

ВИДОВИЙ СКЛАД ФІТОПАТОГЕННИХ МІКРОМІЦЕТІВ НАСІННЯ СОРТІВ КУЛЬТУРНИХ РОСЛИН

І.В. Безноско¹, А.І. Парфенюк¹, О.В. Шерстобоева¹,
Л.В. Гаврилюк¹, Ю.В. Терновий², Т.М. Горган¹

¹ Інститут агроекології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)

e-mail: beznoskoirina@gmail.com; ORCID: 0000-0002-2217-5165

e-mail: vereskar@ukr.net; ORCID: 0000-0003-0169-4262

e-mail: nature_us@ukr.net; ORCID: 0000-0001-8239-0847

e-mail: 410agroeco@gmail.com

e-mail: Tanja.micaela@gmail.com

² Сквирська дослідна станція органічного виробництва ІАП НААН

(м. Сквир, Київська обл., Україна)

e-mail: Ternowoj@i.ua

Встановлено, що утворення патогенного мікробіому культурних рослин обумовлено взаємодією популяцій фітопатогенних мікроміцетів з рослинами сорту як біотичним екологічним чинником формування фітопатогенного фону в агрофітоценозах сортів культурних рослин. Проведено аналіз насіння перспективних сортів культурних рослин: сої (Кент і Сузір'я), гречки (Син та Софія), розторопші (Рішес) та гірчиці жовтої (Фордж) на заселеність мікроміцетами. Ідентифіковано фітопатогенні гриби: *Alternaria alternate* Fr., *Fusarium oxysporum* Schleht, *Cladosporium herbarum* Lket Gray, *Botrytis cinerea* Pers. Ex Fr., *Ascochyta fagopyri* Bres., *Alternaria tenuissima* (Kunze) Wiltshire, *Aspergillus P. Micheli*ex Haller, *Penicillium* Link., *Micor Micheli*ex F. Визначено, що видовий склад фітопатогенних мікроміцетів у насінні сої і розторопші значно різноманітніший порівняно із насінням гречки і гірчиці. Серед ідентифікованих мікроміцетів трапляються види з різним ступенем паразитизму: облігатні та факультативні сапротрофи і паразити. Для оцінювання типовості виду та визначення його положення у структурі домінування в агроценозі культурних рослин застосовано критерій частоти трапляння виду. Гриби родів *Alternaria alternate*, *Fusarium oxysporum* характеризуються різною частотою трапляння (11–30%). Встановлено, що насіння сої сорту Сузір'я і гречки сортів Син і Софія інтенсивно заселяють плісняві гриби роду *Penicillium* (60–90%). Визначено показник подібності видового складу мікроміцетів, вилучених із насіння сортів культурних рослин, за коефіцієнтом спільності Жаккара. Встановлено, що насіння сої і розторопші, як і насіння розторопші та гірчиці жовтої, характеризуються високим рівнем подібності мікроміцетів (показник подібності становить 75 та 66,7% відповідно). Водночас насіння гречки і розторопші та гречки і гірчиці характеризувалося низьким показником подібності мікроміцетів — 12,5 і 22,2% відповідно. Проаналізовані показники дають можливість оцінити насіння сортів культурних рослин з метою уникнення екологічних ризиків та біологічного забруднення агроценозів за вирощування рослин різних сортів.

Ключові слова: фітопатогенні мікроміцети, агроценози, біологічне забруднення, показник подібності, насіння сортів культурних рослин.

ВСТУП

Збільшення площ вирощування сортів культурних рослин та зміна агрокліматичних умов спричиняє розвиток хвороб рослин, збільшення інфікованості насіння і зміну видового складу насінневого мікро-

біому [1; 2]. Результати багаторічних досліджень засвідчують, що утворення патогенного мікробіому культурних рослин зумовлено взаємодією популяцій фітопатогенних мікроміцетів з рослинами сорту як біотичним екологічним чинником формування фітопатогенного фону в агрофітоценозах сортів культур [3; 4]. Насіння

перспективних сортів культурних рослин сої, гречки, розторопші і гірчиці вирощували за органічних умов на полях Сквирської дослідної станції ІАП НААН. Відомо, що гречану крупу використовують як продукт дієтичного харчування завдяки значному вмісту білків, жирів, вуглеводів, мінеральних солей, органічних кислот, вітамінів [5]. Соя належить до найважливіших високобілкових і олійних культур світового землеробства, і в Україні площі її вирощування нині також зросли (70%) [6; 7]. Гірчиця містить багато білків і клітковини [8]. Розторопша плямиста характеризується багатим флавоноїдним комплексом, у складі якого переважає силімарин, що є основою лікарських препаратів. Останній — єдина відома на сьогодні природна сполука, що ефективно захищає клітини печінки та відновлює її функції [9; 10]. Тому перелічені культури ефективно вирощують за органічною технологією, що забезпечує отримання їх високих і стабільних урожаїв.

