

PROUZROKOVAČ SUŠICE KLASA I LISTA STRNIH ŽITA (*Magnaporthe oryzae*) - POJAVA I RIZICI ZA PROIZVODNJU U SRBIJI

Radivoje Jevtić, Vesna Župunski

Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad

E-mail: radivoje.jevtic@ifvcns.ns.ac.rs

Izvod

Magnaporthe oryzae (anamorf *Pyricularia oryzae*) je prouzročivač sušice klasa i lista strnih žita. Osim što je patogen komercijalno značajnih biljnih vrsta, zaražava i livadsku travu i korovske biljke. U okviru vrste *M. oryzae* razlikuje se više patotipova. Patotip *Magnaporthe oryzae Triticum* (MoT) zaražava pšenicu i nekoliko drugih vrsta iz porodice trava. *M. oryzae* je prvi put otkrivena u Brazilu 1985. godine i od tada predstavlja pretnju proizvodnji pšenice i u drugim delovima sveta uključujući Bangladeš kao i u zemljama EU. Patogen MoT može zaraziti sve nadzemne delove biljke, ali najčešći simptomi se javljaju na klasu i veoma su slični simptomima fuzarioze klasa. Tokom proizvodne 2022/2023. godine sume padavina u aprilu i maju su na lokalitetu Rimski šančevi nadmašile sedamneasetogodišnje proseke, dok je temperatura u maju bila na nivou višegodišnjeg proseka. Time su se ostvarili uslovi povoljni za pojavu *M. oryzae*. Mikroskopskim pregledom plevica i vretena zaraženih klasova sorti sa više lokaliteta utvrđeno je prisustvo konidija bespolne generacije *Pyricularia oryzae*. Imajući u vidu da MoT nije svrstana u grupu karantinskih patogena u mnogim zemljama EU, ovaj rad ukazuje na rizik prisustva *M. oryzae* u Srbiji, kao i na značaj praćenja pojave *M. oryzae* na korovima, travama i strnim žitima kako bi se na vreme reagovalo u zaštiti useva od ovog patogena.

Ključne reči: *Magnaporthe oryzae*, rizik pojave, mere kontrole

UVOD

Magnaporthe oryzae B. C. Couch (anamorf *Pyricularia oryzae*) pripada askomikotama i pored pirinča zaražava i druge vrste kao što su pšenica, ječam, tritikale, ovas, jednogodišnja i višegodišnja livadska trava (*Lolium perenne*) kao i korovske biljke (Ou, 1985). U okviru vrste *M. oryzae* razlikuje se više patotipova u zavisnosti od specijalizacije prema domaćinima (Urashima i sar., 1993; Kato i sar., 2000; Gladieux i sar., 2018). Patotip *Oryza* (MoO) zaražava pirinač, dok *Magnaporthe oryzae Triticum* (MoT) zaražava pšenicu i nekoliko drugih vrsta

iz porodice trava (Urashima i sar., 1999; Tosa i sar., 2006; Gladieux i sar., 2018). Izolati MoO su genetički različiti od onih koji zaražavaju pšenicu i uglavnom nisu registrovani na pšenici (Prabhu i sar., 1992; Urashima i sar., 1993; Urashima i sar., 1999; Farman, 2002; Faivre-Rampant i sar., 2008; Tufan i sar., 2009; Maciel i sar., 2014; Chiapello i sar., 2015; Yoshida i sar., 2016). Međutim, MoT pored pšenice može zaraziti tritikale (\times Triticosecale), ječam, durum pšenicu, ovas i neke druge korovske vrste (Urashima i sar., 2004; Urashima i sar., 1993). U Kentakiju, SAD, 2011. godine u eksperimentalnom polju registrovana je *Magnaporthe oryzae Lolium* na jednom klasu pšenice što je ukazalo da patotipovi koji zaražavaju trave, mogu biti nađeni i na klasovima pšenice (Farman i sar., 2017; Inoue i sar., 2017; Maekawa i Schulze-Lefert, 2017).

Magnaporthe oryzae Triticum je prvi put registrovana u državi Paraná u Brazilu 1985. godine (Igarashi i sar., 1986; Goulart i sar., 2007; Kohli i sar., 2011) i od tada predstavlja ozbiljnu pretnju ne samo za 3 miliona hektara proizvodne površine pšenice u Južnoj Americi, već i za najveće žitnice širom sveta. U februaru 2016. godine, MoT je prvi put registrovana u Bangladešu (Južna Azija), kada je uništila više od 15.000 hektara pšenice u osam distrikta jugozapadnog i južnog dela Bangladeša (Callaway, 2016; Islam i sar., 2016; Malaker i sar., 2016). Epidemijska pojava MoT u Južnoj Aziji dramatično je smanjila prinose pšenice čak i do 100% i nastavila da se širi u nove distrikte Bangladeša. S obzirom da se MoT širi semenom ili vazdušnim strujama i da može da preživi na zaraženim žetvenim ostacima (Urashima i sar., 1999; Pizolotto i sar., 2019) indijska vlada je zabranila uzgajanje pšenice u područjima koja se graniče sa Bangladešom, u zoni do 2200 km od mesta pojave bolesti, i ograničila trgovinu pšenicom sa ugroženim područjima. Smatra se da je MoT unešena u Bangladeš trgovinom pšenice sa Brazilom (Ceresini i sar., 2018). U februaru 2018, MoT je registrovana i u Zambiji u okrugu Mpika u provinciji Muchinga.

