

М.А. ДЖАМ, кандидат сільськогосподарських наук

С.В. МИХАЙЛЕНКО, кандидат сільськогосподарських наук

Інститут захисту рослин НААН, вул. Васильківська, 33, м. Київ, 03022,

Україна, e-mail: mayadzham@gmail.com, mvszveta@gmail.com

ВИДОВИЙ СКЛАД ГРИБІВ РОДУ *FUSARIUM* НА ПШЕНИЦІ ОЗИМІЙ У ЗОНІ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ПОЛІССЯ УКРАЇНИ

Мета. Уточнити видовий склад грибів роду *Fusarium* на пшениці озимій та встановити їхню питому частку в даному комплексі. **Методи.** Польовий та лабораторний. Фітопатологічний аналіз зерна пшениці озимої, зібраного з виробничих посівів у зоні Правобережного Полісся України (Житомирська обл.). За обстеження посівів на ураження фузаріозом колоса були відібрані зразки (50 шт. ураженого колосся) з типовими ознаками. Обліки та відбір проводили наприкінці фази молочно-воскової стиглості. Зібраний матеріал гербаризували та етикетували (із зазначенням сорту, місця збирання, фази розвитку рослин). В лабораторних умовах за ідентифікації враховували морфолого-культуральні ознаки, форми конідій та наявність хламідоспор. Дослідження проводили на середовищі Чапека та КГА. За відсутності типового спорношення застосовували метод мікрокультури. Досліджуваний матеріал фотографували за допомогою фотонасадки Nikon FX-35 DX на мікроскопі Nikon. **Результати.** На зерні пшениці озимої у 2019–2020 рр. ідентифіковано 5 видів та різновидностей грибів роду *Fusarium*, які належать до 4-х секцій роду *Fusarium*. Із секції *Diskolor* виявлено два види — *F. graminearum* та *F. culmorum*. Секція *Roseum* була представлена одним видом *F. avenaceum*, секція *Sporotrichiella* — видом *F. roae*; секція *Elegans* — видом *F. fujikuroi* (за класифікацією В.Й. Білай). На інфікованому зерні домінуюче положення займав вид *F. culmorum* (42%). Частка колонізованого зерно видами *F. avenaceum* та *F. roae* становила відповідно 24% та 21%. Незначну частку колонізували види *F. fujikuroi* (8%) та *F. graminearum* (5%). **Висновок.** Лабораторними дослідженнями встановлено, що в Правобережному Поліссі України основними збудниками фузаріозу колоса пшениці озимої були види: *F. culmorum*, *F. avenaceum*, *F. roae*, *F. fujikuroi*, *F. graminearum*. Серед них домінуюче положення займав вид *F. culmorum*, середня частота ізоляції якого становила 42%.

фузаріоз; пшениця озима; видовий склад; питома частка; ідентифікація

Збудниками фузаріозу колоса зернових культур є гриби роду *Fusarium* (переважно *F. graminearum*, *F. culmorum*, *F. sambucinum*, *F. gibbosum* і т.д.), які належать до родини *Tuberculariaceae*, порядку *Hyphomycetales*, класу недосконалих грибів *Deuteromycetes*. За характером взаємодії з вищими рослинами фузарії належать до факультативних паразитів.

Гриби роду *Fusarium* розповсюджені в природі. Більшість представників цього роду є сапрофітами, але здатні за певних умов паразитувати на різних сільськогосподарських рослинах. Завдяки наявності в життєвому циклі патогенів сапротрофної фази, вони мають здатність до високої життєздатності та широкого поширення. Фузарії розповсюджені майже в усіх ґрунтових біоценозах, відіграють роль мінералізаторів мертвої рослинної органіки. Оптимальною для росту міцелію і споруутворення багатьох грибів роду *Fusarium* є температура 24—26°C і вологість повітря понад 70% [1].

Вид *F. graminearum* має здатність розвиватися у помірному та субтропічному кліматі із сумою позитивних температур вегетаційного періоду рослин 2200—8000°C. Ріст конідій та аскоспор відбувається у межах температурного режиму від 8 до 32°C, а міцелію — за температури 4—34°C [2, 3]. Формування перитеціїв спостерігається за температури 5—35°C, а утворення аскоспор — за температури 13—33°C (оптимальна температура 25—28°C).

