

Biofumigacija kot alternativen ukrep zatiranja talnih škodljivih organizmov

Avtorji prispevka:

Sebastjan Radišek, Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, Oddelek za varstvo rastlin, Slovenija, sebastjan.radisek@ihps.si

Iztok Jože Košir; Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, Oddelek za agrokemijo in pivovarstvo, Slovenija, iztok.kosir@ihps.si

Gregor Urek, Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za varstvo rastlin, Slovenija, gregor.urek@kis.si

Saša Širca, Kmetijski inštitut Slovenije, Slovenija, Oddelek za varstvo rastlin, sasa.sirca@kis.si

Stane Trdan, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Slovenija, stane.trdan@bf.uni-lj.si

Izveček

Talni škodljivi organizmi spadajo med najpomembnejše omejujoče dejavnike rastlinske proizvodnje, saj intenzivna pridelava v poljedelstvu in vrtnarstvu povzroča naraščanje njihovega infekcijskega potenciala in preras množitve. Kot odgovor na prepovedi večine kemičnih fumigantov in potreb pridelovalcev je v zadnjem obdobju v svetu prišlo do razvoja alternativnih tehnologij, med katerimi se zaradi učinkovitosti in odsotnosti nezaželenih stranskih učinkov najbolj uveljavlja biofumigacija. Tehnologija temelji na vnosu rastlin iz družine križnic (*Brassicaceae*) in rastlin iz rodu *Sorghum* v tla, pri čemer ob razgradnji ostankov prihaja do sproščanja patogenom toksičnih substanc. V prispevku predstavljamo metodologijo, rezultate večletnih poskusov in izkušnje pridelovalcev z biofumigacijo.

Ključne besede: biofumigacija, varstvo rastlin, bolezni in škodljivci rastlin

Biofumigation as alternative technology to control soil borne pathogens

Summary

Soil borne plant pathogens present one of the most important limited factors in plant production, since standard and intensive agricultural practices causes constant increasing of their infection potential. As an answer to phase-out of majority of chemical soil fumigants alternative technologies have been developed, among which biofumigation presents one of the most successful and adopted technologies by the farmers. The biofumigation is based on incorporation of specific *Brassica* and *Sorghum* plants into the soil, where plant remains during breakup release biocidal compounds, which are toxic to the pathogens. The presentation will present biofumigation methodology, results of different trials and experiences of the farmers.

Key words: biofumigation, plant protection, plant diseases and pest

1 Uvod

Talni škodljivi organizmi spadajo med najpomembnejše omejujoče dejavnike rastlinske proizvodnje, saj intenzivna pridelava v poljedelstvu in vrtnarstvu povzroča naraščanje njihovega infekcijskega potenciala in prerazmnožitve. Največji delež škod na rastlinah, ki se izražajo v obliki gnitja koreninskega sistema, uvelosti, padavic in trohnob, povzročajo talne glive iz rodov kot so *Fusarium*, *Verticillium*, *Sclerotinia*, *Rhizoctonia*, *Thielaviopsis* in oomicete iz rodov *Pythium* ter *Phytophthora*. Pogoste so tudi okužbe s talnimi patogenimi bakterijami kot so *Erwinia carotovora* in vrste iz rodov *Pseudomonas*, *Xanthomonas* in *Clavibacter*. Med zelo pomembne talne škodljive organizme spadajo tudi fitofagne ogorčice, ki poleg neposrednega parazitizma rastlin ustvarjajo sinergistične interakcije s patogenimi talnimi glivami in tako pospešujejo razvoj bolezenskih stanj. V Sloveniji po obsegu škode izstopa predvsem pridelava poljščin ter vrtnin v rastlinjakih in na prostem, kjer v obdobju zadnjih 10 let opažamo povečan obseg okužb paradižnika, paprike, jajčevca, solate in krompirja z glivami *Rhizoctonia solani*, *F. oxysporum*, *F. solani* in *V. dahliae* (IHPS, 2000-2011, 6).

