

ШКІДЛИВІСТЬ *FUSARIUM* SP. З МІКОБІОТИ НАСІННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

Рожкова Тетяна Олександрівна

кандидат біологічних наук, доцент

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

ORCID: 0000-0002-0791-9736

rozhkova8@gmail.com

*Fusarium* sp. на пшениці викликають плямистості, фузаріоз колосу та зерна. Основним джерелом їх інфекції є насіння. Разом з іншими грибами вони входять до складу насіннєвої мікобіоти. Видовий склад фузарієвих грибів визначає спектр мікотоксинів та інших вторинних метаболітів у насінні, які впливають на його проростання та розвиток рослин. Тому метою наших досліджень було встановлення видового складу грибів роду *Fusarium* у мікобіоті насіння пшениці з Північного Сходу України та його впливу на проростання і розвиток проростків. Зразки насіння пшениці отримано з господарств Сумської та Харківської областей. Фузарієві гриби було ідентифіковано за макро- та мікроморфологічними ознаками. Їх було виділено за проведення аналізу мікобіоти насіння пшениці озимої на картопляно-глюкозному агарі (КГА). Характер шкідливої дії встановлений на основі спостереження за розвитком колоній фузарієвих грибів на КГА, відмічаючи вплив на проростання насіння та розвиток проростків. Довжину проростків вимірювали на 7-му та 14-ту добу, визначивши середній показник. У мікобіоті насіння пшениці озимої на Північному Сході України впродовж 2015–2020 рр. було визначено 7 видів фузарієвих грибів, які відносяться до 5 секцій: *F. culmorum* та *F. graminearum* (секція *Discolor*), *F. oxysporum* (*Elegans*), *F. verticillioides* (*Liseola*), *F. sporotrichioides* та *F. roae* (*Sporotrichiella*). Підрахунок частоти трапляння показав домінування двох видів: *F. sporotrichioides* та *F. roae*. Насіння, яке містило фузарієві гриби, не мало характерних ознак, окрім зморщеності. Відмічено різний вплив окремих видів грибів на проростання пшениці: від повного пригнічення до утворення проростків, які за довжиною не поступались іншим. Але найчастіше спостерігалися потоншення, деформація, зменшення довжини та некрозні плями на проростках. Некротизацію відмічено і на корінцях, які також часто були пригнічені. Найшкідливішим, за нашими спостереженнями, під час проростання пшениці на середовищі виявився *F. culmorum*. Він найшвидше формував рясний наліт. Більшість насіння під впливом його токсинів була нездатна до проростання. Деякі проростки повністю некротизувались. *F. sporotrichioides* та *F. roae* утворювали малопомітні нальоти і не мали явних симптомів пригнічення рослин. Вимірювання проростків продемонструвало вплив *F. sporotrichioides* та *F. roae* на зниження довжини проростків пшениці. Порівняння довжини проростків провели з альтернативними грибами, так як вони не мали фітотоксичного впливу впродовж всіх років досліджень, а навіть стимулювали проростання насіння. *F. roae* викликав зменшення довжини проростків за помітної присутності у середньому на 51,3%, а *F. sporotrichioides* – на 45,5%. Доведено негативну дію *Fusarium* sp. з мікобіоти насіння пшениці на його проростання та розвиток рослин.

**Ключові слова:** *Fusarium* sp., шкідливість, мікобіота насіння, пшениця озима.

DOI <https://doi.org/10.32845/agrobio.2022.1.16>

**Вступ.** Гриби роду *Fusarium* Link – це група надзвичайно різноманітних організмів, в якій на теперішній час описано понад 250 видів (O'Donnell et al., 2015). Багато фузарієвих грибів є активними біодеструкторами, продуцентами біологічно активних і лікарських речовин (Goval et al., 2016). Гриби роду *Fusarium* трапляються у всіх кліматичних зонах, розвиваються переважно у ґрунті, хоча можуть існувати на різних рослинних і тваринних субстратах, у воді тощо.

Вивчення фузарієвих грибів завжди є актуальним за рахунок впливу їх на людство. За останні 100 років *Fusarium* Link привернув значну увагу вчених, оскільки стали очевидні масштаби видової різноманітності та їх вплив на сільське господарство і здоров'я людини (Crous et al., 2021). Серед фузарієвих видів виділяють навіть умовно патогенні види для людини, які викликають локальні та системні інфекції (наприклад, *F. oxysporum*, *F. solani*, рідко *F. dimerum*) (Hof, 2020). Також небезпечними для людини та тварин робить їх здатність до продукування мікотоксинів. Дезоксиніваленол, ніваленол, зеараленон, токсин Т-2 і фумонізін В1 є найбільш вивченими токсинами фузарієвих грибів (Ji et al., 2021).

