

ВЛИВ ДОПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ НА АКТИВАЦІЮ ПЕРВИННИХ РОСТОВИХ ПРОЦЕСІВ У РОСЛИНАХ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

БІЛОУСОВА З.В. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0001-9687-7920

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного
КЛІПАКОВА Ю.О. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0002-7054-9707

КЕНЄВА В.А. – аспірант
orcid.org/0000-0002-4890-651X

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Постановка проблеми. На сьогодні зернові культури, зокрема і пшениця озима, залишаються головним джерелом виробництва таких стратегічних продуктів, як хліб, хлібобулочні вироби та крупи – для харчування людей, концентровані та грубі корми – для тваринництва, сировина – для переробної промисловості тощо. Саме тому проблема збільшення валового виробництва зерна є головною умовою подальшого розвитку аграрної економіки будь-якої країни.

Зниження продуктивності зернових культур відбувається під впливом багатьох екологічних факторів абіотичної, біотичної та антропогенної природи [1]. Серед біотичних факторів переважаючий вплив на ріст та розвиток рослин сільськогосподарських культур чинять шкідливі організми [2], втрати врожаю від шкодочинної дії яких сягають 20-40%. Недотримання вимог технології вирощування, перенасичення сівозміни зерновими культурами, зменшення генетичного різноманіття пшениці озимої призвело до трансформації агробіоценозів, що призвело до суттєвих змін у патогенному комплексі збудників хвороб [3]. Грибні хвороби є суттєвою перешкодою для подальшого зростання виробництва зерна як в Україні, так і в інших країнах світу [4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Пшениця озима може бути інфікована багатьма видами патогенів, проте існують такі, що зустрічаються дуже часто [5]. В Канаді пшениця уражується не менш як 20 різноманітними грибними патогенами, проте лише п'ять хвороб є пріоритетними для селекційних програм Західної Канади [4]. У Фінляндії на посівах злакових культур виявлено 57 збудників хвороб [6]. Загалом виділено 37 збудників хвороб, які призводять до суттєвого зниження економічної ефективності вирощування пшениці озимої [7].

Насіння зернових культур є добрим субстратом для розвитку й збереження фітопатогенних мікроорганізмів, тобто одним із джерел поширення хвороб [8]. Патогени, що переносяться насінням, включають епіфітні (розташовуються на поверхні насіння) та ендоефітні (всередині насіння) мікроорганізми [9]. Ураження насіннєвого матеріалу мікрофлорою відбувається у різний час: у період вегетації, при зборі врожаю, особливо в умовах підвищеної вологості, під час обмолоту, в період зберігання насіння з підвищеною вологістю тощо. Мікрофлора, що є на насінні, може бути сапрофітною (пеніцили, мукор, альтернарія, аспергіли та ін.) і патогенною (сажка, гель-

мінтоспоріоз, фузаріоз, септоріоз тощо) [10]. Для більшості сільськогосподарських культур мікробіом насіння слабо досліджений і в подальшому може впливати на початковий ріст проростка та склад мікрофлори рослин і ризосфери [11]. Для розділення зовнішньої та внутрішньої насіннєвої інфекцій пшениці озимої в наукових дослідженнях використовують поверхневу стерилізацію насіння різноманітними хімічними речовинами [12;13]. Однак ще жоден із методів стерилізації не є уніфікованим та досконалим і може викликати негативний вплив на проростання насіння [14].

Для знезараження посівного матеріалу в польових умовах використовують протруєння насіння, яке може знищувати збудників зовнішньої та внутрішньої інфекції та в подальшому захищати проростки від ураження ґрунтовими патогенами [15].

Хоча хімічне знезараження насіння пшениці озимої широко використовується для захисту проростків та рослин від різних патогенів та комах, існує мало інформації щодо сумісного використання стерилізації та хімічного протруєння та його впливу на посівну якість насіння.

Метою даної статті було визначення впливу допосівної обробки насіння хімічними препаратами для стерилізації та знезараження на посівну якість насіння та активацію ростових процесів у проростках пшениці озимої.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводилися в лабораторії моніторингу якості ґрунтів та продукції рослинництва Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного. Для дослідження було використано сорт пшениці озимої Антонівка, який характеризується високою пластичністю [16].

Частину насіння, використаного для аналізу, послідовно стерилізували 1% -м розчином перманганату калію протягом 3 хв., 96% -м розчином етанолу – протягом 2 хв. та 0,1% -м розчином нітрату срібла протягом 1 хв. [17]. Після кожного етапу стерилізації насіння промивали стерильною дистильованою водою.

В подальшому насіння обробляли за день до проведення дослідів методом інкрустації препаратами фунгіцидної і фунгіцидно-інсектицидної дії в дозах рекомендованих виробником. Контролем слугувала обробка водою. Застосовували протруєнники Раксіл Ультра (тебуконазол, 120 г/л), Ламардор (тебуконазол, 150 г/л; протіокназол, 250 г/л) та суміш Ламардор (тебуконазол,

150 г/л; протіконазол, 250 г/л) + Гаучо (імідаклоприд, 700 г/л) із розрахунку 10 л робочого розчину на 1 т насіння.

Насіння пророщували в чашках Петрі по 100 насінин в кожній на зволоженому фільтрувальному папері в термостаті за температури 20 ± 2 °C до стадії BBCH 07 без світла, далі – при освітленні. Дослід проводили в чотирьох біологічних повторностях, по три аналітичні в кожній.

