

KARTUPEĻU SLIMĪBU ATTĪSTĪBA ATKARĪBĀ NO AGROTEHNIKAS BIOĻĢISKAJĀ AUDZĒŠANAS SISTĒMĀ

THE DEVELOPMENT OF POTATO DISEASES DEPENDING ON AGROTECHNOLOGY IN BIOLOGICAL GROWING SYSTEM

Gunita Bimšteine¹, Linda Upeniece¹, Veneranda Stramkale²

¹Augsnes un augu zinātņu institūts, Lauksaimniecības un pārtikas tehnoloģijas fakultāte,

²APP Agroresursu un ekonomikas institūts
gunita.bimsteine@lbtu.lv

Kopsavilkums. Kartupeļi (*Solanum tuberosum* L.) ir viena no plašāk audzētajām bumbuļaugu sugām visā pasaulē. Kartupeļu lakstu un bumbuļu slimības var radīt ievērojamus ražas zudumus, jo īpaši bioloģiskajā audzēšanas sistēmā. Pētījuma mērķis bija izvērtēt kartupeļu lakstu un bumbuļu slimību attīstību bioloģiskā audzēšanas sistēmā atkarībā no stādīšanas vietas, stādīšanas attāluma starp bumbuļiem un genotipa. Lauka izmēģinājumi notika 2023. gada veģetācijas sezonā divās vietās – AREI Priekuļu pētniecības centrā un Viļānu daļā. Pētījumā analizēta kartupeļu lakstu un bumbuļu slimību attīstība četriem genotipiem – ‘Preлма’, ‘Rigonda’, ‘S 01085-21’ un ‘S 03067-33’ –, kuriem bumbuļi stādīti divos dažādos attālos – 20 cm un 30 cm. 2023. gada veģetācijas sezonā abās izmēģinājuma vietās dominēja kartupeļu sausplankumainība (ier. *Alternaria* spp.). Sausplankumainības attīstību būtiski ietekmēja gan kartupeļu genotips, gan stādīšanas vieta ($p < 0.05$). Meteoroloģiskie apstākļi nebija labvēlīgi lakstu puves (ier. *Phytophthora infestans*) attīstībai, kaut arī vidējā izplatība sasniedza 65–82%. Bumbuļu slimību kompleksa (ier. *Colletotrichum coccodes* un *Helminthosporium solani*) attīstību būtiski ietekmēja genotips un audzēšanas vieta ($p < 0.05$). Parastā kraupja (ier. *Streptomyces* spp.) attīstību statistiski būtiski ($p < 0.05$) ietekmēja tikai genotips. Melnā kraupja (ier. *Rhizoctonia solani*) attīstību būtiski ietekmēja tieši stādīšanas attālums ($p < 0.05$). Mazāks stādīšanas blīvums var samazināt slimības attīstību gandrīz uz pusi. Pētījumu nepieciešams turpināt, jo veģetācijas sezonas meteoroloģiskie apstākļi bija ļoti sausi un nelabvēlīgi slimību attīstībai.

Atslēgas vārdi: *Alternaria*, *Phytophthora*, *Colletotrichum*, *Helminthosporium*, *Streptomyces*, *Rhizoctonia*, bioloģiskā sistēma.

Ievads

Kartupeļi (*Solanum tuberosum* L.) ir viena no plašāk audzētajām bumbuļaugu sugām visā pasaulē. Tie daļa trešo–ceturto vietu audzētāko laukaugu vidū un ir ļoti labs un augstvērtīgs enerģijas avots cilvēku uzturā (Simko, 2004; Campos, Ortiz, 2020). Tendences Eiropas Savienībā ir vērstas uz bioloģiskās ražošanas attīstību, vienlaikus pieaug patērētāju pieprasījums pēc bioloģiskiem pārtikas produktiem (Hussain, 2016). Bioloģiskā audzēšanas sistēma un produkti, kas tajā iegūti, ilgtermiņā varētu sniegt kā ekonomiskos ieguvumus, tā arī veicināt vides ilgtspējīgu izmantošanu, vienlaikus uzlabojot cilvēku veselību.