Prema CABI CPC (2017), *M. oryzae* je prisutna u zemljama EU koje se bave uzgajanjem pirinča kao što su Bugarska, Francuska, Grčka, Italija, Portugal, Rumunija, Mađarska i Španija. Međutim, u Nemačkoj, Barragan i sar. (2022) su registrovali simptome *M. oryzae* i sestrinske vrste *Magnaporthe grisea* na travama *Setaria* spp. i *Digitaria* spp., iako su dotadašnje procene fitosanitarnog rizika, koje su sprovedli Institut Julius Kühn i Evropska i Mediteranska Organizacija za zaštitu bilja (EPPO), ukazivale da *M. oryzae* nije prisutna u Nemačkoj i da neće moći da postane patogen od ekonomskog značaja zbog nepovoljnih klimatskih uslova (EPPO, 2019). Barragan i sar. (2022) su u laboratorijski uslovima utvrdili da izolati *M. oryzae* izolovani sa *Setaria* spp. mogu da izvrše zarazu pšenice i ječma, dok su izolati *M. grisea* bili avirulentni. Imajući u vidu da izolati *M. oryzae* koji se javljaju u prirodnim populacijama imaju kompatibilne polove i varijabilne gene efektoriskih proteina, adaptivni potencijal patogena je velik a time i rizik zaraze različitih domaćina uključujući i ekonomski značajne vrste žitarica.

Imajući u vidu da je: 1) klasično oplemenjivanje na otpornost pšenice prema MoT ograničeno malim brojem gena, koji uključuju 2NS translokaciju, Rmg8 i RmgGR119, i da oni mogu biti prevaziđeni novim virulentnim grupama patogena; 2) da je biologija MoT slabo poznata (Cruz i sar., 2016b; Anh i sar., 2015; Ceresini i sar., 2018; Wang i sar., 2018), 3) da molekularne metode za detekciju *M. oryzae* nisu validovane na velikom broju uzoraka različitog porekla, i 4) da MoT nije svrstana u grupu karantinskih patogena u mnogim zemljama Evropske Unije s obzirom da je registrovana u većini od njih, veoma je značajno da ukažemo na pojavu, rizike i kompleksnost pojave *M. oryzae* kako bi na vreme reagovali u zaštiti useva od ovog patogena u Srbiji.