Облік енергії проростання насіння проводили на 3 -й день (BBCH 07), схожості – на 7 -й день (BBCH 10). Окремо підраховували нормально проросле, набухле, загниле, тверде і ненормально проросле насіння. Енергію проростання та схожість насіння обчислювали у відсотках. Довжину коренів і пагонів визначали з використанням звичайної сантиметрової шкали.

Інтенсивність пероксидного окиснення ліпідів оцінювали за вмістом малонового діальдегіду (МДА) в коренях і паростках, який визначали спектрофотометричним методом. Рослинний матеріал гомогенізували у 20% -ому розчині трихлороцтової кислоти й інкубували з 0,5% -им розчином тіобарбітурової кислоти на киплячій водяній бані протягом 30 хв. У супернатанті, отриманому після центрифугування, спектрофотометрично визначали вміст МДА за довжини хвилі 532 нм та виражали в нмоль МДА на 1 г сухої речовини [18]. Масову частку сухої речовини в свіжому рослинному матеріалі (проростки та коріння) визначали термостатно-ваговим методом. Індекс енергії проростків (seeding vigor) розраховували окремо для стадії BBCH 07 та BBCH 10 за формулами [19]:

$$SVI = \text{енергія проростання/схожість, \%} \times (\text{довжина кореня, см} + \text{довжина колеоптиля, см})$$

$$SVI = \text{енергія проростання/схожість, \%} \times (\text{суха маса кореня, г} + \text{суха маса колеоптиля, г})$$

Одержані дані обробляли статистично методом дисперсійного аналізу (ANOVA).

Результати досліджень. Енергія проростання та схожість насіння, визначені в лабораторних умовах, є важливими характеристиками посівної якості, які в подальшому обумовлюють дружність появи сходів та силу їх росту в польових умовах [20]. Проведеними дослідженнями встановлено, що допосівна обробка насіння пшениці озимої по різному впливала на його посівну якість (рис. 1). Найвищі значення енергії проростання (85–94%) було відмічено для нестерилізованого насіння. Використання стерилізації насіння перед закладкою його на пророщування сприяло зниженню вказаного показника на 10–37% (абс.) порівняно із відповідними варіантами нестерилізованого насіння. На нашу думку це пов'язано зі зростанням хімічного навантаження на проростаючу зернівку, що підтверджується іншими дослідженнями [21].

Отримані результати свідчать про зниження схожості насіння порівняно із показником енергії проростання на 1–26% (абс.) залежно від варіанту обробки.

Найменше зниження вказаного показника було відмічено для контрольних варіантів як нестерилізованого, так і стерилізованого насіння. Таке зменшення кількості рослин в процесі первинного росту без додаткового хімічного навантаження (використання протруйників) пояснюється шкодочинною дією збудників плісневих грибів, відсоток ураження якими у контрольному варіанті без стерилізації становив 31% (BBCH 10) проти 5% у контролі із попередньою стерилізацією насіння. Видовий склад зовнішньої інфекції був представлений збудниками *Aspergillus glaucus* та *Mucor mucedo*.

Зниження схожості насіння за використання протруйників обумовлене зростанням хімічного стресу, що особливо чітко простежується на стерилізованому насінні за використання багатокomпонентної суміші Ламардор + Гаучо, де зниження вказаного показника порівняно з енергією проростання становило 20% (абс.) для нестерилізованого насіння та 26% – для стерилізованого.

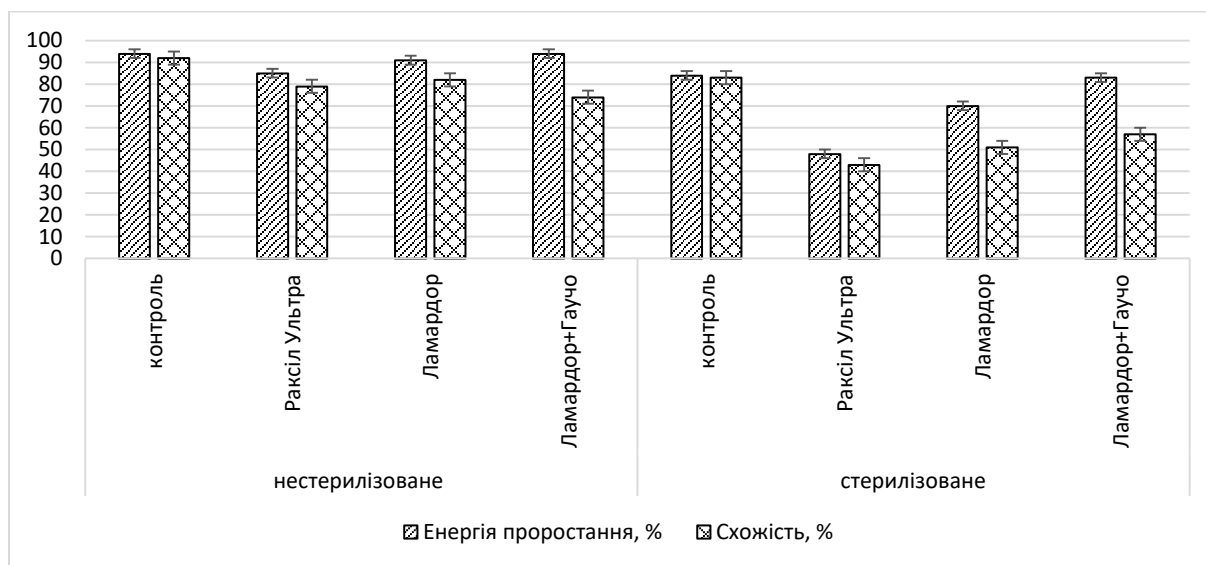


Рис. 1. Посівна якість насіння пшениці озимої сорту Антонівка залежно від допосівної обробки

