

2. CABI (2014b). *Cirsium arvense* **In: Invasive Species Compendium**. Wallingford, UK: CAB International [Tiešsaiste] [skatīts: 2014. g. 3. nov.] Pieejams: <http://www.cabi.org/isc/>
3. Lapiņš D., Bērziņš A., Putniece G., Koroļova J., Timofejeva I., Sanžarevska R., Sprincina A. (2014). Īsmūža divdīgļlapju nezāles atkārtotos un bezmaiņas ziemas kviešu sējumos Kurzemē un Zemgalē no 1997. līdz 2011. gadam. **No: Līdzsvarota lauksaimniecība: LLU LF, LAB un LLMZA zinātniski praktiskās konferences Raksti, 2014. gada 20.–21. februāris, Jelgava, LLU, 44.–49. lpp.**
4. Lejiņš A., Āboliņš J. (2000). The weediness and it's changes in fields of Eastern regions of Latvia. Transactions of the Estonian Agriculture University, p. 103–106.
5. Lötjönen T., Vihonen E. (2014). Mechanical control of *Elymus repens* – farm tests. Nordic Association of Agricultural Scientists, Vol 10, NJF Report, p. 8–12.
6. Melander B., Nørremark M., Fløjgaard E. (2012) A new concept for the control of *Elytrigia repens* in organic crop production. [Tiešsaiste] [skatīts: 2014. g. 29. okt.] Pieejams: <http://orgprints.org/22277/>
7. Mintāle Z., Vanaga I., Dudele I. (2014). Sējumu nezālainības pētījumi Latvijā. **No: Līdzsvarota lauksaimniecība: LLU LF, LAB un LLMZA zinātniski praktiskās konferences Raksti, 2014. gada 20.–21. februāris, Jelgava, LLU, 49.–54.lpp.**
8. Rašomavicius V. (2011). An example of field vegetation survey from Lithuania. **In: Proceedings of 2nd Workshop of the EWRS Weed Mapping working group, September 21–23, 2011. Jokiainen, Finland, p. 18.**

RHIZOBIUM LEGUMINOSARUM UN GLOMUS SP. IETEKME UZ CŪKU PUPU AUGŠANU

THE EFFECT OF RHIZOBIUM LEGUMINOSARUM AND GLOMUS SP. SYMBIOSIS ON GROWTH OF FABA BEANS

Laila Dubova, Ina Alsīņa, Daiga Sergejeva, Ruta Briede, Alise Šenberga
Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Lauksaimniecības fakultāte
Laila.Dubova@llu.lv

Abstract. Legumes are an important source of protein in food and fodder, besides they are useful as forecrop. Many studies have been conducted on the efficiency of different *Rhizobium sp.* strains or *Glomus sp.* separately, but very little and contradictory information is available on the symbiosis of *Rhizobia* – *Glomus* – legume tripartite. The vegetation pot experiment was carried out to explain *Rhizobium leguminosarum* and *Glomus sp.* impact on vegetative parameters, chlorophyll content and water retention capacity of faba beans (*Vicia faba* var. *major* L.). The obtained results showed that shoot/root ratio increased in comparison with the control in all treatments. The treatment with mycorrhiza fungi improved water retention capacity in the broad bean leaves, increased the ratio between chlorophyll a and b, and increased the weight of root nodules. *Rhizobia* strain No. 23 was more effective in comparison with No. 407. The combination of *Glomus sp.* and *R. leguminosarum* promoted the increase of faba bean biomass.

Key words: *Vicia faba*, *rhizobia* strains, biomass, water retention, nodules

Ievads

Tauriņzieži ir ne tikai svarīgs proteīna avots pārtikā un lopbarībā, bet arī nozīmīgs priekšaug daudzziem kultūraugiem (Bārbals un Brosova, 2013). Latvijā laika posmā no 2007. līdz 2013. gadam pākšaugu sējumu platības palielinājušās 4.4 reizes. Pupas šajos sējumos vidēji aizņem ceturto daļu (aprēķināts pēc CSP datiem)⁵.

