктивнішою зерновою культурою, яка за дотримання високого рівня агротехніки вирощування має генетичний потенціал урожайності 10 т/га зерна і більше. Проте одним із неконтрольованих чинників, що значною мірою знижує урожайність та прояв грибних захворювань на

рослинах ячменю озимого, є погодні умови [14, 163, 174]. Через глобальне потепління впродовж останніх 5-6-ти років рослинам ячменю озимого характерне подовження періоду осінньої вегетації, що сприяє інтенсивному розвитку сітчастої та темно-бурої плямистостей, борошнистої роси, а тому потребує застосування фунгіцидів на посівах культури не лише навесні, як це практикувалося раніше, а й восени [53]. Так, кожного року в агроценозах ячменю озимого збільшується фітопатогенне навантаження збудників різних грибних хвороб, які за сприятливих погодних умов без застосування ефективних засобів захисту можуть призводити до зниження продуктивності культури на 30-40 % [54, 98].

Останніми роками фітосанітарний стан посівів озимих зернових культур суттєво погіршився. Порушення структури посівних площ, спрощення технології вирощування культур в цілому, призвело до збільшення частоти масового розповсюдження шкідливих організмів. Науковці Курцев В. О., Секун М. П. у своїй праці відмічають, що порушення наукових основ ведення агровиробництва та зміна погодних умов призвели до посилення розвитку кореневих гнилей, септоріозу, борошнистої роси, летючої і твердої сажок, фузаріозу колоса та інших хвороб зернових [47].

Починаючи з 1980-х років, рамуляріоз (плямистість листя) (RLS) стала поширеною хворобою ячменю в усьому світі. Боротьба з RLS дедалі більше загострюється через нещодавнє зниження ефективності фунгіцидів і відсутність стійких до RLS сортів. Крім того, зміна клімату збільшує періоди посухи в Європі, посилює мінливість погодних умов і таким чином впливатиме на тяжкість захворювань рослин. Таким чином, ідентифікація стійких до RLS сортів і розуміння прогресування хвороби в умовах абіотичного стресу є важливими цілями комплексного управління хворобами в умовах зміни клімату. У дослідженні Хохенедер Ф. зі співавторами оцінили кількісну стійкість до RLS 15 генотипів ячменю ярого в умовах посухи, контрольованого зрошення та польових умов у період з 2016 по 2019 рік та відстежували мікрокліматичні умови в агроландшафтах, ідентифікували генотипи, які

виявляють стійку кількісну стійкість до RLS у різних польових умовах. Результати свідчать про те, що тривалі періоди посухи створюють несприятливі умови для захворювання, і підтверджують, що ступінь і тривалість вологості листя є ключовим фактором епідемії RLS [136].

Вірус жовтої мозаїки ячменю (Barley yellow mosaic virus (BYMV)) – хвороба, що серйозно загрожує глобальному виробництву ячменю озимого, і, наразі, є однією з найважливіших культур в усьому світі. Ґрунтуючись на нещодавньому прогресі геноміки ячменю, ресурсах зародкової плазми та великомасштабному секвенуванні, досліджено та виділено відповідні гени стійкості із ячменю. Досягнення в клонуванні генів, що кодують стійкість або сприйнятливість, дають можливість досліджувати функціональну взаємодію між рослинами-господарями та вірусними патогенами, що переносяться через ґрунт, а також переваги селекції резистентності за допомогою маркерів у ячменю озимого [138].

За нинішніх умов господарювання підвищення урожайності зернових культур, насамперед ячменю озимого, поліпшення якості зерна є однією з основних проблем сучасного рослинництва і землеробства. Це складне питання неможливо вирішити без захисту рослин від шкідливих об'єктів, у тому числі хвороб. Зерновим колосовим культурам суттєву шкоду завдають понад двадцять хвороб [15, 109]. Недобір урожаю зерна від хвороб може становити 12-30, а в роки епіфітотії – до 50 % і більше [19, 32, 87, 95, 108, 149]. Негативний вплив хвороб багатобічно і по-різному проявляється залежно від способів розповсюдження, джерел зараження, фази розвитку культури і погодних умов [73, 75]. Існує думка, що поширення і шкідливість хвороб пов'язані, насамперед, із погодними умовами, які склалися [94]. Відмічено також, що навіть у посушливих умовах різкі перепади температур в денні й нічні часи провокують поширення багатьох хвороб: септоріозу, гельмінтоспоріозу, фузаріозу колосу та інших [29]. Для ефективної боротьби з хворобами необхідно враховувати не тільки погодні умови, фази розвитку

культур, але й володіти чіткою інформацією про етіологію захворювання та біологію збудників [178].

Борошниста роса (збудник – сумчастий гриб *Erysiphe graminis* (DC). Джерелом інфекції є рослинні рештки. Відомо, що зараження рослин можливе в широких температурних межах від +3 до +30°C (оптимальна – +14-17 °C) при вологості повітря 50-100 %. Інкубаційний період хвороби триває залежно від погодних умов – 3-12 днів. Ураження рослин хворобою відбувалося в період осіннього кушіння культур. Інтенсивніше вона розвивалася на загущених посівах та ранніх строках сівби. Спочатку на листі з'являються матові плями, потім утворюється білий павутиноподібний наліт. Пізніше наліт ущільнюється, утворюючи ватоподібні подушечки [144].

Бура листовка іржа (збудник – дводомний гриб *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* Rob. et. Desm) – домінуюча серед іржастих хвороб зернових культур. Основні джерела інфекції – уражені бурюю іржею посіви зернових, насамперед пшениці, та ряд бур'янів, зокрема пирій повзучий, від яких восени спочатку уражується падалиця, а потім посіви озимих. Ураження рослин відбувається від +3 до +31 °C (оптимальна – +15-25 °C) при наявності краплинної вологи. Інкубаційний період розвитку хвороби триває від 5 до 18 діб [168].

Септоріоз (збудники – *Phaeosphaeria avenaria* O. Eriksson f. sp. *triticea* Shoemaker & C.E. Babc (анаморфа: *Stagonospora avenae* f. sp. *triticea* Bissett) і *Phaeosphaeria nodorum* Hedjaroude (анаморфа: *Stagonospora nodorum* Casellani & E. G. Germano).). Джерелом інфекції є рослинні рештки, сходи падалиці, заражені листки, дикорослі злакові трави. Температурні межі розвитку збудників – від +5 до +30 °C (оптимальна – +20-25°C), відносна вологість повітря в межах 100 %. Септоріоз є найбільш поширеною хворобою озимих зернових в осінній період [20, 152].

У зернових колосових культур відомі три типи плямистості листя, або гельмінтоспоріози: темно-бура, сітчаста і смугаста. За роки спостережень гельмінтоспоріози проявились на посівах озимої пшениці у вигляді темно-бурої, на посівах озимого ячменю – темно-бурої і особливо сітчастої

плямистості. Темно-бура плямистість (збудник – гриб *Bipolaris sorokiniana* Shoem (анаморфа *Cochliobolus sativus*). Джерело інфекції – рослинні рештки, заражене насіння. Гриб розвивається при температурі від +6 °C до +40 °C (оптимальна – +22-26°C) та відносної вологості повітря 95-98 %. Хвороба уражувала сходи і дорослі рослини [8]. На корінцях, колеоптилях і сім'ядольних листках проявлялась у вигляді повздовжніх темних плям – рисок. На листках спочатку з'являлись жовто-бурі, злегка витягнуті плями, на яких пізніше утворювався оливково-бурий наліт (конідіальне спороношення). В осінній період вегетації хворобою було охоплено 5-10 % площ озимини, де було уражено 10-17 % рослин. У фазу виходу в трубку ураженість рослин складала 6-15 % за розвитку 2-5 %. Максимального розвитку хвороба досягала в фазу молочної стиглості зерна, коли нею було охоплено 20-40 % площ озимих, уражено 15-25 % рослин за розвитку 4-15 % [8, 16].

Сітчаста плямистість ячменю (збудник – гриб *Pyrenophora teres* Shoem). Джерело інфекції – заражене насіння і рослинні рештки. Хвороба проявлялась, починаючи з фази осіннього кущіння. Симптоми з'являлись на листках у вигляді бурих овальних плям із блідо-жовтою облямівкою, з повздовжніми й поперечними рисками, які утворювали сітчастий малюнок. У фазу осіннього кущіння ячменю озимого хвороба була виявлена на 10-15 % обстежених площ, де уразила 7-12 % рослин за розвитком 2-3 %. У фазу виходу в трубку хворобою було охоплено 10-40 % площ, 12-18 % рослин за розвитком 2-5 %. У період цвітіння наливу зерна – 30-60 % площ, 25-60 % рослин за розвитку 5-15 % [5].

Кореневі гнилі. Залежно від збудників розрізняють звичайну, фузаріозну, церкоспорельозну і офіобольозну гнилі. У роки спостережень домінувала звичайна або гельмінтоспоріозна коренева гниль (збудник – гриб *Bipolaris sorokiniana* Shoem). Джерелами інфекції є заражене насіння, пожнивні залишки, ґрунт. Симптоми захворювання у фазу сходів пшениці озимої проявлялись у вигляді темно-бурих штрихів на колеоптилі й перших листках, побуріння проростків. У фазі виходу в трубку на обгортках нижніх листків й основі стебла

з'являлись бурі плями. Спостерігалось побуріння вузла кушіння. Зустрічалася також фузаріозна коренева гниль (збудник – гриби роду *Fusarium* Link: *Fusarium culmorum* Sacc, *Fusarium graminearum* Shwabe, та ін.). Джерелом інфекції є заражене насіння, рослинні рештки і ґрунт. Також, як і звичайна, фузаріозна гниль викликала ураження підземної частини рослин. Спочатку на первинних і вторинних коренях з'являлись буро-коричневі смуги, які пізніше зростались і зливались [85].

Попередження втрат урожаю від хвороб неможливо без використання інтегрованої системи захисту рослин, яке базується на раціональному поєднанні організаційно-господарських, агротехнічних, імунологічних, хімічних та інших заходів: дотримання сівозмін; вибір кращих попередників: чорні і зайняті пари, багаторічні трави, зернобобові, кукурудза на зелений корм, гречка; дотримання технологій обробітку ґрунту, що забезпечить сприятливий водний режим для рослин, знищення бур'янів – резерваторів хвороб; збалансоване внесення мінеральних добрив; використання сортів, стійких до хвороб; уникнення ранніх строків сівби; дотримання рекомендованих норм висіву залежно від попередника. Основним методом захисту зернових озимих культур поки що залишається хімічний метод: обов'язкове протруєння насіння, обприскування посівів фунгіцидами (при розвитку хвороби вище ЕПШ) [44, 82].

У польових умовах проводили оцінку за зимостійкістю, тривалістю вегетаційного періоду, стійкістю проти вилягання та до основних листових хвороб – борошнистої роси (*Blumeria (Erysiphe) graminis* (DC) Speer f. sp. *hordei* Em. Marchal), смугастої (*Drechslera graminea* Ito), темно-бурої (*Cochliobolus sativus*.), сітчастої (*Drechslera teres* Ito) плямистостей та карликової іржі (*Puccinia hordei* Otth.). У результаті всебічної оцінки диференційовано селекційні лінії за цінними господарськими і селекційними ознаками – продуктивністю, адаптивністю, зимостійкістю та пов'язаними з нею фізіолого-біохімічними ознаками, стійкістю до п'яти листових хвороб та стійкістю проти вилягання. Виділено лінії з різним рівнем прояву названих ознак.

Селекційні лінії, що виділені за низкою позитивних ознак, але в той же час потребують поліпшення за однією чи кількома іншими, можуть бути використані як генетична основа для створення нового селекційного матеріалу із залученням до схрещувань джерел необхідних ознак. Виділені селекційні лінії Паллідум 4816 (Luxor / Миронівський 87), Паллідум 4857 (Основа / Миронівський 87), Паллідум 4659 (Erfa / Радикал // Кромоз), які мали найбільш оптимальне співвідношення продуктивності, параметрів пластичності і стабільності у поєднанні зі стійкістю та помірною стійкістю до комплексу хвороб і вилягання [25].

Дослідження останніх 13 років виявили значно вищий ступінь ураження посівів ячменю озимого збудниками листових хвороб: борошнистої роси (*Blumeria (Erysiphe) graminis* (DC) *Speer f. sp. hordei* Em. Marchal), смугастої (*Drechslera graminea* Ito), темно-бурої (*Cochliobolus sativus*), сітчастої плямистостей (*Drechslera teres* Ito) та карликової іржі (*Puccinia hordei* Otth.), порівняно з ячменем ярим. За узагальненими даними, при значному ураженні, недобір врожаю від ураження кожною з цих хвороб може сягати 20-40 % і вище [107, 115, 117].

Сильний розвиток збудників листових хвороб на посівах ячменю озимого, а також мінливість погодних умов та інших чинників не завжди гарантують високу ефективність фунгіцидного захисту. До того ж ураження групою плямистостей листя досить складно компенсувати, оскільки вони при значному поширенні, призводять до швидкого відмирання листової поверхні. Тому, стійкість до даних біотичних чинників обов'язково повинна бути врахована в селекційних програмах ячменю озимого у Степу України. Миронівський інститут пшениць ім. В.М. Ремесла НААН з світового генофонду виділив генетичні джерела стійкості до названих хвороб, що використовуються на сьогодні для створення стійкого вихідного матеріалу [130].

Наведені результати польових досліджень (2020-2022 рр.) в умовах селекційно-насінницької сівозміни лабораторії селекції зернових та кормових культур та в лабораторії захисту рослин Інституту сільського господарства

Карпатського регіону НААН з вивчення стійкості сортозразків ячменю озимого, свідчать, що виділено сортозразки з високим індексом стійкості проти окремих хвороб та з індексом комплексної стійкості. Встановлено, що високий індекс стійкості (1,09) до збудника смугастої плямистості проявили такі сортозразки як: Достойний (UKR), KVS Scala (DEU), Дев'ятий вал (UKR), Буревій (UKR), Трудівник (UKR), Паладін миронівський (UKR), Жерар (UKR), Camanehe (FRA), Action (DEU), Scarpia (DEU), Naomie (DEU), Highlight (DEU), Cartel (FRA), Maybrit (DEU). Високий індекс стійкості до збудника карликової іржі (1,09) був у сортозразків: Достойний (UKR), KVS Scala (DEU), Основа (UKR), Зимовий (UKR), Loreley (DEU); Дев'ятий вал (UKR), Буревій (UKR), Трудівник (UKR), N 1195/73 (DEU), N 234 (FRA), Asorbia (FRA), Glanan (FRA), Altesse (FRA), Action (DEU); Naomie (DEU), Cartel (FRA). За трирічний період досліджень виділено сортозразки з високим індексом комплексної стійкості до смугастої плямистості та карликової іржі, а саме: Достойний (UKR), KVS Scala (DEU), Loreley (DEU), Дев'ятий вал (UKR), Трудівник (UKR), Cartel (FRA), Action (DEU) [26].

1.3 Селекція на імунітет сортів ячменю озимого в умовах зміни клімату

Збільшення виробництва зерна є одним із найважливіших напрямів розвитку агровиробництва України. Зернові культури в Україні займають понад 15 млн га ріллі (50 %) у структурі посівних площ [7, 9, 67].

Колекції зародкової плазми, таких селекційних центрів, як Інститут генетики рослин і досліджень сільськогосподарських рослин імені Лейбніца (ІПК, Німеччина), Ресурсний центр ячменю та диких рослин Окаямського університету (Японія), Міжнародний центр сільськогосподарських досліджень у посушливих районах (ICARDA) та Сполучені Штати Національна колекція дрібного зерна Міністерства сільського господарства (USDA-NSGC, США) є чудовим джерелом генетичного різноманіття. Остання, містить 29870

екземплярів ячменю, включаючи сорти, лінії селекції, зразки диких родичів і генетичну базу з більш ніж 100 країн [69], і була детально охарактеризована за низкою утилітарних ознак [112, 120, 156]. Ці колекції та інші, подібні до них, є багатим джерелом зародкової плазми для пошуку нових алелів для стійкості до хвороб [118, 134] посухостійкості [172, 185] холодостійкості, врожайності [153, 173, 179] та інших важливих ознак. Одним із конкретних прикладів ефективного використання колекції USDA-NSGC є інтрогресійна стійкість до пшеничної попелиці (*Diuraphis noxia*). Сорт «Burton» був створений із стійкістю до RWA, наданим PI 366450 з Афганістану [159]. У випадку з колекцією Університету Окаяма, її використання послужило визначенню донорів алелів, що надають стійкість до вірусу жовтої мозаїки ячменю [113].

Дослідження загальногеномних асоціацій і загальногеномне прогнозування широко використовуються для прискорення генетичного отримання та визначення стійких до захворювань рослин. Досліджували 1317 ліній ячменю з комерційної програми розведення, що були генотиповані і фенотиповані за останні роки. У ячменю виявлено гени асоційовані зі стійкістю до борошнистої роси та рамуляріозу, також знайдені гени стійкості зв'язані з ознаками врожайності [7, 161].

Вирощування зернових культур ускладнюються рядом чинників, серед яких одне з перших місць посідає погіршення фітосанітарного стану. Навіть мінімальне ураження хворобами приводить до великих загальних втрат урожаю та погіршення якості вирощеної продукції [1, 126, 167].

У сучасному виробництві зерна ячменю озимого, не втрачає актуальності проблема захисту посівів від хвороб і її вирішення потребує значних зусиль та коштів [23, 83, 176]. Потреба світового ринку в екологічно чистій сільськогосподарській продукції, зумовлює тенденції до скорочення застосування хімічних засобів захисту рослин від патогенних організмів [30]. Тому, в більшості країн світу підвищення стійкості проти хвороб є одним з головних завдань селекції [10, 86].

Ячмінь (*Hordeum vulgare* L.) – культура великих потенційних можливостей. Втрати валового збору зерна щороку становлять близько 25–30 %. Значною перешкодою на шляху отримання високих врожаїв ячменю є прогресуюче розповсюдження та висока шкідливість хвороб рослин [7, 12, 13, 61].

Елементи зовнішнього середовища діють у комплексі на урожай, ріст і розвиток рослин та ступінь ураження збудниками хвороб. Навіть тимчасова зміна одного метеорологічного параметра призводить до мінливості інших [17, 139, 147, 177]. Генотипова стійкість рослин до хвороб, є одним із засобів протидії фітопатогенам і є найбільш економічно вигідним та екологічно безпечним методом захисту від хвороб рослин [23, 60, 63].

Відбір та впровадження у виробництво стійких сортів агрокультур, є одним із радикальних способів у боротьбі із захворюваннями [11, 31, 123].

Культивування таких сортів сприяє зниженню ураженості рослин хворобами, підвищенню врожаю та його якості [39, 58, 146].

Відділом селекції та насінництва ячменю СГІ–НЦНС створено низку конкурентоспроможних сортів, здатних давати сталі врожаї за роками і зонами України, ячменю озимого – Достойний, Дев'ятий вал, Снігова королева тощо, ячменю ярого – Вакула, Аватар, Сталкер. Результати екологічного і державного сортовипробування свідчать, про доцільність впровадження ранньої та середньостиглої груп сортів в аспекті зміни клімату не лише в степовій, а й у лісостеповій зонах України [7, 99].

За сучасної культури землеробства в Україні сорти ячменю реалізують продуктивний потенціал на 25–30 %. виправити ситуацію можливо лише за жорсткого дотримання технологій вирощування [48].

Найбільш реальним і доступним напрямом біологізації інтегрованих систем захисту агрокультур від шкочинних організмів, є раціональне використання стійких проти хвороб сортів. Це дозволяє оптимально вирішити захист врожаю ячменю і охорону навколишнього середовища [49]. Вирощування зернових культур ускладнюється цілою низкою чинників, серед

яких на одному з перших місць – погіршення фітосанітарного стану посівів [90]. Одним із основних елементів збільшення урожайності зернових культур є селекція екологічно пластичних, стійких проти збудників хвороб сортів. Успіх селекційної роботи у створенні стійких сортів, визначається використанням перевірених в умовах регіону джерел і донорів стійкості сільськогосподарських культур до збудників основних хвороб [23]. Сорт з комплексною стійкістю проти хвороб, може дати приріст урожайності в 1-1,5 т/га без застосування засобів захисту у порівнянні з сортами, які уражуються збудниками хвороб [76].

Зміна сценаріїв виробництва внаслідок нестабільних кліматичних умов є складним завданням для стабілізації врожайності. Глибше та більш практичне дослідження генетичних ресурсів рослин є необхідним, якщо ці активи потрібно ефективно використовувати для розробки покращених сортів. Загалом, існуючі сорти та потенційні сорти мають вузьку генетичну базу, що робить їх чутливими до наслідків нових та різноманітних абіотичних та біотичних стресів, які можуть знизити врожайність та якість. Розгортання геномних технологій і деталізованих процедур статистичного аналізу, спричинило кардинальні зміни в характеристиці вихідного матеріалу, що дало доступ до цілеспрямованого використання генетичного різноманіття культурних рослин, включаючи ячмінь. Для ідентифікації генетичних варіантів, які призводять до цільових фенотипів, можна використовувати різні стратегії картографування, і цим засобом можна визначати координати в еталонних геномах.

Таким чином, нові гени та/або нові алелі у відомих локусах, присутніх у диких предків, екземплярів зародкової плазми, наземних рас і неадаптованих інтродукцій, можуть бути локалізовані та спрямовані на інтрогресію та впровадження стійкості до смугастої та стеблової іржі з неадаптованої зародкової плазми [91].

Селекція на імунітет значно складніша, ніж селекція на інші ознаки, адже селекціонер має справу як мінімум з двома генетичними системами – рослина-

живитель і патоген, взаємовідносини між якими не завжди стабільні і їх характер змінюється як у просторі, так і в часі. Завдання ще більше ускладнюється, якщо селекція ведеться на імунітет щодо кількох шкідливих організмів, оскільки в одному генотипі важко поєднати різні типи стійкості, особливо, якщо за їх контроль відповідають механізми, що взаємно виключаються. Стійкий сорт повинен характеризуватися також господарсько-цінними ознаками, інакше його не буде занесено до Державного реєстру сортів [135].

Дослідженнями Гудзенка В.М. встановлено, що кількісні і якісні втрати врожаю ячменю від хвороб є суттєвими, а тому стійкість до шкідливих організмів повинна постійно враховуватись в селекційних програмах по створенню нових сортів ячменю [23]. Це свідчить, про необхідність пошуку джерел та донорів стійкості до основних хвороб зі світової колекції ячменю. В умовах Миронівського інституту пшениці ім. В.М. Ремесла НААН виділено ряд зразків різного еколого-географічного походження, що характеризуються стійкістю до основних листових хвороб. Включення даних зразків до селекційних програм сприятиме підвищенню адаптивного потенціалу створюваних сортів. Стійкістю до трьох хвороб в умовах правобережного Лісостепу України характеризуються: Незабудка, Галатея, Європрестиж (Україна); Бурштан (Білорусія); Ebson, Malz (Чехія); Eunova, Secura (Австрія); Josefín, Pewter (Франція); LP 115303, Bojos, Cristallia, Madeira, Landora, Ria, (Німеччина); Nansy (Швеція); Sebeco 0572, Dominique (Нідерланди) та ін. [7, 36].

Сучасні технології селекційного процесу такої важливої агрокультури, як ячмінь озимий, допомагають створити нові сорти, вирощування яких дасть змогу отримувати найбільший врожай при відносно невеликих економічних затратах. Одним із факторів, які негативно впливають на показники врожайності, є вплив шкідливих патогенів. Створення і впровадження у виробництво стійких сортів цієї культури до дії різних захворювань (з ознакою комплексної стійкості) – першочергове завдання для селекціонерів і генетиків.

Нові сорти ячменю озимого, мають високу екологічну пластичність і здатні забезпечувати стабільну за роками урожайність. Фактором, що обмежує максимальний валовий збір зерна, а також призводить до погіршення його якості, є значне пошкодження цієї культури хворобами. Уже стало очевидним, що використання стійких сортів – важливий природоохоронний фактор, що забезпечує істотне зниження енергетичних витрат на виробництво рослинницької продукції. У зв'язку з цим, перед селекціонерами й фітопатологами постає потреба створення сортів, які в одному генотипі поєднують ознаки продуктивності та хворобостійкості [28, 84].

Агровиробництво України на фоні погіршення екологічної ситуації має високу чутливість до гідротермічних коливань, притаманних сучасним кліматичним флуктуаціям. Тому, важливою є адаптація галузі рослинництва до цих змін клімату. Зміна факторів навколишнього середовища вимагає добору сортів і гібридів із високою екологічною адаптивністю, що дасть змогу поліпшити якість рослинної продукції. Стабільність врожайності сортів сільськогосподарських культур, зокрема, ячменю озимого, за глобальних кліматичних змін не менш важлива, ніж їхній високий генетичний потенціал продуктивності. Проблема адаптації, завжди буде займати основне місце в селекції, а також у практиці сільськогосподарського виробництва. Адаптивна технологія та селекція має на меті створення макросистем культурних рослин, максимально спрямованих на конкретний біокліматичний потенціал і біотичні фактори [116, 121, 127]. Розбіжності, що виникають між потенційною продуктивністю і реальним урожаєм зерна, викликають потребу в більш глибокому вивченні та розвитку теорії і практики селекції, орієнтованої на адаптивність [183].

У зв'язку зі змінами клімату, система адаптивного рослинництва стає складовою природного виробництва. Замість інтенсивних сортів на поля мають прийти адаптивні сорти, які характеризуються високою екологічною пластичністю, скоростиглістю, конкурентоспроможністю, щодо бур'янів і стійкістю до шкідників та хвороб, високою врожайністю, ценотичною

сумісністю [57, 111]. Розрізняють широку екологічну адаптивність, пов'язану зі здатністю формувати відносно стабільний урожай у географічно різних екологічних умовах. Іншим типом є вузька адаптація – здатність сорту стабільно забезпечувати врожайність у певних екологічних умовах. Добір сортів і гібридів із високою екологічною адаптивністю дає змогу суттєво зменшити залежність агроценозів сільськогосподарських культур від нерегульованих факторів навколишнього середовища й поліпшити якість рослинницької продукції. В Україні почастишали випадки виникнення екстремальних погодних умов на різних етапах органогенезу рослин, що негативно впливає на кількість і якість одержаної продукції. Аналіз кліматичних факторів виявляє стрімкі зміни погодних умов із значними коливаннями температури й кількості опадів, а найбільшими ризиками нестабільності сільськогосподарського виробництва є інтенсивність, тривалість та поширення посух [137, 145, 186].

Одним із основних критеріїв цінності нових сортів є його екологічна стійкість, а основним питанням адаптації є встановлення взаємодії генотипу і середовища як частини фенотипової варіації. Ступенем відповідності між генотипом і середовищем є норма реакції на умови вирощування, яка визначається адаптивними властивостями сортів [22].

Таким чином, після аналізу літературних джерел та інформації, отриманої з електронних баз знань, можна дійти висновку, що на даний час проблеми хвороби ячменю озимого є одним з основних чинників, що дестабілізують виробництво агропродукції. Масове збільшення питомої ваги зернових культур у сівоzmінах, порушення агротехніки та висока забур'яненість ускладнюють фітосанітарний стан посівів. Окремі види фітопатогенів із малопоширених перейшли в розряд особливо небезпечних, а викликані ними хвороби набули епіфітотійного розвитку.

Вирішенню цих питань, були присвячені польові й лабораторні дослідження, результати яких відображено в дисертаційній роботі.

Висновки до розділу 1

1. Ячмінь озимий є достатньо важливою зерновою культурою, яка широко представлена у різних регіонах України. Високий потенціал продуктивності та пластичність ячменю, робить його неодмінним компонентом у структурі польових культур за сучасної системи землеробства в господарствах степової зони. Цьому, також сприяє наявність вітчизняних сортів різного типу розвитку та господарських характеристик, що пристосовані до умов різних агро-кліматичних зон.

2. Ячмінь озимий є найпродуктивнішою зерновою культурою, яка за дотримання високого рівня агротехніки вирощування має генетичний потенціал урожайності 10 т/га зерна і більше. Проте одним із неконтрольованих чинників, що значною мірою визначає появу грибних захворювань на рослинах ячменю озимого, є погодні умови. Через глобальне потепління рослинам ячменю озимого характерне подовження періоду осінньої вегетації, що сприяє інтенсивному розвитку сітчастої та темно-бурої плямистостей, борошнистої роси. Так, кожного року в агроценозах ячменю озимого збільшується фітопатогенне навантаження збудників різних грибних хвороб, які за сприятливих погодних умов без застосування ефективних засобів захисту можуть призводити до зниження продуктивності культури на 30-40 %.

3. Селекціонери створюють конкурентоспроможні сорти ячменю озимого, що здатні давати сталі врожаї за роками і зонами України. Результати екологічного і державного сортовипробування свідчать, про наявність значного сортименту ячменю з різними показниками адаптованості до агроекологічних регіонів України. Проте, основною перешкодою до реалізації генотипового потенціалу урожайності є ураженість рослин фітопатогенами. Для реалізації сортового потенціалу в конкретних агроекологічних умовах, необхідно проводити дослідження з визначення стійкості перспективних сортів ячменю озимого до грибних захворювань, а також удосконалювати адаптивні технології вирощування ячменю озимого з оптимізацією засобів захисту.

РОЗДІЛ 2

МІСЦЕ, УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Місце та умови проведення досліджень

Полеві дослідження проводились на полях СК «Еліта» Ізмаїльського району Одеської області. Лабораторні досліді по визначенню, ідентифікації патогенів, встановленню вмісту хлорофілу і якості зерна проводили у науково-дослідній лабораторії фітопатології ОДАУ та в лабораторії Інституту фізіології НАН України.

