

ŽUTA RĐA PŠENICE U SRBIJI – IZAZOVI KONTROLE I PERSPEKTIVE

**Radivoje Jevtić, Vesna Župunski, Bojan Jocković,
Sonja Ilin, Branka Orbović**

Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad

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

Izvod

Prouzrokovač žute rđe (*Puccinia striiformis* f.sp. *tritici*) dobio je na posebnom značaju u Srbiji od proizvodne 2013/2014, iako je u genetičkoj kolekciji na Rimskim šančevima registrovan od strane Jevtića i sar. još 1997. godine. Imajući u vidu način prenošenja prouzrokovača žute rđe i visoku sposobnost prevazilaženja otpornosti biljaka domaćina, cilj ovog rada je da ukaže na faktore koji utiču na dinamiku pojave i osnovne probleme u kontroli ovog patogena u Srbiji. Klimatski faktori 2023. godine pogodovali su jačoj pojavi žute rđe pšenice u Srbiji kao i 2014, 2016. i 2018. Međutim, ne treba izgubiti iz vida da se rasni sastav ovog patogena može menjati iz godine u godinu, kao i da reakcija osetljivosti i/ili otpornosti genotipova pšenice zavisi od kombinovanog efekta abiotičkog i biotičkog stresa. Kompleksnost delovanja faktora koji utiču na nivo osetljivosti ili pad otpornosti pšenice prema žutoj rđi potvrđen je i u genetičkoj kolekciji na Rimskim šančevima 2023. godine kada je značajno veći broj genotipova (80%) bio zaražen žutom rđom nego prethodnih godina sa indeksom oboljenja preko 41%. Procenat genotipova sa reakcijom osetljivosti prema žutoj rđi (DI>41%) bio je 47,7 % u 2016. i 43 % u 2018. godini.

Ključne reči: pšenica, žuta rđa, dinamika pojave, mere kontrole

UVOD

Prouzrokovač žute rđe (*Puccinia striiformis* f.sp. *tritici*) dobio je na posebnom značaju u Srbiji od proizvodne 2013/2014, iako je u genetičkoj kolekciji na Rimskim šančevima registrovan od strane Jevtića i sar. još 1997. godine (Jevtić i sar., 1997, Jevtić i sar., 2014a, Jevtić i sar., 2014b). Prvo upozorenje na opasnost od jače pojave žute rđe u Srbiji usled klimatskih promena ukazali su Jevtić i Jasnić 2007. godine. Do 2014. godine, dominantna vrsta bila je *Puccinia triticina*, prouzrokovač lisne rđe, koja je u pojedinim godinama (1994, 2001, 2004 i 2007) na oglednim površinama dovela do gubitaka prinosa čak do 50% (Jevtić i sar., 1995; Jevtić i sar., 2020). Međutim, zbog promenjenih klimatskih

uslova 2014, kada su zimske temperature u januaru (4,2 °C) i februaru (6,1 °C) premašile prosečne temperature (-0,1 °C u januaru i 1,8 °C u februaru) od 1964. godine, žuta rđa je preovladavala nad lisnom rđom i dovela do ogromnih šteta u proizvodnji (Jevtić i sar., 2017). U usevima pšenice, indeksi oboljenja od žute rđe u 2014. godini kretali su se od 40% do 60%, ali u genetičkoj kolekciji testiranoj u poljskim ogledima Instituta za ratarstvo i povrtarstvo na Rimskim šančevima, indeksi oboljenja od žute rđe dosegali su 90% i rezultirali gubitkom prinosa od 60% (Jevtić i sar., 2020).

