

TRICHODERMA PERS. EX FR. TYRIMAI LIETUVOJE

Nijolė Maršalkienė¹, Šarūnė Savickaitė¹, Antanina Stankevičienė²

¹*Aleksandro Stulginskio universitetas, Studentų 11, Akademija, 53361 Kauno r.*

²*Vytauto Didžiojo universiteto Kauno botanikos sodas, Ž. E. Žilibero 6, 46324 Kaunas*

Anotacija

Trichoderma genties grybai vieni aktyviausių augalinių liekanų biodestruktorių. Lietuvoje *Trichoderma* genties grybai išskirti iš sukultūrintų, dirbamų laukų dirvožemio, durpių substrato. Tai vieni iš labiausiai paplitusių mikroskopinių grybų miško ir agro-ekosistemų dirvožemiuose. *Trichoderma* genties grybai natūraliomis sąlygomis greitai kolonizuoja ir pradeda ardyti ne tik natūralias, bet ir sintines medžiagas iš įvairios cheminės sudėties polimerinių medžiagų: kaučiuko, polivinilchlorido, butadieninio ir kt. Lietuvoje yra atlikti šių grybų fermentinio aktyvumo, antibiotizės, poveikio fitopatogenams, biodestrukcinių savybių ir kiti tyrimai. Išanalizavus literatūroje pateiktus duomenis apie *Trichoderma* Pers. ex Fr. genties grybų atliktus tyrimų rezultatus, galima teigti, kad tai didelių praktinio panaudojimo galimybių objektas.

Raktiniai žodžiai: *Trichoderma*, įvairovė, skaidytojai, antagonizmas, Lietuva.

Įvadas

Trichoderma (*Ascomycota*, *Hypocreales*, *Hypocreaceae*) genties grybai kosmopolitai, aptinkami visose geografinėse juostose. Tai saprotrofai, organinių augalų liekanų skaidytojai, paplitę ant įvairių substratų, dirvožemyje ir kt. (Lugauskas, Salina ir Kalėdienė, 1993; Harman, Howell, Viterbo, Chet, & Lorito, 2004; Zaidi & Singh, 2018). Šiems grybams būdingas didelis fermentinis aktyvumas, mikoparazitizmas ir antagonizmas, sąlygojantis jų paplitimą, dažną aptinkamumą, galimybę efektyviai konkuruoti dėl mitybinių substratų su kitais mikroorganizmais. Šios genties grybai taip pat gali gyventi augalų šaknų audiniuose, kaip oportunistiniai avirulentiški endofitai (Harman et al, 2004; Zaidi & Singh, 2018). *Trichoderma* grybai išskiriami nuo įvairiomis klimato sąlygomis eksponuojamų ir eksploatuojamų polimerinių medžiagų. Nors šie grybai yra tipiška dirvožemio biota, tačiau dėl greito augimo, intensyvios sporuliacijos bei gerų fermentinių sistemų, lengvai prisitaiko prie naujų mitybinių substratų ir geba funkcionuoti ekstremaliomis sąlygomis, kurios susidaro grybų gyvybiniam pradams pakliuvus ant neįprastų substratų – techninių sintetinių medžiagų (Bridžiuviene ir kt., 1997).

Kai kurie *Trichoderma* genties grybai išskiria toksiškus, grybų ir augalų augimą slopinančius antrinius metabolitus, intensyviai gamina konidijas, kurios aptinkamos ore, gausiai išskiria lakiąsias medžiagas yra potencialūs alergijų sukėlėjai, tačiau ryškių toksikozijų žmonėms ir gyvūnams nesukelia (Lugauskas, Paškevičius ir Repečkienė, 2002).

Trichoderma genties grybų tyrimai pasaulyje ypač suaktyvėjo 1920 metais, kai jie buvo pradėti naudoti kaip biologinės apsaugos priemonės žemės ūkiui skirtuose biopreparatuose (Harman, 2006; Srivastava et al., 2014). Šiuo metu, tai vieni plačiausiai tiriamų mikroskopinių grybų pasaulyje.

1961 metais Lietuvoje detalesni *Trihoderma* genties tyrimai pradėti prof. A. Lugausko, o vėliau tęsiami kitų mokslininkų (Lugauskas, 1961a, b; Лугаускас, 1968; Лугаускас & Грибаускене, 1968; Лугаускас, Салина & Куделене, 1991; Радзвявичене & Лугаускас, 1974; Салина & Лугаускас, 1987). 1988 m. O. Salina paruošė disertaciją „*Trichoderma* Pers. ex Fr. genties grybai Lietuvos sukultūrintose dirvoše“.

Tyrimo tikslas: atlikti *Trichoderma* genties teorinę retrospektyvinių ir šiuolaikinių tyrimų analizę, remiantis nuo 1961 iki 2018 metų paskelbtas publikacijas.

Metodika

Trichoderma grybų genties tyrimų Lietuvoje analizė atlikta taikant teorinį-aprašomąjį, apžvalginį-analitinį metodus. Atlikta retrospektyvinė mokslinių publikacijų, ataskaitų analizė. Gauti duomenys apžvelgti mikologiniu aspektu. Grybų vardai aprašyti pagal interaktyvų sąvadą *Index fungorum*.