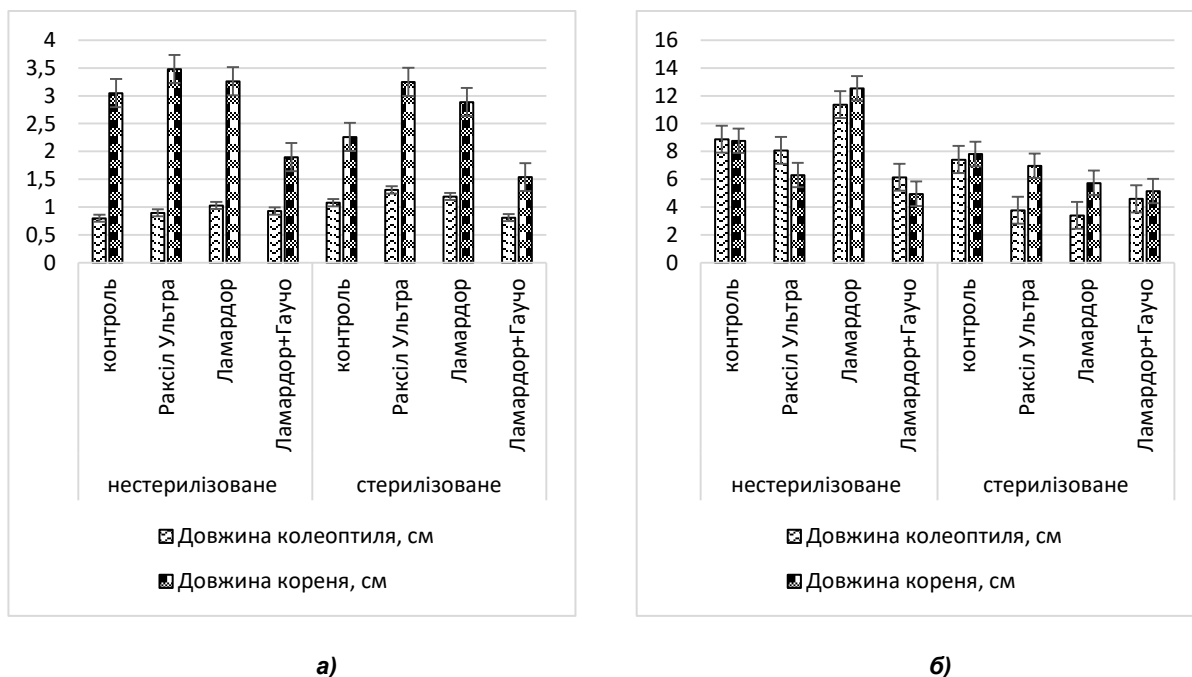


Рис. 2. Довжина проростків пшениці озимої сорту Антонівка на стадіях BBCH 07 (а) та BBCH 10 (б) залежно від допосівної обробки насіння, см

Рівень впливу фітотоксичності допосівної обробки насіння на силу росту рослин пшениці озимої можна встановити за показниками довжини колеоптиля та первинних коренів. Як видно з отриманих даних (рис. 2а), використання стерилізації насіння стимулювало початковий ріст проростків пшениці озимої на етапі BBCH 07 на 28–45% порівняно із відповідними варіантами без використання стерилізації.

Це можна пояснити ростостимулюючою дією діючих речовин протруйників, сила якої зростала за відсутності патогенів. Лише при застосуванні багатокомпонентної суміші Ламардор + Гаучо на стерилізованому насінні було відмічено пригнічення проростку, що проявилось у зменшенні його довжини на 13% порівняно із відповідним варіантом нестерилізованого насіння.

Дослідженнями встановлено, що в період подальшого росту проростків (BBCH 10) проявився пригнічуючий вплив стерилізації насіння, що призвело до скорочення довжини колеоптиля на 16% у контролі порівняно із варіантом без стерилізації (рис. 2б). Комплексне застосування стерилізації та протруйників посилило негативний ефект, що проявилось у зменшенні довжини колеоптиля у 1,3–3,3 рази порівняно із відповідними варіантами нестерилізованого насіння.

Щодо впливу на ріст первинних коренів, то стерилізація насіння призвела до пригнічення їх росту вже на початковому етапі (BBCH 07) на 7–26% залежно від варіанту обробки порівняно із нестерилізованим насінням (рис. 2а).

В процесі подальшого росту вплив допосівної обробки на ріст первинних коренів був неоднозначним (рис.3б). Так для контрольного варіанту та за використання Ламардору стерилізація призвела до зменшення їх довжини на 11% та 54%, а за використання протруйників Раксіл Ультра та суміші Ламардор + Гаучо – навпаки

до зростання на 10% та 4% відповідно порівняно із варіантами без стерилізації.