Latvijā bioloģiskajā sistēmā kartupeļu platības nedaudz pieaug. Vidēji katru gadu bioloģiskajās platībās tiek iestādīti 1400 ha kartupeļu, sasniedzot vidējo ražību 15 t ha⁻¹ apjomā³. Veģetācijas periodā, kā arī uzglabāšanas laikā dažādas slimības un kaitēkļi var izraisīt kartupeļu bojājumus un radīt būtiskus ražas zudumus.

Izplatītākā un viena no postīgākajām slimībām kartupeļu stādījumos, kas novērojama gan uz lakstiem, gan bumbuļiem, ir kartupeļu lakstu puve (ier. *Phytophthora infestans*). Tā ir patogēna attīstībai labvēlīgos apstākļos, var strauji izplatīties un nedēļas laikā iznīcināt visus lakstus (Ivanov, Ukladov, Golubeva, 2021). Ja lakstu puvi lielākā apjomā novēro uz stublājiem, to saista ar dzimumvairošanos un oosporu veidošanos. Šī forma ir agresīvāka, un izteiktāk to novēro vietās, kurās ilgstoši, neievērojot augu maiņu, audzē kartupeļus (Bimšteine, 2008). Otra izplatītākā lakstu slimība ir kartupeļu sausplankumainība (ier. *Alternaria* spp.). Šīs slimības radītie ražas zudumi svārstās pa gadiem, attiecīgi to apjoms var ietvert plašu amplitūdu, sākot no 5%, bet atsevišķos gados – līdz pat 78% (Runno-Paurson, Loit, Hansen et al, 2015; Yuldashova, Sodikov, Khamiraev, 2023). Bumbuļu izskatu un arī kvalitāti bojā bumbuļu melnais kraupis (ier. *Rhizoctonia solani*). Agrīnās attīstības fāzēs patogēns skar asnus un ierosina dīgstu puvi, savukārt vēlākās fāzēs tiek skarti bumbuļi, uz tiem novērojot melnus sklerocijus.

³ CSP. Bioloģiskās lauksaimniecības kultūraugu kopražs. [Tiešsaiste] [skatīts 2024. gada 12. febr.]. Pieejams: https://data.stat.gov.lv/pxweb/lv/OSP_PUB/START_NOZ__BL__BLA/BLA010/table/tableViewLayout1/.

Noteiktos apstākļos, lai gan samērā reti, var noverot arī teleomorfo stadiju – baltkāju (ier. *Thanatephorus cucumeris*) (Tsrar, 2010). Sudrabortais kraupis (ier. *Helminthosporium solani*) sāk attīstīties uz lauka, bet strauji progresē tieši noliktavās. Noliktavās trīs mēnešu laikā patogēns var inficēt līdz 85% kartupeļu ražas (Errampalli, Saunders, Holley, 2001). Kartupeļu mizas iedega (ier. *Colletotrichum coccodes*) ir ekonomiski nozīmīga tāpat kā sudrabortais kraupis, jo abas galvenokārt ietekmē kartupeļu vizuālo kvalitāti. Tomēr, ja infekcijas izplatība veido 60%, kopējais ražas svara zudums var sasniegt 10% (Lees, Hilton, 2003). Parastais kraupis (ier. *Streptomyces* spp.) lielākoties neietekmē ražas iznākumu, taču visvairāk cieš vizuālā kvalitāte, un produkts nav vairs saistošs patērētājam (Lerat, Simao-Beaunoir, Beaulieu, 2009).

Pētījuma mērķis ir izvērtēt kartupeļu slimību attīstību atkarībā no stādīšanas vietas, attāluma un genotipa bioloģiskajā audzēšanas sistēmā.

Materiāli un metodes

Pētījums veikts izmēģinājumos, kas ierīkoti 2023. gada veģetācijas sezonā, APP "Agroresursu un ekonomikas institūta" (AREI), Laukaugu selekcijas un agroekoloģijas nodaļas, Viļānu daļas (koordinātas 56°34'11"N 26°58'42"A) un AREI Priekuļu pētniecības centra (koordinātas 57°19'09" Z 25°21'45" A) bioloģiski sertificētos laukos.