Būtisks pupu ražas un tās kvalitātes nodrošinātājs ir efektīva simbioze starp gumiņbaktērijām un saimniekaugu. Dažādos laika posmos Latvijā ir veikti pētījumi par gumiņbaktēriju ietekmi uz tauriņziežu ražību. Skaidrota ir gan atsevišķu gumiņbaktēriju celmu

⁵http://data.csb.gov.lv/pxweb/lv/lauks/lauks_ikgad__laukstrukt/015_paksaugi_LV.px/table/tableViewLayout1/?rxid=cdbc978c-22b0-416a-aacc-aa650d3e2ce0

efektivitāte, gan ārējās vides apstākļu ietekme uz simbiozes efektivitāti, gan saimniekauga loma simbiozes nodrošināšanā. Efektīvai simbiotiskās sistēmas attīstībai ir nepieciešams saimniekaugus un gumiņbaktērijas nodrošināt ne tikai ar oglekli un slāpekli, bet arī ar citiem minerālelementiem un ūdeni. To veiksmīgi var realizēt ar mikorizas sēņu starpniecību. Diemžēl Latvijā pētījumu par arbuskulārās mikorizas un gumiņbaktēriju mijiedarbību uz pākšaugiem ir maz.

Rhizobium ģints baktērijas un arbuskulārās mikorizas sēnes gan atsevišķi, gan kopā palielina tauriņziežu ražu. Mikorizas sēņu hifas palielina sakņu absorbējošo virsmu, var absorbēt un transportēt augos vāji difundējošas barības vielas, piemēram, fosforu (Zahran, 1999; Franzini *et al.*, 2010).

Augu atbildes reakcija uz dubultsimbiozi ir atkarīga gan no katra mikrosimbionta bioloģiskajām īpašībām, gan auga sugas un šķirnes, kā arī visu šo faktoru mijiedarbības. Arbuskulārās mikorizas (AM) sēņu celmi var atšķirties pēc to spējas veicināt minerālvielu uzņemšanu saimniekaugā. *Rhizobium* ģints baktēriju un AM sēņu kombinācija ir būtiska pilnvērtīgai atmosfēras slāpekļa saistīšanai, kā arī minerālvielu un ūdens uzņemšanai augā. Ir pierādīts, ka atsevišķas mikrosimbiontu kombinācijas var būt būtiski efektīvākas par citām (Ruiz-Lozano, Azcon, 1993; Franzini *et al.*, 2010), saistot atmosfēras molekulāro slāpekli. Literatūrā atrodami dati, ka simbiotisko attiecību efektivitāte ir atkarīga arī no katra simbionta attīstības stadijas saimniekauga saknē (Mortimer *et al.*, 2008). Ūdens deficīts samazina minerālelementu difūziju, uzņemšanu saknēs un transportu saimniekaugā. Pētījumi apliecina, ka dubultsimbioze palielina saimniekauga sausumizturību (Franzini *et al.*, 2010).

Tomēr literatūrā pieejamie dati par simbiontu ietekmi uz saimniekaugu nav viennozīmīgi. Tā V. I. Franzini un viņa kolēģu (2010) pētījumā pierādīts, ka deviņās kombinācijās no sešpadsmit (divi gumiņbaktēriju celmi, divas *Glomus* sp. un četras pupiņu šķirnes) nav novērojams stimulējošais dubultsimbiozes efekts, salīdzinot ar apstrādi ar gumiņbaktērijām. Turklāt dažas no kombinācijām ir uzrādījušas negatīvu ietekmi uz pupiņu augšanu. I. Sampedro ar kolēģiem (2007) konstatējis atsevišķu gumiņbaktēriju vai AM sēņu pozitīvo ietekmi, bet ne dubultsimbiozes. Ir autori, kuri norāda uz AM kavējošo iedarbību gumiņu veidošanā (Aryal *et al.*, 2006; Mortimer *et al.*, 2006), kas izraisa simbiotiskās slāpekļa saistīšanas efektivitātes samazināšanos.

Pētījuma mērķis bija skaidrot *Rhizobium leguminosarum* un *Glomus* sp. ietekmi uz cūku pupu (*Vicia faba* var. *major* L.) veģetatīvajiem parametriem, hlorofilu saturu un ūdens aiztures spējām līdz augu ziedēšanas fāzei veģetācijas trauku izmēģinājumā.