Pridelovalci vrtnin dobro poznajo tudi bakterijske bolezni kot je črna žilavka kapustnic (*Xanthomonas campestris*), bakterijska uvelost paradižnika (*Clavibacter michiganensis* subs. *michiganensis*) in okužbe, ki jih povzroča *E. carotovora* na vrtninah. Velika gospodarska škoda je opazna v hmeljarstvu, kjer patotip PV1 talne glive *V. albo-atrum* povzroča hitro odmiranje rastlin in je v 10 letih na območju Savinjske doline prizadel več kot 180 ha hmeljišč (Radišek s sod., 2006, 12). Pri pridelavi jagod se pridelovalci redno srečujejo s pojavom rdeče koreninske gnilobe (*Phytophthora fragariae* var. *fragariae*) in jagodne črne koreninske gnilobe (*R. solani*). Tudi v sadjarstvu in vinogradništvu prihaja do pogostih odmiranj dreves in trsov, ki jih omenjamo kot »kapi« ali apopleksije in so posledica okužb z različnimi talnimi glivami. Med ogorčicami v Sloveniji največ škode povzročajo vrste iz rodov *Globodera*, *Pratylenchus*, *Meloidogyne* in *Heterodera* (Urek in Hržič, 1998, 15).

Poleg neposredne škodljivosti omenjenih organizmov, glavni problem predstavlja njihovo dolgotrajno ohranjanje v tleh v obliki trajnih organov, ki jim omogočajo večletno (4-6 let) preživetje v odsotnosti gostiteljskih rastlin. Prav tako mnogi spadajo med polifage, kar še bolj otežuje in omejuje pridelavo na okuženih površinah. Tako strategija nadaljevanja proizvodnje poleg odstranjevanja obolelih rastlin temelji predvsem na uničevanju in nižanju talnega infekcijskega potenciala. V ta namen se je v svetu zelo razširilo kemično razkuževanje tal s fumiganti oz. fitofarmacevtskimi pripravki na osnovi aktivnih snovi (a.s.) metilbromid, klorpikrin, dazomet, in metam-natrij, ki omogočajo hitro in učinkovito uničenje infekcijskega potenciala večine talnih škodljivih organizmov. Ker gre za zelo strupene in okolju obremenjujoče kemikalije je v zadnjem desetletju v mnogih deželah prišlo do prepovedi uporabe večine od teh. Tako imajo npr. pridelovalci v Sloveniji na voljo le še pripravek na osnovi a.s. dazomet, katerega uporaba je dodatno omejena s prepovedjo uporabe v integrirani in ekološki pridelavi. Kot odgovor na prepovedi večine fumigantov in potreb pridelovalcev je v svetu prišlo do pospešenih raziskav in razvoja alternativnih metod, med katerimi se zaradi učinkovitosti in odsotnosti nezaželenih stranskih učinkov najbolj uveljavlja biofumigacija.

2 Kaj je biofumigacija ?

Znano je, da uporaba podorin v poljedelstvu ugodno vpliva na povečanje mikrobiološke aktivnosti tal, predvsem v smislu naselitve mikofagnih organizmov, streptomicet in ostalih aktinomicet, ki preko parazitizma in antagonizma, negativno vplivajo na povzročitelje bolezni (Wiggins in Kinkel, 2005, 18). Nadgradnjo na tem področju predstavlja biofumigacija, ki

temelji na vnašanju ostankov križnic z visoko vsebnostjo glukozinulatov ter cianogenih rastlin iz rodu *Sorghum* v tla. Ob razgradnji ostankov omenjenih rastlin namreč prihaja, do sproščanja hlapljivih kemičnih snovi (alelokemikalije), ki negativno vplivajo na talne škodljive organizme, hkrati pa za razliko od kemičnega razkuževanja povečujemo delež organske snovi v tleh ter bogatimo talno mikrofloro.