Slimību attīstība analizēta četriem kartupeļu genotipiem ('Prelma', 'Rigonda', 'S 01085-21', 'S 03067-33'), kas stādīti divos dažādos stādīšanas attālumos (starp bumbuļiem 20 cm un 30 cm atstatums). Izmēģinājums iekārtots četros atkārtojumos.

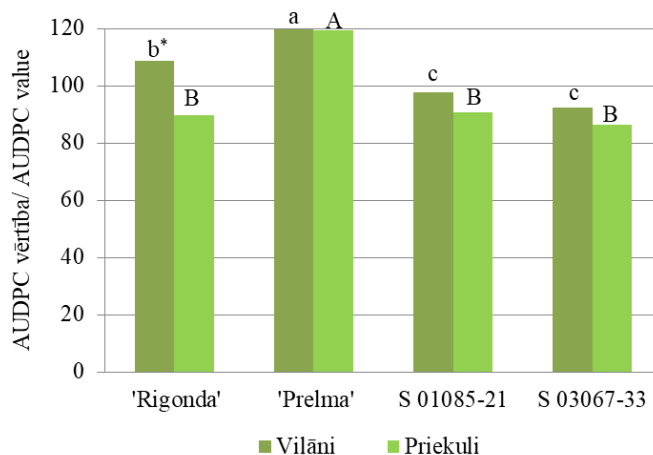
Kartupeļu lakstu slimību uzskaitē sāka ziedēšanas sākumā (62. AE) un turpināta regulāri vienu reizi nedēļā – līdz brīdim, kad lielākā daļa lakstu ir atmirusi. Slimību attīstības pakāpe vērtēta katram augam atsevišķi, izmantojot vērtējuma skalu 1–5 balļu sistēmā, kas atbilst 0–100% auga bojājumiem. Pēc tam aprēķināta vidējā slimības attīstības pakāpe. Lai novērtētu slimību attīstību, tika aprēķināts AUDPC (*area under the disease progress curve / laukums zem slimību attīstības līknes*) (Bankina, Turka, 2013).

Bumbuļu slimību novērtēšanai pēc ražas novākšanas randomizēti atlasīti 50 dažāda lieluma bumbuļi, kas novietoti glabāties noliktavā optimālos apstākļos. Pēc četrus mēnešus glabāšanas perioda tika identificētas slimības, kuru attīstības pakāpe novērtēta LBTU Augsnes un augu zinātņu, Augu patoloģijas zinātniskajā laboratorijā. Vērtējot bumbuļu slimības, noteikta katras slimības attīstības pakāpe. Vērtējuma skala ir 0–6 balles, kas atbilst 0–100% bumbuļa virsmas bojājumiem. Tā kā mizas iedega un sudrabortais kraupis simptomātiski ir līdzīgi, tika vērtēts abu slimību komplekss. Datu matemātiskā apstrāde veikta, izmantojot divfaktoru dispersijas analīzi programmā R.

Pavasārī, atsākoties veģetācijai, gaisa temperatūra bija optimāla, arī mitruma nodrošinājums tika vērtēts kā pietiekams. Maijā, pēc kartupeļu stādīšanas, visā valstī novērotas salnas, kas gan kartupeļu augšanu būtiski neietekmēja, jo tie vēl nebija sadīguši, tomēr salnu dēļ varēja samazināties dīģšanas ātrums. Vasarā gaisa temperatūra, salīdzinot ar vidējiem ilggadējiem rādījumiem, atradās virs ierasto rādītāju normas. Savukārt mitruma nodrošinājums maijā, jūnijā un jūlijā kļuva kritiski zems. Nokrišņi sākās tikai jūlijā (Priekuļos jau 1. dekādē, Viļānos tikai 3. dekādē), kas varēja veicināt straujāku slimību izplatību. Augustā abās izmēģinājuma vietās augsne bija pārmitra lielo nokrišņu dēļ. Kopumā kartupeļi lielāko daļu augšanas perioda bija pavadījuši ilgstošā sausumā.

