

# Biofungicidi i njihova primjena

---

**Puđa, Boris**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2013**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of agriculture / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:151:771047>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-08-24**



Sveučilište Josipa Jurja  
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet  
agrobiotehničkih  
znanosti Osijek**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical  
Sciences Osijek - Repository of the Faculty of  
Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

**POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU**

Boris Puđa, apsolvent

Sveučilišni diplomski studij Bilinogojstvo

Smjer: Zaštita bilja

**BIOFUNGICIDI I NJIHOVA PRIMJENA**

Diplomski rad

**Osijek, 2013.**

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

**POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU**

Boris Puđa, apsolvent

Sveučilišni diplomski studij Bilinogojstvo

Smjer: Zaštita bilja

**Biofungicidi i njihova primjena**

Diplomski rad

Povjerenstvo za obranu diplomskog rada:

prof. dr. sc. Vlatka Rozman, predsjednik

doc. dr. sc. Renata Baličević, mentor

doc. dr. sc. Anita Liška, član

**Osijek, 2013.**

## SADRŽAJ

1.	Uvod .....	1
2.	Biopesticidi i njihova podjela .....	2
3.	Mehanizmi djelovanja biofungicida .....	5
4.	Pregled biofungicida .....	9
5.	Aktivatori otpornosti biljaka .....	18
6.	Formulacija bioloških preparata i njihova primjena .....	19
7.	Prednosti i nedostaci biopesticida .....	20
8.	Zaključak .....	22
9.	Popis literature .....	23
10.	Sažetak .....	29
11.	Summary .....	30
12.	Popis slika .....	31
	Temeljan dokumentacijska kartica.....	32
	Basic documentation card.....	33

## 1. Uvod

Poljoprivredne kulture i ukrasno bilje napada velik broj štetočinja (glodavci, kukci, grinje, uzročnici bolesti i korovi) te nanose velike štete poljoprivrednoj proizvodnji. Štetočinje smanjuju poljoprivrednu proizvodnju u Hrvatskoj za 29,2 % potencijalnog priroda u vrijednosti od oko 500 milijuna američkih dolara godišnje (Igrc-Barčić i Maceljski, 2001.).

Pesticidi su sredstva za suzbijanje štetočinja i nametnika koji izravno ili neizravno ugrožavaju čovjeka (Maceljski i sur., 2004.). Posljednjih desetljeća, u javnosti, pa i u stručnim krugovima, raste zabrinutost, kako zbog smanjenja efikasnosti pesticida uslijed razvoja rezistentnosti štetnih organizama, tako i zbog novih saznanja o riziku njihove primjene po zdravlje ljudi, zagađivanje proizvoda i nepovoljnim efektima na životnu sredinu u cjelini (Warrior, 2000.).

Početak 3. milenija u svijetu je u uporabi oko 850, a u Hrvatskoj oko 260 djelanih tvari kemijskih sredstava za zaštitu bilja (Igrc-Barčić i Maceljski, 2001.). Pored velikih prednosti koju nudi kemijska zaštita bilja (učinkovito, brzo i jeftino suzbijanje štetočinja bilja), biološko suzbijanje u suvremenom svijetu postaje sve zastupljenije.

Današnji trendovi u fitomedicini nalažu upotrebu ekološki prihvatljivih metoda zaštite bilja koje se postižu smanjenjem upotrebe standardnih kemijskih sredstava u zaštiti bilja, te primjenom preventivnih mjera zaštite i najnovijih metoda bioloških mjera (Baličević i sur., 2007.). Biološko suzbijanje štetočina i bolesti može zamijeniti tradicionalni način zaštite pesticidima zbog visoke efikasnosti, očuvanja zdravlja potrošača i proizvođača, lake primjene te ekološke podobnosti (Paradić i sur., 2007.).

Primjeni biopripravaka može se dati prednost u odnosu na primjenu kemijskih sredstava kod zaštite bilja u zaštićenim prostorima, ekološkoj proizvodnji, zamjeni za kemijska sredstva koja su zbog razvoja rezistentnosti postala neučinkovita, te zbog prisutnih rezidua pesticida (Cook i Baker, 1983., Jolankai i sur., 2006.).

## 2. Biopesticidi i njihova podjela

Biopesticidi su prirodni neprijatelji štetočinja te uključuju primjenu korisnih mikroorganizama ili produkata njihovog metabolizma, zatim primjenu biljnih ekstrakata, eteričnih ulja. Produkti metabolizma korisnih mikroorganizama su toksini, antibiotici, spore, biljni hormoni te djeluju antagonistički na uzročnika bolesti, insekte ili korove i tako štite biljku (Grahovac i sur., 2009.).

Prema podacima Đorđevića (2008.), danas je u svijetu registrirano 185 biopesticidnih preparata. Najveći broj preparata, čak 72 sadrže bakterije kao aktivnu tvar. 47 preparata kao aktivnu tvar sadrži gljive, 40 preparata entomopatogene nematode, 24 preparata viruse i dvije protozoe. Primjenjuju se na različitim biljnim vrstama: žitarice, voće, povrće, krmno bilje.

Podjela biopesticida izvršena je prema vrsti organizama koje suzbijaju, i to na: bioinsekticide, biofungicide, bioherbicide i druge. Svjetski priručnici o biopesticidima u njih najčešće uključuju makrobiološke agense i mikrobiološke agense, zatim prirodne pesticide i derivate nekih organizama. U Hrvatskoj je ta podjela također prihvaćena (Igrc-Barčić i Maceljki, 2001.).

U makrobiološke agense ubrajamo kukce, grinje, pauke, nematode, ptice i sisavce. Kako navode Maceljki i sur. (2004.) u najčešće grabežljive kukce koji se koriste u biološkom suzbijanju štetnika ubrajaju se stjenice, božje ovčice, zlatooke, pršilice, grabežljive grinje te nematode.

Na tržištu se nalaze razni pripravci u kojima su navedeni kukci sadržani, te se na taj način unose u zaštićeni prostor ili nasad. Stjenice iz roda *Orius* te stjenice vrste *Anthocoris nemorum* koriste se u zaštićenom prostoru za suzbijanje kalifornijskog tripsa, te smanjenje brojnosti voćnog crvenog pauka, lisnih uši i drugih štetnika u voćnjacima (Igrc-Barčić i Maceljki, 2001.). U zaštićenom prostoru ili voćnjaku od kornjaša najviše se koriste božje ovčice (bubamare) *Coccinellidae* koje se upotrebljavaju u prevenciji lisnih i štitastih uši. Za suzbijanje lisnih uši u zaštićenom prostoru također se koristi mušica šiškarića- *Aphidoletes aphidimyza*. U promet se stavlja u obliku kukuljice (Igrc-Barčić i Maceljki, 2001). Od grabežljivih grinja zastupljena je vrsta *Phytoseiulus persimilis* koja se koristi za suzbijanje

crvenog pauka (*Tetranychus urticae*) u zaštićenom prostoru. Za suzbijanje voćnog crvenog pauka u voćnjacima koriste se i grinje *Typhlodromus pyri* i *Kampimodromus aberrans* (Igrc-Barčić i Maceljski, 2001.).

Od parazitoida upotrebljavaju se kukci iz porodice opnokrilaca (osa najeznica), te vrste iz porodice dvokrilaca (muha gusjeničarka). U usjevima koji su ugroženi od kukuruznog moljca, jabučnog i drugih savijača te gusjenica sovica ispuštaju se vrste iz roda *Trichogramma* (Maceljski i sur., 2004.). Vrste iz roda *Trichogramma* su sitne osice koje se uzgajaju u laboratoriju na jajima žitnog ili brašnenog moljca. Osice se prenose u obliku parazitiranih jaja domaćina zalijepljenih na kartončiće ili unutar propusnih kapsula od ljepenke. Unos se vrši u vrijeme početka ovipozicije štetnika (Igrc-Barčić i Maceljski, 2001.).

U mikrobiološke agense ubrajamo mikroorganizme koji su uzročnici bolesti štetočinja. U ovu grupu pripadaju virusi, bakterije, gljivice, mikoplazme i mikrosporidije. Ovi agensi se primjenjuju u obliku pripravaka koji su slični kemijskim sredstvima za zaštitu bilja (Igrc-Barčić i Maceljski, 2001.).

