

# Primjena mikrobioloških pripravaka u proizvodnji povrća

---

Perkunić, Iva

Master's thesis / Diplomski rad

2021

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:*

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek /  
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:396089>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-18**



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  
**FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI U OSIJEKU**

Iva Perkunić

Diplomski studij Povrćarstvo i cvjećarstvo

**PRIMJENA MIKROBIOLOŠKIH PREPARATA U PROIZVODNJI POVRĆA**

**Diplomski rad**

**Osijek, 2021.**

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI U OSIJEKU

Iva Perkunić

Diplomski studij Povrćarstvo i cvjećarstvo

**PRIMJENA MIKROBIOLOŠKIH PREPARATA U PROIZVODNJI POVRĆA**

**Diplomski rad**

Povjerenstvo za ocjenu i obranu završnog rada:

1. Izv. Prof. dr. sc. Tomislav Vinković, predsjednik
2. Prof. dr. sc. Suzana Kristek, mentor
3. Doc. dr. sc. Sanda Rašić, član

**Osijek, 2021.**

## ZAHVALA

*Zahvaljujem se, prvenstveno svojoj mentorici, prof. dr. sc. Suzani Kristek na vodstvu tijekom pisanja i izrade diplomskog rada! Osim toga, zahvaljujem se i na davno rečenom; „Djeco, kradite znanje!“ što mi je zvijezda vodilja od tog trenutka sve do današnjeg dana. Što me motivira da svakog dana u svim segmentima dam najbolje od sebe.*

*Zatim, zahvaljujem se izv. prof. dr. sc. Tomislavu Vinkoviću, kao predsjedniku Odbora na smjernicama i korisnim informacijama te vedrom duhu kojim uvijek ostavi utisak na studente!*

*Zahvaljujem se i ostalim članovima Odbora, doc. dr. sc. Sandi Rašić što mi je izlazila u susret tijekom mog obrazovanja!*

*Zahvaljujem se i svim ostalim profesorima i predavačima Fakulteta agrobiotehničkih znanosti u Osijeku na stečenim znanjima!*

*Na kraju, zahvaljujem se svojoj obitelji i prijateljima koji su mi tijekom trnovitog puta do titule budućeg magistra bili iznimna podrška!*

I. P.

## SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. PREGLED LITERATURE .....	4
3. PROIZVODNJA POVRĆA U REPUBLICI HRVATSKOJ .....	5
3.1. Površine za uzgoj povrća.....	5
3.2. Vrste povrća .....	6
3.3. Problemi u proizvodnji povrća .....	8
3.3.1. Bolesti povrća.....	9
3.3.2. Štetnici povrća.....	10
4. BIOPREPARATI U PROIZVODNJI POVRĆA .....	11
4.1. Humifikatori i mineralizatori.....	11
4.1.1. <i>Bacillus megaterium</i> .....	12
4.1.2. <i>Bacillus subtilis</i> .....	13
4.1.3. <i>Pseudomonas spp</i> .....	15
4.1.4. <i>Thiobacillus spp.</i> .....	16
4.2. Bioinsekticidi.....	18
4.2.1. <i>Bacillus thuringiensis</i> .....	19
4.2.2. <i>Beauveria bassiana</i> .....	20
4.3. Biofungicidi.....	21
4.3.1. <i>Trichoderma spp.</i> .....	22
4.4. Mikorizne gljive .....	23
4.4.1. <i>Glomus spp.</i> .....	25
4.4.2. <i>Gigaspora spp.</i> .....	28
5. ZAKLJUČAK .....	30
6. POPIS LITERATURE .....	31
7. SAŽETAK.....	34
8. ABSTRACT .....	35
7. POPIS TABLICA.....	36
8. POPIS SLIKA .....	37

## 1. UVOD

Pod pojmom „povrće“ podrazumijevamo skupinu botaničkih jednogodišnjih, dvogodišnjih te rjeđe višegodišnjih kulturnih biljnih vrsta koje koristimo u prehrani ljudi. Ono ne sadrži proteine, ali je bogato vitaminima i mineralima. Uz voće, povrće sadrži najviše vitamina C. Osim vitamina i mineralnih soli, povrće sadrži razne glikozide, organske kiseline, bjelančevine, ugljikohidrate i masti. Osim nutritivne vrijednosti, povrće ubrajamo i u funkcionalnu hranu što znači da ono, kako navode Havranek i sur. (2008.) „ima pozitivan utjecaj na opće zdravlje ljudi ili sudjeluje u smanjenju rizika razvoja pojedinih bolesti.“