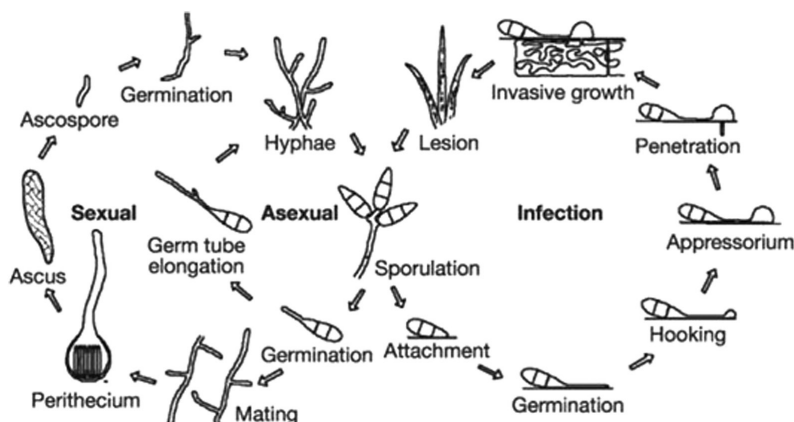
Simptomi bolesti

Tačna i rana detekcija MoT je jedna od strategija za kontrolu pojave bolesti u epidemijским razmerama. Patogen MoT može zaraziti sve nadzemne delove biljke (Igarashi, 1990), ali najčešći simptomi se javljaju na klasu i njihova dijagnostika je teška jer su slični simptomima fuzarioze klasa (Pieck i sar., 2017). Najčešći simptom MoT je potpuno ili delimično izbeljivanje klasa iznad mesta infekcije praćen sivkastim tragovima u osnovi plevica, koji ukazuju na sporulaciju na mestu infekcije (Goulart i sar., 2007; Islam i sar., 2016; Surovy i sar., 2020). Infekcija u ranom stadijumu cvetanja rezultira sterilnošću klasa (Urashima i sar., 2009). Iako se MoT može izolovati sa plevica i osja, najveća šteta nastaje kada je zahvaćeno vreteno klasa jer je tada sprečen dalji razvoj semena. Ako se bolest pojavi tokom klasanja može doći do potpune sterilnosti klasa (Igarashi, 1990; Igarashi i sar., 1986). Kada se primete simptomi na klasu kasno je za primenu hemijskih tretmana i gubici prinosa mogu biti od 10 do 100% (Kohli i sar., 2011). Simptomi zaraze pšenice MoT mogu se javiti i na listu u vidu vodenastih pega koje tokom napredovanja bolesti prelaze u sivkaste sočivaste pege. Sočivaste pege se tokom sezone šire i spajaju sa drugim pegama obuhvatajući celokupan list. Imajući u vidu simptome koje *M. oryzae* stvara na klasu i listu obolele biljke, **najadekvatniji naziv bolesti na srpskom jeziku bio bi sušica klasa i lista strnih žita.**

Životni ciklus i biologija infekcije patogena MoT

Izolati patogena MoT mogu zaraziti sve nadzemne delove biljke pšenice. Međutim, proces infekcije na listovima i klasovima pšenice još uvek nije dovoljno istražen. U dosadašnjim istraživanjima utvrđeno je da MoO izlučuje određene efektorske proteine kao što su Avr-Pita, Avr-Pii, Avr-Piz-t, Pw11, ACE1, Bas1–4, Slp1 i Mc69 koji inhibiraju imuni odgovor domaćina vezivanjem hitinskih oligosaharida u apoplastu i drugih komponenti imunog odgovora domaćina (Mentlak i sar., 2012; Liu i sar., 2013; Chen i sar., 2014). Takođe, MoO izlučuje monooksigenazu za biosintezu antibiotika i mikotoksina tenuazonske kiseline, što pomaže

razvijanju u biljnom tkivu i dalji biotrofni rast patogena (Kankanalai sar., 2007; Patkar i sar., 2015; Yan i Talbot, 2016). Gljiva MoO takođe proizvodi niz fitotoksičnih sekundarnih metabolita koji izazivaju propadanje ćelija domaćina. Međutim, naše razumevanje efektorske biologije MoT je veoma ograničena. Razvojni ciklus *M. oryzae* uključuje bespolni i polni stadijum (Slika 1).



Slika 1. Životni ciklus *M. oryzae* (anamorf *P. oryzae*)
(Modifikovano prema Dean i sar., 2005; Perello i sar., 2020)

Ciklus bolesti počinje sa aseksualnim sporama (konidijama), koje se šire s biljke na biljku preko vetra, rose i kiše i klijaju u roku od 2 do 3 sata ulazeći u tkivo lista (Talbot, 2003). Patogen je hemibiotrof, što znači da započinje proces infekcije u živom tkivu domaćina i završava destruktivnim nekrotrofnim načinom. Konidija se čvrsto pričvršćuje za površinu biljke domaćina apresorijom, nakon čega se formira germinaciona tuba koja ulazi u epidermalnu ćeliju lista putem tankog penetracionog čepa. Nakon toga, ona postaje infektivna hifa i raste unutar i između ćelija, što dovodi do razvoja pega (Hasan i sar., 2016). Početna infekcija lista manifestuje se smeđom pegom, koja se kasnije razvija u simptom vretenastog oblika sa sivim centrom i tamno smeđim rubom. Veličina, oblik i boja pega zavise od starosti pege, tipa otpornosti biljke domaćina i uslova spoljne sredine. Svaka pega na osetljivom domaćinu može dati više od 20.000 konidija, koje služe kao izvor sekundarnog širenja i novih infekcija. U povoljnim uslovima, pege se spajaju što dovodi do sušenja listova (Hasan i sar., 2016).

Prema Perello i sar. (2020) seksualna faza *M. oryzae* se retko dešava u prirodi na bilo kojem domaćinu. Askospore se proizvode u askusima unutar peritecija sa dugim vratovima, prozirne su, fuziformnog oblika (oblika vretena sa suženim krajevima) i imaju tri pregrade. Peritecije proizvode askuse u roku od 2-3 nedelje kada se sojevi suprotnih polnih tipova inkubiraju na ovsenom agaru u prisustvu svetla pri temperaturi od 20 °C. Zreli askusi se izbacuju kroz vratove peritecija, a askospore se oslobađaju u viskoznu tečnost. Askospore proizvode

apresorije za prodiranje u biljku domaćina. Seksualno plodni izolati takođe proizvode mikrokonidije polumesečastog oblika (dužine 6 µm i širine 0,7 µm) čija funkcija nije do kraja istražena.