Pri križnicah kot so npr. *B. napus*, *B. hirta*, *B. nigra* in *B. juncea* imajo glukozinulati sami po sebi omejeno biološko aktivnost, ki pa se močno poveča ob njihovi razgradnji, pri čemer prihaja do tvorbe številnih (več kot 20) alifatskih in aromatičnih izotiocinатов (Brown in Morra, 1997, 4). Prav tako je dobro znan toksični učinek cianogenega glukozida (dhurrin) pri rastlinah iz rodu *Sorghum*, ki ob razpadu tvori toksični plin cianovodik, in povzroča inhibicijo encima citokrom c oksidaze v mitohondrijih (Nielsen in Moller, 1999, 8). Mayton in sod., (1996, 7) so med prvimi z *in vitro* poskusi dokazali antagonističen učinek izotiocinатов iz nekaterih vrst križnic na razvoj talne glive *F. sambucinum*. Rezultati *in vitro* poskusov so se potrdili tudi v primeru poljskih poskusov. Subbarao s sod., (1999, 14) so tako ugotovili primerljivo stopnjo zmanjšanja infekcijskega potenciala glive *V. dahliae* pri vnašanju ostankov brokolija (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis* L.) in uporabo razširjenih biocidov za razkuževanje tal na osnovi kloropikrina in metam-natrija. Podobne rezultate so objavili tudi Blok s sod., (2000, 3), ki so fungistatični učinek vnašanja križnic nadgradili z ustvarjanjem anaerobnih pogojev v tleh. Smolinska (2000, 13), poroča o znatni redukciji klamidospor glive *F. oxysporum* ob zaoravanju *B. juncea* sorte Malopolska. V primeru bifumigacije s sudansko travo Viaene in Abawi (1998, 16) ter Widmer in Abawi (2000, 17) poročajo o zmanjšanju populacije ogorčice *Meloidogyne hapla*. Podobno so Nyczepir in sod., (1996, 10) ugotovili negativen vpliv nekaterih sort sudanske trave na ogorčico *Criconemoides xenoplax*. V literaturi obstajajo tudi poročila poljskih poskusov, ki ne potrjujejo značilnega biocidnega učinka omenjenih rastlin. Kot odgovor na to Njoroge in sod. (2008, 9), razlagajo, da je potrebno za dejanski učinek biofumigacije pravilno definirati tarčne organizme, vrsto in sorto biofungicidnih rastlin, tehnologijo pridelave, ter čas in količino vnosa biomase v tla.

3 Status biofumigacije v svetu in v Sloveniji

V obdobju zadnjih 5 let so inovativna semenarska podjetja razvila več sort križnic, ki so bile žlahtnjene namensko za uporabo biofumigacije z doseganjem visoke stopnje glukozinulatov in produkcije organske mase (nad 50 t/ha). Hkrati so nekatera podjetja razvila biofumigantne produkte v obliki peletov, moke ali koncentratov, ki omogočajo hitrejšo izvedbo biofumigacije, kar je močno pospešilo uporabo te tehnologije predvsem v vrtnarstvu. Uporaba biofumigacije je trenutno najbolj razširjena v Angliji, Italiji, Španiji, Avstraliji in ZDA, predvsem pri proizvodnji vrtnin, jagod in krompirja s poudarkom na ekološki pridelavi (Biofumigation 2008, 1; Biofumigation and biopesticides 2011, 2). Obseg površin in število raziskav na tem področju v zadnjem obdobju strmo narašča in spada med najbolj hitro rastoče in proučevane tehnologije na področju kmetijstva. Eden od kazalcev tega je tudi naraščanje števila objav in citatov v bazi »Web of Science«, ki se je v obdobju 1998-2011 povečalo za več kot 10 krat.

