

ПАТОГЕННІ ВЛАСТИВОСТІ ҐРУНТОВИХ ГРИБІВ – ЗБУДНИКІВ КОРЕНЕВИХ ГНИЛЕЙ ПШЕНИЦІ

Л. О. КРЮЧКОВА, доктор біологічних наук,
професор кафедри фітопатології ім. акад. В. Ф. Пересипкіна
**Національний університет біоресурсів і природокористування
України**

E-mail: lkriuchkova@nubip.edu.ua

Анотація. Селекція сортів пшениці, стійких до кореневих хвороб, залишається проблематичною через обмеженість інформації про склад популяцій збудників та характер їх взаємодії з рослиною-хазяїном.

Метою роботи було дослідити, як виявляється патогенність грибів *Bipolaris sorokiniana*, *Fusarium* spp. та *Oculimacula* spp. – збудників, відповідно, звичайної кореневої гнилі, фузаріозної кореневої гнилі та церкоспорельозу – при ураженні ними проростків пшениці. Дослідження проводили на штучних інфекційних фонах з використання культур грибів *B. sorokiniana*, *F. oxysporum*, *F. culmorum*, *O. aciformis* та *O. yallundae*. Установлено, що ізоляти *B. sorokiniana*, *F. culmorum* та *F. oxysporum* відрізняють за патогенністю, про що свідчив різний рівень ураженості проростків. При штучному зараженні проростків пшениці ізолятами *O. aciformis* та *O. yallundae* на ступінь ураженості більше впливали властивості сорту. Результати наших досліджень також свідчать про можливість диференційованої взаємодії сорт – ізолят у патосистемі пшениця – *B. sorokiniana*.

Отже, для кожної із хвороб пшениці, які спричиняються ґрунтовими патогенами, характерна специфічна взаємодія з рослиною-хазяїном, що необхідно враховувати при селекції сортів, стійких до хвороб.

Ключові слова: *Fusarium* spp., *Bipolaris sorokiniana*, *Oculimacula* spp., патогенність, озима пшениця, стійкість сортів.

Актуальність. Останніми десятиліттями в патогенному комплексі зернових культур відбулися суттєві зміни. Якщо раніше основну небезпеку являли собою бура іржа, борошниста роса, сажка, збудниками яких є біотрофи, то в 2000-2010-і роки в посівах пшениці переважають септоріози, гельмінтоспоріози, фузаріоз колосу та кореневі гнилі [3, 5], які спричиняються гемібіотрофами з переважно некротрофним типом живлення. Для таких хвороб основним симптомом є некроз, тому діагностика таких хвороб ускладнена. Гальмує розроблення ефективних заходів захисту, зокрема селекцію стійких сортів, і обмеженість інформації щодо патогенних властивостей збудників цих хвороб.

При оцінюванні стійкості сортів сільськогосподарських культур до хвороб, збудниками яких є біотрофи, зазвичай враховується вірулентність домінуючих рас у популяції збудника [8, 10]. Проте склад популяцій

збудників з некротрофним типом живлення часто залишається поза увагою. Очевидно, саме через це успіхи селекції стійких до цих хвороб сортів незначні. Тому є необхідність у вивченні популяцій таких патогенів. Важливо також знати, як відбувається взаємодія цих збудників з рослинами-хазяїнами, чи узгоджується вона з принципами теорії Флора «ген-на-ген» [2], чи це зовсім інший тип взаємодії.

Метою роботи було на прикладі трьох грибних хвороб озимої пшениці – гельмінтоспоріозної (звичайної) кореневої гнилі, фузаріозної кореневої гнилі та церкоспорельозу – дослідити характер взаємодії сорт – ізолят, установити, наскільки значущою є ця взаємодія для кожної з патосистем, та з'ясувати, чи є принципові відмінності між збудниками хвороб у вияві їхньої патогенності.

Методи дослідження. Ізоляцію та ідентифікацію грибів *Bipolaris sorokiniana*, *Fusarium culmorum*, *F. oxysporum*, *Oculimacula yallundae* та *O. acuformis* – збудників корневих і прикорневих хвороб пшениці проводили згідно з описаними раніше методиками [4]. Ізоляти зберігаються в колекції мікроорганізмів кафедри фітопатології ім. В. Ф. Пересипкіна Національного університету біоресурсів і природокористування України.