Klimatski faktori povoljni za ostvarenje infekcije

Vremenski uslovi su veoma kritični faktori za ostvarenje infekcije MoT. Kišovito i vlažno vreme tokom faze klasanja pšenice utiče na pojavu i razvoj bolesti. Kombinacija nekoliko faktora kao što su viša temperatura, kiše tokom faze cvetanja, vlažnost lišća/klasa pogoduje pojavi bolesti (Goulart i sar., 2007; Islam i sar., 2019). Najjači intenziteti zaraze javljaju se u sezoni kada postoje kontinuirane kiše tokom perioda cvetanja, pri prosečnoj temperaturi 18–25 °C, praćene periodom sunčanog, vrućeg i vlažnog vremena (Kohli i sar., 2011). U drugom istraživanju, Cardoso i sar (2008) su objavili da temperatura od 25 do 30 °C i vlažnost klasa 25-40 sati mogu dovesti do jače pojave bolesti. Osim toga, Cruz i sar. (2015) su istakli da sporulacija MoT sa niskim nivoom početnog inokuluma pre početka formiranja klasa može obezbediti dovoljno sekundarnog inokuluma da pri povoljnim uslovima dovede do zaraza epidemijskih razmera.

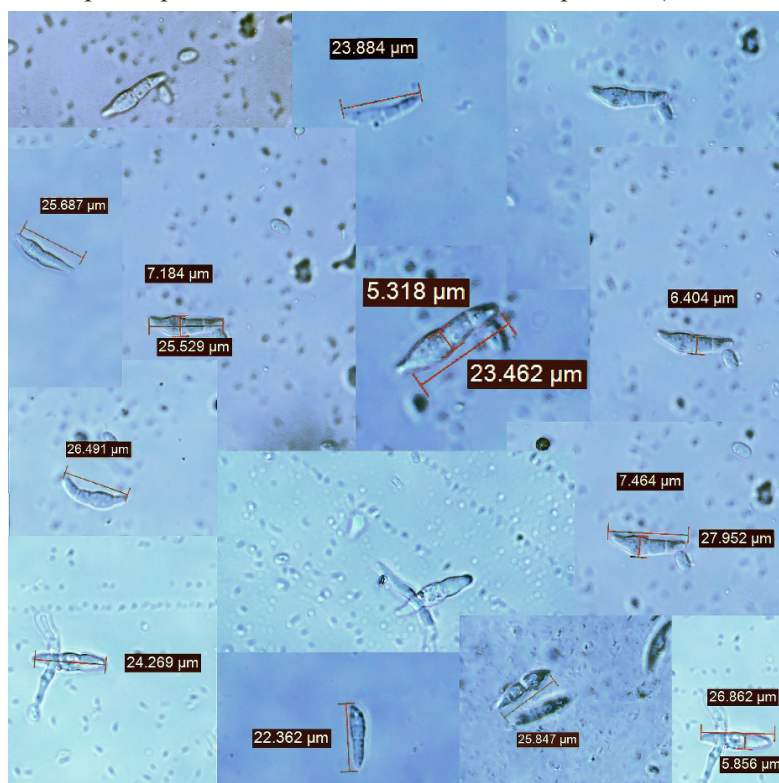
***Magnaporthe oryzae* - pojava i rizici za proizvodnju strnih žita u Srbiji**

U proizvodnoj 2022/2023. godini na klasovima različitih sorti koje smo prikupili sa više lokaliteta uočeni su simptomi *sušica klasa i lista strnih žita* (Slika 2). Kako je napomenuto, simptomi koje stvara *M. oryzae* mogu biti slični simptomima prouzrokovala fuzarioze klasa, kao i drugih patogena. Međutim, karakteristično za ove klasove je bila pojava sitnih sivih pega i sušenja pojedinih klasaka (Slika 2).

Mikroskopskim pregledom plevica i vretena zaraženih klasova, pri uvećanju x400 utvrđeno je prisustvo konidija bespolne generacije *Pyricularia oryzae*. Konidije *P. oryzae* su hijalinske do svetlo-sive boje, kruškastog oblika, sa dve septe. Dužina konidija se kretala od 22,3 µm do 27,9 µm, a širina od 5,8 do 7,5 µm (Slika 3). Dimenzije konidija bile su u skladu sa dimenzijama konidija koji vode poreklo sa izolata *P. oryzae* iz Bangladeša, i koje su obuhvatale raspon od 22,76 do 28,56 µm (Gupta i sar., 2020).

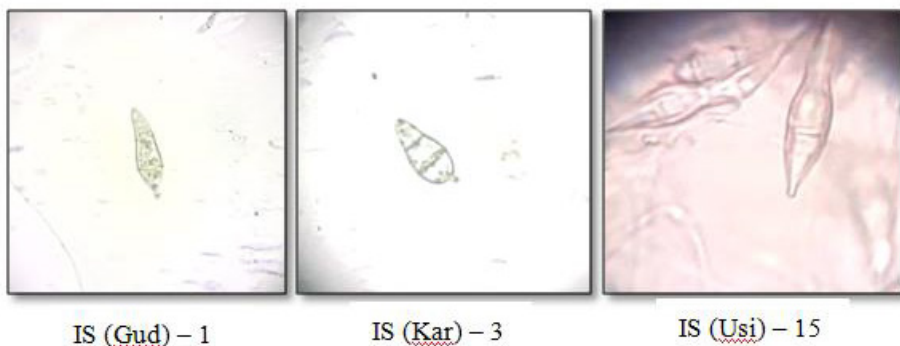


Slika 2. Simptomi prouzrokovana sušice klasa i lista pšenice (Foto: Jevtić, R.)