Rezultāti un diskusijas

2023. gada veģetācijas sezonā abās izmēģinājuma vietās dominēja kartupeļu sausplankumainība (ier. *Alternaria* spp.). Slimību uzskaitē sāka jūlija 1. dekādē. Jau pirmajā uzskaites reizē novēroti slimībai raksturīgie sīkie, nekrotiskie, tumši brūnie plankumi, kas turpmāk paplašinājās, parādotes raksturīgajiem koncentriskajiem riņķiem un dzeltenam oreolam ap plankumiem. Sākot uzskaiti, Viļānos novērotā vidējā sausplankumainības izplatība bija robežās no 6 līdz 28%, savukārt Priekuļos jau pirmajā uzskaites reizē tika konstatēta 32–99% izplatība. Pēdējā novērojumu reizē abās vietās izplatība sasniedza 100%. Aprēķinot AUDPC, vidējā vērtība nevienam no genotipiem nepārsniedza 120 vienības. Datu matemātiskā apstrāde liecina, ka genotips un audzēšanas vieta būtiski ($p < 0.05$) ietekmē sausplankumainības attīstību (1. att.). Stādīšanas attālumam nebija statistiski nozīmīga ietekme uz slimības attīstību.

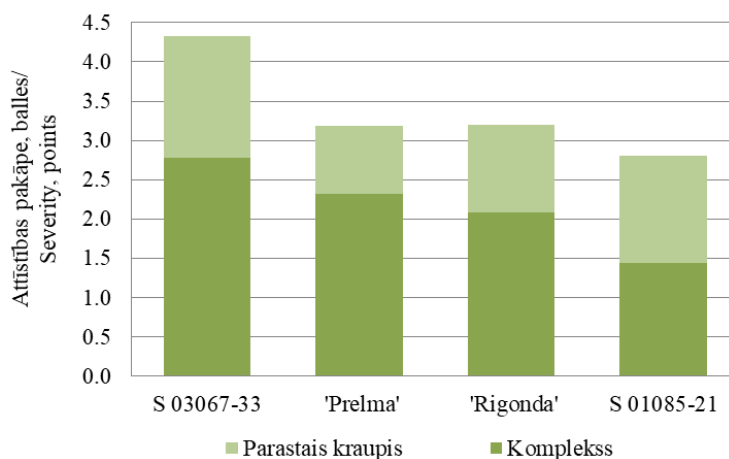


1. att. Kartupeļu sauspilnkumainības attīstība atkarībā no genotipa un vietas.
Fig. 1. Development of potato early blight depending on the genotype and place.

*a, b, c – būtiskuma atšķirības Viļānos; A, B, C – būtiskuma atšķirības Priekuļos.

Kartupeļu lakstu puves (ier. *P. infestans*) pirmie slimības simptomi novēroti tikai jūlija 3. dekādē, kad apstākļi kļuva labvēlīgi patogēna attīstībai – sākās ilgstošāki mitruma periodi un zemākas gaisa temperatūras. Sākotnējie simptomi bija sīki, mitri, hlorotiski plankumi. Pēc tam, slimībai progresējot, parādījās arī raksturīgās olīvzaļās apmales ap bojājuma vietām un apsarme lapas apakšpusē. Tāpat varēja novērot arī stublāju bojājumus. Viļānos lakstu puves vidējā izplatība pēdējā uzskaites reizē sasniedza 65%, bet Priekuļos izplatība veidoja 82%. Attīstības pakāpe variēja no 1.3 līdz 3.2 ballēm atkarībā no genotipa un izmēģinājuma vietas.

Vērtējot bumbuļu slimību attīstību, dominējošais bija **kartupeļu mizas iedegs** (ier. *C. coccodes*) un **sudrabortā kraupja** (ier. *H. solani*) komplekss. Attīstības pakāpe variēja no 0.2 līdz 3.8 ballēm. Slimību attīstību būtiski ($p < 0.05$) ietekmēja gan genotips (2. att.), gan audzēšanas vieta.