Puccinia striiformis f.sp. *tritici* je obligatni patogen koji ima sposobnost širenja na velike razdaljine vazдушnim strujama što je ujedno i osnovni način njegovog prenošenja (Zadoks, 1961; Hodson, 2011; Hovmøller i sar., 2011). Iako se pri jakim intenzitetima zaraze uredospore mogu uočiti i na klasu biljke domaćina, žuta rđa se ne prenosi semenom. Razlikujemo 6 osnovnih genetičkih grupa ovog patogena i svaki je predominantan u pojedinim regionima u svetu: G1 u Kini; G2 u Nepal; G3 u Pakistanu; G4 na Bliskom istoku i istočnoj Africi; G5 u Mediteranu i Centralnoj Aziji i G6 u Severo-zapadnoj Evropi (Ali i sar., 2014). Centar diverziteta žute rđe je Himalajska regija gde ujedno dolazi i do najvećih promena u genetičkoj strukturi patogena, za razliku od klonalne populacijske strukture koja dominira u Evropi, Americi i Australiji (Wellings i MekIntosh, 1990; Hovmøller i sar., 2011; Ali i sar., 2014).

U Evropi, većina dominantnih rasa do 2010. godine bila je tipična za severozapadno-evropsku genetičku grupu, dok su egzotične rase imale samo manji uticaj na proizvodnju pšenice u Evropi (de Vallavieille-Pope i sar., 2012). Pre 2011. godine populacija *P. striiformis* u Evropi bila je dominantno klonalna i zavisila je od mutacija i intrakontinentalne disperzije s malim uticajem seksualne rekombinacije (Hovmøller i sar., 2002). U klonalnoj populaciji, mutacije i naknadna selekcija generisale bi nove rase virulentne prema postojećim genima otpornosti domaćina (Linde i sar., 2002; de Vallavieille-Pope i sar., 2012). Međutim, 2011. godine u mnogim evropskim zemljama otkrivene su dve nove rase, nazvane Warrior i Kranich, koje su pokazale značajno veću genetičku varijabilnost u odnosu na rase prethodne klonalne populacije. Warrior i Kranich su izazvale ogromne probleme u proizvodnji pšenice između ostalog i zato što su bile virulentne za sorte koje su nosile dugotrajnu otpornost prema prevalentnim rasama prouzrokovala žute rđe (Sørensen i sar., 2014).

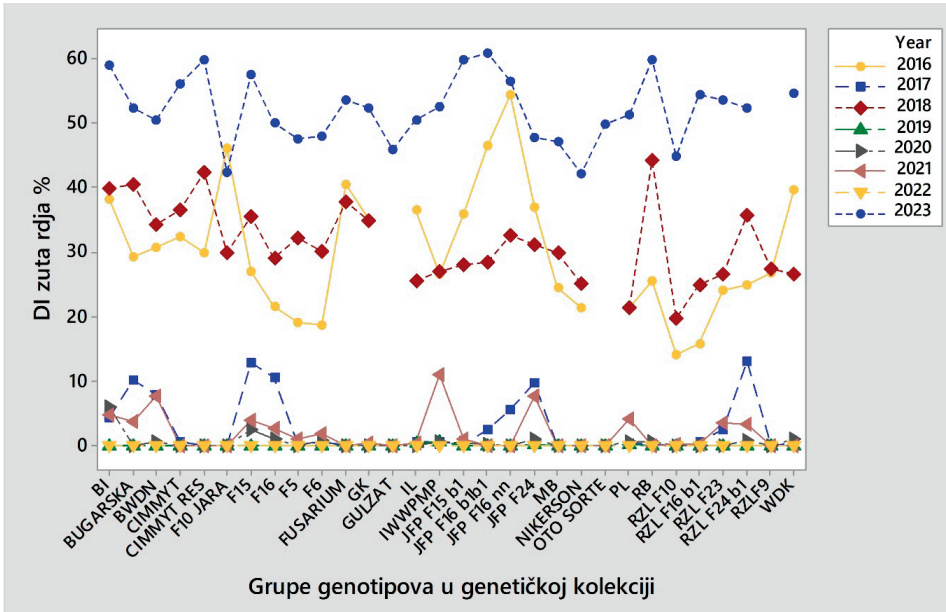
Kao i u mnogim evropskim zemljama, rasa Warrior žute rđe pšenice, postala dominantna i u Srbiji 2014. godine (Jevtić i sar., 2014a, Jevtić i sar., 2014b). Ovi rezultati naglašavaju činjenicu da uprkos kontinuiranom razvoju sorti pšenice sa otpornošću na prevalentnu populaciju patogena, introdukcija novih rasa žute rđe može započeti infekcije epidemijskih razmera i to na kontinentalnom nivou (Brown i Hovmøller, 2002). Imajući u vidu način prenošenja prouzrokovala žute rđe i visoku sposobnost prevazilaženja otpornosti biljaka domaćina, cilj ovog

rada je da ukaže na faktore koji utiču na dinamiku pojave i osnovne probleme u kontroli ovog patogena u Srbiji.

