

DOI: 10.32636/01308521.2024-(76)-2-8

Оригінальна наукова стаття

УДК 633.12:632.4(477.4)

**ОЦІНКА СТІЙКОСТІ РАЙОНОВАНИХ
І ПЕРСПЕКТИВНИХ СОРТІВ СПЕЛЬТИ ОЗИМОЇ
ДО СЕПТОРІОЗУ В ПОЛІССІ УКРАЇНИ****С. Г. Столяр, О. І. Трембіцька**

Поліський національний університет
вул. Старий бульвар, 7,
м. Житомир, Житомирська обл.,
10002

Про авторів:

Світлана СТОЛЯР,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0001-5925-2008

Оксана ТРЕМБІЦЬКА,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0003-1152- 0215

Для листування:

Оксана ТРЕМБІЦЬКА
e-mail:
ksyusha.trembitskaya@gmail.com

Інформація про фінансування:

Міністерство освіти і науки
України

Отримано:

1 жовтня 2024 р.

Погоджено до друку:

29 жовтня 2024 р.

У статті представлено результати оцінки стійкості районованих і перспективних сортів спельти озимої до септоріозу в агрокліматичних умовах Полісся України. Проведені дослідження дозволили виявити рівень сприйнятливості різних сортів до патогенів, зокрема до збудників *Septoria tritici* та *Septoria nodorum*. Дослідження показали, що серед оцінюваних сортів не було абсолютно стійких, проте деякі з них показали високу стійкість (Аттергауер Дінкель, МВ Мартонголд та Європа), що може бути використано для подальшого вдосконалення програми селекції. Також проаналізовано вплив стійкості до септоріозу на врожайність сортів, що підтверджує важливість вибору сортів з високою стійкістю для забезпечення стабільних урожаїв. Сорти спельти озимої формували врожай зерна на рівні 3,54–4,34 т/га. Найвищою вона була в сортів Аттергауер Дінкель – 4,34 т/га, МВ Мартонголд – 4,28 т/га та Європа – 4,12 т/га. Отримані результати можуть стати основою для розвитку інтегрованих стратегій управління хворобами спельти в регіоні та сприяти підвищенню продуктивності зерновиробництва.

Ключові слова: спельта озима, сорт, септоріоз, стійкість, Полісся.

Assessment of resistance of zoned and prospective varieties of winter spelt to septoriosi in the Polissia of Ukraine

Polissia National University
street Staryi boulevard, 7,
Zhytomyr city, Zhytomyr region,
10002

About authors:

Svitlana STOLIAR
ORCID: 0000-0001-5925-2008

Oksana TREMBITSKA
ORCID: 0000-0003-1152-0215

For corresponding:

Oksana TREMBITSKA
e-mail:
ksyusha.trembitskaya@gmail.com

Funding information:

Ministry of Education and Science
of Ukraine

Received:

October 1, 2024

Accepted:

October 29, 2024

The article presents the results of evaluation of resistance of zoned and promising winter spelt varieties to septoria in the agroclimatic conditions of Polissia of Ukraine. The conducted studies allowed to reveal the level of susceptibility of different varieties to pathogens, in particular to pathogens *Septoria tritici* and *Septoria nodorum*. The research showed that there were no absolutely resistant varieties among the evaluated varieties, but some of them showed high resistance (Atterhauer Dinkel, MV Martongold and Europe), which can be used to further improve the breeding program. The effect of septoria resistance on yields was also analyzed, which confirms the importance of selecting varieties with high resistance to ensure stable yields. Winter spelt varieties formed a grain yield of 3.54–4.34 t/ha. The highest yields were in the varieties Atterhauer Dinkel – 4.34 t/ha, MV Martongold – 4.28 t/ha and Europe – 4.12 t/ha. The results obtained can become the basis for the development of integrated strategies for managing spelt diseases in the region and contribute to increasing grain production.

Keywords: winter spelt, variety, septoria, resistance, Polissia.

This is an open-access article under the terms of the Creative Commons.

Вступ. Україна має значний ґрунтово-кліматичний потенціал для вирощування озимої спельти, що ставить її в один ряд із країнами, найбільш сприятливими для виробництва зернових. Водночас попри сприятливі умови, виробництво зерна спельти в країні поки що не демонструє стабільного зростання. За розрахунками, загальна потреба України в зернових культурах складає близько 50–53 млн т, з яких на пшеницю припадає приблизно 21–22 млн т. На світовому рівні, виробництво пшениці продовжує зростати, але для України актуальним завданням сільського господарства залишається підвищення обсягів виробництва зерна, чого можна досягти шляхом збільшення врожайності та зменшення її залежності від мінливих погодних умов [4, 9, 19].