Одним із основних критеріїв стабільних урожаїв культури є високі посівні якості насіння. Лише сімба якісним посівним матеріалом формує сильні сходи, що є стійкими до стресових ситуацій: хвороб, шкідників, недостатнього зволоження та бур'янів. Сортові і посівні якості насіння мають відповідати вимогам Державних стандартів та інших нормативних документів у галузі насінництва [11; 12].

Метою дослідження було визначення видового складу фітопатогенних мікроміцетів у насінні сортів культурних рослин (соя, гречка, розторопша, гірчиця жовта) залежно від їх сортових властивостей.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Посівні і технологічні якості насіння сортів культурних рослин, до яких належать соя, гречка, розторопша, гірчиця жовта, залежать від багатьох чинників. Найбільшої шкоди посівному матеріалу завдає ураження рослин фітопатогенними грибами. На насінні сортів культурних рослин паразитує понад 40 видів збудників грибних хвороб. Більшість з них можуть про-

никати всередину сім'янки. У цьому разі посівний матеріал є джерелом зберігання і поширення збудників хвороб, що передаються насінням: пероноспороз, біла, сіра і суха гниль, фомопсис, фузаріоз, альтернаріоз, вертицильоз тощо [13; 14].

Інфіковане насіння сортів культурних рослин втрачає здатність до проростання, псується, також зменшується густина стояння рослин у посівах. Сходи, сформовані з ураженого насіння, характеризуються неоднорідністю, пригніченістю рослин зі зниженою продуктивністю [15]. За даними досліджень фітопатологічних лабораторій останніми роками інфікованість насіння сільськогосподарських культур патогенними мікроміцетами може сягати 100%. Їх спектр постійно змінюється під тиском різних чинників: генетичної стійкості сорту до фітопатогенів, агрокліматичних умов вирощування культур, пошкодження шкідниками та умов зберігання [16; 17].

Значний спектр досліджень зарубіжних учених присвячено вивченню генетичної мінливості (генних мутацій, рекомбінацій) і їх використання в селекції, що відкриває можливість створювати рослини з комплексною стійкістю до шкідливих організмів за впливу різних гідротермічних чинників [18; 19]. Тому постійно зберігає свою актуальність дослідження сорту як чинника біологічного контролю чисельності інфекційного матеріалу збудників основних хвороб культурних рослин.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводили в Інституті агроєкології і природокористування НААН і на полях Сквирської дослідної станції ІАП НААН із сортами різних культур: сої (Кент і Сузір'я), гречки (Син та Софія), розторопші (Рішес) та гірчиці жовтої (Фордж). Для фітопатологічного аналізу посівного матеріалу застосовували біологічний метод (ДСТУ 4138-2002) та методи експериментальної мікології [11; 12; 16]. Для ідентифікації ектофітних та ендоефітних структур фітопатогенних грибів використовували визначники [20–22]. Показник

частоти трапляння деяких видів грибів на насінні різних культур розраховували за відповідною формулою [22]:

$$A = \frac{B \times 100\%}{C}, \quad (1)$$

де: A — частота трапляння видів; B — кількість зразків, у яких виявлено цей вид; C — загальна кількість виділених видів.

Для визначення показника подібності видового складу мікроміцетів, вилучених з насіння різних сортів культурних рослин, застосовано коефіцієнт спільності Жаккара (K_j) [23]:

$$K_j = \frac{c \times 100\%}{a + b - c}, \quad (2)$$

де: a — кількість видів, характерних для асоціації першої біоти (насіння однієї культури); b — кількість видів, характерних для асоціації другої біоти (насіння іншої культури); c — кількість спільних видів для обох біот.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Результати дослідження засвідчили, що видовий склад мікроміцетів сортів культурних рослин сої, гірчиці жовтої, гречки і розторопші є різноманітним (таблиця).