Rezultatai

Trichoderma genties grybai miško ir pelkės ekosistemose. Tiriant mikroorganizmų grupinės struktūros pasiskirstymo ypatumus miško ekosistemose, nustatyta, kad paklotėje ir dirvožemyje *Trichoderma* genties grybai aptinkami dažniausiai kartu su *Penicillium* Link, *Mortierella* Coem. ir *Mucor* Fresen. Miške *Trichoderma* grybai paplitę kartu su kitais celiuliozės skaidytojais: *Penicillium*, *Botrytis* P. Micheli ex Pers., *Cladosporium* Link, *Dematium* Pers., *Chaetomium* Kunze. Nustatyta, kad lyginant su natūraliai išaugusių medynų dirvožemiais, ugdytų dirvožemiuose gausiau *Trichoderma* ir *Mucor* grybų, o mažiau *Mortierella*. Tręšiant mineralinėmis trąšomis, didėja bakterijų ir aktinobakterijų skaičius, mikroskopinių grybų skaičius išlieka panašus, bet padidėja *Trichoderma* genties pradų, o sumažėja *Mucor*, *Mortierella* grybų pradų (Егорова & Рагуотис, 1968; Lietuvos dirvožemiai, 2001).

Tiriant ilgalaikės pramoninės taršos įtaką skirtingu atstumu (0,7–15 km) nuo chemijos gamyklos esančio lapuočių miško dirvožemio mikroskopiniams grybams, nustatyta, kad sunkieji metalai neigiamai veikia *Geomyces* Traaen ir *Acremonium* Link bei kai kurių *Penicillium* ir *Trichoderma* genčių rūšių vystymuisi dirvožemyje (Pečiulytė ir Dirginčiūtė-Volodkienė, 2010).

Tiriant 13 skirtingų vienarūšių medynų (50–60 m. amžiaus) viršutinio mineralinio dirvožemio sluoksnio (A, 0–5 cm) mikroskopinius grybus, gausiausiai *Trichoderma* genties grybų aptikta savaiminių rūšių plačialapių medžių – paprastojo ąžuolo (*Quercus robur* L.), paprastojo klevo (*Acer platanoides* L.), mažalapės liepos (*Tilia cordata* Mill.) medynų dirvožemyje, o mažiausiai – beržinių šeimos ir spygliuočių medžių medynų rizosferoje. Tyrimų duomenimis, *Trichoderma* grybai neigiamai veikė kitų mikroskopinių grybų plitimą medynų dirvožemiuose (Maršalkienė ir Savickaitė, 2018).

Nustatyta, kad durpynuose didelis organinės medžiagos kiekis, rūgšti reakcija sudaro palankias sąlygas celiuliozę skaidantiems mikroskopiniams grybams vystytis. Celiuliozę skaidančių grybų gausumas, įvairovė priklausė nuo durpės sudėties, augalų rūšių, metų laiko, tačiau kaip įprasta Lietuvos dirvožemiams, nuolat dominavo *Penicillium*, *Trichoderma*, *Fusarium* Link genčių ir *Zygomycetes* klasės grybai (Repečkienė et al., 2011; Repečkienė, Jukonienė ir Salina, 2012 a; Repečkienė, Salina ir Jukonienė, 2012 b; Repečkienė, Jukonienė ir Salina, 2015).

Trichoderma genties grybai agroekosistemose. *Trichoderma* yra viena labiausiai paplitusių grybų genčių lauko augalų sėjomainos dirvožemiuose (Лырацкac, 1988; Salina, 1988). E. A. Arlauskienės (Lietuvos dirvožemiai, 2001) tyrimų duomenimis, *Trichoderma* kartu su *Mucor*, *Fusarium* genčių atstovais dažnesni turtingesnėse mikroorganizmų cenozių sudėtimi pasižyminčiuose Vidurio Lietuvos žemumos ir limnoglacialinės kilmės dirvožemiuose. *Trichoderma* dažnesnė gerai sukultūrintuose, neužimtuose žoline danga, turtinguose organine medžiaga dirvožemiuose (Lietuvos dirvožemiai, 2001). *Trichoderma* yra vieni aktyviausių biodestruktorių išskirti nuo augalinių liekanų dirbamuose laukuose (Mikulskienė, 1986; Velička, Rimkevičienė, Kraičiūnienė, Pupalienė, & Salina, 2009).

1977–1980 m. tiriant mikroskopinių grybų rūšių įvairovę sėjomainų kultūrinių augalų rizosferoje ir ant šaknų, nustatyta, kad *Trichoderma* dažniau sutinkama augalų rizosferoje, rečiau – ant šaknų. Labiausiai paplitusi rūšis – *T. viride* (Лырацкac, 1988). Sukultūrintuose Lietuvos dirvožemiuose taip pat dažnai aptinkamos *T. hamatum* Pers., *T. harzianum* Rifai, *T. koningii* Oudem., *T. aureoviride* Rifai, *T. polysporum* (Link) Rifai ir *T. piluliferum* J. Webster & Rifai

(Salina, 1988; Лыгаускас). 2007 aprašytos dvi naujos Lietuvoje rūšys *T. citrinoviride* Bissett ir *T. longibrachiatum* Rifai, priklausčios *Longibrachiatum* sekcijai (Salina, 2007). *Trichoderma* rūšių aptikimo dažnis priklauso nuo meteorologinių sąlygų, sėjomaininės kultūros. Gausiausiai *Trichoderma* genties grybai (ypač *T. viride*) aptinkami miežių, motiejukų, vikių-avižių mišinių laukuose (Лыгаускас). Daugiamečiais tyrimais nustatyta, kad auginant raudonuosius dobilus kelis metus iš eilės, jų rizosferoje padidėja aptinkamumas *T. viride*, *T. hamatum*, *T. koningii*, *T. polysporum*, *T. aureoviride*, o ant šaknų – *T. viride*, *T. aureoviride*, *T. koningii* (Лыгаускас).