Slika 3. Konidije *Pyricularia oryzae* poreklom sa sorte pšenice Renesansa na lokalitetu Rimski šančevi proizvodne 2022/2023. godine (original)

Međutim, treba istaći da dimenzije konidija *P. oryzae* kao i njihov oblik mogu da variraju u zavisnosti od geografskog porekla izolata. Prema Rahila i sar (2020) dužina konidija *P. oryzae* poreklom iz Tamil Nadu, savezne države na jugu Indije, obuhavatala je raspon od 8 do 12 μm sa širinom od 3,3 do 3,6 μm . Konidije su se značajno razlikovale i po svom obliku sto je prikazano na Slici 3.



Slika 3. Konidije *P. oryzae* poreklom iz Gudalur (IS (Gud)-1), Kariapatti (IS (Kar)-3) i Usilampatti (IS (Usi)-15) države Tamil Nadu (Rahila i sar, 2020)

Tokom proizvodne 2022/2023. godine sume padavina u aprilu (63,9 mm) i maju (124,8 mm) su nadmašile sedamneasetogodišnje proseke (Tabla 1). Temperatrua u maju kada se se odvijava cvetanje pšenice u agroekološkim uslovima Vojvodine (lok. Rimski šančevi) bila je na nivou višegodišnjeg proseka i bliska optimalnim za ostvarenje infekcije *M. oryzae* (Tabela 1).

Tabela 1. Klimatski faktori na lokalitetu Rimski šančevi u 2023. godini

Godina	T januar °C	Padavine januar mm	T februar °C	Padavine februar mm	T mart °C	Padavine mart mm	T april °C	Padavine april mm	T maj °C	Padavine maj mm
2023	4.9	66.4	3.6	57.2	9	25.3	10.4	63.9	17.2	124.8
Prosek 2006- 2023	1.4	43.5	3.3	44.1	7.4	43.0	12.8	43.5	17.3	91.0

Imajući u vidu da molekularne metode za detekciju *M. oryzae* nisu validovane na velikom broju uzoraka različitog porekla, kao i da *M. oryzae* može činiti deo kompleksa patogena koji dovode do destrukcije klasa strnih žita u istoj vegetacionoj sezoni i biljci domaćinu, neohodna su dalja istraživanja kako bi se razvila pouzdana metoda za ranu dijagnostiku *M. oryzae* koja će posledično omogućiti uspešno praćenje i kontrolu ovog patogena.

UMESTO ZAKLJUČKA

Cilj ovog rada je bio da ukaže na rizike prisustva prisustva *M. oryzae* u Srbiji, kao i na kompleksnost i značaj praćenja pojave *M. oryzae* na korovima, travama i strnim žitima kako bi se na vreme reagovalo u zaštiti useva od ovog patogena.

Na prikupljenim uzorcima, iz različitih lokaliteta Srbije, nastaviće se istraživanja patogena *M. oryzae* i korelacija sa drugim patogenima koji su se javili na listu i klasu strnih žita, korovima i travama u 2023. godini. Svi rezultati biće potkrepljeni molekularnim analizama koje su u toku.

S obzirom da u Srbiji nisu vršena ispitivanja koja se direktno bave kontrolom *M. oryzae* u narednom periodu radiće se na testiranju genotipova strnih žita na otpornost i efikasnost pojedinih aktivnih materija prema ovom patogenu. U svetu već postoje iskustva vezana za tretiranje semena i fenofaze za folijarnu primenu fungicida. Međutim, pre primene mera suzbijanja, potrebno je unaprediti metode za ranu dijagnostiku i praćenje ovog patogena. U tom smislu u naša istraživanja uključićemo dosadašnje naučne rezultate i prilagoditi našim klimatskim uslovima.

Imajući u vidu simptome koje *M. oryzae* stvara na klasu i listu obolele biljke, **najadekvatniji naziv bolesti na srpskom jeziku bio bi sušica klasa i lista strnih žita**. Ovaj naziv je šireg značenja od uobičajenog naziva na engleskom jeziku (wheat blast) jer ukazuje na širi spektar domaćina koji mogu biti zaraženi i posledično ugroziti proizvodnju ekonomski značajnih biljnih vrsta. Zbog toga bi se u skladu sa nazivom na srpskom jeziku iza *sušica klasa i lista* dodavao naziv biljne vrste na kojoj je patogen determinisan (npr. *Sušica klasa i lista pšenice, ječma, ovsa, raži, tritikalea*).