U Hrvatskoj i svijetu najviše se koriste biopesticidni pripravci na osnovi bakterije *Bacillus thuringiensis* (*B.t.*) (Maceljski i sur., 2004.). Navedena bakterija proizvodi kristale koji sadrže proteine koji su toksični za kukce. Bakterija producira toksin delta-endotoksin koji kada dođe u probavne organe kukca priječi njegovu ishranu. Ima sporo djelovanje, dan dva nakon primjene prestaje ishrana i štete, a smrt nastupa nakon 3-5 dana (Igrc-Barčić i Maceljski, 2001.).

Pripravci na osnovi bakterije *Bacillus thuringiensis kurstaki* koriste se za suzbijanje gusjenica leptira, a podvrsta *Bacillus thuringiensis tenebrionis* za suzbijanje ličinki kornjaša (Maceljski i sur., 2004.) .

Pripravci koji sadrže gljivicu *Verticillium lecanii* koriste se za suzbijanje lisnih i štitastih uši te štitastog moljca u zaštićenom prostoru, dok se pripravci na osnovi gljivice *Beauveria bassiana* koriste u suzbijanju krumpirove zlatice, kukuruznog moljca, cvjetnog štitastog moljca (Igrc-Barčić i Maceljski, 2001.).

U biološke pesticide također ubrajamo i prirodne spojeve biljaka. Poznati predstavnici ove grupe koji su se koristili u prošlosti ili se i danas koriste u praksi, su piretrin, neem (azadiraktin), rotenon, nikotin, derris, limonene ili d-limonene, quassia i camfor (Duke, 1990.). Posljednjih godina šira upotreba biljnih insekticida u Americi i u Europi odnosi se na primjenu piretruma, rotenona i neem pripravaka (Isman, 1997.). Kako navode Korunić i Rozman (2012.) danas su u široj uporabi u području zaštite bilja, javnom zdravstvu, komunalnoj higijeni i u veterini samo dva biljna insekticida - piretrin i neem (azadiraktin).

Biofungicidi su pripravci na osnovi mikro-gljivica, bakterija i *Actinomyceta* koje su anatagonisti fitopatogenih gljivica. Ti antagonistički organizmi nisu genetički modificirani od strane čovjeka. Radi se o korisnim organizmima koji su u prirodi sastavni dio mikro svijeta (microbiota), rizosfere i filofere gdje se za stanište i hranjive tvari nadmeću s mikroorganizmima štetnim za biljke (Topolovec-Pintarić i Cvjetković, 2003.).

U Hrvatskoj je registriran samo jedan biofungicid i to na bazi *Trichoderma harzianum* koji je sadržan u pripravku Trichodex WP. On djeluje preventivno na gljivicu *Botrytis cinerea* na raznim kulturama. Registriran je za suzbijanje *Botrytis cinerea* na vinovoj lozi i jagodama. Karenca je 14 dana na vinovoj lozi, 4 dana na jagodama. Ne ubraja se u otrove. (Maceljki, 2005., Lučić, 2009) .

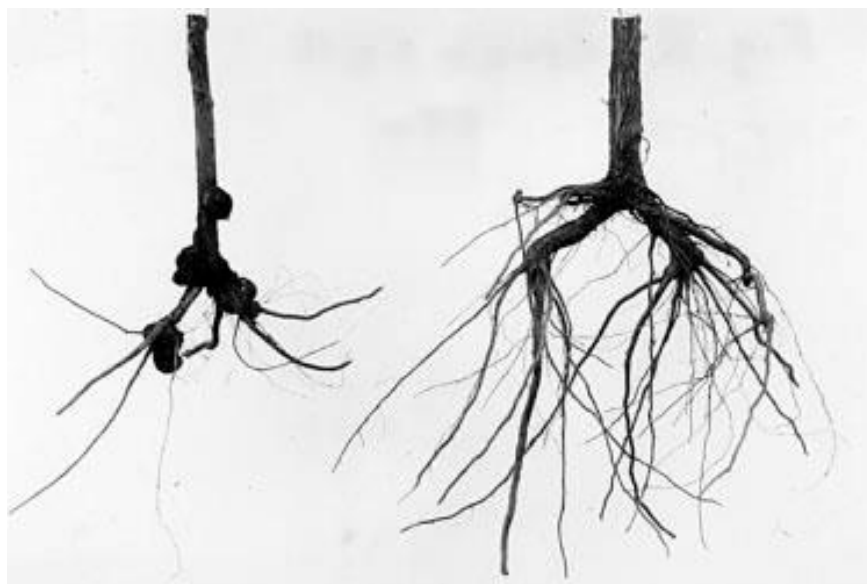


### 3. Mehanizmi djelovanja biofungicida

Prema Topolovec-Pintarić i Cvjetković (2003.) razlikujemo slijedeće mehanizme djelovanja biofungicida:

- a) Antibioza
- b) Inducirana otpornost biljke domaćina
- c) Kompeticija
- d) Parazitizam

**Antibioza** je sposobnost inhibicije ili “uništavanja” biljnih parazita toksičnim produktima metabolizma antagonističkih organizama (biološki agensi- BA). Toksični produkti BA su najčešće antibiotici (Grahovac i sur., 2009.).



Slika 1. Stablo šljive zaraženo sa *Agrobacterium tumefaciens* u odnosu na stablo šljive zaštićeno od infekcije pomoću *Agrobacterium radiobacter*

<http://www.accessscience.com/loadBinary.aspx?filename=529200FG0030.gif>

Primjer antibioze je bakterija *Agrobacterium radiobacter*- izolat K84 koja luči metabolit te zaustavlja rast tumora koji na osjetljivim biljkama kao što su voćke, vinova loza stvara *Agrobacterium tumefaciens* (Tzfira, Citovsky, 2008.) (Slika 1.).

**Inducirana otpornost** se javlja kada se u napadnutoj biljci aktivira obrambeni mehanizam pa se one same brane od napada uzročnika bolesti (Grahovac i sur., 2009.).

Primjer inducirane otpornosti je hipovirulentni izolat *Endothia parasitica* (uzročnik paleži hrasta i kestena- *Dutch elm disease*). Navedeni izolat je potpuno eliminirao bolest u Europi i istoku SAD-a (Scibilia i Shain,1989.) (Slika 2.).



Slika 2. Drvo zaraženo sa *Dutch elm disease* (uzročnik paleži hrasta i kestena)  
[www.britannica.com/EBchecked/media/5307/English-elm-afflicted-with-Dutch-elm-disease](http://www.britannica.com/EBchecked/media/5307/English-elm-afflicted-with-Dutch-elm-disease)

**Kompeticija** podrazumijeva da se korijen biljke domaćina (rizosfera) mora naseliti organizmom koji se primjenjuje za biološko suzbijanje uzročnika bolesti prije nego što dođe do infekcije patogenom (Grahovac i sur., 2009.).

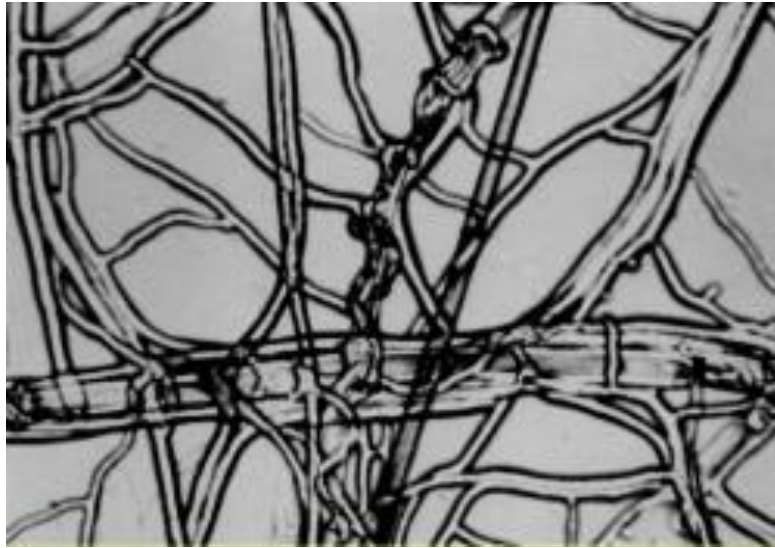


Slika 3. Uzročnik patološkog polijeganja žitarica (*Gaeumannomyces graminis tritici*)

<http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/pub811/14cereal.htm>

Primjer kompeticije je gljiva *Gaeumannomyces graminis tritici* koja «gubi» bitku s pravim saprofitima za isti izvor hrane, a to je slama (žetveni ostatci). *Gaeumannomyces graminis tritici* mora imati na raspolaganju i fitohormone koji se nalaze u slami, pa kada se slama razgradi parazit propada (Slika 3.) .