Ефективне нарощування обсягів виробництва зерна спельти можливе завдяки використанню нових високопродуктивних сортів, які відзначаються підвищеною зимостійкістю,

стійкістю до вилягання та хвороб, а також здатністю формувати зерно високої якості.

На сьогодні площі вирощування спельти озимої в Україні є досить обмеженими у порівнянні з традиційними зерновими культурами, такими як пшениця та ячмінь. В основному вона культивується у західних та центральних регіонах, де природні умови сприяють її вирощуванню, зокрема в зоні Полісся та Прикарпатті. Загальна площа оцінюється у кілька тисяч гектарів, проте точні дані можуть варіюватися, оскільки вирощування культури частково здійснюється на невеликих фермерських господарствах [10, 12, 16, 20].

Відзначимо, що останніми роками попит на спельту зростає через її цінність для здорового харчування та дієтичних потреб, що стимулює зацікавленість у розширенні посівних площ.

Систематична корекція сортового складу залежно від регіональних умов та параметрів врожайності дозволяє

оптимізувати розміщення сортів, маневрувати посівними площами й забезпечувати вчасну зміну сортів, що позитивно впливає на загальний врожай. Застосування двох-трьох сортів, що різняться за біологічними та господарськими характеристиками, дозволяє стабілізувати й підвищити врожайність порівняно з вирощуванням одного сорту.

Однак, забезпечення високоякісних і конкурентоспроможних урожаїв озимої спельти в Поліссі України ускладнюється наявністю комплексу грибкових хвороб. Серед них особливо небезпечним і шкідливим є септоріоз, який здатен суттєво знижувати врожайність, погіршувати якість зерна і негативно впливати на економічну доцільність вирощування цієї культури.

Наразі існують різноманітні методи захисту рослин від мікозів, включаючи агротехнічні, хімічні та біологічні заходи. Однак для досягнення максимальної ефективності у протидії хворобам необхідно враховувати біологічні особливості збудників і реакцію рослин на патогени за різних екологічних умов. Важливим аспектом є детальне вивчення взаємодії між збудником і рослиною-господарем у процесі онтогенезу, а також визначення параметрів шкідливості фітопатогена. Саме тому виділення сортів озимої спельти з підвищеною стійкістю до септоріозу та високим потенціалом врожайності стає одним із найактуальніших завдань сучасного рослинництва.

Останні дослідження у сфері агрономії та фітопатології звертають увагу на проблемах, пов'язаних зі стійкістю зернових культур до хвороб, зокрема до септоріозу. Септоріоз, викликається грибами роду *Septorias* spp., є одним із найбільш руйнівних захворювань, яке може суттєво знизити врожайність та якість зерна у тому числі й спельти озимої [3, 11, 14, 15, 19].

Результати досліджень показують, що вибір стійких сортів спельти є критично важливим для оптимізації її виробництва в

Україні. Вчені, зокрема, аналізують генетичні ресурси культури, намагаючись виявити сортові особливості, які забезпечують природну стійкість до септоріозу. Результати генетичних досліджень вказують на важливість включення ознак стійкості в селекційні програми. Дослідники наголошують на необхідності тестування нових сортів у різних агроекологічних умовах для виявлення найкращих кандидатів, здатних протистояти збудникам захворювання [1, 2, 13, 15].

Крім того, розглядаються інтегровані підходи до управління хворобами, які включають агротехнічні методи, біологічні препарати та хімічний захист. Наприклад, дослідження показують, що комбінація сівозміни, оптимальних норм добрив і біологічних препаратів може суттєво знизити ризик розвитку септоріозу [5–7, 17].

Окрему увагу науковці приділяють вивченню екологічних факторів, які впливають на стійкість спельти до захворювань. Встановлено, що погодні умови, такі як вологість, температура та інші агрокліматичні показники, істотно впливають на розвиток мікозів [8, 11, 18]. Це підтверджує важливість проведення тривалих моніторингових досліджень, що дозволяють коригувати агрономічні практики залежно від змін навколишнього середовища.