Веgetативний ріст представників роду *Fusarium* може проходити в широких межах рН (2,0—11,0), але найкраще при лужній та нейтральній реакціях середовища [4]. Згідно з даними російських вчених, більшість досліджених ними штамів фузаріїв мають підвищену здатність до токсиноутворення, а рівень забруднення завжди залежить від поліморфності популяції патогенів з різним рівнем токсигенності [5].

Є всі підстави стверджувати, що фузаріотоксини можуть відігравати численні функції, які спрямовані на забезпечення виживання мікроміцетів у різних екологічних нішах. Важливою з яких є зміна проникності мембран і полегшення процесу поглинання грибом рослинних метаболітів. У такому випадку успіх колонізації збудником рослинних тканин може прямо залежати від біосинтезу мікотоксинів [6].

Гриби роду *Fusarium* є одними з найрозповсюдженіших, найчисленніших та найрізноманітніших серед мікроскопічних грибів. Нині хворобу, викликану цими патогенами, зафіксовано в усіх регіонах світу, де вирощують зернові колосові культури. Всього ідентифіковано 17 видів, які можуть спричиняти це захворювання. Серед них виділяють три основних види, які домінують повсюдно (*F. graminearum*,

F. culmorum, *F. avenaceum*) та два види, що набувають все більшого поширення у Європі (*F. poae*, *Microdochium nivale*). Географію розповсюдження видів пов'язують з кліматичними умовами того чи іншого регіону. В Центральній Європі, Австралії, на Півдні США та Канаді домінує *F. graminearum*. В умовах помірного клімату Північної Європи переважає *F. culmorum*, водночас значне місце займають *F. poae* та *M. nivale*. Винятком є вид *F. avenaceum*, який, хоч і в незначній кількості, але трапляється в усіх регіонах світу [7, 8].

В Україні останніми роками найбільшого поширення набули *F. graminearum*, *F. sporotrichiella*, *F. culmorum*, *F. sambucinum* Fuck. Інші види і різновидності зустрічаються в невеликих кількостях. Особливо зросла шкідливість фузаріозу колоса на посівах пшениці озимої в зонах Лісостепу і Полісся та зрошуваних землях Степу і Криму [9].

На зернових культурах шкідливість фузаріозів пов'язують із їх проявами на колосі й зерні та утворенням мікотоксинів, небезпечних для здоров'я людини і тварин. На фоні ураження такими хворобами як борошниста роса і септоріоз, фузаріоз може призвести до втрат 16—70% урожаю залежно від ступеня ураження рослин. Шкідливість хвороби виявляється насамперед у зниженні посівних якостей зерна (схожість може зменшуватися до 70%), підвищується можливість ураження рослин фузаріозною кореневою гниллю [10].

За даними літературних джерел при ураженні фузаріозом колоса формується майже 80% несхожих білих зерен, непридатних для сівби, а тим більше на фураж. Недобір урожаю при ураженні всього колоса становить 82%, половини — 76%, третини — 44%. Крім того, фузаріоз впливає на фізичні, хімічні й технологічні властивості. Якість клейковини в зерні з уражених фузаріозом посівів погіршується, оскільки знижується її еластичність. Хвороба також впливає на зменшення напури зерна, погіршує скловидність, впливає на технологічні і хімічні якості борошна. Об'єм хліба, спеченого із борошна з неуряженого зерна, становить 380 см³, а з ураженого — 311 см³. Крім зменшення об'єму, хліб з ураженого фузаріозом зерна має темнозабарвлений м'якуш із низькою еластичністю [11].

На зернових культурах увагу дослідників привертають не втрати, які спричиняють патогени, а небезпека, яка чекає на людину чи тварину після споживання отруєного мікотоксинами зерна. Відомо, що всі види грибів роду *Fusarium* здатні спричиняти утворення токсинів у зерні. Слід зазначити, що токсини, продуковані грибами, умовно поділяють на 2 групи: мікотоксини (або зоотоксини) і фітотоксини [12].