Щоб захистити здоров'я людей, деякі країни постійно контролюють максимальні рівні мікотоксинів у харчових продуктах та інших товарах (Ferrigo et al. 2016; Moretti et al. 2017).

Ці різноманітні й здатні до легкої адаптації гриби можуть викликати захворювання більше ніж у 200 видів культурних рослин. Патогенні властивості фузарієвих грибів обумовлені здатністю до утворення спектру фітотоксинів та ферментів. Сьогодні активно вивчають як фітотоксини вторинні метаболіти та ефектори (Chang et al., 2016; López-Díaz et al., 2018; Reveglia et al., 2018; Achari et al., 2021). Грибні вторинні метаболіти, такі як полікетиди (наприклад, афлатоксини та фумонізини), терпени (наприклад, Т-2 токсин, дезоксиніваленол), нерибосомальні пептиди (наприклад, енатини і боверицини), алкалоїди (перамін) і сидерофори (феррихроцин) часто відіграють роль у запуску симптомів інфекції у рослин (Karányi et al., 2013).

Гриби роду *Fusarium* на пшениці викликають плямистості листя, кореневі гнилі, фузаріоз насіння та колосу. Як складова частина комплексу патогенів звичайної кореневої гнилі виявлені в ґрунтах від пустелі Сонора,

тропічних і помірних лісів та луків до ґрунтів тундри, де вирощують пшеницю (Ivashhenko & Nazarovskaja, 1998; Gagkaeva i dr., 2011; Furtat ta in., 2017). Роль фузарієвих грибів у мікробіоті насіння пшениці не така однозначна і проста, як прийнято вважати. Гриби із роду *Fusarium* значно різняться між собою за характером взаємодії з рослинами. Високоагресивні види *F. graminearum* і *F. culmorum* викликають щуплість і погіршення посівних якостей насіння (зниження схожості, посилення розвитку хвороб проростків). Слабопатогенні види (*F. poae*, *F. equiseti* та *F. langsethiae*) часто виділяють з насіння, але вони локалізуються у поверхневих шарах зовні здорової насіннини і не впливають на її посівні якості (Gagkaeva i dr., 2012).

Метою наших досліджень було визначення видового складу грибів роду *Fusarium* у мікробіоті насіння пшениці з Північного Сходу України та його впливу на проростання та розвиток проростків.

**Матеріали і методи досліджень.** Зразки насіння пшениці отримано з господарств Сумської та Харківської області. Також до аналізу було залучене насіння, яке виростило в умовах ННБК СНАУ (Навчально-наукового виробничого комплексу Сумського національного аграрного університету). Фузарієві гриби було ідентифіковано за макро- та мікроморфологічними ознаками (Leslie & Summerell, 2006; Gagkaeva i dr., 2011). Їх було виділено за проведення аналізу мікробіоти насіння пшениці озимої на картопляно-глюкозному агарі (КГА). Насіння перед розкладанням у чашки Петрі було попередньо промите під струменем води та простерилізоване у 1%-му розчині марганцевокислого калію протягом 1–2 хвилин. Для

визначення видової приналежності, гриби було пересіяно на середовище КГА. Частота трапляння видів показала їх поширення у зразках. Характер шкідливої дії встановлювався під час спостереження за розвитком колоній фузарієвих грибів на КГА, відмічаючи вплив на проростання насіння та розвиток проростків. Довжину проростків вимірювали на 7-му та 14-ту добу, визначивши середній показник.

**Результати.** У мікробіоті насіння пшениці озимої на Північному Сході України впродовж 2015–2020 рр. було визначено 7 видів фузарієвих грибів, які відносяться до 5 секцій: *F. culmorum* та *F. graminearum* (секція *Discolor*), *F. oxysporum* (*Elegans*), *F. verticillioides* (*Liseola*), *F. sporotrichioides* та *F. poae* (*Sporotrichiella*) (рис. 1). Зовні насіння не мало характерних ознак ураження фузаріозом, які пропонують для визначення фузаріозного зерна у ДСТУ 3768:2019, за винятком зморщеності. Часто фузарієві гриби проростали зі здорових насінин.

Дані підрахунку частоти трапляння *Fusarium* sp. у проаналізованих зразках насіння пшениці з Північного Сходу України наведено у табл. 1.