EKSTREMNA VARIRANJA KLIMATSKIH FAKTORA – UTICAJ NA ŽIVOTNI CIKLUS I POJAVU ŽUTE RĐE PŠENICE

Osnovni prioritet Instituta za ratarstvo i povtarstvo iz Novog Sada je obezbeđenje održive proizvodnje pšenice, te i praćenje prisustva prouzrokovala rđa pšenice na teritoriji Srbije i oplemenjivanje na otpornost prema ovom oboljenju. Značajniji rezultati testiranja na otpornost počeli su se ostvarivati sredinom šezdesetih godina prošlog veka. Centar za nacionalna i međunarodna istraživanja lisne rđe, osnovan je 1966. godine u Novom Sadu (Bošković M., 1966). Poznato je da prouzrokovali žute i lisne rđe imaju različite zahteve u pogledu klimatskih uslova za započinjanje inicijacije i razvoj bolesti (Roelfs i sar., 1992). Potvrđeno je u dosadašnjim istraživanjima da povišene temperature u zimskom periodu favorizuju razvoj žute rđe (Hovmøller i sar., 2016). U genetičkoj kolekciji na Rimskim šančevima koja uključuje 2828 genotipova pšenice od 2016. godine jača pojava žute rđe zabeležena je 2016, 2018. i 2023. godine (Slika 1).

U periodu od 2016. do 2023. Srbija se suočila sa ekstremnim fluktuacijama klimatskih faktora, pri čemu su se temperature u januaru i februaru razlikovale u rasponu od gotovo 10 °C (od -5 do +5 °C u januaru) i 6,3 °C (od 1,2 do 7,5 °C u februaru). Takođe je zabeležena velika razlika u ukupnoj količini padavina u rasponu od 1 do 65,5 mm u martu kao i od 11,1 do 74.5 mm u aprilu mesecu. U godinama kada je dolazilo do jače pojave žute rđe, prosečne temperature u januaru i/ili u februaru prelazile su 4 °C što je značajno više od prosečnih temperatura u januaru (1,4°C) i februaru (3,4 °C) u poslednjih 18 godina. Treba istaći i da je suma padavina u tim godinama bila optimalna za ostvarnje infekcija, za razliku od godina kada su temperaturni uslovi u zimskom periodu bili povoljni za pojavu žute rđe, ali padavine nisu kao 2022. kada je suma padavina u martu bila 1 mm.



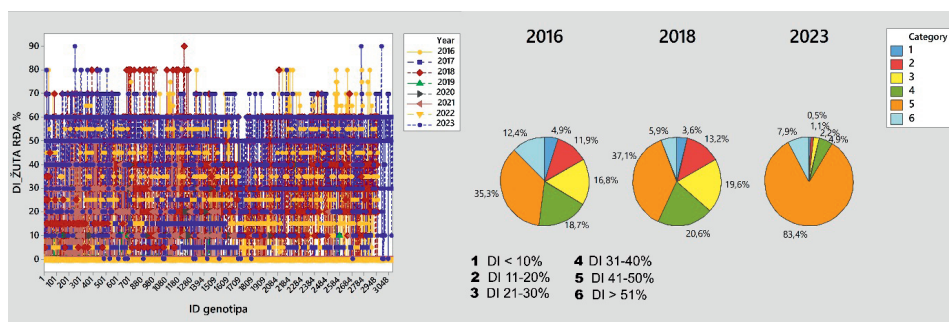
Slika 1. Pojava žute rđe u genetičkoj kolekciji na Rimskim šančevima na 2828 genotipa pšenice od 2016 do 2023 godine