Materiāli un metodes

Izmēģinājumi iekārtoti 5 L veģetācijas traukos 2014. gada vasaras–rudens sezonā. Veģetācijas trauki izvietoti Latvijas Lauksaimniecības universitātes Augsnes un augu zinātņu institūta polikarbonāta siltumnīcā. Veģetācijas traukos iepildīta augsne ar šādu minerālelementu saturu (mg L⁻¹): N-78, P-523, K-170, Ca-16150, Mg-3850, S-65, Fe-1920, Mn-170, Zn-10.5, Cu-6.5, Mo-0.08, B-0.4, pH KCl 7.6.

Izmēģinājumi iekārtoti 7 variantos un piecos atkārtojumos:

- kontrole,
- augsnē ievadīts gumiņbaktēriju 23. celms (attēlos – 23),
- augsnē ievadīts gumiņbaktēriju 407. celms (attēlos – 407),
- augsnē ievadīts komerciālais mikorizas sēņu maisījums (SYMBIOM) (attēlos – m),
- augsnē ievadīts 23. celms un komerciālais mikorizas sēņu maisījums (attēlos – m+23),
- augsnē ievadīts 407. celms un komerciālais mikorizas sēņu maisījums, (attēlos – m+407),
- augsnē pamatmēslojumā *Kristalon Yara* 18-18-18+3MgO+mikroelementi, deva 50 g m⁻² (attēlos – K+N)

Mikrosimbionti ienesti augsnē pirms sējas. Eksperimentos izmantota cūku pupu šķirne 'Karmazyn'. Katrā veģetācijas traukā iesēti pieci augi, kuri pēc sadīgšanas retināti, atstājot četrus.

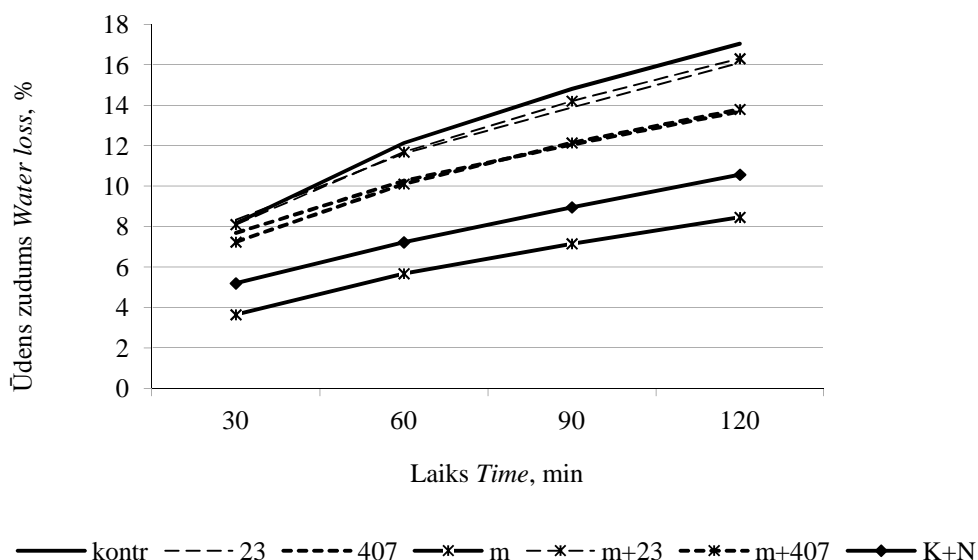
Ziedēšanas fāzes laikā, izmantojot Ārlanda metodi, pupām noteikta augu ūdens aiztures spēja. Lapas atdala no auga, lapu kātus iemērc izkausētā parafinā. Augus atkārtoti sver pēc 30, 60, 90 un 120 minūtēm. Eksperimentu beidzot, atdala un nosver parafinēto daļu un pārrēķina augu masas zudumus, izsakot tos % no transpirējošās masas (Klāsens *et al.*, 1982).

Izmēģinājuma augiem noteikta arī vasas un saknes masa, šo parametru attiecība, sausnes saturs augā, gumiņu masa uz auga saknēm un spektrofotometriski pigmentu saturs augu lapu etilspirta izvilkumā (Klāsens *et al.*, 1996).

Izmēģinājumos iegūto datu matemātiskajā apstrādē veikta dispersijas un korelācijas analīze.