Загалом, аналіз останніх досліджень свідчить про необхідність комплексного підходу до оцінки стійкості сортів спельти озимої до септоріозу, що включає генетичні, агрономічні та екологічні аспекти. Це дозволить не лише підвищити продуктивність спельти в Україні, але й забезпечити її стійкість до основних патогенів у майбутньому.

Матеріали і методи. Польові дослідження із вивчення стійкості сортів спельти озимої до ураження септоріозом здійснювали впродовж 2021–2024 рр. в умовах ТОВ «ВЕГА АГРО» Житомирського району Житомирської області.

У лабораторії кафедри технологій у рослинництві проводили дослідження та ідентифікацію збудників септоріозу – *Septoria tritici* Rob.et Desm. та *St. nodorum* Berk.

Ґрунти дослідних ділянок – сірі лісові легкосуглинкові, які характеризуються низьким вмістом гумусу, що варіює в межах від 1,68 до 1,96 %. Забезпеченість ґрунту іншими показниками становить: вміст легкогідролізованого азоту – в межах від 79 до 117 мг/кг, рухомого фосфору – 145–185 мг/кг та обмінного калію – 79–114 мг/кг відповідно. Гідролітична кислотність становила від 2,3 до 4,0 мг-екв./100 г ґрунту.

Одним із ключових елементів клімату, який визначає умови формування та характер погоди, є температура повітря та опади, які суттєво впливають на розвиток збудників септоріозу.

Аналіз погодних умов протягом років проведення дослідження вказує на те, що температурний режим, сума опадів та відносна вологість повітря в період вегетації озимої спельти варіювали у своїх показниках, неодноразово перевищуючи або ж знижуючи багаторічні норми. Ці коливання кліматичних факторів забезпечили можливість отримання вірогідних результатів дослідження, що стосуються розвитку септоріозу та оцінки стійкості сортів до цього захворювання. Важливість таких досліджень полягає у здатності визначити, як зміни в атмосферних умовах впливають на епідеміологію септоріозу та адаптивні можливості спельти озимої, що, своєю чергою, може слугувати основою для розробки ефективних агрономічних практик.

Для оцінки ураженості спельти озимої септоріозом використовували візуальний метод відповідно до загальноприйнятої методики. Облік інтенсивності ураження рослин збудниками хвороби проводили за 100-бальною шкалою, зокрема для листків пшениці *Septoria nodorum* і *S. tritici*, а для колосів – *S. nodorum*. Інтенсивність ураження першого, другого та третього

листка визначали візуально по діагоналі дослідних ділянок на 100 рослинах, проводячи облік в чотирикратній повторності.

Стійкість районуваних і перспективних сортів спельти до септоріозу оцінювали на ділянках площею 35 м², з чотирикратною повторністю. Варіанти розміщувалися послідовно.

Статистична обробка отриманих даних здійснювалася за допомогою прикладних комп'ютерних програм.

Результати та обговорення. *Septorias spp.* належить до класу *Dothideomycetes*, є важливим представником грибів, що викликають хвороби у рослин. Цей рід містить численні патогенні види, здатні завдавати значної шкоди сільськогосподарським культурам, зокрема злакам, такими як пшениця, ячмінь та спельта. Серед них найбільш часто зустрічаються *S. tritici* Rob. et Desm., *S. graminum* Desm., *S. nodorum* Berk. Збудники *S. tritici* й *S. graminum* уражують переважно листя і листові піхви, а *S. nodorum* – всі надземні органи.

Одним із найбільш шкідливих видів є *Septoria tritici* Rob. et Desm., що характеризується розвитком плям на листках, які згодом можуть призводити до значного зниження врожайності. Інший важливий представник – *Septoria nodorum* Berk., який також викликає септоріоз і має подібний вплив на культури.

Загалом, рід *Septoria* налічує понад 200 відомих видів, проте більшість з них є не патогенними або мають обмежений вплив на рослинність. Проте, завдяки своїй здатності до адаптації та розвитку резистентності до фунгіцидів, представники цього роду залишаються значною загрозою для агрономії. Іноді на одній і тій же рослині розвивається декілька видів збудників хвороби, грибниця яких розміщується у тканинах рослин по міжклітинниках.

Септоріоз є факультативним паразитом, здатним жити й розмножуватися на рослинах з пониженою життєздатністю, а також використовувати

мертві органічні залишки. Хвороба проявляється на листках, листових піхвах, стеблах і колосках, розвиваючись протягом усього вегетаційного періоду рослин.