Перед зараженням культури грибів вирощували у чашках Петрі на картопляно-глюкозному агарі протягом 14 (*B. sorokiniana* та *Fusarium* spp.) та 21 діб (*O. yallundae* та *O. acuformis*).

Зараження насіння пшениці збудниками корневих гнилей (*B. sorokiniana* та *Fusarium* spp.) проводили так: стерильний пісок насипали (на 3/4 від об'єму) у невеликі пластикові посудини з отворами на дні, дещо меншими за кристали піску, але достатніми для того, щоб вода надходила крізь них знизу вгору. Агарові диски, колонізовані збудником, вирізали в чашках Петрі за діаметром посудини й поміщали на пісок реверсом доверху. Рівномірно на поверхні агарового диска поміщали насіння пшениці так, щоб кожен зародок містився на рівні колонії гриба. Зверху присипали стерильним піском і ставили у кювету з водою.

При зараженні збудниками прикорневих гнилей (*Oculimacula* spp.) насіння спочатку пророщували у стерильному піску (наповненість посудини 3/4 від об'єму), а потім навколо колеоптиля 10-денного проростка пшениці розміщали колонізовані агарові блоки так, щоб вони торкалися колеоптиля. Зверху присипали стерильним піском (1/4) і ставили в кювету з водою.

Тривалість зараження залежала від виду збудника. Так, для зараження церкоспорельозом рослини вирощували протягом чотирьох (дослід 1) та шести тижнів (дослід 2); для зараження збудниками фузаріозу та гельмінтоспоріозу достатньо було 4-5 тижнів. Для обліків хвороб проростків використовували 4-5-бальні шкали [4].

Статистичне оброблення одержаних даних проводили з використанням комп'ютерних програм Statsgraphics і Costat.

Результати дослідження та їх обговорення. Серед збудників хвороб зернових культур гриб *B. sorokiniana* (телеоморфа *Cochliobolus sativus*) посідає особливе місце. Незважаючи на те, що цей патоген уражує всі органи рослини (зерно, корені та листки, спричиняючи, відповідно, «чорний зародок», звичайну кореневу гниль і темно-буру плямистість), досі він мало привертав увагу селекціонерів. Тому для захисту від нього

переважно рекомендують застосовувати хімічні препарати – фунгіциди. Водночас створення стійких до хвороби сортів як пшениці, так і ячменю, дало б змогу суттєво знизити пестицидне навантаження на навколишнє середовище, зважаючи на значні площі посіву цих культур. Досі залишається нез'ясованим питання, чи є ця хвороба системною, оскільки уражуються всі органи, чи ураження відбувається локально. Невідомо також, чи відрізняються ізоляти за вірулентністю, чи за патогенністю. Зокрема, О. Ю. Акулов вважає, що в межах популяцій *B. sorokiniana* існують два типи ізолятів, серед яких одні більше уражують корені, а другі – насіння [1]. Т. О. Рожкова [6] ж вважає, що популяції гриба складаються з різних за вірулентністю рас.

У результаті проведених нами досліджень на штучних інфекційних фонах встановлено, що сорти пшениці української селекції (Альбатрос одеський, Українка одеська, Скиф'янка та Юна) майже не відрізняються за стійкістю (рис. 1), але спостерігається відмінність між ізолятами за патогенністю (рис. 2).

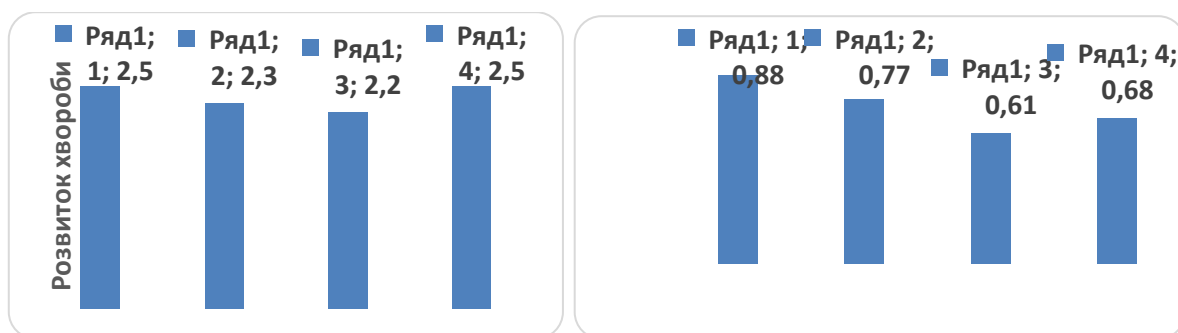


Рис. 1. Розвиток (бал, 0-4) звичайної кореневої гнилі на коренях (ліворуч) і проростках (праворуч) озимої пшениці різних сортів при штучному зараженні. Сорти: 1 – Альбатрос одеський, 2 – Українка одеська, 3 - Скиф'янка, 4 - Юна (HIP₀₅=0,46).

