

**PRVI NALAZ TELEOMORFNOG STADIJUMA
PROUZROKOVAČA SIVE PEGAVOSTI LISTA
I KLASA PŠENICE *Leptosphaeria nodorum* U SRBIJI**

Radivoje Jevtić, Vesna Župunski

Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad
E-mail: radivoje.jevtic@ifvcns.ns.ac.rs

Izvod

Parastagonospora nodorum (teleomorf *Leptosphaeria nodorum*) je prouzročivač sive pegavosti lista i klasa pšenice. Prvi put je otkriven na pšenici 1845. godine i čest je u regionima sa relativno visokim, ili periodično visokim padavinama. *P. nodorum* izaziva simptome na svim nadzemnim delovima biljke, tj. listovima, stablu, plevama i osju. Patogen prezimljava na žetvenim ostacima pšenice u obliku pseudotecija i piknida. Askospore oslobođene iz pseudotecija obično čine izvor primarnog inokuluma, međutim, konidije oslobođene iz piknida sa žetvenih ostataka takođe mogu izvršiti zarazu klijanaca. Pored toga, poznato je da gljiva preživljava i na semenu u vidu dormantne micelije, tako da i zaraženo seme može biti izvor primarne infekcije. Tokom proizvodne 2022/2023. godine sume padavina u aprilu (63,9 mm) i maju (124,8 mm) nadmašile su sedamneasetogodišnje proseke čime su se stvorili uslovi za pojavu prouzročivača sive pegavosti lista i klasa pšenice. Mikroskopskim pregledom pega zaraženih listova pšenice utvrđeno je prisustvo polnog stadijuma (*L. nodorum*) prvi put u Srbiji. Bespolni stadijum (*P. nodorum*) uočen je na uzorcima zaraženih klasova na više sorti. Ovaj rad upućuje da se u budućnosti mora posvetiti posebna pažnja praćenju uslova koji bi mogli dovesti do jače pojave ovog patogena na proizvodnim površinama pšenice u Srbiji.

Ključne reči: *Parastagonospora nodorum*, *Leptosphaeria nodorum*, siva pegavost lista i klasa pšenice, pojava, kontrola

UVOD

Parastagonospora nodorum (sin. *Phaeosphaeria nodorum* (E. Müll.), sin. *Leptosphaeria nodorum* (E. Müll.), sin. *Stagonospora nodorum* (Berk.), sin. *Sep-toria nodorum* (Berk.)) je prouzročivač sive pegavosti lista i klasa pšenice. Prvi put je otkriven na pšenici 1845. godine (Baker, 1978) i čest je u regionima sa relativno visokim, ili periodično visokim padavinama, kao što su delovi Australije,

Kanade, Skandinavije, centralne i istočne Evrope, istočnih Sjedinjenih Američkih Država i Južne Amerike (Downie i sar., 2021). Najčešći domaćin *P. nodorum* je pšenica, mada može izvršiti zaražavanje i ječma (Cunfer, 2000) i divljih trava (Zhang i Nan, 2018). Gubici prinosa pšenice u velikoj meri zavise od sorte, agro-ekoloških uslova i samih izolata (Ficke i sar., 2018) i mogu doseći 50% (Mehra i sar., 2019; Eyal, 1981).

Za razliku od biotrofnih patogena, koji za razvoj zahtevaju živo tkivo domaćina, *P. nodorum* pripada nekrotrofnim patogenima koji aktivno uništavaju tkivo domaćina tokom kolonizacije, a zatim se hrane sadržajem mrtvih ili umirućih ćelija (Laluk i Mengiste, 2010). Simptomi sive pegavosti lista i klasa uključuju hlorozu i nekrozu lista pšenice, kao i promenu boje i nekrozu pleva (Solomon i sar., 2006). U praksi, siva pegavosti lista i klasa često se javlja u kombinaciji s drugim nekrotrofnim patogenima kao što su *Zymoseptoria tritici* i *Pyrenophora tritici-repentis*.