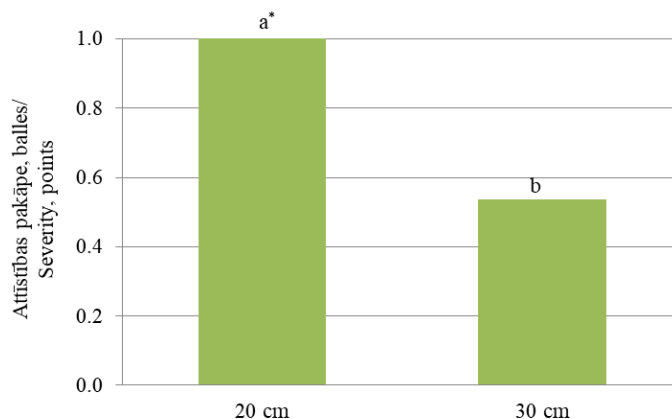


2. att. *C. coccodes* / *H. solani* kompleksa un *Streptomyces* spp. attīstības pakāpe atkarībā no kartupeļu genotipa.

Fig. 2. Development of *C. coccodes* / *H. solani* complex infection and *Streptomyces* spp. depending on the genotype.

Parastā kraupja (ier. *Streptomyces* spp.) gadījumā statistiski būtiska ($p < 0.05$) bija tikai genotipa ietekme. Augstāko vidējo attīstības pakāpi sasniedza 'S 03067-33' – 1.5 balles, turpretī zemākais rādītājs tika konstatēts genotipam 'Prelma' – 0.9 balles (2. att.). Audzēšanas vietai nebija būtiskas ietekmes uz parastā kraupja izplatību.

Melnā kraupja (ier. *R. solani*) izplatību un attīstības pakāpi būtiski ($p < 0.05$) ietekmēja stādīšanas attālums (3. att.).



3. att. Melnā kraupja attīstības pakāpe atkarībā no stādīšanas attāluma.
 Fig. 3. Development of potato black scurf depending on the planting density.

*a – būtiskuma atšķirība stādīšanas attālumam 20 cm; b – 30 cm.

Izvēloties mazāku stādīšanas blīvumu – 30 cm, iespējams samazināt melnā kraupja attīstības pakāpi gandrīz uz pusi. Līdzīgus rezultātus saistībā ar melno kraupi ieguvuši arī citi pētnieki (Firman, Allen, 1995).

Secinājumi

2023. gada veģetācijas sezonā dominējošā lakstu slimība bija kartupeļu sausplankumainība (ier. *Alternaria* spp.). Lai gan novēroti arī lakstu puves (ier. *P. infestans*) un kartupeļu baltkājas (ier. *T. cucumeris*) simptomi, tomēr to izplatība un attīstība bija samērā zema.
- No bumbuļu slimībām augstāka attīstība novērota kartupeļu mizas iedegas (ier. *C. coccodes*) un sudrabortā kraupja (ier. *H. solani*) kompleksa gadījumā. Slimību attīstību ietekmēja kartupeļu genotips un/vai stādīšanas vieta.
- Melnā kraupja (ier. *R. solani*) un parastā kraupja (ier. *Streptomyces* spp.) izplatība un attīstības pakāpe bija salīdzinoši zema. *R. solani* gadījumā novērota stādīšanas attāluma ietekme uz slimības attīstību.
- Pētījumus nepieciešams turpināt, jo veģetācijas sezona bija sausa – attiecīgi nebija labvēlīgi apstākļi slimību attīstībai.

