

ODPORNOST PŠENIČNE LISTNE PEGAVOSTI PROTI FUNGICIDOM IN UČINKOVITE STRATEGIJE NJENEGA NADZORA

Pšenična listna pegavost (PLP), ki jo povzroča gliva *Zymoseptoria tritici* (prej znana kot *Septoria tritici* oz. *Mycosphaerella graminicola*), je splošno razširjena in v zadnjih desetletjih tudi v Sloveniji najbolj pomembna bolezen pšenice, še posebej v letih z veliko padavinami.



Slika 1. Pšenična listna pegavost (foto: arhiv KIS)

Zatiranje pšenične listne pegavosti in razvoj odpornosti proti fungicidom

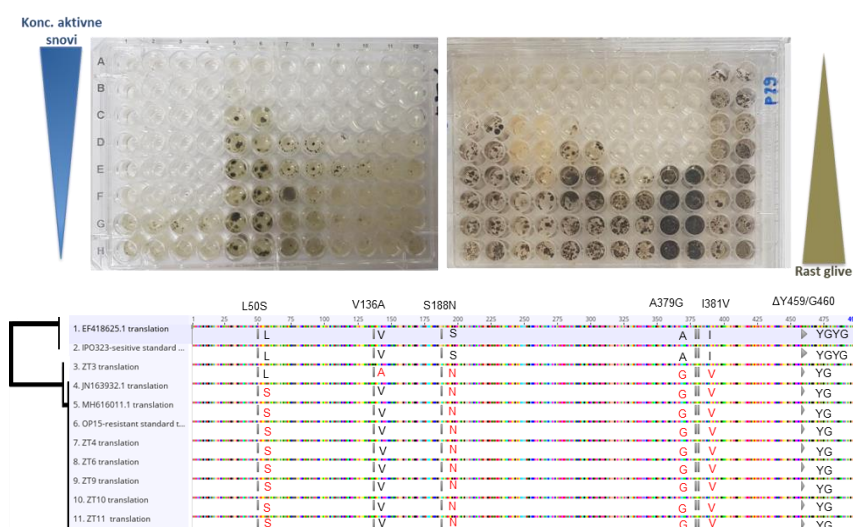
Za zatiranje PLP najpogosteje uporabljamo fungicide, ki se glede na način delovanja na glivo razvrščajo v skupino azolov / DMI fungicidov (FRAC skupina 3) in SDHI fungicidov (FRAC skupina 7), poleg teh pa se uporabljajo tudi fungicidi iz skupine strobilurinov / QoI fungicidi (FRAC skupina 11) ter fungicidi z večtarčnim delovanjem. Fungicidi iz različnih FRAC skupin imajo drugačno mesto delovanja za onemogočanje rasti ali razmnoževanja gliv. Za fungicide, katerih učinkovitost temelji na delovanju na samo enem tarčnem mestu, je verjetnost za razvoj odpornosti večja kot pri fungicidih, ki ovirajo več različnih procesov v razvoju gliv.

V naravi se običajno organizmi odzivajo na negativne pritiske iz okolice tako, da se jim poskušajo izogniti ali jih premagati. Tudi gliva *Z. tritici* se prilagaja na množično rabo fungicidov za njeno zatiranje. S kopičenjem mutacij v DNK zapisu za tarčna mesta delovanja izgublja občutljivost oziroma postaja vedno bolj odporna na določene skupine aktivnih snovi.

O odpornosti govorimo, kadar postane gliva tako neobčutljiva za fungicid, da to vpliva na učinkovitost fungicida v praksi, kar zmanjšuje njegovo uporabnost. Odkrivanje sprememb v občutljivosti gliv za določene fungicide omogoča, da načine zatiranja bolezni v praksi prilagodimo značilnostim populacije povzročitelja in tako čim dlje ohranimo učinkovitost aktivne snovi. Majhnih sprememb v občutljivosti *Z. tritici* za fungicide pri opazovanjih na polju ne moremo zaznati, jih pa lahko določimo z laboratorijskimi preiskavami. Zgodnje zaznavanje sprememb je pomembno za načrtovanje strategije varstva in preprečevanje nastanka odpornosti.