P. nodorum izaziva simptome na svim nadzemnim delovima biljke, tj. listovima, stablu, plevama i osju. Na listovima, početni simptomi se javljaju kao male tamne pege, obično duž središnjih nerava starijih listova koji su blizu površine zemlje. Ove pege obično imaju hlorotični omotač kao rezultat delovanja toksina koje proizvodi patogen. Sa napretkom bolesti, pege se šire i postaju ovalne (oblika sočiva) ili eliptične sa tamnosmeđim centrom. Zrela pega ima sivo-beo centar sa tamnosmeđim obodom. Pri jačim intenzitetima bolesti, pege se mogu spojiti i pokriti ceo list, što rezultira odumiranjem tkiva lista. Na klasu pšenice simptomi se javljaju na plevama kao tamno smeđe do smeđe obojene pege. Patogen takođe može izazvati tamnosmeđe pege na stabljikama i nodusima biljke domaćina odakle i potiče naziv vrste – *nodorum* (Mehra i sar., 2019).

U životnom ciklusu *P. nodorum* razlikujemo aseksualnu i seksualnu fazu razvoja. Aseksualna faza razvoja uključuje formiranje piknida i konidija. Konidije su prozirne i štapičaste, dužine 15–24 μm i širine 2.5–4.0 μm , i imaju tri (ponekad jednu do dve) septe (Mehra i sar., 2019). Potrebno je 8 do 12 sati zadržavanja vlage na listovima kako bi se konidije oslobodile iz piknida. Procenjuje se da ima prosečno 3 miliona konidija dostupnih na površini od 10 cm^2 lista. Ova visoka produkcija konidija osigurava dalje širenje konidija na gornje listove uz pomoć kišnih kapi. Piknidi se formiraju na biljci u roku od 7 do 14 dana nakon inokulacije u optimalnim uslovima temperature i vlažnosti. Tako kratak period inkubacije može rezultirati višestrukim ciklusima infekcije tokom sezone, što dovodi do stvaranja značajne količine sekundarnog inokuluma *L. nodorum* (Mehra i sar., 2019). Seksualna faza *L. nodorum* uključuje formiranje askusa sa askosporama u pseudotecijama. Askospore su četvoroćelijske i blago savijene, prozirne do žute boje, 19 do 32 μm dužine i 4 do 6 μm širine. Pseudotecije zahtevaju znatno duži period za razvoj u odnosu na piknide, zbog čega ih češće nalazimo na žetvenim ostacima pšenice nego na listovima (Mehra i sar., 2019). Patogen prezimljava na

žetvenim ostacima pšenice u obliku pseudotecija i piknida. Askospore oslobođene iz pseudotecija obično čine izvor primarnog inokuluma, međutim, konidije oslobođene iz piknida sa žetvenih ostataka takođe mogu izvršiti zarazu klijanaca. Pored toga, poznato je da gljiva preživljava i na semenu u vidu dormantne micelije tako da i zaraženo seme može biti izvor primarne infekcije (Downie i sar., 2021).