Praćenje klimatskih faktora koji utiču na razvojni ciklus žute rđe su svakako osnova za uspešnu prognozu i kontrolu pojave žute rđe, međutim ne treba izgubiti iz vida da se rasni sastav ovog patogena može menjati iz godine u godinu, kao i da reakcija osetljivosti i/ili otpornosti genotipova pšenice zavisi od kombinovanog efekta abiotičkog i biotičkog stresa. Na to ukazuju i prosečni indeksi oboljenja žutom rđom u genetičkoj kolekciji na Rimskim šančevima koji su 2023. godine bili veći od 50%, dok su 2016. i 2018. bili manji od 45% (Slika 1).

PROMENE U ODNOSIMA OBLIGATNIH PATOGENA I OSETLJIVOSTI BILJKE DOMAĆINA NA PROUZROKOVAČA ŽUTE RĐE

Specifični zahtevi žute rđe za visokim zimskim temperaturama pokrenuli su razvoj modela prognoze žute rđe u mnogim zemljama (Jarroudi i sar., 2017; Sharma-Poudyal i Chen, 2011). Međutim, ti modeli obično su se sastojali od različitih kombinacija zimskih klimatskih faktora u zavisnosti od regiona i klimatske zone, uticaj sorte na pojavu žute rđe obično je bio potcenjen i izostavljen. Koliko je bitno imati u vidu varijabilnost u reakcijama osetljivosti/otpornosti sorte na žutu rđu ukazuju i istraživanja pojave obligatnih patogena u genetičkoj kolekciji na Rimskim šančevima od 2016. do 2023. Tokom 2018. godine, u genetičkoj kolekciji lisna rđa je prevladavala nad žutom rđom u 21% genotipova, iako su 2018 bili ostvareni povoljni klimatski uslovi za pojavu žute rđe koja se ujedno i smatra agresivnijim patogenom (Jevtić i sar., 2020). Bitno je

istaći da je kod iste grupe genotipova 2016. godine žuta rđa bila predominantna (Jevtić i sar., 2020). Osim toga, 2023 došlo je do jače pojave žute rđe kod značajno većeg broja genotipova nego u prethodnim godinama od čega je indeks oboljnjia žutom rdom prešao 41% kod više od 80% genotipova, dok je procenat genotipova sa reakcijom osetljivosti prema žutoj rđi (DI>41%) bio 47,7 % u 2016. i 43 % u 2018. godini (Slika 2)



Slika 2. Promena u reakciji otpornosti/osetljivosti genotipova pšenice na prouzrokača žute rđe u genetičkoj kolekciji na Rimskim šančevima od 2016. do 2023. godine

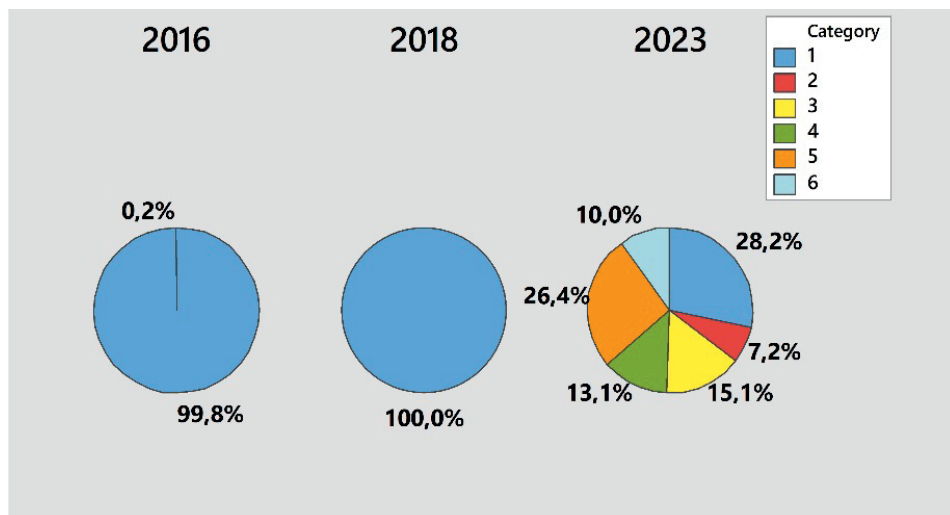
Kod genotipova sa DI većim od 60% list zastavičar je bio gotovo potpuno zahvaćen uredosorusima žute rđe (Slika 3).