Funkcionalne komponente podrijetlom iz povrća su:

- karotenoidi **likopen i beta-karoten** iz rajčice i mrkve,
- **kapsicin** iz crvene paprike,
- **topiva vlakna** iz raznih vrsta povrća,
- **alicin** iz češnjaka

Osim za prehranu ljudi, neke vrste povrća se koriste i za druge svrhe, kao što je npr. korištenje mrkve u proizvodnji sredstava za sunčanje jer beta-karoten ubrzava tamnjenje ljudske kože.

Postoje mnoge podjele povrća kao što je podjela prema godišnjem dobu, prema načinu pripreme jela ili stanju ponude (svježe, konzervirano, suho ili smrznuto). Glavna podjela, odnosno botanička podjela, svrstava povrće prema dijelovima biljke koji se koriste za prehranu ljudi, pa tako za prehranu koristimo različite dijelove biljaka:

- **korijen:** mrkva (*Daucus carota L.*), peršin (*Petroselinum crispum ssp. tuberosum*), celer (*Apium graveolens*), paštrnjak (*Pastinaca sativa*),
- **gomolj:** krumpir (*Solanum tuberosum L.*)
- **lukovica:** crveni luk (*Allium cepa L.*), češnjak (*Allium sativum*), poriluk (*Allium porrum*), vlasac (*Allium schoenoprasum*)
- **stabljika:** šparoga (*Asparagus officinalis L.*), korabica (*Brassica oleracea var. gongylodes*)
- **list:** salata (*Lactuca sativa L.*), kupus (*Brassica oleraceae L. var. capitata*), špinat (*Spinacia oleracea*), kelj (*Spinacia oleracea var. sabauda*), blitva (*Beta vulgaris ssp. cicla*)

- **cvatni pup:** cvjetača (*Brassica oleracea L. var. botrytis*), brokula (*Brassica oleracea var. Italica*), artičoka (*Cynara scolymus*)
- **plod:** rajčica (*Lycopersicon esculentum L. Mill.*), paprika (*Capsicum annuum L.*) patlidžan (*Solanum melongena*), krastavac (*Cucumis sativus*)
- **sjeme:** grah (*Phaseolus vulgaris L. ssp. vulgaris*), grašak (*Pisum sativum*), bob (*Vicia faba*)

Kriteriji po kojima ocjenjujemo kvalitetu povrća su: veličina, oblik, boja, miris, okus, čvrstoća mesa te nepostojanje oštećenja od raznih materijala te od bolesti ili štetnika. Kako bi plodovi zadovoljili što veći broj kriterija, proizvođači su primorani upotrebljavati sredstva kojima je svrha očuvanje proizvoda od korova, bolesti i štetnika, ali nisu sva sredstva jednako pogodna za okoliš. Naime, većinom se upotrebljavaju toksična kemijska sredstva (pesticidi) koja osim okoliša oštećuju i ljudski organizam kako samim unosom u organizam tijekom hranjenja tako i primjenom na biljke preko kože ili dišnog sustava. Tijekom zadnjih nekoliko godina, kako su ljudi postali svjesniji visokih cijena i štetnosti pesticida, pažnja je preusmjerena na primjenu bioloških načina suzbijanja što nas dovodi do spajanja biologije i farmacije te nastanka biopreparata.

Biopreparati su „prirodni neprijatelji“ štetnih organizama i prirodni pesticidi koji su pripremljeni za biološko suzbijanje bolesti i štetnika. Biopreparate najčešće dijelimo na makrobiološke preparate (kukci, grinje, pauzi, ptice i sl.) i mikrobiološke preparate (bakterije, gljivice, virusi itd.) te prirodne pesticide. U ovom radu naglasak će biti na mikrobiološkim preparatima u proizvodnji povrća.