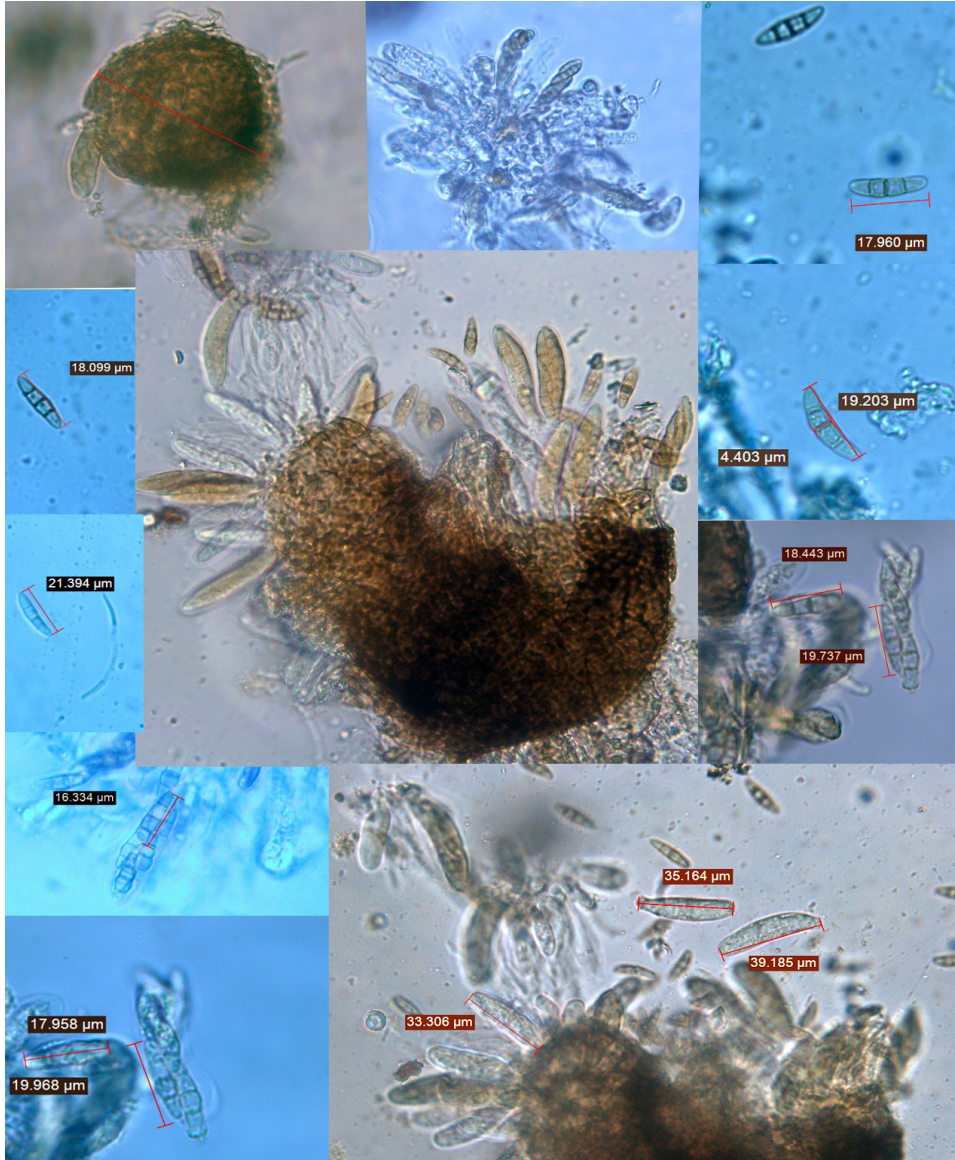
***P. NODORUM* - POJAVA I RIZICI ZA PROIZVODNJU PŠENICE U SRBIJI**

Septoriozne pegavosti lista i klasa pšenice se javljaju svake godine u jačem ili slabijem intenzitetu još u jesenjem delu vegetacije. Ukoliko je duga i topla jesen, na donjem lišću javljaju se prve pege u okviru kojih se formira mnoštvo piknida. Pege se šire, spajaju i dovode do odumiranja lista. Vrlo često lišće bliže površini zemljišta prerano gubi funkciju, propada i odumire. Ponekad je to korisno, jer se na taj način smanjuje lisna masa i usev u period bokorenja ne ulazi prebujan. U jesen 2022. godine u polju su zabeleženi visoki intenziteti zaraze, pa smo zbog povećanog procenta setve nedeklarisanog semena pretpostavili da je pored *Z. tritici* prisutna i *L. nodorum* jer se prenosi semenom (Emisija RTV1, 26.11.2022.). Vremenski uslovi početkom 2023. godine, ali i tokom prolećnog dela vegetacije, uticali su na stalno prisustvo i velike količine inokuluma prouzrokovala septoriozne pegavosti na lišću pšenice. Sve je to zahtevalo stalno praćenje i preduzimanje mera suzbijanja. Imajući u vidu i da do sada nisu razvijene komercijalne potpuno otporne sorte prema ovom patogenu (Lin i sar., 2020), ovaj rad upućuje da se u budućnosti mora posvetiti posebna pažnja praćenju uslova koji bi mogli dovesti do jače pojave ovog patogena na proizvodnim površinama pšenice u Srbiji.