Степові ґрунти України, мають високу потенційну родючість. За відношенням вірогідної родючості, до оптимального забезпечення ресурсами та родючості еталонного ґрунту (чорнозему слаболужного) для чорноземів – це відношення становить 0,96-1,00, а для темно-каштанових ґрунтів – 0,86. Проте, у виробничій практиці, навіть за високого рівня агротехніки, це відношення часто складає відповідно 0,56-0,63 і 0,53-0,56, зменшуючись у цих межах із заходу на південний схід степової зони. Переважаючи у Степу чорноземи всіх підтипів і темно-каштанові ґрунти, мають високу загальну пористість, що свідчить про їх високу волого- й повітряну ємкість. Проте, на дерново-підзолистих ґрунтах і на солонцях пористість значно нижча (в межах 38-42 % і 40-46 % від щільності складення відповідно). Показники аерації ґрунтів степової зони високі – від 33,1 % до 43,3 %, за винятком середньосолонцюватих і солонців, на яких вона знижена (від 27,4 % до 31,0 %). Нормальна аерація спостерігається у випадках, коли при зволоженні до найменшої вологоємкості залишаються вільними 20-40 % пор, проте не менше, ніж 15-20 %. Ґрунтоутворювальними породами в Степу є лесоподібні, алювіальні, озерні, солонцеві, делювіальні, пролювіальні відклади [62].

Рослинність степової зони, що переважно складається з багаторічних сухолюбних видів трав, таких як ковили, кореневищні злаки, дводольні

рослини і ефемери, відіграє важливу роль у формуванні ґрунтового покриву [21, 100].

В цій зоні, ґрунтові процеси протягом тривалого часу визначалися особливостями накопичення та розкладу органічної маси степової рослинності. Більше 75 % річного надходження 25-30 т/га органічної маси, складається з відмерлих коренів, що накопичується у верхніх шарах ґрунту. Завдяки короткому циклу розвитку трав'яних рослин, кругообіг мінеральних речовин під їх покривом значно більший порівняно з лісовими територіями [45].

Чорноземи звичайні та чорноземи південні, є найпоширенішими ґрунтами у степовій зоні, займаючи відповідно 66,3 % і 20,2 % сільськогосподарських угідь. Зокрема, чорноземи південні є характерними для Причорноморської низовини на схід від Дністра і займають 3322 тис. га, або 91,2 % від їх загальної площі. У цих ґрунтах присутня диференціація профілю, з щільним горизонтом, який збагачений на мулисту гранулометричну фракцію. Виразність цього горизонту зростає з півночі на південь [71]. Вміст гумусу в ґрунтах залежить від їх географічного положення та гранулометричного складу. У важкосуглинкових чорноземах вміст гумусу коливається від 3,0 % до 3,5 %. Серед південних чорноземів, важкосуглинкові ґрунти переважають на 86,1%. Ці ґрунти мають добру мікроструктуру, тому що мікроагрегати з фракціями більше 0,01 мм становлять більшість (78-90 %). В південних чорноземах менше гумусу і відносно менша родючість, порівняно зі звичайними чорноземами, що пояснюється меншою кількістю органічного матеріалу та лужною реакцією (рН 7,6-7,9). Загальний вміст азоту становить 0,1-0,2 %, фосфору – 0,1-0,15 %, у тому числі рухомого від 40 до 120 мг/кг, обмінного калію – 3-12 мг/кг ґрунту [62].

Дослідне поле СК «Еліта» Ізмаїльського району Одеської області розташоване на чорноземах південних малогумусних, які є типовими зональними ґрунтами в даній області. Глибина гумусового горизонту становить 50-55 см, а орний шар ґрунту має товщину 25 см та наступні агрохімічні характеристики: вміст гумусу за Тюрнім складає 2,95 %, сума ввібраних

основ – 301-342 мг/кг ґрунту, вміст легкогідролізованого азоту – 113-138 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору за Чириковим – 114-131 мг/кг ґрунту, обмінного калію за Чириковим – 101-111 мг/га ґрунту, рН складає 7,8.

Сума температур вище 10°C змінюється в межах від 2800 до 3000 °C. Річна кількість опадів збільшується в напрямку з південного сходу на північний захід до 390-460 мм. Середня температура повітря за липень коливається в межах від 24 до 27°C на півдні-сході, а максимальна температура повітря досягає 37-39°C. Тривалість безморозного періоду становить 170-180 днів на рік, причому північніші частини району характеризуються меншим безморозним періодом.

За багаторічними даними Ізмаїльської агрометеостанції 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.

Погодні умови 2020 року в СК «Еліта» Ізмаїльського району Одеської області, характеризувались дефіцитом вологи в ґрунті на посівах ячменю озимого, це було пов'язано з підвищеним температурним режимом, суховіями та катастрофічним зменшенням кількості атмосферних опадів. Аномально тепла погода у зимовий період, яка сприяла прискоренню строків проходження ростових процесів озимих культур, змінилася на прохолодну погоду без опадів, але з нічними заморозками до мінус 5-8°C. За таких умов, запаси продуктивної вологи зменшились у 2-3 рази, що викликало припинення ростових процесів на посівах районованих сортів: Снігова королева, Дев'ятий вал, Валькірія, Луран. Надалі тепла погода в листопаді і грудні сприяла вегетації рослин, а перше припинення вегетації відбулось при зниженні температури повітря до -4...-6°C в період з 27-29 грудня 2020 року.

Умови весняного 2021 року та початку літнього періоду для розвитку рослин та формування врожаю ячменю озимого, були більш сприятливими. У березні випало 124 % місячної норми. Перехід середньодобової температури повітря через $+10^{\circ}\text{C}$ в бік підвищення відбувся 29 квітня, що на два тижні пізніше багаторічних даних. Загалом температурний режим весни 2021 р. був прохолоднішим, ніж зазвичай, і за цей період випало 168 % норми. Березень та травень 2021 року, характеризувався прохолодною погодою з середньомісячною температурою $+4$, $+9^{\circ}\text{C}$ з частими невеликими дощами у кількості 3,0-4,0 мм, що сприяло додатковому весняному кущенню рослин, яке на 80-85 % реалізувало продуктивну кущистість. Рідкісним явищем для степової зони склались погодні умови травня та червня місяця, які були вологими (21-56 мм) з перевищенням норми на 34-104 %. Температурний режим в ці місяці, мав відхилення в бік більш низьких температур на $1,0$ - $2,3^{\circ}\text{C}$ від норми.

Такі погодні умови, в період літньої вегетації сприяли формуванню елементів продуктивності рослин, а також були сприятливими для розвитку збудників борошнистої роси, септоріозу, сітчастого гельмінтоспоріозу та ринхоспоріозу. Крім цього, високе зволоження ґрунту сприяло розвитку практично всіх видів бур'яну.

Осінь 2021 року, була теплою з середньою температурою $11,7^{\circ}\text{C}$, що на $1,1^{\circ}\text{C}$ вище кліматичної норми, максимальна температура у вересні сягала $32,8$, мінімальна $22,1^{\circ}\text{C}$, максимальна температура в жовтні сягала $24,3^{\circ}\text{C}$, мінімальна – $17,0^{\circ}\text{C}$. Кількість опадів, за осінній період, сягала 135,4 мм, з відхиленням від середньо багаторічної норми в осінній період на 21,6 мм. Не зважаючи, на високі коливання в температурі та невелику кількість опадів, вдалося одержати дружні сходи. В зиму ячмінь ввійшов в оптимальну фазу розвитку.

Весна 2022 року була прохолодна з різким підвищенням середньої температури в травні до $16,2^{\circ}\text{C}$ порівняно з березнем ($4,7^{\circ}\text{C}$) та квітнем ($9,5^{\circ}\text{C}$). Показники були більші за середньобагаторічні, проте відрізнялися

дефіцитом опадів, кількість яких протягом травня-червня були нижчі на 15-30 % за норму. Кінець травня та початок червня мав зниженням температури на 1,5-1,8°C проти середньобагаторічної. Літній період 2022 року для розвитку рослин був жарким та посушливим, але найбільш високі температури та мала кількість опадів, не суттєво вплинуло на формування якісних показників ячменю озимого. Ступінь розвиток основних збудників хвороб мала зниження в порівнянні з попереднім роком.

Осінь 2022 року характеризувалась переважно теплою погодою з незначною кількістю опадів, але це не завадило отриманню вчасно дружніх сходів озимого ячменю. Середня температура за сезон становила 14,2°C, що було на 3,5°C вище норми. Всього за осінній сезон випало 61,2 мм опадів. В зиму озимий ячмінь перейшов в оптимальному стані.

Умови 2023 року були найтеплішими з усіх досліджуваних. Середньорічна температура повітря становила 10,7°C, що було на 3,7°C більше, ніж середньобагаторічний показник. Особливістю року було те, що жодного місяця середньомісячна температура повітря не опускалась нижче 0 °C. Найхолоднішим був лютий з середньомісячною температурою 0,4 °C.

Весна 2023 року була складною, зі збільшенням у першій декаді квітня суми опадів відповідно у 1,5 рази, становила – 138 мм. Це призвело до перезволоження ґрунту із запізненням початку весняно-польових робіт. Травень характеризувався середньою температурою 14,1 °C та сумою опадів 43,2 мм. Враховуючи, що опадів у травні загалом випало тільки 25 % від норми, то візуально спостерігали, що посушливі умови пригнічували ріст і розвиток рослин. Щодо температурного режиму повітря у червні, то показник середньодобової температури становив 21,6 °C та опадів – 87,9 мм, що було дещо вище (на 1,8 °C) від середнього багаторічного значення відповідно.

Осінній дефіцит опадів 2023 року та підвищений температурний режим, який розпочався у вересні обумовив ускладнення підготовки ґрунту та накопичення вологи перед сівбою озимого ячменю. Весняно-літній період

вегетації був спекотливим, з нерівномірним розподілом опадів, надходження яких за період березень-травень становило близько 139,0 мм.

У весняний період 2024 року, випала найбільша кількість продуктивних опадів у другій декаді квітня. Саме вони позитивно вплинули на ріст і розвиток рослин та забезпечили формування і наростання листостеблової маси. Метеорологічні умови літнього періоду вегетації, були більш засушливими і спекотними, опадів взагалі не було. Значно коливався і температурний режим повітря. Середньомісячна температура повітря протягом усього літнього періоду перевищувала значення середньобагаторічних показників на 0,7-4,5°C.

Аналіз метеорологічних умов 2020-2024 вегетаційних років засвідчив їх контрастність, як за температурним режимом, так і розподілом опадів, що сприяло всебічній оцінці сортів ячменю озимого за стійкістю до хвороб та елементами структури врожайності.

2.2. Методика досліджень

Облік хвороб ячменю озимого і дослідження особливостей їх розвитку здійснювали на сортах Снігова королева, Дев'ятий вал, Валькірія, Луран в умовах СК «Еліта» Ізмаїльського району Одеської області. У фази кущіння, виходу в трубку, цвітіння та молочно-воскової стиглості здійснювали обліки хвороб за загальноприйнятими методикам [65, 74]. За шкалою ВВСН, проводили визначення стадій розвитку рослин ячменю озимого [166]. На кожній дослідженій ділянці, в чотириразовій повторності обліковували 100 рослин (10 рослин в 10 місцях). Ступінь розвитку хвороби, встановлювали за відсотками площі, зайнятої плямами, за шестибальною шкалою.

Обліки проводили за шкалою Пересипкіна і Коваленка [68]:

0 – симптоми відсутні;

1 – уражено до 10 % листкової поверхні;

2 – уражено від 11 до 25 % листкової поверхні;

3 – уражено від 26 % до 50 % листкової поверхні;

4 – уражено від 51 % до 75 % листкової поверхні;

5 – уражено більше 75 %.

Поширення хвороби, або частоту виявлення уражених рослин, розраховували за формулою:

$$P = \frac{a \cdot 100}{A} \quad (2.1)$$

де P – поширеність, %;

A – загальна кількість рослин в пробі, шт.;

a – кількість уражених рослин в пробі, шт.

Для визначення розвитку хвороби, або ступеня ураження, використовували формулу:

$$P_x = \frac{\sum (a \cdot b) \cdot 100}{A \cdot K}, \quad (2.2)$$

де P_x – розвиток хвороби, %;

a – число рослин з однаковими ознаками ураження;

b – відповідний цим ознакам бал ураження;

Σab – сума добутку числових показників ab ;

A – число рослин в пробі;

K – вищий бал облікової шкали.

Результати обстежень оброблялись методами варіаційної статистики.

Визначення мікофлори зерна ячменю озимого. Для ідентифікації видового складу патогенів, що уражували зерно ячменю озимого на полях СК «Еліта» Ізмаїльського району Одеської області, були відібрані зразки зерна 2021, 2022, 2023 років сортів Снігова королева, Дев'ятий вал, Валькірія, Луран.

У лабораторних умовах шляхом проведення фітопатологічного аналізу зерна, визначали рівень інфікованості грибами за ДСТУ 4138-2002 [64]. Встановлення видового складу грибів роду *Fusarium*, здійснювали за загальноприйнятими методиками [2, 64, 110]. Для дослідження ізолятів грибів роду *Alternaria* Nees використовували наукові праці Е. Сіммонса [169, 170].

На початку дослідження видового складу патогенів, зразки зерна ячменю озимого промивали на протязі двох годин проточною водою. Поверхневу стерилізацію матеріалу, здійснювали шляхом занурення зерна в 70 %-ний спирт на 1-2 секунди. Пізніше зразки зерна промивали дистильованою водою та просушували між листками фільтрувального паперу і розміщували у чашках Петрі. Такий досліджуваний матеріал витримували в термостаті при температурі 26°C протягом 7 днів. Спостереження за ростом міцелію збудників та ідентифікацію проводили при огляді під бінокуляром. У більшості випадків відбівалось визначення виду патогенів, а також виділяли з міцелію чисту культуру, що пересівали на середовища: картопляно-глюкозний агар (КГА), середовище Чапека, картопляно-морквяне середовище [6].

Для одержання інтенсивного спороношення ізолятів *Fusarium*, крім вказаного живильного середовища, застосовували селективне середовище, запропоноване Ніренбергом. До його складу входять: 0,4 г глюкози, 1 г KNO₃, 1 г KH₂PO₄, 0,5 г MgSO₄·7 H₂O, 0,5 г KCl, 1 л дистильованої води та 20 г агару [160].

Огляд ізолятів проводили на 7-10-й день, при цьому визначаючи наявність чи відсутність мікроконідій та враховували морфолого-культуральні ознаки (забарвлення міцелію та строми, характер росту колонії тощо).

При відсутності типового спороношення, використовували метод мікрокультури. На внутрішню сторону кришки стерильної чашки Петрі, наносили ряди крапель рідкого середовища Чапека об'ємом 0,1-0,2 мл на відстані 2 см один від одного, при цьому дно чашки покривали двома шарами фільтрувального паперу і зволожували 2-3 мл стерильної води. Частинками міцелію гриба при застосуванні посівної голки, інокулювали середовище. Такі культури, витримували в термостаті при температурі 26-28°C, де через 48-72 години спостерігали типове спороношення *Fusarium spp.*

Ідентифікацію патогенів, здійснювали при мікроскопічному дослідженні з урахуванням морфологічних особливостей їх мікро- і макроконідій, наявності або відсутності хламідоспор.

Мікроскопічне дослідження патогенів проводили за допомогою мікроскопа NIKON OPTIPHOT-2, а для фотографування використовували мікрофотонасадку і фотоапарат «NIKON FX 35 DX».

Оцінка ураження сортів ячменю озимого хворобами листя. Дослідження проводились протягом 2021-2023 років на сортах Снігова королева, Дев'ятий вал, Валькірія, Луран в умовах СК «Еліта» Ізмаїльського району Одеської області. Для оцінки ступеня ураження хворобами використовували максимальні значення розвитку хвороб протягом вегетаційного періоду. Обліки проводили за загальноприйнятими методиками.

Снігова королева. Ячмінь звичайний альтернативний (*Hordeum vulgare* L.) (озима група використання). Оригінатор: Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення (СГІ-НЦНС). Апробаційні ознаки. Різновид *pallidum*. Колос шестирядний, середньої довжини (6-8 см). не щільний (11-12 члеників на 4 см колосового стрижня) не ламкий, прямокутної форми, з повільним переходом у верхній частині в ромбічну, солом'яно-жовтий. Ості довгі, жовті, слабо зазубрені, мало розлогі, тонкі еластичні. Колоскова луска тонка, вузька без опушення. Квіткова луска зморшкувата. Нервація виражена слабо, слабо зазубрені, перехід в ость поступовий. Основна щетина зерна повстяна. Кущ напіврозлогий. Висота рослини 90-95 см. Основні характеристики: Зерно середнього розміру, жовте, видовженої форми. Маса 1000 зерен 44 г. Високоінтенсивний, з потенційною врожайністю за роки сортовипробування в СГІ-НЦНС на рівні 9-10 т/га. Зимо-, морозостійкість високі (7-8 балів), на рівні стандарту сорту Гідний. Посухостійкість на рівні (6-7 балів). Короткостебельний (90-95 см). Стійкий до вилягання (8-9 балів). Стійкість до борошнистої роси і смугастого гельмінтоспоріозу (7-8 балів). Носій генетичної стійкості до сажкових захворювань, середньостиглий [52].

Дев'ятий вал. Ячмінь звичайний альтернативний (*Hordeum vulgare* L.) (озима група використання). Оригінатор: Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення (СГІ – НЦНС).

Апробаційні ознаки. Різновид *pallidum*. Колос шестирядний, середньої довжини (8-9 см). Середньощільний (11-12 члеників на 4 см колосового стрижня), неламкий, прямокутної форми з переходом у верхній частині в ромбічну, солом'яно-жовтий. Ості довгі слабо зазубрені, трохи розлогі, тонкі, еластичні, жовті. Колоскова луска тонка, вузька, без опушення. Квіткова луска зморшкувата, нервація добре виявлена, нерви зазубрені, перехід в ость поступовий. Кущ напіврозлогий. Лист не опушений, проміжний, зелений, зі слабким восковим нальотом під час кушіння. Висота рослин 110-117 см. Зерно велике, як для ячменю озимого, жовте, видовженої форми. Маса 1000 зерен 47-49 г. Основні характеристики: сорт – дворучка з підвищеною адаптивністю до умов південних регіонів України. Можливість висіву в лютневі вікна. Добре кущиться за пізніх сходів восени і ранньою весною. Середня урожайність в конкурсному сортовипробуванні інституту за 3 роки склала 10,5 т/га, що на 0,6 т/га вище сорту Достойний. Посухостійкий (8 балів). Стійкий до вилягання (8 балів). Зимо-, морозостійкість 7 балів. Стійкість до борошнистої роси, чорної і кам'яної сажок доволі висока (9 балів), успадкована від донора СІ 13664 та Джау Кабутак. Скоростиглий [4, 40].

Валькірія. Ячмінь звичайний альтернативний (*Hordeum vulgare* L.) (озима група використання). Оригінатор: Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення (СГІ-НЦНС). Апробаційні ознаки. Різновидність – *pallidum*. Колос шестирядний, середньої довжини 7-8 см, середньої щільності (11-12 члеників на 4 см колосового стрижня), неламкий, солом'яно-жовтий, циліндричної форми з переходом у верхній частині у ромбічну. Ості довгі, зазубрені, трохи розлогі, еластичні, жовті. Колоскова луска тонка, вузька, без опушення. Квіткова луска зморшкувата, нервація достатньо виявлена, перехід у ость поступовий. Основна щетинка зерна має коротке опушення. Кущ напівпрямостоячий. Лист неопушений, проміжний, зелений, зі слабким восковим нальотом під час кушіння. Зернівка середня, жовта, видовженої форми. Маса 1000 зерен – 37,8-39,5 г. Основні характеристики: Урожайність сорту 4,65-6,36 т/га. Тривалість

періоду вегетації складає 249-265 діб. Висота рослини – 69,5-77,3 см. Стійкість до вилягання 8,3-8,8 балів. Стійкість до обсіпання 8,8-9,0 балів. Стійкість до посухи 8,3-8,7 балів. Стійкість до борошнистої роси 8,5-9,0 балів. Стійкість до бурі іржі 8,0-9,0 балів. Стійкість до гельмінтоспориозу 6,6-7,2 балів. Стійкість до сажки 9,0 балів. Вміст білка – 10,5-11,9 % [3, 41].

Луран. Оригігатор: Заатен-Унион. Різновид *pallidum*. Шестирядний сорт ячменю озимого. Апробаційні ознаки: висота рослин 75 см. Колос шестирядний (9-10 см), щільний, неламкий, прямокутної форми, з повільним переходом у верхній частині в ромбічну солом'яно-жовту. Маса 1000 насінин 45-53,0 г. Вміст білка у зерні – 12,0-13,5 %. Висота рослин 75 см. Основні характеристики: Вегетаційний період 267 днів. Норма висіву 2,8-3,2 млн/га. Врожайність 8,0 т/га. Зимостійкість висока. Посухостійкість висока. Стійкість до вилягання та хвороб висока [3, 42].

Визначення впливу сучасних фунгіцидів на вміст хлорофілу в листі ячменю озимого. Експериментальні дослідження проводили в умовах *in vivo*, протягом 2021-2023 рр. на листках рослин районованих сортів ячменю озимого, після застосування сучасних фунгіцидів: Адексар СЕ Плюс. К.е. – 0,5 л/га; Елатус Ріа, 385 к.е. – 0,6 л/га; Аскра Хпро, к.е. – 1,25 л/га. Визначення вмісту хлорофілу здійснювали за допомогою портативного приладу N-тестер, який призначений для визначення рівня азотного живлення рослин зернових культур. Вимірювання проводилось в період вегетації ячменю озимого двічі – через 15 днів після використання фунгіцидних обробок, згідно інструкції.

Визначення вмісту хлорофілу в листках ячменю озимого приладом «N-тестер», проводили безпосередньо на 30-х повністю розвинених листках рослин. Вимірювання повторювали, доки на дисплеї не з'явиться «N=30», якщо вимірювані величини сильно відхиляються, вони автоматично зникали. Дублювання проводились, стільки часу, доки не появлялась середня величина умовних одиниць хлорофілу.

Скринінг фунгіцидів за допомогою пробіт-аналізу. Для визначення токсичності фунгіцидів для збудника *Pyrenophora teres* використовували метод пророщування конідій в краплині розчину препарату на предметному склі.

Токсикологічну оцінку фунгіцидів Адексар СЕ Плюс, к.е. (41,6 г/л епоксиконазол + 66,6 г/л піраклостробін + 41,6 г/л флуксапіроксад); Елатус Ріа, 385 к.е. (88,33 г/л солатенол + 66,67 г/л ципроконазол + 208,33 г/л пропіконазол); Аскра Хрго, к.е. (65,0 г/л біксафен + 65,0 г/л флуопірам + 130,0 г/л протіоконазол) проводили в лабораторних умовах. Моноспорові ізоляти *Pyrenophora teres* вирощували на середовищі Чапека за оптимальних температур 18-22⁰ С. Суспензію конідій готували за 30 хв до початку досліджень. Концентрація конідій становила 30-50 тис. в 1 мл. Цей метод, передбачає пророщування спор фітопатогенних грибів у вологій камері на предметних скельцях, в краплі постійного об'єму з різними градієнтами концентрацій хімічних речовин. Градієнт концентрацій створювали за допомогою послідовних розведень (0,5; 0,1; 0,01; 0,001; 0,0001).

Для створення постійного об'єму крапель випробуваних речовин, на предметних скельцях розмічали олівцем по склу квадрати зі стороною 1 см, після чого наносили на кожен квадрат одного предметного скла мікропіпеткою 0,1 мл аналізованої речовини. Дослідження проводили в 4-х кратній повторності, використовували 5 серійних розведень. На кожен квадрат наносили 0,1 мл спорової суспензії, після чого підготовлені предметні скельця вміщали в вологу камеру, в чашку Петрі на дно вміщували 2 кружки фільтрувального паперу та залишали на 4-6 годин за температури 19-22⁰ С. Обліки проводили при малому збільшенні мікроскопа (x16), підраховуючи в 10 місцях кожної краплини кількість пророслих чи непророслих конідій. На кожному повторенні враховували 100 конідій [43].

За допомогою формули Еббота порівнювали експериментальні дані до контролю:

$$T = \frac{T_K - T_O}{T_K} \cdot 100, \quad (2.3)$$

де, Т – відсоток пророслих конідій щодо контролю,

То – відсоток пророслих конідій в досліді,

Тк – відсоток пророслих конідій в контролі.

Визначення токсичності фунгіцидів проводили методом пробіт-аналізу за показниками гальмування росту ЕД₅₀ та ЕД₉₅. Статистичну обробку експериментальних даних здійснювали за методом дисперсійного аналізу [79, 80].

Оцінка технічної та господарської ефективності сучасних фунгіцидів. В лабораторних умовах визначали енергію проростання і схожість насіння озимого ячменю за ГОСТ 10968-79. Дослід закладався в 4-х повторностях, по 100 насінин в кожній, енергію проростання аналізували на 4-й день, схожість на – 7-й день [90].

Дослідження в польових умовах, проводили на дослідних ділянках розміром 50 м² в чотириразовій повторності, спосіб розміщення – рендомізований.

Ефективність застосування фунгіцидів вивчали в природних умовах СК «Еліта» Ізмаїльського району Одеської області на ячмені озимому сортів: Снігова королева, Дев'ятий вал, Валькірія, Луран. Для дослідження були використані такі сучасні фунгіциди: Адексар СЕ Плюс. К.е. – 0,5 л/га; Елатус Ріа, 385 к.е. – 0,6 л/га; Аскра Хпро, к.е. – 1,25 л/га.

Адексар® СЕ Плюс. Виробник: BASF. Препаративна форма: концентрат, що емульгується (КЕ). Діючі речовини: 41,6 г/л Епоксиконазол, 66,6 г/л Піраклостробін, 41,6 г/л Ксеміум® (флуксапіроксад). Розподіл у рослині: системний, контактний та трансламінарний. Забезпечує AgCelence®-ефекти: стимулювання процесів фотосинтезу та нітрогеназної активності посівів, підвищення стійкості до стресових умов [101].

Елатус Ріа 358 к.е. Виробник: ТОВ «Сингента». Вміст діючої речовини: 83,33 г/л Солатенол™, 66,67 г/л Ципроконазол, 208,33 г/л Пропіконазол. Хімічна група Карбоксиміди, Триазоли. Діюча група: Солатенол™, Ципроконазол, Пропіконазол. Клас токсичності: III.

Головні переваги препарату: 50 діб ефективної захисної дії; висока захисна, лікувальна, викорінювальна і профілактична дії проти широкого спектра хвороб листя; Елатус™ Ріа діє навіть там, де не потрапив при обприскуванні; забезпечує тривале збереження функції фотосинтезу рослин [102].

Аскра Хpro, к.е. Виробник: Bayer. Діюча речовина: біксафен, 65 г/л + флуопірам, 65 г/л + протіоконазол, 130 г/л. Препаративна форма: концентрат, що емульгується. Механізм дії: Аскра® Хpro інноваційний фунгіцид нового покоління для контролю цілого комплексу хвороб ячменю та пшениці. До складу фунгіциду входять дві діючі речовини біксафен та флуопірам які належать до класу SDHI (інгібітор сукцинатдегідрогенази), та протіоконазол з класу азолів. Завдяки механізмам дії – інгібування біксафеном функції мітохондрій в ланцюжку транспорту електронів в процесі дихання за рахунок пригнічення ферменту сукцинатдегідрогенази, інгібування протіоконазолом диметилази, ферменту, який відповідає за біосинтез стеролів, що у свою порушує цілісність клітинних стінок грибів-патогенів та призводить до загибелі останніх, а флуопірамом зупиняє функцію мітохондріального дихання в клітинах патогену (комплекс II), відбувається потужний профілактичний та лікувальний контроль грибів-патогенів. Як наслідок відмічається і позитивний вплив на фізіологічний стан рослин, вони стають зеленішими з краще розвинутою листовою масою, потужнішою кореневою системою [103].

Технічну ефективність фунгіцидів визначали за формулою:

$$E = \frac{(a - b)}{a} \times 100, \quad (2.4)$$

де E – технічна ефективність, %;

a – розвиток хвороби в контролі, %;

b – розвиток хвороби в досліді, %.

Урожай зерна визначали поділяючно з 1 м², масу 1000 зерен. Проби в чотириразовій повторності відбирали з відмірних ділянок (100 x 100 см), зрізали і складали у марлевий мішечок для підсушування та обмолоту. Після обмолоту зважували [104]. Збережений урожай визначали за формулою:

$$Y = \frac{(b - a)}{b} \times 100, \quad (2.5)$$

де Y – збережений урожай, %;

a – урожай з m^2 на контролі;

b – урожай з m^2 на обробленій ділянці.

Статистичну обробку експериментальних даних здійснювали методом дисперсійного аналізу.

Визначення економічної ефективності фунгіцидів. За оцінки показників економічної ефективності застосування сучасних хімічних засобів захисту ячменю озимого від хвороб листя використані показники умовно-чистого прибутку й рентабельності.

Умовно чистий прибуток розраховували за формулою:

$$\Pi = B_y - \Sigma B_d, \quad (2.6)$$

де B_y – вартість збереженого врожаю, грн./га;

ΣB_d – сума додаткових витрат (включаючи вартість препарату, витрати, пов'язані із його застосуванням, витрати на збирання, перевезення та доочищення додаткового врожаю), грн./га.