За шість років дослідження найчастіше у проаналізованих зразках ідентифікували два види: *F. sporotrichioides* та *F. poae*. У 2015 р. ці гриби не було відмічено у мікробіоті насіння пшениці. *F. culmorum* був найбільш поширеним у 2015 р., а у 2016 р. цей вид разом з *F. graminearum* найчастіше виділяли з насіння. У 2017 р. у проаналізованій пшениці найвищу частоту трапляння мав *F. sporotrichioides* зі значним виділенням *F. oxysporum* та *F. poae*. У 2019 р. ці три види було відмічено у 25% зразків. У 2020 р. найчастіше виділяли *F. poae*.

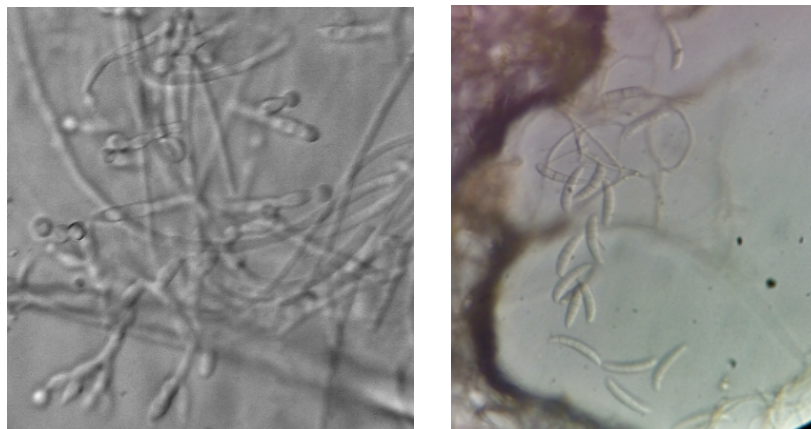


Рис. 1. Конідіальне спороношення *F. poae* та *F. culmorum*

Таблиця 1

Частота трапляння фузарієвих грибів у мікробіоті насіння пшениці озимої, % (Північний Схід, 2015–2020 рр.)

Види грибів	2015 р.	2016 р.	2017 р.	2018 р.	2019 р.	2020 р.	Середнє
<i>Fusarium avenaceum</i>	–	8,3	–	–	–	–	1,4
<i>F. culmorum</i>	35,3	16,7	–	–	–	–	8,7
<i>F. graminearum</i>	–	16,7	6,7	7,7	–	–	5,2
<i>F. oxysporum</i>	–	8,3	20	–	25	5,6	9,8
<i>F. poae</i>	–	–	20	7,7	25	22,2	<b>12,5</b>
<i>F. sporotrichioides</i>	–	8,3	33,3	30,8	25	–	<b>16,2</b>
<i>F. verticillioides</i>	–	–	–	7,7	–	–	1,3

Присутність фузарієвих грибів визначали за утворенням типових колоній, а також за некрозами проростків, які відразу потрапляли на очі. Відмічався їх різний вплив на проростання пшениці: від повного пригнічення до утворення проростків, які за довжиною не поступались іншим. Але найчастіше спостерігалися потоншення, деформація, зменшення довжини та некрозні плями на проростках. Некротизацію відмічали і на корінцях, які також часто були пригнічені. Результати дослідження особливостей впливу різних видів фузарієвих грибів на проростання насіння пшениці продемонстровано у табл. 2.

Найбільш шкідливим за нашими спостереженнями за проростання пшениці на середовищі виявився *F. culmorum*. Він найшвидше формував рясний наліт. Більшість насіння під впливом його токсинів була нездатна до проростання. Деякі проростки повністю некротизувались. Виявлення *F. graminearum* співпало з відсутністю проростання насіння.

Види *F. sporotrichioides* та *F. roae* здебільшого мали негативний вплив на пшеницю, але інколи їх присутність було важко виявити, так як вони могли утворити слабкий наліт, і у перші сім днів утворювались проростки

без некрозів. Насіння, з якого формувались колонії цих видів, частіше проростало (рис. 2).

Вимірювання проростків продемонструвало вплив *F. sporotrichioides* та *F. roae* на зменшення довжини проростків пшениці. Порівняння довжини проростків провели з альтернарієвими грибами, так як вони не мали фітотоксичного впливу впродовж всіх років досліджень і навіть стимулювали проростання насіння. Наша робота у більшості випадків була пов'язана зі «свіже зібраним» насінням (менше ніж 1 рік зберігання), тому частіше потрапляли партії, насіння яких містили гриби. Дуже рідко відмічалось насіння без грибних колоній. У цих випадках проростки проростали гірше за ті, які містили грибні колонії (окрім деяких видів). Особливо помітно це було на 3–4-ий день культивування (рис. 3).