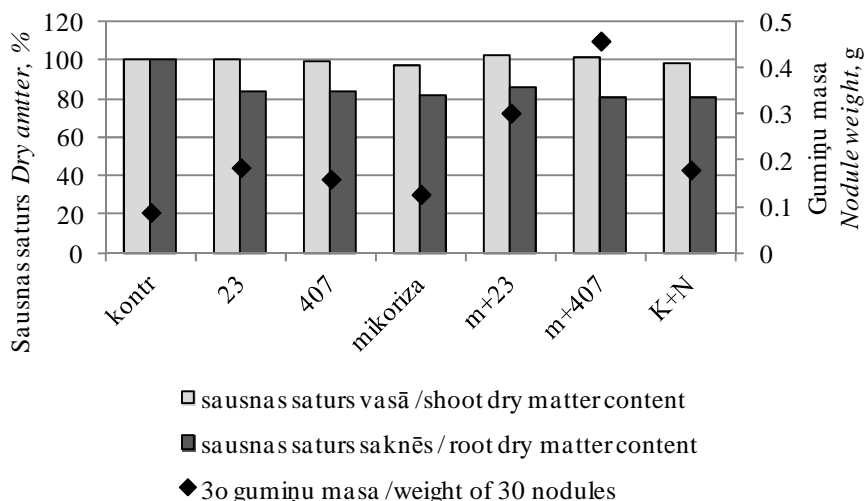
Rezultāti un diskusijas

Augu ūdens režīmu ietekmē gan eksogēni, gan endogēni apstākļi. Parasti augiem, augot ar minerālvienām nodrošinātā augsnē, raksturīga labāka ūdens aiztures spēja. Arī rakstā aplūkotā eksperimenta rezultāti apstiprināja šo likumsakarību. Vislabākās ūdens aiztures spējas novērotas variantā, kurā pirms cūku pupu sējas ienestas mikorizas sēnes. Nākamais labākais variants ir tas, kur augi mēsloji ar komplekso mēslojumu. Visvājākās ūdens aiztures spējas novērotas kontroles variantā. Interesanti, ka abos dubultsimbiozes variantos parādās atšķirīga gumiņbaktēriju celmu ietekme uz cūku pupu ūdens aiztures spējām, bet mikorizas sēņu pievienošana augsnei neizraisa būtiskas šī parametra izmaiņas (1. att.). Datu matemātiskajā apstrādē apstiprina, ka atšķirības starp kontroles variantu un tikai mikorizas sēņu vai mēslojumu saņēmušajiem variantiem ir būtiskas. Dubultsimbiozes variantiem, lai gan augu ūdens aiztures spējas ir uzlabojušās, būtiskas atšķirības no kontroles varianta konstatēt neizdevās.



1. att. Ūdens zudums cūku pupu lapās, %.
 Fig. 1. Losses of water in the leaves of field beans, %.

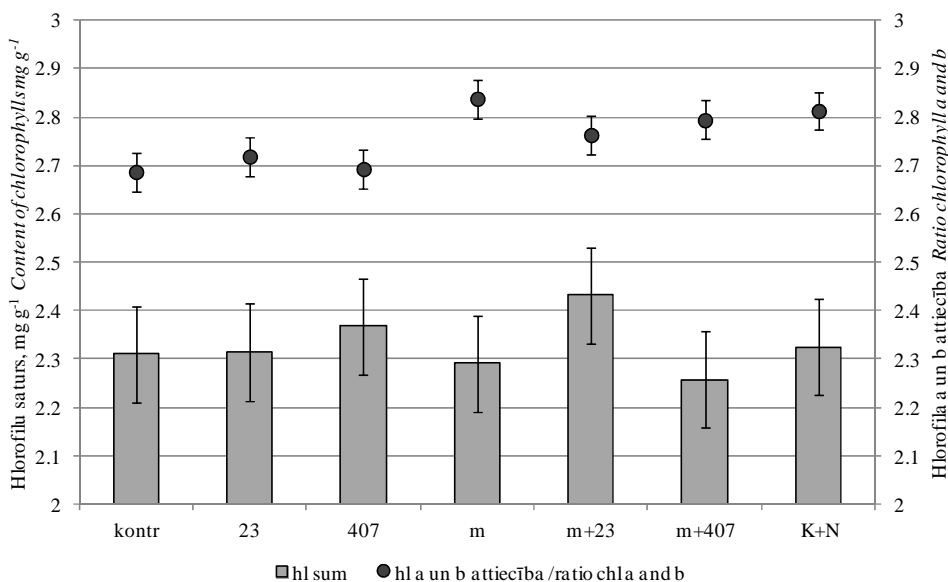
Auga ūdens aiztures spējām vajadzētu būt atkarīgām no barības vielu satura augos. Izmēģinājumos noskaidrots, ka sausnas saturs cūku pupu virszemes daļās salīdzinot ar kontroli, mainās ne vairāk kā 2.3% robežās. Savādāka aina vērojama augu saknēs. Visi varianti, salīdzinot ar kontroli, satur par 13.7% līdz 19.1% mazāk sausnas (2. att.). Tas var liecināt par aktīvāku fizioloģisko procesu norisi saknēs visos pētāmajos variantos, salīdzinot ar kontroli. Vērtējot 30 lielāko gumiņu masu, noskaidrots, ka mikorizas sēņu pievienošana augsnei ir veicinājusi gumiņu izmēru palielināšanos (2. att.).