Lugausko teigimu, apie dirvožemio biologinį aktyvumą ir jame vykstančius procesus galima spręsti pagal *Trichoderma* genties grybų paplitimą (Lugauskas, Varnaitė ir Salina, 1997; Лыгаускас, 1988). *Trichoderma* genties grybai yra aktyvūs agrocenozių komponentai: greitai vystosi, išskiria specifinius metabolitus, įtakoja cheminius ir dirvodarinius dirvožemio procesus, bei jo biologinį aktyvumą. Šie grybai dažniausiai dominuoja augalinės kilmės organinėmis medžiagomis turinguose dirvožemiuose (Lugauskas et al., 1997; Лыгаускас). Grybų vystymuisi palankus dirvožemio sukultūrinimas, pakankamas drėgmės kiekis, silpnai rūgšti substrato reakcija, tręšimas organinėmis bei mineralinėmis trąšomis (Lugauskas, Mikulskienė, Šliauzienė ir Bridžiuvienė, 1993; Лыгаускас & Салина, 1985). Šios genties grybai gana jautriai reaguoja į aplinkos veiksnius ir gali būti naudojami kaip bioindikatoriai (Lugauskas et al., 1997; Лыгаускас; Salina, 1988). Nustatyta, kad *Trichoderma* grybai jautrūs azoto, fosforo ir kalio kiekiui dirvožemyje. Padidintos mineralinių trąšų normos neigiamai veikė šių grybų vystymąsi.

Nustatyti trofiniai ryšiai tarp sliekų ir *Trichoderma* grybų. Dirviniai sliekai (*Allolobophora caliginosa* f. *typica* Sav.) miežių pasėliuose teigiamai veikė *T. viride* ir *T. aureoviride* aptikimo dažnį. Praturtintuose miežių šiaudais ir lietaus sliekais laukuose intensyviau, nei kontroliniame variante vystėsi *T. hamatum*, *T. viride*, *T. koningii*, *T. aureoviride* (Лыгаускас, 1988).

Mikoparazitinis ir antagonistinis aktyvumas. Daugumai dirvožemio mikroskopinių grybų funkcionuojančių rizosferoje ir ant augalų šaknų, būdingas antagonizmas. Tiriant 100 rūšių dirvožemio mikroskopinių grybų tarpusavio poveikį, 73 proc. jų veikė antagonistiskai. Vienu plačiausių antagonistiniu spektru pasižymėjo *T. hamatum* ir *T. viride* rūšys (Лыгаускас, 1988). *T. harzianum* slopinančiai veikė daugelį dirvožemio patogeninių grybų šiltnamyje (Survilienė, 2002). Tokios grybais mintančios nematodos kaip *Aphelenchus avenae* nesidaugino ant *Trichoderma harzianum* ir *T. viride* ir greitai žūdavo (Лыгаускас).

1974 m. pradėti bandymai preparatų pagamintų *Trichoderma* pagrindu prieš daržovių šaknų puvinį, šaknų kenkėjus šiltnamiuose (Радзявичене & Лыгаускас, 1974, 1976; Лыгаускас & Радзявичене, 1974; Лыгаускас, Салина, Гринцявичене & Ширвинслайте 1991; Salina, Lugauskas ir Grincevičienė, 1992).

Tiriant dažnai dirvožemyje aptinkamų grybų įtaką *Azotobacter chroococcum* ir ankštinių gumbelinėms bakterijų augimui, nustatyta, kad kai kurie *T. koningii* ir *T. lignorum* kamienai veikė kaip inhibitoriai, slopino ankščiau minėtų bakterijų augimą. *T. koningii* ir *T. viride* padermės sumažino dobilų sėklų dygimą (50–60 proc.), o kai kurios *T. viride* padermės toksiškai veikė dygstančias miežių sėklas. Lakūs *T. viride* junginiai stabdė patogenų *Fusarium oxysporum* Schltdl., *F. gibbosum* Appel & Wollenw., *F. solani* (Mart.) Sacc. ir kiek silpniau – *Rhizoctonia solani* J. G. Kühn, *Verticillium albo-atrum* Reinke & Berthold ir *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl., augimą (Лыгаускас, 1988).

Tris metus trukusiuose vetgetaciniuose bandymuose tiriant dažnai sutinkamų rūšių *Verticillium albo-atrum*, *Fusarium oxysporum*, *Trichoderma viride* ir nematodos *Panagrolaimus rigidus* sąveiką raudonojo dobilo šaknų sistemai, nustatyta, kad *T. viride* slopino aukščiau minėtų grybų ir *P. rigidus* vystymąsi (Лыгаускас, 1988).

1991 m. Kauno botanikos sode tirta *T. viride* antagonistinis poveikis tikrojo gvazdiko (*Dianthus caryophyllus* L.) šaknų patogenams (*Fusarium oxysporum*, *F. solani*, *Umbelopsis isabellina* (Oudem.) W. Gams, *Verticillium albo-atrum*). Augalų, į kurių substratą buvo įterpta

grybo antagonisto pradai būklė pastebimai buvo geresnė (Снешкене, Гринцявичене, 1991; Grincevičienė ir Snieškienė, 1993; Stankevičienė ir Lugauskas, 1999; Stankevičienė, 2000; Stankevičienė ir Snieškienė, 2003).

Fermentinis aktyvumas. Tiriant 395 įvairių mikroskopinių grybų, išskirtų iš raudonojo dobilo rizosferos, nustatyta, kad ypač didelis amilazinis aktyvumas buvo *T. koningii* ir *T. viride* rūšių padermių, celiulazinis – *T. koningii*, *T. polysporum*, *T. viride* ir *T. hamatum* kamienų. Vienas tirtų *T. viride* kamienų produkavo kompleksą fermentų (Лугаускас, 1988; Pečiulytė ir Lugauskas 2001).