Застосування протруйник Раксіл Ультра та суміші Ламардор + Гаучо на нестерилізованому насінні призвело до пригнічення росту кореневої системи на 28% і 43% відповідно порівняно з контролем. В той же час використання протруйника Ламардор для допосівної обробки насіння стимулювало ріст первинних коренів, що проявилось у зростанні їх довжини на 43% порівняно із контрольним варіантом. Це узгоджується із даними, отриманими в інших наших дослідженнях [22].

Для розуміння процесу відповідей рослинних тканин на дію хімічного стресора було визначено вміст малонового діальдегіду (МДА), який є маркером оксидативного стресу. Результати проведених досліджень показують, що допосівна обробка насіння різними хімічними речовинами мала неоднозначний вплив на розвиток оксидативного стресу (табл.1).

Використання стерилізації насіння перед його закладкою на пророщування призвело до зниження рівня МДА на початкових стадіях розвитку (BBCH 07) в колеоптилі рослин контрольного варіанту в 1,9 рази, а в первинних коренях – 1,4 рази порівняно із нестерилізованим насінням. Це може бути наслідком відсутності біотичних стрес-факторів (збудники хвороб), внаслідок чого інтенсифікація вільно радикальних процесів відбувалася повільніше.

Застосування протруйників для обробки насіння призвело до зростання вмісту МДА в колеоптилі в 1,3–1,7 рази порівняно з контролем.

Виключення становив варіант обробки однокомпонентним препаратом Раксіл Ультра, за використання якого вказаний показник був меншим на 12% порівняно з контролем. Високий вміст МДА в рослинах вказує на різку інтенсифікацію вільно радикальних процесів на

цьому етапі розвитку внаслідок відповіді рослинного організму на стресову реакцію викликану застосуванням багатокомпонентних препаратів [23].

В наступну стадію розвитку (ВВСН 10) було відмічено зростання вмісту МДА в колеоптилі рослин пшениці озимої для всіх варіантів обробки в 1,4–5,4 рази порівняно зі стадією ВВСН 07. Це обумовлено подальшим зростанням вільно радикальних процесів в проростку пшениці озимої викликаних сукупною дією біотичних та хімічних стрес-факторів сумісно з активізацією ростових процесів.

В первинних коренях у стадію ВВСН 10 навпаки було відмічено поступове затухання вільнорадикальних процесів, що проявилось в зменшенні вмісту продуктів перекисного окислення ліпідів у 1,2–2,7 рази залежно

від варіанту обробки порівняно зі стадією ВВСН 07. Це свідчить про поступову адаптацію кореневої системи до дії досліджуваних стресових факторів.

Рівень розвитку вільнорадикальних процесів вплинув на накопичення рослинами пшениці озимої сухої речовини (табл. 2).

Статистична обробка отриманих результатів показала, що у стадію розвитку ВВСН 07 зростання вмісту МДА пригнічувало накопичення сухої речовини як колеоптилем ($r = -0,35$), так і в більшій мірі первинними корінцями ($r = -0,82$). У стадію ВВСН 10 була відмічена обернена залежність – зі зростанням вмісту продуктів перекисного окислення ліпідів зростає вміст сухої речовини в колеоптилі ($r = 0,71$). Для кореневої системи вказана залежність була несуттєвою ($r = 0,22$).

Таблиця 1

Вміст малонового діальдегіду в рослинах пшениці озимої залежно від допосівної обробки насіння, нмоль/г сухої речовини

Підготовка насіння	Протруйник	Стадія розвитку			
		ВВСН 07		ВВСН 10	
		колеоптиль	корінь	колеоптиль	корінь
нестерилізоване	контроль	85.04±0.48	93.49±4.46	208.00±8.85	59.01±2.17
	Раксіл Ультра	75.00±0.40	93.64±8.70	217.49±11.76	59.23±2.64
	Ламардор	145.49±0.48	147.44±1.68	265.28±9.07	77.42±2.12
	Ламардор+Гаучо	112.25±2.02	106.74±1.77	153.02±1.07	51.34±1.17
стерилізоване	контроль	44.39±0.84	64.72±1.91	213.30±7.28	65.08±5.38
	Раксіл Ультра	43.55±0.85	67.47±1.19	237.23±5.20	57.65±1.52
	Ламардор	131.87±0.35	115.51±4.29	235.98±8.21	42.37±1.67
	Ламардор+Гаучо	71.02±0.91	60.74±0.56	168.51±1.54	46.86±1.15

Таблиця 2

Вміст сухої речовини в рослинах пшениці озимої залежно від допосівної обробки насіння, мг/рослину

Підготовка насіння	Протруйник	Стадія розвитку			
		ВВСН 07		ВВСН 10	
		колеоптиль	корінь	колеоптиль	корінь
нестерилізоване	контроль	0.84±0.04	1.58±0,04	7.91±0.67	6.38±0.85
	Раксіл Ультра	0.89±0.10	1.67±0,07	7.40±0.31	5.07±0.44
	Ламардор	0.80±0.02	1.30±0,26	7.30±0.36	6.87±0.06
	Ламардор+Гаучо	0.91±0.04	1.42±0,08	5.31±0.27	5.82±0.20
стерилізоване	контроль	1.02±0.10	1.80±0,13	8.44±0.82	9.60±0.70
	Раксіл Ультра	0.89±0.10	1.53±0,12	7.47±0.23	8.29±0.57
	Ламардор	1.00±0.07	1.23±0,23	7.53±0.32	8.00±0.17
	Ламардор+Гаучо	1.07±0.06	1.73±0,23	3.84±0.04	4.82±0.17