Прояв фузаріозу колоса пшениці озимої значною мірою залежить від видового складу збудників, які викликають це захворювання. Крім того, визначення видового складу і співвідношення окремих домінуючих видів збудників хвороби допоможе розробити науково-обгрун-

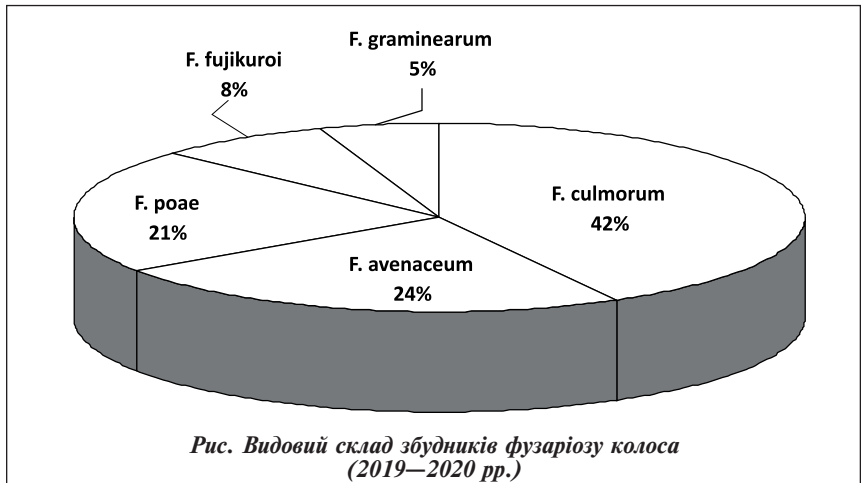
тований прогноз контамінації зерна фузаріотоксинами в епіфітотній ситуації.

Мета досліджень — ідентифікація видового складу грибів роду *Fusarium* на пшениці озимій та визначення їхньої питомої частки.

Матеріали та методи. Зразки зерна пшениці озимої для фітопатологічного аналізу відбирали з виробничих посівів зони Правобережного Полісся України (Житомирська обл.) у 2019—2020 рр. Обстежили посиви на ураження фузаріозом колоса наприкінці фази молочно-воскової стиглості і відібрали 50 шт. зразків ураженого колосся з типовими ознаками. Зібраний матеріал гербаризували та етикетували (із зазначенням сорту, місця збирання, фази розвитку рослин). В лабораторних умовах за ідентифікації враховували морфолого-культуральні ознаки [13, 14]. Дослідження проводили на середовищі Чапека та КГА. За відсутності типового спороношення застосовували метод мікрокультури. Досліджуваний матеріал фотографували за допомогою фотонасадки Nikon FX-35 DX на мікроскопі Nikon.

Результати та обговорення досліджень. Ідентифіковано 5 видів грибів роду *Fusarium*, які належать до 4-х секцій роду *Fusarium*: *Diskolor*, *Rozeum*, *Sporotrichiella*, *Elegans* (за класифікацією В.Й. Білай). Серед інфікованого зерна домінує положення займає вид *F. culmorum* (42%) (рис.). Значний відсоток зерна колонізували види *F. avenaceum* (24%) та *F. poae* (21%). Види *F. fujikuroi* та *F. graminearum* зайняли у структурі відповідно 8 та 5%.

Секція *Rozeum* представлена одним видом *F. avenaceum*. Ізоляти мали добре розвинений повітряний міцелій жовтого, червоного, охряно-коричневого, біло-рожевого кольору, майже завжди з чітко



вираженим порошкоподібним скупченням. Конідиеносці гриба були як прості, так і розгалужені. Макроконідії — тонкі, ниткоподібні, злегка серпоподібно-вигнуті з однаковим діаметром на всій довжині. З обох боків мали загострену добре виражену ніжку біля основи. Розмір макроконідій з трьома перетинками становив $20,8\text{—}61,4 \times 2,070\text{—}5,4$ мкм, з п'ятьма — $33,4\text{—}81,4 \times 2,4\text{—}6,4$ мкм. Мікроконідії типових не виявлено. Лише в повітряному міцелії утворювалися конідії перехідного типу ланцетоподібною форми з трьома перетинками. Хламідоспори були відсутні.

Із секції *Diskolor* виявлено два види — *F. graminearum* та *F. culmorum*. Перший мав добре розвинений міцелій, пухкий, охряно-темно-червоний, біло-жовтий. В міцелії утворювались червоні, охряні, оранжево-червоні спори. Макроконідії в повітряному міцелії були біло-рожевого кольору, мали веретено-серпоподібну форму, що поступово звужувалася, з дещо видовженою верхньою клітиною та чітко вираженою біля основи ніжкою. Більшість конідій мали п'ять перетинок і розмір $50,1\text{—}70,1 \times 2,8$ мкм.