Tiriant ligniną skaidančius mikroskopinius grybus įvairiuose dirvožemiuose, naudojant lino audinį, nustatyta, kad tarp efektyviausiai ligniną skaidančių rūšių dažniausi buvo *T. viride*, *T. hamatum*, *T. harzianum*, *T. koningii*, *T. aureoviride* kamienai (Лугаускас, 1988).

Boras – aktyvus augalų ir grybų fiziologinių procesų katalizatorius. Trūkstant boro, sutrinka augalo maisto medžiagų pasisavinimas, rizosferoje dažnai pradeda dominuoti *Fusarium*, *Penicillium*, *Trichoderma*. Į mitybines terpės įterptas nedidelis (50, 10, 100 mg l⁻¹) boro kiekis, teigiamai veikė *T. polysporum* ir *T. viride* fermentinį aktyvumą, tačiau įterpus 1000 mg l⁻¹, minėtų *Trichoderma* rūšių fermentinis aktyvumas žymiai sumažėjo, *Trichoderma* jautriausiai reagavo į boro perteklių, lyginant su kitų tirtų rūšių grybais (Лугаускас, 1988). Nevienareikšmiškas molibdeno, kaip fiziologinio katalizatoriaus, poveikis. Didžiausias *T. polysporum* celulazės aktyvumas buvo nustatytas prie 1,0 g l⁻¹ molibdeno koncentracijos mitybinėje terpėje, o *T. viride* – 0,1 g l⁻¹. Didžiausias *T. viride* pektinazės aktyvumas nustatytas prie 0,01 g l⁻¹ molibdeno kiekio (Лугаускас).

Boras gali būti kaip ekologinis veiksnys, ribojantis *Trichoderma* ir kitų mikroskopinių grybų aktyvumą, o molibdenas – apsprendžiantis rūšių-dominančių sudėtį dirvožemyje (Лугаускас, 1988).

Trichoderma genties grybai uždaro grunto substratuose, sandėliuose, patalpose. 1999–2000 m. tiriant sandėliuojamų ir prekyboje esančių daržovių būklę *Trichoderma* grybai nebuvo dažni, lyginant su kitais. Iš septynių bulvių ėminių ir keturių burokėlių ėminių viename buvo rasta *T. harzianum*, viename iš penkių morkų ėminių – rasta *T. viride*, o ant gūžinių kopūstų pasodų – *T. aureoviride*. Šių grybų neaptikta ant pastarnokų, šakninių salierų, petražolių, krapų ir japoninių ridikų, agurkų, pomidorų, kopūstų, paprikų (Lugauskas ir Stakėnienė, 2001).

1996–2000 m. tiriant grybų rūšių, paplitimą ant augalinės kilmės maisto produktų (7 maisto prekybos ir sandėliavimo objektai), taip pat gyvenamųjų patalpų (14 objektų), ore bei dulkėse, nustatyta, kad *Trichoderma* buvo aptinkama rečiau, lyginant su dominuojančiais *Penicillium*, *Aspergillus* grybais (Krikštaponis, Stakėnienė ir Lugauskas, 2001).

1997–2012 tiriant Vytauto Didžiojo universiteto Kauno botanikos sode oranžerijoje ir lauko sąlygomis augančių augalų rizosferoje funkcionuojančius mikroskopinius grybus, nustatyta jų įvairovės ir aptinkamumo skirtumai priklausomai nuo substrato sudėties ir augalų rūšies. Dalis augalų buvo auginami keičiant substratą (esant poreikiui) (Stankevičienė, 2012; Stankevičienė ir Lugauskas, 2006, 2007; Stankevičienė ir Snieškienė, 2011; Stankevičienė, Lugauskas ir Snieškienė, 2010 a, 2010 b) ir ilgai nekeičiant substrato: daugiamečiai arekinių šeimos (*Arecaceae*) augalai iki 20–40 metų (Stankevičienė ir Lugauskas, 2011; Varkulevičienė ir Stankevičienė, 2011). Taip pat lauko sąlygomis augančių augalų su pažeista antžemine dalimi rizosferoje taip pat buvo aptinkami *Trichoderma* grybai (Stankevičienė ir Varkulevičienė, 2006).

Trichoderma genčių grybai ypač *T. viride* ir *T. harzianum* dažni šiltnamių, daržovių, gėlių substratuose (Снешкене & Гринцявичене, 1991; Survilienė, 2002).

2002–2004 m. tiriant tręšimo įtaką ‘Ada’ ir ‘Zentos’ žieminių kviečių grūdų užterštumui mikroskopiniais grybais ir mikotoksiniais, identifikuota grybai priklausantys 15 genčių, 18 rūšių. Ant grūdų mėginių dominavo *Alternaria* grybai. *Trichoderma* genties grybai (*T. viride*)

buvo aptikti tik drėgnais ir šiltais 2004 m. ant 'Zentos' kviečių grūdų, kai grūdų formavimosi metu buvo sudarę palankias sąlygas jiems plisti (Mankevičienė, Dabkevičius, Mačkinaite ir Cesevičienė, 2006).

Trichoderma genties hilobiologiniai tyrimai. 1980 m. Botanikos institute buvo įkurta Biodestruktorių tyrimo laboratorija, kuri nagrinėja įvairių mikroorganizmų ekologinius ir biologinius savitumus, adaptacines galimybes prie naujų neįprastų substratų, reakciją į įvairias chemines medžiagas, gebėjimą funkcionuoti ekstremaliomis sąlygomis bei fizikinius veiksnius, skatinančius ar slopinančius mikroorganizmų veiklą (Bridžiuvienė ir kt., 1997).