Вартість збереженого врожаю розраховувалась таким чином:

$$B_y = U_v \cdot C_v - U_k \cdot C_k, \quad (2.7)$$

де U_v – урожайність зерна у дослідному варіанті, т/га;

U_k – урожайність зерна у контрольному варіанті, т/га;

C_v – ціна на зерно у дослідному варіанті, грн./т;

C_k – ціна на зерно у контрольному варіанті, грн./т;

Рентабельність розраховували за формулою:

$$P = \frac{\Pi}{\Sigma B_d} \times 100, \quad (2.8)$$

де Π – умовно-чистий прибуток, грн./га;

ΣB_d – сума додаткових витрат, грн./га.

Висновки до розділу 2

1. За роки досліджень (2020-2024 рр.) природно-кліматичні умови регіону мали певні відмінності з тенденцією до переважання позитивних температур. Середні температури та кількість опадів залежно від року досліджень дещо варіювала, щодо середньобагаторічних показників. Не зважаючи, на таку мінливість природнокліматичних умов, закладення та проведення дослідів щодо інокуляції рослин патогеном *Fusarium* spp, *Helminthosporium* spp, *Alternaria* spp, *Cladosporium herbarum*, *Penicillium* spp., розвитку збудників та оцінки рівня стійкості матеріалу, було здійснено вчасно.

2. В дослідях було використано різноманітний, за еколого-географічним та генетичним походженням, матеріал: Снігова королева – ячмінь звичайний альтернативний (*Hordeum vulgare* L.) (озима група використання). Оригінатор: СГІ – НЦНС. Різновид pallidum. Дев'ятий вал – ячмінь звичайний альтернативний (*Hordeum vulgare* L.) (озима група використання). Оригінатор: СГІ – НЦНС. Різновид pallidum. Валькірія – ячмінь звичайний альтернативний (*Hordeum vulgare* L.) (озима група використання). Оригінатор: СГІ – НЦНС. Різновидність – pallidum. Луран – шестирядний сорт озимого ячменю. Оригінатор: Заатен-Унион. Різновид pallidum. У дослідях вивчали препарати: Адексар СЕ Плюс; Елатус Ріа, 358 к.е.; Аскра Хрго, к.е.

3. Польові та лабораторні дослідження, були виконані згідно з загально прийнятими методиками, що в свою чергу, забезпечило якісне проведення дослідів та отримання статистично-достовірних результатів.

РОЗДІЛ 3

РОЗВИТОК ОСНОВНИХ ХВОРОБ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО

За останні десять років, на всій території України спостерігаються зміни температурного режиму, відмічається вплив до підвищення теплозабезпечення вегетаційного періоду багатьох культур, в т.ч. і ячменю озимого. Такі зміни, впливають на розвиток збудників хвороб та їх співвідношення у фітопатocenозі цієї культури. Збільшується ураження посівів хворобами листя: борошнистою россою, септоріозом, сітчастим гельмінтоспоріозом, ринхоспоріозом та іншими хворобами.

Метою наших досліджень, було вивчення фітосанітарного стану посівів ячменю озимого, провести діагностику та динаміку розвитку найбільш поширених збудників хвороб в умовах СК «Еліта» Ізмаїльського району Одеської області 2021-2024 рр.

Нами встановлено, що в роки дослідження щорічно на посівах спостерігались такі хвороби на ячмені озимому: борошниста роса (*Blumeria graminis* (DC)), септоріоз листя (*Septoria hordei*), сітчастий гельмінтоспоріоз (*Pyrenophora teres*) та ринхоспоріоз (*Rhynchosporium graminicola*).

Борошниста роса (*Blumeria graminis*) з'являлася на рослинах щорічно починаючи з фази кущіння і до виходу в трубку (табл.3.1). Симптоми хвороби відмічалися на листках, листових піхвах та стеблах, у вигляді павутиноподібного міцелію гриба, який пізніше ущільнювався і набував борошнистого складу. В кінці вегетації утворювалися ватоподібні подушечки жовто-сірого кольору, пізніше на яких утворювалися дрібні чорні клейстотеції.

Таблиця 3.1

**Динаміка розвитку хвороб на ячмені озимому в умовах
(СК «Еліта» Ізмаїльського району Одеської області 2021-2023 рр.)**

Сорт	Фаза культури	Розвиток хвороби, %											
		борошниста роса			септоріоз			сітчастий гельмінтоспоріоз			ринхоспоріоз		
		2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023
Снігова королева	Кущіння	3,5	3,9	1,5	1,5	0,9	1,5	2,5	1,5	0,5	2,5	0,5	0,2
	Вихід в трубку	5,0	2,5	2,0	3,5	1,5	2,5	5,2	3,3	1,2	4,0	2,5	1,5
	Цвітіння	1,1	0,8	0,5	5,7	3,0	4,0	12,5	4,2	2,5	3,5	2,0	0,5
	Молочно-воскова стиглість	0,0	0,0	0,0	10,0	5,5	4,5	16,0	5,0	3,0	1,5	0,0	0,0
Дев'ятий вал	Кущіння	4,5	2,5	2,2	1,7	0,8	1,2	2,7	1,7	0,7	2,4	0,6	0,3
	Вихід в трубку	5,0	2,0	2,7	3,0	1,4	2,0	5,0	2,0	2,9	4,5	2,4	1,7
	Цвітіння	1,5	1,5	0,5	6,0	3,5	3,0	10,6	3,2	3,5	3,5	1,7	0,4
	Молочно-воскова стиглість	0,2	0,0	0,0	10,5	5,2	3,5	14,8	4,5	4,0	1,0	0,0	0,0
Валькірія	Кущіння	3,0	2,7	1,7	1,7	1,2	1,6	3,0	1,6	0,8	2,6	0,8	0,5
	Вихід в трубку	5,5	1,0	2,2	3,5	2,0	2,2	5,5	3,2	2,5	4,7	2,8	1,8
	Цвітіння	1,2	0,5	0,5	6,0	3,5	3,5	11,4	4,0	3,0	4,0	1,4	0,3
	Молочно-воскова стиглість	0,0	0,0	0,0	12,5	5,0	4,7	17,5	5,0	3,5	2,5	0,0	0,0
Луран	Кущіння	3,9	2,5	3,0	1,8	1,0	1,7	3,2	1,8	0,8	2,7	0,9	0,5
	Вихід в трубку	5,0	1,4	3,5	4,0	2,7	2,5	5,5	3,5	2,5	4,5	2,9	1,9
	Цвітіння	2,5	0,5	1,8	6,5	4,0	3,8	12,7	4,5	3,0	3,5	1,5	0,4
	Молочно-воскова стиглість	0,0	0,0	0,3	13,5	5,8	4,5	18,4	5,0	4,0	2,0	0,0	0,0
НІР ₀₅		1,2	0,8	1,1	5,7	2,4	2,7	6,7	2,3	1,7	1,2	0,6	0,3

Динаміка ураження збудником борошниста роса (*Blumeria graminis*) відмічалась кожного року, та залежала від погодних умов в період вегетації рослин. Так, у вологому 2021 році, відбувалось наростання ступеня ураження патогеном від кушіння до фази виходу в трубку. Максимальний розвиток зафіксований на сорті Валькірія і становив 5,5 %. На інших сортах, ступінь ураження становив від 1,1 до 5,0 %.

При дослідженні 2022 року виявлено раннє інфікування рослин борошнистою россою. Розвиток хвороби у фазу кушіння на всіх сортах коливався від 2,5 % до 3,9 %. Посушливі кліматичні умови, що склались в подальший вегетаційний період, сприяли зниженню розвитку хвороби до 0,5-1,5 % у фазу цвітіння.

У 2023 р. спостерігалось незначне зростання розвитку хвороби від фази кушіння до виходу в трубку. Відмічений максимальний розвиток борошнистої роси на сорті Луран – 5,5 %. Найменший розвиток хвороби виявлено на сорті Снігова королева – 2,0 %.

У 2021 році поширення септоріозу (*Septoria hordei*), відбувалось протягом всього вегетаційного періоду. При цьому, ступінь розвитку хвороби поступово наростав від 2,7 до 13,5 %, за весь вегетаційний період. Швидкість наростання інфекції на районованих сортах відбувалась у фазу виходу в трубку та продовжувалась до молочно-воскової стиглості. Уражувались переважно листя, стебла та іноді колоскові лусочки, у вигляді плям світло-зеленого та жовто-бурого забарвлення. На уражених листках з обох боків утворювалися чорні пікніди – плодові тіла збудника хвороби. При ідентифікації патогена, нами виявлені пікніди діаметром 125-200 мкм, а також безбарвні пікноспори, які мали 3-5 поперечних перетинок, $25-35 \times 3,0-3,6$ мкм.

Умови 2022 та 2023 рр. були менш сприятливими для ураження рослин збудником хвороби і ступінь розвитку сягав від 0,8 до 5,8 %. Встановлено, що найбільш уражувались патогеном сорти Валькірія і Луран – 4,7 % та 4,5 % відповідно.

Вегетаційний період 2021 року сприяв ранньому ураженню рослин збудником сітчастої плямистості (*Pyrenophora teres*). Розвиток захворювання, у фазу кушіння на досліджених сортах коливався від 2,5 % до 3,2 %. Поширення патогена відбувалось протягом всього вегетаційного періоду. У фазу трубкування, розвиток хвороби поступово наростав на більшості сортах і становив від 5,0 % до 5,5 %. Максимальний розвиток хвороби, був відмічений на посівах в період молочно-воскової стиглості і становив від 14,8 до 18,4 %. За нашими спостереженнями, хвороба проявлялась з ознаками утворення на листках овальних бурих плям з світло-жовтою облямівкою, а також з повздовжніми та поперечними смугами, які утворювали сітчастий малюнок, яких найчастіше відмічали на першому листку проростка. Пізніше на поверхні листка з'являлась типова сітчаста пляма, коричневі штрихи утворювали на зеленому фоні рисунок сітки.

В період кущення ячменю озимого, такі плями виявлялися в основному на нижніх листках, на верхньому листі вони були поодинокі. Виявлено, що спороутворення збудника з'являлось, лише на некротизованій тканині рослин. При ідентифікації патогена, нами отримано конідії світло-оливкового кольору, циліндричної форми, розмір яких досягав $82-176 \times 15-22$ мкм із 3-8 перегородками, конідієносці були також темного кольору, циліндричні, багатоклітинні та зібрані в пучки.

Кліматичні умови 2022 та 2023 рр, були менш сприяливими для ураження збудником *Pyrenophora teres*. При цьому, розвиток хвороби за вегетаційний період поступово наростав від 0,5 % у фазу кушіння до 5,0 % в період молочно-воскової стиглості рослин.

Збудник *Rhynchosporium graminicola*, проявлявся також у всі роки дослідження, проте найвищий розвиток був у 2021 році. Нами виявлено на листках та листових піхвах, утворювалися плями сіро-зеленого кольору, що мали вигляд неправильної форми. Спочатку такі плями були майже водянистими, пізніше вони підсихали і в центральній частині ставали світлішими, по периферії яких зв'язувалася облямівка темно-бурого кольору.

Нами встановлено, що одночасно з плямами на нижній стороні листка появлялися подушечки білого кольору – конідіальне спороношення патогена. При випаданні дощу, такі плями набували сіро-голубого забарвлення, при спекотній погоді симптоми хвороби набували схожості, як при опіках листя. Серед уражених сортів, максимальний розвиток хвороби відмічався на сорті Валькірія (4,7 %). На інших сортах, цей показник коливався в межах 1,0-4,5 %.

При ідентифікації патогена, нами отримано міцелій збудника *Rhynchosporium graminicola* сіруватого кольору, конідії були безбарвні, двоклітинні, циліндрично-яйцеподібної форми, верхня клітина в яких зігнута, і мала вигляд дзьобика, а нижня навпаки – з загостренням внизу, розмір $12-20 \times 2,5-5,5$ мкм.

У вегетаційні періоди 2022-2023 рр. ступінь ураження рослин збудником *Rhynchosporium graminicola* був невисоким і становив в середньому від 0,5 % до 1,5 %. Найвищий ступінь розвитку хвороби досліджено на сортах Валькірія і Луран – 2,8-2,9 % відповідно.

Визначення видового складу збудників основних хвороб в зоні Степу України – *Blumeria graminis*, *Septoria hordei*, *Pyrenophora teres*, *Rhynchosporium graminicola* має важливе значення, оскільки лише чітка інформація про етіологію захворювань та біологію патогенів дасть змогу побудувати науково обґрунтовану систему захисту.

Висновки до розділу 3

1. Встановлено, що протягом 2021-2023 рр. всі посіви районованих сортів щорічно уражувались борошнистою росою, септоріозом, сітчастим гельмінтоспоріозом та облямівковою плямистістю.

2. Встановлено, що домінуючим збудником у посівах ячменю озимого в умовах СК «Еліта» Ізмаїльського району Одеської області є сітчастий

гельмінтоспоріоз (*Pyrenophora teres*) ступінь розвитку якого становив від 0,5 до 18,4 %, залежно від варіанту досліджу.

3. Визначено, що ступінь ураження збудником борошнистої роси (*Blumeria graminis*) відмічався кожного року, та залежав від погодних умов в період вегетації рослин ячменю. Так, у вологому 2021 році, відбувалось наростання ступеня ураження патогеном від кушіння до фази виходу в трубку. Максимальний розвиток був зафіксований на сорті Валькірія і становив 5,5 %. На інших сортах, ступінь ураження становив від 1,1-5,0 %. При обстеженнях 2022 року виявлено раннє інфікування рослин борошнистою россою. Розвиток хвороби у фазу кушіння на всіх сортах коливався від 2,5 % до 3,9 %. Посушливі кліматичні умови, сприяли зниженню розвитку хвороби до 0,5-1,5 % у фазу цвітіння. У 2023 р. спостерігалось незначне зростання розвитку хвороби від фази кушіння до виходу в трубку. Відмічений максимальний розвиток борошнистої роси на сорті Луран 5,5 %. Найменший розвиток хвороби виявлено на сорті Снігова королева 2,0 %.

4. У вегетаційні періоди 2022-2023 рр. ступінь ураження рослин збудником *Rhynchosporium graminicola* був невисоким і становив в середньому від 0,5 % до 1,5 %. Найвищий ступінь розвитку хвороби встановлено на сортах Валькірія і Луран – 2,8-2,9 % відповідно.

РОЗДІЛ 4

ІНФІКОВАНІСТЬ ЗЕРНА ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО ЗБУДНИКАМИ ГРИБНОЇ ЕТІОЛОГІЇ

4.1. Мікофлора зерна ячменю озимого

Складність сучасної екологічної ситуації в Україні, викликає необхідність досконалого вивчення якості продовольчого зерна ячменю озимого та продуктів його переробки. Одним з визначальних факторів, що впливають на показники якості зерна, є ураження його мікроорганізмами, зокрема збудниками грибною етіологією. Великої уваги, потребують партії зерна ячменю озимого, що використовуються для виготовлення дитячого харчування та продуктів швидкого приготування.

Для встановлення видового складу патогенів, що колонізували зерно зібраного в умовах СК «Еліта» Ізмаїльського району Одеської області, було відібрано зразки зерна 2021, 2022, 2023 рр. районуваних сортів: Снігова королева, Дев'ятий вал, Валькірія, Луран. Результати аналізування зразків на наявність внутрішньої інфекції наведені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1

Мікрофлора насіння ячменю озимого (СК «Еліта» Ізмаїльського району Одеської області 2021 р.)

Показник	Сорти			
	Снігова королева	Дев'ятий вал	Валькірія	Луран
Внутрішня інфекція, %	75,4	72,4	77,1	76,9
В т.ч.				
<i>Fusarium spp</i> , %	11,3	7,2	7,7	7,7
<i>Helminthosporium spp</i> , %	7,5	18,1	7,7	15,4
Бактеріальні хвороби, %	0,7	1,4	2,3	2,3
<i>Alternaria spp</i> , %	52,6	39,8	54,0	46,1
<i>Cladosporium herbarum</i> , %	2,3	5,1	3,1	3,8
<i>Penicillium spp</i> , %	0,8	0,4	1,5	1,2
Інші види, %	0,2	0,4	0,8	0,4

В результаті фітопатологічного аналізу зразків сортів, виявлено, що 2021 році рівень внутрішньої інфекції зерна був високим (в середньому по досліджуваних сортах – 75,5 %) в порівнянні з 2022 та 2023 рр. та (40,5 % та 38,5 % відповідно). Насамперед, це пояснюється погодними умовами, які негативно впливали на рослини в період вегетаційного вологого періоду 2021 р. [89].

Встановлено, що в усіх зразках сортів ячменю озимого 2021 року були виділені гриби роду *Fusarium spp.* Частота ізоляції – від 7,2 до 11,3 % (табл. 4.1), відповідно питома частка збудника в комплексі становила від 10,0 % до максимально 15,0 % (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

Структура комплексу фітопатогенів, виділених із насіння сортів ячменю озимого (СК «Еліта» Ізмаїльського району Одеської області 2021 р.)

Показники	Сорти			
	Снігова королева	Дев'ятий вал	Валькірія	Луран
<i>Fusarium spp</i> , %	15,0	10,0	10,0	10,0
<i>Helminthosporium spp</i> , %	10,0	25,0	10,0	20,0
Бактеріальні хвороби, %	0,8	2,0	3,0	3,0
<i>Alternaria spp</i> , %	70,0	55,0	70,0	60,0
<i>Cladosporium herbarum</i> , %	3,0	7,0	4,0	5,0
<i>Penicillium spp</i> , %	1,0	0,5	2,0	1,5
Інші види, %	0,2	0,5	1,0	0,5

Патогенами *Helminthosporium spp.* найбільш уражувалось зерно сорту Дев'ятий вал. В умовах 2021 року збудник ізолювали із 18,1 % насінин даного сорту, що були проаналізовані. Питома частка збудника становила максимально 25,0 %.

Домінуючим видом за вегетаційний період в патогенному комплексі були гриби роду *Alternaria spp*, ними було уражено від 39,8 % до 54,0 % насіння ячменю озимого, максимальний рівень ураження відмічали на сортах Снігова

королева та Валькірія. Встановлено, що грибами *Cladosporium herbarum* уражено було від 2,3 до 5,1% зерен ячменю озимого.

В умовах 2022 р. внутрішню інфекцію несли від 39,8 % до 41,5 % зерен ячменю озимого (табл. 4.3). Досліджено, що серед інфікованого зерна збудниками, домінуюче положення займав рід *Helminthosporium*. Його питома частка в комплексі збудників була в межах від 44,0 % до 48,0 %.

Таблиця 4.3

**Мікрофлора насіння ячменю озимого
(СК «Еліта» Ізмаїльського району Одеської області 2022 р.)**

Показник	Сорти			
	Снігова королева	Дев'ятий вал	Валькірія	Луран
Внутрішня інфекція, %	40,2	39,8	40,6	41,5
В т.ч.				
<i>Fusarium spp</i> , %	3,2	2,2	2,4	4,2
<i>Helminthosporium spp</i> , %	17,7	17,7	18,3	19,9
Бактеріальні хвороби, %	0,4	0,8	0,8	1,2
<i>Alternaria spp</i> , %	16,1	15,9	13,8	12,5
<i>Cladosporium herbarum</i> , %	2,0	1,8	4,1	2,9
<i>Penicillium spp</i> , %	0,4	0,6	0,4	0,6
Інші види, %	0,4	0,8	0,8	0,2

Значним відсотком зерно уражувалось *Alternaria spp.*, аналізовані показники знаходились на рівні 12,5-16,1%. Питома частка збудника в комплексі була 30,0-40,0 % (табл.4.4).

Нами досліджено, що зерно видами грибів роду *Fusarium spp.* колонізувалось від 2,2 до 4,2 % зерен. Питома частка даного роду в комплексі фітопатогенів, виділених із насіння становила від 5,0 % до 10,0 %.

Частота виявлення *Cladosporium herbarum* була вищою порівняно з попереднім роком, і становила від 1,8 до 4,1%, в той час як гриби роду *Penicillium* зустрічались рідше – 0,4-0,6 % зерен відповідно. Питома частка

Cladosporium herbarum складала 4,5-10 %, а грибів *Penicillium spp.* була на низькому рівні і становила 1,0-1,5 %.

Таблиця 4.4

Структура комплексу фітопатогенів, виділених із насіння сортів ячменю озимого (СК «Еліта» Ізмаїльського району Одеської області 2022 р.)

Показники	Сорти			
	Снігова королева	Дев'ятий вал	Валькірія	Луран
<i>Fusarium spp.</i> , %	8,0	5,5	6,0	10,0
<i>Helminthosporium spp.</i> , %	44,0	44,5	45,0	48,0
Бактеріальні хвороби, %	1,0	2,0	2,0	3,0
<i>Alternaria spp.</i> , %	40,0	40,0	34,0	30,0
<i>Cladosporium herbarum</i> , %	5,0	4,5	10,0	7,0
<i>Penicillium spp.</i> , %	1,0	1,5	1,0	1,5
Інші види, %	1,0	2,0	2,0	0,5

Результати аналізів зразків зерна ячменю озимого 2023 р. показали рівень внутрішньої інфекції 35,2-42,4 % залежно від сорту (табл. 4.5). Найвищий показник був у сорту Дев'ятий Вал – 42,4 %.

У вегетаційний період 2023 р. збудниками з роду *Helminthosporium spp.*, ними було інфіковано від 15,3 до 19,6 % дослідженого зерна. Питома частка збудника в комплексі складала 44,0-50,0 % (табл. 4.6). Найбільш були уражені сорти Валькірія та Луран.

Значним відсотком зерно колонізоване було грибами *Alternaria spp.*, показники становили від 11,1 до 15,1 %. Частка збудника в комплексі мікрофлори насіння ячменю озимого була в межах 30,0-40,0 %.

Видами грибів роду *Fusarium spp.* зерно уражувалось від 1,9 до 3,1 %. При цьому його частка в комплексі була від 5,0 % до 8,0 %. Частота виявлення *Cladosporium herbarum* була на рівні 2,0-5,2 %, а його питома частка в

комплесі – 5,0-14,0 %. Відмічено збільшення у сортів Дев'ятий вал та Валькірія – 9,0 % та 14,0 % відповідно.

Таблиця 4.5

**Мікрофлора насіння ячменю озимого
(СК «Еліта» Ізмаїльського району Одеської області 2023 р.)**

Показник	Сорти			
	Снігова королева	Дев'ятий вал	Валькірія	Луран
Внутрішня інфекція, %	35,2	42,4	37,1	39,3
В т.ч.				
<i>Fusarium spp</i> , %	2,5	2,1	1,9	3,1
<i>Helminthosporium spp</i> , %	15,3	19,1	17,4	19,6
Бактеріальні хвороби, %	0,4	0,8	0,4	1,2
<i>Alternaria spp</i> , %	14,1	15,1	11,1	12,6
<i>Cladosporium herbarum</i> , %	2,1	3,8	5,2	2,0
<i>Penicillium spp</i> , %	0,4	0,8	0,4	0,6
Інші види, %	0,4	0,7	0,7	0,2

Таблиця 4.6

Структура комплексу фітопатогенів, виділених із насіння сортів ячменю озимого (СК «Еліта» Ізмаїльського району Одеської області 2023 р.)

Показники	Сорти			
	Снігова королева	Дев'ятий вал	Валькірія	Луран
<i>Fusarium spp</i> , %	7,0	5,0	5,0	8,0
<i>Helminthosporium spp</i> , %	44,0	45,0	47,0	50,0
Бактеріальні хвороби, %	1,0	2,0	1,0	3,0
<i>Alternaria spp</i> , %	40,0	35,5	30,0	32,0
<i>Cladosporium herbarum</i> , %	6,0	9,0	14,0	5,0
<i>Penicillium spp</i> , %	1,0	2,0	1,0	1,5
Інші види, %	1,0	1,5	2,0	0,5

Встановлено, що грибами *Penicillium spp*, уражено було від 0,4 до 0,7 % зерен ячменю озимого. Відповідно питома частка збудника була 0,5-2,0 %.

Таким чином, нами досліджено, що домінуючим видом в патогенному комплексі зерна ячменю озимого за 2021-2023 рр. були гриби роду *Alternaria spp*, питома частка за роки дослідження становила 49,1 % (рис. 4.1). Друге положення в колонізації займав вид *Helminthosporium spp.* – 31,5 %. Значним відсотком зерно уражувалось грибами роду *Fusarium spp.* – 8,7 %. Грибами *Cladosporium herbarum* уражено було 6,7 % зерен. Частка колонізації грибів *Penicillium spp.* була на низькому рівні і становила 1,3 %.

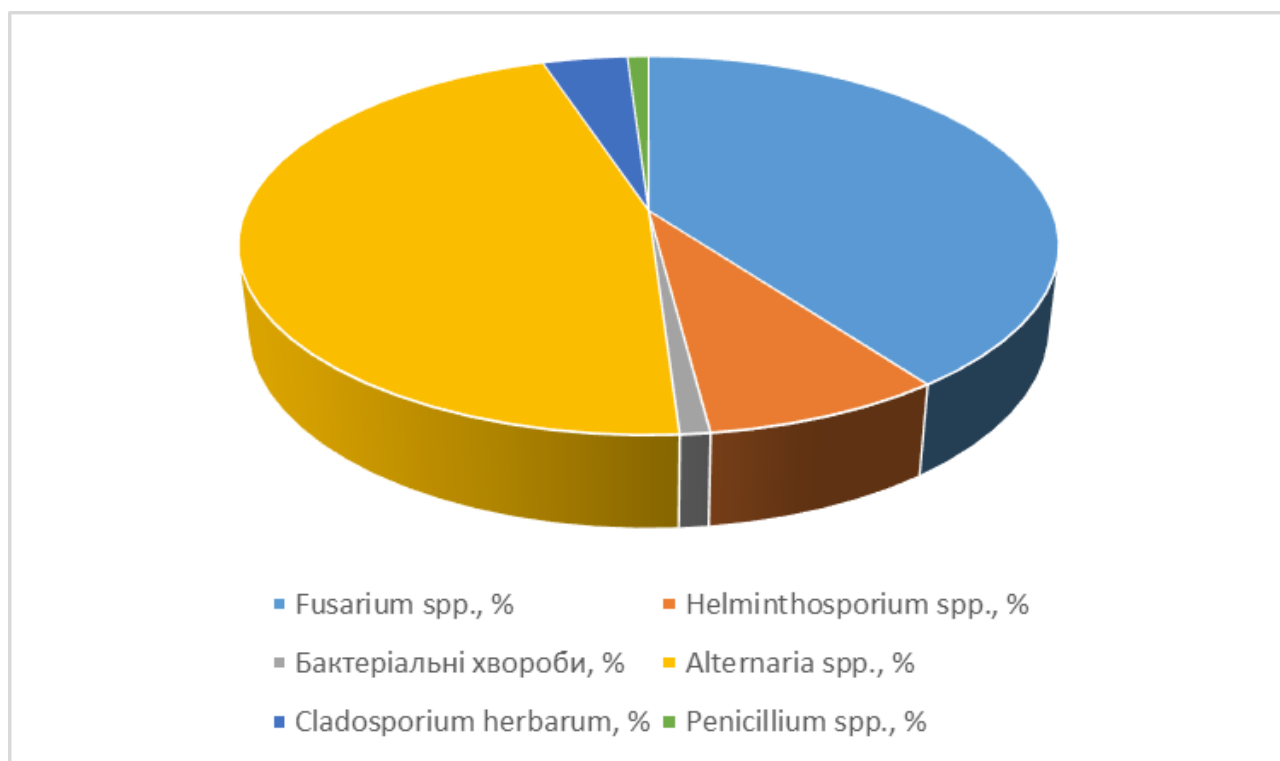


Рис. 4.1. Питома частка грибів у комплексі мікофлори ячменю озимого (середнє 2021-2023 рр.)

Результати наших досліджень свідчать, що в роки 2021-2023 рр. в СК «Еліта» Ізмаїльського району Одеської області рівень інфікованості зерна сортів ячменю озимого патогенними грибами був високим. Домінуючим збудником у комплексі мікофлори зерна районуваних сортів належало

патогенам роду *Alternaria spp* – 49,1 %, друге положення в колонізації займав вид *Helminthosporium spp.* – 31,5 %.

4.2. Патогени роду *Alternaria* Nees, ідентифіковані із зерна ячменю озимого

За даними українських вчених, гриби роду *Alternaria* займають домінуюче місце в мікофлорі зерна зернових колосових культур (майже до 75 %). Поширенню патогенів сприяють ряд факторів: 1) гриб легко може зберігатися у вигляді міцелію і конідій у насінні, рослинних рештках та ґрунті; 2) споруляція може проходити при різних температурних режимах від 5 до 30°C; 3) інкубаційний період при оптимальних умовах, може тривати менше ніж три дні.

Основними факторами, що сприяють збереженню конідій грибів роду *Alternaria* в зерні в період зберігання є низька вологість і помірна температура повітря. За таких умов, патогени можуть зберігати свою життєздатність на протязі декількох років.

Розповсюдженню збудників сприяють спекотна та суха погода, а епіфітотії альтернаріозного “чорного зародка” спостерігаються в роки з прохолодними вологими умовами в період досягання зерна озимого ячменю.

Морфолого-культуральні ознаки патогенів роду *Alternaria*, ми досліджували на картопляно-морквяному агарі (КМА). В процесі ідентифікації було враховано габітус споруляції моноспорових ізолятів, що дало змогу ідентифікувати їх як види: *A. infectoria*, *A. tenuissima*, *A. alternata*.

Частота ізоляції *A. infectoria* була домінуючою і становила майже 37,5 % уражених зерен ячменю озимого. Колонії були вкриті розвиненим повітряним міцелієм, безбарвного або сіруватого кольору (рис. 4.2). В центрі колонії на 7-10-й день культивування з’являлося спороношення, яке мало вигляд ланцюжків конідій з довгими вторинними конідієносцями, більшість культур формували

поодинокі конідії. Конідії завжди перебували в межах $40\text{--}45 \times 10$ мкм, розміри були незмінними.