Kako navode Grahovac i sur. (2009.) **parazitizam** je sposobnost organizma koji se primjenjuje za biološku kontrolu da napada patogeni organizam i njime se hrani, pri čemu biološki agens mora biti prisutan prije napada patogena (Slika 4.).



Slika 4. Omotavanje hifa antagonističke gljive *Trichoderma longibrachiatum* oko hifa gljive *Fusarium solani*

[http://www.weizmann.ac.il/Biological\\_Chemistry/scientist/Chet/Chet.html](http://www.weizmann.ac.il/Biological_Chemistry/scientist/Chet/Chet.html)

#### 4. Pregled biofungicida

Biofungicidi mogu biti na bazi korisnih gljiva, bakterija, kvasaca, koji infestiraju i kontroliraju razvoj biljnih patogena, zatim na bazi eteričnih ulja ili biljnih ekstrakata.

a) Biofungicidi na bazi gljiva

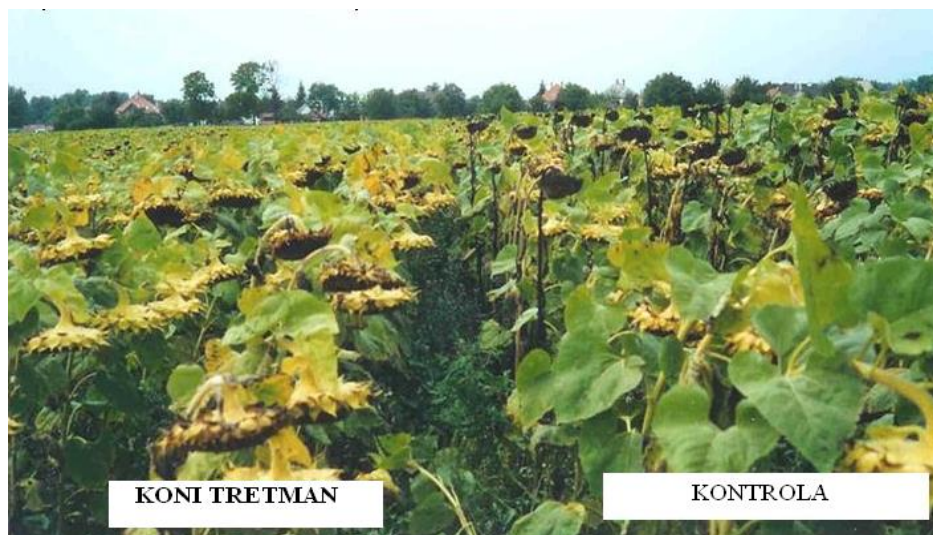
*Coniothyrium minitans* soj *CON/M/91-08* – spore navedene gljive su aktivna tvar preparata Contans koji je formuliran kao WG. U čvrstom je stanju i proizvodi se fermentacijom, smeđe je boje. Na 4° C stabilnost zadržava preko 6 mjeseci i ne treba ga čuvati u vlažnim uvjetima. *Coniothyrium minitans* napada sklerocije gljive *Sclerotinia sp.* u tlu te ih uništava. Infekcija sklerocija je posljedica klijanja spora *C. minitans* koje prodiru u unutrašnjost kroz pukotine na površini ili preko stanica s pigmentnim zrcima. Gljiva nastavlja rast inter ili intracelularno kroz nepigmentirana unutrašnja tkiva korteksa i srži sklerocije. U napadnutim stanicama dolazi do plazmolize i agregacije, te do postepenog uništavanja stanične stjenke. Hife *C. minitans* uništavaju stanice sa spljoštene strane, a posljedica toga je proliferacija hifa ovog mikoparazita unutar sklerocija. Pri idealnim uvjetima za manje od 14 dana piknidi se stvaraju u unutrašnjosti i na površini sklerocija (Grahovac i sur., 2009.).

Kako navode Grahovac i sur., (2009.) primjenjuje se za suzbijanje *Sclerotinia sclerotiorum* (uzročnik bijele truleži ) i *Sarracenia minor* u svim usjevima koji mogu biti napadnuti od ovog patogena (soja, suncokret, voće, duhan) . Primjenjuje se prije sjetve preko tla (2-8 kg/ha) ili poslije žetve (1-2 kg/ha) .

Prema Lainsbury (2009.) tretiranje preparatom na bazi *C. minitans* se obavlja 3 mjeseca prije redovne zaštite od bolesti, kako bi se omogućilo vrijeme da se smanji brojnost infektivnih sklerocija u tlu. Primjenom ovog preparata nakon žetve sprječavamo daljnju kontaminaciju tla sklerocijama formiranim na prethodnom usjevu. Preparat se inkorporira u površinski sloj tla na dubini od 10 cm, uz uvjet da je tlo vlažno s temperaturom 12-20° C (Grahovac i sur., 2009.).

Preparat Koni WG na bazi *C. minitans* je formuliran kao vodotopive granule te se koristi u integriranoj proizvodnji, u zaštiti povrća, suncokreta, uljane repice i soje za kontrolu

*S. sclerotiorum* i *S. minor*. On značajno povećava brojnost gljive *C. minitans* koja je prirodno prisutna u tlu te uništava sklerocije gljive *Sclerotinia sp.* (Ocsko i sur., 2008.) (Slika 5. i 6.).



Slika 5. Utjecaj biofungicida na suncokret u odnosu na kontrolu  
<http://bioved.eu/konislid/Dia5.JPG>



Slika 6. Utjecaj biofungicida na suncokret u odnosu na kontrolu  
<http://bioved.eu/konislid/Dia13.JPG>

*Ampelomyces quisqualis* izolat *M-10* nalazimo kao aktivnu tvar u preparatu AQ10 (formulacija WG). Navedeni preparat je registriran u Sloveniji i BiH. Potrebno ga je skladištiti na suhom i hladnom mjestu, a rok trajanja je duži od 6 mjeseci (Topolovec-Pintarić i Cvjetković, 2003.).

Gljiva *Ampelomyces quisqualis* je vrsta iz reda *Coleomycetes* i pripada podredu Deuteromycotina. Navedena gljiva je dobro poznata kao hiperparazit roda *Erysiphaceae*-gljive uzročnika pepelnice. Hiperparazitizam je glavni mehanizam djelovanja pri čemu klijajuće spore potiskuju razvoj pepelnice. Kada dospije u hife patogena, nakon nekoliko sati hiperparazit se razvija neovisno o uvjetima vanjske sredine što rezultira prekidom razvoja pepelnice (Grahovac i sur., 2009.).

Preparati na bazi ove gljive se primjenjuju za suzbijanje pepelnice na vinovoj lozi, tikvama, jabučastom voću, jagodama kao i u programima integrirane zaštite bilja za suzbijanje plamenjače. Preparat nije fitotoksičan niti fitopatogen i najčešće se primjenjuje klasičnom tehnikom prskanja uz dodatak okvašivača (Grahovac i sur., 2009.).

*Candida oleophila* izolat *I-182* je aktivna tvar biofungicida koji se primjenjuje u kontroli truleži i plijesni inhibirajući rast štetnih gljiva kada se primjeni nakon žetve odnosno berbe ili koloniziranjem plodova, naročito oštećenih tkiva *Candida oleophila*. Također se može primijeniti na biljkama u zaštićenom prostoru, na voću, povrću. Primjenjuje se prskanjem ili potapanjem. Na tržištu se nalazi preparat Aspire na bazi navedene gljive. Primjenjuje se na plodovima jabučastog voća u skladištima i citrusima. Glavni mehanizam djelovanja ovog antagonista je kompeticija za hranjive tvari i prostor (Grahovac i sur., 2009.).

*Trichoderma sp.* su gljive prisutne u svim tipovima tala. Prema Wallace i Hayes (1998.) kao alternativa kemijskoj zaštiti može se upotrijebiti biopripravak na osnovi vrste *Trichoderma harzianum*. *T. harzianum* je mikoparazit koji je fitopatogenim gljivicama i jak kompetitor, ali se koristi i kao promotor biljnog rasta (Slika 7. i 8.) (Baličević i sur., 2008.).