Slika 3. Simptomi prouzrokača žute rđe na osetljivim genotipovima (Foto: Jevtić, R)

PAD OTPORNOSTI BILJKE DOMAĆINA

Neprestane promene u genetičkoj strukturi patogena kao i kombinovani efekat abiotičkog i biotičkog stresa, mogu dovesti do pada otpornosti biljke domaćina, tj. da genotipovi koji su duži niz godina bili otporni postanu osetljivi ili umereno osetljivi, kao što se to desilo u genetičkoj kolekciji na Rimskim šančevima 2023. U genetičkoj kolekciji na Rimskim šančevima kod 192 od 2828 genotipa (6,7%) u 2016. i 2018. indeks oboljenja žutom rđom nije prelazio 10%, dok je kod jednog genotipa 2016. indeks oboljenja bio 15%. Međutim, 2023. kod samo 51 genotipa od 2828 (1,8%) nije došlo do pada otpornosti, tj. indeksi oboljenja nisu prešli 10%. Kod preostala 142 genotipa koji su 2016. i 2018. bili otporni, došlo je do rasta intenziteta infekcije tako da je kod 7% od njih došli do reakcije umerene otpornosti (indeksi oboljenja nisu prešli 20%), dok je kod 10% genotipova došlo do pojave potpune osetljivosti (indeksi oboljenja su prešli 51%) (Slika 4).



Slika 4. Pad otpornosti prema prouzrokovaču žute rđe u genetičkoj kolekciji na Rimskim šančevima 2023. godine.

ŽUTA RĐA U PROIZVODNJI PŠENICE 2023. GODINE

Na osnovu višegodišnjeg iskustva jača pojava žute rđe je predviđena u 2023. godini, a javnost je upozorena putem televizijskih, radio emisija i štampanih medija. Najranija prognoza data je u specijalizovanom listu za poljoprivredu (Poljoprivrednik broj 2760 od 30. decembra 2022.). U tekstu pod nazivom: “Šta nas čeka u 2023. godini”, doslovno je napisano: “Ukoliko srednje dnevne temperature tokom januara i februara 2023. godine budu značajno više u odnosu na

višegodišnji prosek, može se očekivati jača pojava rđa, **pogotovo žute**". Nažalost prognoza se obistinila.

Najefikasniji i ekonomski najprihvatljiviji način suzbijanja žute rđe je gajenje otpornih sorti. Teorija da su strane sorte otpornije od domaćih potpuno je neosnovana jer poznato je da nove rase prevazilaze nivo otpornosti velikog broja sorti koje se gaje u Evropi i Srbiji. Mnogi proizvođači nisu uvideli problem sa žutom rđom, pa su to pripisivali drugim faktorima. Vreme za primenu fungicida bilo je ograničeno zbog promenljivih temperatura i čestih padavina u periodu vlatanja pšenice. Na pojedinim sortama zabeleženi su visoki intenziteti zaraze žutom rđom i pored preduzetih hemijskih mera suzbijanja. Primenjeni fungicidi preporučeni na osnovu ekonomske logike (manje količine aktivne materije), doveli su u pitanje efikasnost prema žutoj rđi i kompromitovali pojedine preparate. Zabravljena je činjenica da su infekcije pojedinih parazita zabeležene još u jesenjem delu vegetacije, a da je sporije ispoljavanje simptoma bilo vezano za nestabilno i promenljivo vreme tokom prolećnog dela vegetacije.