Частота ізоляції *A.tenuissima* виділених із зразків зерна, була значно меншою (15,9 %), ізоляти формували колонії зональні з сірим або темно-сірим повітряним міцелієм (рис. 4.3).



Рис. 4.2. Морфолого-культуральні ознаки *A. infectoria*: а – аверс, б– конідії

Нами часто спостерігався слабкий ріст міцелію. При формуванні спороношення, мало місце нерозгалужених ланцюжків, що найчастіше складались з 7-10 конідій, пізніше така кількість збільшувалась і могла досягати 14-15 конідій. Пізніше з'являлись кілька розгалужень за рахунок вторинних конідієносців, що помітно з'являлися з різних боків дозрілих конідій патогена.

Незначна кількість патогенів виду *A. alternata* виділена із сортів ячменю озимого за роки дослідження становила найменше – 1,4 % (рис. 4.4). Ізоляти утворювали колонії зі слабким міцелієм темно-сірого кольору. Нами спостерігалось густе спороношення, що мало місце розгалужень коротких ланцюжків конідій збудників.



Рис. 4.3. Морфолого-культуральні ознаки *A. tenuissima*: а – аверс, б – конідії

Дослідження з виділенням збудників роду *Alternaria* відбувалося із значної частки проаналізованих зразків. В 2021 р. серед інфікованого зерна патогенами на сорті Снігова королева, ідентифіковано *A. infectoria* – 79,5 % (табл.4.7). В 2022 р. цей вид займав домінуюче положення і сягав – 85,4 %, в 2023 р. – 65,0 %. Значне місце в патогенному комплексі за роки дослідження мав вид *A. tenuissima* – 18,0 %, 11,9 та 33,5 % відповідно. В незначній ступені зерно сорту, було уражене збудником *A. alternata*, масова частка в патогенному комплексі якого складала – 2,1% , 2,0 % та 1,2 % відповідно.

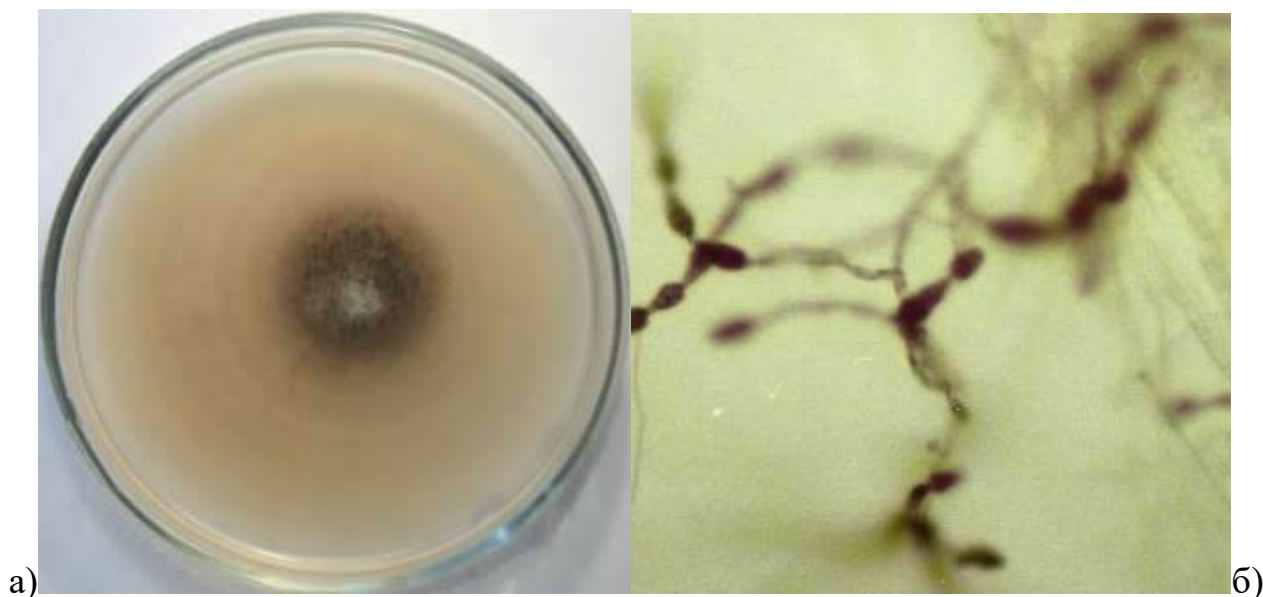


Рис. 4.4. Морфолого-культуральні ознаки *A.alternata*: а – аверс, б– конідії

Таблиця 4.7

**Співвідношення видів роду *Alternaria* на зерні ячменю озимого, %
(Одеська область, 2021-2023 рр.)**

Сорти	<i>A. infectoria</i>			<i>A. tenuissima</i>			<i>A. alternata</i>			Інші види		
	2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023
Снігова королева	79,5	85,4	65,0	18,0	11,9	33,5	2,1	2,0	1,2	0,4	0,7	0,3
Дев'ятий вал	77,3	80,1	62,2	20,8	18,2	36,2	1,4	1,2	1,0	0,5	0,5	0,6
Валькірія	68,3	83,4	55,8	29,6	14,9	42,3	1,5	1,3	1,7	0,6	0,4	0,2
Луран	66,5	84,5	56,8	31,8	14,2	42,4	1,1	1,0	0,5	0,6	0,3	0,3

Проаналізувавши зерно сорту Дев'ятий вал, нами виявлено, що зерно в 2021 році, найбільш уражувалось видом *A. infectoria* (77,3 %), в 2022-2023 рр. частка ідентифікованого збудника становила 80,1 та 62,2 % відповідно. За роки дослідження колонізація зерна *A. tenuissima* сягала – 20,8 %, 18,2 % та 36,2 % відповідно. Найменшу питому частку займав збудник *A. alternata* – 1,4 %, 1,2 та 1,0 % відповідно.

В 2021 та 2023 рр. зерно сорту Валькірія було уражене патогеном *A. infectoria* – 68,3 % та 55,8 %, проте в 2022 році масова часта збудника була домінуючою і становила – 83,4 %. Частота виявлення виду *A. tenuissima*, в роки проведення досліджень сягала показників – 29,6 %, 14,9 % та 42,3 % відповідно. Колонізація зерна *A. alternata*, була найменшою і в середньому становила від 1,3 % до 1,7 %.

Досліджуючи зразки сорту Луран, встановлено, що в 2021 р. зерно переважно було колонізоване патогенами *A. infectoria* (66,5 %). У 2022 р. цей збудник займав домінуюче положення і становив – 84,5 %. Відсоток інфікованого зерна патогеном *A. tenuissima* за роки дослідження в середньому сягала від 14,2 до 42,4 %. Масова частка збудника *A. alternata* виділеного із зразків зерна була незначною і становила в середньому – 0,9 %.

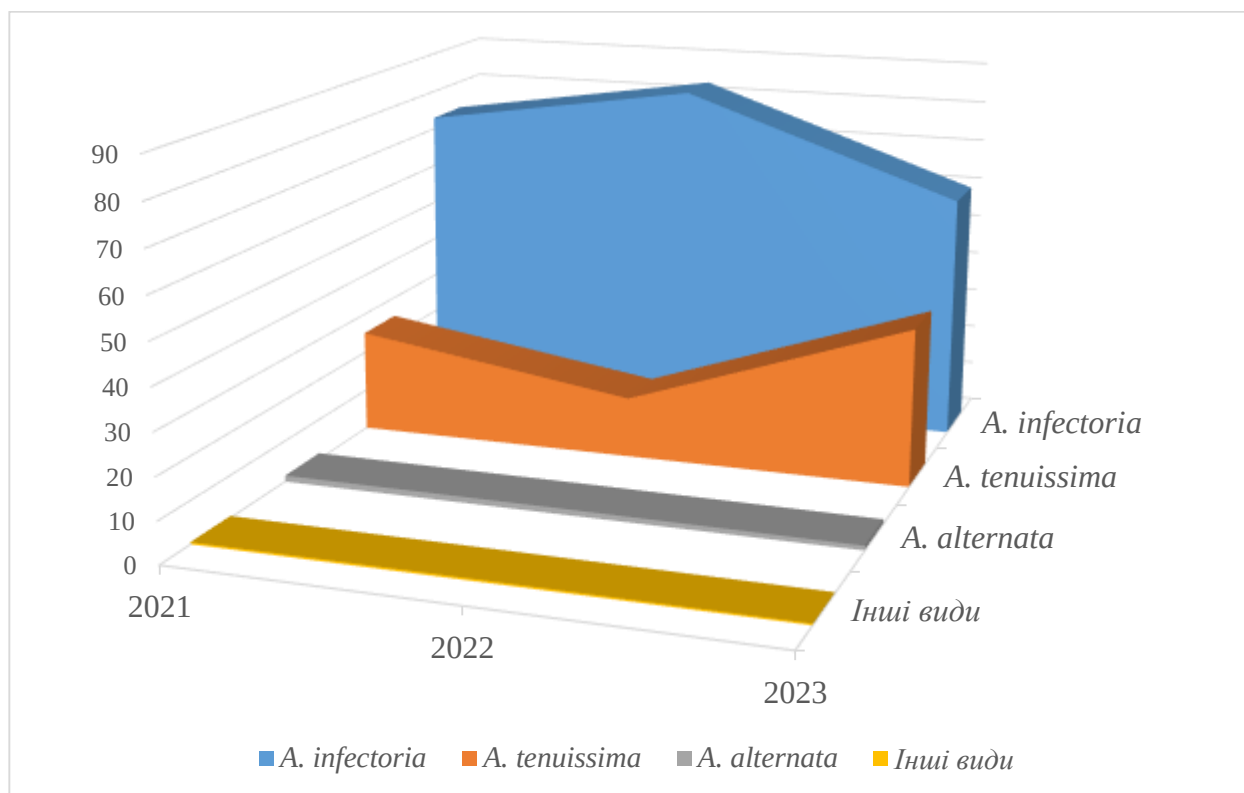


Рис. 4.5 Співвідношення видів роду *Alternaria* на зерні ячменю озимого, % (Одеська область, середнє за 2021-2023 рр.)

Таким чином, у результаті проведених досліджень зразків районованих сортів Снігова королева, Дев'ятий вал, Валькірія, Луран встановлено, що в умовах Одеської області 2021-2023 рр.видовий склад збудників альтернаріозу представлений трьома видами: *A. infectoria*, *A. tenuissima*, *A.alternata* (рис. 4.5). Найчастіше причиною хвороби є гриби виду *A.tenuissima* та *A. infectoria*, масова часта яких, становила в середньому 26,2-72,1% ідентифікованих із зерна ячменю озимого.

4.3 Збудники роду *Fusarium* Link, ізольовані із зерна ячменю озимого

Гриби роду *Fusarium* є одними з найбільш поширених та небезпечних патогенів. Колонізація рослин збудниками призводить не тільки до втрат врожаю, а й до накопичення в зерні мікотоксинів, які є небезпечними для здоров'я людей і тварин. Визначення видового складу і співвідношення окремих домінуючих видів збудників хвороби, допоможуть розробити науково-обґрунтований прогноз контамінації зерна фузаріотоксинами в епіфітотній ситуації.

У зв'язку з цим, метою наших досліджень в 2021-2023 рр. було проведення фітопатологічний аналіз зразків зерна сортів ячменю озимого зібраного в СК «Еліта» Ізмаїльського району Одеської області.

У результаті фітопатологічного аналізу, нами визначено видовий склад патогенів роду *Fusarium*, що колонізували зерно ячменю озимого у 2021-2023 рр. Ідентифіковані види належали до 3-х секцій роду *Fusarium*: *Diskolor*, *Rozeum*, *Sporotrichiella* (за класифікацією В.Й. Білай).

Секція *Roseum* була представлена одним видом *F. avenaceum* (рис. 4.6). В лабораторних умовах, досліджували морфолого-культуральні ознаки на середовищі Чапека та КГА. Всі ізоляти, мали добре розвинений повітряний міцелій біло-рожевого жовтого, червоного та охряно-коричневого кольору, майже завжди з чітко вираженим порошкоподібним скупченням. Строма біла або коричнево-червоних відтінків.

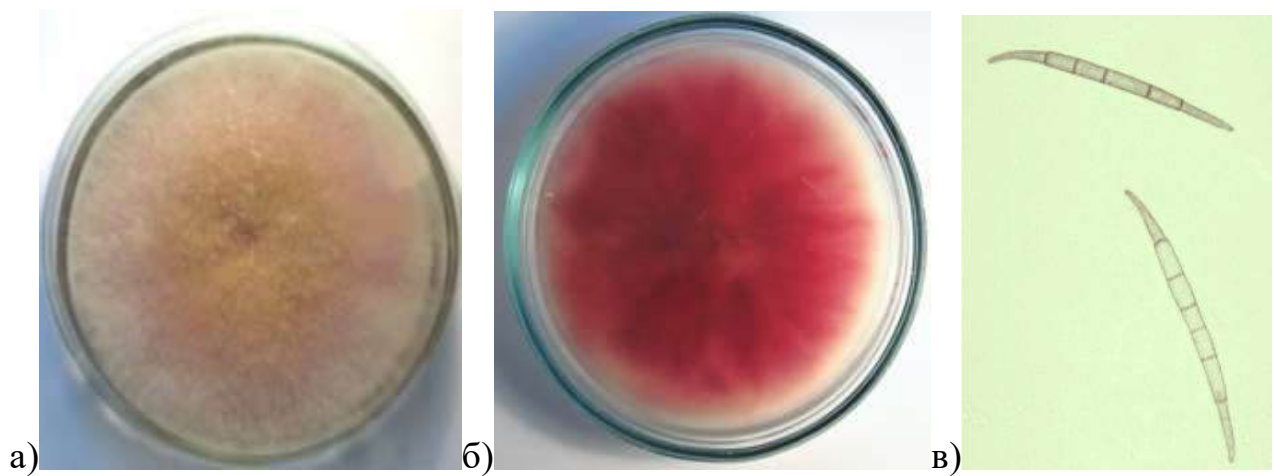


Рис. 4.6 Морфолого-культуральні ознаки *F. avenaceum*:

а – аверс, б – реверс, в – конідії

Конідієносці гриба відмічались як прості, так і розгалужені. Макроконідії – тонкі, ниткоподібні, злегка серпоподібно-вигнуті з однаковим діаметром на протязі всієї довжини, з обох боків мали загострену добре виражену ніжку біля основи. Розмір макроконідій з трьома перетинками складав $20,8-61,4 \times 2,07-5,4$ мкм, з п'ятьма – $33,4-81,4 \times 2,4-6,4$ мкм. Мікроконідій типових не було виявлено. Лише в повітряному міцелії утворювались конідії перехідного типу ланцетоподібної форми з трьома перетинками. Хламідоспори були відсутні.

Із секції *Diskolor* нами досліджено в лабораторних умовах вид *F. graminearum* (рис. 4.7). Він активно розвивався на живильному середовищі Чапека та КГА. Повітряний міцелій був добре розвинений, пухкий, охряно-темно-червоний, біло-жовтий. В міцелії утворювались червоні, охряні, оранжево-червоні спорокучки. Строма забарвлена в червоно-жовті, темно-червоні відтінки. Макроконідії в повітряному міцелії були від біло-рожевого до темно-рожевого кольору, мали веретено-серпоподібну форму, що поступово звужувалися, з дещо видовженою верхньою клітиною та чітко вираженою біля основи ніжкою. Велика кількість конідій мали п'ять перетинок і розмір $50,1-70,1 \times 2,8$ мкм. Мікроконідії та хламідоспори частіше були відсутні.

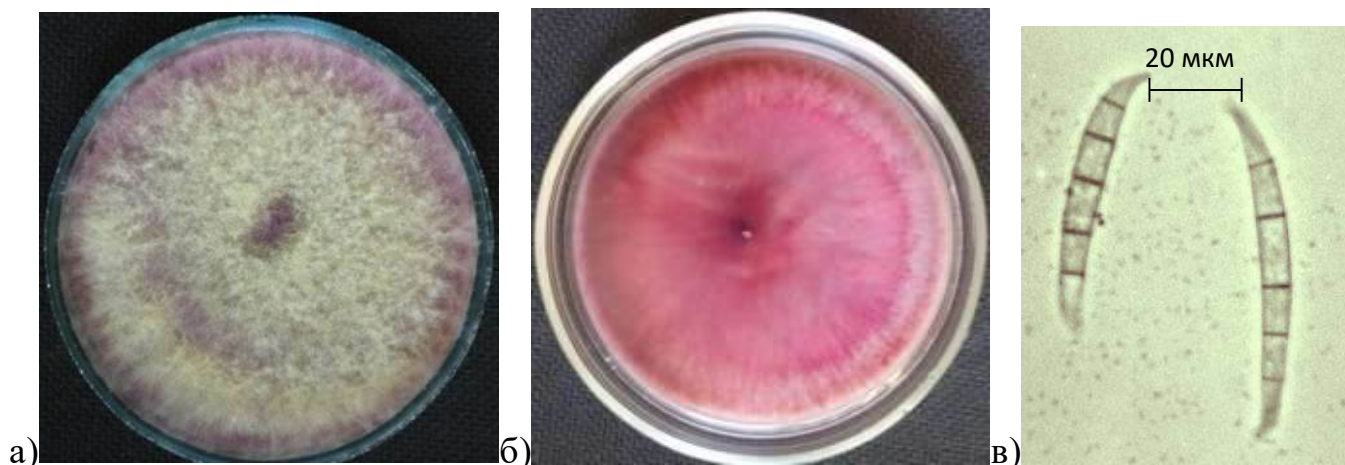


Рис. 4.7 Морфолого-культуральні ознаки *F.graminearum*:

а – аверс, б – реверс, в – конідії

Секція *Sporotrichiella* була представлена двома видами *F. roae* та *F. tricinatum*. Збудник *F. roae* мав швидкоростучий пухнастий міцелій білого та білувато-рожевого кольору (рис. 4.8). Пігментація реверса в більшості ізолятів мала вигляд кремового або карміново-червоного забарвлення. Культури мали характерний запах дозрілих фруктів. Строма була забарвлена в червоні або ж в жовто-бурі кольори. Ізоляти рідко утворювали макроконідії. Нами спостерігалось масове формування мікроконідій, що мали грушоподібно-лимоноподібні форми. Конідії були більш одноклітинні, інколи з 1-2 перетинками. Розміри яких складали $3,8-9,5 \times 3,8-6,1$ мкм. Хламідоспори частіше були відсутніми.

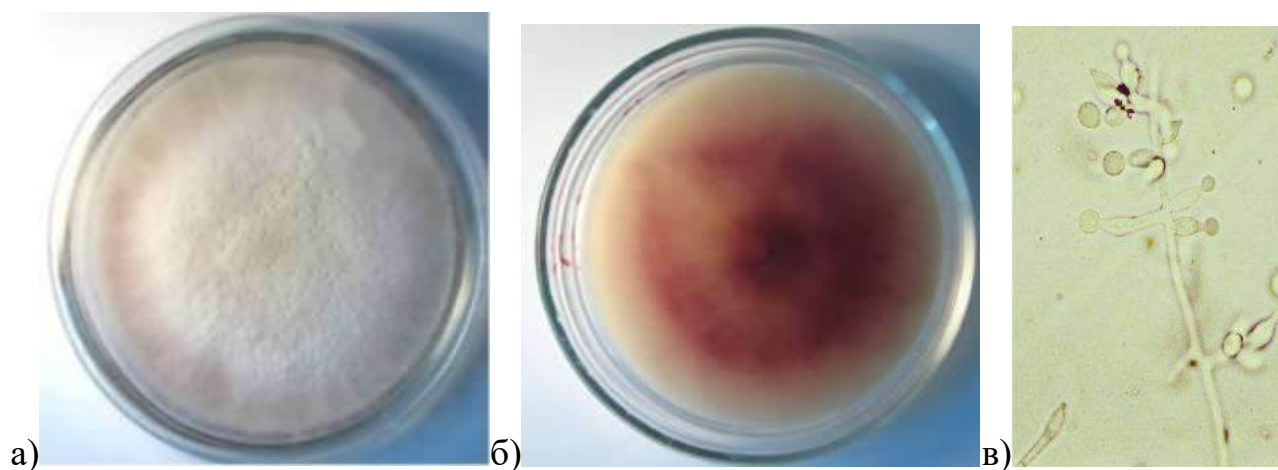


Рис. 4.8. Морфолого-культуральні ознаки *F.roae*:

а – аверс, б – реверс, в – конідії

Ізоляти виду *F.tricinatum* мали повільний ріст щільного міцелію – оксамитового, кармінового або біло-червоного забарвлення (рис. 4.9). Реверс завжди був кармінового або винно-червоного кольору.

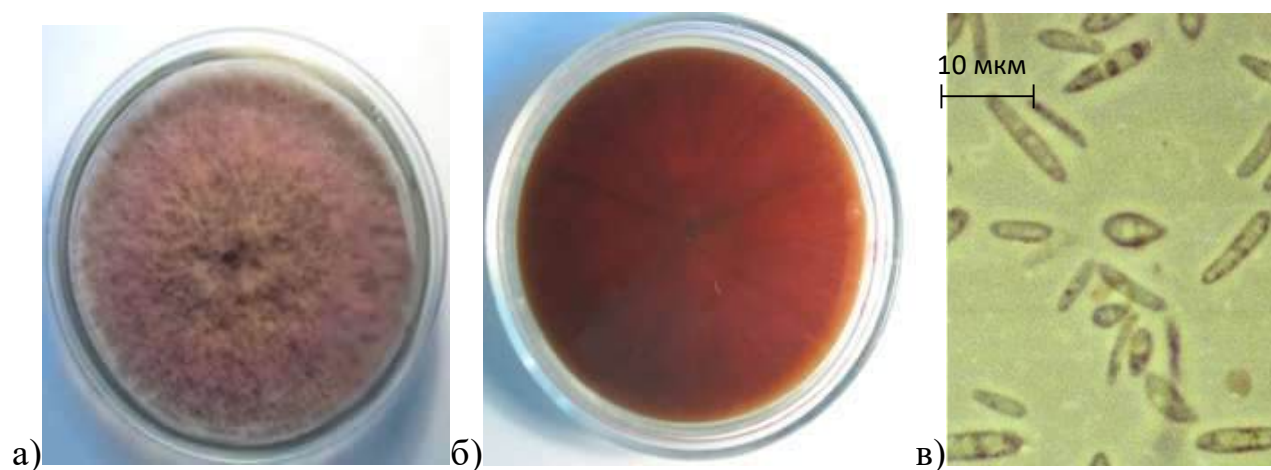


Рис. 4.9 Морфолого-культуральні ознаки *F.tricinatum*:

а – аверс, б – реверс, в – мікроконідії

Конідієносці з витягнутими клітинами, першочергово вони були нерозгалуженими, а пізніше – галуженими. Мікроконідії лимоноподібної, грушеподібної та продовгувато-вигнутої форми, одноклітинні або з однією перегородкою, зібрані в несправжні голівки, розміри яких становили $4-8 \times 8-11$ мкм. Макроконідії формувались в спородохіях і були з 3-5 перегородками, завжди мали веретеноподібно-серпоподібну форму, поступово звужувались до верхівки та основи. Їх розміри знаходились в межах $25-35 \times 3,8-4,8$ мкм. Хламідоспори утворювались рідко.

За роки досліджень виділення збудників роду *Fusarium* відбувалося лише із незначної частки проаналізованих зернових зразків. Так, в 2021 р. серед інфікованого зерна патогенами на сорті Снігова королева, домінуюче положення займав вид *F.graminearum* – 51,5 % (табл. 4.8).

Частота виявлення цього виду в 2022 р. становила 25,4 %, а 2023 р. – 25,0 %. Значне місце в патогенному комплексі за роки дослідження ураження зерна, займали *F. avenaceum* та *F. tricinctum* від 18,1 % до 42,5 %. Кількість

зерен з внутрішньою інфекцією не перевищувала 10,3%. Незначна кількість зерна, була уражена видом *F. roae*, їх масова частка в патогенному комплексі за роки досліджень складала від 1,8 до 12,0 % відповідно.

Таблиця 4.8

**Співвідношення видів роду *Fusarium* на зерні ячменю озимого, %
(Одеська область, 2021-2023 рр.)**

Сорти	<i>F. graminearum</i>			<i>F. avenaceum</i>			<i>F. tricinctum</i>			<i>F. roae</i>			Інші види		
	2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023
Снігова королева	51,5	25,4	25,0	29,4	42,5	40,1	36,0	16,6	18,1	1,8	10,8	12,0	1,3	4,7	4,8
Дев'ятий вал	47,3	30,1	27,2	30,9	44,7	45,6	17,7	11,5	13,5	2,7	12,8	12,2	1,4	0,9	1,5
Валькірія	48,3	23,4	25,8	28,9	49,7	42,8	18,5	16,4	16,5	2,2	10,3	10,0	2,1	0,2	4,9
Луран	46,5	24,5	26,8	31,8	50,3	50,5	17,9	12,3	12,2	2,7	10,3	8,4	1,1	2,6	2,1

Аналізуючи зерно сорту Дев'ятий вал, нами встановлено, що зерно 2021 році також найбільш уражувалось збудниками *F. graminearum* (47,3 %). Поряд з цим спостерігалась колонізація зерна *F. avenaceum* – 30,9 %. В 2022-2023 рр. переважно зерно, було контаміноване патогенами виду *F. avenaceum* 44,7-45,6 % відповідно. Майже однаковою масовою часткою за ці роки, зерно уражувалось патогенами *F. tricinctum* та *F. roae* – 11,5-13,5 % відповідно.

В зерні зразків сорту Валькірія у 2021 році домінуюче положення займали патогени *F. graminearum*, частка ураженого зерна цим збудником становила 48,3 %. Значним відсотком зерно в 2022-2023 рр уражувалось видом *F. avenaceum*, аналізовані показники знаходились на рівні 49,7-42,8 % відповідно. Частота виявлення виду *F. tricinctum* в 2021 р. становила 18,5 %, в

2022 – 16, 4 %, а 2023 р. – 16,5 %. Колонізація зерна *F. roae* за досліджувані роки становила – 2,2 %, 10,3 % та 10,0 % відповідно.

Досліджуючи зернові зразки сорту Луран, встановлено, що в 2021 р. зерно переважно було контаміноване патогенами виду *F. graminearum* (46,5 %). У 2022-2023 рр. домінуюче положення серед збудників займав вид *F. avenaceum* – 50,3-50,5 % відповідно. Майже в рівній мірі в ці роки, зерно уражувалося *F. tricinatum* – 12,3-12,2 % відповідно. Відсоток інфікованого зерна патогеном *F. roae*. за роки дослідження не перевищував 10,3 %.

Таким чином, у результаті проведених досліджень зразків ячменю озимого виявлено, що сорти Снігова королева, Дев'ятий вал, Валькірія, Луран характеризуються відносною стійкістю щодо основних збудників роду *Fusarium* в зоні Степу України. Домінуючим видом в патогенному комплексі мікофлори зерна за роки досліджень, належало видам *F. graminearum* та *F. avenaceum*, масова частка яких становила в середньому 33,5-40,6 % (рис. 4.10).

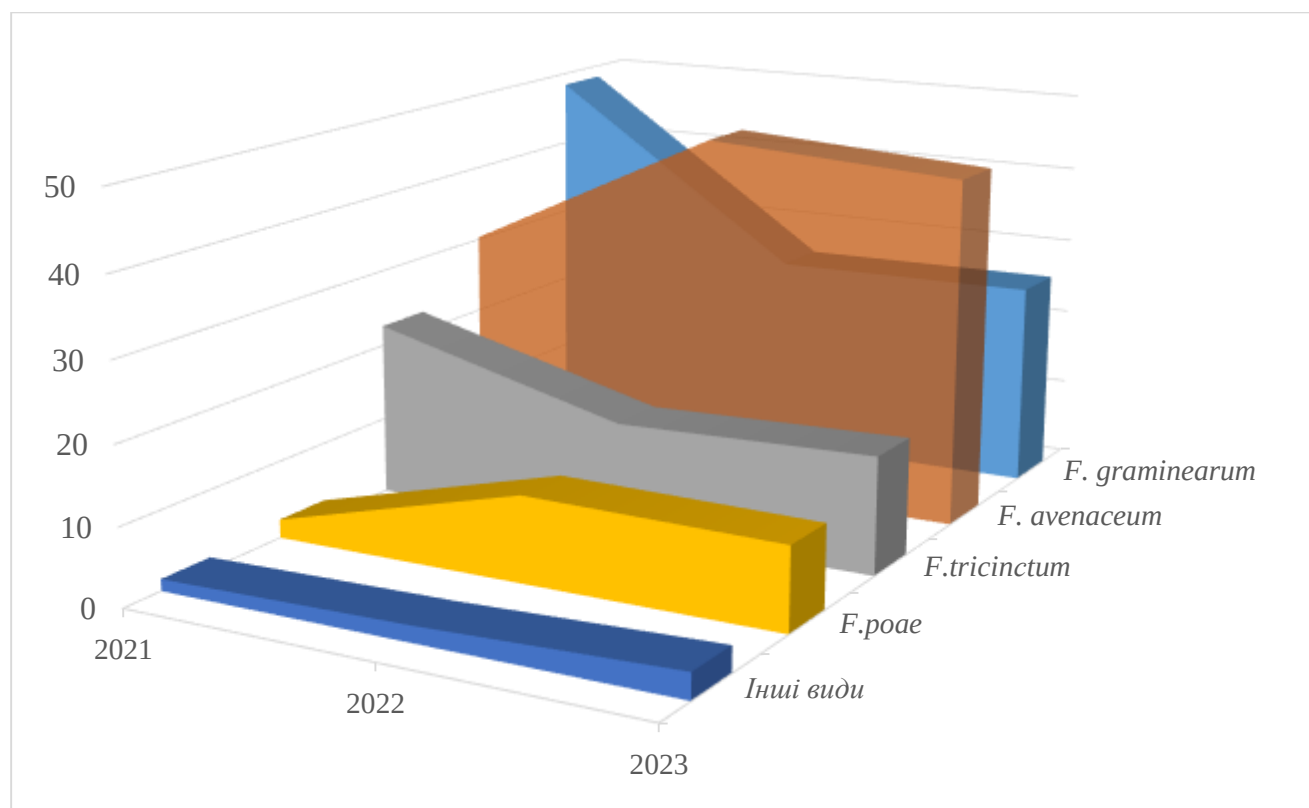


Рис. 4.10 Співвідношення видів роду *Fusarium* на зерні ячменю озимого, % (Одеська область, середнє за 2021-2023 рр.)