Zahvalnica

Ovaj rad je realizovan kao rezultat projekta Ministarstva Nauke, Tehnološkog Razvoja i Inovacija Republike Srbije, Broj Projekta: 451-03-47/2023-01/200032.

LITERATURA

- Anh, V.L., Anh, N.T., Tagle, A.G., Vy, T.T., Inoue, Y., Takumi, S., et al. (2015): Rmg8, a new gene for resistance to *Triticum* isolates of *Pyricularia oryzae* in hexaploid wheat. *Phytopathology* 105(12):1568–72.
- Barragan, A.C., Latorre, S.M., Mock, P.G., et al. (2022): Wild grass isolates of *Magnaporthe* (Syn. *Pyricularia*) spp. from Germany can cause blast disease on cereal crops. *bioRxiv* 1-24. 10.1101/2022.08.29.505667..

- CABI CPC (2017): Datasheet on *Magnaporthe oryzae*. <http://www.cabi.org/cpc/datasheetreport?dsid=46103>. (accessed on 30-05-2017).
- Cardoso, C.A.A., Reis, E.M., Moreira, E.N. (2008): Development of a warning system for wheat blast caused by *Pyricularia grisea*. *Summa Phytopathol.* 34:216–21.
- Callaway, E. (2016): Devastating wheat fungus appears in Asia for first time. *Nature*, 532:421–2.
- Ceresini, P.C., Castroagudín, V.L., Rodrigues, F.A., Rios, J.A., Aucique-Pérez, C.E., Moreira, S.I., et al. (2018): Wheat blast: past, present, and future. *Annu Rev Phytopathol.* 56: 427–56.
- Cruz, C.D., Kiyuna, J., Bockus, W.W., Todd, T.C., Stack, J.P., Valent, B. (2015): *Magnaporthe oryzae* conidia on basal wheat leaves as a potential source of wheat blast inoculum. *Plant Pathol.* 64(6):1491–8.
- Cruz, C.D., Magarey, R.D., Christie, D.N., Fowler, G.A., Fernandes, J.M., Bockus, W.W., et al. (2016): Climate suitability for *Magnaporthe oryzae* Triticum pathotype in the United States. *Plant Dis.* 100:1979–87.
- Chen, X.L., Shi, T., Yang, J., Shi, W., Gao, X., Chen, D., et al. (2014): N-glycosylation of effector proteins by an α -1, 3-mannosyltransferase is required for the rice blast fungus to evade host innate immunity. *Plant Cell.* 26(3): 1360–76.
- Chiapello, H., Mallet, L., Guérin, C., Aguilera, G., Amselem, J., Kroj, T., et al. (2015): Deciphering genome content and evolutionary relationships of isolates from the fungus *Magnaporthe oryzae* attacking different host plants. *Genome Biol Evol.* 7:2896–912.
- EPPO (2019): Express PRA for *Magnaporthe oryzae* – Research and breeding – <https://pra.eppo.int/pras/5582c4e9-6c10-4f91-b132-e82c335c5fe0>
- Farman, M.L. (2002): *Pyricularia grisea* isolates causing gray leaf spot on perennial ryegrass (*Lolium perenne*) in the United States: relationship to *P. grisea* isolates from other host plants. *Phytopathol.* 92:245–54.
- Farman, M., Peterson, G., Chen, L., Starnes, J., Valent, B., Bachi, P., et al. (2017): The *Lolium* pathotype of *Magnaporthe oryzae* recovered from a single blasted wheat plant in the United States. *Plant Dis.* 101:684–92.
- Favre-Rampant, O., Thomas, J., Allegre, M., Morel, J.B., Tharreau, D., Notteghem, J.L., et al. (2008): Characterization of the model system rice-*Magnaporthe* for the study of non-host resistance in cereals. *New Phytol.* 180:899–910.
- Gladieux, P., Condon, B., Ravel, S., Soanes, D., Maciel, J.L., Nhani, A., et al. (2018): Gene flow between divergent cereal- and grass-specific lineages of the rice blast fungus *Magnaporthe oryzae*. *mBio.* 9:e01219–7.
- Goulart, A.C.P., Sousa, P.G., Urashima, A.S. (2007): Damages in wheat caused by infection of *Pyricularia grisea*. *Summa Phytopathol.* 33:358–63.