Встановлено, що на насінні сої сортів Кент і Сузір'я паразитувало 7 видів фітопатогенних грибів: *Alternaria alternata*,

Fusarium oxysporum, *Cladosporium herbarum*, *Botrytis cinerea*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor*; на насінні гречки сортів Син та Софія — 4 види мікроміцетів: *Ascochyta fagopyri*, *Mucor*, *Penicillium*, *A. alternata*; на насінні розторопші сорту Рішес — 6 видів фітопатогенів: *A. alternata*, *A. tenuissima*, *F. oxysporum*, *B. cinerea*, *Penicillium*, *Aspergillus* і 4 види фітопатогенних мікроміцетів на насінні гірчиці жовтої сорту Фордж: *A. alternata*, *F. oxysporum*, *Penicillium*, *Aspergillus*.

Найрізноманітніший видовий склад фітопатогенних мікроміцетів (6–7 видів) зафіксовано на насінні сої сортів Кент і Сузір'я та розторопші сорту Рішес. Водночас на насінні гречки сортів Син та Софія і гірчиці жовтої сорту Фордж кількість видів була у 1,5 раза меншою порівняно із попередніми показниками.

Серед ідентифікованих мікроміцетів трапляються види з різним ступенем паразитизму: облігатні та факультативні сапротрофи і паразити. Для оцінювання типовості виду та визначення його положення у структурі домінування в агроценозі культурних рослин застосовано критерій частоти трапляння виду (рис. 1).

Встановлено, що на насінні сої сорту Кент, розторопші сорту Рішес та гірчиці жовтої сорту Фордж домінували гриби: *A. alternata*, *F. oxysporum*, які характеризувалися різною частотою трапляння —

Видовий склад мікроміцетів у насінні сортів культурних рослин

Види мікроміцетів*	Культурні рослини			
	Соя	Гречка	Розторопша	Гірчиця
<i>Alternaria alternata</i> Fr.	+	+	+	+
<i>Fusarium oxysporum</i> Schleht	+	–	+	+
<i>Cladosporium herbarum</i> Lket Gray	+	–	–	–
<i>Botrytis cinerea</i> Pers. Ex Fr	+	–	+	–
<i>Aspergillus</i> P. Micheliex Haller	+	–	+	+
<i>Penicillium</i> Link	+	+	+	+
<i>Mucor Micheliex</i> F.	+	+	–	–
<i>Ascochyta fagopyri</i> Bres.	–	+	–	–
<i>Alternaria tenuissima</i> (Kunze) Wiltshire	–	–	+	–
Всього видів	7	4	6	4

Примітка: * (+) види, які були на насінні; (–) види, яких не було виявлено на насінні.

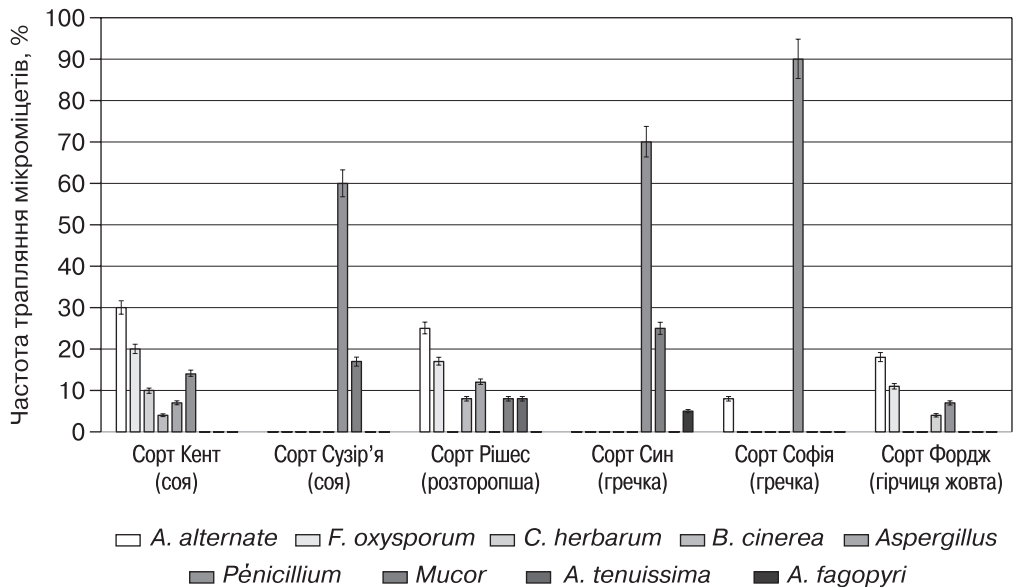


Рис. 1. Частота трапляння мікроміцетів на насінні сортів культурних рослин (соє, гречка, розторопша, гірчиця жовта)