Висновки до розділу 4

1. Встановлено, що сорти Снігова королева, Дев'ятий вал, Валькірія, Луран характеризуються відносною стійкістю щодо основних збудників роду *Fusarium* в зоні Степу України. Домінуючими видами в патогенному комплексі мікофлори зерна за роки досліджень, були *F. graminearum* та *F. avenaceum*, масова частка яких становила в середньому 33,5-40,6 %.

2. Визначено, що в 2021–2023 рр. були питома частка грибів роду *Alternaria spp*, становила 49,1%. Друге положення в колонізації займав вид *Helminthosporium spp.* – 31,5 %. Відсоток ураження зерна грибами роду *Fusarium spp.* становив 8,7 %. Грибами *Cladosporium herbarum* уражено було 6,7 % зерен. Відсоток ураження зерна грибами з роду *Penicillium spp.* був на низькому рівні і становив 1,3 %.

3. В 2021 р. серед інфікованого зерна патогенами на сорті Снігова королева, ідентифіковано *A. infectoria* – 79,5 %. В 2022 р. цей вид займав домінуюче положення і сягав – 85,4 %, в 2023 р. – 65,0 %. Значне місце в патогенному комплексі за роки дослідження мав вид *A. tenuissima* – 18,0 %, 11,9 % та 33,5 % відповідно. Ступінь ураження зерна збудником *A. Alternata* був незначним. Масова частка в патогенному комплексі якого складала – 2,1 % 2,0 % та 1,2 % відповідно.

4. Виявлено у сорту Дев'ятий вал, зерно в 2021 році, найбільш уражувалось видом *A. infectoria* (77,3 %), в 2022-2023 рр. частка ідентифікованого збудника становила 80,1 та 62,2 % відповідно. За роки дослідження колонізація зерна *A. tenuissima* сягала – 20,8 %, 18,2 % та 36,2 % відповідно. Найменшу питому частку займав збудник *A. alternata* – 1,4 %, 1,2 та 1,0 % відповідно.

5. Встановлено, зерно сорту Валькірія в 2021 та 2023 рр. було уражене патогеном *A. infectoria* – 68,3 % та 55,8 %, проте в 2022 році масова частка збудника була домінуючою і становила – 83,4 %. Частота виявлення виду *A.*

tenuissima, в роки проведення досліджень сягала показників – 29,6 %, 14,9 % та 42,3 % відповідно. Колонізація зерна *A. alternata*, була найменшою і в середньому становила від 1,3 % до 1,7 %.

Встановлено, що в 2021 році зерно сорту Луран, було колонізоване патогенами *A. infectoria* (66,5 %). У 2022 р. цей збудник займав домінуюче положення і становив – 84,5 %. Відсоток інфікованого зерна патогеном *A. tenuissima* за роки дослідження в середньому досягала від 14,2-42,4 %. Масова частка збудника *A. alternata* виділеного із зразків зерна була незначною і становила в середньому – 0,9 %.

РОЗДІЛ 5

РОЛЬ ЗАХОДІВ ЗАХИСТУ В ОБМЕЖЕННІ РОЗВИТКУ ДОМІНУЮЧИХ ХВОРОБ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО

5.1. Вплив строків сівби на розвиток збудника сітчастого гельмінтоспоріозу (*Pyrenophora teres*)

Ячмінь озимий в Україні, є важливою зерновою культурою, що забезпечує високий врожай та якість зерна за умов правильного вибору термінів сівби. Своєчасна сівба цієї культури, є критично важливою для забезпечення оптимальних умов розвитку рослин протягом зими та весни. Він є чутливий до термінів сівби. Якщо, висіяти зерно дуже рано, рослини вийдуть до зими в трубку і не перенесуть морозів. Найбільш відповідні терміни для сівби ті, за яких на кожній рослині не утвориться більше 4-5 пагонів. Залежно від регіону, строки висіву зерна можуть коливатись від середини вересня до середини жовтня.

Вегетаційний період рослин озимого ячменю включає два етапи – осінній та весняно-літній розвиток. Він проходить такі самі фази й етапи органогенезу, як і всі зернові озимі культури. Тривалість фенологічних фаз у нього коротша, тому і загальний період вегетації також менший. Достигає озимий ячмінь на 8-10 днів раніше пшениці озимої і на 10-12 раніше ячменю ярого. Після сівби, поява сходів ячменю озимого, залежно від погодних умов осені, з'являються на 7-9 день. Через 13-15 днів розпочинається фаза куціння рослин, тривалість якого в осінній період вегетації становить близько 30-35 днів. Затримка з сівбою негативно впливає на урожай та якість зерна. Такі посіви сильно уражуються хворобами, формується мало продуктивних стебел і генеративних органів. Це призводить до зниження урожайності на 0,5-0,6 % (0,10-0,12 т/га). При вчасній сівбі рослини добре використовують осінню вологу, що зумовлює нормальний розвиток фази куціння.

Нами досліджено, що однією із домінуючих хвороб за останні 7 років в Степовій зоні України є сітчастий гельмінтоспоріоз *Pyrenophora teres* (син. *Helminthosporium teres*).

Дослідження проводили з 2021-2023 рр. в господарстві СК «Еліта» Ізмаїльського району Одеської області на чотирьох районованих сортах: Снігова королева, Дев'ятий вал, Валькірія, Луран. Сівба ячменю озимого здійснювали у 3 строки: ранній – 3 декада вересня, середній – 1 декада жовтня, пізній – 2 декада жовтня.

Нашим завдання було, дослідити вплив строків сівби сортів ячменю озимого на розвиток сітчастого гельмінтоспоріозу (*Pyrenophora teres*) так, як ця хвороба є домінуючою в зоні дослідження.

В 2021 році при обстеженні рослин озимого ячменю всіх сортів встановлено, що при сівбі в ранній строк (24.09) розвиток сітчастого гельмінтоспоріозу в середньому становив 24,4 %, в середній строк (04.10) – 16,7 %, в пізній строк (16.10) – 29,8 % відповідно (табл. 5.1). Сорти Снігова королева та Дев'ятий вал менш уражувалися патогенами, розвиток хвороби був на 2,4 % – 10,2 % нижчим порівняно з сортами Валькірія та Луран. Маса 1000 зерен становила від 33,0 до 35,6 г відповідно. При цьому урожайність ячменю озимого висіяного в другий декаді жовтня, був більший на 0,24 т/га в порівнянні з пізнім посівом.

В 2022 році при обстеженні посівів ячменю озимого, висіяного в ранній строк (25.09) встановлено, що середній розвиток збудника *Pyrenophora teres* становив 10,1 %. Сорти Снігова королева та Дев'ятий вал менш уражувалися патогенами гельмінтоспоріозу, розвиток при різних строках посіву становив від 8,6 до 14,0 %, що на 3,0 – 5,9 % менше порівняно з сортами Валькірія та Луран. Маса 1000 зерен складала в середньому 39,5 г, урожайність – 3,83 т/га. При сівбі в пізній строк (18.10) розвиток хвороби збільшувався в 1,5 рази і становив 15,5 %. Це зумовило зменшення маси 1000 зерен на 0,7 г. Зниження урожайності було на 0,1 т/га. Найменший розвиток патогенів *Pyrenophora teres* – 8,3%, спостерігали при висіванні зерна в середній строк – першу декаду

жовтня (10.10). Маса 1000 зерен становила 41,1 г, урожайність при цьому сягав 4,18 т/га.

В 2023 році ячмінь озимий також сіяли в 3 строки: ранній – 21 вересня, середній – 10 жовтня та пізній – 19 жовтня. Результати досліджень свідчать, що при ранніх посівах ячменю озимого, розвиток хвороби становив в середньому 7,2 %. При висіву в пізні строки, показник ураження патогенами збільшився на 2,5 %. Досліджено, що посіви сортів Снігова королева та Дев'ятий вал мали нижчий ступінь розвитку хвороби на 4,9-5,7 % порівняно з сортами Валькірія та Луран. При цьому, зафіксовано зниження урожайності зерна на 0,12-0,19 т/га відповідно по сортам, що становив 4,13-4,68 т/га.

Встановлено, що середній строк сівби був оптимальним для розвитку рослин ячменю озимого. Ступінь ураження сітчастим гельмінтоспоріозом в середньому був меншим на 1,5-4,0 %, порівняно з раннім та пізнім строками сівби і становив 5,7 %. Урожайність сягала 4,38 т/га, що більше на 0,32 т/га порівняно з раннім і на 0,55 т/га з пізнім строком сівби.

Щодо результатів досліджень, наведених в таблиці 5.1, проведений трифакторний дисперсійний аналіз.

В якості одного з чинників розглядали «строк сівби» (фактор А) з трьома градаціями – ранній, середній та пізній. В якості другого чинника був взятий «сорт» (фактор Б) з чотирма градаціями, які відповідали сортам – Снігова королева, Дев'ятий вал, Валькірія, Луран. Оскільки, погодні умови поряд з іншими факторами, справляють істотний вплив, як на ураження рослин ячменю озимого хворобами, так і на формування врожаю, при розгляді результатів експериментів, було відокремлено ще один чинник «рік» (фактор В), який можна розглядати як комплексний чинник, що характеризує агрометеорологічні умови конкретного вегетаційного періоду.

За результатами проведеного трифакторного дисперсійного аналізу, розраховані значення критерію Фішера для факторів А, Б та В, які становили відповідно; для розвитку хвороби 38,46, 11,47 та 163,48; для маси 1000 зерен – 115,29, 56,22 та 1067,46; для врожайності – 85,00, 9,48 та 458,88.

Таблиця 5.1

Вплив строків сівби на розвиток сітчастого гельмінтоспоріозу (*Pyrenophora teres*) та показники структури урожаю ячменю озимого (СК «Еліта» Ізмайльського району Одеської області, 2021-2023 рр.)

Сорти	Розвиток хвороби, %			Маса 1000 зерен, г			Урожайність, т/га		
	2021 р.	2022 р.	2023 р.	2021 р.	2022 р.	2023 р.	2021 р.	2022 р.	2023 р.
Ранній строк сівби									
Снігова королева	20,0	8,6	4,8	35,6	40,5	42,7	3,55	3,96	4,42
Дев'ятий вал	21,5	9,3	6,5	35,0	40,0	41,5	3,50	3,90	4,40
Валькірія	27,0	11,0	7,8	33,7	38,9	40,7	3,44	3,78	4,35
Луран	29,0	11,6	9,7	33,0	38,5	40,4	3,40	3,70	4,30
Середнє	24,4	10,1	7,2	34,3	39,5	41,3	3,47	3,83	4,36
Середній									
Снігова королева	16,0	6,6	3,5	37,0	41,9	43,5	3,62	4,31	4,79
Дев'ятий вал	14,8	7,5	4,9	37,1	41,5	42,6	3,60	4,24	4,70
Валькірія	17,5	9,2	6,2	35,1	40,6	41,8	3,48	4,13	4,66
Луран	18,4	9,9	8,1	34,5	40,2	41,0	3,42	4,06	4,60
Середнє	16,7	8,3	5,7	35,7	41,1	42,2	3,53	4,18	4,68
Пізній									
Снігова королева	24,2	12,5	6,8	33,5	39,9	41,5	3,37	3,81	4,20
Дев'ятий вал	26,6	14,0	8,0	33,0	39,0	41,0	3,32	3,80	4,15
Валькірія	34,2	17,0	11,8	32,6	38,6	39,9	3,29	3,69	4,10
Луран	34,4	18,4	12,5	32,0	38,0	39,0	3,20	3,65	4,08
Середнє	29,8	15,5	9,7	32,8	38,8	40,3	3,29	3,73	4,13
НІР ₀₅ за факторами									
Фактор А (строк сівби)	1,9			0,3			0,06		
Фактор Б (сорт)	2,2			0,4			0,08		
Фактор В (рік)	1,9			0,3			0,06		

В усіх випадках, вони перевищували табличні значення. Тобто, встановлено, що усі три досліджувані чинники істотно впливають, як на розвиток сітчастої плямистості на листі ячменю озимого, так і на показники одержаного врожаю, зокрема на масу 1000 зерен та врожайність, за порогу ймовірності $p < 0,05$. Вплив інших чинників та взаємодія досліджуваних факторів були неістотними.

Крім, дослідження впливу чинників на розвиток сітчастої плямистості та показники врожаю, нами проаналізовано взаємодію між розвитком хвороби та масою 1000 зерен і врожайністю ячменю озимого. Проведений кореляційно-регресійний аналіз показав наявність сильної оберненої кореляції між розвитком хвороби та масою 1000 зерен, коефіцієнт кореляції $r = -0,9639$. Такий же тип зв'язку виявлено і між розвитком хвороби і урожайністю, коефіцієнт кореляції $r = -0,8831$ (табл. 5.2).

Таблиця 5.2

**Залежність показників врожаю від ураження рослин ячменю озимого
збудником *Pyrenophora teres***

Показник	Тип кореляційного зв'язку	Коефіцієнт кореляції	Рівняння регресії	F- критерій	P
Маса 1000 зерен, г	обернений	-0,9639	$y = 43,930 - 0,385 \cdot x$	445,37	0,000004
Урожайність, т/га	обернений	-0,8831	$y = 4,585 - 0,047 \cdot x$	120,50	0,00001

Примітка: x – розвиток хвороби, %

Таким чином, одержані нами рівняння регресії демонструють, що кожен відсоток розвитку сітчастої плямистості призводить до зниження маси 1000 зерен на 0,385 г, а врожайності – на 0,047 т/га.

Таким чином, в результаті досліджень 2021-2023 рр., встановлено, що серед вивчених районованих сортів ячменю озимого, стійких проти збудників *Pyrenophora teres* не виявлено. Всі сорти тією чи іншою мірою уражувались

патогеном. Найменший розвиток хвороби спостерігався на сортах Снігова королева та Дев'ятий вал – 9,0-10,2 %. Маса 1000 зерен та урожайність підвищились на 1,7 г та 0,18 т/га відповідно. Середній строк сівби був оптимальним для розвитку рослин ячменю озимого та зниження ураження збудниками на 1,5-13,1 %.

5.2. Вплив норм висіву на ураження рослин ячменю озимого збудником *Pyrenophora teres*

Відомо, що із збільшенням густоти посіву ячменю озимого зростає інтенсивність ураження рослин хворобами. Загущені посіви не повною мірою забезпечують рослини поживними речовинами, в більшості таких посівів мікроклімат сприяє ураженню збудниками хвороб листя. У зріджених посівах рослин відбувається інтенсивне куціння, пагони різних порядків досягають неодноразово, внаслідок чого спостерігається невірність зерна за розмірами, масою і біохімічним складом, також помітні тенденції до збільшення розвитку хвороби і втрати врожаю.

Експериментальні польові дослідження, які ми проводили, дали можливість виявити закономірність росту і розвитку ячменю озимого та встановити ступінь розвитку патогена при різній нормі висіву. В умовах Степу України, одним із істотних факторів, що впливають на стійкість рослин проти домінуючого збудника *Pyrenophora teres* – є норми посіву.

Сівбу ячменю озимого здійснювали в трьох нормах (3,5; 4,5 та 5,5 млн зерен/га) в один строк – перша декада жовтня.

Результати обліків ураження сортів залежно від норм висіву насіння свідчать, що при збільшенні густоти посівів збільшується ураження збудником *Pyrenophora teres*. За роки дослідження вона становила від 8,7 % до 19,7 % (табл. 5.3) Так, в 2021 році ступінь розвитку хвороби при висіванні 5,5 млн зерен/га був в 1,2 % вищим, ніж при висіванні 3,5 млн зерен/га, та на 3,0 % порівнянно з нормою 4,5 млн зерен/га. При сівбі насіння з нормою 5,5 млн

зерен/га урожайність була нижчою на 0,14 т/га порівняно з нормою 3,5 млн зерен/га, та на 0,18 т/га менше з нормою 4,5 млн зерен/га.

При обстеженні посівів з нормами висіву 3,5 млн зерен/га, встановлено зростання розвитку ураження рослин збудником *P. teres* – 12,1 %. За роки дослідження встановлено, що зниження норми висіву призводило до зменшення маси 1000 зерен в середньому на 0,6 г. При цьому, спостерігалось зниження урожайності на 0,22 т/га порівняно з висівом зерен 4,5 млн/га.

Щодо результатів досліджень, наведених в таблиці 5.3, проведений трифакторний дисперсійний аналіз. В якості одного з чинників розглядали «норму висіву» (фактор А) з трьома градаціями – 3,5 млн зерен/га, 4,5 млн зерен/га та 5,5 млн зерен/га. В якості другого чинника, був взятий «сорт» (фактор Б) з чотирма градаціями, які відповідали сортам Снігова королева, Дев'ятий вал, Валькірія, Луран. Також, в якості чинника було взято «рік» (фактор В). Як відомо, погодні умови мають істотний вплив, як на формування врожаю ячменю озимого, так і на розвиток хвороб культури, зокрема сітчастого гельмінтоспоріозу. Тому, поряд з такими чинниками як «норма висіву» та «сорт», «рік» був узятий в якості чинника, що характеризував особливості вегетаційного періоду.

За результатами проведеного трифакторного дисперсійного аналізу, розраховані значення критерію Фішера для факторів А, Б та В, які становили відповідно; для розвитку хвороби 35,48, 6,76 та 481,49; для маси 1000 зерен – 16,85, 0,31 та 189,07; для врожайності – 28,77, 0,36 та 336,64. Для чинників А («норма висіву») та В («рік») вони перевищували табличні значення. Тобто, ці чинники істотно впливають, як на розвиток сітчастого гельмінтоспоріозу на листі ячменю озимого, так і на показники одержаного врожаю, зокрема масу 1000 зерен та врожайність, за порогу ймовірності $p < 0,05$. В той же час вплив чинника Б («сорт»), був істотним щодо розвитку хвороби та неістотним щодо показників маси 1000 зерен та врожайності.

Таблиця 5.3

Вплив норми висіву на розвиток сітчастого гельмінтоспоріозу (*Pyrenophora teres*) та показники структури урожаю ячменю озимого (СК «Еліта» Ізмаїльського району Одеської області, 2021-2023 рр.)

Сорти	Розвиток хвороби, %			Маса 1000 зерен, г			Урожайність, т/га		
	2021 р.	2022 р.	2023 р.	2021 р.	2022 р.	2023 р.	2021 р.	2022 р.	2023 р.
3,5 млн зерен/га									
Снігова королева	16,8	9,2	8,1	33,7	38,9	40,7	3,40	3,78	4,42
Дев'ятий вал	18,8	9,9	7,0	33,0	39,5	40,4	3,51	3,70	4,40
Валькірія	19,2	10,5	7,2	34,3	40,1	41,8	3,45	3,85	4,45
Луран	19,2	11,6	7,7	34,6	37,8	42,7	3,60	3,87	4,57
Середнє	18,5	10,3	7,5	33,9	39,3	41,4	3,49	3,80	4,46
4,5 млн зерен/га									
Снігова королева	16,0	6,6	3,5	37,0	41,9	43,5	3,62	4,31	4,79
Дев'ятий вал	14,8	7,5	4,9	37,1	41,5	42,6	3,60	4,24	4,70
Валькірія	17,5	9,2	6,2	35,1	40,6	41,8	3,48	4,13	4,66
Луран	18,4	9,9	8,1	34,5	40,2	41,0	3,42	4,06	4,60
Середнє	16,7	8,3	5,7	35,7	41,1	42,2	3,53	4,18	4,68
5,5 млн зерен/га									
Снігова королева	20,0	12,0	8,9	32,6	38,6	41,5	3,37	3,71	4,42
Дев'ятий вал	19,5	10,9	9,0	32,0	38,0	41,0	3,32	3,80	4,45
Валькірія	18,4	10,7	8,5	33,5	37,9	41,3	3,30	3,70	4,38
Луран	20,9	12,4	8,4	33,7	39,5	41,0	3,41	3,79	4,35
Середнє	19,7	11,5	8,7	32,7	38,5	41,2	3,35	3,75	4,40
НІР₀₅ за факторами									
Фактор А (норма висіву)	0,7			0,8			0,08		
Фактор Б (сорт)	0,9			0,9			0,09		
Фактор В (рік)	0,7			0,8			0,08		

Крім, дослідження впливу чинників на розвиток патогена *Pyrenophora teres* та показники врожаю, нами проаналізовано взаємодію між нормою висіву та наступними показниками: розвитком хвороби, масою 1000 зерен і врожайністю ячменю озимого. Проведений кореляційно-регресійний аналіз показав наявність між ними нелінійної залежності (табл. 5.4). Всі одержані рівняння мають параболічну форму, тобто в загальному вигляді їх можна записати як $y=ax^2+bx+c$, де a , b і c – константи. Коефіцієнти детермінації (R^2) знаходяться в межах від 0,6567 (для розвитку хвороби) до 0,8169 (для врожайності) за $p<0,05$ в усіх випадках. Щодо розвитку хвороби, константа (a) є додатньою, що означає, що функція має мінімум. Тобто, спочатку підвищення норми висіву призводить до зниження розвитку хвороби, проте за подальшого її збільшення рівень ураження підіймається. Щодо показників врожаю, константа (a) в обох випадках має від’ємне значення, відповідно функція має максимум – за збільшення норми висіву, на відміну від розвитку хвороби, як маса 1000 зерен, так і врожайність, спочатку зростають, а потім йдуть на зниження.

Таблиця 5.4

**Залежність ураження рослин збудником *Pyrenophora teres*
та показників урожаю від норми висіву**

Показник	Тип рівняння	Рівняння регресії	Коефіцієнт детермінації	F- критерій	P
Розвиток хвороби, %	парабо- лічний	$y = 2,4833x^2 - 21,75x + 57,804$	0,6567	8,61	0,0081
Маса 1000 зерен, г	парабо- лічний	$y = -1,8958x^2 + 16,775x + 2,6365$	0,6886	9,95	0,0052
Урожайність, т/га	парабо- лічний	$y = -0,2592x^2 + 2,2908x - 0,9265$	0,8169	20,08	0,0005

Примітка: x – норма висіву, млн зерен/га

На основі рівнянь, наведених в табл. 5.4, розраховані координати вершин одержаних парабол, які відповідають нормам висіву, що забезпечують найнижчий рівень розвитку хвороби та найвищі показники маси 1000 зерен та урожайності. Вони мають значення 4,42, 4,38 та 4,42 млн/га відповідно, що є близьким до 4,5 млн зерен/га. Тобто, за результатами досліджень, норму висіву 4,5 млн зерен/га можна вважати оптимальною для проведення сівби ячменю озимого в Степу України, як з точки зору обмеження розвитку хвороби, так і за показниками врожайності.

Таким чином, нами досліджено, що при зниженій і підвищеній нормі посіву зерна ячменю озимого, збільшується ураження рослин збудником сітчастого гельмінтоспоріозу на 1,9-3,1 % відповідно. При цьому відбувається зниження урожаю на 0,22-0,30 т/га в порівнянні з площею, де висівали 4,5 млн/га зерен.

Експериментально встановлено, що для зони Степу України оптимальною є норма висіву – 4,5 млн зерен/га, яка призводила до зниження розвитку збудника *P. teres*, так і збільшення показників врожайності.

Висновки до розділу 5

1. Встановлено, що в результаті досліджень 2021–2023 рр., серед вивчених районованих сортів ячменю озимого, стійких проти збудників *Pyrenophora teres* не виявлено. Всі сорти тією чи іншою мірою уражувались патогеном. Найменший розвиток хвороби спостерігався на сортах Снігова королева та Дев'ятий вал – 9,0–10,2 %. Маса 1000 зерен та урожайність підвищились на 1,7 г та 0,18 т/га відповідно. Середній строк сівби був оптимальним для розвитку рослин ячменю озимого та зниження ураження збудниками на 1,5 %-13,1%.

2. Доведено, що при збільшенні густоти посівів зростає ураження збудником *Pyrenophora teres*. За роки дослідження вона становила від 8,7 % до 19,7 %. Так, в 2021 році ступінь розвитку хвороби при висіванні 5,5 млн

зерен/га був в 1,2 % вищим, ніж при висіванні – 3,5 млн зерен/га, та на 3,0 % порівнянно з нормою 4,5 млн зерен/га. При сівбі насіння з нормою 5,5 млн зерен/га урожайність була нижчою на 0,14 т/га порівняно з нормою 3,5 млн зерен/га, та на 0,18 т/га менше з нормою 4,5 млн зерен/га.

3. Встановлено, що для зони Степу України оптимальною є норма висіву – 4,5 млн зерен/га, яка призводила до зниження розвитку збудника *Pyrenophora teres*, так і збільшення показників врожайності.

РОЗДІЛ 6

ВПЛИВ СУЧАСНИХ ФУНГІЦИДІВ НА РОЗВИТОК ХВОРОБ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО

6.1. Токсикологічна оцінка дії фунгіцидів на патогени в умовах *in vitro*

У сучасних умовах розвитку сільського господарства важливу роль відіграє формування асортименту фунгіцидів. Застосування різноманітних препаратів їх у посівах ячменю озимого призводить до різноманітної їх дії на збудників хвороб, що стосується впливу фунгіцидів на конідії патогенів *Pyrenophora teres* в умовах *in vitro*, то в науковій літературі зустрічаються окремі повідомлення.

Токсичність сучасних препаратів характеризується за величиною ЕД₅₀ та ЕД₉₅. Чим нижча концентрація препарату, що викликає загибель чи зміну перебігу процесів життєдіяльності живого організму, тим вища його токсичність.

Метою дослідження була оцінка чутливості культур патогену *Pyrenophora teres* щодо фунгіцидів оновленого асортименту, які застосовуються для захисту ячменю озимого. Цей вид вибраний тому, що за результатами наших досліджень, які були викладені вище, він є домінуючим збудником плямисостей на ячмені озимому в зоні Степу України.

Схемою наших дослідень передбачалося використання таких сучасних препаратів: Адексар СЕ Плюс, к.е. (41,6 г/л епоксиконазол + 66,6 г/л піраклостробін + 41,6 г/л флуксапіроксад); Елатус Ріа, 385 к.е. (88,33 г/л солатенол + 66,67 г/л ципроконазол + 208,33 г/л пропіконазол); Аскра Хрго, к.е. (65,0 г/л біксафен + 65,0 г/л флуопірам + 130,0 г/л протіоконазол).

Гальмування проростання конідій збудника *Pyrenophora teres* в лабораторних умовах у варіанті із застосуванням фунгіциду Адексар СЕ Плюс, в концентраціях 0,5 % і 0,1% складало 86-100 %, а при концентрації 0,01 % – 74,6 % (табл. 6.1). Із зниженням концентрації відсоток пророслих конідій

зменшувався. Так, при розведенні 0,001 % стримування проростання конідій складало 56,6 %, а при 0,0001 % – 6,9 %.

Таблиця 6.1

Токсична дія різних концентрацій фунгіцидів на проростання конідій збудника *Pyrenophora teres* в умовах in vitro (2021-2022 рр.)

Назва препарату	Концентрація, %	Кількість пророслих конідій, %	Гальмування проростання, %	ЕД ₅₀	ЕД ₉₅
Контроль	-	92,7	-	-	-
Адексар СЕ Плюс, к.е.	0,0001	86,3	6,9	0,0021	0,1477
	0,001	40,2	56,6		
	0,01	23,5	74,6		
	0,1	12,6	86,4		
	0,5	0	100,0		
Елатус Ріа, 385 к.е.	0,0001	88,2	4,9	0,0028	0,1534
	0,001	44,6	51,9		
	0,01	25,3	72,7		
	0,1	13,1	85,9		
	0,5	0	100,0		
Аскра Хпро, к.е.	0,0001	95,3	0	0,0089	0,2000
	0,001	62,8	32,3		
	0,01	36,4	60,7		
	0,1	16,5	82,2		
	0,5	5,7	93,9		

Для препарату Елатус Ріа, 385 к.е при концентрації 0,5 % пригнічення було максимальним і сягало 100 %, при розведенні 0,1% – 85,9 %. Встановлено, що при застосуванні концентрації 0,01 та 0,001 % гальмування проростання конідій збудника сітчастого гельмінтоспоріозу становило – 72,7 % та 51,9 %

відповідно. При розведенні 0,0001 % зниження проростання конідії збудника було дуже низьким – 4,9 %.

При використанні препарату Аскра Хпро, к.е. з концентрацією 0,1-0,5 % пригнічення проростання конідій становило 82,2-93,9 % відповідно. У варіантах з використанням концентрації 0,01-0,001 %, цей показник складав 60,7-32,3% відповідно. При мінімальній концентрації 0,0001 %, гальмування проростання конідій не відбувалось.

Нами досліджено, що при використанні фунгіциду Адексар СЕ Плюс, к.е., концентрація якого складала 0,1 і 0,5 %, забезпечувалось гальмування проростання конідій збудника на рівні 86,3-100 %. Розведення 0,01 % також було досить ефективним і сягало 74,6 %. При концентрації 0,001 % гальмування проростання конідій становило 56,6 %, а при мінімальній із застосованих концентрації 0,0001 % – 6,9 %.