Vrste roda *Trichoderma* Persoon: Fr. (*T. viride* Pers.:Fr., *T. hamatum* (Bon.) Bainier i *T. harzianum* Rifai) rasprostranjene su širom svijeta u mnogim tlima i već dugo su poznate kao mikoparaziti na različitim biljnim parazitima uključujući *Armillaria mellea*, *Pythium spp.*,

*Phytophthora* spp., *Rhizoctonia solani*, *Chondrostereum purpureum*, *Sclerotium rolsfii* i *Heterobasidium annosum* (Cook i Baker, 1983.) .



Slika 7. *Trichoderma harzianum*

[http://en.wikipedia.org/wiki/File:Trichoderma\\_harzianum.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Trichoderma_harzianum.jpg)

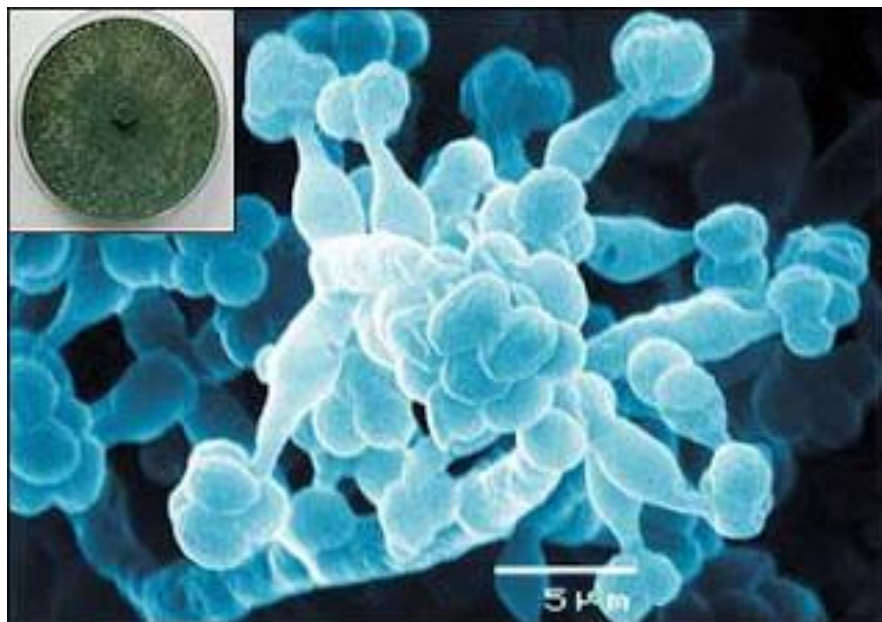
Preparat Plantshield na bazi *Trichoderma harzianum* (izolat T-22) primjenjuje se u Virginiji za suzbijanje *Pythium* sp., *Rhizoctonia solani*, *Fusarium* sp., *Sclerotinia* sp. i *Thielaviopsis* sp. u rasadnicima drvenastih biljaka, pri kalemljenju, na ukrasnim biljkama, kupusnjačama, rajčici i krastavcima (Thomas, 2004.) .

Preparat Trichodex WP na bazi *Trichoderma harzianum* registriran je u Hrvatskoj. *T. harzianum* je kontaktni antibiotski fungicid niske toksičnosti za čovjeka, korisne insekticide i životnu sredinu, koji je prikladan za ekološku zaštitu u vinogradima, voćnjacima, povrtnjacima (Lučić, 2009.).

Otkriće da ove gljive aktiviraju obrambeni mehanizam biljaka govori u prilog tome da se sojevi *Trichoderma* sp. mogu primjenjivati i u kontroli drugih patogena, ne samo gljiva. U



Hrvatskoj je registriran za suzbijanje gljive *Botrytis cinerea* na vinovoj lozi i jagodama (Macelj, 2005; Lučić, 2009) .



Slika 8. *Trichoderma harzianum*

<http://biocontroladores.blogspot.com/2009/07/experiencias-agroecologicas.html>

*Pythium oligandrum* izolat DV74 (028816) je aktivna tvar preparata Polyversum. Djelovanje gljive je hiperparazitsko i to tako da kolonizira druge fitopatogene gljive na sjemenu i u okolini, rizosferi tretiranih biljaka, potiskujući porast najmanje 20 zemljišnih patogenih gljiva.

Godine 1930. gljiva je opisana kao uzročnik truleži korijena graška, a u kasnijim istraživanjima je otkriveno da se *Pythium oligandrum* u prirodi često javlja zajedno sa patogenim biljkama, *Pythium debarianum* i *P. ultimum* koji su glavni uzročnici propadanja klijanaca i paleži sjemena. Ta činjenica je dovela do zaključka da *P. oligandrum* nije parazit biljaka već da je mogući mikopatogen (Grahovac i sur., 2009).

*Pythium oligandrum* producira protein oligandrin i druge tvari koje stimuliraju stanične stijenke biljaka da se obrane od napada patogena a također i prirodne obrambene mehanizme biljaka.

Istraživanjem je utvrđeno da ova gljiva parazitira na preko 23 vrste patogenih gljiva, među kojima su *Botrytis cinerea*, *Verticilium albo-artum*, *V. dahliae*, *Fusarium oxysporum f. sp. radicis-lycopersici*, *P. ultimum* kao i patogene iz rodova *Alternaria*, *Geumannomyces*, *Ophiostoma* i *Pseudocercospora*. (Filajdić i sur., 2006)

U Srbiji registriran je preparat Polyversum za kontrolu uzročnika sive truleži u vinovoj lozi i u nasadu maline (Sekulić i Savić-Petrić, 2009.).

***Aureobasidium pullulans DSM 14940 i 14941*** je kvašćeva gljivica koja je polimorfna, tj. ima više životnih formi: blastospore, hife, hlamidiospore i uvećane stanice. Navedena gljiva se razvija na lišću drveća i u močvarama slane vode (Grahovac i sur., 2009.).

Prema navodima Lima i sur. (1999.) *Aureobasidium pullulans* uzrokovala je visoko antagonističko djelovanje prema fitopatogenim gljivama *Aspergillus niger*, *B. cinerea*, *Rhizopus stolonifer*, *P. expansum*, *P. italicum* i *P. digitalum* na plodovima jabuka, krušaka, jagoda, kivija, vinove loze.

U Hrvatskoj je registriran za suzbijanje uzročnika bakteriozne plamenjače *Erwinia amylovora*, uzročnika sive truleži *B. cinerea*, meke truleži ploda *Penicillium expansum* i truleži plodova voća *Monilia fructigena* na jabuci, krušci i dunji (Lučić, 2009.).

#### b) Biofungicidi na bazi kvasaca

***Rhodotorula glutinis (izolat IS-11)***, ***Cryptococcus laurentii*** (izolat LS-28), ***Candida famata*** (izolat 21-D) i ***Pichia guilliermondii*** (izolat 29-A) se navode kao vrlo efikasni antagonisti fitopatogenih gljiva (*Aspergillus niger*, *B. cinerea*, *Rhizopus stolonifer*, *P. expansum*, *P. italicum* i *P. digitatum*) na plodovima jabuka, krušaka, jagoda, grožđa, mandarina i grejpfruta (Lima i sur.,1998.).

#### c) Biofungicidi na bazi bakterija

***Streptomyces griseoviridis izolat K 61*** je bakterija koja je izolirana u Finskoj, a javlja se u tlu. Bakterija djeluje na patogene gljive uzrokujući biljne bolesti i to koloniziranjem korijena biljaka prije pojave patogenih gljiva čime ih lišava prostora i hranjivih tvari. Također bakterija

producira nekoliko supstanci koje negativno djeluju na patogene gljive (Grahovac i sur., 2009.).

Prema navodima Grahovac i sur. (2009.) *Streptomyces griseoviridis* primjenu nalazi u kontroli gljiva koje su uzročnici truleži sjemena, stabljike, korijena i venuća u ratarskim i povrtlarskim usjevima, te voćnjacima. Može se primijeniti folijarno, potanjem rasada i biljnih dijelova prije kalemljenja, zatim preko sjemena i tla. Navedeni biofungicid treba primijeniti preventivno, tj. prije nego što patogene gljive dostignu prag štetnosti.