Prednosti upotrebe biopreparata:

- ne zagađuje okoliš i podzemne vode, već povoljno djeluju na tlo te popravljaju njegova svojstva
- bolesti i štetnici ne mogu postati rezistentni na njih
- djeluju na više od 95 % bolesti i štetnika na svim kulturama
- ne postoji karenca nego se proizvodi mogu konzumirati odmah nakon tretiranja
- potpuno sigurni za radnike,
- osiguravaju sigurnu ekološku proizvodnju gdje su poticaji viši i za 200 %
- široka primjena promiče njihov blagotvoran učinak i veće korištenje resursa

**Mikrobiološki preparati** kao aktivnu tvar u svom sastavu imaju žive mikrobiološke organizme iz prirode koji imaju sinergijski efekt na rast i razvoj uzgajanih kultura, potpomažu razvoju biljaka u stresnim uvjetima, stimuliraju prirodne procese i aktiviraju obrambene mehanizme biljaka i njihovu otpornost na pojedine bolesti. Mikrobiološki organizmi povećavaju mikrobiološku aktivnost u tlu, potpomažu procese razlaganja organskih ostataka i aktiviraju hranjive materije iz tla, povećavaju dostupnost i mobilnost makroelemenata (prvenstveno fosfora koji je odgovoran za rast i razvoj samih biljaka) te aktiviraju mehanizme prirodne obrane biljaka od napada različitih patogena. Višestrukom primjenom ovih preparata prirodnim putem se vrši suzbijanje patogena u tlu i razvija se zdrav eko sustav za proizvodnju povrća, bez negativnih i štetnih efekata kemijskih proizvoda.



## 2. PREGLED LITERATURE

Postoje mnogi znanstvenici koji su dokazali utjecaj bakterija i gljivica na vodu, tlo, biljke i insekte. No, istražujući sam shvatila da se to radi uglavnom u dalekim državama gdje je, pretpostavljam, i tlo drugačije.

Fischer i Meinken (1988.) su otkrili kako bakterija *T. denitrificans* može u anaerobnim uvjetima stvarati nitrat reduktazu što za posljedicu može imati ozbiljno oštećenje korijena.“

Johansen i sur. (1992.) su svojim istraživanjem dokazali kako je koncentracija dušika u tlu kod biljaka krastavaca netretiranih s *Glomus intraradices* u vrijeme berbe je bila puno viša u odnosu na tlo ispod tretiranih biljaka.

Tako su, npr. Abass Ahanger M., Hashem A. i sur. (2004.) dokazali utjecaj *Glomus mossae* i *Gigaspora* kao arbuskularnih mikoriznih gljiva na salinitetski stres kod biljaka, antagonističko djelovanje *G. mossae* na *Phytophthora parasitica* i stimulaciju mikorize. Skladno tome, Scervino M. J. i sur. (2005.) su dokazali kolonizaciju AM gljiva na korijen rajčice čime su zaključili kako bi flavonoidi mogli biti uključeni u proces regulacije kolonizacije AM gljiva.

Ale Agha A. B., Kahrizid D. i sur. (2018.) izolirali su *Thiobacillus thioparus*, *Thiobacillus novellas* i *Thiobacillus denitrificans* iz kišnih i navodnjavanih tala.

Vizentaner J. (2005.) navodi kako *B. megaterium* sudjeluje u transformaciji fosfora, stvara tvari rasta i vitamin B12. Utječe na oslobađanje amonijaka iz bjelančevinastih tvari kao što su albumini, peptonini, peptidi i aminokiseline, dok stajnjak i biljne ostatke razlaže do zrelog humusa.

Gveroska B. i sur. (2004.) tijekom istraživanja biopreparata u proizvodnji duhana dokazali su vrlo dobre rezultate u reduciranju odumiranja biljaka primjenom *Trichoderme sp.* koja je aktivna tvar u biopreparatu Ekstrasol.

Opalički K. i Opalički S. (1966.) su ukazali na štetnost kemijskih sredstava te skrenuli pažnju na korištenje prirodnih bioloških preparata koji mogu svesti štetnike na podnošljivu količinu.