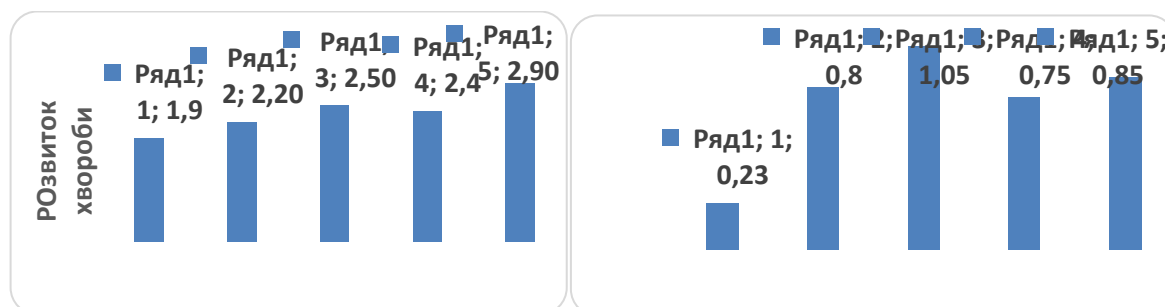


Рис. 2. Розвиток (бал, 0-4) звичайної кореневої гнилі на коренях (ліворуч) і проростках (праворуч) озимої пшениці при зараженні різними ізолятами (№№ 1, 2, 3, 4, 5) *Bipolaris sorokiniana* (HIP₀₅ = 0,48)

Результати статистичного аналізу отриманих даних підтвердили високу значимість фактора «ізолят» у даній патосистемі. Установлено також значущість фактора «взаємодії сорт – ізолят», що збігається з даними про можливе існування вірулентності у цього гриба [6].

Не менш важливу, ніж збудники гельмінтоспоріозу, групу фітопатогенів на зернових культурах становлять гриби роду *Fusarium*. Вони також

уражують як корені, так і зерно, спричиняючи, відповідно, кореневу гниль і фузаріоз колоса пшениці, ячменю та інших зернових культур, при цьому головну увагу привертаючи як збудники фузаріозу колоса, оскільки зерно, уражене такими грибами, може бути небезпечним при вживанні в їжу через можливе забруднення його мікотоксинами. Розроблення ефективних заходів захисту від хвороби ускладнене, зокрема, і через те, що популяції складаються з різних видів, а в межах видів – із штамів різної патогенності.

Більшість дослідників вважають, що гриби роду *Fusarium* відрізняються за агресивністю, а взаємодія «ген-на-ген» їм не притаманна. Водночас у науковій літературі окремі ізоляти описано як раси, хоча поняття «раса» в цьому випадку вживається для характеристики ізоляту за походженням, а не за його вірулентністю [7, 9].

У результаті проведених нами досліджень встановлено, що окремі сорти озимої пшениці вітчизняної селекції (Колумбія) характеризуються відносною стійкістю до хвороби (рис. 3), проте більшість сортів є сприйнятливими.