2. att. Sausnas saturs cūku pupu virszemes daļā un saknēs (% no kontroles) un 30 gumiņu masa, g.

Fig. 2. Dry weight of shoots and roots (% from control) and weight of 30 nodules.

Optimizējot augu apgādi ar slāpekli, vajadzētu palielināties arī hlorofila daudzumam augu lapās. Augstākais hlorofila saturs konstatēts variantos, kuri atsevišķi apstrādāti ar mikorizas sēnēm un 23. vai 407. gumiņbaktēriju celmu. Turpretim mikorizas sēne dubultsimbiozē ar 407. celmu ir samazinājusi hlorofilu daudzumu cūku pupu lapās. Datu matemātiskā apstrāde neapstiprina, ka kādā no variantiem būtiski atšķirtos pigmentu saturs augu lapās no kontroles. Toties apstiprinās likumsakarība, ka ar mikorizas sēnēm apstrādātajos augos palielinās hlorofila a īpatsvars, kas var uzlabot augu fotosintētisko potenciālu (3. att.) un tam savukārt vajadzētu izraisīt augu biomasas pieaugumu.

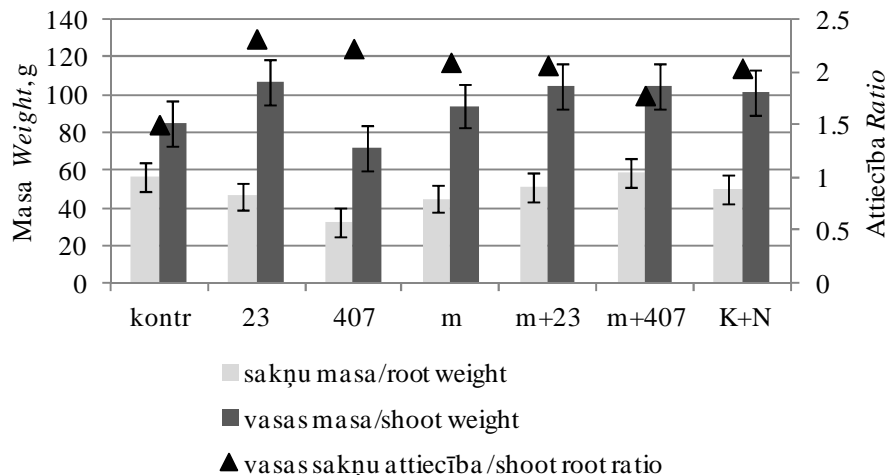


3. att. Hlorofilu saturs (mg g⁻¹) un hlorofila a un b attiecība cūku pupu lapās
Hl sum – hlorofilu summa; hla a un b – hlorofila a un b attiecība.

Fig. 3. Content of chlorophyll (mg g⁻¹) and ratio between chlorophyll a and b
Hl sum – content of chlorophylls; hla a and b – ratio of chlorophyll a and b.