Nuo įvairių substratų, surinktų įvairiose klimatinėse zonose, išskirta 6 rūšys *Trichoderma* genties grybų: *T. aureoviride*, *T. hamatum*, *T. harzianum*, *T. koningii*, *T. polysporum*, *T. viride* (lentelė) (Bridžiuvienė ir kt., 1997). Dažniausiai ant gana skirtingų medžiagų buvo aptinkama *T. viride* rūšis. Ji buvo išskiriama nuo įvairiomis klimato sąlygomis eksponuojamų ir eksploatuojamų polimerinių medžiagų (Bridžiuvienė ir kt.).

Lentelė. *Trichoderma* genties grybų paplitimas ant techninių medžiagų (Bridžiuvienė ir kt., 1997)

Table. *Distribution of Trichoderma genus fungi on technical materials (Bridžiuvienė ir kt., 1997)*

Rūšis <i>Species</i>	Radavietė <i>Grown places</i>	Medžiagos svarbiausios sudedamosios dalys <i>Essential components of the material</i>
<i>Trichoderma aureoviride</i>	Juodkrantė, Vladivostokas	Butadieno kaučiukai, SiO ₂ su bakelitine derva, poliamidai, celiuliozė su įvairios sudėties priedais
<i>T. hamatum</i>	Juodkrantė	SiO ₂ , butadieno kaučiukai, stiklo tekstolitai, poliamidai, aromatiniai poliimidai, fenolfomaldehidinės dervos, celiuliozė ir kt.
<i>T. hurzianum</i>	Juodkrantė	Butadieno kaučiukai, poliamidai
<i>T. koningii</i>	Juodkrantė	Butadieno kaučiukai, poliamidai, aromatiniai kaučiukai, kopolimeras: tetrafluoretilenas + heksafluorpropilenas, celiuliozė
<i>T. polysporum</i>	Juodkrantė, Murmanskas	Aromatiniai poliimidai, fluoro junginiai, butadieno kaučiukai, SiO ₂ , stiklo tekstolitai, celiuliozė
<i>T. viride</i>	Juodkrantė, Vladivostokas, Jakutskas, Kaunas, Batumis, Kuba	Celiuliozė, polivinilchloridas, gumos su priedais, stiklo tekstolitai, anglies plastikas su bakelitine derva, SiO ₂ , poliamidai, aromatiniai poliimidai, polimet afenilenizofalamidas ir daugelis kitų.

Vykdamas ūkinę veiklą, naftos saugyklose, elektrinėse, geležinkelyje, naftos perdirbimo gamykloje, degalinėse atsiranda atliekų, užterštų naftos angliavandeniliais. Tiriant mikroorganizmus, kaip nebrangią ir ekologišką naftos ir jos produktų utilizavimo priemonę, išskirta 100 bakterijų ir 300 grybų kamienų, priklausančių gentims: *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Flavobacterium*, *Rhodococcus*, *Arthrobacter*, *Candida* Berkhout, *Rhodotorula* F. C. Harrison, *Penicillium*, o taip pat ir *Trichoderma*. Patentuota *T. harzianum* padermė, aktyviai skaidanti mazutą. Nustatyta, kad geras valymo efektas gaunamas naudojant mikroorganizmų, išskirtų iš naftos produktais užteršto substrato, asociaciją, sudaryta iš: hidrofilinių (*Pseudomonas* sp.), lipofilinių (*Rhodococcus* sp., *Bacillus cerius*) bakterijų ir grybų *Candida* sp. bei *Trichoderma lignorum* (Januška, Lugauskas, Paškevičius ir Repeckienė, 2003; Liužinas ir kt., 2005; Jankevičius ir Liužinas, 2007). Tiriant grybus, kuriuos būtų galima pritaikyti medinių pabėgių, prisotintų kreozotu, bioremediacijai, išskirta *Umbelopsis isabellina*, *Yarrowia lipolytica*, *Trichoderma viride* rūšys (Tiso et al., 2015). Nustatyta, kad kviečių sėklas daiginant toksiškame, naftos produktais užterštame dirvožemyje, geriausias daigumas buvo iš anksto sėklas inokuliuojant *Trichoderma viride* grybu (Bridžiuvienė ir kt., 1997).

Vertinant monoetilamino atliekų toksiškumą įvairių grupių mikroorganizmams ir augalams bei parenkant būdus atliekų biodegradacijai pagreitinti laboratorinėmis sąlygomis, nustatyta, kad introdukavus mielių kompleksą ir *T. harzianum* kamieną į monoetilamino ir durpių mišinio substratą, mikroorganizmų pradai išlieka gyvybingi ir vystosi, skatindami monoetilamino biodegradaciją (Repeckienė ir kt., 2011).

Naudojant *T. harzianum* C 82-93 kamieną maisto atliekų ir medžių pjuvenų kompostui, po 15 dienų *T. harzianum* populiacijos tankis sudarė 80 proc., tuo tarpu kontroliniame variante dominavo *Mucor*, *Geotrichum* ir *Aspergillus* grybai. *Trichoderma harzianum* pagerino komposto humifikacijos procesus, padidino bendrą azoto kiekį, pagerino anglies ir azoto (C/N) santykį (Salina ir Lugauskas, 2013).

Išvados

1. *Trichoderma* Lietuvoje yra viena labiausiai paplitusių mikroskopinių grybų genčių miško, lauko augalų sėjomainos dirvožemiuose, augalams paruoštuose substratuose, sutinkama gamybinėse ir gyvenamosiose patalpose, rečiau – ant šakniavaisių, daržovių, grūdų.
2. Dažniausiai aptinkama *Trichoderma* rūšis yra *T. viride*. Vienu plačiausių antagonistiniu spektru, tyrimų duomenimis, pasižymėjo taip pat Lietuvoje paplitę *T. hamatum* ir *T. viride* ir *T. harzianum* rūšys.
3. Nustatyta, kad *Trichoderma* genties atskiri grybų štamai pasižymi didele fermentinio aktyvumo įvairove. Šios genties grybai skaido ne tik organinių augalinių liekanas, bet ir įvairias sintetines, polimerines medžiagas, naftos angliavandenius.
4. Išanalizavus literatūroje pateiktus duomenis apie *Trichoderma* Pers. ex Fr. genties grybų atliktus tyrimų rezultatus, galima teigti, kad tai didelių praktinio panaudojimo galimybių objektas: augalų apsauga, fermentų gamyba, organinių medžiagų destrukcija ir kitos sritys.