U odnosu na 2014. godinu kada su se za suzbijanje žute rđe preporučivale kombinacije triazola i strobilurina (Jevtić i sar., 2014a) u 2023. godini proširena je paleta aktivnih materija i preparata na bazi inhibitora sukcinat dehidrogenaze (SDHI). Time je tržište bilo zadovoljeno svim kombinacijama u pogledu efikasnosti i spektra delovanja. Međutim, i pored svih upozorenja Prognozno izveštajne službe (PIS) izostali su potpuni efekti jer se na pojedinim sortama žuta rđa dostigla visoke intenzitete zaraze na gornja tri lista. Pored subjektivnih treba uzeti u obzir i objektivne okolnosti pre svega promenljive vremenske prilike i nemogućnost pravovremene primene fungicida. Veliki vremenski razmaci između prvog i drugog tretmana omogućili su da se žuta rđa razvija izvan kontrole fungicidnog delovanja.

DISKUSIJA I ZAKLJUČAK

Zaštita useva pšenice od patogenana je uvek bio izazov imajući u vidu da patogeni neprekidno evoluiraju pod uticajem agroekoloških uslova, otpornih sorti i primenjenih pesticida. U okviru H2020 projekat Evropske unije (RustWatch: A European early-warning system for wheat rust diseases) koji je završen 2022, ukazano je da je došlo do pojave novih genetičkih grupa žute rđe, kao i da je u Evropi PstS10 trenutno dominantna genetička grupa sa 4 različite rase, dok je PstS7 (Warrior rasa) manje prisutna u Evropi nego prethodnih godina. Osim toga, uloženi su mnogi naponi da se odrede pragovi štetnosti i razviju matematički modeli za prognoziranje pojave bolesti i gubitaka prinosa. Mnoga od ovih istraživanja fokusirala su se na uticaj klimatskih promena na smanjenje prinosa i kvaliteta pšenice analizirajući uticaj abiotskih faktora (White i sar., 2011; Luck i sar., 2011; Newbery i sar., 2016). Međutim, uticaj kombinovanih efekata biotičkih i abiotičkih

faktora na gubitke prinosa obično je zanemaren (Juroszek i Von Tiedemann, 2013; White i sar., 2011) Heeb i sar. (2019) je promovisao strategiju kontrole štetnih organizama na osnovu podataka o klimatskim promenama, ali je takođe istakao da je vrlo malo verovatno da će biti moguće razviti opšti model za predviđanje pojave štetnih organizama izazvanih klimatskim promenama na lokalnom nivou i u kratkom roku. U dosadašnjim istraživanjima potvrđeno je da abiotički stres, poput visokih i niskih temperatura, suše i saliniteta zemljišta, mogu uticati na fiziološke procese i interakciju između biljke domaćina i patogena čime se mogu menjati i odbrambeni mehanizmi biljke domaćina prema patogenima (Pandey i sar., 2017). Regulatorna mreža za reakciju biljaka na abiotički i biotički stres sastoji se od mnogo komponenti koje mogu delovati antagonistički (Kissoudis i sar., 2014; Glazebrook, 2005; Yasuda i sar., 2008), tako da se odgovori biljaka na kombinovane faktore stresa ne mogu predvideti na osnovu reakcije biljke na pojedinačne abiotičke ili biotičke faktore stresa (Pandey i sar., 2017; Kissoudis i sar., 2014; Suzuki i sar., 2014). Kao posledica toga, kombinovani stres treba tretirati i proučavati u celini, a oplemenjivanju biljaka sa poboljšanom otpornošću na kombinovane abiotičke i biotičke faktore stresa treba dati prioritet.

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

- Ali, S., Gladieux, P., Leconte, M. et al. (2014): Origin, migration routes and worldwide population genetic structure of the wheat yellow rust pathogen *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*. PLoS Pathogens 10, e1003903.
- Bošković, M. (1966): The European Project of Wheat Leaf Rust Research. Complementary Agriculture, Vol. 14, No 1, 11-12, pp. 607-611.
- Brown, J.K.M., Hovmøller, M.S. (2002): Aerial dispersal of pathogens on the global and continental scales and its impact on plant disease. Science 297, 537–41.
- Glazebrook, J. (2005): Contrasting mechanisms of defense against biotrophic and necrotrophic pathogens. Annu. Rev. Phytopathol. 43, 205–227. <https://doi.org/10.1146/annur.ev.phyto.43.04020.4.13592.3>
- Heeb, L., Jenner, E. & Cock, M. J. W. (2019): Climate-smart pest management: building resilience of farms and landscapes to changing pest threats. J. Pest Sci. 92, 951–969. <https://doi.org/10.1007/s10340-019-01083-y>
- Hodson, D.P (2011): Shifting boundaries: challenges for rust monitoring. Euphytica 179, 93–104.

