

**Kviešu dzeltenplankumainība un tās ierosinātājs**  
***Pyrenophora tritici-repentis***  
**Tan Spot and its Causal Agent *Pyrenophora tritici-repentis***

**Jānis Kaņeps<sup>1</sup>, Biruta Bankina<sup>1</sup>, Inga Moročko-Bičevska<sup>2</sup>,  
Agrita Švarta<sup>3</sup>, Ance Roga<sup>4</sup>, Dāvids Fridmanis<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>LBTU Lauksaimniecības fakultāte, <sup>2</sup>LBTU Dārzkopības institūts,

<sup>3</sup>LBTU Zemkopības institūts, <sup>4</sup>Latvijas Biomedicīnas  
studiju un pētījumu centrs

**Abstract.** Wheat (*Triticum* spp.) is one of the important and widely grown crops in Latvia and across the globe. Wheat diseases are significant risk factors in wheat production systems, and farmers need knowledge about relevant plant disease control. Tan spot caused by *Pyrenophora tritici-repentis* is the most severe wheat disease in central parts of Latvia, however, there is insufficient information about the pathogen's diversity in local conditions. There are three known necrotrophic effectors secreted by *P. tritici-repentis* – Ptr ToxA, Ptr ToxB, and Ptr ToxC, which induce two types of symptoms – necrosis (Ptr ToxA) or chlorosis (Ptr ToxB and Ptr ToxC). Sequencing of ITS/5.8S region confirmed 21 isolates sampled in Latvia as *P. tritici-repentis*. The presence of necrotrophic effector encoding genes *ToxA*, *ToxB* and *tox**b* was confirmed with specific primers and polymerase chain reaction (PCR). Most of the isolates obtained were from wheat, and 66.6% of isolates from wheat had the *ToxA* gene that encodes Ptr ToxA production. This effector is causing the formation of necrotic lesions on wheat. Only one isolate obtained from *Elymus repens* contained genes that encode *ToxB* genes responsible for protein production that causes chlorosis on susceptible genotypes.

**Key words:** necrotrophic effectors, symptoms, necrosis, chlorosis, diversity.

### **Ievads**

Kvieši (*Triticum* spp.) ir vieni no visplašāk audzētajiem un ekonomiski nozīmīgākajiem kultūraugiem pasaulē un Latvijā.

Kviešu lapu slimības ir būtisks riska faktors kviešu audzēšanā. Zemgalē, kas ir intensīvs kviešu audzēšanas reģions, izteikti dominē kviešu dzeltenplankumainība (Švarta et al., 2021), kuru ierosina *Pyrenophora tritici-repentis*. Kviešu dzeltenplankumainība ir postīga slimība, kas ir sastopama visos kviešu audzēšanas reģionos pasaulē un kuras ietekmē ražas zudumi var sasniegt 48% (Rees, Platz, 1983; Ciuffetti et al., 2014). Latvijā ir veikti pētījumi par kviešu dzeltenplankumainības attīstību lauka apstākļos (Bankina et al., 2021), taču slimības ierosinātājs *P. tritici-repentis* šajā reģionā ir maz pētīts un dati par patogēna populācijas daudzveidību Latvijā ir minimāli (Abdullah et al., 2017).

*P. tritici-repentis* uz saimniekaugiem var veidot divus dažādu simptomu tipus – nekrozes un hlorozes. Simptomu veidošanās ir atkarīga no saimniekauga mijiedarbības ar patogēna izdalītajiem nekrotrofajiem efektoriem (toksīniem) – Ptr ToxA, Ptr ToxB un Ptr ToxC (Lamari, Strelkov, 2010).

Patogēnu daudzveidības pētījumi ir svarīgi, jo tie palīdz izprast patogēna attīstības ciklu un mijiedarbību ar iespējamajiem saimniekaugiem. Pētījuma mērķis ir noskaidrot nekrotrofos efektorus kodējošo gēnu sastopamību kviešu dzeltenplankumainības ierosinātāja *P. tritici-repentis* Latvijas populācijā.

### **Materiāli un metodes**

Pētījumā 2020. gadā ievāktas lapas ar tipiskiem dzeltenplankumainības simptomiem no kviešiem (*Triticum aestivum*), tritikāles ( $\times$ *Triticosecale*), kamolzāles (*Dactylis glomerata*) un ložņu vārpatas (*Elymus repens*).

Lapu gabaliņi sterilizēti 1 minūti 1% NaOCl šķīdumā un trīs reizes skaloti destilētā ūdenī, pēc tam novietoti uz kartupeļu dekstrozes agara barotnes (PDA), kurai pievienots penicilīns un streptomīcīns 100 mg kg<sup>-1</sup>.

Sēņu izolātu dezoksiribonukleīnskābe (DNS) iegūta, noskrāpējot micēliju no PDA barotnes un saberžot pulverī, izmantojot šķidro slāpekli. *P. tritici-repentis* identificēta, sekvenējot ITS/5.8S reģionu un salīdzinot iegūtās sekvences ar references sekvencēm ASV bāzētājā Nacionālās medicīnas bibliotēkas datubāzē (NCBI).

Nekrotrofo efektoru klātbūtne noteikta, izmantojot specifiskus praimerus (skat. tab.).