у межах 11–30%. Вказані фітопатогенні гриби можуть викликати захворювання рослин на всіх фазах онтогенезу, продукувати мікотоксини та спричинити зниження якості рослинної продукції.

Мікобіом насіння сої сортів Сузір'я і Син та гречки сорту Софія характеризувалися інтенсивнішим проявом пліснявих грибів роду *Pénicillium* (60–90%). Уражене сапротрофними грибами насіння під час зберігання може повторно заражуватися, що призводить до зниження польової і лабораторної схожості культури. Також на насінні сортів культурних рослин паразитували такі види: *A. tenuissima*, *C. herbarum*, *B. cinerea*, *A. fagopyri*, *Mucor* та *Aspergillus*, які траплялися дуже рідко, залежно від сорту культури. Їх частота трапляння становила 4–12% (рис. 1).

Визначено показник подібності видового складу мікроміцетів, вилучених із насіння сортів культурних рослин за коефіцієнтом спільності Жаккара. Встановлено, що насіння сої і розторопші, як і насіння розторопші та гірчиці, характеризуються високим рівнем подібності мікроміце-

тів (показник подібності становить 75 та 66,7% відповідно). Поряд із тим, для насіння гречки і розторопші та гречки і гірчиці були характерними низькі показники подібності мікроміцетів — 12,5 і 22,2% відповідно (рис. 2).

Отримані результати дають підстави вважати, що насіння сої і розторопші характеризуються найрізноманітнішим складом мікроміцетів, серед яких домінують патогени родів: *A. alternata*, *F. oxysporum*, що здатні продукувати небезпечні для здоров'я людини й тварин мікотоксини. Це спричиняє зниження врожайності зерна, його якості і, загалом, біологічне забруднення агроценозів упродовж періоду вегетації рослин.

Насіння сої сортів Сузір'я і Син та гречки сорту Софія характеризуються інтенсивнішим проявом пліснявих грибів роду *Pénicillium* (60–90%), що створює значну проблему для його зберігання, а також ураження рослин в агрофітоценозах за вирощування вказаного сорту, тому потребує застосування профілактичних заходів з їх захисту.