Kako se v Sloveniji ukvarjamo z odpornostjo pšenične listne pegavosti proti fungicidom?

Na Oddelku za varstvo rastlin Kmetijskega inštituta Slovenije v sklopu Integriranega varstva rastlin že nekaj let izvajamo raziskavo, v kateri ugotavljamo morebiten pojav odpornosti glive *Zymoseptoria tritici* proti fungicidom iz skupine DMI in SDHI. Z naprednimi laboratorijskimi in molekularnimi tehnikami ocenjujemo občutljivost različnih izolatov glive *Z. tritici* na fungicide oz. odkrivamo mutacije DNK zapisov v populacijah te glive, ki vodijo k povečanju njene odpornosti proti določenim skupinam fungicidov.



Slika 2. Ugotavljanje odpornosti *Z. tritici* v jamicah mikrotitrne plošče pri različnih koncentracijah epoksikonazola (levo zgoraj) in protikonazola (desno zgoraj). Ugotavljanje mutacij tarčnih genov aktivnih snovi z določanjem zaporedij DNK (spodaj).

Fungicidi iz skupine azolov so sestavina večine pripravkov za zatiranje PLP in so že desetletja temelj varstva žit pred glivičnimi boleznimi. Delujejo na enem tarčnem mestu, kot inhibitorji 14 α -demetilaze (zato ime DMI fungicidi), pomembnega encima pri sintezi ergosterola, ki je gradnik celičnih membran gliv. Njihova učinkovitost se je postopoma začela zmanjševati zaradi pojava odpornosti glive proti fungicidom in večina aktivnih snovi v poskusih na polju ne dosega več nekdanje učinkovitosti. Zmanjšana občutljivost oz. odpornost je pri različnih aktivnih snoveh iz te skupine različno izražena, kar kažejo študije v drugih evropskih državah in tudi naši rezultati.

Fungicidi iz skupine SDHI so za zatiranje PLP v uporabi krajši čas. Nove generacije aktivnih snovi s povečanim spektrom delovanja so začele prihajati na tržišče po letu 2003, pri nas so se uveljavile v zadnjem desetletju. Tudi SDHI fungicidi delujejo na enem tarčnem mestu, kot zaviralci encima sukcinat dehidrogenaze v t.i. kompleksu II v mitohondrijski dihalni verigi. Za to skupino fungicidov v splošnem velja, da je pri njih tveganje za razvoj odpornosti srednje do visoko. Med vsemi aktivnimi snovmi znotraj skupine je ugotovljena navzkrižna rezistenca, kar pomeni, da če je gliva odporna na eno aktivno snov je odporna tudi na vse ostale v tej skupini. V naši študiji, ki smo jo izvedli leta 2022, smo ugotovili, da se stopnja občutljivosti *Z. tritici* na fluksapiroksat še ni bistveno zmanjšala. Prihodnja spremljanja občutljivosti/odpornosti na fungicide pa bodo pokazala morebitne spremembe v odpornosti izolatov iz posameznih lokacij.

Spremembe v naboru fungicidov za zatiranje bolezni na pšenici

Zaradi neugodnih toksikoloških lastnosti se obeta v prihodnjih letih v Evropi in tudi pri nas, ukinitve rabe kar nekaj aktivnih snovi iz skupine DMI fungicidov s katerimi zatiramo boleznit žit, in so že na listi snovi za zamenjavo (npr. tebukonazol, protiokonazol, metkonazol, idr..). Podobno se je pred nekaj leti že zgodilo s fungicidom klorotalonil, ki je bil kot fungicid z večtarčnim delovanjem pomembna in široko uporabljena komponenta v pripravkih za zatiranje bolezni na žitih in drugod. Zato se bo pri fungicidih, ki bodo ostali na tržišču, povečalo tveganje za pojave odpornosti. Pričakuje se namreč pogostejša raba fungicidov iz skupine SDHI (fluksapiroksad, biksafen, izopirazam, ..). Ker je nevarnost, da pride ob intenzivnejši rabi teh fungicidov do zmanjševanja občutljivosti glive *Z. tritici* za te fungicide velika, je potrebno varstvo pšenice pred boleznimi še bolj skrbno načrtovati in upoštevati ukrepe za preprečevanje odpornosti.