Ізоляти *F. culmorum* формували добре розвинений пухнастий міцелій від блідо-оливково-жовтого до охряно-червоного кольору. В повітряному міцелії утворювались жовті, червоно-охряні спори. Макроконідії були веретеноподібними та серпоподібними за формою і утворювались в спородохіях та повітряному міцелії. Верхня клітина конідій звужена і коротка. Ввігнута сторона в середній частині конідій майже пряма, з короткою верхньою клітиною. Більшість із них мали 3—5 перетинок. Розміри конідій знаходилися в межах $22\text{—}86 \times 4,7\text{—}12,7$ мкм. Мікроконідії відсутні.

Представником секції *Elegans* був єдиний вид — *F. moniliforme*. Ізоляти мали добре розвинений пухнастий міцелій біло-рожевого кольору. Макроконідії утворювались безбарвні, шилоподібні чи серпоподібні, зігнуті або майже прямі, що поступово звужувались з обох кінців. Конідії мали 3—7 поперечних перетинок, розмір яких $20\text{—}90 \times 2,0\text{—}4,4$ мкм. Мікроконідії спостерігались веретеноподібні, безбарвні, одно- або двоклітинні. Верхня частина їх майже вдвічі перевищувала нижню. Конідії були розміром $4\text{—}30 \times 1,5\text{—}5,0$ мкм.

Секцію *Sporotrichiella* представляв вид *F. poae*, що мав міцелій білувато-рожевого кольору. Ізоляти рідко утворювали макроконідії. Спостерігалось масове формування мікроконідій, що мали грушоподібно-лимоноподібні форми. Конідії були здебільшого одноклітинні, інколи з 1—2 перетинками. Їхні розміри становили $3,8\text{—}9,5 \times 3,8\text{—}6,1$ мкм. Хламідоспори частіше були відсутніми.

Дослідження проводили в рамках ПНД 12 «Наукові основи сучасних технологій прогнозу і управління фітосанітарним станом агроценозів» (Захист рослин); № ДР 0116U003526.

ВИСНОВКИ

В Правобережному Поліссі України основними збудниками фузаріозу колоса були види *F. culmorum*, *F. avenaceum*, *F. roseae*, *F. fujikuroi*, *F. graminearum*. Серед них домінуюче положення займав вид *F. culmorum*, середня частота ізоляції якого становила 42%.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Иващенко В.Г., Шипилова Н.П. Биологические и фитосанитарные аспекты исследования фузариоза колоса. *Микология и фитопатология*. 1997. Т. 31, в. 2. С. 58—63.
2. Билай В.И. Фузариї. Київ: Наукова думка, 1977. 443 с.
3. Лисенко С.В., Райчук Л.В. Фузаріоз колоса. *Захист рослин*. 1996. № 2. С. 8—9.
4. Nyvall R.F. Chlamydospores of *Fusarium roseum* «Graminearum» survival structures. *Phytopathology*. 1970. V. 60. P. 1233—1235.
5. Монастырский О.А. Токсины фитопатогенных грибов. *Защита растений*. 1996. № 3. С. 12.
6. Чкаников Д.И., Соколова Г.Д. Роль дезоксиниваленола на ранней стадии развития *Fusarium graminearum* Schwabe. *Микология и фитопатология*. 1997. Т. 31, в. 2. С. 78—83.
7. Sutton J.C. Epidemiology of wheat head blight and maize ear rot caused by *Fusarium graminearum*. *Canadian journal of plant pathology*. 1982. V 4. P. 195—209.
8. Иващенко В.Г., Назаровская Л.А. Географическая распространенность и особенности биоэкологии *F. graminearum* *Микология и фитопатология*. 1998. Т. 32, № 5. С. 1—10.
9. Кислих Т.М. Фузаріоз колоса на озимих зернових колосових культурах в умовах Лісостепу України: Автореф. дис. ... канд. с.-г. наук. 2000. 16 с.
10. Монастырский О.А., Евтушенко Л.А., Кузнецова Е.В., Монастырская Э.И., Рябова И.М. Токсинообразование видов и штаммов фузариев, поражающих колос пшеницы. Сообщ. 1. Токсигенность видов и штаммов фузариев, выделенных с колосьев и зерна фузариозной пшеницы. *Агрохимия*. 1997. № 1. С. 73—75.
11. Захарова Т.И., Чумаков А.Е. Вредоносность основных грибных болезней зерновых культур. *Микология и фитопатология*. 1986. Т. 20, Вып. 2. С. 143—153.
12. Крючкова Л.О. Фузариї. *Захист рослин*. 2000. № 7. С. 8—9.
13. Билай В.И. Основы общей микологии. Киев: Высшая школа, 1982. 550 с.
14. Nirenberg H.A. simplified method for identifying *Fusarium* spp. occurring on wheat. *Can. J. Bot.* 1981. V. 59. P. 1599—1609.