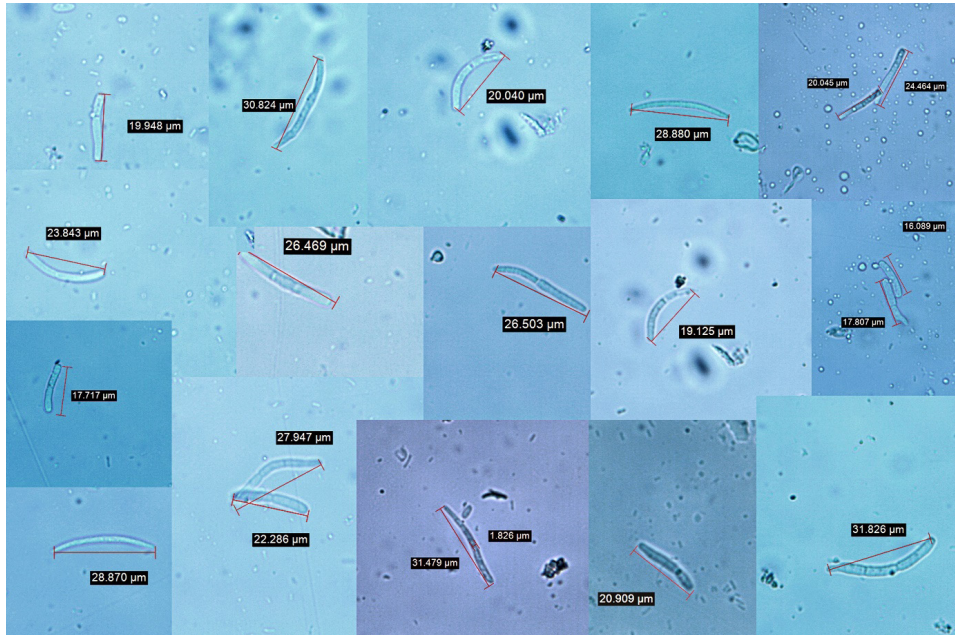
Na lokalitetu Rimski šančevi tokom proizvodne 2022/2023. godine, sume padavina u aprilu (63,9 mm) i maju (124,8 mm) nadmašile su sedamneasetogodišnje proseke, čime su se stvorili uslovi za pojavu prouzrokovala sive pegavosti lista i klasa pšenice.

Polni i bespolni stadijum gljive

Mikroskopskim pregledom pega zaraženih listova pšenice sa većeg broja sorti i lokaliteta pri uvećanju x400 utvrđeno je prisustvo polnog stadijuma (*L. nodorum*) prouzrokovala sive pegavosti lista i klasa pšenice (Slika 1). Prilikom ocenjivanja genotipova u polju (BBCH 71-73) na više lokaliteta na klasovima su uočeni karakteristični simptomi prouzrokovala sive pegavosti lista i klasa. Dominirao je bespolni stadijum gljive *P. nodorum* (Slika 2).



Slika 1. Polni stadijum (*L. nodorum*) prouzrokovaca sive pegavosti lista i klasa pšenice: pseudotecije, askus sa askosporama, askospore (original)



Slika 2. Bespolni stadijum gljive *P. nodorum* prouzrokovača sive pegavosti lista i klasa pšenice: konidije (original)

Konidije *P. nodorum* su hijalinske boje, štapićastog oblika, sa jednom do tri septe. Dužina konidija se kretala od 16 µm do 31 µm (Slika 2). Kod savršenog stadijum, prečnik pseudotecija iznosio je 72,7 µm. Askospore su četvoroćelijske, dužine od 16,3 do 21,3 µm. Dužina askusa obuhvatala je raspon on 33,3 do 39,1 µm (Slika 1).