Izmēģinājumos noskaidrots, ka augi variantos, kur lietots minerālmēslojums līdz ziedēšanas fāzei, vidēji izveidojuši par 19.8% vairāk zaļās masas nekā augi kontroles variantā. Mikorizācija devusi 10.9% augu masas pieaugumu. Apstrāde ar 23. gumiņbaktēriju celmu izrādījies veiksmīgākā, jo palielinājusi zaļmasu par 25.8%, bet 407. celms diemžēl bijis

mazefektīvs un augu masa samazinājusies par 15.8%. Dubultsimbiozes variantos ir bijušas līdzīgas izmaiņas, vidēji zaļmasas pieaugums ir bijis par 22% (4. att.). Datu matemātiskā apstrāde neuzrāda būtiskas atšķirības starp kontroli un apstrādātajiem variantiem. Tomēr visos izmēģinājuma variantos, salīdzinājumā ar kontroli, ir novērojams virszemes daļas īpatsvara kopējās auga masas pieaugums, liecinot par to, ka augu apgāde ar ūdeni un minerālvielām ir uzlabojusies.



4. att. Cūku pupu virszemes daļas un sakņu masa (g no veģetācijas trauka) un attiecība starp vasas un sakņu masu.

Fig. 4. Weight of field bean shoots and roots (g per vegetation pot) and shoot-root ratio).

Veicot korelācijas analīzi noskaidrots, ka cūku pupu lapu ūdens aiztures spējas vidēji cieši korelē ar sausas saturu vasā ($r=0.77$) un sausas saturu saknēs ($r=0.64$). Ūdens aiztures spējas korelē arī ar kopējo hlorofilu saturu cūku pupu lapās ($r=-0.79$). Savukārt gumiņu masas pieaugums vidēji cieši korelē ar cūku pupu virszemes daļas masu ($r = 0.53$) un sausas saturu ($r = 0.63$).

Secinājumi

1. Apstrādājot cūku pupu sēklas ar mikorizas sēņu preparātu, to lapās uzlabojās ūdens aiztures spējas, palielinājās hlorofila a un b attiecība un gumiņu masa.
2. Visos izmēģinājuma variantos, kur cūku pupu sēklas apstrādātas ar mikroorganismiem, salīdzinot ar kontroli, konstatēta virszemes daļas un sakņu masas attiecības palielināšanās.
3. Salīdzinot abu gumiņbaktēriju celmus, 23. celms veicināja cūku pupu sakņu augšanu.
4. Mikorizas sēņu un gumiņbaktēriju preparātu kombinācija ir veicinājusi cūku pupu masas palielināšanos.

Pateicība. Pētījums veikts Eiropas Savienības finansēta projekta „Ilgspējīgu tehnoloģiju izstrāde pākšaugu audzēšanai un to izmantošanas veicināšana proteīna nodrošināšanai Eiropā pārtikas un lopbarības ražošanai” (EUROLEGUME) ietvaros.

Izmantotā literatūra

1. Bārbals R., Brosova A. (2013). Lopbarības pupu šķirņu salīdzinājums. *No: Lauksaimniecības zinātne veismīgai saimniekošanai: LLU LF, Latvijas Agronomu biedrības, LLMZA, Valsts lauku tīkla organizētās zinātniski praktiskās konferences Raksti, 2013. gada 21.–22. februāris, LLU, Jelgava, 209.–214. lpp.*
2. Franzini V. I., Azcón R., Mendes F. L., Aroca R. (2010). Interactions between *Glomus* species and *Rhizobium* strains affect the nutritional physiology of drought-stressed legume hosts. *Plant Physiol*, Vol. 167(8), p. 614–619.
3. Klāsens V., Mārka B., Jansone V. (1982). *Augu fizioloģija (Ūdens režīms, minerālvielas)*. Metodiskie norādījumi un uzdevumi laboratorijas darbiem Agronomijas un Mežsaimniecības fakultātes studentiem, Jelgava, 20 lpp.

4. Klāsens V., Strokša I., Dubova L., Teile A. (1996). *Augu fizioloģija (Augu bioķīmija, augšana un attīstība, izturības fizioloģija)*. Metodiskie norādījumi un uzdevumi laboratorijas darbiem Agronomijas un Meža fakultātes studentiem, Jelgava, 35 lpp.
5. Mortimer P. E., Perez-Fernandez M. A., Valentine A. J. (2008). The role of arbuscular mycorrhizal colonization in the carbon and nitrogen economy of the tripartite symbiosis with nodulated *Phaseolus vulgaris*. *Soil Biology and Biochemistry*, Vol. 40 (5), p.1019–1027.
6. Ruiz-Lozano J. M., Azcon R. (1993). Specificity and functional compatibility of VA mycorrhizal endophytes in association with *Bradyrhizobium* strains in *Cicer arietinum*. *Symbiosis*, Vol.15, p. 217–226.
7. Sampedro I., Aranda E, Diaz R., Ocampo J. A., Garcia-Romera I. (2007). Xyloglucanases in the interaction between the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus mosseae* and *Rhizobium*. *Symbiosis*, Vol .43, p. 29–36.
8. Zahran H. H. (1999). *Rhizobium* – legume symbiosis and nitrogen fixation under severe conditions and in an arid climate. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, Vol. 63, p. 968–89.