Однак ураження листків вважається більш шкідливим у порівнянні з ураженням колосків (рис. 1).



a



b

Рис. 1. Симптоми ураження листя (*a*) та колоса (*b*) спельти озимої збудниками септоріозу

Симптоми септоріозу, викликаного *Septoria tritici*, проявляються на обох сторонах листків у вигляді лінійних плям жовто-коричневого, іржаво-бурого та зеленувато-бурого кольорів. У центрі плям, які іноді блискучі, може бути темно-пурпурний обідок, або ж його може не бути. Розмір плям коливається в межах 5–10 × 2–5 мм, і вони можуть зливатися, формуючи пікніди.

Молоде листя зазнає більшого ураження септоріозом, ніж старше, проте спороутворення відбувається інтенсивніше на старих листках.

Перші ознаки хвороби, спричиненої *S. nodorum*, з'являються на сходах рослин у формі бурих смужок і округлих плям, які призводять до потемніння всього колеоптіля та основи перших листків. На нижніх листках, а згодом і на верхніх ярусах, формуються численні дрібні подовгуваті (у вигляді штрихів) або темно-бурі плями з хлоротичним обідком, спочатку розміром 1–3 × 0,3–1 мм. Плями можуть зливатися, внаслідок чого листки засихають.

На колоскових лусках *S. nodorum* також викликає утворення темно-бурих плям, при цьому уражені ділянки тканини

світлішають, на яких виступають пікніди, всередині яких формуються пікноспори.

Під час дозрівання пікноспор у пікнідах епідерміс тканини рослини-господаря розривається, внаслідок чого пікноспори виштовхуються під дією осмотичного тиску. Вони поширюються по полю краплинами дощу та повітряними потоками, іноді на відстань 90–100 м. Найбільш інтенсивно пікноспори септоріозу разносяться під одночасним впливом дощу і вітру. Дощові краплі здатні розкидати їх на відстань до 50 см, а при вітрі зі швидкістю 3 м/с – до 2 м. Однак у випадку сильного вітру максимальна відстань перенесення пікноспор може досягати 500 м.

Для збудників септоріозу, які починають розвиватися на рослинах спельти, основним джерелом інфекції є конідії (пікноспори). Саме конідіальне спороношення відіграє ключову роль у розповсюдженні інфекції.

Потрапивши на листок, пікноспори проростають через продихи або на клітинах продихів. Проросткові трубочки проникають в рослину переважно через продихову щілину, рідше через епідерміс, іноді утворюючи потовщення, що нагадують апресорії.

За сприятливих умов літні пікноспори *S. tritici* проростають за 12–15 годин. Оптимальними умовами для зараження і подальшого розвитку патогена є температура 20–25 °С і відносна вологість повітря понад 80 %. Мінімальна температура для інфікування грибом *S. nodorum* становить +4 °С, оптимальна – +20...+24 °С, максимальна – +32 °С; для *S. tritici* відповідно 5, 20–25 і 30 °С. Пікноспори проростають у краплинах води та за 100 % відносною вологістю повітря.

Дослідження показали, що зараження збудниками септоріозу відбувається протягом усього вегетаційного періоду спельти, проте найбільш сприйнятливими рослини є в фазі колосіння і цвітіння.

Наявність сумчастої стадії у життєвому циклі збудника септоріозу становить особливу загрозу для агроecosystem, оскільки вона призводить до підвищення внутрішнього генетичного різноманіття патогена. Це, своєю чергою, може викликати утворення нових штамів, які демонструють підвищену вірулентність або стійкість до фунгіцидів. Сумчаста стадія не лише сприяє еволюційним змінам збудника, але й значно впливає на епідеміологію хвороби, оскільки сумкоспори мають здатність переміщуватися повітряним шляхом під впливом вітру в умовах підвищеної вологості, забезпечуючи поширення на відстані до кількох кілометрів. Це робить контроль за захворюванням ще складнішим завданням, оскільки нові штами можуть швидко заселити нові території, підвищуючи ризик епідемічних спалахів на значних площах.

Перитеції формуються наприкінці вегетаційного періоду всередині рослинних тканин, переважно під епідермісом, як поодинокі структури або в лініях, іноді утворюючи скупчення. Спочатку вони мають кулясту форму, а згодом стають трохи приплюсканими. Сумчасте спороношення виконує функцію збереження патогена в несприятливих умовах.

Збудники септоріозу можуть зимувати в формах пікнід, міцелію та перитеціїв із сумками й сумкоспорами, переважно на рослинних рештках уражених рослин, що залишилися на поверхні ґрунту, а також на сходах падалиці, посівах озимих культур та бур'янах.