Literatūra

1. Bridžiuvienė, D., Levinskaitė, L., Lugauskas, A., Paškevičius, A., Pečiulytė, D., Repečkienė, J., Salina, O., & Varnaitė, R. (1997). *Mikrobiologiniai medžiagų pažeidimai*. Vilnius.
2. Grincevičienė, A. ir Snieškienė, V. (1993). *Trichoderma* genus fungi against the rot agents of the remontant pinks. Fungi and Lichens in the Baltic region. In *Materials of the 12 International Conference on Mycology and Lichenology*. Vilnius, p. 23.
3. Harman, G.E., Howell, C.R., Viterbo, A., Chet, I., & Lorito, M. (2004). *Trichoderma* species-opportunistic, avirulent plant symbionts. *Nat. Rev. Microbiol.* 2, 43–56.
4. Harman, G.E. (2006). Overview of Mechanisms and Uses of *Trichoderma* spp. *Phytopathology*. 96 (2), 190–194.
5. Januška, V., Lugauskas, A., Paškevičius, A., & Repeckienė, J. (2003). Mikroorganizmų atranka ir panaudojimas. *Aplinkos biologinis valymas*. Vilnius, p. 109–116.
6. Jankevičius, K. ir Liužinas, R. (2007). *Naftos ir kitų aplinką teršiančių medžiagų biodegradacija*. Vilnius.
7. Index fungorum. (2018). *Species Fungorum* [žiūrėta 2018-01-25]. Prieiga per internetą: <http://www.indexfungorum.org/names/names.asp>
8. Krikštaponis, A., Stakėnienė, J., & Lugauskas, A. (2001). Toxigenic fungi in human environment. *Biologija*, 4, 10–12.
9. *Lietuvos dirvožemiai* (redaktoriai Eidukevičienė, M. ir Vasiliauskienė, V.). (2001). Lietuvos mokslas, 32 knyga.
10. Liužinas, R., Jankevičius, K., Kmita, M., Paškevičius, A., Repečkienė, J., Šalkauskas, M., & Kalėdienė, L. (2005). Search for measure reducing oil adhesion. In *Important aspects of environmental bioremediation* (Eds. Jankevičius, K. & Liužinas, R.), p. 96-103.
11. Lugauskas, A. (1961a). Pašarinių augalų rizosferos *Trichoderma* Pers. genties grybai kai kuriuose Lietuvos TSR dirvose ir jų antagonistinės savybės. *Lietuvos TSR MA Darbai, serija B*, (1)24, 11–21.
12. Lugauskas, A. (1961b). Pašarinių augalų rizosferos mikroskopinių grybų antagonistinis aktyvumas. *Lietuvos TSR MA Botanikos instituto mokslinių straipsnių rinkinys*, I, 22–31.
13. Lugauskas, A., Mikulskienė, A., Šliaužienė, D., & Bridžiuvienė, D. (1993). Species composition of fungi in acid soils. *Baltic region: Agriculture in acid soils*, 63–66.
14. Lugauskas, A., Paškevičius, A., & Repečkienė, J. (2002). *Patogeniški ir toksiški mikroorganizmai žmogaus aplinkoje*. Vilnius, p. 434.
15. Lugauskas, A., Salina, O., & Kalėdienė, L. (1993). *Trichoderma* Genus Fungi in Acid Soils. *Baltic Region. Agriculture in Acid Soils*. Vilnius, 67–72.
16. Lugauskas, A. ir Stakėnienė, J. (2001). Mikromicetai, išskirti iš sandėliuose ir prekyboje esančių daržovių. *Ekologija*, 2, 8-18.
17. Lugauskas, V., Varnaitė, R., & Salina, O. (1997). Results of search for fungi – plant sourrounding improvers. *Mikroorganizmų veiklos ekologiniai efektai*, 264–267.