Джам М.А., Михайленко С.В.

Институт защиты растений НААН, ул. Васильковская, 33, г. Киев, 03022, Украина, e-mail: mayadzham@gmail.com, mvsvzeta@gmail.com

Видовой состав грибов рода *Fusarium* на пшенице озимой в зоне Правобережного Полесья Украины

Цель. Уточнить видовой состав грибов рода *Fusarium* на пшенице озимой и установить их удельную часть в данном комплексе. **Методы.** Полевой и лабораторный. Фитопатологический анализ зерна пшеницы озимой, собранного на производственных посевах в зоне Правобережного Полесья Украины (Житомирская обл.). При обследовании посевов на поражение фузариозом колоса отобрали образцы (50 шт. пораженного колосья) с типичными признаками. Учеты и отбор проводили в конце фазы молочно-восковой спелости. Собранный материал гербаризовали и этикетировали (с указанием сорта, места сбора, фазы развития растений). В лабораторных условиях при идентификации учитывали морфолого-культуральные признаки, формы конидий и наличие хламидоспор. Исследования проводили на среде Чапека и КГА. При отсутствии типичного спороношения применяли метод микрокультуры. Исследуемый материал фотографировали с помощью фотонасадки Nikon FX-35 DX на микроскопе Nikon. **Результаты.** На зерне пшеницы озимой в 2019–2020 гг. идентифицировали 5 видов и разновидностей грибов рода *Fusarium*, которые относятся к 4-м секциям рода *Fusarium*. Из секции *Diskolor* обнаружены два вида — *F. graminearum* и *F. culmorum*. Секция *Roseum* была представлена одним видом *F. avenaceum*, секция *Sporotrichiella* — видом *F. roae*, секция *Elegans* — видом *F. fujikuroi* (по классификации В.И. Билай). На инфицированном зерне доминирующее положение занимал вид *F. culmorum* (42%). Часть колонизированного зерна видами *F. avenaceum* и *F. roae* составила соответственно 24 и 21%. В незначительном количестве присутствовали виды *F. fujikuroi* (8%) и *F. graminearum* (5%). **Выводы.** Лабораторными исследованиями установлено, что в Правобережном Полесье Украины основными возбудителями фузариоза колоса пшеницы озимой были виды *F. culmorum*, *F. avenaceum*, *F. roae*, *F. fujikuroi*, *F. graminearum*. Среди них доминирующее положение занимал вид *F. culmorum*, средняя частота изоляции которого составляла 42%.

фузариоз; пшеница озимая; видовой состав; удельный вес; идентификация

Dzham M., Mykhailenko S.

Institute of Plant Protection of NAAS, 33, Vasylkivska str., Kyiv, Ukraine, 03022, e-mail: mayadzham@gmail.com, mvsvzeta@gmail.com

Species composition of *Fusarium* spp. on winter wheat in the Right Bank Polissya of Ukraine

Goal. To clarify the species composition of fungi of the genus *Fusarium* on winter wheat and to establish their share in this complex. **Methods.** Field and laboratory. Phytopathological analysis of winter wheat grain collected from industrial crops in the area of the Right-Bank Polissya of Ukraine (Zhytomyr region). During the examination of crops for fusariosis of the ear, samples (50 pieces of the affected ear) were taken with typical features. Accounting and selection were performed at the end of the phase of milk-wax ripeness. The collected material was herbariumed and labeled (indicating the variety, place of harvest, phase of plant development). In the laboratory, morphological and cultural features, forms of conidia and the presence of chlamydo spores were taken into account during identification. The studies were performed on the environment of Chapek and KGA. In the absence of typical sporulation, the microculture method was used. The test material was photographed using a Nikon FX-35 DX photoresist on a Nikon microscope. **Results.** In 2019–2020, 5 species and varieties of fungi of the genus *Fusarium*, which belong to 4 sections of the genus *Fusarium*, were identified on the grain of winter wheat. Two species were found from the *Diskolor* section — *F. graminearum* and *F. culmorum*. Section *Roseum* was represented by one species of *F. avenaceum*, section *Sporotrichiella* — species *F. poae*; section *Elegans* — species *F. fujikuroi* (according to the classification of V.Y. Bilay). On the infected grain, the dominant position was occupied by the species *F. culmorum* (42%). The share of colonized grain by *F. avenaceum* and *F. poae* was 24% and 21%, respectively. A small proportion were colonized by *F. fujikuroi* (8%) and *F. graminearum* (5%). **Conclusion.** Laboratory studies have shown that in the Right Bank Polissya of Ukraine the main causative agents of winter wheat fusariosis were species: *F. culmorum*, *F. avenaceum*, *F. poae*, *F. fujikuroi*, *F. graminearum*. Among them, the dominant position was occupied by the species *F. culmorum*, the average frequency of isolation of which was 42%.