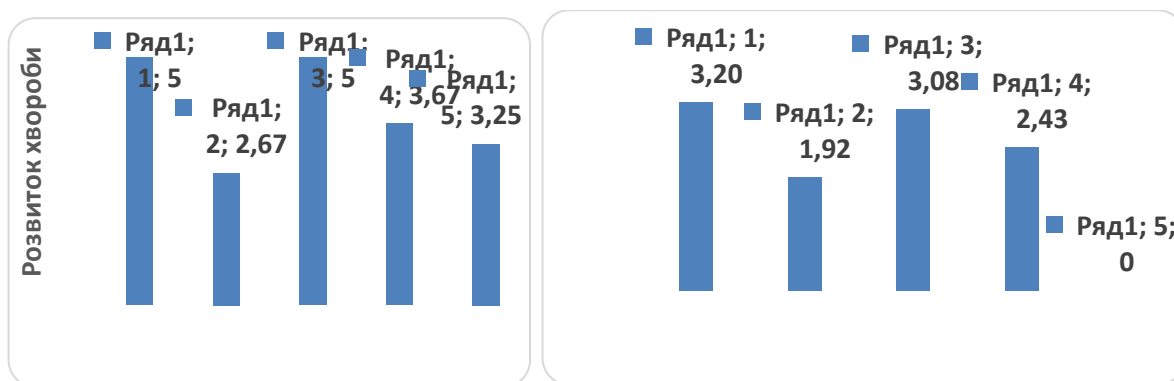


Рис. 3. Розвиток (бал, 0- 5) фузаріозної кореневої гнилі на коренях (ліворуч) і проростках (праворуч) озимої пшениці різних сортів при штучному зараженні *Fusarium culmorum*. Сорти: 1 – Київська 8, 2 – Колумбія, 3 – Циганка, 4 – Ятрань 60, 5 – Експромт ($HIP_{05}=0,90$).

Види *Fusarium* (*F. culmorum*, *F. oxysporum*) характеризуються неоднаковою патогенністю на пшениці, а в межах виду *Fusarium oxysporum* існують як низькопатогенні, так і високопатогенні ізоляти (рис. 4).

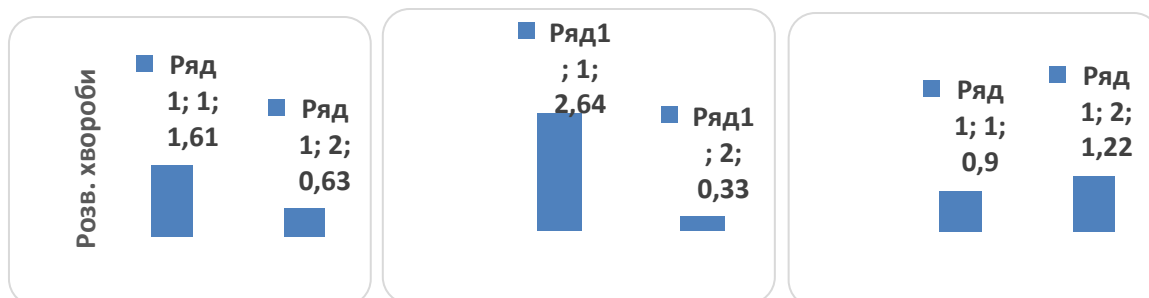


Рис. 4. Розвиток (бал, 0-5) фузаріозної кореневої гнилі на проростках (ліворуч) і коренях (посередині, праворуч) озимої пшениці при зараженні різними ізолятами *Fusarium*. Ізоляти: 1 – *F. culmorum*, 2 ліворуч, по центру – *F. oxysporum* 5/02, праворуч – *F. oxysporum* 12/02 ($HIP_{05}=1,22$).

Результати статистичного аналізу свідчать про відсутність значущості фактора взаємодії сорт – ізолят у цій патосистемі, а отже, і диференційованої взаємодії «ген-на-ген».

Церкоспорельоз також є досить поширеною хворобою зернових культур в Україні. Починаючи з 70-х років через свою високу шкідливість неодноразово привертала увагу як фітопатологів, так і селекціонерів. Відносно стійкими до хвороби серед вітчизняних сортів пшениці є сорти Деметра [5]. Результати наших досліджень також свідчать про вищу порівняно з іншими сортами стійкість цього сорту до ураження збудником. Іншим відносно стійким сортом є Колумбія (рис. 5). Інші сорти стійкості до хвороби не виявляли.