Впродовж 2016–2018 рр. найчастіше з однієї насінини виділяли по одній колонії альтернарієвих грибів, тому чітко простежувалась відсутність негативного впливу на проростання насіння та розвиток рослин. Частіше найдовші проростки формувались з насіння, з якого проростав якийсь вид роду *Alternaria*. Тому у зразках насіння, де домінували альтернарієві види, спостерігали дружне проростання рослин (рис. 4).

Таблиця 2

**Шкідливий вплив *Fusarium* sp. на проростання насіння пшениці озимої у лабораторних умовах (КГА)**

Вид	Негативний вплив на			Не помітно
	проростки	корінці	насіння	
<i>F. oxysporum</i>	зменшення довжини, некрози, деформація, потоншення, активний розвиток нальоту, відмирання	зменшення довжини, некрози	проростає, не проростає	без спороношення
<i>F. culmorum</i>	активний розвиток нальоту, зменшення довжини, відмирання, некрози, деформація, потоншення	зменшення довжини, некрози	не проростає, проростає	—
<i>F. sporotrichioides</i>	некрози, деформація, потоншення, розвиток нальоту	зменшення довжини, некрози	проростає, не проростає	+
<i>F. roae</i>	розвиток нальоту, некрози, деформація, потоншення	зменшення довжини, некрози	проростає, не проростає	+

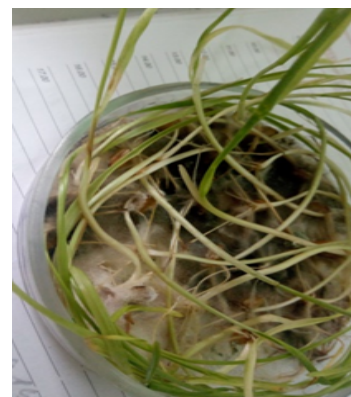
*F. sporotrichioides*  
(Краснодарська 99,  
Шоскинський р-н, 2018 р.)  
Не помітна присутність



*F. roae*  
(Богдана, СНАУ, 2018 р.)  
Рясний наліт, непроросле  
насіння, затримка росту,  
некрози



*F. roae*  
(Світанок Миронівський,  
Сумський р-н, 2019 р.)  
Некрози на розвинутих  
проростках



**Рис. 2. Різний вплив *F. sporotrichioides* та *F. roae* на проростання та розвиток проростків пшениці на КГА**



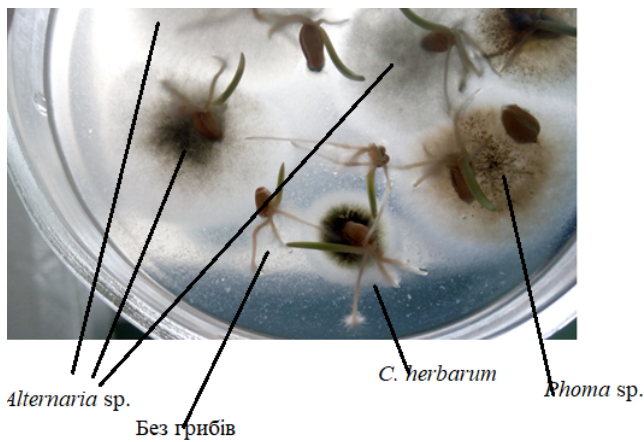


Рис. 3. Проростання насіння з колоніями та без (Волошкова, СНАУ, 2018 р.)

Вплив *F. sporotrichioides* на розвиток проростків пшениці озимої дослідили у 2017 р. на сорті Богдана (рис. 5).

Рисунок чітко демонструє факт пригнічення розвитку рослин. З насіння, з якого виділили альтернарієві гриби, на 14-тий день проросли у середньому рослини без помітних ознак пригнічення у середньому довжиною 110 мм. Проростки, з яких проріс *F. sporotrichioides*, проростки мали довжину лише 60 мм. Підрахунок відсотку зниження показав значне пригнічення проростків з насіння з фузарієвими колоніями – 45,5%.

За пригніченням рослин *F. poae* спостерігали упродовж трьох років (рис. 6). З насіння, яке містило альтернарієві гриби, завжди проростали проростки довші за ті, які розвивались з насінин з фузарієвими колоніями.

У 2018 р. зменшення довжини проростків на 7-ий день виявилось мінімальним, а у 2019 р. максимальним – 80%. У середньому за три роки вивчення пригнічення рослин склало 51,3%.