При застосуванні фунгіциду Елатус Ріа, 385 к.е. в концентрації 0,5 % – гальмування проростання конідій складало 100 %, в концентрації 0,1 % – 85,9%, а при мінімальній концентрації 0,0001 % проростання конідії було 88,9 %, тобто воно гальмувалось порівняно з контролем на 4,9 %.

Гальмування проростання конідій було також ефективним завдяки фунгіциду Аскра Хпро, к.е., при концентрації 0,5 % воно становило 93,9 %, при 0,1 % – 82,2 % і знижувалось до 0 при розведенні 0,01 %.

Таким чином, в результаті токсикологічної оцінки дії фунгіцидів на гальмування конідій *Pyrenophora teres*, встановлено, що всі досліджувані сучасні фунгіциди за концентрації 0,5 % пригнічували проростання спор цього виду на рівні 95,3-100 %. Зі зниженням концентрації вплив препаратів на проростання конідій знижувався.

Встановлено, що пригнічення проростання конідій патогена на 50 % (ED_{50}) спостерігалось при концентрації Адексар СЕ Плюс, к.е. – 0,0021 %; Елатус Ріа, 385 к.е. – 0,0028 %, Аскра Хпро, к.е. – 0,0089 %. Пригнічення проростання конідій на 95% відбувалось при концентраціях 0,1477 %, 0,1534 % та 0,2 % відповідно (рис. 6.1). Отримані результати свідчать, що для збудника

Pyrenophora teres, більш токсичними є препарати Адексар СЕ Плюс, к.е. та Елатус Ріа, 385 к.е.

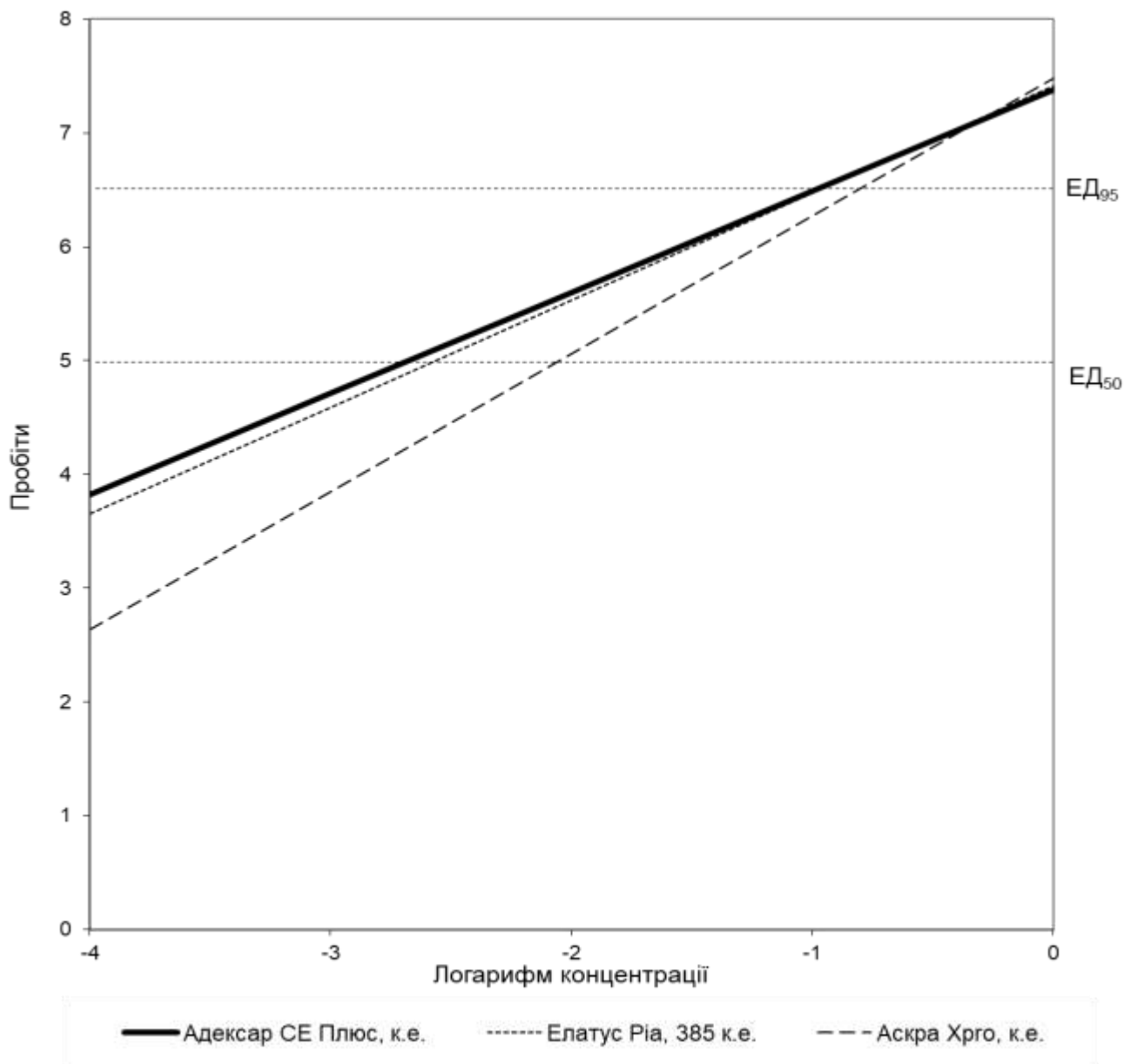


Рис. 6.1. Токсичність фунгіцидів для конідій *Pyrenophora teres*

У польових умовах при витраті води 300 л/га концентрація фунгіцидів в робочому розчині становить для Адексар СЕ Плюс, к.е. – 0,15 % (0,5 л/га), Елатус Ріа, 385 к.е. – 0,2 % (0,6 л/га), Аскра Хпро, к.е. – 0,4 % (1,25 л/га). В лабораторних умовах, цим концентраціям відповідає пригнічення проростання конідій збудника сітчастого гельмінтоспоріозу у варіанті з Адексар СЕ Плюс, к.е. – 95 %, 100 %, Елатус Ріа, 385 к.е. – 97 % та Аскра Хпро, к.е. – 99 %.

Таким чином, отримані нами результати вказують на те, що всі досліджувані сучасні препарати є фунгітоксичними для патогенів *Pyronophora teres*.

6.2. Ефективність дії фунгіцидів проти основних хвороб ячменю озимого

В сучасних умовах сільськогосподарського виробництва, а особливо у воєнні роки, проблему збереження врожаю ячменю озимого неможливо вирішити без хімічного захисту рослин. Разом із цим зростають вимоги до препаратів і способів їх використання, оскільки вони повинні поєднувати в собі високу ефективність і екологічну спрямованість.

Одним із головних елементів системи захисту ячменю озимого від хвороб листя, є визначення оптимальних строків та кратності застосування фунгіцидами. За даними науковців, оптимальний час для першої обробки фунгіцидами може варіювати від фази кушіння до виходу в трубку, при цьому кількість обробок може становити від однієї до двох.

В зв'язку з цим, метою наших досліджень в 2021-2023 рр. в умовах СК «Еліта» Ізмаїльського району Одеської області було, дослідити ефективність сучасних фунгіцидів для захисту ячменю озимого від хвороб листя. Технічна ефективність фунгіцидів по досліджених роках на сортах Снігова Королева, Валькірія та Луран винесені в додатки.

Схемою досліду передбачалося використання таких сучасних препаратів: Адексар СЕ Плюс, к.е. з нормою 0,5 л/га; Елатус Ріа, 385 к.е. – 0,6 л/га; Аскра Хпро, к.е. – 1,25 л/га. Обробка фунгіцидами була розділена на два досліді: дослід 1 – осіннє внесення (фаза кушіння) + весняне внесення (фаза виходу в трубку); 2) дослід 2 – весняне внесення (фаза кушіння) + весняне внесення фаза виходу в трубку).

За період досліджень, основними хворобами на ячменю озимому, були сітчастий гельмінтоспоріоз та септоріоз, розвиток яких в період вегетації

знаходився в межах 0,5-18,4 % та 0,8-13,5 % відповідно. Ступінь розвитку борошнистої роси, за роки дослідження становив 0,3-5,5 % та ринхоспоріозу – 0,2-4,7 % відповідно до досліду 1 та 2 (рис. 6.2).

Найвища технічна ефективність фунгіциду (дослід 1), спостерігалась на варіантах де застосовували Адексар СЕ Плюс, к.е. (0,5 л/га) вона сягала від 42,6 до 70,0 % (табл. 6.2.). У варіанті, відмічено істотне збільшення маси 1000 зерен на 2,8 г та урожайність на 0,36 т/га в порівнянні з контролем. При цьому збережений урожай складав 9,3 %, Всхожість зерна була вищою, ніж в контрольному варіанті на 10,0 %.

При застосуванні фунгіциду Елатус Ріа, 385 к.е. (0,6 л/га) технічна ефективність знаходилась в межах 32,7-61,4 %. При цьому маса 1000 зерен була вищою від контрольного варіанту на 2,2 г, а урожай був більший на 0,31 т/га від контролю. Збережений урожай складав 8,0 %, при цьому всхожість становила 88,0 %.

Захист посівів ячменю озимого сучасним фунгіцидом Аскра Хро, к.е. з нормою витрати 1,25 л/га був досить ефективним і становив від 34,2 до 67,0 %. Маса 1000 зерен сягала 40,0 г, а урожай зерна становив 4,18 т/га, що на 0,33 т/га був більший в порівнянні з контрольним варіантом. Збережений урожай становив 8,5 %, всхожість насіння сягала 90,0 %.

Результати досліджень (дослід 2) підтвержують, що обробка посівів фунгіцидом Адексар СЕ Плюс, к.е. (0,5 л/га) позитивно впливала на захист ячменю озимого від хвороб (табл. 6.3, рис. 6.3). Ефективність дії препарату була на рівні 69,5-81,0 %. При цьому збережений урожай складав 16,2 %, а схожість такого насіння становила 96,0 %.

Обробка посівів препаратом Елатус Ріа, 385 к.е. (0,6 л/га) значною мірою сприяла зменшенню ураження хворобами, технічна ефективність сягала 62,3-76,4 % (рис. 6.4). Маса 1000 зерен була на 1,7 г вищою порівняно з контролем, збережений урожай у варіанті складав 13,1 %, всхожість була на рівні 94,0 %.

Результати досліджень фунгіциду Аскра Хро, к.е. – 1,25 л/га показують, що обробка рослин фунгіцидом позитивно впливала на захист ячменю озимого

від збудників хвороб (рис. 6.5). Ефективність дії препарату була на рівні 65,4–84,2 %. При цьому збережений урожай складав 14,9 %, а схожість такого насіння становила 96,0 %.

Таблиця 6.2

Ефективність дії фунгіцидів проти хвороб ячменю озимого (сорт Дев'ятий вал, обробки у фазі кушіння (осіннє) + вихід в трубку (весняне), СК «Еліта» Ізмаїльського району Одеської області, 2021-2023 рр.)

Варіант досліджу	Борошниста роса, %	Септоріоз, %	Гельмінтоспоріоз, %	Ринхоспоріоз, %	Маса 1000 зерен, г	Урожайність, т/га	Збережений урожай, %	Схожість, %
Контроль	(2,5)*	(3,1)*	(6,3)*	(1,5)*	38,3	3,89	-	80,0
Адексар СЕ Плюс, к.е. (0,5 л/га)	67,1	70,0	42,6	49,4	41,1	4,25	9,3	90,0
Елатус Ріа, 385 к.е. (0,6 л/га)	61,4	60,4	32,7	54,0	40,0	4,20	8,0	88,0
Аскра Хпро, к.е. (1,25 л/га)	65,7	65,2	34,2	67,0	40,5	4,22	8,5	90,0
НІР ₀₅					0,5	0,8		

Примітка: * у дужках наведений середній розвиток хвороб в контролі

На основі експериментальних даних, одержаних при дослідженні технічної ефективності фунгіцидів, був проведений кореляційний аналіз з метою виявлення наявності взаємодії між розвитком хвороб та показниками маси 1000 зерен та врожайності. Встановлено, наявність оберненої кореляції між розвитком борошнистої роси, септоріозу, гельмінтоспоріозу, ринхоспоріозу та показниками врожаю (табл. 6.4). Коефіцієнт парної кореляції для врожайності

становив від -0,698 до -0,852, а для маси 1000 зерен був у межах ввід -0,656 до -0,810, тобто залежність виявленого зв'язку була від помірної до сильної.

Таблиця 6.3

**Ефективність дії фунгіцидів проти хвороб ячменю озимого
(сорт Дев'ятий вал, обробки у фазі кушіння (весняне)+ вихід в трубку,
СК «Еліта» Ізмаїльського району Одеської області, 2021-2023 рр.)**

Варіант дослідів	Борошниста роса	Септоріоз	Гельмінтоспоріоз	Ринхоспоріоз	Маса 1000 зерен, г	Урожайність, т/га	Збережений урожай, %	Схожість, %
Контроль	(3,5)*	(6,7)*	(12,8)*	(2,5)*	38,3	3,89	-	80,0
Адексар СЕ Плюс, к.е. (0,5 л/га)	74,3	78,0	69,5	81,0	43,1	4,52	16,2	96,0
Елатус Ріа, 385 к.е. (0,6 л/га)	70,2	71,6	62,3	76,4	42,0	4,40	13,1	94,0
Аскра Хпро, к.е. (1,25 л/га)	71,0	79,2	65,4	84,2	42,7	4,47	14,9	96,0
НІР ₀₅					0,6	0,9		

*Примітка: * у дужках наведений середній розвиток хвороб в контролі*

На основі отриманих даних, було розраховано рівняння множинної регресії щодо показників розвитку хвороб та урожайності, яке має вигляд:

$$y = 4,86349 - 0,34651 \cdot x_1 - 0,442756 \cdot x_2 - 0,129613 \cdot x_3 - 0,43152 \cdot x_4$$

де y – урожайність, т/га; x_1 – розвиток борошнистої роси; %, x_2 – розвиток септоріозу; %, x_3 – розвиток гельмінтоспоріозу; %, x_4 – розвиток ринхоспоріозу, %.

Коефіцієнт детермінації для даного рівняння становить – 94,6 %. Розрахований коефіцієнт Фішера становить 13,19 що перевищує табличне значення. Одержане рівняння є достовірним на рівні значимості $p=0,0302$.

Таблиця 6.4

Коефіцієнти кореляції між розвитком хвороб ячмею озимого та показником урожаю

Показник	Розвиток хвороби, %			
	Борошниста роса	Септоріоз	Гельмінтоспоріоз	Ринхоспоріоз
Маса 1000 зерен, г	-0,776920266	-0,65636	-0,66058	-0,81024
Урожайність, т/га	-0,824383444	-0,701	-0,69808	-0,85246

Таким чином, за роки досліджень, отримані результати вказують на ефективність застосування сучасних препаратів для захисту посівів ячменю озимого від хвороб листя. В умовах Одеської області найкращий захист посівів вдалося досягти при дворазовому застосуванні у фази (весняне кущіння + вихід в трубку) фунгіцидами Адексар СЕ Плюс, к.е. з нормою витрати 0,5 л/га та Аскра Хро, к.е. з нормою витрати 1,25 л/га. За роки дослідження технічна ефективність була досить високою і становила в середньому 74,9-75,7 % відповідно.

На рівень урожайності ячменю озимого впливає цілий ряд факторів, серед яких важливе місце посідає вміст хлорофілу і тривалість функціонування листкового апарату. Дослідження, що проводились науковцями Інституту фізіології НАН України, показали що існує тісний кореляційний зв'язок між вмістом хлорофілу в листках і зерновою продуктивністю ячменю. Однією з основних причин, що призводить до зменшення асиміляційної поверхні рослин – це ураження збудниками листя рослин та здатністю патогенів продукувати токсини, що порушують

біосинтез хлорофілу. Наслідком цього, є розвиток хлорозів, особливо це стосується гельмінтоспоріозів та септоріозів листя ячменю озимого.



Рис. 6.2. Рослини у контрольного варіанту (фото автора)



**Рис. 6.3. Рослини ячменю на ділянці із застосуванням фунгіциду Адексар
СЕ Плюс, к.е. (0,5 л/га) (фото автора)**



**Рис. 6.4. Рослини ячменю на ділянці із застосуванням фунгіциду Елатус
Ріа, 385 к.е. (0,6 л/га) (фото автора)**



**Рис. 6.5. Рослини ячменю на ділянці із застосуванням фунгіциду Аскра
к.е. (1,25 л/га) (фото автора)**

6.3 Вплив застосування фунгіцидів на вміст хлорофілу в листках ячменю озимого

Метою наших досліджень було визначити вплив сучасних фунгіцидів: Адексар СЕ Плюс, к.е. з нормою 0,5 л/га; Елатус Ріа, 385 к.е. – 0,6 л/га; Аскра Хпро, к.е. – 1,25 л/га на вміст хлорофілу в листках районуваних сортів ячменю озимого.

Дослідження проводили у посівах районуваних сортів в умовах СК «Еліта» Ізмаїльського району Одеської області, протягом 2021-2023 рр. Вміст хлорофілу визначали за допомогою портативного приладу N-тестер, який призначений для визначення рівня азотного живлення рослин за вмістом хлорофілу безпосередньо в польових умовах. Вимірювання проводили згідно інструкції до приладу через 15 днів після проведення фунгіцидних обробок (табл 6.5).

Нами встановлено, що використання фунгіцидів значно впливало на вміст хлорофілу в листках озимого ячменю сорту Дев'ятий вал у фази (осіннього) кущіння та (весняного) трубкування (табл.6.5). Досліджено, що майже однаковий вплив препаратів на вміст хлорофілу у варіантах зафіксовано, де застосовували фунгіциди Адексар СЕ Плюс, к.е. (0,5 л/га) і Аскра Хпро, к.е. (1,25 л/га) – це 445-457 одиниць у фазу кущіння (осіннє) та 523-538 одиниць у період трубкування (весняне). У варіанті з використанням препарату Елатус Ріа, 385 к.е. (0,6 л/га) вміст хлорофілу був вищим на 78 умовних одиниць в порівнянні з контролем у фазу кущіння та на 151 у фазу трубкування. Дослідження по інших сортах винесені в додатки.

Нами досліджено, що у всіх варіантах, де застосовували препарати у період фази кущіння (весняного) та трубкування показники хлорофілу також мали підвищення порівняно з контролем. На ділянках, де використовували фунгіциди Адексар СЕ Плюс, к.е. (0,5 л/га) і Аскра Хпро, к.е. (1,25 л/га) показники хлорофілу сягали 517-529 умовних одиниць у фазу весняного кущіння та 601-612 в період виходу в трубку. Застосування сучасного

препарату Елатус Ріа, 385 к.е. (0,6 л/га) призводило до збільшення вмісту хлорофілу на 145 умовних одиниць в фазу кушіння та 213 одиниць у фазу трубкування в порівнянні з контролем. Головною перевагою цього препарату є висока захисна, лікувальна, викорінювальна і профілактична дія проти широкого спектра хвороб листя та тривале збереження функції фотосинтезу рослин.

Таблиця 6.5

**Вміст хлорофілу в листках ячменю озимого
(сорт Дев'ятий вал, СК «Еліта» Ізмаїльського району Одеської області
середнє за 2021-2023 рр.)**

Варіант	Кількість хлорофілу, умовних одиниць	
	після першої обробки	після другої обробки
Контроль (без обробки)	407	416
Адексар СЕ Плюс, к.е. (0,5 л/га) кушіння (осіннє) + трубкування (весняне)	445	523
Аскра Хрго, к.е. (1,25 л/га) кушіння (осіннє) + трубкування (весняне)	457	538
Елатус Ріа, 385 к.е. (0,6 л/га) кушіння (осіннє) + трубкування (весняне)	485	567
Адексар СЕ Плюс, к.е. (0,5 л/га) кушіння + трубкування (весняне)	517	601
Аскра Хрго, к.е. (1,25 л/га) кушіння + трубкування (весняне)	529	612
Елатус Ріа, 385 к.е. (0,6 л/га) кушіння + трубкування (весняне)	552	629
НІР ₀₅	21,0	22,1

Таким чином, нами досліджено позитивний вплив застосування сучасних фунгіцидів на рівень хлорофілу в листках ячменю озимого. Найвищий рівень хлорофілу отримано в листках сорту Дев'ятий вал, в умовах СК «Еліта» Одеської області при застосуванні препарату Елатус Ріа, 385 к.е. (0,6 л/га) у період фази весняного кушіння та трубкування – 552 та 629 одиниць відповідно. Головною перевагою цього сучасного фунгіциду є висока захисна, лікувальна, викорінювальна та профілактична дія проти широкого спектра хвороб листя та великий період збереження функції фотосинтезу рослин.

6.4. Вплив фунгіцидів на якість зерна ячменю озимого

Нині, одним із найбільш актуальних та перспективних напрямів у селекції ячменю озимого є покращення показників, які необхідні для створення високоякісних продуктів харчування. Поліпшення якості зерна ячменю, є шляхом до підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва в нашій країні, який включає в себе цілий ряд показників.

Основним параметром, згідно з ДСТУ 3768:2010, що характеризує якість зерна в Україні, є масова частка білка в перерахунку на суху речовину і вміст сирової клейковини та її пружність, що є важливим для харчової промисловості в цілому. Науковцями встановлено зворотну залежність між величиною врожаю та вмістом білка, тобто, чим більш сприятливими є умови вирощування для отримання високого урожаю, тим менш сприятливі вони для накопичення білка. Також існують твердження, що під впливом патогенних організмів у рослинах ячменю можуть відбуватись суттєві біохімічні зміни, що можуть знижувати вміст крохмалю при ураженні рослин борошнистою росою та септоріозом.

Таким чином, враховуючи актуальність проблеми покращення якості зерна ячменю озимого, нами постало питання вивчення впливу фунгіцидів на основні показники якості зерна.

Дослідження по визначенню показників якості зерна ячменю озимого проводили в лабораторії Інституту фізіології НАН України з 2021-2023 рр.

Зразки зерна ячменю озимого, були відібрані у господарстві СК «Еліта» Ізмаїльського району Одеської області у фазу повного досягання. Схема досліду включала такі варіанти: 1- контроль; 2 – обприскування посівів Адексар СЕ Плюс (0,5 л/га, 1 обр. осіння+1 обр. весняна); 3 – Елатус Ріа, 385 к.е. (0,6 л/га, 1обр. Осіння + 1 обр. весняна); 4 – Аскра Хпро (1,25 л/га, 1обр. осіння +1 обр, весняна); 5 – Адексар СЕ Плюс (0,5 л/га, 2 обр.весняні); 6 – Елатус Ріа, 385 к.е. (0,6 л/га, 2 обр. весняні); 7 – Аскра Хпро (1,25 л/га, 2 обр. весняні).

В середньому за роки досліджень, в зразках зерна сорту Дев'ятий вал, де обробки проводили фунгіцидами Адексар СЕ Плюс (0,5 л/га) і Елатус Ріа, 385 к.е. (0,6 л/га) у фазу кушіння (осіннього) та трубкування (весняного), встановлено, що вміст протеїну в зерні, був більший на 0,88 та 1,10 в порівнянні з необробленими ділянками (табл. 6.6). Показники крохмалю на цих варіантах мали зниження на 1,15-1,12 % відповідно. Вміст клейковини мав підвищення в порівнянні з контролем на 0,51-0,59 % відповідно. Вміст протеїну, при використанні фунгіциду Аскра Хпро, к.е (1,25 л/га) був дещо нижчим, проте перевищував контроль на 0,47 %. Вміст клейковини в зерні цього варіанту, був досить мінімальним і становив 30,23 %. При встановленні вмісту білка, показники майже не відрізнялись від контрольних варіантів. Дослідження вмісту показників зерна сортів Снігова Королева, Валькірія, Луран представлені в додатках.

Аналіз зразків зібраних з дослідів, де застосовували фунгіциди Адексар СЕ Плюс (0,5 л/га) і Елатус Ріа, 385 к.е. (0,6 л/га) у фази кушіння (весняного) та трубкування, свідчать, що вміст протеїну в зерні, був більший на 1,54 та 1,06 в порівнянні з контролем. Якісні показники крохмалю та клейковини були вищими на 0,80-0,82 % та 0,50-0,58 %, в порівнянні з необробленими варіантами. Вміст показників зерна (протеїн, крохмаль) виділених при застосування фунгіциду Аскра Хпро, к.е (1,25 л/га) перевищував контроль і був на рівні 13,00 %, 12,00 % та 59,50 % відповідно. Вміст клейковини в

зразках зерна цього варіанту, був найкращим і становив 31,79 %. Вміст білка був на рівні контрольних варіантів.

Таблиця 6.6

**Якісні показники врожаю ячменю озимого (сорт Дев'ятий Вал, СК «Еліта»
Ізмаїльського району Одеської області 2021-2023 рр.)**

Варіант	Вміст, %			
	Протеїн	Білок	Крохмаль	Клейковина
1. Контроль	11,79	10,13	60,20	29,64
2. Адексар СЕ Плюс 0,5 л/га (1 обр. осіння + 1 обр. весняна)	12,67	10,14	59,15	30,25
3. Елатус Ріа, 385 к.е. 0,6 л/га (1 обр. осіння + 1 обр. весняна)	12,38	10,13	59,08	30,23
4. Аскра Хрго, к.е 1,25 л/га (1 обр. осіння + 1 весняна)	12,16	10,12	59,03	30,14
5. Адексар СЕ Плюс 0,5 л/га (2 обр.)	13,33	10,15	61,02	31,22
6. Елатус Ріа, 385 к.е. 0,6 л/га (2 обр)	13,10	10,14	61,00	31,16
7. Аскра Хрго, к.е 1,25 л/га (2 обр.)	13,00	10,15	59,50	31,79
НІР ₀₅	0,42	0,02	1,56	0,13

Таким чином, проведені нами дослідження свідчать, що при використанні фунгіцидів, всі препарати в різні фази внесення мали вплив на підвищення показників врожаю ячменю озимого. Найкращі показники

отримано в зразках, де препарати застосовували дворазово в фазу весняного внесення. Використання сучасних фунгіцидів Адексар СЕ Плюс (0,5 л/га), Елатус Ріа, 385 к.е. (0,6 л/га) та Аскра Хрго, к.е (1,25 л/га) призвело до збільшення вмісту (протеїну, крохмалю, клейковини) в порівнянні з контролем на 1,35 %; 0,30 %; 1,45 % відповідно. Нами досліджено, що при застосування препарату Аскра Хрго, к.е (1,25 л/га) вміст клейковини в зразках зерна за роки досліджень, був найвищим і в середньому сягав 31,79 %.

6.5. Економічна ефективність використання фунгіцидів на ячмені озимому

Для захисту посівів ячменю озимого від хвороб у період вегетації, слід застосовувати фунгіциди з урахуванням спектра дії та економічної обґрунтованості. Доцільність їх використання, визначається за результатами обстежень фітосанітарного стану рослин та очікуваними втратами врожаю залежно від ступеня ураження збудниками. Одним із головних рішень є співвідношення ефективності і вартості препарату, а також обробка посівів повинна сприяти отриманню прибутку. Тому, метою наших досліджень було не тільки вивчення технічної ефективності дії фунгіцидів, але й визначення економічної ефективності їх застосування.

Економічна ефективність заходів із захисту ячменю озимого залежить від співвідношення величин збереженого врожаю з урахуванням його якості і затрат на засоби захисту, а також на використання технологічних операцій у процесі догляду за посівами, збирання та збереження врожаю.

У 2024 році було проведено виробничу перевірку системи захисту ячменю озимого із застосуванням фунгіцидів оновленого асортименту в умовах СК «Еліта» Ізмаїльського району Одеської області на площі 5 га.

Дослідження проводили на ячмені озимому сорту Дев'ятий вал, попередник – кукурудза, норма висіву 4,5 млн схожих зерен на 1 га.

Перші симптоми прояву хвороб на листках ячменю озимого були зафіксовані в фазі осіннього кушіння. На момент обробки фунгіцидами

розвиток борошнистої роси становив 3,1 %, сітчастої плямистості – 5,2 %, септоріозу – 3,5 %, ринхоспоріозу – 0,7 %. Ефективність дії фунгіциду Адексар СЕ Плюс, к.е. (0,5 л/га) становила 74,1 %.

Збережений урожай за застосування фунгіцидів у фазу осіннього кушіння та навесні у фазу виходу в трубку склав 0,4 т/га. За проведення обох обробок навесні (весняне кушіння та трубкування) врожайність істотно збільшилась і перевищувала контроль на 0,68 т/га (табл.6.7).

Таблиця 6.7

Економічна ефективність застосування фунгіцидів на ячмені озимому у виробничих умовах (сорт Дев'ятий вал, СК «Еліта» Ізмайльського району Одеської області 2024 р.)

Показник	Варіант		
	Контроль	Адексар СЕ Плюс, к.е. (0,5 л/га), фаза кушіння (осіннє) + трубкування	Адексар СЕ Плюс, к.е. (0,5 л/га), фаза кушіння (весіннє) + трубкування
Вартість препарату, грн/га	-	1235	1235
Урожайність, т/га	3,87	4,27	4,55
Збережений урожай, т/га	-	0,40	0,68
Вартість збереженого урожаю, грн.	-	2208,0	3753,6
Додаткові затрати на хімічний захист, грн	-	560,0	560,0
Затрати на збирання додаткового врожаю, грн	-	320,0	544,0
Всього затрат, грн	-	2115,0	2339,0
Чистий прибуток, грн.	-	93,0	1414,60
Рівень рентабельності, %	-	4,4	60,5

Розрахунки показників економічної ефективності різних строків застосування фунгіцидів проти хвороб ячменю озимого, показали, що обидві

схеми є економічно вигідними. Однак варіант, де обидві обробки проводились навесні значно переважав за всіма показниками. Так, прибуток зростав із 93,0 грн./га до 1414,60 грн./га, а рентабельність становила 60,5 %, тоді як за здійснення першої обробки у фазі осіннього кушіння – 4,4 %.