V Sloveniji je biofumigacija še razmeroma precej nerazvita in premalo poznana tehnologija, katere vpeljava je glede na perečo problematiko talnih patogenov, omejenost kemičnega razkuževanja in strategijo trajnostnega kmetijstva samoumevna in nujna. Eno od prvih intenzivnih raziskav učinkovitosti in uporabnosti biofumigacije smo v Sloveniji opravili v obdobju 2006-2008 v okviru CRP projekta z naslovom »Razvoj in vpeljava sodobnih tehnologij za sanacijo tal na izkrčenih hmeljiščih okuženimi s karantensko boleznijo hmeljevo uvelostjo (*Verticillium* spp.)«. Projekt je potrdil uporabnost te tehnologije in omogočil kombiniran razvoj kolobarjenja z biofumigacijo na osnovi sudanske trave ter solarizacije za namene hitrejšega nižanja infekcijskega potenciala glive *V. albo-atrum* v hmeljiščih (Radišek in sod., 2010, 11). Intenzivne raziskave potekajo tudi v okviru CRP projekta z naslovom »Biofumigacija kot alternativa kemičnem zatiranju talnih škodljivih organizmov«, katerega namen je preizkušanje specializiranih biofumigantnih rastlin in produktov za zatiranje gliv *F.*

solani in *V. dahliae*, bakterije *E. carotovora* in ogorčic. Pridobljena znanja se že izkoriščajo tudi v praksi, saj se je biofumigacija v letu 2011 na območju Savinjske doline izvajala na približno 10 ha površin (Radišek; neobjavljeno).

3 Prednosti in slabosti biofumigacije

Na osnovi poskusov in dosedanjih izkušenj raziskovalcev lahko tako kot pri vseh tehnologijah tudi pri biofumigaciji izpostavimo prednosti in slabosti, ki pa so predvsem pogojene z odločitvami glede izvedbe te tehnologije.

Prednosti:

- Nižanje infekcijskega potenciala talnih škodljivih organizmov
- Vnos organske mase in hranil v tla
- Izboljšanje strukture tal
- Povečana mikrobiološka aktivnost tal
- Remediacija pesticidov v tleh (Fenoll in sod., 2010, 5)
- Manjše spiranje hranil in preprečevanje erozije
- Primerljiv postopek kemičnem razkuževanju ob uporabi biofumigantnih produktov
- Primerno kot zeleni podor
- Primerno tudi za ekološko pridelavo
- Velik potencial za razvoj novih tehnologij

Slabosti:

- Dolgotrajnost postopka (2 meseca) ob uporabi biofumigantnih rastlin
- Nujna prilagoditev sistema biofumigacije specifičnim patogenom
- Slaba dostopnost biofumigantnih rastlin in produktov v Sloveniji
- Prilagajanje kolobarja
- Relativno visoka cena nekaterih biofumigantnih rastlin in produktov

4 Razvoj in prihodnje perspektive

Raziskave zadnjih let so nedvoumno potrdile koristnost in potencial biofumigacije kot alternativo kemičnem zatiranju talnih škodljivih organizmov. Vendar je prenos znanja v prakso na tem področju še precej v povojih. Smo v obdobju ko podjetja razvijajo in ponujajo šele prve komercialne biofumigatne rastline in produkte. Glede na prve odzive in potrebe pridelovalcev lahko v naslednjih letih pričakujemo hiter razvoj področja ter širšo in cenejšo dostopnost te tehnologije. Še vedno obstaja veliko vprašanj povezanih s pravilno izbiro biofumigantne rastline ali produkta, najprimernejšega časa setve ter pravilne metode vnosa v tla, predhodne identifikacije škodljivih organizmov, tipa tal in kombinacije z ostalimi tehnologijami, možnosti uporabe v trajnih nasadih in še bi lahko naštevali. Tako bo v prihodnje tudi v Sloveniji potrebno nadaljevati z raziskavami in povečati število poljskih ter demonstracijskih poskusov in intenzivirati prenos pridobljenih znanj do svetovalnih služb in naprej do pridelovalcev.