**Обговорення.** Фузарієві гриби є найбільш шкідливими у світі. Економічні втрати від фузаріозу колосу пшениці за період 1993–2001 р. склали у США біля 2 млрд. доларів (Xia et al., 2020). Вони пов'язані зі зниженням врожаю та забрудненням мікотоксинами, що призводить до обмежень їх використання (Wilson et



Рис. 4. Проростання насіння сорту Кнопа (врожай 2016-го р.)

al., 2018; Perincherry et al., 2019). Найпоширенішими видом, який спричиняє фузаріоз у світі на пшениці є *F. graminearum*, хоча спектр видів постійно змінюється. Домінування гриба у Західній Європі пояснили збільшенням посівних площ кукурудзи, здатністю виробляти аскоспори та/або змінами клімату, що сприяли виду, який мав більш високий температурний оптимум (van der Lee et al., 2015). В Україні проводять дослідження з визначення видів фузарієвих грибів та продукуваних ними мікотоксинів. За останніми дослідженнями у 109 зразках насінневого матеріалу озимої пшениці з 78 районів 21 області України було ідентифіковано сім видів грибів роду *Fusarium*: *F. avenaceum*, *F. culmorum*, *F. graminearum*, *F. langsethiae*, *F. poae*, *F. sporotrichioides* та *F. tricinctum*. *F. graminearum* виявився найпоширенішим видом у країні (частка виявлення склала 71%) (Gryšev ta in., 2018). За аналізу насіння зернових колосових культур визначили сім видів: *F. avenaceum*, *F. culmorum*, *F. graminearum*, *F. langsethiae*, *F. poae*, *F. sporotrichioides* та *F. tricinctum* Домінували три види – *F. sporotrichioides*, *F. poae* та *F. graminearum*, які становили 83% від усіх знайдених видів (Shvartau ta in., 2016). Останні дані про домінування *F. sporotrichioides* та *F. poae* співпали з нашими.

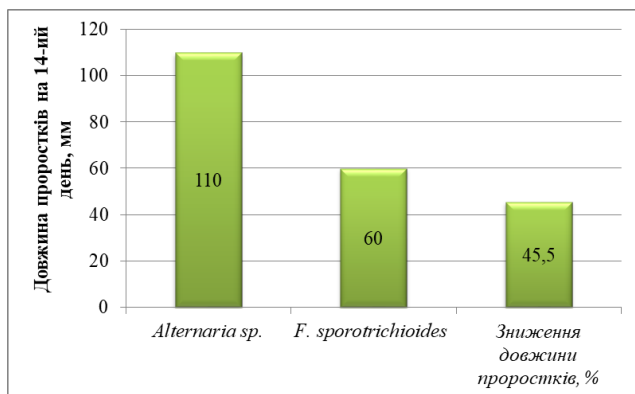


Рис. 5. Зниження довжини проростків *F. sporotrichioides* на 14-тий день (сорт Богдана, 2017 р.) (НІР<sub>05</sub>=7,8)

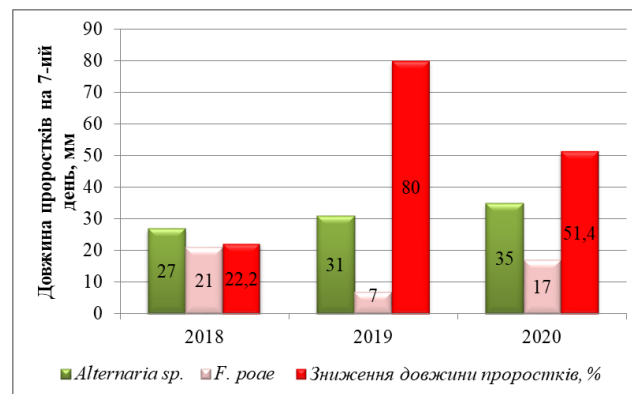


Рис. 6. Зниження довжини проростків *F. poae* на 7-ий день (сорт Богдана, 2018–2020 рр.) (НІР<sub>05</sub> 18=3,7; НІР<sub>05</sub> 19= 3,9; НІР<sub>05</sub> 20=3,6).

Відсоток зараженого зерна фузарієвими грибами, який встановлюють за фітоекспертизи, не пояснює схожості насіння та вмісту мікотоксинів (Orina і др., 2018), тому необхідно проводити окремі дослідження з визначення їх шкідливості. За оцінки впливу *F. graminearum* на схожість насіння у 30 генотипів насіння пшениці провели аналізи для перевірки кореляції між зараженням насіння і його схожістю, насінням із симптомами та непророслим. Кореляція була недостовірною між насінням із симптомами та поширенням *F. graminearum*, як і у разі схожості насіння та зараженням патогеном. З іншого боку, кореляційний аналіз між непророслим насінням і зараженням грибом, а також між схожістю і фузаріозним насінням був значущий ( $r = 0,65$  і  $r = -0,56$ , відповідно) (Garcia et al., 2007).