Додатковим джерелом інфекції може бути заражене насіння, оскільки гриб *S. nodorum* здатний зберігатися в патогенній формі в насінні до 10 років або більше, що залежить від сортових особливостей, вологості зерна та наявності інших мікроорганізмів.

Отже, основними джерелами інфекції септоріозу є уражене листя, рослинні рештки та насіння, в той час, як додатковими джерелами виступають бур'яни та культурні тонконогові трави.

Таким чином, проаналізувавши біологічні особливості розвитку збудників септоріозу актуальним залишається вивчення стійкості сортового складу спельти озимої до ураження патогеном у Поліссі України.

Продуктивність сортів спельти озимої є важливим показником, який визначає їх конкурентоспроможність на ринку зернових культур. Спельта, як одна з древніх злакових культур, привертає увагу агрономів завдяки своїй адаптації до різних умов вирощування та стійкості до хвороб. Однак, щоб досягти максимальної продуктивності, необхідно враховувати не лише сортові особливості, а й агротехнічні методи, які сприяють розвитку рослин. Важливою частиною цього процесу є правильний підбір сортів, що здатні демонструвати високу врожайність у конкретних агрокліматичних умовах. Продуктивність сортів спельти озимої варіює залежно від факторів навколишнього середовища, методів обробки ґрунту та використання добрив. Отже, оцінка продуктивності різних сортів спельти є актуальною для розвитку ефективного землеробства та забезпечення продовольчої безпеки.

Таким чином, впровадження в агровиробництво сортів, які мають стійкість до хвороб, є одним з найрадикальніших, екологічно безпечних і економічно вигідних заходів для отримання високих урожаїв. Наразі відомо, що повністю імунні до септоріозу сорти спельти відсутні. Однак існує ряд сортів, які демонструють певну стійкість до цього захворювання. Більшість сортів спельти озимої менш стійкі до збудника *Septoria tritici* в порівнянні з *S. nodorum*.

Одержання надійної порівняльної практичної оцінки нових сортів і добору найперспективніших із них для подальшого впровадження у виробництво потребує випробування їх у певних агроекологічних умовах.

Для досягнення поставленої мети була проведена оцінка стійкості районуваних і перспективних сортів спельти озимої до септоріозу, результати якої наведені в таблиці 1.

1. Стійкість районуваних і перспективних сортів спельти озимої до септоріозу в Поліссі Україна, 2021–2024 рр.

Назва сорту	Інтенсивність ураження, %					
	1–5 (високо стійкі)		5–15 (відносно стійкі)		15–25 (слабко сприйнятливі)	
	листя	колос	листя	колос	листя	колос
Європа	3,6					
МВ Мартонголд	2,4					
Вишиванка білоцерківська					16,2	
Аттергауер Дінкель	1,6					
Евріка		1,2	6,4			
Альберта			5,9			
Зоря України		1,4	7,7			
Білбері		1,0			15,4	
HP ₀₅	0,98	0,75	1,05	–	2,14	–

Дані свідчать про те, що сортів абсолютно стійких до септоріозу виявлено не було. Більшість районуваних і перспективних сортів спельти показали слабку або помірну сприйнятливості до септоріозу листя. Серед сортів із низькою сприйнятливостю найменше уражалися Аттергауер Дінкель, МВ Мартонголд та Європа рівень розвитку не перевищував 3,6 %.

У групі слабо сприйнятливих сортів до хвороби листя найвищих відсотків ураження – 16,2 і 15,4 зафіксовано на Білбері та Вишиванка білоцерківська.

Щодо ураження сортів септоріозом колосу, то із відносно стійких хвороб проявлялася на Білбері, Евріка та Зоря України – 1,0; 1,2; 1,4 % відповідно.

Серед вивчених сортів спельти озимої високою відносною стійкістю до септоріозу

характеризувалися Аттергауер Дінкель, МВ Мартонголд та Європа. Інтенсивність ураження їх листя становила відповідно 1,6; 2,4 і 3,6 % відповідно.

Сприйнятливості сортів спельти озимої до септоріозу є чинником, що впливає на величину врожаю зерна. Різний рівень стійкості сортів іноді корелюється з їх здатністю формувати високу врожайність, що підкреслює необхідні оцінки цього показника при виборі сортів для вирощування, що сприятиме підвищенню ефективності виробництва та покращенню економічних показників.