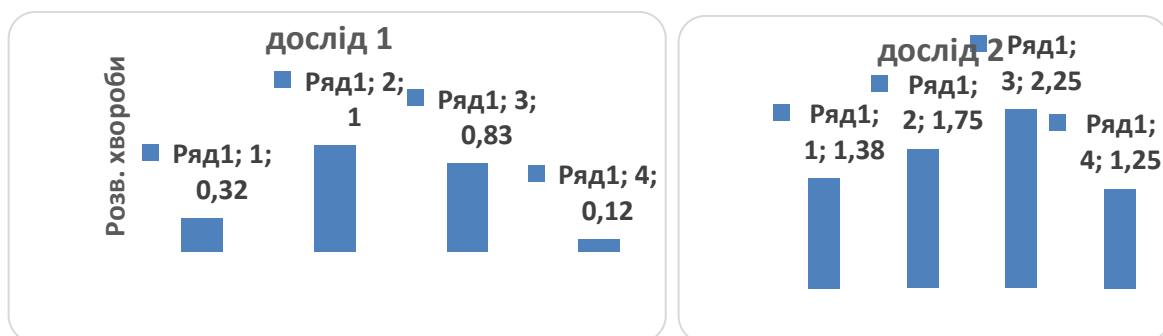


Рис. 5. Розвиток церкоспорельозу (бал, 0-4) на проростках озимої пшениці різних сортів при штучному зараженні ізолятом *O. yallundae*.

Сорти: 1 – Колумбія, 2 – Ятрань 60, 3 – Крижинка, 4 – Деметра ($HIP_{05}=0,39$).

За рівнем патогенності не спостерігалось різниці ні між ізолятами *O. yallundae*, ні між видами *O. yallundae* і *O. acuformis* (рис. 6).

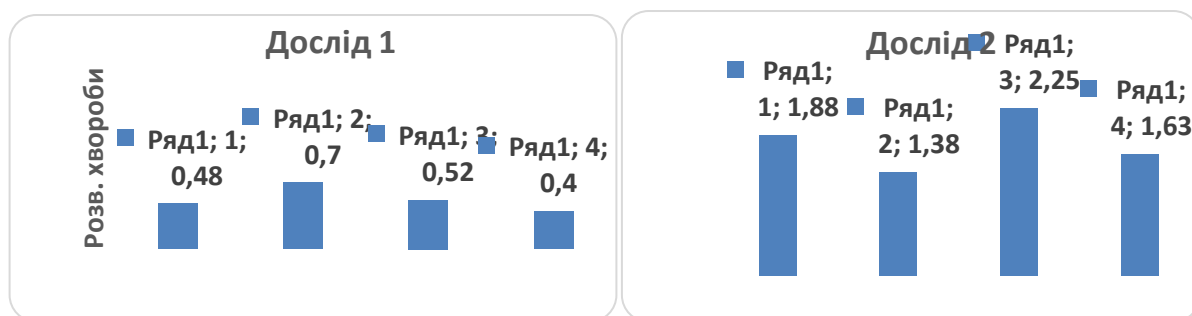


Рис. 6. Розвиток церкоспорельозу (бал, 0-4) на проростках озимої пшениці при штучному зараженні різними ізолятами *Oculimacula* spp. Ізоляти:

1 – 5/1 *O. yallundae*, 2 – 5/2 *O. yallundae*, 3 – 22 *O. yallundae*, 4 – 23 *O. acuformis* ($HIP_{05}=0,40$).

Висновки та перспективи. Отже, в результаті проведених нами досліджень встановлено, що патогенність ізолятів може суттєво варіювати в межах окремих видів. Так, ізоляти грибів *B. sorokiniana* та *Fusarium* spp. суттєво відрізняються за патогенністю, про що свідчив різний рівень ураженості проростків пшениці при штучному зараженні цими фітопатогенами.

На ступінь ураженості проростків збудником церкоспорельозу – грибом *O. yallundae* більшою мірою впливали властивості сорту. Серед вітчизняних сортів найвищою стійкістю характеризуються сорти Деметра і Колумбія.

Результати досліджень свідчать про існування диференційованої взаємодії сорт – ізолят у патосистемі пшениця – *B. sorokiniana*, що дає підстави для визначення вірулентності в ізолятів цього гриба.

Отже, при селекції сортів пшениці, стійких до хвороб кореневої системи та прикореневої частини стебла, необхідно не лише враховувати, які ізоляти домінують у тому чи іншому регіоні, а й використовувати їх при створенні штучних інфекційних фонів. Для цієї групи фітопатогенів не менш важливою є інформація про характер взаємодії між рослиною та патогеном, тому лише з урахуванням її специфіки можна планувати селекційні програми зі створення стійких сортів.