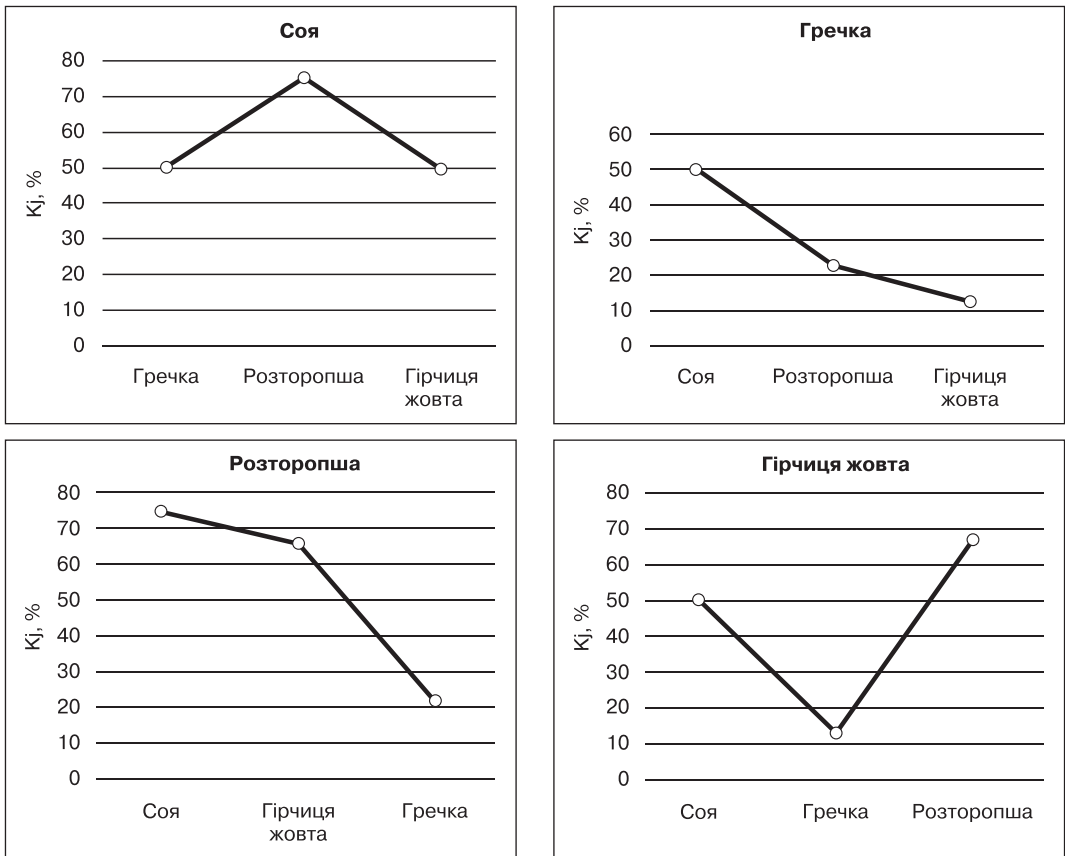


Рис. 2. Показник подібності видового складу мікроміцетів насіння культурних рослин (соя, гречка, розторопша, гірчиця жовта)

Насіння гірчиці жовтої сорту Фордж характеризується низьким показником подібності і незначною частотою трапляння мікроміцетів. Це може свідчити про його екологічну безпечність в органічному виробництві.

ВИСНОВКИ

Ідентифіковано фітопатогенні гриби: *Alternaria alternate*, *Fusarium oxysporum*, *Cladosporium herbarum*, *Botrytis cinerea*, *Ascochyta fagopyri*, *Alternaria tenuissima*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor* у насінні сортів культурних рослин (соя, гречка, розторопша, гірчиця жовта).

Визначено, що видовий склад мікроміцетів у насінні сортів сої і розторопші є

значно різноманітнішим порівняно із таким у насінні сортів гречки і гірчиці, де домінують види: *Alternaria alternate*, *Fusarium oxysporum*, які характеризуються різною частотою трапляння (у межах 11–30%). Насіння сої сорту Сузір'я і гречки сортів Син і Софія є інтенсивно заселеним пліснявими грибами роду *Penicillium* (60–90%).

Насіння сої і розторопші, як і насіння розторопші та гірчиці, характеризується високим рівнем подібності мікроміцетів (показник подібності становить 75 та 66,7% відповідно). Водночас насіння гречки і розторопші та гречки і гірчиці характеризувалося низьким показником подібності мікроміцетів – 12,5 і 22,2% відповідно.

Проаналізовані показники дають можливість оцінити насіння сортів культурних рослин з метою уникнення екологічних