Відзначимо, що сприйнятливості сортів спельти озимої до септоріозу по-різному впливала на величину врожаю зерна (рис. 2).

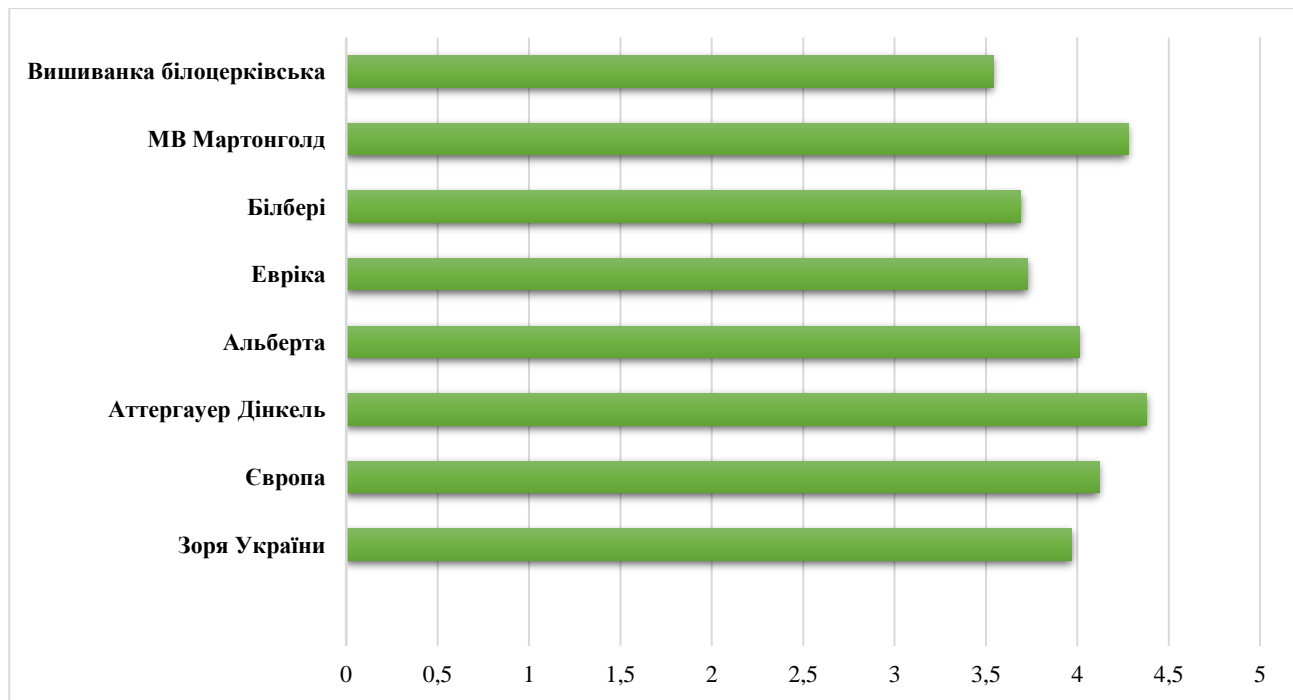


Рис. 2. Урожайність зерна сортів спельти озимої в Поліссі України, 2021–2024 рр.

Сорти спельти озимої формували врожай зерна на рівні 3,70–5,34 т/га. Найвищою вона була в сортів Аттергауер Дінкель – 4,38 т/га, МВ Мартонголд – 4,28 т/га та Європа – 4,12 т/га. Порівняно низькі врожаї зерна отримали із сортів Вишиванка білоцерківська, Евріка і Білбері (3,54; 3,73 і 3,69 т/га відповідно).

Отже, в Поліссі України виділено високоврожайні сорти культури – Аттергауер Дінкель, МВ Мартонголд та Європа. Вирощування цих сортів у господарствах різних форм власності дасть змогу скоротити обсяги застосування хімічних препаратів, знизить імовірність появи резистентних форм збудників в агроценозі та підвищить рентабельність. Вказані сорти спельти можуть використовуватися як вихідний матеріал для виведення більш стійких до хвороб зразків.

Список використаної літератури

1. Забіяка М. М. Системи сучасних – інтенсивних технологій : навч. посіб. Харків : «МИР». 2018. 300 с.
2. Забур'яненість посівів жита озимого залежно від способів обробки ґрунту в умовах переходу до органічного землеробства / М. М. Кравчук та ін. *Наукові горизонти*. 2020. № 1 (86). С. 39–45. DOI: 10.33249/2663-2144-2020-86-1-39-45.