Таблиця 3

Вплив допосівної обробки насіння пшениці озимої на індекс енергії проростків

Підготовка насіння	Протруйник	Стадія розвитку			
		ВВСН 07		ВВСН 10	
		SVI	SVII	SVI	SVII
нестерилізоване	контроль	361.90	0.23	1623.80	1.31
	Раксіл Ультра	372.30	0.22	1136.81	0.99
	Ламардор	390.39	0.19	1960.62	1.16
	Ламардор+Гаучо	266.02	0.22	822.14	0.82
стерилізоване	контроль	280.56	0.24	1264.92	1.50
	Раксіл Ультра	218.88	0.12	462.25	0.68
	Ламардор	285.60	0.16	466.65	0.79
	Ламардор+Гаучо	195.05	0.23	556.32	0.49

Кожен із проаналізованих показників окремо описує прояв фітотоксичного впливу допосівної обробки насіння на ріст та розвиток рослин пшениці озимої на початкових етапах проростання. Для комплексної оцінки шкочинної дії стрес-факторів було розраховано індекси енергії проростків SVI та SVII (табл. 3), які надають загальну характеристику процесу проростання.

Результати проведених розрахунків показують, що загалом найвищу життєздатність та силу проростків на обох досліджуваних стадіях було зафіксовано за обробки насіння протруйником Ламардор без використання стерилізації. Тобто, вказаний варіант обробки забезпечує надійний захист від патогенів грибних хвороб, тим самим стимулюючи активний початковий ріст проростку і коренів.

Висновки. Використання хімічної стерилізації насіння перед визначенням його посівної якості дає можливість нейтралізувати вплив зовнішньої інфекції з метою встановлення наявності внутрішньої та ефективності дії протруйників щодо її знищення. Проведені дослідження показали, що зовнішня інфекція на досліджуваному насіннєвому матеріалі пшениці озимої була представлена збудниками *Aspergillus glaucus* та *Mucor mucedo*. Використані протруйники ефективно знищували вказану інфекцію, однак мали негативний вплив на початковий ріст і розвиток проростків пшениці озимої, сила якого різнилася залежно від кількості та природи діючої речовини.

За сукупною характеристикою впливу досліджуваних препаратів на посівну якість насіння було виділено протруйник Ламардор, який забезпечував надійний захист від збудників хвороб та активне формування проростка та первинних коренів, довжина яких переважала контрольний варіант на 29% і 7% у стадію розвитку ВВСН 07 та на 28% і 43% у стадію ВВСН 10 відповідно. За вмістом сухої речовини в колеоптилі та коренях вказаний варіант обробки дещо поступався контролю за рахунок зростання активності вільнорадикальних процесів. Проте за комплексною характеристикою процесу проростання (індекс енергії), використання для допосівної обробки насіння препарату Ламардор сприяло формуванню найбільш життєздатних рослин.