ризиків та біологічного забруднення агроценозів за їх вирощування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Agrios G. Plant pathology. San Diego, 1988. 803 p.
2. Бандте М. Здоровье начинается с семян. *Новое сельское хозяйство*. 2004. № 6. С. 38–42.
3. Парфенюк А.І. Сорти сільськогосподарських культур, як фактор біоконтролю фітопатогенних мікроорганізмів в агрофітоценозах. *Агроекологічний журнал*. 2009. № 3. С. 248–250.
4. Парфенюк А.І. Методологічні підходи до оцінювання сорту рослин за стійкістю до фітопатогенних грибів та впливом на інтенсивність утворення їх пропагул. *Агроекологічний журнал*. 2012. № 3. С. 90–93.
5. Шевчук В. Особливості стійкості світової колекції сортів гречки *Fagopyrum esculentum* Moench. до збудника бактеріозу *Pseudomonas syringae* Vanth Hall. *Вісник Львівського університету*. 2010. № 52. С. 179–184.
6. Василенко М.Г. Залежність врожайності та якості зерна сої від застосування рідкого комплексного добрива Оазис. *Агроекологічний журнал*. 2010. № 3. С. 38–44.
7. Вусатий Р.О. Насіннева інфекція сої в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2009. № 3. С. 26–27.
8. Поспелова Г.Д. Видовий склад фітопатогенної флори насіння сої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2015. № 2. С. 44–48.
9. Поспелова А.Д. Мікрофлора насіння розторопші плямистої (*Silybum tianum* (L.) Gaertn.). *Науковий вісник НЛТУ України: зб. наук.-техн. праць*. Львів: РВВ НЛТУ України. 2015. Вип. 25(4). С. 94–98.
10. Петренко В.П. та ін. Насіннева інфекція польових культур. Харків: Магда ЛТД, 2004. 54 с.
11. ДСТУ 4138-2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. [Чинний від 2004–01–01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2003. 173 с.
12. ДСТУ 2240-93. Насіння сільськогосподарських культур. Сортові та посівні якості: технічні умови. [Чинний від 1997–07–01]. Вид. офіц. Київ: Держстандарт України, 1994. 73 с.
13. Звягинцев Д.Г. Почва и микроорганизмы. Москва: Изд-во Моск. Ун-та, 1987. 255 с.
14. Ellis M.B. and Ellis P.J. Microfungi on land plants. An identification handbook. New York, 1985. 818 p.
15. Eds. Kirk, Minterand D.W. and Dudka I.O. Fungi of Ukraine – a preliminary checklist. UK, 1996. 362 p.
16. Билай В.И. Методы экспериментальной микологии. Киев: Наукова думка. 1982. 552 с.
17. Пидопличко Н.М., Милько А.А. Атлас мукооровых грибов. Киев: Изд-во «Наук. думка», 1971. 115 с.
18. Lacko-Bartosova M. and Otepka M. Evaluation of chosen yield components of spelt wheat cultivars. *Journal of Central European Agriculture*. 2001. № 2. P. 279–284.
19. Lacko-Bartosova M. and Redlova M. The significance of spelt wheat cultivated in ecological farming in the Slovak Republic. In: *Organic farming: Proceeding of Conference* (2007). Praha. P. 79–81.
20. Пидопличко Н.М. Грибы-паразиты культурных растений. Определитель. Киев: Изд-во «Наук. думка», 1977. Т. 2. 299 с.
21. Kirk P.M., Cannon P.F. and Davidand P.M. Ainswort hand Bisby's Dictionary of the Fungi. Wallingford, 2001. 656 p.
22. Мирчинк Т.Г. Почвенная микология. Москва: Изд-во МГУ. 1988, 205 с.
23. Хохряков М.К. Методические указания по экспериментальному изучению фитопатогенных грибов. Львов: Изд-во «Наука». 1974. 69 с.

REFERENCES

1. Agrios, G. (1988). Plant pathology. San Diego [in English].
2. Bandte, M. (2004). Zdorovye nachinayetsya s semyan [Health begins with seeds] *Novoye selskoye khozyaystvo – New Agriculture*, 6, 38–42 [in Russian].
3. Parfenyuk, A.I. (2009). Sorti silskogospodarskikh kultur, yak faktor biokontrolyu fitopatogennikh mikroorganizmiv v agrofitotsenozakh [Sorts of crops as factor of biocontrol of pathogenic microorganisms in agrophytocenoses]. *Ahroekolohichnyi zhurnal – Ahroecological journal*, 3, 248–250 [in Ukrainian].
4. Parfenyuk, A.I., Sterlikova, O.M. & Beznosko, I.V. (2012). Metodolohichni pidkhody do otsynuyannya sortu roslin za stykysty do fitopatohennykh hrybiv za vplyvom na intensyvnist utvorenyay ikh propahul [Methodological approaches of plant sort evaluation using of resistance to plant fungal pathogens]. *Ahroekolohichnyi zhurnal – Ahroecological journal*, 3, 90–93 [in Ukrainian].
5. Shevchuk, V. (2010). Osoblyvosti stykosti svitovoyi kolektsiyi sortiv hrechky *Fagopyrum esculentum* Moench. do zbudnyka bakteriozu *Pseudomonas syringae* Van Hall. [Peculiarities of stability of the world collection of buckwheat varieties *Fagopyrum esculentum* Moench. to the bacterios pathogen *Pseudomonas syringae* Van Hall.]. *Visnyk Lvivskoho universytetu – Visnyk of the Lviv University*, 52, 179–184 [in Ukrainian].
6. Vasylenko, M.H. (2010). Zalezhnist vrozhaynosti ta yakosti zerna soyi vid zastosuvannya ridkoho komp-