Висновки. Оцінка стійкості сортів спельти озимої до септоріозу підтверджує важливість вибору відповідних сортів для забезпечення стабільних врожаїв. Деякі з них демонструють відносну стійкість до даного захворювання. Проте сорти Аттергауер Дінкель, МВ Мартонголд та Європа показали найвищі результати за рівнем урожайності (4,38; 4,28; 4,12 т/га відповідно), що робить їх перспективними для подальшого вирощування в Поліссі України.

Подальші дослідження в даному напрямку можуть допомогти отримати новіштами та селекційні рішення для підвищення стійкості окремих сортів до септоріозу. Таким чином, систематичний підхід до оцінки стійкості сортів є необхідним для покращення продуктивності культури.

References

1. Zabiia M. M. Systems of modern – intensive technologies : a textbook. Kharkiv : «MYR». 2018. 300 p.
2. Weed infestation of winter rye crops depending on soil cultivation methods in the conditions of transition to organic farming / M. M. Kravchuk et al. *Naukovi horyzonty*. 2020. No. 1 (86). P. 39–45. DOI: 10.33249/2663-2144-2020-86-1-39-45.

3. Ковальов В. Б., Трембіцька О. І., Радко Т. В. Біологічна активність ґрунту за органічної системи вирощування культур у короткоротаційній сівозміні. Збірник наукових праць «Агпропромислове виробництво Полісся». 2015. Вип. 8. С. 15–20.
4. Лапчинський В. В. Пшениця спельта в органічній сівозміні. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2018. Вип. 28. С. 59–64.
5. Лисякова В. Р. Найурожайніші сорти озимої пшениці. *Пропозиція-А*. 2018. № 4. С. 44–50.
6. Панченко М. О., Лук'янович Ю. П. Якість зерна озимої пшениці та її амінокислотний склад білка. *Селекція і насіння*. 2015. Вип. 88. С. 95–105.
7. Технології біовиробництва (на основі біотехнологій) : навчальний посібник / М. М. Лісовий та ін. Житомир : ЖНАЕУ, 2018. С. 244.
8. Трембіцька О. І., Богдан С. В. Регенеративне сільське господарство у забезпеченні еколого-економічної безпеки. *Агросвіт*. 2023. № 21. С. 89–96. DOI: <https://doi.org/10.32702/2306-6792.2023.21.89>.
9. Andrews J. E., Combs B. L., Miller R. E. Spelt as an Alternative Wheat Crop in Organic Farming Systems. *Journal of Organic Agriculture*. 2006. Vol. 3 (2). P. 75–85.
10. Biological, Trophological, Ecological and Control Features of Horse-Chestnut Leaf Miner (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimic.) / N. Lesovoy et al. *Ukrainian Journal of Ecology*, 2020. Vol. 10 (3). P. 24–27.
11. Comparative study of the content and profiles of macronutrients in spelt and wheat, a review / E. Escarnot et al. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*. 2012. Vol. 16 (2). P. 243–256.
12. Influence of hydrothermal conditions on growth characteristics and development for cereal and cereal pegum crops in Polissia of Ukraine / S. Stoliar et al. *Sciences of Europe*. 2023. Vol. 118. P. 3–7.
13. Integrated weed management of sorghum / R. S. Freitas et al. *Informe Agropecuario*. 2014. No. 35 (278). P. 112–119.
14. Jones J. M., Engleson J. Whole grains: Benefits and challenges. *Annual Review of Food Science and Technology*. 2010. Vol. 1 (1). P. 19–40. DOI: [10.1146/annurev.food.112408.132746](https://doi.org/10.1146/annurev.food.112408.132746).
15. Lacko-Bartosova M., Korczyk-Szabo J., Razny T. Triticum spelta – a specialty grain for ecological farming systems. *Research J. Agr. Sci.* 2010. Vol. 42, No. 1. P. 143–147.
16. Microbiota in Wheat Roots, Rhizosphere and Soil in Crops Grown in Organic and Other Production Systems / L. Lenc et al. *Journal of Phytopathology*. 2015. No. 163. P. 245–63.
17. Murphy K. M., Jones S. S. Relationship Between Yield and Baking Quality in Spelt Wheat. *Crop Science*. 2007. No. 47 (2). P. 534–539.