fusarium wilt; winter wheat; species composition; specific share; identification

REFERENCES

1. Ivashhenko V.G., Shipilova N.P. (1997). Biologicheskie i fitosanitarnye aspekty issledovaniya fuzarioza kolosa. [Biological and phytosanitary aspects of the study of fusarium head blight]. *Mikologija i fitopatologija*. [Mycology and phytopathology]. 31 (2), 58—63. (in Russian).
2. Bilaj V.I. (1977). Fuzarii. [Fusaria]. Kyiv: Naukova dumka, 443 p. (in Russian).

3. Lysenko S.V., Raichuk L.V. (1996). Fuzarioz kolosa. [Fusarium head blight]. *Zakhyst roslyn*. [Plant protection]. 2, 8—9. (in Ukrainian).

4. Nyvall R.F. (1970). Chlamydozoospores of *Fusarium roseum* «Graminearum» survival structures. *Phytopathology*. 60, 1233—1235.

5. Monastyrskij O.A. (1996). Toksiny fitopatogennyh gribov. [Toxins of plant pathogens]. *Zashhita rastenij*. [Plant protection]. 3, 12. (in Russian).

6. Chkanikov D.I., Sokolova G.D. (1997). Rol' dezoksinivalenola na ranney stadii razvitiya *Fusarium graminearum* Schwabe. [The role of deoxynivalenol in the early developmental stage of *Fusarium graminearum* Schwabe]. *Mikologiya i fitopatologiya*. T. 31, (2). 78—83. (in Russian).

7. Sutton J.C. (1982). Epidemiology of wheat head blight and maize ear rot caused by *Fusarium graminearum*. *Canadian journal of plant pathology*. 4, 195—209.

8. Ivashhenko V.G., Nazarovskaja L.A. (1998). Geograficheskaja rasprostranennost' i osobennosti bioekologii *F. graminearum*. [Geographical spread and peculiarities of bioecology of *F. graminearum*]. *Mikologiya i fitopatologiya*. [Mycology and phytopathology]. 32 (5), 1—10. (in Russian).

9. Kyslykh T.M. (2000). Fuzarioz kolosa na ozymykh zernovykh kolosovykh kulturakh v umovakh Lisostepu Ukrainy. [Fusarium head blight on winter cereals under conditions of Forest-Steppe of Ukraine]: Abstract of a dissertation of candidate of agricultural sciences. 16 p. (in Ukrainian).

10. Monastyrskij O.A., Evtushenko L.A., Kuznecova E.V., Monastyrnaja Je.I., Rjabova I.M. (1997). Toksinoobrazovanie vidov i shtammov fuzarijev, porazhajushhij kolos pshenicy. Soobshh. 1. Toksinogennost' vidov i shtammov fuzarijev, vydelennyh s kolosov i zerna fuzarioznoj pshenicy. [Toxin formation of *Fusarium* species and strains affecting the ear of wheat. Message 1. Toxinogenicity of *Fusarium* species and strains isolated from ears and grain of fusarium wheat]. *Agrokhimija*. [Agrochemistry]. 1, 73—75. (in Russian).

11. Zaharova T.I., Chumakov A.E. (1986). Vredonosnost' osnovnyh gribnyh boleznij zernovykh kul'tur. [Harmfulness of the main fungal diseases of cereals]. *Mikologiya i fitopatologiya*. [Mycology and phytopathology]. 20 (2), 143—153. (in Russian).

12. Kriuchkova L.O. (2000). Fuzarii. [Fusaria]. *Zakhyst roslyn*. [Plant protection]. 7, 8—9. (in Ukrainian).

13. Bilaj V.I. (1982). Osnovy obshhej mikologii. [Fundamentals of General Mycology]. Kyiv: Vyshcha shkola, 550 p. (in Russian).

14. Nirenberg H. (1981). A simplified method for identifying *Fusarium* spp. occurring on wheat. *Can. J. Bot.* 59, 1599—1609.

Надійшла 22.07.2021 р.