Prema Tomlinu (2006), *Streptomyces griseoviridis* primjenjuje se za kontrolu *Fusarium* i drugih patogena. Preparat Mycostop koji je namijenjen za biološku borbu u integriranoj zaštiti bilja je registriran u Mađarskoj (Ocsko i sur. 2008.). Navedeni preparat je namijenjen za kontrolu patogena *Fusarium sp.*, *Alternaria sp.*, *Phytophthora sp.*, *Pythium sp.*, *Rhizoctonia sp.* i *Botrytis sp.* u začinskom i ukrasnom bilju te povrću. U zatvorenom pakiranju Mycostop zadržava aktivnost do 12 mjeseci.

***Bacillus subtilis* Cohn; var. *amyloliquefaciens* izolat GB03 (Gustafson)** preparat na bazi ove bakterije je formuliran kao WG, WP i formulacija za tretiranje sjemena. Mehanizam djelovanja je zasnovan na kolonizaciji korijena biljke bakterijom i kompeticiji sa patogenim organizmima (Grahovac i sur., 2009.).

Preparat se primjenjuje za tretiranje sjemena pamuka, leguminoza i drugih vrsta u kontroli *Rhizoctonia solani*, *Fusarium sp.*, *Alternaria sp.*, *Aspergillus sp.* Folijarno se primjenjuje u kontroli *Botrytis cinerea* na paradajzu i jagodama. Na tržištu se mogu naći preparati: Botokiller, Subtilex i System 3 (*B. subtilis* + metalaxyl + quintozene) (Tomlin, 2006.).

***Pseudomonas aureofaciens* izolat IB 51** je rizosferna bakterija. Navedena bakterija je aktivna tvar preparata Elena koji se primjenjuje za zaštitu ozimog i jarog ječma od truleži korijena (fuzarioza i helmintosporioza) i pljesnivosti sjemena (Grahovac i sur., 2009.).

d) Biofungicidi na bazi prirodnih eteričnih ulja

Alternativa fungicidima je primjena različitih spojeva i ekstrakata dobivenih iz biljaka (Kishore i Pande, 2004.). Ovdje ubrajamo eterična ulja i njihove glavne komponente.

Prema Wilkins i Board (1989.) više od 1300 biljnih vrsta potencijalni su izvor spojeva koji imaju antimikrobno djelovanje. Brojni znanstvenici istraživali su utjecaj eteričnih ulja i njihovih spojeva na porast micelija različitih gljiva i plijesni koje mogu uzrokovati kvarenje proizvoda i razna oboljenja kod ljudi. Pitno et al. (2009.) ispitivali su antifungalno djelovanje ulja klinčićevca (*Eugenia caryophyllus*) na vrste roda *Aspergillus* i *Candida*; Silva et al. (2008.) utvrdili su snažno antifungalno djelovanje ulja limunske trave (*Cymbopogon citratus*) i njegove glavne komponente citrala na vrste roda *Candida*. Amvam Zollo et al. (1998.) ispitivali su utjecaj ulja timijana na rast micelija *Aspergillus flavus*.

Na tržištu je dostupno nekoliko proizvoda na bazi eteričnih ulja. Ulje ružmarina se nudi kao insekticid u voćnjacima i povrtlarskim usjevima i kao fungicid širokog spektra djelovanja u svim poljoprivrednim usjevima (Grahovac i sur., 2009.).

Proizvodi koji sadrže ulja karanfilića koriste se kao herbicidi, fungicidi i inhibitori klijanja uskladištenog krumpira (Hall i Fernandez, 2004.).

Prema navodima Arras i Usai (2001), ulje majčine dušice (*Thymus vulgaris*) je pokazalo snažno fungicidno djelovanje na *Alternaria citri*, utjecajem na klijanje spora.

Istraživanjem je potvrđeno fungicidno djelovanje ulja žalfije u suzbijanju *B. cinerea* (Carta i sur, 1996.). Kod ulja origana, majčine dušice i limunske trave utvrđeno je fungicidno djelovanje na uzročnike bolesti uskladištenog paradajza (Plotto i sur., 2003.).

Prema Wang et al. (2010.) eugenol, glavna komponenta ulja klinčićevca i cimeta, ima jako antifungalno djelovanje na rast micelija *B. cinerea* i *Sclerotinia sclerotiorum*.

Lee et al. (2007.) ispitivali su antifungalni utjecaj 39 eteričnih ulja na rast micelija *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Fusarium oxysporum*, *Pythium ultimum* i *Rhizoctonia solani*. Utvrđeno je da mnoga eterična ulja i njihovi spojevi inhibiraju rast micelija brojnih fitopatogenih gljiva.

Prema Huang et al. (2010.) spoj anetol koji je glavna komponenta anisa, izoliran iz biljke *Illicium verum*, ima antifugalno djelovanje na rast micelija gljive *F. graminearum* te *F. oxysporum* (f. sp. *Cucumerinum*, f. sp. *Ivcopersici*, f. sp. *Vasinfectum*). Eterično ulje

komorača (*Foeniculum vulgare*) čija je glavna komponenta također anetol djeluje inhibitorno na *F. graminearum* i *F. moniliforme* (Singh et al., 2006.).

Veliki broj vrsta roda *Fusarium* značajni su proizvođači mikotoksina. Mikotoksini su sekundarni metaboliti koje proizvode gljive, i mogu uzrokovati brojne bolesti kod ljudi i drugih životinja, pa čak i smrt (Bennet i Klich, 2003.). Prema Shephard et al. (2000.) *F. verticillioides* i *F. proliferatum* najznačajniji su proizvođači mikotoksina fumonizina B<sub>1</sub> koji je najčešći kontaminant kukuruza. *F. dlamini* i *F. anthophilum* također mogu biti značajni proizvođači fumonizina B<sub>1</sub> (Nelson et al., 1992.). Proizvodnja mikotoksina zearalenona i deoksinivalenona većinom se povezuje s gljivom *F. graminearum*. Gljiva proizvodi oba mikotoksina na kukuruзу i riži (Greenhalgh et al., 1983.)

Mehanizam djelovanja eteričnih ulja temelji se na njihovom utjecaju na staničnu membranu gljiva, odnosno uništavanju njezine strukture što dovodi do smrti stanice, blokiranju izgradnje stanične membrane te inhibiciji klijanja spora, rasta micelija i staničnog disanja (Harris, 2002.).

## 5. Aktivatori otpornosti biljaka

Biljke posjeduju različite obrambene mehanizme kojima se štite od napada patogena. Oni se mogu podijeliti na mehanizme pasivne i aktivne prirode, ovisno o tome da li su već prisutni u biljci ili se aktiviraju nakon infekcije. Jedan od oblika aktivne otpornosti je inducirana otpornost koja predstavlja fiziološko stanje povećane obrambene sposobnosti biljke i može biti izazvan različitim biotskim ili abiotskim faktorima. Definirana su dva tipa inducirane otpornosti:

Prvi tip predstavlja sistemsku stečenu otpornost koja se očituje u svim dijelovima biljke kao posljedica aktivacije obrambenog mehanizma biljke u kontaktu sa organizmom koji je parazitira ili se hrani njenim dijelovima. Drugi tip, induciranu sistemsku otpornost izazivaju nepatogene rizosferne bakterije.

Najnoviji pristup u zaštiti bilja od uzročnika bolesti je induciranje stečene otpornosti biljaka aktiviranjem obrambenih mehanizama same biljke. Na tržištu je prisutno samo nekoliko aktivatora i to preparat Messenger koji je na bazi harpina (prirodni protein) izoliranog iz bakterije *Erwinia amylovora* i preparat Actigard koji je selektivna, sintetička supstanca (Bishnoi i Payyavula, 2004.).

Kao aktivatori otpornosti biljaka navode se acibenzolar-S-metil, probenazol i ekstrakt biljke *Reynoutria sachalinensis* koji je sadržan u preparatu Milsana. Navedeni ekstrakt se dodaje otopini kalcij-nitrata što za posljedicu ima povećanje sadržaja prirodnih fenola u tretiranim biljkama. Primijenjen na biljke u porastu u vrijeme pojave bolesti sprječava razvoj bolesti i pojačava prirodni obrambeni mehanizam biljke (Grahovac i sur., 2009.). Koristi se za suzbijanje fitopatogenih gljiva *Oidium* sp., *Botrytis* sp. i neke bakterije kao što je *Xantomonas*, u usjevima gdje je uočena smanjena osjetljivost na fungicide, uključujući ukrasne biljke, rajčicu, papriku i drugo povrće, vinovu lozu i bobičavo voće (Tomlin, 2006.).