Дослідження впливу *Fusarium* sp. (*F. graminearum*, *F. verticillioides*, *F. subglutinans*, *F. culmorum*, *F. avenaceum*, *F. sporotrichioides*, *F. oxysporum* та *F. poae*), виділених з колосу пшениці та ячменю, на схожість насіння, показало найбільшу патогенність *F. graminearum* та *F. culmorum* (Cosic et al., 2007). Вивчення фітотоксичності ізолятів фузарієвих грибів з насіння та ризосфери ячменю дозволили виділити високотоксичні види за штучного ураження (*F. sporotrichioides*, *F. moniliforme*, *F. heterosporum*,

*F. oxysporum*, *F. chlamydosporum*, *F. sambucinum* та *F. semitectum*), які пригнічували проростання насіння. На 15–20-ту добу у вологій камері вони також спричинили некротизацію рослин (Sadykova і др., 2010).

**Висновки.** У мікобіоті насіння пшениці озимої на Північному Сході України впродовж 2015–2020 рр. було визначено 7 видів фузарієвих грибів, які відносяться до 5 секцій: *F. culmorum* та *F. graminearum* (секція *Discolor*), *F. oxysporum* (*Elegans*), *F. verticillioides* (*Liseola*), *F. sporotrichioides* та *F. poae* (*Sporotrichiella*). Не відмічено характерного прояву фузаріозу зерна, окрім зморщеності.

Фузарієві гриби здебільшого мали негативний вплив на проростання та розвиток рослин пшениці озимої. За їх присутності зменшувалась довжина проростків, вони ставали потоншими, на них утворювались некрози. Корінці відставали у рості, інколи вони також були некротизовані. Активний розвиток нальотів не давав нормально розвиватись рослинам, особливо небезпечним виявився *F. culmorum*. Але *F. poae* та *F. sporotrichioides* могли виділятися безсимптомно. *F. poae* зменшив довжину проростків за помітної присутності у середньому на 51,3%, а *F. sporotrichioides* – на 45,5%.