18. Mankevičienė, A., Dabkevičius, Z., Mačkinitė, R., & Cesevičienė, J. (2006). Žieminių kviečių grūdų užterštumo mikromicetais ir mikotoksinais priklausomumas nuo tręšimo lygio. *Žemdirbystė: mokslo darbai*, 93(3), 131-140.
19. Maršalkienė, N. ir Savickaitė, Š. (2018). Dirvožemio mikroskopinių grybų sudėtis skirtinguose medynuose. *Miestų želdynų formavimas: mokslo darbai*, 1 (15), 179–185.
20. Mikulskienė, A. (1986). *Augalinių liekanų mikromicetai – biodestruktoriai Lietuvos kultūrinėse dirvose: disertacijos santrauka*. Vilnius.
21. Pečiulytė, D. ir Dirginčiūtė-Volodkienė, V. (2010). Effect of long-term industrial pollution on microorganisms in soil of deciduous forests situated along a pollution gradient next to a fertilizer factory 3. Species diversity and community structure of soil fungi. *Ekologija*, 56 (3–4), 132–143.
22. Pečiulytė, D. ir Lugauskas, A. (2001). Improvement of *Trichoderma viride* Biotic Activity by Copper Sulfate. *Introduction into Soil. Bulletin of the Polish Academy of Science, Biological Sciences*, 49(4), 299–307.
23. Repečkienė, J., Jukonienė, I., & Salina, O. (2012a). Cellulose-decomposing fungi in peatlands occupied by invasive moss. *Botanica Lithuanica*, 18 (1), 46–57.
24. Repečkienė, J., Jukonienė, I., & Salina O. (2015). Fungal diversity and seasonal succession under invasive moss *Campylopus introflexus* and other plants in disturbed peatlands. *Botanica Lithuanica*, 21(1), 46–56.
25. Repečkienė, J., Pečiulytė, D., Paškevičius, A., Salina, O., Jankevičius, K., & Liužinas, R. (2011). Microbiological reduction of monoethanolamine waste toxicity. *Journal of environmental engineering and landscape management*, 19 (4), 287–295.
26. Repečkienė, J., Salina, O., & Jukonienė, I. (2012b). Microbial communities in disturbed peatlands colonized with invasive moss *Campylopus introflexus*. *Polish Journal of Ecology*, 60, 503–514.
27. Salina, O. (1988). *Trichoderma Pers. ex Fr. genties grybai Lietuvos sukultūrintose dirvose: disertacijos santrauka*. Vilnius.
28. Salina, O., Lugauskas, A., & Grincevičienė, A. (1992). *Trichoderma genties mikromicetų naudojimo galimybės uždaro grunto augalų apsaugoje. Biometodas augalų apsaugoje* (Straipsnių rinkinys). Kėdainiai, p. 13–15.
29. Salina, O. (2007). Micromycetes of trichoderma sect. Longibrachiatum in Lithuania. *Botanica Lithuanica*, 13(4), 261–269.
30. Salina, O. ir Lugauskas, A. (2013). Changes of micromycetes species in composted food waste and possibilities for their regulation, *Botanica Lithuanica*, 8(4), 379–385.
31. Survilienė, E. (2002). Reaction of micromycetes to antagonistic organisms and fungicides in substrate. *Biologija*, 1, 15–1.
32. Srivastava, M., Pandey, S., Shahid, S., Sharma, A., Singh, A., & Vipul, K. (2014). Induction of chitinase, β -1 glucanase, xylanase taken from *Trichoderma* sp. on different sources: A review. *African Journal of Microbiology*, 8(34), 3131–3135.
33. Stankevičienė, A. (2000). *Mycological characteristics of substrata used for flower cultivation in greenhouses: disertacijos santrauka*. Vilnius, 36 p.
34. Stankevičienė, A. (2012). Mikroskopinių grybų rūšių įvairovė uždaramame grunte auginamų augalų rizosferoje. *Vytauto Didžiojo universiteto botanikos sodo raštai*, 16, 85–96.
35. Stankevičienė, A. ir Lugauskas, A. (1999). *Trichoderma viride* Pers. against pathogenic microorganisms of *Dianthus* L. *Bulletin of the Polish academy of sciences. Biological Sciences*, 47(2–4), 207–215.
36. Stankevičienė, A. ir Lugauskas, A. (2006). Kauno botanikos sodo oranžerijoje tropinių augalų rizosferoje funkcionuojančių mikromicetų rūšių įvairovė. *Vagos: mokslo darbai*. LŽŪU, 69, p. 72–77.
37. Stankevičienė, A. ir Lugauskas, A. (2007). *Vriesea splendens* augalo rizosferoje funkcionuojančių mikromicetų rūšių įvairovė. Iš *Žvilgsnis į mikroorganizmų pasaulį*. Vilnius, p. 82–88.
38. Stankevičienė, A. ir Lugauskas, A. (2011). *Arecaceae* šeimos augalų, augančių Vytauto Didžiojo Universiteto Kauno botanikos sode, rizosferoje aptinkamų mikroskopinių grybų įvairovė. *Vytauto Didžiojo universiteto botanikos sodo raštai*, 15, 104–112.
39. Stankevičienė, A., Lugauskas, A., & Snieškienė, V. (2010a). Introdukuojamų dekoratyviųjų augalų (*Dizygotheca elegantissima* (Veitch). Vig. et Guillaumin ir *Schefflera arboricola* (Hayata) Merr.) būklę įtakojantys veiksniai. Iš *Žmogaus ir gamtos sauga: tarptautinės mokslinės-praktinės konferencijos medžiaga*. LŽŪU: Akademija, I, 141–144.
40. Stankevičienė, A., Snieškienė, V., & Lugauskas, A. (2010b). Mikroskopinių grybų įvairovė pažeistų augalų, augančių Kauno botanikos sodo kolekcijose, rizosferoje. *Vytauto Didžiojo universiteto botanikos sodo raštai*, 14, 169–175.
41. Stankevičienė, A. ir Snieškienė, V. (2003). *Trichoderma viride* against some of pink rot and wilt agents. *Sodininkystė ir daržininkystė: mokslo darbai*, 22(3), 395–400.
42. Stankevičienė, A. ir Snieškienė, V. (2011). Aplinkos veiksnių ir mikroskopinių grybų poveikis introdukuojamų *Dracena* Van. ex L. augalų būklei. Iš *Žmogaus ir gamtos sauga: tarptautinės mokslinės-praktinės konferencijos medžiaga*. LŽŪU: Akademija, 1, 135–138.