## 6. Formulacija bioloških preparata i njihova primjena

Pri formuliranju bioloških preparata potrebno je poznavati međudjelovanje mikroorganizama i objekta suzbijanja. Preparati moraju ispunjavati određene uvjete kao što su održavanje vitalnosti tijekom čuvanja i nakon primjene preparata, moraju imati osobine neophodne za biološko suzbijanje (vitalnost, selektivnost, varijabilnost) kao i kompatibilnost sa tehnologijom primjene. Ovo se nadmašuje primjenom adjuvanata, stikera i nosača kao većeg dijela u formulaciji (Grahovac i sur., 2009.).

Kako navode Igrc-Barčić i Maceljki (2001.) UV zrake skraćuju učinkovitost bioloških preparata. Kako bi se to spriječilo u neke se formulacije dodaju tvari koje djeluju kao zaštitni faktori kod krema za sunčanje. Osim poboljšanja formulacija, smatra se da bi učinkovitosti mikrobioloških pripravaka pridonijela i tehnika primjene koja je bolje prilagođena ovim sredstvima .

Biopreparati se mogu primijeniti u obliku polunativne kulture ili u različitim formulacijama: vodotopive granule, pelete, mikrokapsule, prašivo, topivo prašivo, emulzije. Nedostatak bioloških preparata je kratak rok čuvanja, ali taj problem se rješava inkapsulacijom mikroorganizama ili njihovih produkata u matrice organskih polimera. Biopreparati mogu sadržavati jedan ili veći broj mikroorganizam kao aktivnih tvari (Klokočar-Šmit i sur., 2006.).

Maksimalno dozvoljen broj tretiranja biofungicidima određen je za svaku biljnu vrstu, a najveći je za vinovu lozu, osam puta (Anonymous 3).

Kako navode Grahovac i sur. (2009.) biofungicidi se koriste u zaštiti od raznih bolesti (*Botrytis cinerea*, *Monilia fructigena*, *Fusarium sp.* , *Alternaria alternata*). Primjenjuju se za tretiranje sjemena, za potapanje ili prskanje rasada prije sadnje, folijarno, zalijevanjem biljaka. Biofungicidima se može štititi velik broj biljaka (ratarstvo, povrtlarstvo, voćarstvo)

## 7. Prednosti i nedostaci biopesticida

Primjena biopesticida traži puno više znanja i iskustva poljoprivrednika te treba imati na umu da su biopesticidi manje efikasni od kemijskih pesticida.

Prednosti bioloških pesticida:

- pri korištenju bioloških mjera koristimo izravno ili neizravno različite organizme i njihove proizvode za suzbijanje štetnih organizama
- upotreba bioloških tvari u programima integralne zaštite bilja osigurava razvoj održive poljoprivredne proizvodnje (Grahovac i sur., 2009.)
- primjena bioloških pesticida dugoročno donosi niz ekoloških prednosti
- upotreba bioloških pesticida smanjuje potrošnju kemijskih sredstava
- manje su fitotoksični
- radna karenca i karenca imaju kraće vremensko trajanje
- sigurniji su za rukovanje i upotrebu od kemijskih sredstava
- smanjuju rizik od pojave rezistentnosti patogena u odnosu na kemijska sredstva (Filajdić i sur., 2003.)
- možemo ih primijeniti u raznim tipovima biljne proizvodnje (ekološka, integrirana proizvodnja)



### Nedostaci bioloških pesticida:

- njihovo djelovanje je preventivno, nikad eradikativno (ne zaustavljaju napredovanje postojeće infekcije)
- biološki pesticidi se kraće čuvaju i teže uskladištavaju
- skuplji su
- proizvodnju biopesticida prate brojne tehničke i tehnološke poteškoće
- imaju užu spektar djelovanja
- primjena biopesticida traži puno više znanja i iskustva poljoprivrednika
- imaju slabiji učinak i djelovanje od kemijskih sredstava
- zahtijevaju snižavanje pragova štetnosti (Klokočar-Šmit i sur., 2006.)
- primjena preparata na bazi *B. thuringiensis*, *Verticillium lecanii*, *T. harzianum*, *T. polysporum*, *Paecilomyces fumosoroseus* kao posljedicu ima pojavu astme i alergija kod rukovaoca (Larsen i Baelum, 2002.) .
- ne mogu se miješati s kemijskim fungicidima ili baktericidima

## 8. Zaključak

Danas u zaštiti bilja dominiraju kemijske mjere borbe, odnosno korištenje kemijskih sredstava ili pesticida. Svjesni smo činjenice da kemijska sredstva zagađuju okoliš, te imaju vrlo štetan utjecaj kako na čovjeka tako i na cjelokupan biljni i životinjski svijet. Svi ti razlozi nas usmjeravaju ka razvoju novih, bezopasnih strategija u zaštiti bilja, odnosno korištenju biopesticida. Biopesticidi su alternativa kemijskim sintetičkim spojevima i podrazumijevaju primjenu korisnih mikroorganizama ili produkata njihovog metabolizma u zaštiti bilja od štetočinja.

Biofungicidi su pripravci na osnovi gljiva i bakterija koje napadaju i kontroliraju razvoj biljnih patogena. U svijetu je registriran veći broj biofungicida, dok je kod nas registriran samo jedan, na bazi spora gljive *T. harzianum* koji je sadržan u pripravku Trichodex WP.

Biološki preparati nisu kompletna zamjena za kemijske pesticide, ali zasigurno predstavljaju značajnu dopunu i unaprjeđenje cjelokupne zaštite bilja. Nema sumnje da će u bliskoj budućnosti u zaštiti bilja od bolesti i štetnika i oni naći svoje zasluženno mjesto.

## 9. Popis literature

1. Anonymous 9 (2009.): Introduction to biological fungicides. <http://armstrong.extension.psu.edu/Horticulture/IntroductiontoBiologicalFungicides.pdf>
2. Anonymous 6 (2007.): *Pythium oligandrum* DV 74 (028816) Fact sheet. <http://www.epa.gov/pesticides/biopesticides/ingredients/factsheets/factsheet028816.htm>
3. Anonymous 10 (2008.): *Trichoderma* spp., including *T. harzianum*, *T. viride*, *T. koningii*, *T. hamatum* and other spp. Deuteromycetes, Moniliales (asexual classification system). <http://www.nysaes.cornell.edu/ent/biocontrol/pathogens/trichoderma.html>
4. Anonymous 11 (2009): Mycostop Biofungicide. [http://www.verdera.fi/gb\\_ohje.pdf](http://www.verdera.fi/gb_ohje.pdf)
5. Arras, G. and Usai, M. (2001.): Fungitoxic activity of 12 essential oils against four postharvest citrus pathogens: chemical analysis of *Thymus capitatus* oil and its effect in subatmospheric pressure conditions. *Journal of Food Protection*, 64(7): 1025-1029.
6. Amvam Zollo, P.H., Biyiti, L., Tchoumboungang, T., Menut, C., Lamaty, G., Bouchet, Ph. (1998.): Aromatic Plants of Tropical Central Africa. Part XXXII. Chemical Composition and Antifungal Activity of Thirteen Essential Oils from Aromatic Plants of Cameroon, *Flavour and Fragrance Journal*, 13: 107:114.
7. Amvam Zollo, P.H., Biyiti, L., Tchoumboungang, T., Menut, C., Lamaty, G., Bouchet, Ph. (1998.): Aromatic Plants of Tropical Central Africa. Part XXXII. Chemical Composition and Antifungal Activity of Thirteen Essential Oils from Aromatic Plants of Cameroon, *Flavour and Fragrance Journal*, 13: 107:114.
8. Baličević, R., Parađiković, N., Šamota, D. (2007.): Control of soil parasites (*Pythium debaryanum*, *Rhizoctonia solani*) on tomato by a biological product. *Cereal Research Communications*. 35 (2 Part2): 1001-1004.
9. Bishnoi, U.R. and Payyavula, R.S.(2004.): Effect of plant activators on disease resistance and yield in tomato and canola. *Proceedings 4th International Crop Science Congress*, Brisbane, Australia.