Підвищення життєздатності та сили росту рослин пшениці озимої на початкових етапах проростання за рахунок використання допосівної обробки препаратом Ламардор може мати важливе сільськогосподарське значення, особливо за умови погіршення фітосанітарної ситуації в агроценозах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Bilousova Z., Klipakova Y., Keneva V., Priss O. Forecasting of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) yield for the Southern Steppe of Ukraine using meteorological indices. *Journal of Ecology*. 2020. Vol. 10(3). P. 36–43.
2. Duveiller E., Singh R., Nicol J. The challenges of maintaining wheat productivity: pests, diseases, and potential epidemics. *Euphytica*. 2007. Vol. 157. P. 417–430. doi:https://doi.org/10.1007/s10681-007-9380-z.
3. Figueroa M., Hammond-Kosack K.E., Solomon P.S. A review of wheat diseases – a field perspective. *Molecular Plant Pathology*. 2018. Vol. 19. P. 1523–1536. doi:https://doi.org/10.1111/mp.12618.
4. Aboukhaddour R., Fetch T., McCallum B.D., Harding M.W., Beres B.L., Graf R.J. Wheat diseases on the prairies: A Canadian story. *Plant Pathology*. 2020. Vol. 69(3). P. 418–432. doi: https://doi.org/10.1111/ppa.13147.
5. Strange R., Scott P.R. Plant Disease: A Threat to Global Food Security. *Annual Review of Phytopathology*. 2005. Vol. 43:83-116. P. 83–116. doi: https://doi.org/10.1146/annurev.phyto.43.113004.133839.
6. Jalli M., Laitinen P., Latvala S. The emergence of cereal fungal diseases and the incidence of leaf spot diseases in Finland. *Agricultural and Food Science*. 2011. Vol. 20(1). P. 62–73. doi: https://doi.org/10.2137/145960611795163015.
7. Ghimire B., Sapkota S., Bahri B.A., Martinez-Espinoza A.D., Buck J.W., Mergoum M. Fusarium Head Blight and Rust Diseases in Soft Red Winter Wheat in the Southeast United States: State of the Art, Challenges and Future Perspective for Breeding. *Frontiers in plant science*. 2020. Vol. 11. P. 1080. doi: https://doi.org/10.3389/fpls.2020.01080.
8. Hashidoko Y. Ecochemical studies of interrelationships between epiphytic bacteria and host plants via secondary metabolites. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*. 2005. Vol. 69. P. 1427–1441. doi: https://doi.org/10.1271/bbb.69.1427.
9. Barret M., Briand M., Bonneau S., Prévieux A., Valière S., Bouchez O., ... Jacques M.-A. Emergence Shapes the Structure of the Seed Microbiota. *Applied and Environmental Microbiology*. 2015. Vol. 81(4). P. 1257–1266. doi:10.1128/AEM.03722-14.
10. Nelson E. The seed microbiome: Origins, interactions, and impacts. *Plant Soil*. 2018. Vol. 422. P. 7–34. doi:https://doi.org/10.1007/s11104-017-3289-7.
11. Tkacz A., Cheema J., Chandra G., Grant A., Poole P. Stability and succession of the rhizosphere microbiota depends upon plant type and soil composition. *The ISME Journal*. 2015. Vol. 9. P. 2349–2359. doi: https://doi.org/10.1038/ismej.2015.41.
12. Munkager V., Vestergård M., Priemé A., Altenburger A., de Visser E., Johansen J., Ekelund F. AgNO₃ Sterilizes Grains of Barley (*Hordeum vulgare*) without Inhibiting Germination-A Necessary Tool for Plant-Microbiome Research. *Plants*. 2020. Vol. 9(3). P. 372. doi: https://doi.org/10.3390/plants9030372.
13. Andrews S. Evaluation of surface disinfection procedures for enumerating fungi in foods: a collaborative study. *International Journal of Food Microbiology*. 1996. Vol. 29(2-3). P. 177–184. doi:https://doi.org/10.1016/0168-1605(95)00044-5.
14. Barampuram S., Allen G., Krasnyanski S. Effect of various sterilization procedures on the in vitro germination of cotton seeds. *Plant Cell Tiss Organ Cult*. 2014. Vol. 118. P. 179–185. doi: https://doi.org/10.1007/s11240-014-0472-x.
15. Lamichhane J., You M., Laudinot V., Barbetti M., Aubertot J.-N. Revisiting Sustainability of Fungicide Seed Treatments for Field Crops. *Plant Disease*. 2020. Vol. 104(3). P. 610–623. doi: https://doi.org/10.1094/PDIS-06-19-1157-FE.
16. Білоусова З.В. Оцінка адаптивного потенціалу сортів пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.) в умовах Південного Степу України. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природознавства*.

докористування України. 2018. № 3(73). URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/File/dopovidi2018.03.013/9460> (дата звернення 13.10.2022).

17. Косаківська І.В., Бабенко Л.М., Скатерна Т.Д., Устінова А.Ю. Вплив гіпо- і гіпертермії на активність ліпоксигенази, вміст пігментів і розчинних білків у проростках пшениці сорту Ятрань 60. *Фізіологія рослин і генетика*. 2014. Т. 46. № 3. С. 212–220.
18. Мусієнко М.М., Паршикова Т.В., Славний П.С. Спектрофотометричні методи в практиці фізіології, біохімії та екології рослин. Київ: Фітосоціоцентр, 2001. 200 с.
19. Kumar B., Verma S., Ram G., Singh H. Temperature Relations for Seed Germination Potential and Seedling Vigor in Palmarosa (*Cymbopogon martinii*). *Journal of Crop Improvement*. 2012. Vol. 26(6). P. 791–801.
20. Ellis R. Seed and seedling vigour in relation to crop growth and yield. *Plant Growth Regul.* 1992. Vol. 11. P. 249–255. doi:<https://doi.org/10.1007/BF00024563>.
21. Sen M., Jamal M., Nasrin S. Sterilization factors affect seed germination and proliferation of *Achyranthes aspera* cultured in vitro. *Environmental and Experimental Biology*. 2013. Vol. 11. P. 119–123.
22. Білоусова З.В., Кенева В.А., Кліпакова Ю.О. Посівна якість насіння пшениці озимої залежно від компонентного складу протруйників. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2020. №3 (107). С. 79–86. doi:[10.31521/2313-092X/2020-3\(107\)-10](https://doi.org/10.31521/2313-092X/2020-3(107)-10).
23. Bilousova Z., Klipakova Y., Keneva V., Kulieshov S. Influence of the Growth Regulator Application Method on Antioxidant Plant System Activity of Winter Wheat (*Triticum Aestivum* L.). *Modern Development Paths of Agricultural Production / In V. Nadykto* (Ed.). Springer, Cham, 2019. P. 615–622. doi:https://doi.org/10.1007/978-3-030-14918-5_60.

REFERENCES:

1. Bilousova, Z., Klipakova, Y., Keneva, V., & Priss, O. (2020). Forecasting of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) yield for the Southern Steppe of Ukraine using meteorological indices. *Journal of Ecology*, 10(3), pp. 36–43.
2. Duveiller, E., Singh, R., & Nicol, J. (2007). The challenges of maintaining wheat productivity: pests, diseases, and potential epidemics. *Euphytica*, 157, pp. 417–430. doi:<https://doi.org/10.1007/s10681-007-9380-z>
3. Figueroa, M., Hammond-Kosack, K. E., & Solomon, P. S. (2018). A review of wheat diseases – a field perspective. *Molecular Plant Pathology*, 19, pp. 1523–1536. doi:<https://doi.org/10.1111/mpp.12618>
4. Aboukhaddour, R., Fetch, T., McCallum, B. D., Harding, M. W., Beres, B. L., & Graf, R. J. (2020). Wheat diseases on the prairies: A Canadian story. *Plant Pathology*, 69(3), pp. 418–432. doi:<https://doi.org/10.1111/ppa.13147>
5. Strange, R., & Scott, P. R. (2005). Plant Disease: A Threat to Global Food Security. *Annual Review of Phytopathology*, 43:83–116, pp. 83–116. doi:<https://doi.org/10.1146/annurev.phyto.43.113004.133839>
6. Jalli, M., Laitinen, P., & Latvala, S. (2011). The emergence of cereal fungal diseases and the incidence of leaf spot diseases in Finland. *Agricultural and Food Science*, 20(1), pp. 62–73. doi:<https://doi.org/10.2137/145960611795163015>
7. Ghimire, B., Sapkota, S., Bahri, B. A., Martinez-Espinoza, A. D., Buck, J. W., & Mergoum, M. (2020). Fusarium Head Blight and Rust Diseases in Soft Red Winter Wheat in the Southeast United States: State of the Art, Challenges and Future Perspective for Breeding. *Frontiers in plant science*, 11, p. 1080. doi:<https://doi.org/10.3389/fpls.2020.01080>
8. Hashidoko, Y. (2005). Ecochemical studies of interrelationships between epiphytic bacteria and host plants via secondary metabolites. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 69, pp. 1427–1441. doi:<https://doi.org/10.1271/bbb.69.1427>
9. Barret, M., Briand, M., Bonneau, S., Prévieux, A., Valière, S., Bouchez, O., ... Jacques, M.-A. (2015). Emergence Shapes the Structure of the Seed Microbiota. *Applied and Environmental Microbiology*, 81(4), pp. 1257–1266. doi:[10.1128/AEM.03722-14](https://doi.org/10.1128/AEM.03722-14)
10. Nelson, E. (2018). The seed microbiome: Origins, interactions, and impacts. *Plant Soil*, 422, pp. 7–34. doi:<https://doi.org/10.1007/s11104-017-3289-7>
11. Tkacz, A., Cheema, J., Chandra, G., Grant, A., & Poole, P. (2015). Stability and succession of the rhizosphere microbiota depends upon plant type and soil composition. *The ISME Journal*, 9, pp. 2349–2359. doi:<https://doi.org/10.1038/ismej.2015.41>
12. Munkager, V., Vestergård, M., Priemé, A., Altenburger, A., de Visser, E., Johansen, J., & Ekelund, F. (2020). AgNO₃ Sterilizes Grains of Barley (*Hordeum vulgare*) without Inhibiting Germination—A Necessary Tool for Plant–Microbiome Research. *Plants*, 9(3), p. 372. doi:<https://doi.org/10.3390/plants9030372>
13. Andrews, S. (1996). Evaluation of surface disinfection procedures for enumerating fungi in foods: a collaborative study. *International Journal of Food Microbiology*, 29(2-3), pp. 177–184. doi:[https://doi.org/10.1016/0168-1605\(95\)00044-5](https://doi.org/10.1016/0168-1605(95)00044-5)
14. Barampuram, S., Allen, G., & Krasnyanski, S. (2014). Effect of various sterilization procedures on the in vitro germination of cotton seeds. *Plant Cell Tiss Organ Cult*, 118, pp. 179–185. doi:<https://doi.org/10.1007/s11240-014-0472-x>
15. Lamichhane, J., You, M., Laudinot, V., Barbetti, M., & Aubertot, J.-N. (2020). Revisiting Sustainability of Fungicide Seed Treatments for Field Crops. *Plant Disease*, 104(3), pp. 610–623. doi:<https://doi.org/10.1094/PDIS-06-19-1157-FE>
16. Bilousova, Z. V. (2018). Otsinka adaptivnoho potentsialu sortiv pshenytsi ozymoi (*Triticum aestivum* L.) v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy [Evaluation of adaptive potential of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties in the conditions of southern steppe of Ukraine]. *Scientific reports of NULES of Ukraine*, 3(73). URL:[://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/dopovidi2018.03.013](http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/dopovidi2018.03.013) [in Ukrainian].
17. Kosakivska, I., Babenko, L., Skaterna, T., & Ustinova, A. (2014). Vplyv hipo- i hipertermii na aktyvnist lipoksyhenazy, vmist pihmentiv i rozchynnykh bilkiv u prorstkakh pshenytsi sortu Yatran 60 [Influence of hypo- and hyperthermia on lipoxygenase activity, content of pigments and soluble proteins in *Triticum aestivum* L. cv. Yatran 60 seedlings]. *Plant physiology and genetics*, 46(3), pp. 212–220 [in Ukrainian].