#### Бібліографічні посилання:

1. Achari, S. R., Kaur, J. K., Mann, R. C., Sawbridge, T., Summerell, B. A., & Edwards, J. (2021). Investigating the effector suite profile of Australian *Fusarium oxysporum* isolates from agricultural and natural ecosystems. *Plant Pathology*, 70(2), 387–396. doi: 10.1111/ppa.13303
2. Chang, H.-X., Domier, L. L., Radwan, O., Yendrek, C. R., Hudson, M. E., & Hartman, G. L. 2016. Identification of multiple phytotoxins produced by *Fusarium virguliforme* including a phytotoxic effector (FvNIS1) associated with sudden death syndrome foliar symptoms. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 29(2), 96–108. doi: 10.1094/MPMI-09-15-0219-R
3. Cosic, J., Jurkovic, D., Vrandecic, K., & Simic, B. (2007). Pathogenicity of *Fusarium* species to wheat and barley ears. *Cereal Research Communications*, 35(2), 529–532. doi: 10.1556/CRC.35.2007.2.91
4. Crous, P. W., Lombard, L., Sandoval-Denis, M., Seifert, K. A., Schroers, H. J., Chaverri, P., Gené, J., Guarro, J., Hirooka, Y., Bensch, K., Kema, G., Lamprecht, S. C., Cai, L., Rossman, A. Y., Stadler, M., Summerbell, R. C., Taylor, J. W., Ploch, S., Visagie, C. M., Yilmaz, N., & Thines, M. (2021). *Fusarium*: more than a node or a foot-shaped basal cell. *Studies in mycology*, 98, 100116. doi: 10.1016/j.simyco.2021.100116
5. Ferrigo, D., Raiola, A., & Causin, R. (2016). *Fusarium* toxins in cereals: Occurrence, legislation, factors promoting the appearance and their management. *Molecules*, 21(5), 627. doi: 10.3390/molecules21050627
6. Furtat, I. M., Ostapiuk, N. A., & Antoniuk, M. Z. (2017). Biologichni osoblyvosti ta ekolohiia predstavnykiv rodu *Fusarium*, zbudnykiv zakhvoriuvan zlakiv [Biological features and ecology of the genus *Fusarium*, pathogens of cereals]. *Naukovi zapysky NaUKMA*, 197, 3–18 (in Ukrainian).
7. Gagkaeva, T. Yu., Gavrilova, O. P., Levitin, M. M., & Novozhilov, K. V. (2011). Fuzarioz zernovykh kultur [Fusarioz of grain crops]. *Zaschita i karantin rasteniy*, 5, 70–112 (in Russian).
8. Gagkaeva, T. Yu., Dmitriev, A. P., & Pavlyushin, V. A. Mikrobiota zerna – pokazatel ego kachestva i bezopasnosti. [Grain microbiota is an indicator of its quality and safety]. *Zaschita i karantin rasteniy*, 9, 14–18 (in Russian).
9. Garcia Júnior, D., Vechiato, M. H., Menten, J. O. M., & Lima, M. I. P. M. (2007). Influência de *Fusarium graminearum* na germinação de genótipos de trigo (*Triticum aestivum* L.). *Arquivos do Instituto Biológico*, 74(2), 157–161. doi: 10.1590/1808-1657v74p1572007
10. Goyal, S., Ramawat, K. G., & Mérillon, J. M. (2016). Different shades of fungal metabolites: An overview. *Fungal metabolites*, 1–29. doi: 10.1007/978-3-319-19456-1\_34-1
11. Hrytsev, O. A., Zozulia, O. L., Vorobiova, N. H., & Skivka, L. M. (2018). Monitorynh vydovoho skladu hrybiv rodu *Fusarium* u nasinnievomu materialy ozymoi pshenytsi na terytorii Ukrainy [Monitoring of the species composition of fungi of the genus *Fusarium* in winter wheat seed material on the territory of Ukraine]. *Mikrobiolohiia i biotekhnolohiia*, 2, 81–89 (in Ukrainian). doi: 10.18524/2307-4663.2018.2(42).134443
12. Hof, H. (2020). The medical relevance of *Fusarium* spp. *Journal of fungi* (Basel, Switzerland), 6(3), 117. doi: 10.3390/jof6030117
13. Ivaschenko, V. G., & Nazarovskaya, L. A. (1998). Geograficheskoe rasprostranenie i osobennosti bioekologii *Fusarium graminearum* Schwabe. [Geographic distribution and features of bioecology of *Fusarium graminearum* Schwabe.]. *Mikologiya i fitopatologiya*, 32(5), 1–10 (in Russian).
14. Ji, F., He, D., Olaniran, A. O., Mokoena, M. P., Xu, J., & Shi, J. (2019). Occurrence, toxicity, production and detection of *Fusarium* mycotoxin: a review. *Food Prod Process and Nutr*, 1, 6. doi: 10.1186/s43014-019-0007-2
15. Leslie, J. F., & Summerell, B. A. (2006). *The Fusarium laboratory manual*. Blackwell Publishing, Iowa. 388.

16. Karányi, Z., Holb, I., Hornok, L., Pócsi, I., & Miskei, M. (2013). FSRD: fungal stress response database. Database: the journal of biological databases and curation, bat037. doi: 10.1093/database/bat037
17. López-Díaz, C., Rahjoo, V., Sulyok, M., Ghionna, V., Martín-Vicente, A., Capilla, J., Di Pietro, A., & López-Berges, M. S. (2018). Fusaric acid contributes to virulence of *Fusarium oxysporum* on plant and mammalian hosts. *Molecular Plant Pathology*, 19(2), 440–453. doi: 10.1111/mpp.12536
18. Moretti, A., Logrieco, A. F., & Susca, A. (2017). Mycotoxins: An underhand food problem. *Methods in Molecular Biology*, 1542, 3–12. doi: 10.1007/978-1-4939-6707-0\_1
19. O'Donnell, K., Ward, T. J., Robert, V. A. R. G., Crous P. W. et al. (2015). DNA sequence-based identification of *Fusarium*: Current status and future directions. *Phytoparasitica*, 43, 583–595. doi: 10.1007/s12600-015-0484-z
20. Orina, A., Gavrilova, O. & Gagkaeva, T. (2018). Adaptatsiya metoda kolichestvennoy PTsR dlya vviyavleniya predstaviteley mikrobioty zernovyih kultur [Adaptation of the method of quantitative PCR to identify representatives of the mycobiota of grain crops]. *Microbiology Independent Research Journal*, 5(1), 71–77. (in Russian). doi: 10.18527/2500-2236-2018-5-1-71-77
21. Perincherry, L., Lalak-Kańczugowska, J., & Stępień, Ł. (2019). *Fusarium*-produced mycotoxins in plant-pathogen interactions. *Toxins*, 11(11), 664. doi: 10.3390/toxins11110664
22. Reveglia, P., Cinelli, T., Cimmino, A., Masi, M., & Evidente, A. (2018). The main phytotoxic metabolite produced by a strain of *Fusarium oxysporum* inducing grapevine plant declining in Italy. *Natural Product Research*, 32(20), 2398–2407. doi: 10.1080/14786419.2017.1415897
23. Sadyikova, V. S., Lihachev, A. N., & Bondar, P. N. (2010). Ogranichenie razvitiya kompleksa vzbuditeley kornevyih gniley yachmenya antagonistami roda *Trichoderma* [Limitation of the development of a complex of pathogens of barley root rot by antagonists of the genus *Trichoderma*]. *Mikologiya i fitopatologiya*, 44(6), 556–562 (in Russian).
24. Shvartau, V. V., Zozulia, O. L., Mykhalska, L. M., & Sanin, O. Yu. (2016). Fuzariozy kulturnykh roslyn [Fusarium wilt of cultivated plants]. *Monohrafiia. K. : Lohos* 164 (in Ukrainian).
25. van der Lee, T., Zhang, H., van Diepeningen, A., & Waalwijk, C. (2015). Biogeography of *Fusarium graminearum* species complex and chemotypes: a review. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess*, 32(4), 453–460. doi: 10.1080/19440049.2014.984244
26. Wilson, W., Dahl, B., & Nganje, W. (2018). Economic costs of *Fusarium* Head Blight, scab and deoxynivalenol. *World Mycotoxin Journal*, 11(2), 291–302. doi: 10.3920/WMJ2017.2204
27. Xia, R., Schaafsma, A. W., Wu, F., & Hooker, D. C. (2020). Impact of the improvements in *Fusarium* head blight and agronomic management on economics of winter wheat. *World Mycotoxin Journal*, 13(3), 423–439. doi: 10.3920/WMJ2019.2518.