10. Bennet, J.W., Klich, M. (2003.): Mycotoxins, *Clinical Microbiology Reviews*, 16(3): 497-516.
11. Cook, R.J., Baker, K.F. (1983.): *The Nature and Practise of Biological Control of Plant Patogens*. APS, ST. Paul, Minesota.
12. Carta, C.M., Moretti, D.I. and Peana, A.T.(1996.) : Activity of the oil of *Salvia officinalis* against *Botrytis cinerea*. *Journal of Essential Oil Research*, 8: 399-404.
13. Duke S. O., (1990.): *Natural Pesticides from Plants*. In: J. Janick and J. E Simon (eds), *Advances in new crops*. Timber Press, Portland, Oregon. 511-517.
14. Đorđević, S (2008.): *Primena mikroorganizama u organskoj proizvodnji*. U: *Organska poljoprivreda* ( Lazić, B., Babović, J., urednici), Institut za ratarstvo i povrtlarstvo, Novi Sad, str. 534-539.
15. Filajdić, N., Vukša, P., Ivanović, M., Rekanović, E. (2003.): *Biološke mere zaštite bilja: problemi i perspektive*. *Pregledni rad. Pesticidi* 69-75.
16. Grahovac, M., Inđić, D., Lazić, S., Vuković, S. (2009.): *Biofungicidi i mogućnosti primene u savremenoj poljoprivredi* . *Pestic. fitomed.* (Beograd), 24(4),2009, 245-258 .
17. Hall, D.J. and Fernandet, Y.J (2004.): *In vitro evaluation of selected essential oils as fungicides against *Pencillium digitatum* Sacc.* *Proceedings of Florida States Horticultural Society*, 117: 377-379.
18. Harris, R. (2002.): *Progress with superficial mycoses using essential oils*, *International Journal of Aromatherapy*, 12: 83-91.
19. Huang, Y., Zhao, J., Zhou, L., Wang, J., Gong, Y., Chen, X., Guo, Z., Wang, Q., Jiang, W. (2010.): *Antifungal Activity of the Essential Oil of *Illicium verum* Fruit and Its Main Component trans-Anethole*, *Molecules*, 15: 7558-7569
20. Igrc-Barčić, J., Maceljiski, M. (2001.): *Ekološki prihvatljiva zaštita bilja od štetnika*. Zrinski d.d., Čakovec

21. Isman M. B. (1997.): *Neem and Other Botanical Insecticides: Barriers to Commercialization*. *Phytoparasitica* 25 (4):339-344
22. Jolankai, M., Szentpetery, Zs., Hegedus, Z. (2006.): *Pesticide residue discharge dynamics in wheat grain*. *Cereal research communications*, 34(1): 505-508.
23. Klokočar-Šmit, Z., Šovljanski, R., Indić, D. (2006.): *Biopreparati- alternativa u zaštiti plodovitog povrća*. *Biljni lekar*, XXXIV (1): 19-30.
24. Kishore, G.K., Pande, S. (2004.): *Natural fungicides for management of phytopathogenic fungi*. *Annu. Rev. Plant Pathol.*, 3: 331-356.
25. Korunić, Z., Rozman, V. (2012.): *Biljni insekticidi*. Zbornik radova seminara DDD i ZUPP 2012 – integralni pristup, 24. znanstveno –stručno-edukativni seminar s međunarodnim sudjelovanjem o novinama u djelatnosti dezinskekcije, dezinfekcije, deratizacije (DDD) i zaštite uskladištenih poljoprivrednih proizvoda (ZUPP) / Korunić, Javorka (ur.). - Zagreb : KORUNIĆ d.o.o. ,269-280.
26. Lučić, K. (2009.): *Sadržaj sredstava za zaštitu bilja*. *Glasnik zaštite bilja*,1-2: 191-192.
27. Lainsbury, M. (2009.): *The UK Pesticide Guide*. BCPC, Norwich, UK ,pp. 194-570.
28. Lima, G., Arru, S., De Curtis, V. and Arras, G. (1999.): *Influence of antagonist, host fruit ant pathogen on the biological control of postharvest fungal diseases by yeasts*. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 23: 223-229.
29. Lima, G., De Curtis, F., Castoria, R. and De Cicco, V. (1998.): *Activity of the yeasts Cryptococcus laurentii and Rhodotorula glutinis against post-harvest rots on different fruits*. *Biocontrol Science and Technology*, 8: 257-267.
30. Larsen, P. and Baelum, J. (2002.) : *Health problems associated with the use of microbial pesticides in greenhouses*. *Pesticide Research, Danish EPA*, 61: 59

31. Lee, S.O., Choi, G.J., Jang, K.S., Lim, H.K., Cho, K.Y., Kim, J.-C. (2007.): Antifungal Activity of Five Essential Oils as Fumigant Against Postharvest and Soilborne Plant Pathogenic Fungi, *Plant Pathol. J.*, 23(2): 97-102.
32. Maceljiski, M., Cvjetković, B., Ostojić, Z., Igrc-Barčić, J., Pagliarini, N., Oštrec, Lj., Barić, K., Čizmić, I. (2004.): Štetočinje povrća. Zrinski d.d., Čakovec
33. Maceljiski, M.(2005.): Pregled sredstava za zaštitu bilja u Hrvatskoj. Glasilo biljne zaštite, 2-3: 135
34. Nelson, P.E., Plattner, R.D., Shackelford, D.D., Desjardins, A.E. (1992.): Fumonisin B1 Production by *Fusarium* Species other than *F. moniliforme* in Section *Liseola* and by Some Related Species, *Applied and Environmental Microbiology*, 58(3): 984-989.
35. Ocsko, Z., Molnar, J., Erdos, G. (2008.): *Novenyvedo szerek, termesvelo anyagok 2008/I. A Fölművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium, Budapest .*
36. Parađiković, N., Vinković T., Iljić D. (2007.): Hydroponic Cultivation and Biological Protection of Pepper (*Capsicum annum* L.). *Acta Agriculturae Serbica*, 12(23): 19-24.
37. Plotto, A., Roberts, D.D. and Roberts, R.G. (2003.) : Evaluation of plant essential oils as natural postharvest disease control of tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Acta Horticulturae*, 628: 737-745.
38. Pitno, E., Vale-Silva, L., Cavaleiro, C., Salgueiro, L. (2009.): Antifungal activity of the clove essential oil from *Syzygium aromaticum* (*Eugenia caryophyllus*) on *Candida*, *Aspergillus* and dermatophyte species, *J Med Microbiol*, 58: 1454-1462.
39. Sekulić, J., Savić-Petrić, S. (2009.): Pesticidi u prometu u Srbiji (2009.). *Biljni lekar (tematski broj)*, 2-3 .
40. Silva, C. de B. da, Gutteres, S.S., Weisheimer, V., Schapoval, E.E.S. (2008.): Antifungal Activity of the Lemongrass Oil and Citral Against *Candida* spp., *Braz J Infec Dis*, 12(1): 63-66.

41. Singh, G., Maurya, S., de Lampasona, M.P., Catalan, C. (2006.): Chemical constituents, antifungal and antioxidative potential of *Foeniculum vulgare* volatile oil and its acetone extract, *Food Control*, 17: 745-752.
42. Shephard, G.S., Marasas, W.F.O., Leggot, N.L., Yazdanpanah, H., Rahimian, H., Safavi, N. (2000.): Natural occurrence of fumosins in corn from Iran, *J. Agric. Food Chem.*, 48: 1860-1864.
43. Tzfira, T., Citovsky, V. (2008.): *Agrobacterium: From Biology to Biotechnology*. Springer
44. Tomlin, C. (2006.): *The Pesticide Manual British Crop Protection Council*. Farnham, UK.
45. Thomas, C. (2004.): *Bug vs bug-managing plant diseases with biofungicides*. Virginia Vegetable, Small Fruit and Speciality Crops.
- 46.. Topolovec-Pintarić, S., Cvjetković, B. (2003.): Biofungicidi - nova rješenja za suzbijanje biljnih bolesti. *Glasilo biljne zaštite / Maceljki, Milan (ur.)*. - Zagreb : Hrvatsko društvo biljne zaštite, 23.
47. Warrior, P. (2000.): Living system as natural crop-protection agents. *Pest Manag. Sci.*, 56, 681-687.
48. Wilkins, K.M., Board, R.G. (1989.): *Natural antimicrobial systems, U: Mechanisms of Action of Food Preservation Procedures*, Gould, G.W. (ur.), Elsevier, London
49. Wang, C., Zhang, J., Chen, H., Fan, Y., Shi, Z. (2010.): Antifungal activity of eugenol against *Botrytis cinerea*, *Tropical Plant Pathology*, 35(3): 137-143.