Список використаних джерел

1. Акулов О.Ю. Біологічні особливості *Bipolaris sorokiniana* (Sacc. in Sorokin) Shoemaker і діагностика збудників кореневої гнилі та чорного зародку ярого ячменю [Текст]: автореф. дис. ... канд. біол. наук: 06.01.11/ О.Ю. Акулов – НАУ. – К., 2007 – 21 с.
2. Дьяков Ю.Т. Пятьдесят лет теории «ген – на – ген» [Текст]/ Ю.Т. Дьяков // Успехи современной биологии. – 1996. – 116 (3). – С.293 – 305.
3. Ковалишина Г.М. Стійкість сортів пшениці озимої проти хвороб [Текст]/ Г.М. Ковалишина // Захист і карантин рослин. – 2014. – Вип.60. – С.151-158.
4. Крючкова Л.О. Кореневі та прикореневі хвороби пшениці [Текст] / Л.О. Крючкова. – К.: НУБіП України, 2016. – 164 с.
5. Лісовий М.П. Характеристика колекційного матеріалу пшениці озимої за стійкістю проти хвороб [Текст] / М.П. Лісовий, Г.М. Лісова, О.Г. Афанасьєва, І.А. Бойко, З.М. Довгаль // Захист і карантин рослин. – 2013. – Вип.59. – С.176-184.
6. Рожкова Т.О. Структура популяцій збудників темно-бурої та сітчастої плямистостей листя ячменю ярого у північно-східному Лісостепу та пошук джерел стійкості [Текст]: автореф. дис. ... канд. біол. наук: 06.01.11/Т.О. Рожкова – НАУ. - Київ, 2005 – 17 с.
7. Alves-Santos F.M. Pathogenicity and race characterization of *Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli* isolates from Spain and Greece [Text] / F.M. Alves-Santos, L.Cordeiro-Rodrigues, J.M. Sayagues, R. Martin-Dominguez, P.Garcia-Benavides, M.C. Crespo, J.M. Diaz-Minguez, A.P. Eslava // Plant Pathology. – 2002. – 51. – P.605 – 611.
8. Dangl J.L. Pivoting the Plant Immune System from Dissection to Deployment [Text] / J.L. Dangl, D.M. Horvath, B.J. Staskawicz // Science. - 2013 August 16; 341(6147). doi:10.1126/science.1236011.
9. de Haan L.A.M. PCR detection of *Fusarium oxysporum* f.sp. *gladioli* race 1, causal agent of Gladiolus yellows diseases, from infected corms [Text] / L.A.M. de Haan, A. Numansen, E.J.A. Roebroek, J. van Doorn // Plant Pathology. – 2000. – 49. – P.89 – 100.
10. Miedaner D. Marker-Assisted Selection for Disease Resistance in Wheat and Barley Breeding [Text] / D. Miedaner, V. Korzun // Phytopathology. – 2012. – 102. – P. 560-566.

References

1. Akulov O.Yu. (2007). Biologichni osoblyvosti *Bipolaris sorokiniana* (Sacc. in Sorokin) i diagnostika zbudnykiv korenevoyi gnyli ta chornogo zarodku yarogo yachmeniu [Biological features of *Bipolaris sorokiniana* (Sacc. in Sorokin) Shoemaker and diagnostics of infecting agent of root rot and black point of seeds]. National Agrarian University, Kyiv. – 21 s.

2. Djakov, Yu.T. (1996). Pyatdesyat let teorii «gen-na-gen» [Fifty years of gen-for-gen theory]. Achievements of modern biology, 116 (3), 293-305.
3. Kovalyshyna H.M. (2014). Stijkist sortiv pshenytsi ozymozi proty khvorob [Resistance wheat cultivars against diseases]. Protection and quarantine of plant, 60, 151-158.
4. Kriuchkova L.O. (2016). Korenevi i prykorenevi khvoroby pshenytsi [Root and stem-base diseases of wheat]. NULESU, 164 s.
5. Lisovyi M.P., Lisova H.M., Afansjeva O.G., Boiko I.A., Dovgal Z.M. (2013). Kharakterystyka kolektziynogo materialu pshenytsi ozymozi za stijkistju proty khvorob [Characteristic of collection material of winter wheat for resistance against diseases]. Protection and quarantine of plant, 59, 176 -184.
6. Rozhkova T.O. (2004). Struktura populyatziy zbudnykiv temno-buroji ta sitchastoji pljamystostei lystya yachmenju yarogo u pivnichno-skhidnomu Lisostepu ta poshuk dzherel stijkostyi [Population structure of causal agents of spot blotch and net spot of spring barley in northern-eastern Forest-Steppe and search of resistance sources]. National Agrarian University, Kyiv. - 21 s.
7. Alves-Santos F.M., Cordeiro-Rodrigues L., Sayagues J.M., Martin-Dominguez R., Garcia-Benavides P., Crespo M.C., Diaz-Minguez J.M., Eslava A.P. (2002). Pathogenicity and race characterization of *Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli* isolates from Spain and Greece. Plant Pathology, 51, 605 – 611.
8. Dangl J.L., Horvath D.M., Staskawicz B.J. (2013). Pivoting the Plant Immune System from Dissection to Deployment. Science, August 16; 341(6147). doi:10.1126/science.1236011.
9. de Haan L.A.M., Numansen A., Roebroeck E.J.A., van Doorn J. (2000). PCR detection of *Fusarium oxysporum* f.sp. *gladioli* race 1, causal agent of Gladiolus yellows diseases, from infected corms. Plant Pathology, 49, 89 – 100.
10. Miedaner D., Korzun V. (2012). Marker-Assisted Selection for Disease Resistance in Wheat and Barley Breeding. Phytopathology, 102, 560-566.