- leksnoho dobrovya Oazys [Dependence of yield and quality of soybean grain on the use of liquid complex fertilizer Oasis]. *Ahroekologichnyy zhurnal – Ahroecological journal*, 3, 38–44 [in Ukrainian].
7. Vusatyy, R.O. (2009). Nasinnyeva infektsiya soyi v umovakh Livoberezhnoho Lisostepu Ukrayiny [Seed infection of soy beans in the conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. *Visnyk Poltavskoyi derzhavnoyi ahraranoi akademiyi – Journal of the Poltava State Agrarian Academy*, 3, 26–27 [in Ukrainian].
 8. Pospyelova, H.D. (2015). Vydovyy sklad fitopatohennoyi flory nasinnya soyi [Species composition of phytopathogenic flora of soy bean seeds]. *Visnyk Poltavskoyi derzhavnoyi ahraranoi akademiyi – Journal of the Poltava State Agrarian Academy*, 2, 44–48 [in Ukrainian].
 9. Pospelova, A.D. (2015). Mikroflora nasinnya roztopshchi plyamystoyi (*Silybuma rianum* (L.) Gaertn.) [Microflora of seeds of thistle (*Silybum rianum* (L.) Gaertn.)]. *Naukovyy visnyk NLTU Ukrayiny: zbirnyk naukovo-tekhnichnykh prats – Scientific journal of NLTU of Ukraine: a collection of scientific and technical works*, 25 (4), 94–98 [in Ukrainian].
 10. Petrenkova, V.P. et al. (2004). *Nasinnyeva infektsiya polovykh kultur [Seed infection of field crops]*. Khar'kov: Mahda LTD [in Ukrainian].
 11. Nasinnia silskohospodarskykh kultur. Metody vyznachennia yakosti [Seeds of agricultural crops. Methods for determining quality]. (2003). *DSTU 4138-2002 from 01st January 2004*. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy [in Ukrainian].
 12. Nasinnia silskohospodarskykh kultur. Sortovi ta posivni yakosti: tekhnichni umovy [Seeds of agricultural crops. Varietal and sowing qualities: technical conditions]. (1994). *DSTU 2240-93 from 01st Juli 1997*. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy [in Ukrainian].
 13. Zvyagintsev, D.G. (1987). *Pochva i mikroorganizmy [Soil and microorganisms]*. Moskva [in Russian].
 14. Ellis, M.B. & Ellis, J.P. (1985). *Microfungionland plants. An identification handbook*. New York [in English].
 15. Eds. Kirk, Minter, D.W. & Dudka, I.O. (1996). *Fungi of Ukraine – a preliminary checklist*. UK: CAB International [in English].
 16. Bilay, V.I. (1982). *Metodyi eksperimentalnoy mikologii [Methods of experimental mycology]*. Kyiv [in Ukrainian].
 17. Pidoplichko, N.M. & Milko, A.A. (1971). *Atlas mukorovykh gribov [Atlas of mukorovykh mushrooms]*. Kyiv [in Ukrainian].
 18. Lacko-Bartosova, M., & Otepka, M. (2001). Evaluation of chosen yield components of spelt wheat cultivars. *Journal of Central European Agriculture*, 2, 279–284 [in English].
 19. Lacko-Bartosova, M., & Redlova, M. (2007). The significance of spelt wheat cultivated in ecological farming in the Slovak Republic. *Organic farming: Proceeding of Conference* (pp. 79–81). Praha [in English].
 20. Pidoplichko, N.M. (1977). *Griby-parazity kulturmykh rastenyi [Mushrooms parasites of cultivated plants]*. Kyiv [in Ukrainian].
 21. Kirk, P.M., Cannon, P.F & David, J.C. (2001). *Ainsworth and Bisby's Dictionary of the Fungi*. Wallingford [in English].
 22. Mirchink, T.G. (1988). *Pochvennaya mikologiya [Soil Mycology]*. Moskva [in Russian].
 23. Khokhryakov, M.K. (1974). *Metodicheskiye ukazaniya poeksperimentalnomu izucheniyu fitopatogennykh gribov [Guidelines for the experimental study of phytopathogenic fungi]*. Lviv [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу 25.06.2020