[http://www.cropscience.org.au/icsc2004/poster/2/4/2/416\\_bishnoiur.htm](http://www.cropscience.org.au/icsc2004/poster/2/4/2/416_bishnoiur.htm), 2004.

Internet stranice:

1. <http://www.accessscience.com/loadBinary.aspx?filename=529200FG0030.gif> 25.5. 2013.
2. [www.britannica.com/EBchecked/media/5307/English-elm-afflicted-with-Dutch-elm-disease](http://www.britannica.com/EBchecked/media/5307/English-elm-afflicted-with-Dutch-elm-disease) 25.5. 2013.

3. <http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/pub811/14cereal.htm> 25.5. 2013.
4. [http://www.weizmann.ac.il/Biological\\_Chemistry/scientist/Chet/Chet.html](http://www.weizmann.ac.il/Biological_Chemistry/scientist/Chet/Chet.html) 25.5. 2013.
5. <http://bioved.eu/konislid/Dia5.JPG> 25.5. 2013.
6. <http://bioved.eu/konislid/Dia13.JPG> 25.5. 2013.
7. [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Trichoderma\\_harzianum.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Trichoderma_harzianum.jpg) 25.5. 2013.
8. <http://biocontroladores.blogspot.com/2009/07/experiencias-agroecologicas.html> 25.5. 2013.



## **10. Sažetak**

U današnje vrijeme sve je veća svijest ljudi i poljoprivrednih proizvođača o negativnim učincima kemijskih pesticida. Smatra se da su oni štetni za ljudsko zdravlje i za životnu sredinu te dovode do brze pojave rezistentnosti jedinki u populaciji nekih štetnih vrsta. Svi ti razlozi povećavaju potrebu za razvojem novih proizvoda koji bi bili alternativa ili dopuna kemijskim mjerama zaštite. Ovdje mjesto nalaze biološki preparati i druge nepesticidne mjere. U radu su prikazani biopesticidi i njihova podjela, mehanizmi djelovanja biofungicida, pregled biofungicida, formulacija bioloških pesticida, te prednosti i nedostaci bioloških pesticida.

**Ključne riječi:** biopesticidi, biofungicidi, kompeticija, antibioza, parazitizam, biološki preparati

## **11. Summary**

Today, there is an increasing awareness of people and farmers about negative effects of chemical pesticides. It is believed that they are harmful to human health and the living environment and lead to the rapid occurrence of resistant specimens in the population of some harmful species. All these reasons increase the need for the development of new products as an alternative or complement to the chemical protective measures. This includes biological products and other non-pesticide measures. This paper presents the biopesticides and their division, the mechanisms of action of biofungicides, review of biofungicides, formulation of biological pesticides, and the advantages and disadvantages of biological pesticides.

**Keywords:** biopesticides, biofungicides, competition, antibiosis, parasitism, biological products

## 12. Popis slika

Slika 1. Stablo šljive zaraženo sa *Agrobacterium tumefaciens* u odnosu na stablo šljive zaštićeno od infekcije pomoću *Agrobacterium radiobacter*

(<http://www.accessscience.com/loadBinary.aspx?filename=529200FG0030.gif>)

Slika 2. Drvo zaraženo sa Dutch elm disease (uzročnik paleži hrasta i kestena)

([www.britannica.com/EBchecked/media/5307/English-elm-afflicted-with-Dutch-elm-disease](http://www.britannica.com/EBchecked/media/5307/English-elm-afflicted-with-Dutch-elm-disease))

Slika 3. Uzročnik patološkog polijeganja žitarica (*Gaeumannomyces graminis tritici*)

(<http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/pub811/14cereal.htm>)

Slika 4. Omotavanje hifa antagonističke gljive *Trichoderma longibrachiatum* oko hifa gljive *Fusarium solani*

([http://www.weizmann.ac.il/Biological\\_Chemistry/scientist/Chet/Chet.html](http://www.weizmann.ac.il/Biological_Chemistry/scientist/Chet/Chet.html))

Slika 5. Utjecaj biofungicida na suncokret u odnosu na kontrolu

(<http://bioved.eu/konislid/Dia5.JPG>)

Slika 6. Utjecaj biofungicida na suncokret u odnosu na kontrolu

(<http://bioved.eu/konislid/Dia13.JPG>)

Slika 7. *Trichoderma harzianum*

([http://en.wikipedia.org/wiki/File:Trichoderma\\_harzianum.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Trichoderma_harzianum.jpg))

Slika 8. *Trichoderma harzianum*

(<http://biocontroladores.blogspot.com/2009/07/experiencias-agroecologicas.html>)

# TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Poljoprivredni fakultet u Osijeku

Sveučilišni diplomski studij Bilinogojstvo, smjer Zaštita bilja

Diplomski rad

Biofungicidi i njihova primjena

Boris Puđa

## Sažetak

U današnje vrijeme sve je veća svijest ljudi i poljoprivrednih proizvođača o negativnim učincima kemijskih pesticida. Smatra se da su oni štetni za ljudsko zdravlje i za životnu sredinu te dovode do brze pojave rezistentnosti jedinki u populaciji nekih štetnih vrsta. Svi ti razlozi povećavaju potreba za razvojem novih proizvoda koji bi bili alternativa ili dopuna kemijskim mjerama zaštite. Ovdje mjesto nalaze biološki preparati i druge nepesticidne mjere. U radu su prikazani biopesticidi i njihova podjela, mehanizmi djelovanja biofungicida, pregled biofungicida, formulacija bioloških pesticida, te prednosti i nedostaci bioloških pesticida.

**Rad je izrađen pri:** Poljoprivredni fakultet u Osijeku

**Mentor:** Doc. dr. sc. Renata Baličević

**Broj stranica:** 31

**Broj grafikona i slika:** 8

**Broj tablica:** 0

**Broj literaturnih navoda:** 59

**Broj priloga:** 0

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Ključne riječi:** biopesticidi, biofungicidi, kompeticija, antibioza, parazitizam, biološki preparati

## Datum obrane:

### Stručno povjerenstvo za obranu:

1. Prof. dr. sc. Vlatka Rozman, predsjednik
2. Doc. dr. sc. Renata Baličević, mentor
3. Doc. dr. sc. Anita Liška, član

**Rad je pohranjen u:** Knjižnica Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, Sveučilištu u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1d.

# **BASIC DOCUMENTATION CARD**

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek**

**Faculty of Agriculture**

**University Graduate Studies, Plant production, course Plant Protection**

**Graduate thesis**

Biofungicides and their application

Boris Puđa

## **Abstract**

Today, there is an increasing awareness of people and farmers about negative effects of chemical pesticides. It is believed that they are harmful to human health and the living environment and lead to the rapid occurrence of resistant specimens in the population of some harmful species. All these reasons are increasing the need for the development of new products as an alternative or complement to the chemical protective measures. This includes biological products and other non-pesticide measures. This paper presents the biopesticides and their division, the mechanisms of action of biofungicides, review of biofungicides, formulation of biological pesticides, and the advantages and disadvantages of biological pesticides.

**Keywords:** biopesticides, biofungicides, competition, antibiosis, parasitism, biological products

**Thesis performed at:** Faculty of Agriculture in Osijek

**Mentor:** PhD Renata Baličević, Assistant Professor

**Number of pages:** 31

**Number of figures:** 8

**Number of tables:** 0

**Number of references:** 59

**Number of appendices:** 0

**Original in:** Croatian

**Key words:** biopesticides, biofungicides, competition, antibiosis, parasitism, biological products

**Thesis defended on date:**

**Reviewers:**

1. PhD Vlatka Rozman, Full Professor, chair
2. PhD Renata Baličević, Assistant Professor, mentor
3. PhD Anita Liška, Assistant Professor, member

**Thesis deposited at:** Library, Faculty of Agriculture in Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Kralja Petra Svačića 1