Literatura in viri

1. Biofumigation 2008. Third International Biofumigation Symposium, Program and abstracts CSIRO Discovery Centre, Canberra, Australia, 21-25 July 2008
http://agwest.sk.ca/events/biofumigation2011/AWBBiofumigationWorkbook_web.pdf

2. Biofumigation 2011. Biofumigation and biopesticides symposium 2011, Program and abstracts, Saskatoon, Saskatchewan, Canada, 18-21 October, 2011
http://agwest.sk.ca/events/biofumigation2011/AWBBiofumigationWorkbook_web.pdf
3. Blok, W.J., Lamers, J.G. Termorshuisen A.J., Bollen G.J. Control of soilborne plant pathogen by incorporating fresh organic amendments followed by tarping. *Phytopathology* 2000, št. 90, str. 253-259.
4. Brown, P.D. Morra, M.J. Control of soil-borne plant pests using glukosinolate-conining plants. V: *Advances in Agronomy*, 1997, VI 61. Sparks D.L. (ed), Academic Press, New York
5. Fenoll J., Ruiz E., Hellin P., Martinez C.M., Flores P. Rate of loss of insecticides during soil solarization and soil biosolarisation. *Journal of Hazardous Materials*, 2010, št. 185, str. 634-638.
6. IHPS. Poročila o delu opazovalno-napovedovalne službe zdravstvenega varstva rastlin, letniki 2000-2011, Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije; Žalec, Slovenija
7. Mayton H.S., Oliver C., Vaughn S.F., Loria R., 1996. Correlation of fungicidal activity of Brassica species with allylthiocyanate production in macerated leaf tissue. *Phytopathology* 86: 267-271
8. Nielsen, J.S, Moller, B.L. Biosynthesis of cyanogenic glucosides in *Triglochin maritima* and the involvement of cytochrome P450 enzymes". *Arch. Biochem. Biophys.* 1999, št. 368, str. 121–130.
9. Njoroge, S.M.C., Riley, M.B., Keinath, A.P. Effect of incorporation of Brassica spp. Residues on population densities of soilborne microorganisms and on damping off and Fusarium wilt of watermelon. *Plant Disease* 2008, št. 92, str. 287-294.
10. Nyczepir, A.P., Bertrand, P.F., Cunfer, B.M. Suitability of wheat sorghum double crop rotation to manage *Cricodemella xenoplax* in peach production. *Plant Disease* 1996, št. 80, str. 629-632
11. Radišek, S., Čeh. B, Javornik, B. Uporaba bioloških metod deinfestacije tal pri preprečevanju verticilijske uvelosti hmelja. V: RAK CIZEJ, Magda (ur.), ČEH, Barbara (ur.). *Zbornik seminarja*. Žalec: Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije: 2010, str. 66-71.
12. Radišek S., Jakše J., Javornik, B. Genetic variability and virulence among *Verticilium albo-atrum* isolates from hop. *European Journal of Plant Pathology*, 2006, št. 116, str. 301-314.
13. Smolinska U. Survival of *Sclerotium cepivorum* sclerotia and *Fusarium oxysporum* chlamydospores in soil amended with cruciferous residues. *Journal of Phytopathology* 2000, št. 148, str. 343-349.
14. Subbarao, K.V., Hubbard, J.C. Evaluation of Broccoli Residue Incorporation into Field Soil for *Verticillium* wilt Control in Cauliflower. *Plant Disease* 1999, št 83, str 124-129
15. Urek G., Hržič A., Ogorčiče-nevidni zajedavci rastlin, Ljubljana, Matformat, 1998Radišek S., Jakše, J., Javornik, B. Genetic variability and virulence among *Verticilium albo-atrum* isolates from hop. *European Journal of Plant Pathology*, 2006, št. 116, str. 301-314.
16. Viaene N.M., Abawi G.S. Management of *Meloidogyne* hapla on lettuce in organic soil with Sudan grass as cover crop. *Plant Disease* 1998, št 82, str 945-952
17. Widemer T.L., Abawi G.S. Mechanism of suppression of *Meloidogyne* hapla and its damage by green manure of Sudan grass. *Plant Disease* 2000, št. 84, str 562-568.
18. Wiggins E.B., Kinkel L.L. Green manures and crop sequences influence alfalfa root rot and pathogen inhibitory activity among soil-borne steptomycetes. *Plant and Soil*, 2005, št. 268, str 271-283.