Abstract. Potato (*Solanum tuberosum* L.) is one of the most widely grown tuber species worldwide. Potato leaf (foliage) and tuber diseases can cause significant yield losses, especially in the biological farming system. The aim of the study was to estimate the development of potato leaf and tuber diseases depending on planting place, planting density and genotype. The field research was conducted in 2023 at the Institute of Agricultural Resources and Economics, Priekuli Research Centre and Vilani Division. Four different potato genotypes – 'Preлма', 'Rigonda', 'S 01085-21' and 'S 03067-33' and two different planting densities – 20 cm and 30 cm were compared. Potato early blight (caused by *Alternaria* spp.) was the dominant disease in both places in 2023 vegetation season. The development of early blight was significantly influenced by both the potato genotype and the planting place ($p < 0.05$). Meteorological conditions were not favorable for potato late blight (caused by *Phytophthora infestans*) development, average incidence reached 65–82%. The development of *Colletotrichum coccodes*/ *Helminthosporium solani* complex infection on tuber was significantly influenced by the potato genotype and the planting place ($p < 0.05$). Development of potato common scab (caused by *Streptomyces* spp.) was statistically significantly ($p < 0.05$) influenced only by the genotype. The development of black scurf (caused by *Rhizoctonia solani*) was significantly influenced by the planting density ($p < 0.05$). The lower planting density can reduce severity of the disease development almost by half. The research needs to be continued because meteorological conditions of the season were very dry and not good for the development of diseases.

Key words: *Alternaria*, *Phytophthora*, *Colletotrichum*, *Helminthosporium*, *Streptomyces*, *Rhizoctonia*, biological growing system.

Pateicība. Pētījums veikts ELFLA projekta ietvaros "Bioloģiskajai lauksaimniecībai piemērotu Latvijā izveidotu kartupeļu šķirņu un tehnoloģiju (stādīšanas attāluma un sēklu diedzēšanas) demonstrējums dažādos Latvijas reģionos".

Izmantotā literatūra

1. Bankina B., Turka I. (2013). *Augu slimību un kaitēkļu uzskaites metodes*. Jelgava: LLU, 24 lpp.
2. Bimšteine G. (2008). *Phytophthora infestans* Populations in Latvia. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences*, Vol. 62(6), p. 223–226.
3. Campos H., Ortiz O. (2020). *The potato crop: its agricultural, nutritional and social contribution to humankind*. Cham: Springer Nature. 518 p.
4. Errampalli D., Saunders J.M., Holley J.D. (2001). Emergence of silver scurf (*Helminthosporium solani*) as an economically important disease of potato. *Plant pathology*, Vol. 50(2), p. 141–153.
5. Firman D.M., Allen E.J. (1995). Effects of seed size, planting density and planting pattern on the severity of silver scurf (*Helminthosporium solani*) and black scurf (*Rhizoctonia solani*) diseases of potatoes. *Annals of Applied Biology*, Vol. 127(1), p. 73–85.
6. Hussain, T. (2016). Potatoes: ensuring food for the future. *Advances in Plants & Agriculture Research*, Vol. 3(6), p. 178–182.
7. Ivanov A.A., Ukladov E.O., Golubeva T.S. (2021). *Phytophthora infestans*: an overview of methods and attempts to combat late blight. *Journal of Fungi*, Vol. 7(12), Art. No. 1071.
8. Lees A.K., Hilton A.J. (2003). Black dot (*Colletotrichum coccodes*): an increasingly important disease of potato. *Plant Pathology*, Vol. 52(1), p. 3–12.
9. Lerat S., Simao-Beaunoir A.M., Beaulieu C. (2009). Genetic and physiological determinants of *Streptomyces scabies* pathogenicity. *Molecular plant pathology*, Vol. 10(5), p. 579–585.
10. Runno-Paurson E., Loit K., Hansen M., Tein B., Williams I.H., Mänd M. (2015). Early blight destroys potato foliage in the northern Baltic region. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science*, Vol. 65(5), p. 422–432.
11. Simko I. (2004). One potato, two potato: haplotype association mapping in autotetraploids. *Trends in plant science*, Vol. 9(9), p. 441–448.
12. Tsrer L. (2010). Biology, Epidemiology and Management of *Rhizoctonia solani* on Potato. *Journal of Phytopathology*, Vol. 158(10), p. 649–658.
13. Yuldashova Z.Z., Sodikov B.S., Khamiraev U.K. (2023). *Alternaria* disease of potato and its control. *EPRA International Journal of Research and Development (IJRD)*, Vol. 8(5), p. 168–172.