**Rozhkova T. O.**, PhD (Biological Sciences), Associate Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine  
**Harmfulness *Fusarium* sp. from mycobiota of winter wheat seeds**

*Fusarium* sp. on wheat cause spots and fusarium head blight. The main source of their infection is seeds. They are part of the seed mycobiota together with other fungi. The species composition of *Fusarium* determines the range of mycotoxins and other secondary metabolites in seeds that affect its germination and plant development. Therefore, the aim of our research was to establish the *Fusarium* species composition in the mycobiota of wheat seeds from the North-East of Ukraine and the influence of species on seed germination and seedling development. Samples of wheat seeds were obtained from farms in Sumy and Kharkiv regions. *Fusarium* sp. were identified by macro- and micromorphological characteristics. They were isolated during the analysis of mycobiota of winter wheat seeds on potato-glucose agar. The nature of the harmful effect was established by observing the development of colonies of *Fusarium* fungi on the PGA, noting the impact on seed germination and development of seedlings and roots. Seedling length was measured on the 7th and 14th day, determining the average. In the mycobiota of winter wheat seeds in the North-East of Ukraine during 2015–2020, 7 species of *Fusarium* were identified, which belong to 5 sections: *F. culmorum* and *F. graminearum* (*Discolor* section), *F. oxysporum* (*Elegans*), *F. verticillioides* (*Liseola*), *F. sporotrichioides* and *F. poae* (*Sporotrichiella*). Calculation of the frequency of occurrence showed the dominance of two species: *F. sporotrichioides* and *F. poae*. Seeds with *Fusarium* had no characteristic signs of damage, except for wrinkles. Some species have affected the germination of wheat in different ways: from complete suppression to the formation of seedlings that are not inferior in length to others. Most often, observations showed thinning, deformation, reduction in length and necrotic spots on seedlings. Necrotization was also noted on the roots, which were also often suppressed. According to our observations, *F. culmorum* was the most harmful for the germination of wheat on a nutrient medium. He was the fastest to form a plaque. Most seeds under the influence of its toxins were unable to germinate. Some seedlings were completely necrotized. *F. sporotrichioides* and *F. poae* could form inconspicuous plaques and have no obvious symptoms of plant oppression. Measurement of seedlings demonstrated how *F. sporotrichioides* and *F. poae* reduce the length of wheat seedlings. Seedling length comparisons were made with *Alternaria* sp., as they did not have phytotoxic effects during all years of research, and even stimulated seed germination. *F. poae* reduced the length of seedlings in the presence of an average of 51.3%, and *F. sporotrichioides* – by 45.5%. *Fusarium* sp. from mycobiota wheat seeds had a negative effect on its germination and plant development.

**Key words:** *Fusarium* sp., harmfulness, mycobiota of seeds, winter wheat.