- Hasan Nor'Aishah, Mohd Y. Rafii, Harun, A. Rahim, Nusaibah Syd Ali, Norida Mazlan, and Shamsiah Abdullah (2016): Morphological and molecular characterization of fungal pathogen, *Magnaporthe oryzae*. AIP Conference Proceedings.
- Igarashi, S., Utiamada, C.M., Igarashi, L.C., Kazuma, A.H., Lopes, R.S. (1986): Occurrence of *Pyricularia* sp. in wheat (*Triticum aestivum* L.) in the state of Paraná, Brazil. *Fitopatol Bras.* 11:351–2.
- Igarashi, S. (1990): Update on wheat blast (*Pyricularia oryzae*) in Brazil. In: Saunders DA, editor. A proceeding of the international conference-wheat for the nontraditional warm areas. Mexico: CIMMYT; p. 480–3.
- Islam, M.T., Croll, D., Gladieux, P., Soanes, D.M., Persoons, A., Bhattacharjee, P, et al. (2016): Emergence of wheat blast in Bangladesh was caused by a south American lineage of *Magnaporthe oryzae*. *BMC Biol.* 14:84.
- Islam, T. (2019): CRISPR-Cas technology in modifying food crops. *CAB Rev.* 14:50. doi.org/10.1079/PAVSNNR201914050.
- Inoue, Y., Vy, T.T.P., Yoshida, K., Asano, H., Mitsuoka, C., Asuke, S., et al. (2017): Evolution of the wheat blast fungus through functional losses in a host specificity determinant. *Science.* 357(6346):80–3.
- Kankanala, P., Czymmek, K., Valent, B. (2007): Roles for rice membrane dynamics and plasmodesmata during biotrophic invasion by the blast fungus. *Plant Cell.* 19:706–24.
- Kato, H., Yamamoto, M., Yamaguchi-Ozaki, T., Kadouchi, H., Iwamoto, Y., Nakayashiki, H., et al. (2000): Pathogenicity, mating ability and DNA restriction fragment length polymorphisms of *Pyricularia* populations isolated from Gramineae, Bambusideae and Zingiberaceae plants. *J Gen Plant Pathol.* 66:30–47.
- Kohli, M.M., Mehta, Y.R., Guzman, E, De Viedma L, Cubilla LE. (2011): *Pyricularia* blast — a threat to wheat cultivation. *Czech J Genet Plant Breed.* 47:S130–4.
- Liu, W., Liu, J., Ning, Y., Ding, B., Wang, X., Wang, Z., et al. (2013): Recent progress in understanding PAMP-and effector-triggered immunity against the rice blast fungus *Magnaporthe oryzae*. *Mol Plant.*6(3):605–20.
- Maekawa, T., Schulze-Lefert, P. (2017): Caught in the jump. *Science.* 357(6346):31–2.
- Malaker, P.K., Barma, N.C.D., Tiwari, T.P., Collis, W.J., Duveiller, E., Singh, P.K., et al. (2016): First report of wheat blast caused by *Magnaporthe oryzae* pathotype *Triticum* in Bangladesh. *Plant Dis.* 100:2330.
- Maciel, J.L.N., Ceresini, P.C., Castroagudin, V.L., Zala, M., Kema, G.H.J., McDonald, B.A. (2014): Population structure and pathotype diversity of the wheat blast pathogen *Magnaporthe oryzae* 25 years after its emergence in

- Brazil. *Phytopathology*. 104:95–107. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-11-12-0294-R>.
- Mentlak, T.A., Kombrink, A., Shinya, T., Ryder, L.S., Otomo, I., Saitoh, H., et al. (2012): Effectormediated suppression of chitin-triggered immunity by *Magnaporthe oryzae* is necessary for rice blast disease. *Plant Cell*. 24:322–35
- Ou, S.H. (1985): *Rice Diseases*. IRRI
- Perelló, A.E., Consolo, V.F., Martinez, I. (2020): Ecology and Epidemiology of Wheat Blast. In: Kumar S., Kashyap PL., Singh GP (eds). *Wheat blust*. CRC Press, © 2020 Taylor & Francis Group, LLC. pp: 105-131.
- Patkar, R.N., Benke, P.I., Qu, Z., Chen, Y.Y., Yang, F., Swarup, S., et al. (2015): A fungal monooxygenase-derived jasmonate attenuates host innate immunity. *Nat Chem Biol*. 11:733–40.
- Pieck, M.L., Ruck, A., Farman, M.L., Peterson, G.L., Stack, J.P., Valent, B., et al. (2017): Genomicsbased marker discovery and diagnostic assay development for wheat blast. *Plant Dis*. 101(1):103–9.
- Pizolotto, C.A., Maciel, J.L.N., Fernandes, J.M.C., Boller, W. (2019): Saprotrophic survival of *Magnaporthe oryzae* in infested wheat residues. *Eur J Plant Pathol*. 153: 327–39.
- Prabhu, A.S., Filippi, M.C., Castro, N. (1992): Pathogenic variation among isolates of *Pyricularia oryzae* affecting rice, wheat and grasses in Brazil. *Trop Pest Manage*. 38:367–71.
- Rahila, R., S. Harish, K. Kalpana, Anand, G. (2020): Morphological and pathogenic variability of *Magnaporthe oryzae*, the incitant of rice blast. *Int.J.Curr. Microbiol.App.Sci*. 9(11):231-238. doi.org/10.20546/ijemas.2020.911.027
- Surovy, M.Z., Gupta, D.R., Mahmud, N.U., Bhattacharjee, P., Hossain, M.S., Meheub, M.S., Rahaman, M., et al. (2020): Modulation of nutritional and biochemical properties of wheat grains infected by the blast fungus *Magnaporthe oryzae* Triticum pathotype. *Front Microbiol*. doi.org/10.3389/fmicb.2020.01174.
- Tosa, Y., Tamba, H., Tanaka, K., Mayama, S. (2006): Genetic analysis of host species specificity of *Magnaporthe oryzae* isolates from rice and wheat. *Phytopathology* 96(5):480–4.
- Tufan, H.A., McGrann, G.R.D., Magusin, A., Morel, J.B., Miché, L., Boyd, L.A. (2009): Wheat blast: histopathology and transcriptome reprogramming in response to adapted and non-adapted *Magnaporthe* isolates. *New Phytol*. 184:473–84.
- Talbot, Nicholas, J. (2003): On the trail of a cereal killer: exploring the biology of *Magnaporthe grisea*. *Annual Reviews in Microbiology* 57 (1):177-202