Biedendieck i sur. (2011.) su predstavili *B. megaterium* kao alternativu za sintezu unutar i izvanstaničnih proteina visokog prinosa.

### 3. PROIZVODNJA POVRĆA U REPUBLICI HRVATSKOJ

Proizvodnja povrća je intenzivnija grana poljoprivrede od proizvodnje ratarskih kultura jer iziskuje više radne snage, ali samim time su i veći prihodi po jedinici površine. Velika prednost u uzgoju povrća je mogućnost uzgoja na otvorenom prostoru i u zaštićenom prostoru tijekom cijele godine. Proizvodnja povrća u Republici Hrvatskoj je u usponu, ali i dalje je nedovoljna u odnosu na potrebe stanovništva.

#### 3.1. Površine za uzgoj povrća

Povrće se proizvodi na oko 140 000 hektara, odnosno 9, 5 % ukupno obradive površine. Za tržište se najviše proizvode krumpir, kojeg se proizvede oko 340 000 tona godišnje, zatim rajčica, paprika i krastavac kojih se proizvode oko 190 000 tona. Većina proizvoda je u intenzivnom uzgoju na otvorenom prostoru, te u staklenicima i plastenicima, a manji dio je u ekstenzivnom uzgoju na obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima. Povrće na obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima se uzgaja uglavnom za vlastite potrebe, a tek mali dio se proda zbog čega nam je i dalje potreban uvoz.

1.5. PROIZVODNJA POVRĆA OD 2014. DO 2018.  
PRODUCTION OF VEGETABLES, 2014 – 2018

	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.	tor Tonne
Cvjetača i brokula	2 360	1 909	2 778	1 736	2 221	<i>Cauliflower and broccoli</i>
Kupus, bijeli i crveni	23 399	36 413	37 722	35 318	39 571	<i>Cabbage, white and red</i>
Salata	3 300	5 320	5 602	5 911	6 904	<i>Lettuce</i>
Rajčica	22 818	39 666	30 707	41 223	30 950	<i>Tomatoes</i>
Krastavac i kornišon	8 291	7 613	7 847	10 622	6 442	<i>Cucumbers and gherkins</i>
Dinja i lubenica	27 933	17 774	22 886	23 399	32 324	<i>Melons and watermelons</i>
Paprika	13 203	15 848	19 257	19 303	18 106	<i>Red pepper</i>
Mrkva	8 277	11 589	18 225	13 676	11 594	<i>Carrots</i>
Luk, crveni i češnjak	32 323	32 937	28 301	20 770	27 107	<i>Onions and garlic</i>
Cikla	3 444	3 821	4 054	3 128	3 369	<i>Beetroot</i>
Grašak, za svježe zno i mahune	4 265	3 865	3 502	4 342	3 296	<i>Green peas</i>
Grah, za svježe zno i mahune	2 668	1 775	2 931	2 535	3 868	<i>Green beans</i>

Tablica 1. Proizvodnja povrća u RH

(Izvor: Državni zavod za statistiku)

### 3.2. Vrste povrća

Najčešće vrste povrća koje se proizvode u Hrvatskoj su rajčica, paprika, luk, kupus, mrkva, salata i krastavac.

**Rajčica** (*Solanum tuberosum*) je jednogodišnja biljka iz porodice *Solanaceae*, a njezina višestruka upotreba čini ju vrlo rasprostranjenom kulturom. Uzgoj rajčice je jednostavan jer se ona može uzgajati na otvorenom te u svim oblicima zaštićenog prostora, pa čak i u onim bez grijanja. Neizostavan je sastojak u kulinarstvu, dok je u prehrambenoj industriji jedna od glavnih sirovina. Najveći dio proizvedene rajčice se koristi u svježem stanju, a samo oko 10 % ukupne proizvodnje se prerađuje. Najveće površine i najveća proizvodnja rajčice zabilježena je u 2007. godini, dok od 2008. godine proizvodnja raste uz istovremeno smanjenje površine. Najviše se uzgaja u Dubrovačko-neretvanskoj županiji gdje se postižu i najveći prinosi.