ПАТОГЕННЫЕ СВОЙСТВА ПОЧВЕННЫХ ГРИБОВ – ВОЗБУДИТЕЛЕЙ КОРНЕВЫХ ГНИЛЕЙ ПШЕНИЦЫ

Л. А. Крюкова

Аннотация. Селекция сортов пшеницы, устойчивых к болезням корневой системы, является проблематичной из-за ограниченной информации о структуре популяций возбудителей и характере их взаимодействия с растением-хозяином.

Целью данной работы было исследовать, как проявляется патогенность грибов *Bipolaris sorokiniana*, *Fusarium spp.* и *Oculimacula spp.* – возбудителей, соответственно, обыкновенной корневой гнили, фузариозной корневой гнили и церкоспореллеза – при заражении ими проростков пшеницы. Исследования проводили на искусственных инфекционных фонах с использованием культур грибов *B. sorokiniana*, *F. oxysporum*, *F. culmorum*, *O. aciformis* и *O. yallundae*. Установлено, что изоляты *B. sorokiniana*, *F. culmorum* и *F. oxysporum* различаются по патогенности, о чем свидетельствовал разный уровень пораженности проростков. При искусственном заражении проростков пшеницы изолятами *O. aciformis* и *O. yallundae* на степень поражения большее влияние оказывали свойства сортов. Результаты наших исследований также свидетельствуют о

возможности дифференцированного взаимодействия сорт – изолят в патосистеме пшеница – *B. sorokiniana*.

Таким образом, для каждой болезни пшеницы, вызываемой почвенными фитопатогенами, характерно специфическое взаимодействие с растением-хозяином, что необходимо учитывать при селекции устойчивых сортов.

Ключевые слова: *Fusarium spp.*, *Bipolaris sorokiniana*, *Oculimacula spp.*, патогенность, озимая пшеница, устойчивость сортов.

PATHOGENICITY OF SOIL-BORNE FUNGI – CAUSAL AGENTS OF WHEAT ROOT DISEASES

L. Kriuchkova

Abstract. Breeding of wheat cultivar resistant against root diseases is a difficult problem because the lack of evidence about nature of pathogenicity of soil-borne fungi –causal agents of these diseases and their interaction with host plant.

The aim of this research was to investigate the character of pathogenicity of *Bipolaris sorokiniana*, *Fusarium spp.* u *Oculimacula spp.* – causal agents of common root rot, *Fusarium* root rot and eyespot on wheat seedlings under the artificial inoculation with isolates *B. sorokiniana*, *F. oxysporum*, *F. culmorum*, *O. acuformis* and *O. yallundae*. It has been revealed that there is significant difference between isolates *B. sorokiniana*, *F. culmorum* and *F. oxysporum* in pathogenicity, which was confirmed by the assessment of root rot severity on inoculated seedlings. Under the artificial inoculation of wheat seedlings with isolates *O. acuformis* and *O. yallundae* the severity of eyespot depends significantly on wheat cultivar characteristics. Based on results of our experiments we also suggested the virulence characteristic in *B. sorokiniana* isolates.

Thus, it has been confirmed the specificity of interaction the soil-borne fungi with plant host in every particular pathosystem, that should be considered in breeding programs for resistance against root and stem-base diseases.

Keywords: *Fusarium spp.*, *Bipolaris sorokiniana*, *Oculimacula spp.*, pathogenicity, winter wheat, cultivar resistance.