18. Musiienko, M. M., Parshykova T.V., Slavnyi P.S. (2001). Spektrofotometrychni metody v praktytsi fiziologii, biokhīmii ta ekolohii roslyn [Spectrophotometric methods in the practice of physiology, biochemistry and ecology of plants]. Kyiv: Fitosotsiotsentr. 200 p. [in Ukrainian].
19. Kumar, B., Verma, S., Ram, G., & Singh, H. (2012). Temperature Relations for Seed Germination Potential and Seedling Vigor in Palmarosa (*Cymbopogon martinii*). *Journal of Crop Improvement*, 26(6), pp. 791-801.
20. Ellis, R. (1992). Seed and seedling vigour in relation to crop growth and yield. *Plant Growth Regul*, 11, сс. 249–255. doi: <https://doi.org/10.1007/BF00024563>
21. Sen, M., Jamal, M., & Nasrin, S. (2013). Sterilization factors affect seed germination and proliferation of *Achyranthes aspera* cultured in vitro. *Environmental and Experimental Biology*, 11, pp. 119-123.
22. Bilousova, Z., Keneva, V., & Klipakova, Y. (2020). Posivna yakist nasinnia pshenytsi ozymoї zalezno vid komponentnoho skladu protruinykiv [Sowing quality of winter wheat seeds]. *Ukrainian Black Sea region agrarian science*, 3, pp. 79-86. doi: 10.31521/2313-092X/2020-3(107)-10 [in Ukrainian].
23. Bilousova, Z., Klipakova, Y., Keneva, V., & Kulieshov, S. (2019). Influence of the Growth Regulator Application Method on Antioxidant Plant System Activity of Winter Wheat (*Triticum Aestivum* L.). In V. Nadykto (Ed.), *Modern Development Paths of Agricultural Production* (pp. 615-622). Springer, Cham. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-14918-5_60.

Білоусова З.В., Кліпакова Ю.О., Кенєва В.А. Вплив допосівної обробки насіння на активацію первинних ростових процесів у рослинах пшениці озимої

Метою проведених досліджень було визначення впливу допосівної обробки насіння хімічними препаратами для стерилізації та знезараження на посівну якість насіння та активацію ростових процесів у проростках пшениці озимої.

Методи. Було використано поетапну поверхневу стерилізацію вихідного матеріалу розчинами 1%-го перманганату калію, 96-% етанолу та 0,1%-го нітрату срібла. Для подальшої обробки було використано фунгіцидні протруйники Раксіл Ультра та Ламардор, як окремо, так і в сумішах з інсектицидним протруйником Гаучо. Контролем слугувала обробка водою.

Результати. Встановлено, що хімічна стерилізація насіння перед пророщуванням сприяє знищенню зовнішньої інфекції, однак призводить до пригніченні початкового росту. Використання протруйників зменшувало енергію проростання та схожість насіння, однак його вплив на ростові процеси був неоднозначним. Результати проведених досліджень показують, що допосівна обробка насіння різними хімічними речовинами мала неоднозначний вплив на розвиток оксидативного стресу. Встановлено, що стимулюючий вплив на активацію первинних ростових процесів у рослинах пшениці озимої мало використання для допосівної обробки насіння протруйника Ламардор.

Висновки. За сукупною характеристикою впливу досліджуваних препаратів на посівну якість насіння було виділено протруйник Ламардор, який забезпечував надійний захист від збудників хвороб та активне формування проростка та первинних коренів, довжина яких переважала контрольний варіант на 29% і 7% у стадію розвитку ВВСН 07 та на 28% і 43% у стадію ВВСН 10 відповідно. За вмістом сухої речовини в колеоптилі та коренях вказаний варіант обробки дещо поступався контролю за рахунок зростання активності вільнорадикальних процесів. Проте за комплексною характеристикою процесу проростання (індекс енергії), використання для допосівної обробки насіння препарату Ламардор сприяло формуванню найбільш життєздатних рослин.

Ключові слова: стерилізація насіння, протруйники, довжина колеоптиля, довжина кореня, малоновий діальдегід, індекс енергії проростків.

Bilousova Z.V., Klipakova Yu.O., Keneva V.A. Influence of pre-sowing seed treatment on the activation of the primary growth processes in winter wheat

Purpose of the research is to determine the effect of pre-sowing seed treatment with chemicals for sterilization and disinfection on seed sowing quality and activation of growth processes in winter wheat seedlings.

Methods. Gradual surface sterilization of the source material with solutions of 1% potassium permanganate, 96% ethanol and 0.1% silver nitrate was used. For further processing, fungicidal pesticides Raxil Ultra (tebuconazole) and Lamardor (tebuconazole + prothioconazole) were used, both separately and in mixtures with Gaucho (imidacloprid) insecticidal pesticide. Water treatment served as a control.

Results. It was determined that chemical sterilization of seeds before germination helps to destroy the external infection, but leads to inhibition of the initial growth. The use of pesticides reduced germination energy and seed germination, but its effect on growth processes was ambiguous. The results of the studies show that pre-sowing seed treatment with various chemicals had an ambiguous effect on the development of oxidative stress. It was found that the use of Lamardor for pre-sowing seed treatment showed stimulating effect on the activation of primary growth processes in winter wheat plants.

Conclusions. According to the complex characteristics of the effect of the studied treaters on seed sowing quality, Lamardor treater (tebuconazole + prothioconazole) was the optimal one, as it provided reliable protection against pathogens and contributed to active formation of seedlings and primary roots, the length of which exceeded the control variant by 29% and 7% in the stage BBCH 07 and 28%. and 43% in stage BBCH 10, respectively. In terms of dry matter content in coleoptiles and roots, this treatment variant was somewhat inferior to the control due to the increase in the activity of free radical processes. However, according to the complex characteristics of the germination process (energy index), the use of Lamardor for pre-sowing seed treatment contributed to the formation of the most viable plants.

Key words: seed sterilization, seed treaters, coleoptile length, the length of the root, malonic dialdehyde, seeding vigour index.