18. Phenological growth stages and BBCH-identification keys of cereals. Growth stages of Mono – and Dicotyledonous Plants: BBCH-Monograph / ed. U. Meier. Berlin; Wien: Blackwell Wissenschafts-Verlag, 1997. P. 12–16.
3. Kovalov V. B., Trembitska O. I., Radko T. V. Biological activity of soil under organic system of crops cultivation in short-rotation crop rotation. *Zbirnyk naukovykh prats «Ahropromyslove vyrobnytstvo Polissia»*. 2015. Issue 8. P. 15–20.
4. Lapchynskiy V. V. Spelt wheat in organic crop rotation. *Podilskyi visnyk: silske hospodarstvo, tekhnika, ekonomika*. 2018. Vol. 28. P. 59–64.
5. Lysiakova V. R. The most productive varieties of winter wheat. *Propozytsiia-A*. 2018. No. 4. P. 44–50.
6. Panchenko M. O., Lukianovych Yu. P. Quality of winter wheat grain and its protein amino acid composition. *Seleksiia i nasinnia*. 2015. Vol. 88. P. 95–105.
7. Technologies of bioproduction (based on biotechnology) : a textbook / M. M. Lisovyi et al. Zhytomyr : ZhNAEU, 2018. P. 244.
8. Trembitska O. I., Bohdan S. V. Regenerative agriculture in ensuring ecological and economic security. *Agrosvit*. 2023. No. 21. P. 89–96.
9. Andrews J. E., Combs B. L., Miller R. E. Spelt as an Alternative Wheat Crop in Organic Farming Systems. *Journal of Organic Agriculture*. 2006. Vol. 3 (2). P. 75–85.
10. Biological, Trophological, Ecological and Control Features of Horse-Chestnut Leaf Miner (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimic.) / N. Lesovoy et al. *Ukrainian Journal of Ecology*, 2020. Vol. 10 (3). P. 24–27.
11. Comparative study of the content and profiles of macronutrients in spelt and wheat, a review / E. Escarnot et al. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*. 2012. Vol. 16 (2). P. 243–256.
12. Influence of hydrothermal conditions on growth characteristics and development for cereal and cereal pegum crops in Polissia of Ukraine / S. Stoliar et al. *Sciences of Europe*. 2023. Vol. 118. P. 3–7.
13. Integrated weed management of sorghum / R. S. Freitas et al. *Informe Agropecuario*. 2014. No. 35 (278). P. 112–119.
14. Jones J. M., Engleson J. Whole grains: Benefits and challenges. *Annual Review of Food Science and Technology*. 2010. Vol. 1 (1). P. 19–40. DOI: [10.1146/annurev.food.112408.132746](https://doi.org/10.1146/annurev.food.112408.132746).
15. Lacko-Bartosova M., Korczyk-Szabo J., Razny T. Triticum spelta – a specialty grain for ecological farming systems. *Research J. Agr. Sci.* 2010. Vol. 42, No. 1. P. 143–147.
16. Microbiota in Wheat Roots, Rhizosphere and Soil in Crops Grown in Organic and Other Production Systems / L. Lenc et al. *Journal of Phytopathology*. 2015. No. 163. P. 245–63.
17. Murphy K. M., Jones S. S. Relationship Between Yield and Baking Quality in Spelt Wheat. *Crop Science*. 2007. No. 47 (2). P. 534–539.
18. Phenological growth stages and BBCH-identification keys of cereals. Growth stages of Mono – and Dicotyledonous Plants: BBCH-Monograph / ed. U. Meier. Berlin; Wien: Blackwell Wissenschafts-Verlag, 1997. P. 12–16.

/ ed. U. Meier. Berlin; Wien: Blackwell Wissenschafts-Verlag, 1997. P. 12–16.

19. Protection of winter spelt against fungal diseases under organic production of phyto-products in the Ukrainian Polissia / M. M. Kliuchevych et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. Vol. 10 (1). P. 267–272.

20. Van Bruggen A. H., Gamliel A., Finckh M. R. Plant disease management in organic farming systems. *Pest Management Science*. 2016. No. 72. C. 30–44.

19. Protection of winter spelt against fungal diseases under organic production of phyto-products in the Ukrainian Polissia / M. M. Kliuchevych et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. Vol. 10 (1). P. 267–272.

20. Van Bruggen A. H., Gamliel A., Finckh M. R. Plant disease management in organic farming systems. *Pest Management Science*. 2016. No. 72. C. 30–44.