Spremembe v dostopnosti fungicidov namreč močno vplivajo na celotno sliko rabe fungicidov pri pridelavi žit v Evropi. Povečevanje odpornosti povzročitelja PLP in zmanjševanje učinkovitosti nekaterih aktivnih snovi na eni strani ter hkratno zmanjševanje pestrosti aktivnih snovi, ki ostajajo na voljo, ustvarja veliko **potrebo po strateških programih rabe fungicidov na pšenici**, s ciljem uspešnega zatiranja bolezni in ohranjanja učinkovitosti fungicidov tudi v prihodnje.

Priporočila za zmanjšanje tveganj za razvoj odpornosti glive *Zymoseptoria tritici* proti fungicidom

Ukrepi integriranega varstva

- Pridelovanje **sort z dobro odpornostjo** proti pšenični listni pegavosti
- **Sortna pestrost na lokalni ravni**: gojenje le ene občutljive sorte na velikih površinah povečuje tveganje za pojav odpornosti.
- **Kolobar in rastlinska higiena**: ravnanje z rastlinskimi ostanki, pleveli in gostiteljskimi rastlinami (zaoravanje ostankov, mulčenje, obdelava strnišč, zatiranje samosevne pšenice).
- **Setev nekoliko pozneje** vendar v roku, ki še omogoča zadosten razvoj rastlin pred zimo.
- Redno **opazovanje posevkov, spremljanje priporočil opazovalno napovedovalne službe in škropljenje v začetnih fazah okužbe** in ne šele takrat, ko je bolezen že razširjena.
- Posevkov ne tretiramo, če za to ni tehtnega razloga.

Raba fungicidov v skladu s strategijo za preprečevanje odpornosti

- Izpostavljenost patogena fungicidu naj bo čim manjša, kar pomeni **čim manjše število škropljenj**. Fungicid uporabimo, če pričakujemo, da bo raba zares imela ekonomski učinek.
- Z izbranim pripravkom **ne smemo opraviti več škropljenj**, kakor je priporočeno v navodilih za uporabo in **ne smemo zmanjševati odmerkov**, ker to pospeši razvoj odpornosti v populaciji glive. **Držimo se navodil za uporabo, ki ga je pripravil proizvajalec fungicida**.
- **Izogibamo se ponavljanju škropljenj z aktivnimi snovmi iz iste skupine** (oznaka skupin s kodami FRAC), če pa jih uporabimo, moramo vedeti, da med njimi ne obstaja nevarnost navzkrižne odpornosti.
- DMI fungicide uporabljamo **v že formuliranih mešanicah** s fungicidi iz drugih skupin, kadar pa jih mešamo sami tudi **kombiniramo aktivne snovi iz različnih skupin**: vedno uporabimo za vse komponente odmerka, ki je priporočen za učinkovito delovanje.

- Pri SDHI fungicidih je potrebno upoštevati, da za vse aktivne snovi v tej skupini (benzovindiflupir, biksafen, boskalid, fluopiram, fluksapiroksad, izopirazam in druge) velja **navzkrižna odpornost** (če je gliva odporna proti eni snovi je odporna proti vsem).
- Tudi SDHI fungicide vedno uporabljamo v že formuliranih **mešanicah**. Kadar jih kombiniramo sami pa izbiramo aktivne snovi tako, da ima **dodana komponenta drugačen način delovanja** na glivo (je iz druge FRAC skupine). Vse komponente uporabimo v odmerku, ki je priporočen za učinkovito delovanje.
- Za doseg dobre biološke učinkovitosti so lahko uporabljene tudi mešanice dveh ali več SDHI snovi, vendar v takem primeru dodatne aktivne snovi nimajo protirezistenčnega učinka, temveč jih smatramo kot samostojno raba SDHI fungicida.
- Fungicide **SDHI uporabljamo preventivno ali čim bolj zgodaj v ciklu bolezni**. Ne zanašamo se na njihov kurativni potencial.
- SDHI fungicide uporabimo na žitu **največ dvakrat v sezoni**.
- Po možnosti v programe varstva vključujemo tudi fungicide z večtarčnim delovanjem, ki delujejo na več mestih v celici patogena in je zato možnost pojava odpornosti majhna.