Pre 1980. godine, *P. nodorum* je bio dominantan patogen u okviru kompleksa prouzrokovača pegavosti lista pšenice u Evropi (Bearechell i sar., 2005). Međutim, poslednjih decenija prouzrokovač sive pegavosti lista pšenice (*Zymoseptoria tritici*) postao je dominantan patogen u većini severozapadnih evropskih zemalja (Bearechell i sar., 2005; Shaw i sar., 2008). Razlozi za ovu promenu nisu u potpunosti objašnjeni i pripisani su povećanoj podložnosti domaćina prema *Z. tritici*, klimatskim promenama, većoj upotrebi đubriva i povećanoj emisiji SO₂ (West i sar., 2012; Shaw i sar., 2008). Važno je napomenuti da u Norveškoj *P. nodorum* i dalje predomina nad ostalim nekrotrofnim patogenima pšenice (Lin i sar., 2020). Pojava predominacije *Z. tritici* nad *P. nodorum* može se možda pripisati boljoj prilagodljivosti *Z. tritici* fungicidima, mada bi ova hipoteza zahtevala dalja istraživanja (Downie i sar., 2021). I pored ovih promena u predominaciji *Z. tritici* nad *P. nodorum*, *P. nodorum* ostaje važan patogen pšenice širom sveta i nastavlja da se širi u nove ekološke niše. Na primer, 2017. godine prvi put je uočen na spelti (*T. dicoccoides*) u Turskoj, a zbog promenjenih klimatskih uslo-

va, *P. nodorum* je postao ozbiljan problem i u Himachal Pradesh u Indiji (Cat i sar., 2018; Katoch i sar., 2019). Rezultati i ovog rada upućuju i na prvu pojavu *P. nodorum* u Srbiji.

UMESTO ZAKLJUČKA

Prva detaljna proučavanja *Septoria tritici* u Srbiji dao je u svojoj doktorskoj disertaciji naš poznati bakteriolog prof. Momčilo Arsenijević davne 1965. godine.

Proučavanja *L. nodorum* bila su vezana za zapadni deo bivše Jugoslavije, pre svega Hrvatsku i Sloveniju. U Hrvatskoj ovom problematikom se bavio dr Bogdan Korić. On je dao značajan doprinos da se bolje razumeju gubici u prinosu, uticaj na kvalitet semena, efikasnost fungicida i otpornost pšenice u stadijumu sejanaca i odraslih biljaka prema „smeđoj pjegavosti pljevica“. Ova proučavanja biće nam od velike koristi za izdvajanje izvora otpornosti i rad na otpornosti prema *L. nodorum*.

Imajući u vidu i da do sada nisu razvijene komercijalne potpuno otporne sorte prema ovom patogenu, u narednom periodu mora se posvetiti pažnja praćenju uslova koji bi mogli dovesti do jače pojave ovog patogena na proizvodnim površinama pšenice u Srbiji.

Nalazom savršenog stadijuma gljive *L. nodorum* ispunili smo deo duga prema prof. Arsenijeviću, koji mi je često sugerisao da treba da nađem savršene stadijume gljive iz roda *Septoria*.

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

- Baker, E. (1978): *Septoria*- The lurking threat to wheat yields. EPPO Bull. 8:9-20.
- Bearchell, S.J., Fraaije, B.A., Shaw, M.W., Fitt, B.D.L. (2005): Wheat archive links long-term fungal pathogen population dynamics to air pollution. Proc Natl Acad Sci USA 102:5438–5442.
- Cat, A., Tekin, M., Akar, T., Catal, M. (2018): First report of *Stagonospora nodorum* blotch caused by *Parastagonospora nodorum* on emmer wheat (*Triticum dicoccum* Schrank) in Turkey. J Plant Pathol, 17: 42161
- Cunfer, B.M. (2000): *Stagonospora* and *Septoria* diseases of barley, oat and rye. Can J Plant 755 Pathol, 22: 332-348.
- Downie, R.C., Lin, M., Corsi, B., Ficke, A., Lillemo, M., Oliver, R.P., Phan, H.T.T., Tan, K.C., Cockram, J. (2021): *Septoria nodorum* blotch of wheat:

- disease management and resistance breeding in the face of shifting disease dynamics and a changing environment. *Phytopathology*, 111(6), 906–920. doi.org/10.1094/PHYTO-07-20-0280-RVW
- Ficke, A., Cowger, C., Bergstrom, G., Brodal, G. (2018): Understanding yield loss and pathogen biology to improve disease management: Septoria nodorum blotch - a case study in wheat. *Plant Dis*, 102: 696-707.
- Katoch, S., Rana, S.K., Sharma, P.N. (2019): Application of PCR based diagnostics in the exploration of *Parastagonospora nodorum* prevalence in wheat growing regions of Himachal Pradesh. *J Plant Biochem Biot*, 28: 169-175
- Laluk, K., Mengiste, T. (2010): Necrotroph attacks on plants: wanton destruction or covert extortion? *Arabidopsis Book*, 8: e0136.
- Lin, M., Ficke, A., Cockram, J., Lillemo, M. (2020): Genetic structure of the Norwegian *Parastagonospora nodorum* populations. *Front Microbiol*, doi.org/10.3389/fmicb.2020.01280
- Mehra, L.K., Adhikari, U., Ojiambo, P.S., Cowger, C. (2019): Septoria nodorum blotch of wheat. *The Plant Health Instructor*. DOI: doi.org/10.1094/PHI-I-2019-0514-01
- Solomon, P., Lowe, R.G.T., Tan, K-C., Waters, O.D.C., Oliver, R.P. (2006): *Stagonospora nodorum*: cause of stagonospora nodorum blotch of wheat. *Mol Plant Pathol*, 7: 147–56.
- Shaw, M.W., Bearchell, S.J., Fitt, B.D.L., Fraaije, B.A. (2008): Long-term relationships between environment and abundance in wheat of *Phaeosphaeria nodorum* and *Mycosphaerella graminicola*. *New Phytol*, 177: 229-238.
- West, J.S., Townsend, J.A., Stevens, M., Fitt, B.D. (2012): Comparative biology of different plant pathogens to estimate effects of climate change on crop diseases in Europe. *EurJ Plant Pathol*, 133: 315-331.
- Zhang, Y., Nan, Z. (2018): First report of leaf blotch caused by *Parastagonospora nodorum* on *Leymus chinensis* (Chinese Rye Grass) in China. *Plant Dis*, 102.

Abstract

THE FIRST REPORT OF THE TELEOMORPH STAGE OF THE SEPTORIA NODORUM BLOTCH, *Leptosphaeria nodorum*, IN SERBIA

Radivoje Jevtić, Vesna Župunski

Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad

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

Parastagonospora nodorum (teleomorph *Leptosphaeria nodorum*) is the causal agent of septoria nodorum blotch (SNB). It was first discovered on wheat in 1845. and is common in regions with relatively high or periodically high rainfall. *P. nodorum* causes symptoms on all above-ground parts of the plant, including leaves, stems, glumes, and awns. The pathogen overwinters on wheat crop residues in the form of pseudothecia and pycnidia. Ascospores released from pseudothecia typically serve as the primary source of inoculum, but conidia released from pycnidia on crop residues can also infect seedlings. Additionally, the fungus is known to survive on seeds in the form of dormant mycelium, making infected seeds a potential source of primary infection. During the 2022/2023 growing season, precipitation totals in April (63.9 mm) and May (124.8 mm) exceeded seventeen-year averages, creating conditions conducive to occurrence of SNB. Microscopic examination of lesions on leaves of wheat variety revealed the presence of the sexual stage (*L. nodorum*) for the first time in Serbia. The asexual stage (*P. nodorum*) was observed on infected ears of different varieties. This study highlights the need for more attention in monitoring conditions that could lead to outbreak SNB in wheat production areas in Serbia.

Key words: *Parastagonospora nodorum*, *Leptosphaeria nodorum*, septoria nodorum blotch occurrence, control