- Hovmøller, M.S., Justesen, A.F., Brown, J.K.M (2002): Clonality and longdistance migration of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* in north-west Europe. *Plant Pathology* 51, 24–32.
- Hovmøller, M.S., Sørensen, C.K., Walter, S., Justesen, A.F. (2011): Diversity of *Puccinia striiformis* on cereals and grasses. *Annual Review of Phytopathology* 49, 197–217
- Hovmøller, M. S. et al. (2016): Replacement of the European wheat yellow rust population by new races from the centre of diversity in the near-Himalayan region. *Plant Pathol.* 65, 402–411. <https://doi.org/10.1111/ppa.12433>
- Jarroudi, M. E. et al. (2017): A threshold-based weather model for predicting stripe rust infection in winter wheat. *Plant Dis.* 101, 693–703. <https://doi.org/10.1094/PDIS-12-16-1766-RE>
- Jevtić, R., Jerković, Z., Pribaković, M. (1995): Uzroci epifitocije lisne rđe na pšenici i ječmu u 1993/94. godini. *Biljni lekar*, 1:42-45.
- Jevtić, R., Jerković, Z., Denčić, S., Stojanović, S. (1997): Pojava žute rđe (*Puccinia striiformis*) na pšenici u 1997. godini. *Biljni lekar*, 4: 455-458.
- Jevtić, R., Jasnić, S. (2007): Adaptacija na pojavu bolesti izazvanih klimatskim promenama i procene rizika. *Klimatske promene i poljoprivredna proizvodnja u Srbiji: Prvi nacionalni skup o očekivanim promenama klime u Vojvodini i njihovim mogućim efektima*, Zbornik rezimea: 5-7.
- Jevtić, R., Lalošević, M., Jerković, Z., Mladenov, N., Hristov, N. (2014a): Žuta rđa preći da prepolovi prinos pšenice. *Biljni lekar*, 1: 6-13.
- Jevtić, R., Lalošević, M., Jerković, Z., Mladenov, N., Hristov, N. (2014b): Ratnik je stigao u Srbiju-Nova rasa žute rđe. *Biljni lekar*, 6: 504.
- Jevtić, R., Župunski, V., Lalošević, M., Župunski Lj. (2017): Predicting potential winter wheat yield losses caused by multiple disease systems and climatic conditions. *Crop Protection* 99: 17-25. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cropro.2017.05.005>
- Jevtić, R., Župunski, V., Lalošević M., Jocković B., Orbović B., Ilin, S. (2020): Diversity in susceptibility reactions of winter wheat genotypes to obligate pathogens under fluctuating climatic conditions. *Scientific Reports* 10:19608. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-76693-z>
- Juroszek, P., Von Tiedemann, A. (2013): Climate change and potential future risks through wheat diseases: a review. *Eur. J. Plant Pathol.* 136, 21–33. <https://doi.org/10.1007/s10658-012-0144-9>
- Kissoudis, C., van de Wiel, C., Visser, R. G. F., van der Linden, G. (2014): Enhancing crop resilience to combined abiotic and biotic stress through the dissection of physiological and molecular crosstalk. *Front. Plant Sci.* 5, 207. <https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00207>