43. Stankevičienė, A. ir Varkulevičienė, J. (2006). Research of Lithuanian cultivars and hybrids of *Paeonia lactiflora* in Kaunas botanical garden. *Baltic botanic gardens in 2004–2006: Estonia, Latvia, Lithuania*. Kaunas: Vytauto Didžiojo universiteto leidykla, p. 34–39.
44. Tiso, N., Mikašauskaitė, J., Stankevičius, M., Snieškienė, V., Stankevičienė, A., Polcaro, Ch., ... & Maruška, A. (2015). Isolation and identification of fungi tolerant to polycyclic aromatic hydrocarbons and coal tar from different habitats in Lithuania. *Toxicological & environmental chemistry*, 98(1), 77–89.
45. Varkulevičienė, J. ir Stankevičienė, A. (2011). *Areaceae* šeimos augalų, augančių Vytauto Didžiojo Universiteto Kauno botanikos sode, rizosferoje aptinkamų mikroskopinių grybų įvairovė. *Vytauto Didžiojo universiteto botanikos sodo raštai*, 15, 104–112.
46. Velička, R., Rimkevičienė, M., Kraičiūnienė, Z., Pupalienė, R., & Salina, O. (2009). The effect of cellulose-degrading micro-organisms on the biodestruction of crop residues in the soil. *Žemdirbyste*, 96(1), 113–126.
47. Zaidi, N.W. & Singh, U.S. (2018). *Trichoderma* – An Impeccable Plant Health Booster. In book: *Arshad Answer Novel Tools for Pest Management (Edited by Anwer, M.A.) Biopesticides and Bioagents*. New York: Apple Academic Press.
48. Егорова, С. Н. & Рагуотис, А. Д. (1968). Микрофлора ризосфер ели и березы и некоторые ее физиологические особенности. *Лесоведение*, с. 27–36.
49. Лугаускас, А. (1968). Антагонистическая активность микромицетов ризосферы кормовых растений.
50. Лугаускас, А. (1988). *Микромицеты окультуренных почв Литовской ССР*. Вильнюс: Мокслас.
51. Лугаускас, А. Ю. & Грибаускаене, В. Ю. (1968). Протеолитическая активность микромицетов, населяющих прикорневую зону и корни клевера. *Труды АН Литовской ССР, серия В*, 2(52), 25–31.
52. Лугаускас, А. Ю. & Радзявичене, З. Ч. (1974). Влияние *Trichoderma lignorum* на формирование сообществ грибов и нематодов в тепличном грунте. *Краткие доклады I научной конференции по охране тепличных растений*. Вильнюс, с. 32–35.
53. Лугаускас, А. Ю. & Салина, О. А. (1985). Влияние источников азота на рост, развитие и антибиотическую активность в виде *Trichoderma*. *Грибы и лишайники в экосистеме*. Рига, с. 6–7.
54. Лугаускас, А., Салина, О., Гринцявичене, А., & Ширвинслайте, Р. (1991). Грибы рода *Trichoderma* Pers. в торфяных субстратах теплиц. *Торф в народном хозяйстве*. Томск, с. 151–152.
55. Лугаускас, А., Салина, О., & Куделене, М. (1991). Изучение грибов рода *Trichoderma* в связи с производством препарата „Триходермин“. *Микробиология в сельском хозяйстве*. Кишинев, с. 91.
56. Макарскас, А. А., Микульскене, А. И., & Бубинене И. И. (1974). Действие триходермина на микрофлору ризосферы огурцов, выращиваемых в закрытом грунте. *Пятая конференция по спорным растениям Азии и Казахстана*, 2, с. 224–226.
57. Радзявичене, З. Ч. & Лугаускас, А. Ю. (1974). Влияние некоторых штаммов гриба *Trichoderma lignorum* на численность нематод в теплицах. *Краткие доклады научной конференции по защите растений*. Саку, 2–4 июля, 2, с. 65–67.
58. Радзявичене, З. Ч. & Лугаускас, А. Ю. (1976). Результаты изучения действия гриба *Trichoderma lignorum* на развития нематод и грибов в тепличных почвах под огурцами. *Acta parasitologica Lithuanica*, 19, 57–59.
59. Салина, О. А. & Лугаускас, А. Ю. (1987). К вопросам о таксономии грибов рода *Trichoderma*. *Проблемы идентификации микромицетов и других микроорганизмов*. Вильнюс, с. 99–100.
60. Снешкене, В. & Гринцявичене, А. (1991). Грибы рода *Trichoderma* против грибной и бактериальной инфекции гвоздики ремонтантной. *Вопросы теории и практики защиты интродуцированных растений от вредителей, болезней*. Киев, с. 45.

INVESTIGATION OF *TRICHODERMA* PERS. EX FR. IN LITHUANIA

Nijolė Maršalkienė, Šarūnė Savickaitė, Antanina Stankevičienė

Summary

Trichoderma Pers. ex fr. (Ascomycota, Hypocreales, Hypocreaceae) is one of the most common microscopic fungi genus in forest and agro ecosystem soils. It is one of the most active plant residue decompose also. *Trichoderma* fungi abundance is important factors influencing the phytosanitary state of soil. In Lithuania, fungi of *Trichoderma* genus are distinguished from forest and cultivated field soils, peat substrates and polymeric materials of various chemical composition, made from cellulose, rubber, polyvinylchloride, butadiene. *T. viride* is the most frequent species of *Trichoderma* genus in Lithuania. The species *T. hamatum*, *T. harzianum*, *T. koningii*, *T. aureoviride*, *T. polysporum* and *T. piluliferum* are also common. In Lithuania, quite a lot of work was done on the study of the enzymatic activity of these fungi, antibiotic effect on phytopathogens and biodestructive properties. According to research data, *Trichoderma* is suitable for the remediation of soil, contaminated by oil and oil products, bioconversion of organic substrata such as food and other waste. The results of the research carried out on the *Trichoderma* suggest, that this is the object of great practical use.

Gauta: 2018 m. balandžio mėn. 6 d.

Gauta recenzija: 2018 m. balandžio mėn. 6 d.

Priimta: 2018 m. balandžio 25 d.

Received: April 6, 2018.

Revision received: April 6, 2018.

Accepted: April 25, 2018.