Tabula

### **Praimeri, kas izmantoti *ToxA*, *ToxB* un *tox b* gēnu amplifikācijai**

Gēns	Praimeris	Atsauce
<i>ToxA</i>	TA51F/TA52R	Andrie et al., 2007
	ToxA1/ToxA2	Kamel et al., 2019
	TOXA162/TOXA1155	
<i>ToxB</i>	TB71F/TB6R	Andrie et al., 2007
	TB71F/TB60R	
	ToxB1/ToxB2	Kamel et al., 2019
<i>tox b</i>	TB71F/TB58R	Martinez et al., 2004
	90-2F1/90-2R1	Kamel et al., 2019

### **Rezultāti un diskusija**

Tipiskie kviešu dzeltenplankumainības simptomi ir nekrozes – brūni, atmirušu audu plankumi, kurus aptver dzeltens oreols, un kuriem pa vidu ir saskatāms melns punktiņš. Tomēr atsevišķiem kviešu genotipiem

dzeltenplankumainība var izpausties kā hloroze, ko var viegli sajaukt ar fizioloģiskiem plankumiem (skat. att.).



Attēls. *Pyrenophora tritici-repentis* ierosinātie simptomi uz dažādiem genotipiem: hloroze (pa kreisi) un nekroze (pa labi).

Latvijā esošā *P. tritici-repentis* populācija ir ģenētiski daudzveidīga, sākotnējie rezultāti pierāda, ka nekrotrofisko efektoru sastopamība ir atkarīga no patogēna saimniekaugiem. Visvairāk *P. tritici-repentis* izolātu iegūti no kviešiem, un 66.6% paraugu tika atrasts *ToxA* gēns. *ToxA* gēna klātbūtne konstatēta arī izolātos no tritikāles, taču tas netika atrasts kamolzāles un ložņu vārpatas paraugos. Šis gēns atbild par efektora Ptr ToxA sintēzi, kas atbild par nekrotisku plankumu veidošanos uz kviešiem.

Vienīgais *P. tritici-repentis* izolāts, kurā esošie gēni *ToxB* un *toxb* kodē Ptr ToxB un Ptr toxb veidošanos, ir iegūts no ložņu vārpatas. Novērojumi uz lauka Latvijā liecina, ka šis efektoru ir sastopams arī uz kviešiem, bet šobrīd tas nav pierādīts laboratorijas apstākļos. Proteīns Ptr ToxB kviešos veido hlorotiskus plankumus, savukārt proteīns Ptr toxb, kurš pēc savas uzbūves ir ļoti līdzīgs Ptr ToxB nav atbildīgs par specifisku simptomu veidošanos (Martinez et al., 2004).

### Secinājumi

Pētījumi par Latvijas *P. tritici-repentis* populācijas daudzveidību ir jāturpina, lai varētu iegūt zināšanas par patogēna rasu struktūru, kas varētu palīdzēt jaunu vietējiem apstākļiem piemērotu kviešu šķirņu selekcijā.

## Pateicība

Pētījums veikts LBTU projekta G13 “*Pyrenophora tritici-repentis* fenotipiskā un ģenētiskā daudzveidība” ietvaros.

## Literatūra

1. Abdullah, S., Sehgal, S.K., Ali, S., Liatukas, Z., Ittu, M., Kaur, N. (2017). Characterization of *Pyrenophora tritici-repentis* (Tan Spot of Wheat) Races in Baltic States and Romania. *Plant Pathol. J.*, 33(2), pp. 133–139.
2. Andrie, R.M., Pandelova, I., Ciuffetti, L.M. (2007). A combination of phenotypic and genotypic characterization strengthens *Pyrenophora tritici-repentis* race identification. *Phytopathology*, 97(6), pp. 694–701.
3. Bankina, B., Bimšteine, G., Arhipova, I., Kaņeps, J., Darguža, M. (2021). Impact of Crop Rotation and Soil Tillage on the Severity of Winter Wheat Leaf Blotches. *Rural Sustain. Res.*, 45(340), pp. 21–27.
4. Ciuffetti, L.M., Manning, V.A., Pandelova, I., Faris, J.D., Friesen, T.L., Strelkov, S.E., . . . Figueroa, M. (2014). *Pyrenophora tritici-repentis*: a plant pathogenic fungus with global impact. In: *Genomics of plant-associated fungi: monocot pathogens*. Kole, C. (ed.), Springer, Berlin, pp. 1–39.
5. Kamel, S., Cherif, M., Hafez, M., Despins, T., Aboukhaddour, R. (2019). *Pyrenophora tritici-repentis* in Tunisia: Race Structure and Effector Genes. *Front. Plant Sci.*, 10(1562), pp. 1–11.
6. Lamari, L., Strelkov, S.E. (2010). Minireview/ Minisynthèse The wheat/*Pyrenophora tritici-repentis* interaction: progress towards an understanding of tan spot disease. *Can. J. Plant Pathol.*, 32(1), pp. 4–10.
7. Martinez, J.P., Oesch, N.W., Ciuffetti, L.M. (2004). Characterization of the multiple-copy host-selective toxin gene, ToxB, in pathogenic and nonpathogenic isolates of *Pyrenophora tritici-repentis*. *Mol. Plant Microbe Interact.*, 17(5), pp. 467–474.
8. Rees, R., Platz, G. (1983). Effects of yellow spot on wheat: comparison of epidemics at different stages of crop development. *Aust. J. Agr. Res.*, 34(1), pp. 39–46.
9. Švarta, A., Bimšteine, G., Gaile, Z., Kaņeps, J., Plūduma-Pauniņa, I. (2021). Winter wheat leaf blotches development depending on fungicide treatment and nitrogen level in two contrasting years. *Agron. Res.*, 20(2) pp. 414–423.