**Paprika** (*Capsicum annuum*) je visokovrijedna kultura zbog bogatog sadržaja alkaloida, pigmenta, hranjivih ulja, šećera vitamina, osobito vitamina C. Ima veliku raznolikost u boji, okusu i obliku ploda. Možemo je koristiti kao svježu, konzerviranu, mljevenu koja se koristi kao začim. U Hrvatskoj se godišnje proizvede oko 25 000 tona plodova od kojih se najveći dio potroši u svježem stanju. Oko 80 % proizvodi se na oranicama, a 20 % u povrtnjacima. Prosječni prinosi paprike su oko 7 t/ha, a najviše se proizvodi u Virovitičko-podravskoj županiji.



Slika 1. paprika (*Capsicum annuum*)

(Izvor: Iva Perkunić)

**Luk** (*Allium cepa L.*) je dvogodišnja ili trogodišnja kultura dugog dana. Ima visok sadržaj eteričnih ulja, izraženo fitocidno djelovanje koje regulira bakterijski rad crijeva, a svojim antiseptičkim djelovanjem pomaže radu dišnih organa. U Hrvatskoj se uzgaja na oko 6 700 ha sa prosječnim prinosom 8-10 t/ha. Primjenom novih tehnologija uzgoja postižu se prinosi i do 60 t/ha.

**Kupus** (*Brassica oleracea L. var. capitata*) je dvogodišnja zeljasta biljka koja razvija veliki pup savijanjem listova. Ima poseban značaj u prehrani ljudi zbog visokog sadržaja vitamina C. U Hrvatskoj je po površinama među najzastupljenijim povrćem s oko 10 000 ha, ali sa slabijim prinosom, od oko 16 t/ha.



Slika 2. kupus (*Brassica oleracea L. var. capitata*)

(Izvor: Iva Perkunić)

**Salata** (*Lactuca sativa L.*) je lisnato povrće iz porodice glavočika (*Asteraceae*). Vrlo je rasprostranjena i sadrži čak 94% vode, dok ostatak čine šećeri, sirovi proteini i celuloze te mineralne tvari kao što su soli fosfora, kalija, željeza. Od vitamina sadrži A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, C, karoten i dr. Tijekom gnojidbe i zaštite salate moramo biti vrlo oprezni jer u vanjskom lišću sadrži do trideset puta više vitamina A i tri puta više vitamina C u odnosu na unutrašnje lišće. Ugodan okus daju joj jabučna i limunska kiselina, a gorak okus lakticin. U Hrvatskoj se uzgaja na oko 3 000 ha, od čega 30% salate je u uzgoju u zaštićenom prostoru.

**Mrkva** (*Daucus carota L.*) je korjenasto povrće iz porodice štitarki (*Umbelliferae*). Njezin hranjiv i bogat sadržaj vitamina B, C, D, E, K, zatim provitamina A koji je poznatiji pod imenom karotin a nalazi se u narančastom korijenu koji može doseći dužinu do 0, 8 metara.



Slika 3. mrkva (*Daucus carota*)

(Izvor: Iva Perkunić)

**Krastavac** (*Cucumis sativus L.*) je jednogodišnja zeljasta biljka iz porodice tikvenjača (*Cucurbitaceae*). U većoj ili manjoj količini sadrži kukurbitacin koji može uzrokovati probleme u probavi. Uzgaja se na otvorenom polju kao salatni krastavac, te u staklenicima i plastenicima kao industrijski – kornišon, za kiseljenje. Krastavac je biljka koja na istoj vriježi razvija i muške i ženske cvjetove. Za tržište se uzgajaju hibridi sa ženskim cvijetom jer oni jamče plod, dok oni s muškim cvijetom daju vrlo nizak prinos. U Hrvatskoj se uzgaja na oko 5 500 ha na otvorenom polju s prinosom od oko 7,4 t/ha. Prinosi u zaštićenom prostoru su oko 25-40 kg/m<sup>2</sup>.