Висновки до розділу 6

1. Доведено, що всі досліджувані препарати проявляли фунгітоксичність для *Pyronophora teres*. Високі результати за токсикологічної оцінки дії на збудника в умовах *in vitro* продемонстрували фунгіциди Адексар СЕ Плюс, к.е. та Елатус Ріа, 385 к.е., пригнічення проростання конідій на 95 % відбувалось вже при концентраціях 0,1477 % та 0,1534 % відповідно.

2. Встановлено, що отримані результати вказують на ефективність застосування сучасних препаратів для захисту посівів ячменю озимого від хвороб листя. В умовах Одеської області найкращий захист посівів досягнуто за дворазового застосування у фазі (весняне кушіння + вихід в трубку) фунгіцидів Адексар СЕ Плюс, к.е. з нормою витрати 0,5 л/га та Аскра Хрго, к.е. з нормою витрати 1,25 л/га. За роки дослідження технічна ефективність була досить високою і становила в середньому 74,9-75,7 % відповідно.

3. Досліджено позитивний вплив застосування фунгіцидів на рівень хлорофілу в листках ячменю озимого. Найвищим він був у листках сорту Дев'ятий вал за використання препарату Елатус Ріа, 385 к.е. (0,6 л/га) у фазі весняного кушіння та трубкування – 552 та 629 одиниць відповідно, що свідчить про високу захисну, лікувальну, викорінювальну та профілактичну дію цього препарату проти широкого спектра хвороб листя й тривалий період збереження функції фотосинтезу.

4. Дослідження свідчать, що використання фунгіцидів мало позитивний вплив на підвищення показників якості зерна ячменю озимого, за виключенням вмісту білка. Найкращі показники отримано в варіантах із дворазовим застосуванням фунгіцидів. Використання препаратів Адексар СЕ

Плюс (0,5 л/га), Елатус Ріа, 385 к.е. (0,6 л/га) та Аскра Хрго, к.е (1,25 л/га) сприяло збільшенню вмісту протеїну, крохмалю, клейковини порівняно з контролем на 1,35 %; 0,30 %; 1,45 % відповідно. За використання препарату Аскра Хрго, к.е (1,25 л/га) вміст клейковини в зразках зерна за роки досліджень був найвищим і в середньому сягав 31,79 %.

5. Таким чином, обидві запропоновані схеми застосування фунгіцидів на ячмені озимому є економічно вигідними. Кращі показники економічної ефективності мав варіант, де обприскування посівів проводили Адексар СЕ Плюс, к.е. з нормою витрати 0,5 л/га у фази весняного кушіння та трубкування.

ВИСНОВКИ

1. В умовах СК «Еліта» Ізмаїльського району Одеської області протягом 2021-2023 рр. всі районовані сорти щорічно уражувались борошнистою росою, септоріозом, сітчастим гельмінтоспоріозом та облямівковою плямистістю. Досліджено, що домінуючим збудником у посівах був сітчастий гельмінтоспоріоз (*Pyrenophora teres*), ступінь розвитку якого становила від 0,5 до 18,4 %.

2. Результати досліджень свідчать, що в 2021, 2022, 2023 рр. рівень інфікованості зерна сортів ячменю озимого патогенними грибами був високим. Домінуючими збудниками в комплексі мікофлори зерна районованих сортів були гриби з роду *Alternaria spp* – 49,1 % та *Helminthosporium spp.* – 31,5 %.

3. Виявлено, що видовий склад збудників альтернаріозу представлений трьома видами: *A. infectoria*, *A. tenuissima*, *A. alternata*. Найчастіше причиною хвороби є патогени *A. tenuissima* та *A. infectoria*, масова частка яких за роки досліджень в середньому становила 26,2-72,1%.

4. У результаті проведених досліджень зразків зерна встановлено, що всі сорти характеризуються відносною стійкістю щодо основних збудників із роду *Fusarium spp*. Домінуючим видами в патогенному комплексі мікофлори зерна були *F. graminearum* та *F. avenaceum*, масова частка яких становила в середньому 33,5-40,6 %.

5. Встановлено, що середній строк сівби є оптимальним для розвитку рослин ячменю озимого та зниження ураження збудниками сітчастого гельмінтоспоріозу на 1,5-13,1 %. Проведений кореляційно-регресійний аналіз показав наявність сильної оберненої кореляції між розвитком хвороби та масою 1000 зерен, коефіцієнт кореляції $r = -0,9639$. Такий же тип зв'язку, виявлено і між розвитком хвороби і врожайністю, коефіцієнт кореляції $r = -0,8831$. Одержані нами рівняння регресії демонструють, що кожен відсоток розвитку сітчастої плямистості призводить до зниження маси 1000 зерен на 0,385 г, а врожайності – на 0,047 т/га.

6. Експериментально встановлено, що оптимальною для зони дослідження є норма висіву 4,5 млн зерен/га ячменю озимого, яка сприяла зниженню показника розвитку збудника *Pyrenophora teres* та збільшенню врожайності. Проведений кореляційно-регресійний аналіз між нормою висіву та розвитком хвороби, масою 1000 зерен і врожайністю, показав наявність між ними нелінійної залежності. Всі одержані рівняння мали параболічну форму, коефіцієнти детермінації (R^2) знаходились у межах від 0,6567 (для розвитку хвороби) до 0,8169 (для врожайності) за $p < 0,05$ в усіх випадках.

7. В умовах *in vitro* встановлено, що досліджувані препарати проявляли фунгітоксичність проти *Pyrenophora teres*. Найбільш ефективними були Адексар СЕ Плюс, к.е. та Елатус Ріа, 385 к.е., пригнічення проростання 95 % конідій відбувалось за концентрацій 0,1477 % та 0,1534 % відповідно.

8. Найкращий захист посівів проти основних збудників хвороб досягнуто за дворазового застосування фунгіцидів Адексар СЕ Плюс, к.е. (0,5 л/га) та Аскра Хпро, к.е. (1,25 л/га) у фазі кушіння та трубкування, технічна ефективність яких становила 74,9-75,7 % відповідно. Коефіцієнт парної кореляції для врожайності становив від -0,698 до -0,852, а для маси 1000 зерен був у межах від -0,656 до -0,810.

9. Встановлено, що найвищий рівень хлорофілу був у листках сорту Дев'ятий вал за використання препарату Елатус Ріа, 385 к.е. (0,6 л/га) у фазі весняного кушіння та трубкування – 552 та 629 одиниць відповідно, що свідчить про високу захисну, лікувальну, викорінювальну та профілактичну дію цього препарату проти широкого спектра хвороб листя й тривалий період збереження функції фотосинтезу.

10. Досліджено, що використання фунгіцидів мало позитивний вплив на підвищення показників якості зерна ячменю озимого, за виключенням вмісту білка. Використання препаратів Адексар СЕ Плюс (0,5 л/га), Елатус Ріа, 385 к.е. (0,6 л/га) та Аскра Хпро, к.е. (1,25 л/га) сприяло збільшенню вмісту протеїну, крохмалю, клейковини порівняно з контролем на 1,35 %; 0,30 %; 1,45 % відповідно. За використання препарату Аскра Хпро, к.е. (1,25 л/га)

вміст клейковини в зразках зерна за роки досліджень був найвищим і в середньому сягав 31,79 %.

11. Найкращі показники економічної ефективності досліджено у варіанті, де обприскування посівів проводилось фунгіцидом Адексар СЕ Плюс, к.е. з нормою витрати 0,5 л/га у фазі весняного кушіння та трубкування. Прибуток зростав із 93,0 грн./га до 1414,60 грн./га, а рентабельність становила 60,5 %.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. В умовах Степу України, середній строк сівби (перша декада жовтня) є найсприятливішим для росту і розвитку рослин ячменю озимого та зниження ураження збудниками сітчастого гельмінтоспоріозу.

2. Оптимальною для зони дослідження є норма висіву – 4,5 млн. зерен/га ячменю озимого, що призводить до зниження розвитку збудника *Pyrenophora teres Drechsler* та збільшення показників врожайності.

3. Для захисту посівів ячменю озимого від ураження збудниками борошнистої роси, септоріозу, сітчастого гельмінтоспоріозу та облямівкової плямистості, слід застосовувати дворазову обробку фунгіцидами Адексар СЕ Плюс, к.е. (0,5 л/га) або Аскра Хрго, к.е. (1,25 л/га) у фазі кушіння та трубкування рослин.

Запропоновані заходи характеризуються економічністю та екологічністю.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Андрійченко Л. В., Лавришина О. Є. Сорти-дворучки ячменю озимого для вирощування в умовах Півдня Миколаївської області. *Зернові культури*. Том 3. № 2. 2019. С. 286-292.
2. Арешніков Б.А., М.П. Гончаренко. Захист зернових культур від шкідників, хвороб та бур'янів при інтенсивних технологіях. Київ: Урожай, 1992. 224 с.
3. Бабаянц Л. Т., Мештерхази А., Вехтер Ф., Неклеса Н., Дубинина Л. Методы селекции и оценки устойчивости пшеницы и ячменя к болезням в странах-членах СЭВ. Прага, 1988. 321 с.
4. Бабаянц О. В. Імунологічна характеристика рослинних ресурсів пшениці та обґрунтування генетичного захисту від збудників хвороб грибної етіології у Степу України: дис. ... д-ра біол. наук : 06.01.11. Одеса, 2011. 328 с.
5. Безноско І., Дем'янюк О. С., Мостов'як І. І. Фітопатогенний контроль збудників основних видів хвороб зернових колосових культур грибної етіології. *Науковий вісник УжНУ. Сер. Біологія*. 2023. №54. С.7-12.
6. Билай В.И., Пидопличко Н.М. Токсинообразующие микроскопические грибы. Киев: Наукова думка, 1970. 291 с.
7. Біловус Г. Я., Терлецька М. І., Ільчук Р. В., Яремко В. Я., Виявлення джерел стійкості до листових хвороб ячменю озимого для використання у селекції. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2023. Вип. 73 (2). С. 22-35. DOI:10.32636/01308521.2023-(73)-2-2.
8. Біловус Г.Я., Ващишин О.А., Пристацька О.Н. Темно-бура плямистість ячменю озимого в умовах Лісостепу Західного. *Вісник аграрної науки*. 2023. № 12 (849). С.45-50. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202312-06>
9. Біловус Г. Я. Оцінка сортотразків ячменю озимого за стійкістю до збудників листових хвороб та урожайністю. *Вісник аграрної науки*. 2022. Вип. 3 (828). С. 20-27.

10. Біловус Г. Я., Марухняк А. Я. Екологічне сортовипробування ячменю озимого в умовах Лісостепу Західного. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2019. Вип. 66. С. 38-51.
11. Близнюк Р. М. Стійкість сортів пшениці м'якої ярої до листових грибних хвороб. *Агроекологічний журнал*. 2019. № 1. С. 74-79.
12. Борзих О. І. Хвороби рослин основних польових культур в агроценозах України. *Біоресурси і природокористування*. 2015. Том 7. С. 183-189.
13. Борзих О. І., Федоренко В. П. Сучасні проблеми фітосанітарного стану агробіоценозу в Україні. *Захист і карантин рослин*. 2016. Вип. 62. С. 3-17.
14. Борма Эрно. Погода и защита растений; пер. с голландского. Нидерланды. Дронтен: Roodbont. 2012. 176 с.
15. Бублик Л. І., Васечко Г. І., Васильєв В. П. та ін. Довідник із захисту рослин /за ред. М. П. Лісового. Київ: Урожай, 1999. С. 93-110.
16. Буняк Н. М. Оцінка колекційних зразків ячменю ярого за комплексом цінних господарських ознак в умовах носівської селекційно-дослідної станції. *Вісник УНУС*. 2023. №1. С.7-17.
17. Бурдуланюк А. О. та ін. Плямистості листя ярого ячменю в умовах Сумської області. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Вип. 9 (30). 2015. С. 103-107.
18. Васильківський, С. П., Кочмарський В. С. Селекція і насінництво польових культур : підручник. Біла Церква: Миронівська друкарня, 2016. 376 с.
19. Васильченко В., Синько В. Примусове осадження крапель робочого розчину пестицидів. *Агроном*. 2013. № 4. С. 182.
20. Верещагін Л. Н. Шкідники та хвороби зернових колосових культур. Київ: Юнівест Маркетинг. 2001. С. 57-83.
21. Верещагін Л.М. Атлас бур'янів, лікарських та медоносних рослин. Київ: Юнівест маркетинг. 2002. С. 380.

22. Гораш О. С., Климишена Р. І. Формування урожайності зерна ячменю ярого. *Вісник аграрної науки*. 2008. №6. С. 25-27.
23. Гудзенко В. М., Васильківський С. П. Виведення сортів ячменю озимого адаптованих до сучасних умов Лісостепу України. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2017. Вип. 90. Ч. 1. С. 63-70.
24. Гудзенко В.М. Розширення генетичного різноманіття для селекції ячменю в умовах центральної частини Лісостепу України. *Селекція і насінництво*. 2015. Вип. 107. С. 25-37.
25. Гудзенко В. М. Оцінка селекційних ліній ячменю озимого за продуктивністю та адаптивністю в умовах Лісостепу України. *Селекція і насінництво*. 2014. Вип.106. С.13-23.
26. Гудзенко В. М. Селекційна оцінка колекційних зразків ячменю озимого в умовах Лісостепу України. *Агробіологія*. 2014. № 2. С. 29-33.
27. Гудзенко В.М. Урожайність, пластичність та стабільність ячменю озимого у центральному Лісостепу України. *Селекція і насінництво*. 2013. Вип.103. С. 231-240.
28. Гудзенко В.М. Джерела стійкості ячменю ярого до листових хвороб в умовах Лісостепу України. *Фактори експериментальної еволюції організмів: Зб. наук. пр.* 2010. Т. 8. С. 116-121.
29. Джам М. А., Райчук Л. В. Фузаріоз колосу озимої пшениці. *Захист рослин*. 2004. № 1. С. 5.
30. Демидов О. А., Васильківський С. П., Гудзенко В. М. Еколого-генетичні аспекти селекції ячменю озимого щодо підвищення його продуктивного та адаптивного потенціалу у Лісостепі України. *Агроекологічний журнал*. 2017. № 2. С. 194-200.
31. Дем'янюк О. С. Зміни клімату – глобальна екологічна і продовольча проблема людства. *Збалансоване природокористування*. 2016. № 4. С. 6-13.
32. Дерменко О. П., Панченко Ю. Є., Гаврилюк Л. Л. Поширення і розвиток бурої листової іржі в Лісостепу України. *Агроном*. 2013. № 1. С. 92-96.

33. Дудяк І. Д. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва. Миколаївський національний аграрний університет. 2015. Т 38. С. 18-20.

34. Електрона зернова біржа України. Закупівельні ціни на зерно в Україні на 5 липня 2023 року. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://graintrade.com.ua/novosti/>

35. Державна служба статистики України. Електронний ресурс. Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>

36. Євтушенко М.Д., Лісовий М.П., Пантелєєв В.К., Слісаренко О.М. Імунітет рослин. Київ: Колобіг, 2004. 303 с.

37. Житомирець О., Смульська І., Дутова Г., Михайлик С., Дорошенко М. Дослідження продуктивності та стійкості сортів ячменю озимого (*Hordeum vulgare* L.) В різних ґрунтово-кліматичних зонах України. *Věda a perspektivy*. 2024. №5. С. 36.

38. Заєць С., Балян І., Онуфран Л., Юзюк С. Урожайність різних сортів ячменю озимого в умовах південного степу. *Аграрні інновації*. 2023. №19. С. 51-56.

39. Заярна О. Ю. Оцінка стійкості сортів ярого ячменю до сажкових хвороб. *Вісник ХНАУ. Сер. «Фітопатологія та ентомологія»*. 2017. № 1-2. С. 165-168.

40. Каталог сортів Селекційно-генетичного інституту – Національного центру генетичних ресурсів. Одеса, 2021. с. 103. Електронний ресурс. Режим доступу: https://sgi.in.ua/data/documents/kat_SGI.pdf.

41. Каталог сортів Селекційно-генетичного інституту – Національного центру генетичних ресурсів. Одеса, 2021. с. 104. Електронний ресурс. Режим доступу: https://sgi.in.ua/data/documents/kat_SGI.pdf.

42. Каталог сортів Селекційно-генетичного інституту – Національного центру генетичних ресурсів. Одеса, 2021. с. 105. Електронний ресурс. Режим доступу: https://sgi.in.ua/data/documents/kat_SGI.pdf

43. Кірчук Є. І., Алексєєнко Є. В. Генетичні джерела стійкості пшениці м'якої озимої до бурої іржі та їх цінність в ювенільний період розвитку. *Зернові культури*. 2022. Т. 6. № 2. С. 30-34. DOI: 10.31867/2523-4544/0228
44. Конончук О. Б., Пида С. В., Герц А. І., Брошак І. С. Продуктивність і ураження хворобами посівів озимого ячменю на чорноземі типовому залежно від попередника й обробки фунгіцидом. *Вісник УНУС*. № 1. 2022. С. 133-139.
45. Крикунов В.Г. Ґрунти і їх родючість: підручник. Київ: Вища школа. 1993. С. 287.
46. Круть, М. В. Інновації з наукового забезпечення селекції зернових культур на стійкість проти хвороб та шкідників. *Захист і карантин рослин*, 2020. №3. С. 137-145.
47. Курцев В. О., Секун М. П. Роль агротехнічних заходів у регулюванні чисельності шкідників озимої пшениці. *Захист і карантин рослин*. 2003. Вип. 49. С. 84-91.
48. Лінчевський А.А., Легкун І.Б. Нове ставлення до культури ячменю і селекція в умовах зміни клімату. *Вісник аграрної науки*. 2020. №9(810) С. 34-42. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202009-05>
49. Лінчевський А. А., Легкун І. Б., Бабаш А. Б., Щербина З. В. Пріоритети в селекції ячменю (*HORDEUM vulgare* L.) для сучасних умов виробництва зерна в Україні. *Збірник наукових праць СГІ-НЦНС*. 2017. Вип. 30 (70). С.23-39.
50. Лінчевський А.А. Ячмінь – джерело здорового способу життя сучасної людини. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 12. С. 14-21.
51. Лісовий М.П., Кононенко Ю.М. Поліморфізм вірулентності збудника борошнистої роси ячменю в центральному Лісостепу. *Вісник аграрної науки*. 2007. № 4. С. 15-18.
52. Літун П.П., Кириченко В.В., Петренкова В.П., Коломацька В.П. Системний аналіз в селекції польових культур: навчальний посібник. Харків, 2009. 354 с.

53. Марков І.Л. Хвороби ячменю та методи їх контролю. *Агроном*. 2008. № 4. С. 162-179.
54. Марков І.Л. Захист ячменю озимого від хвороб. *Агробізнес сьогодні*. 2019. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/14819-zakhyst-iachmeniu-ozymoho-vid-khvorob.html>.
55. Маслак О. Ринок ячменю: підсумки та перспективи. *Агробізнес сьогодні*. Електронний ресурс. Режим доступу: <http://www.agrobusiness.com.ua/component/content/article/17-2010-06-11-12-52-32/846-2012-02-02-12-33-09.html>.
56. Миронівський інститут пшениці імені В.М. Ремесла Національної академії наук України (1912-2012) / За ред. В.С. Кочмарського. Миронівка, 2012. 816 с.
57. Мойсєєва М. Культура у фокусі: ячмінь. *Пропозиція*. 2009. № 4. С. 20-21.
58. Мостов'як І. І. Екологічна парадигма інтегрованого захисту рослин. *Карантин і захист рослин*. 2019. № 5-6 (255). С. 12-16.
59. Мостов'як І.І. Вплив гідротермічних чинників на поширення і розвиток хвороб в агроценозі зернових культур Правобережного Лісостепу. *Вісник УНУС*. 2020. № 1. С. 103-108. doi: 10.31395/2310-0478-2020-1-103-108
60. Музафарова В. А. Генетична колекція ячменю ярого за стійкістю до хвороб. *Селекція і насінництво*. 2016. Вип. 110. С. 107-116.
61. Муха Т. І., Мурашко Л. А. Сорти пшениці озимої з груповою стійкістю проти хвороб для Лісостепу України. *Миронівський вісник*. 2017. Вип. 4. С. 132-134.
62. Назаренко І.І., Польчина С.М., Нікорич В.А. Ґрунтознавство: підручник. Чернівці: Книги – ХХІ. 2003. С. 400.
63. Нарган Т. П. Виявлення джерел стійкості до листостеблових хвороб пшениці м'якої озимої для використання в селекції. *Генетичні ресурси рослин*. 2015. № 17. С. 11-20.

64. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості: ДСТУ 4138:2002. Київ: Держспоживстандарт України, 2003.
65. Облік шкідників і хвороб сільськогосподарських культур. / В.П. Омелюта, І.В. Григорович, В.С. Чабан та ін.; За ред. В.П. Омелюти. Київ: Урожай, 1986. 296 с.
66. Панфілова А. В., Корхова М. М. Сортовипробування ячменю озимого в умовах Південного Степу України. *Аграрні інновації*, 2021. № 9. С. 69-74.
67. Парфенюк А. І., Волощук Н. М. Формування фітопатогенного фону в агроценозах. *Агроекологічний журнал*. 2016. № 4. С. 106-114.
68. Пересипкін В.Ф. Хвороби зернових і зернобобових культур. Київ. Урожай. 1989. С.28.
69. Петриченко В. Ф, Лихочвор В. В. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур : підручник. Львів, 2020. 806 с.
70. Піковський М., Кирик М. Початок вегетації ячменю озимого: небезпечні мікози. *Пропозиція*. № 10. 2018 Електронний ресурс. Режим доступу: <https://propozitsiya.com/ua/pochatok-vegetaciyi-yachmenyu-ozymogo-nebezpechni-mikozy>
71. Полупан М.І., Соловей В.Б., Величко В.А. Класифікація ґрунтів України. Київ: Аграрна наука. 2005. С. 144-156.
72. Попит на ячмінь в Україні майже відсутній. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://agravery.com/uk/posts/show/popit-na-acmin-v-ukraini-majze-vidsutnij>.
73. Ретьман С. Захистимо зернові від хвороб. *Пропозиція*. 2001. № 3. С. 56-57.
74. Ретьман С.В. Хвороби зернових колосових культур. // Методики випробування і застосування пестицидів. За ред. Трибеля С.О. / С.В.Ретьман. Київ: Світ, 2001. С. 267-270.
75. Ретьман С. В., Шевчук О. В., Горбачева Н. П., Райчук Л. В. Зернове поле. *Захист рослин*. 2004. № 10. С. 1-3.

76. Ретьман С.В., Довгань С.В. Фітосанітарний стан зернових колосових. *Карантин і захист рослин*. 2010. №3. С. 2-5.
77. Рибалка О.І., Моргун Б.В., Поліщук С.С. Ячмінь як продукт функціонального харчування. Київ: Логос, 2016. 619 с.
78. Рибалка О.І. Якість пшениці та її поліпшення. Київ, Логос, 2011. 495 с.
79. Рожков А.О., Пузік В.К., Каленська С.М., Попов С.І. Дослідна справа в агрономії: навч. посібник книга друга. Харків. Майдан. 2016. 342 с.
80. Рожков А.О., Пузік В.К., Каленська С.М., Попов С.І. Дослідна справа в агрономії: навч. посібник книга перша. Харків: Майдан, 2016. С. 268-269.
81. Сабадин В.Я. Сорти ячменю ярого для селекції на імунітет. *Селекційно-генетична наука і освіта: матеріали міжнародної наукової конференції*. Умань, 2016. С. 305-310.
82. Солодушко М.М., Солодушко В.П., Гасанова І.І., Ярошенко С.С. Вплив строків сівби озимого ячменю після різних попередників на його урожайність. *Агроном*. 2019. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://www.agronom.com.ua/vplyv-strokiv-sivby-ozymogo-yachmenyu-pislya-riznyh-poperednykiv-na-jogo-rozvytok-i-urozhajnist/>
83. Солонечний П. М. Стабільність елементів продуктивності сортів ячменю ярого в екологічному випробуванні. *Селекція і насінництво*. 2014. Вип. 105. С. 194-201.
84. Солонечний П. М. Гомеостатичність та селекційна цінність сучасних сортів ячменю ярого. *Селекція і насінництво*. 2013. Вип. 103. С. 36-41.
85. Станкевич С. В., Забродіна І. В., Білик М. О., Євтушенко М. Д , Туренко В. П., Леженіна І. П., Малина Г. В. Теорія і технологія прогнозування і прийняття рішень у захисті і карантині рослин: навч. посіб. Харків: Видавництво Іванченка І.С., 2021. 269 с.
86. Суходум О. Г. Стійкість пшениці озимої до ураження септоріозом залежно від сорту. *Новітні агротехнології*. 2013. № 11. С. 11-17.

87. Танчик С. П., Каменська С. М. Загальні особливості вирощування озимої пшениці. *Агроном.* 2004. № 3. С. 27.

88. Терлецька М.І., Біловус Г.Я., Ільчук Р.В., Яремко В.Я. Оцінка продуктивності сортів ячменю озимого в умовах Карпатського регіону. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво.* 2022. Вип. 72(1). С. 76-90.

89. Тітов І.О. Контамінація зерна ячменю озимого грибними патогенами в Степу України. *Аграрні інновації.* 2024. № 25. С. 67-71.

90. Трибель С.О. Стійкі сорти: проблеми і перспективи. *Карантин і захист рослин.* 2005. №4. С. 3-5.

91. Трибель С.О., Гетьман М.В., Стригун О.О., Г.М. Ковалишина, Андрющенко А.В. Методологія оцінювання стійкості сортів пшениці проти шкідників і збудників хвороб / За редакцією С.О. Трибеля. Київ: Колобіг. 2010. 392 с.

92. Трибель С.О. Методики випробування і застосування пестицидів. Київ Світ, 2001. С 81.

93. УЗА прогнозує в 2024 році менший врожай – 76,1 млн т зернових та олійних. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://uga.ua/news/uga-prognozuye-v-2024-rotsi-menshij-vrozhaj-76-1-mln-t-zernovih-ta-olijnih/>

94. Федоренко В. П. За екстремальної ситуації. Інтегрована система захисту сільськогосподарських культур. *Захист рослин.* 2003. № 7. С. 1-2.

95. Федоренко В. П., Ретьман С. В. Чотири основоположних принципи. *Захист рослин.* 2004. № 1. С. 3-4.

96. Чайка О. В., Ключевич М. М., Рябчук П. О., Тимощук Т. М. Поширення і шкідливість грибних хвороб ячменю ярого в умовах Полісся. *Збірник наукових праць ВНАУ.* 2011. №9(49). С.144-151.

97. Чайка О. В., Чайка А. В., Ключевич М. М. Вплив абіотичних факторів на розвиток основних хвороб ячменю ярого в умовах Полісся України. *Вісник ЖНАЕУ.* 2009. № 2. С.80-87.

98. Чайка О.В., Шеремет Ю.В., Чайка Т.В., Капралюк М.П. Ефективність комплексних обробок посівів ячменю озимого проти хвороб. *Вісник ЖНАУ*. 2015. № 2(1). С. 120-127.

99. Шахова Н. М., Шаповалов А. І. Хвороби озимого зернового поля. *Наукові праці. Екологія*. 2014. Вип. 220. Том 232. С. 58-61.

100. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://agrarii-razom.com.ua/culture-variety/luran>

101. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://www.agro.basf.ua/uk/Products/overview/Фунгіциди/Адексар-СЕ-Плюс.html>

102. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://www.syngenta.ua/product/crop-protection/elatus-ria-358-ke>.

103. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://www.cropscience.bayer.ua/Products/Fungicides/AscraXPro.aspx>

104. Ячмінь. Технічні умови: ДСТУ 3768:2019 – (чинний від 14 травня 2019 року). К.: Держспоживстандарт України, 2019.

105. Abdel-Ghani A. H., Parzies H. K., Omary A., Geiger H. H. Estimating the outcrossing rate of barley landraces and wild barley populations collected from ecologically different regions of Jordan. *Theor. Appl. Genet.* 2004. № 109. P. 588-595. doi: 10.1007/s00122-004-1657-1.

106. Ashwini R., Patil P. V. In vitro evaluation of commercially available botanicals against *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem. an incitant of spot blotch of wheat. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 2020. №9(3). P. 819-821.

107. Arabi M. I. E., Jawhar M. Heterogeneity in *Pyrenophora graminea* as revealed by ITS-RFLP. *Journal of Plant Pathology*. 2007. Vol. 89, No. 3. P. 391-395.

108. Arthur R. F., Gurley E. S., Salje H., Bloomfield L. S., Jones, J. H. Contact structure, mobility, environmental impact and behaviour: the importance of social forces to infectious disease dynamics and disease ecology. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 2017. №372(1719). DOI:10.1098/rstb.2016.0454.