PATOGĒNĀ MIKOFLORA KARTUPEĻU UZGLABĀŠANAS PERIODĀ PATHOGENIC MYCOFLORA OF POTATOES DURING STORAGE

Olga Treikale¹, Zane Vigule¹, Brigita Javoīša¹,
Lelde Grantiņa-Ieviņa¹, Ilze Skrabule²

¹Latvijas Augu aizsardzības pētniecības centrs, ²Valsts Priekuļu laukaugu selekcijas institūts
olga.treikale@laapc.lv, Ilze.Skrabule@priekuliselekcija.lv

Abstract. The research was conducted by the Latvian Plant Protection Centre during 2013–2014 with the aim to identify the fungal species causing dry rot in different cultivars of potatoes during the storage period. Potato tubers were taken after 3 months of storage in storehouses for the mycological analysis from State Priekuli Plant Breeding Institute, Priekuli area and from the farm "Berzini", Iecava area. In total, seven cultivars were analysed. The isolation of fungi was performed by standard mycological method on potato dextrose agar with streptomycin from tubers with visible symptoms of dry rot. All isolates were identified on the basis of morphological, cultural, and molecular characteristics. After 3 months of storage of potato tubers from yield of 2013, eight *Fusarium* species causing dry rot of tubers were identified on seven potato cultivars: *F. culmorum*, *F. avenaceum*, *F. redolens*, *F. equiseti*, *F. oxysporum*, *F. oxysporum* f.sp. *pisi*, *F. tricinctum*, *F. cerealis*. Pathogenic fungi *Rhizoctonia solani*, *Alternaria alternata*, *Phoma exigua* were found on five potato cultivars. *Galactomyces candidum* (syn. *Geotrichum candidum*), which causes rubbery rot of potatoes, was isolated from the samples of affected tuberson cultivars 'Bordjanskij Rozovij' and 'Madara'. Soil saprotrophic *Trichocladium asperum* and necrotrophic *Plectosphaerella cucumerina* were identified on potato cultivar 'Madara'. *Humicola fuscoatra* and *Microdochium bolleyi* were found on cultivar 'Lenora'.

Key words: *Fusarium* species, potato, pathogenic fungi

Ievads

Modernās tehnoloģijas kartupeļu augstas ražas iegūšanai ir saistītas ar daudzām prasībām, kas ietver arī augu aizsardzības pasākumus kaitīgo organismu ierobežošanā kartupeļu veģetācijas sezonas un uzglabāšanās perioda laikā. Kartupeļu ražas un sēklas materiāla saglabāšana lielā mērā ir atkarīga no audzēšanas tehnoloģijas un labvēlīgiem apstākļiem ražas novākšanas laikā, svarīga nozīme ir arī kartupeļu šķirnes īpašībām. Latvijā nopietna uzmanība tiek pievērsta augsti produktīvu kartupeļu šķirņu izveidošanai, bet tajā pašā laikā svarīgi ir ievērot sēklas materiāla kvalitatīvu saglabāšanu, jo tas ir pamats augstas ražas iegūšanai. Ja kartupeļi netiek uzglabāti optimālos apstākļos, uz bumbuļiem var attīstīties dažāda veida infekcijas. Latvijā galvenokārt ir izplatīta kartupeļu bumbuļu sausā fuzariozes puve, kuru ierosina dažādas *Fusarium* ģints sēnes, un fomoza sausā puve, kuru ierosina *Phoma exigua* var. *foveata* (Turka, 2003). Pētījumi Somijā, kā arī Baltkrievijā liecina, ka sausās puves ierosinātājām *Fusarium* ģints sēņu sugām kartupeļu patogēno