Besedilo: dr. Janja Zajc, mag. Meta Urbančič Zemljič

Datum nastanka: maj 2024

Uporabljeni viri:

URBANČIČ ZEMLIČ, Meta. Pšenična listna pegavost Pšenična listna pegavost (*Zymoseptoria tritici*, sin. *Septoria tritici*). Ljubljana: Kmetijski inštitut Slovenije, 2016. 2 str. <https://www.ivr.si/skodljivec/psenicna-listna-pegavost/>.

URBANČIČ ZEMLIČ, Meta, KAVKLER, Uroš, ŽERJAV, Metka, MAROLT, Neja, PLUT, Aleš. Rezultati bioloških poskusov za zatiranje pšenične listne pegavosti *Zymoseptoria* (*Septoria*) *tritici* v letih 2016 in 2017 na poskusnem polju v Jabljah. Ljubljana: Kmetijski inštitut Slovenije, 2018. 3 str., ilustr. <https://www.ivr.si/raziskave-in-razvoj/rezultati-dela-v-2016/leto-2017-2-2/>.

ZAJC, Janja, ŽERJAV, Metka. Odpornost glive *Zymoseptoria tritici*, povzročiteljice pšenične listne pegavosti, proti fungicidom iz skupine inhibitorjev sukcinat dehidrogenaze (SDHI). Ljubljana: Kmetijski inštitut Slovenije, 2022. 1 spletni vir (1 datoteka PDF ([4] str.)), ilustr. https://www.ivr.si/wp-content/uploads/2020/07/Ztritici_SDHI_odpornost.pdf.

ZAJC, Janja, ŽERJAV, Metka. Odpornost glive *Zymoseptoria tritici*, povzročiteljice pšenične listne pegavosti, proti fungicidom iz skupine azolov = Resistance of the fungus *Zymoseptoria tritici*, the causative agent of *Septoria tritici* blotch (STB), to azole fungicides. V: TRDAN, Stanislav (ur.). 15. slovensko posvetovanje o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo = 15th Slovenian Conference on Plant Protection with International Participation : izvečki referatov = abstract volume : 1.-2. marec 2022, Portorož, Slovenija. Ljubljana: Društvo za varstvo rastlin Slovenije: = Plant Protection Society of Slovenia, 2022. Str. 16-17.

Fungicide Resistance Action Committee, spletna stran <https://www.frac.info/fungicide-resistance-management>, zadnjič obiskana 14. 5. 2024.

Hellin P, Duvivier M, Heick TM, Fraaije BA, Bataille C, Clinckemaiillie A, Legrève A, Jørgensen LN, Andersson B, Samils B, Rodemann B, Berg G, Hutton F, Garnault M, El Jarroudi M, Couleaud G, Kildea S. Spatio-temporal distribution of DMI and SDHI fungicide resistance of *Zymoseptoria tritici* throughout Europe based on

- frequencies of key target-site alterations. *Pest Manag Sci.* 2021 Dec;77(12):5576-5588. doi: 10.1002/ps.6601. Epub 2021 Sep 2. PMID: 34392616.
- Garnault M, Duplaix C, Leroux P, Couleaud G, Carpentier F, David O, Walker AS. Spatiotemporal dynamics of fungicide resistance in the wheat pathogen *Zymoseptoria tritici* in France. *Pest Manag Sci.* 2019 Jul;75(7):1794-1807. doi: 10.1002/ps.5360. Epub 2019 Mar 18. PMID: 30680908.
- Mikaberidze A, Paveley N, Bonhoeffer S, van den Bosch F. Emergence of Resistance to Fungicides: The Role of Fungicide Dose. *Phytopathology.* 2017 May;107(5):545-560. doi: 10.1094/PHYTO-08-16-0297-R. Epub 2017 Mar 28. PMID: 28079455.