109. Barley: a potential cereal for producing healthy and functional foods / La Geng et al. *Food Quality and Safety*. 2022. Vol. 6. P. 1-13. doi: 10.1093/fqsafe/fyac012.
110. Bartels F. Student uber Marssonina graminicola ||Forch. A Geb. Pflanzenkrankheit a Immunit. Im Pflanzenreich. 1978. № 5. P. 21-73.
111. Biel W., Jacyno E., Kawecka M. Chemical composition of hulled, dehulled and naked oat grains. *South Afr. J. of Animal Sci.* 2014. Vol. 44. P. 189-197.
112. Bockelman H. E., Valkoun J. "Barley germplasm conservation and resources," in *Barley: Improvement, Production, and Uses*, ed. S. E. Ullrich (Oxford: Wiley-Blackwell Press) 2011. P. 144-159. doi: 10.1002/9780470958636.ch7.
113. Bregitzer P., Mornhinweg D., Hammon R., Stack M., Baltensperger D., Hein G. Registration of 'Burton' barley. *Crop Sci.* 2005. Vol. 45. P. 1166-1168. doi: 10.2135/cropsci2004.0461CV
114. Bunzel M., Ralph J., Steinhart H. Phenolic compounds as cross-links of plant derived polysaccharide. *Czech. Journ. Food Sci.* 2004. V. 22. P. 64-67.
115. Carver T. E. Griffins Effects of barley mildew on green leaf area and grain yield in field and greenhouse experiments. *Ann. Appl. Biol.* 1982. Vol. 101. No. 3. P. 561-572.
116. Chen D. et al. Alpha-amylase treatment increases extractable phenolics and antioxidant capacity of oat (*Avena nuda* L.) flour. *J. of Cereal Sci.* 2015. Vol. 65. P. 60-66.
117. Clark R. V. Yield losses in barley cultivars caused by spot blotch. *Canadian J. Plant Pathol.* 1979. Vol. 1. P. 113-117.
118. Czembor J. H. Resistance to powdery mildew in populations of barley landraces from Morocco. *Genet. Resour. Crop Evol.* 2000. № 47. P. 439-449. doi: 10.1023/A:1008732919426
119. Dai F., Nevo E., Wu D., Comadran J., Zhou M., Qiu L., et al. Tibet is one of the centers of domestication of cultivated barley. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 2012. № 109. P. 16969-16973. doi: 10.1073/pnas.1215265109.

120. Dahleen L. S., Bregitzer P., Mornhinweg D., Jackson E. W. Association mapping of Russian wheat aphid resistance in barley as a method to identify diversity in the National Small Grains Collection. *Crop Sci.* 2012. №52. P. 1651-1662. doi: 10.2135/cropsci2011.09.0525.

121. Daou C., Zhang H. Oat beta-glucan: its role in health promotion and prevention of diseases. *Comp. Rev. in Food Sci. and Food Saf.* 2012. Vol. 11. P. 355-365.

122. Davis W. Wheat belly: lose the wheat, lose the weight, and find your path back to health. *Emmaus.* 2011. P. 73-79.

123. Devasagayam T. P. A., Tilak J. C., Boloor K. K., Sane K. S., Ghaskadbi S. S., Lele R. D. Free radicals and antioxidants in human health: current status and future prospects. *Jap.* 2004. № 52(794804). P. 4.

124. Dreiseitl A. Adaptation of *Blumeria graminis* f. sp. hordey to barley resistance genes in the Czech Republic in 1971-2000. *Plant Soil Environ.* 2003. V. 46(6). P. 241-248.

125. Dreiseitl A. Differences in powdery mildew epidemics in spring and winter barley based on 30-year variety trials. *Ann. Appl. Biol.* 2011. №159. P.49-57.

126. Dutilloy E., Oni F. E., Esmael Q., Clément C., Barka E. A. Plant beneficial bacteria as bioprotectants against wheat and barley diseases. *Journal of Fungi.* 2022. Vol. 8(6). P. 632.

127. Eberhart S. A., Russel W. A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 1966. № 6. P. 36-40

128. FAOSTAT. Production and Trade. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2017. Rome: FAO. Электронный ресурс. Режим доступа: <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=3122479>

129. Gamayunova V. V., Fedorchuk M. I., Kuvshinova A. O., Nagirniy V. V. The grain yield of winter barley varieties in the Southern Ukraine depending on factors and conditions of vegetation years. *Natural and Technical Sciences*, 2019. №7 (215). P. 7-10.

130. Griffey C. A., Das M. K., Baldwin R. E., Waldenmaier C. M. Yield losses in winter barley resulting from a new race of *Puccinia hordei* in North America. *Plant Dis.* 1994. Vol. 78. P. 256-260.
131. Harlan J. R., De Wet J., Price E. G. Comparative evolution of cereals. *Evolution.* 1973. № 27. P. 311-325. doi: 10.1111/j.1558-5646.1973.tb00676.x.
132. Harlan J. R., Zohary D. Distribution of wild wheats and barley. *Science.* 1966. № 153. P. 1074-1080. doi: 10.1126/science.153.3740.1074.
133. Hayes P. M., Blake T., Chen T. H., Tragoonrung S., Chen F., Pan A., et al. Quantitative trait loci on barley (*Hordeum vulgare* L.) chromosome 7 associated with components of winterhardiness. *Genome.* 1993. № 36. P. 66-71. doi: 10.1139/g93-009
134. Hemshrot A., Poets A. M., Tyagi P., Lei L., Carter C. K., Hirsch C. N. Development of a multiparent population for genetic mapping and allele discovery in six-row barley. *Genetics.* 2019. № 213. P.595-613. doi: 10.1534/genetics.119.302046.
135. Hernandez J., Meints B., Hayes P. Introgression breeding in barley: perspectives and case studies. *Frontiers in plant science*, 2020. №11. P. 761.
136. Hoheneder F., Hofer K., Groth J., Herz M., Heß M., Hückelhoven R. Ramularia leaf spot of barley is highly host genotype dependent and suppressed by persistent drought stress in the field. *Journal of Plant Diseases and Protection.* 2021. № 128. P. 749-767.
137. Hussein M. A., Bjornstad A., Aasteveit A. H. SASG X ESTAB: A SAS program for computing genotype x environment stability statistics. *Agron. J. na sorty roslyn : ofitssiinyi biuleten.* 2003. Is. 2. Part 3. 214 p
138. Jiang C., Kang J., Ordon F., Perovic D., Yang P. Yellow mosaic of barley and wheat caused by bimovirus: viruses, genetic resistance and functional aspects. *Theoretical and Applied Genetics.* 2020. № 133(5). P.1623-1640.
139. Kalenska S. Enrichment of field crops biodiversity in conditions of climate changing. *Ukrainian Journal of Ecology.* 2019. № 9(1). P. 19-24.

140. Kalenska S. M., Tokar B. Yu. Yield of spring barley depending on the level of mineral nutrition. *Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv*. 2015. №23. P.30-33.
141. Kasatkina T. O. Hamaiunova V. V. Prospects and features of spring barley cultivation in the south of Ukraine. *Scientific Horizons*. 2018. №7-8(70). P.131–138. doi: 10.33249/2663-2144-2018-70-7-8-131-138.
142. Keller B., Krattinger S.G. A new player in race-specific resistance. *Nat. Plants*. 2018. № 4. P.197-198.
143. Kerckhoffs D., Brouns F., Hornstra G., Mensink. Effect on the human lipoprotein profile of β -glucan, soy protein and isoflavones, plant sterols, garlic and tocotrienols. *R.J. Nutr.* 2002. V. 132. P. 2494-2505.
144. Li C., Lu X., Zhang Y., Liu N., Li C., Zheng W. The complete mitochondrial genomes of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* and *Puccinia recondita* f. sp. *tritici*. *Mitochondrial DNA Part B*. 2020. № 5(1). P.29-30.
145. Linchevskyi A. A., Sheremet O. M. Winter barley. *Ozymi zernovi kultury*. Kyiv: Urozhai, 1993. P. 220-253.
146. Luz S., Masoodian M. Exploring environmental and geographical factors influencing the spread of infectious diseases with interactive maps. *Sustainability*. 2022. №14(16). 9990
147. Macholdt J., Honermeier B. Impact of climate change on cultivar choice: adaptation strategies of farmers and advisors in German cereal production. *Agronomy*. 2016. Iss. 6 (40). doi:10.3390/agronomy6030040
148. Malaker P. K., Mian L. H., Khandaker M. M., Reza M. M. A. Survival of *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker in soil and residue of wheat. *Bangladesh Journal of Botany*. 2007. №36(2). P.133-137.
149. Mamluk O. F. Wheat and barley diseases in west asia-north africa region: Current Circumstances, Economie Impact and Mitigating Strategies. *Phytopathological union*, 1997. P.43.

150. Marconi E., Graziano M., Cubadda R. Composition and utilization of barley pearling by-product for making functional pastas rich in dietary fiber and β -glucans. *Cereal Chem.* 2000. V. 77. P. 133-139.
151. McDonald B.A., Linde C. Pathogen population genetics, evolutionary potential, and durable resistance. *Annu. Rev. Phytopathol.* 2002, № 40, P. 349-379.
152. Molnar L., Grozea I., Ștef R., Vîrteiu A. M., Damianov S., Cărbăbeț A. Monitoring the attack of *Septoria tritici* Rob. et Desm. in Timis county in 2020. *Research Journal of Agricultural Science*, 2021. № 53(1). P. 116-119.
153. Monteagudo A., Casas A. M., Cantalapiedra C. P., Contreras-Moreira B., Gracia M. P., Igartua E. Harnessing novel diversity from landraces to improve an elite barley variety. *Front. Plant Sci.* 2019. Vol. 10. P. 434. doi: 10.3389/fpls.2019.00434
154. Morrell P. L., Clegg M. T. Genetic evidence for a second domestication of barley (*Hordeum vulgare* L) east of the Fertile Crescent. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 2007. №104. P. 3289-3294. doi: 10.1073/pnas.0611377104.
155. Mundt C.C. Probability of mutation to multiple virulence and durability of resistance gene pyramids. *Phytopathology.* 1990. № 80, P. 221-223.
156. Muñoz-Amatriaín, M., Cuesta-Marcos, A., Endelman, J. B., Comadran, J., Bonman, J. M., Bockelman, H. E. The USDA barley core collection: genetic diversity, population structure, and potential for genome-wide association studies. *PLoS One.* 2014. Электронный ресурс. Режим доступа: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0094688> doi: 10.1371/journal.pone.0094688
157. Murray G.M., Brennan J.P. Estimating disease losses to the Australian barley industry. *Australas. Plant Pathol.* 2010. №39. P.85-96.
158. Newman R., Newman C. Barley for food and health. Science, technology and products. *John Willey & Sons, Inc. Publications, Hoboken, New Jersey.* 2008. 245 p.
159. Nice L., Huang Y., Steffenson B. J., Gyenis L., Schwarz P., Smith K. P. Mapping malting quality and yield characteristics in a North American two-rowed

malting barley × wild barley advanced backcross population. *Mol. Breed.* 2019. Vol. 39. P.121. doi: 10.1007/s11032-019-1030-3

160. Nirenberg H. A simplified method for identifying *Fusarium* spp. occurring on wheat *Can. J. Bot.* 1981. V. 59. P.1599-1609.

161. Okada Y., Kanatani R., Arai S., Ito K. Interaction between barley yellow mosaic disease-resistance genes *rym1* and *rym5*, in the response to BaYMV strains. *Breed. Sci.* 2004. Vol. 54. P. 319-325. doi: 10.1270/jsbbs.54.319

162. Our 2023 annual report. Электронный ресурс. Режим доступа: <https://www.usda.gov/topics/farming>

163. Oxley S. Barley Disease Control. *Edinburgh*. 2010. P. 1-20.

164. Panfilova A.V. Hamaiunova V. V. Influence of nutrition optimization on plant height and grain yield of spring barley varieties in the southern steppe of Ukraine. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomoria*. 2018. №4(100). P.42-47. doi: 10.31521/2313-092X/2018-4(100)-6.

165. Phenological growth stages and BBCH-identification keys of cereals. // Growth stages of Mono — and Dicotyledonous Plants. BBCH-Monograph. Meier, U. (ed.). Berlin, Wien: Blackwell Wissenschafts-Verlag, 1997. P. 12-16.

166. RMI Predictive Barley Price Model. Data Driven Forecasting Электронный ресурс. Режим доступа: <https://rmi-analytics.com/insights/#Barley-Price-Model>.

167. Saari E. E., Prescott J. M. World distribution in relation to economic losses. In *Diseases, distribution, epidemiology, and control*. 1985. Academic Press. P. 259–298.

168. Saintenac C., Cambon F., Aouini L., Verstappen E., Ghaffary S. M. T., Poucet T., Langin T. A wheat cysteine-rich receptor-like kinase confers broad-spectrum resistance against *Septoria tritici* blotch. *Nature Communications*, 2021. № 12(1). P. 433.

169. Simmons E. G. *Alternaria* themes and variations (27-53). *Mycotaxon*. 1990. Vol. 37. P. 79-119.

170. Simmons E. G. *Helminthosporium allii* as type of a new genus. *Mycologia*. 1971. Vol. 63. № 2. P. 380-386.
171. Sharma, P., Mishra, S., Singroha, G., Kumar, R. S., Singh, S. K., Singh, G. P. Phylogeographic diversity analysis of *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) shoemaker causing spot blotch disease in wheat and barley. *Genes*. 2022. № 13(12). P. 2206.
172. Talamé, V., Sanguineti, M. C., Chiapparino, E., Bahri, H., Salem, M. B., Forster, B. P., et al. (2004). Identification of *Hordeum spontaneum* QTL alleles improving field performance of barley grown under rainfed conditions. *Ann. Appl. Biol.* №144. P. 309-319. doi: 10.1111/j.1744-7348.2004.tb00346.x.
173. TCAP. Triticale Coordinated Agricultural Project Електронний ресурс. Режим доступу: <https://www.triticeaecap.org/>
174. Tekiel A. Occurrence of diseases and colonization of winter wheat grain by pathogenic fungi in organic farms in the Podlasie region. *J. Res. Appl. Agric. Eng.* 2008. V. 53. P. 120-122.
175. van Ginkel M., Flipphi R. Why self-fertilizing plants still exist in wild populations: diversity assurance through stress-induced male sterility may promote selective outcrossing and recombination. *Agronomy*. № 10. P. 349. doi: 10.3390/agronomy10030349.
176. Vasylykivskyi S. P., Sabadyn V. Ya. Resistance of spring barley plants to diseases depending on the genotype of the variety. *Myronivskyi visnyk*. 2015. Issue 1. P. 156-169. Електронний ресурс. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/myrbull_2015_1_17
177. Vasylykivskyi S., Gudzenko V. Winter barley selection in steady grain production provision in the Central Forest-steppe of Ukraine. *Агробіологія*. 2017. № 1. С. 25-33.
178. Vendelbo N. M., Mahmood K., Sarup P., Kristensen P. S., Orabi J., Jahoor A. J. S. R. Discovery of a novel powdery mildew (*Blumeria graminis*) resistance locus in rye (*Secale cereale* L.). 2021. *Scientific Reports*, № 11(1). P. 23057.

179. Visioni A., Tondelli A., Francia E., Pswarayi A., Malosetti M., Russell J. Genome-wide association mapping of frost tolerance in barley (*Hordeum vulgare* L.). *BMC Genomics*. 2013. Vol. 14. P. 424. doi: 10.1186/1471-2164-14-424
180. Wang L., Xue Q., Newman R. et al. Tocotrienol and fatty acid composition of barley oil and their effects on lipid metabolism. *Plant Foods Hum. Nutr.* 1993. V. 43. P. 9-17.
181. Wiewióra, B., Żurek, G. The Infection of Barley at Different Growth Stages by *Bipolaris sorokiniana* and Its Effect on Plant Yield and Sowing Value. *Agronomy*, 2024. №14(6). P. 1322.
182. Wolfe M.S. Crop strength through diversity. *Nature*. 2000. № 406. P. 681-682.
183. Yan W. Genotype-by-environment interaction and trait association in two genetic populations of oat. *Crop Sci.* 2016. Vol. 56. P. 1136-1145
184. Yarchuk I. I., Bozhko V. Yu. Moroz O. O. Winter hardiness and productivity of winter barley varieties, depending on sowing and sowing rates. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2015. №3. P. 54-57.
185. Yun S. J., Gyenis L., Bossolini E., Hayes P. M., Matus I., Smith K. P. Validation of quantitative trait loci for multiple disease resistance in barley using advanced backcross lines developed with a wild barley. *Crop Sci.* 2006. № 46. P. 1179-1186. doi: 10.2135/cropsci2005.08-0293
186. Zhy F., Du B., Xu B. A critical review on production and industrial application of beta-glucan. *Food Hydrocol.* 2016. Vol. 52. P. 275-288.
187. Zohary D., Hopf M. Domestication of Plants in the Old World: The Origin and Spread of Cultivated Plants in West Asia, Europe and the Nile Valley. Oxford: Oxford University Press. 2000 p.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Таблиця А.1

Ефективність дії фунгіцидів проти хвороб ячменю озимого (сорт Снігова королева, обробки у фазі кушіння (осіннє) + вихід в трубку (весняне), СК «Еліта» Ізмаїльського району Одеської області, 2021-2023 рр.)

Варіант досліджу	Борошниста роса, %	Септоріоз, %	Гельмінтоспоріоз, %	Ринхоспоріоз, %	Маса 1000 зерен, г	Урожайність, т/га	Збережений урожай, %	Схожість, %
Контроль	(2,5)*	(3,1)*	(6,3)*	(1,5)*	38,3	3,89	-	80,0
Адексар СЕ Плюс, к.е. (0,5 л/га)	67,4	70,0	42,3	49,3	41,5	4,24	9,2	90,0
Елатус Ріа, 385 к.е. (0,6 л/га)	61,2	60,6	32,5	53,0	40,2	4,22	8,0	89,0
Аскра Хpro, к.е. (1,25 л/га)	64,7	65,5	35,2	67,5	40,3	4,20	8,4	90,0
НІР ₀₅					0,5	0,7		

*Примітка: - * у дужках наведений середній розвиток хвороб в контролі*

**Ефективність дії фунгіцидів проти хвороб ячменю озимого
(сорт Снігова королева, обробки у фази кушіння (весняне)+ вихід в трубку,
СК «Еліта» Ізмаїльського району Одеської області, 2021-2023 рр.)**

Варіант досліджу	Борошниста роса, %	Септоріоз, %	Гельмінтоспоріоз, %	Ринхоспоріоз, %	Маса 1000 зерен, г	Урожайність, т/га	Збережений урожай, %	Схожість, %
Контроль	(3,5)*	(6,7)*	(12,8)*	(2,5)*	38,3	3,89	-	80,0
Адексар СЕ Плюс, к.е. (0,5 л/га)	74,2	78,1	69,6	81,0	42,1	4,52	16,1	94,0
Елатус Ріа, 385 к.е. (0,6 л/га)	70,0	71,2	62,5	76,2	42,3	4,40	13,2	94,0
Аскра Хпро, к.е. (1,25 л/га)	71,1	79,1	65,2	80,2	42,4	4,47	14,7	95,0
НІР ₀₅					0,6	0,9		

*Примітка: - * у дужках наведений середній розвиток хвороб в контролі*

**Ефективність дії фунгіцидів проти хвороб ячменю озимого (сорт Валькірія,
обробки у фазі кушіння (осіннє) + вихід в трубку (весняне),
СК «Еліта» Ізмаїльського району Одеської області, 2021-2023 рр.)**

Варіант досліджу	Борошниста роса, %	Септоріоз, %	Гельмінтоспоріоз, %	Ринхоспоріоз, %	Маса 1000 зерен, г	Урожайність, т/га	Збережений урожай, %	Схожість, %
Контроль	(2,5)*	(3,1)*	(6,3)*	(1,5)*	38,3	3,89	-	80,0
Адексар СЕ Плюс, к.е. (0,5 л/га)	65,1	70,5	42,3	49,5	41,4	4,22	9,4	90,0
Елатус Ріа, 385 к.е. (0,6 л/га)	62,4	60,0	32,5	54,4	40,2	4,21	8,5	87,0
Аскра Хпро, к.е. (1,25 л/га)	65,1	65,1	34,7	67,2	40,5	4,23	8,7	90,0
НІР ₀₅					0,7	0,8		

*Примітка: - * у дужках наведений середній розвиток хвороб в контролі.*

**Ефективність дії фунгіцидів проти хвороб ячменю озимого
(сорт Валькірія, обробки у фази кушіння (весняне)+ вихід в трубку,
СК «Еліта» Ізмаїльського району Одеської області, 2021-2023 рр.)**

Варіант досліджу	Борошниста роса, %	Септоріоз, %	Гельмінтоспоріоз, %	Ринхоспоріоз, %	Маса 1000 зерен, г	Урожайність, т/га	Збережений урожай, %	Схожість, %
Контроль	(3,5)*	(6,7)*	(12,8) *	(2,5)*	38,3	3,89	-	80,0
Адексар СЕ Плюс, к.е. (0,5 л/га)	74,6	77,0	67,5	81,4	43,3	4,55	16,4	96,0
Елатус Ріа, 385 к.е. (0,6 л/га)	70,4	72,6	64,3	76,7	42,5	4,43	13,2	94,0
Аскра Хпро, к.е. (1,25 л/га)	72,0	78,2	65,7	84,5	42,8	4,49	14,9	95,0
НІР ₀₅					0,6	0,9		

Примітка: - у дужках наведений середній розвиток хвороб в контролі.*

**Ефективність дії фунгіцидів проти хвороб ячменю озимого (сорт Луран,
обробки у фази кушіння (осіннє) + вихід в трубку (весняне),
СК «Еліта» Ізмаїльського району Одеської області, 2021-2023 рр.)**

Варіант досліджу	Борошниста роса, %	Септоріоз, %	Гельмінтоспоріоз, %	Ринхоспоріоз, %	Маса 1000 зерен, г	Урожайність, т/га	Збережений урожай, %	Схожість, %
Контроль	(2,5)*	(3,1)*	(6,3)*	(1,5)*	38,3	3,89	-	80,0
Адексар СЕ Плюс, к.е. (0,5 л/га)	68,1	70,3	42,4	49,0	41,4	4,26	9,4	90,0
Елатус Ріа, 385 к.е. (0,6 л/га)	62,4	60,7	32,8	54,2	40,4	4,22	8,2	88,0
Аскра Хпро, к.е. (1,25 л/га)	65,0	65,9	34,5	67,3	40,7	4,23	8,6	90,0
НІР ₀₅					0,4	0,8		

*Примітка: - * у дужках наведений середній розвиток хвороб в контролі.*

Таблиця А.6

**Ефективність дії фунгіцидів проти хвороб ячменю озимого
(сорт Луран, обробки у фази кушіння (весняне)+ вихід в трубку,
СК «Еліта» Ізмаїльського району Одеської області, 2021-2023 рр.)**

Варіант дослідів	Борошниста роса, %	Септоріоз, %	Гельмінтоспоріоз, %	Ринхоспоріоз, %	Маса 1000 зерен, г	Урожайність, т/га	Збережений урожай, %	Схожість, %
Контроль	(3,5)*	(6,7)*	(12,8)*	(2,5)*	38,3	3,89	-	80,0
Адексар СЕ Плюс, к.е. (0,5 л/га)	75,3	77,0	69,1	81,1	43,3	4,51	16,3	95,0
Елатус Ріа, 385 к.е. (0,6 л/га)	70,6	72,6	62,0	76,2	42,2	4,42	13,0	94,0
Аскра Хpro, к.е. (1,25 л/га)	72,0	78,2	65,1	84,3	42,6	4,46	14,8	95,0
НІР ₀₅					0,6	0,8		

*Примітка: - * у дужках наведений середній розвиток хвороб в контролі.*

ДОДАТОК Б

Таблиця Б.1

**Вміст хлорофілу в листках ячменю озимого
(сорт Снігова королева, СК «Еліта» Ізмаїльського району Одеської області
середнє за 2021-2023 рр.)**

Варіант	Кількість хлорофілу, умовних одиниць	
	після першої обробки	після другої обробки
Контроль (без обробки)	407	416
Адексар СЕ Плюс, к.е. (0,5 л/га) кущіння (осіннє) + трубкування (весняне)	444	524
Аскра Хпро, к.е. (1,25 л/га) кущіння (осіннє) + трубкування (весняне)	453	536
Елатус Ріа, 385 к.е. (0,6 л/га) кущіння (осіннє) + трубкування (весняне)	486	562
Адексар СЕ Плюс, к.е. (0,5 л/га) кущіння + трубкування (весняне)	515	600
Аскра Хпро, к.е. (1,25 л/га) кущіння + трубкування (весняне)	526	611
Елатус Ріа, 385 к.е. (0,6 л/га) кущіння + трубкування (весняне)	550	622
НІР ₀₅	20,0	21,1

**Вміст хлорофілу в листках ячменю озимого
(сорт Валькірія, СК «Еліта» Ізмаїльського району Одеської області,
середнє за 2021-2023 рр.)**

Варіант	Кількість хлорофілу, умовних одиниць	
	після першої обробки	після другої обробки
Контроль (без обробки)	407	416
Адексар СЕ Плюс, к.е. (0,5 л/га) кущіння (осіннє) + трубкування (весняне)	441	520
Аскра Хпро, к.е. (1,25 л/га) кущіння (осіннє) + трубкування (весняне)	453	534
Елатус Ріа, 385 к.е. (0,6 л/га) кущіння (осіннє) + трубкування (весняне)	481	562
Адексар СЕ Плюс, к.е. (0,5 л/га) кущіння + трубкування (весняне)	515	603
Аскра Хпро, к.е. (1,25 л/га) кущіння + трубкування (весняне)	522	613
Елатус Ріа, 385 к.е. (0,6 л/га) кущіння + трубкування (весняне)	550	625
НІР ₀₅	21,0	22,0

**Вміст хлорофілу в листках ячменю озимого
(сорт Луран, СК «Еліта» Ізмаїльського району Одеської області,
середнє за 2021-2023 рр.)**

Варіант	Кількість хлорофілу, умовних одиниць	
	після першої обробки	після другої обробки
Контроль (без обробки)	407	416
Адексар СЕ Плюс, к.е. (0,5 л/га) кущіння (осіннє) + трубкування (весняне)	441	520
Аскра Хпро, к.е. (1,25 л/га) кущіння (осіннє) + трубкування (весняне)	455	534
Елатус Ріа, 385 к.е. (0,6 л/га) кущіння (осіннє) + трубкування (весняне)	483	565
Адексар СЕ Плюс, к.е. (0,5 л/га) кущіння + трубкування (весняне)	511	600
Аскра Хпро, к.е. (1,25 л/га) кущіння + трубкування (весняне)	520	611
Елатус Ріа, 385 к.е. (0,6 л/га) кущіння + трубкування (весняне)	551	623
НІР ₀₅	20,2	22,3

ДОДАТОК В

Таблиця В.1

**Якісні показники врожаю ячменю озимого (сорт Снігова королева,
СК «Еліта»Ізмаїльського району Одеської області 2021-2023 рр.)**

Варіант	Вміст, %			
	протеїн	білок	крохмаль	клейковина
1. Контроль	11,79	10,13	60,20	29,64
2. Адексар СЕ Плюс 0,5 л/га (1 обр. осіння + 1 обр. весняна)	12,66	10,13	59,16	30,22
3. Елатус Ріа, 385 к.е. 0,6 л/га (1 обр. осіння + 1обр. весняна)	12,37	10,12	59,09	30,24
4. Аскра Хрго, к.е 1,25 л/га (1 обр. осіння + 1 весняна)	12,14	10,11	59,05	30,12
5. Адексар СЕ Плюс 0,5 л/га (2 обр.)	13,30	10,13	61,03	31,20
6. Елатус Ріа, 385 к.е. 0,6 л/га (2 обр)	13,11	10,14	61,07	31,18
7. Аскра Хрго, к.е 1,25 л/га (2 обр.)	13,08	10,14	59,55	31,75
НІР ₀₅	0,41	0,03	1,54	0,12

**Якісні показники врожаю ячменю озимого (сорт Валькірія,
СК «Еліта»Ізмаїльського району Одеської області 2021-2023 рр.)**

Варіант	Вміст, %			
	протеїн	білок	крохмаль	клейковина
1. Контроль	11,79	10,13	60,20	29,64
2. Адексар СЕ Плюс 0,5 л/га (1 обр. осіння + 1 обр. весняна)	12,69	10,14	59,13	30,25
3. Елатус Ріа, 385 к.е. 0,6 л/га (1 обр. осіння + 1 обр. весняна)	12,37	10,14	59,06	30,23
4. Аскра Хрго, к.е 1,25 л/га (1 обр. осіння + 1 весняна)	12,15	10,10	59,05	30,14
5. Адексар СЕ Плюс 0,5 л/га (2 обр.)	13,30	10,16	61,05	31,22
6. Елатус Ріа, 385 к.е. 0,6 л/га (2 обр)	13,12	10,16	61,07	31,15
7. Аскра Хрго, к.е 1,25 л/га (2 обр.)	13,09	10,12	59,55	31,79
НІР ₀₅	0,43	0,02	1,55	0,12

**Якісні показники врожаю ячменю озимого (сорт Луран,
СК «Еліта»Ізмаїльського району Одеської області 2021-2023 рр.)**

Варіант	Вміст, %			
	протеїн	білок	крохмаль	клейковина
1. Контроль	11,79	10,13	60,20	29,64
2. Адексар СЕ Плюс 0,5 л/га (1 обр. осіння + 1обр. весняна)	12,60	10,13	59,14	30,24
3. Елатус Ріа, 385 к.е. 0,6 л/га (1 обр. осіння + 1обр. весняна)	12,39	10,13	59,05	30,25
4. Аскра Хрго, к.е 1,25 л/га (1 обр. осіння + 1 весняна)	12,17	10,13	59,02	30,15
5. Адексар СЕ Плюс 0,5 л/га (2 обр.)	13,34	10,14	61,05	31,23
6. Елатус Ріа, 385 к.е. 0,6 л/га (2 обр)	13,12	10,14	61,07	31,15
7. Аскра Хрго, к.е 1,25 л/га (2 обр.)	13,06	10,13	59,46	31,74
НІР ₀₅	0,42	0,03	1,56	0,15