- Linde, C.C., Zhan, J., McDonald, B.A. (2002): Population structure of *Mycosphaerella graminicola*: from lesions to continents. *Phytopathology* 92, 946–55.
- Luck, J. M. et al. (2011): Climate change and diseases of food crops. *Plant Pathol.* 60, 113–121. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2010.02414.x>
- Newbery, F., Qi, A., Fitt, B. D. L. (2016): Modelling impacts of climate change on arable crop diseases: progress, challenges and applications. *Curr. Opin. Plant Biol.* 32, 101–109. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2016.07.002>
- Pandey, P., Irulappan, V., Bagavathiannan, M. V. & Senthil-Kumar, M. (2017): Impact of combined abiotic and biotic stresses on plant growth and avenues for crop improvement by exploiting physio-morphological traits. *Front. Plant Sci.* 8, 537. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00537>
- Roelfs, A. P., Huerta-Espino, J., Marshall, D. (1992): Barley stripe rust in Texas. *Plant Dis.* 76, 538
- Sharma-Poudyal, D., Chen, X. M. (2011): Models for predicting potential yield loss of wheat caused by stripe rust in the U.S. Pacific Northwest. *Phytopathology* 101, 544–554. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-08-10-0215>
- Sørensen, C.K., Hovmøller, M.S., Leconte, M., Dedryver, F., de Vallavieille-Pope, C., (2014): New races of *Puccinia striiformis* found in Europe reveal race specificity of long-term effective adult plant resistance in wheat. *Phytopathology* 104, 1042–51.
- Suzuki, N., Rivero, R., Shulaev, M. V., Blumwald, E., Mittler, R. (2014): Abiotic and biotic stress combinations. *New Phytol.* 203, 32–43. <https://doi.org/10.1111/nph.12797>
- de Vallavieille-Pope, C., Ali, S., Leconte, M., Enjalbert, J., Delos, M., Rouzet, J. (2012): Virulence dynamics and regional structuring of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* in France between 1984 and 2009. *Plant Disease* 96, 131–40.
- White, J. W., Hoogenboom, G., Kimball, B. A. & Wall, G. W. (2011): Methodologies for simulating impacts of climate change on crop production. *Field Crops Res.* 124, 357–368. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2011.07.001>
- Wellings, C.R., McIntosh, R.A. (1990): *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* in Australasia: pathogenic changes during the first 10 years. *Plant Pathology* 39, 316–25.
- Yasuda, M. et al. (2008): Antagonistic interaction between systemic acquired resistance and the abscisic acid-mediated abiotic stress response in *Arabidopsis*. *Plant Cell* 20, 1678–1692. <https://doi.org/10.1105/tpc.107.05429>
- Zadoks, J.C (1961): Yellow rust on wheat studies in epidemiology and physiologic specialization. *Tijdschrift over Plantenziekten* 67, 69–256.

Abstract

YELLOW RUST OF WHEAT IN SERBIA - CONTROL CHALLENGES AND PERSPECTIVES

Radivoje Jevtić, Vesna Župunski, Bojan Jocković,
Sonja Ilin, Branka Orbović

Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad

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

The causal agent of yellow rust (*Puccinia striiformis* f.sp. *tritici*) gained special attention in Serbia since the 2013/2014 production year, although its presence in the genetic collection at Rimski šančevi was noted by Jevtić et al. as early as 1997. Considering the mode of transmission of the yellow rust and its high ability to overcome host plant resistance, the aim of this study is to highlight the factors that influence the dynamics of its occurrence and the main challenges in controlling this pathogen in Serbia. The climatic factors in 2023 favored occurrence of wheat yellow rust in Serbia, similar to 2014, 2016, and 2018. However, it should be noted that the race composition of this pathogen can change from year to year, and the susceptibility and/or resistance of wheat genotypes to yellow rust depends on the combined effect of abiotic and biotic stressors. The complexity of factors influencing the level of susceptibility or resistance breakdown in wheat towards yellow rust has also been confirmed in the genetic collection at Rimski šančevi in 2023 when a significantly higher number of genotypes (80%) were infected with yellow rust compared to previous years, with a disease index exceeding 41%. The percentage of genotypes showing susceptibility reaction to yellow rust (DI>41%) was 47.7% in 2016 and 43% in 2018.

Key words: wheat, yellow rust, occurrence dynamics, control measures