- Urashima, A.S., Igarashi, S., Kato, H. (1993): Host range, mating type, and fertility of *Pyricularia grisea* from wheat in Brazil. *Plant Dis.* 77:1211–6.
- Urashima, A.S., Hashimoto, Y., Don, L.D., Kusaba, M., Tosa, Y., Nakayashiki, H., et al. (1999): Molecular analysis of the wheat blast population in Brazil with a homolog of retrotransposon MGR583. *Ann Phytopathol Soc Jpn.* 65:429–36.
- Urashima, A.S., Martins, T.D., Bueno, C.R.N.C., Favaro, D.B., Arruda, M.A., Mehta, Y.R. (2004): Triticale and barley: new hosts of *Magnaporthe grisea* in São Paulo, Brazil-relationship with blast of rice and wheat. In: Kawasaki S, editor. *Rice blast: interaction with Rice and control*. Dordrecht: Springer, p. 251–60
- Urashima, A.S., Grosso, C.R.F., Stabili, A., Freitas, E.G., Silva, C.P., Netto, D.C.S., et al. (2009): Effect of *Magnaporthe grisea* on seed germination, yield and quality of wheat. In: *Advances in genetics, genomics and control of Rice blast disease*. Dordrecht: Springer, p. 267–77.
- Wang, S., Asuke, S., Vy, T.T.P., Inoue, Y., Chuma, I., Win, J., et al. (2018): A new resistance gene in combination with Rmg8 confers strong resistance against *Triticum* isolates of *Pyricularia oryzae* in a common wheat landrace. *Phytopathology*.108: 1299–306.
- Yoshida, K., Saunders, D.G.O., Mitsuoka, C., Natsume, S., Kosugi, S., Saitoh, H., et al. (2016): Host specialization of the blast fungus *Magnaporthe oryzae* is associated with dynamic gain and loss of genes linked to transposable elements. *BMC Genomics* 17:370.
- Yan, X., Talbot, N.J. (2016): Investigating the cell biology of plant infection by the rice blast fungus *Magnaporthe oryzae*. *Curr Opin Microbiol.*34:147–53.

Abstract

CAUSAL AGENT OF WHEAT BLAST (*Magnaporthe oryzae*) - OCCURRENCE AND RISKS FOR WHEAT PRODUCTION IN SERBIA

Radivoje Jevtić, Vesna Župunski

Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad

E-mail: radivoje.jevtic@ifvcns.ns.ac.rs

Magnaporthe oryzae (anamorph *Pyricularia oryzae*) is the causal agent of wheat blast. Apart from being a pathogen of commercially significant plant species, it also infects weeds. Within the species *M. oryzae*, several pathotypes exist, with the pathotype *Magnaporthe oryzae Triticum* (MoT) infecting wheat and several other grass species. *M. oryzae* was first discovered in Brazil in 1985 and has since posed a threat to wheat production in various parts of the world, including Bangladesh and European Union countries. The MoT pathogen can infect all above-ground parts of the plant, but the most common symptoms appear on the ears and closely resemble symptoms of fusarium head blight. During the 2022/2023 growing season, precipitation levels in April and May at the Rimski šančevi exceeded seventeen-year averages, while the temperature in May was within the multi-year average range. These conditions created a favorable environment for the emergence of *M. oryzae*. Microscopic examination of infected ears revealed the presence of conidia from the asexual generation of *Pyricularia oryzae*. Considering that MoT is not classified as a quarantine pathogen in many EU countries, this study highlights the risk of the presence of *M. oryzae* in Serbia, as well as the importance of monitoring the occurrence of *M. oryzae* in weeds, grasses, and cereal grains to take timely action in protecting crops from this pathogen.

Key words: *Magnaporthe oryzae*, risk of occurrence, control measures