### 3.3. Problemi u proizvodnji povrća

Do nerazvijenog povrćarstva kao grane poljoprivrede u Republici Hrvatskoj doveli su nedostatak obrtnih sredstava, visoke kamate i cijene energenata (zaštićeni prostori), skupi pesticidi i skupa gnojiva. Proizvodnja kod nekih kultura (rajčica) počela je padati. Najveći razlog za pad proizvodnje povrćarskih kultura su nedostatak radne snage, nesiguran otkup i nesigurna naplata. Iako su prednosti u biološkom načinu suzbijanja očigledne, primjena istih se teško provodi u praksi jer za korištenje biološkog suzbijanja bolesti i štetnika potrebna je suradnja stručnjaka iz područja entomologije, ekologije, fiziologije i sistematike.

Proizvodnja povrća otežana je i zbog abiotskih stresova koji su vrlo česti u ovo doba klimatskih promjena. Abiotski stres je odgovoran za smanjenje prinosa koji uzrokuje gubitak

veći od 50% u cijelom svijetu, dok je oko 96,5 % globalnog ruralnog kopna zahvaćeno upravo njime. Cramer i sur. (2011.)

Simptomi abiotskog stresa su: pojačano disanje biljaka, promjena boje, pojava neugodnih mirisa i slično, a sve je to posljedica velikog pritiska na biljke kako bi sve preživjele sve lošije uvjete i dale visok prinos. Stres može biti hladni ili topli stres koji su uvjetovani temperaturom, zatim suša, salinitet i slično. Zbog ograničenih obradivih površina povrtlarski usjevi iz porodica *Solanaceae* i *Cucurbitaceae* se često uzgajaju u nepovoljnim uvjetima kao što su, suše, poplave i termički stres. Suša može prouzročiti gubitke prinosa od 13 % do 94 % Bulgari i sur., (2019.)

### **3.3.1. Bolesti povrća**

Osim za uzgoj biljaka, zaštićeni prostori su idealno mjesto za razvoj različitih biljnih bolesti; plamenjača (*Pseudoperonospora sp.*, *Phytophthora sp.*), pepelnice (*Erysiphe sp.*, *Sphaerotheca sp.*), pjegavosti lišća (*Alternaria sp.*, *Septoria sp.*), plijesni i truleži (*Botrytis sp.*, *Sclerotinia sp.*), a budući da se uzgoj nekih povrćarskih kultura zna ponavljati, javljaju se i bolesti korijena i prizemnog dijela stabljike (*Fusarium sp.*, *Phytophthora sp.*, *Verticillium sp.*).

Na pojavu bakterijskih bolesti najviše utječu temperatura i vlaga, a često razlika u temperaturi od samo nekoliko stupnjeva određuje hoće li se bolest razviti ili ne. U većini slučajeva, vodeni film na zelenim dijelovima biljke bude dovoljan za stvaranje infekcije. Većina bakterija ima jedan, za sebe karakterističan simptom, ali neke biljne bolesti uzrokuju više simptoma ili njihovu kombinaciju. Svakako, identifikacija uzročnika zahtjeva izolaciju i karakterizaciju patogena pomoću brojnih laboratorijskih metoda.

Bolesti meke truleži uzrokovane se patogenima koji luče enzime sposobne za razgradnju struktura straničnih stijenki uništavajući tako teksturu biljnog tkiva te ono postane mekano i vodenasto. Mekane truleži često se pojavljuju na mesnatom povrću poput krumpira, mrkve, patlidžana, tikve i rajčice.

Tumore uzrokuju bakterije koje potiču nekontrolirano razmnožavanje biljnih stanica što rezultira stvaranjem velikih struktura.

Problem nastaje u činjenici da je biljne bolesti uzrokovane bakterijama teško kontrolirati jer se brzo razmnožavaju i ulaze u biljku kroz prirodne otvore i rane. No, gubitke možemo smanjiti primjenom sjemena bez patogena, uzgojenog u sušnim krajevima.

Gljivice uzrokuju većinu biljnih bolesti, više od dvije trećine. U biljne bolesti izazvane gljivama ubrajamo hrđe, plijesni, plamenjače, uvijanje lišća, rakove, antraknoze i slično. Gotovo sve gospodarski važne kulture su napadnute jednom ili više vrsta gljivica, a često mnoge različite mogu uzrokovati bolest u jednoj biljnoj vrsti. Gljive predstavljaju veliku i raznoliku skupinu eukariotskih mikroorganizama. Često sadrže biljno vegetativno tijelo koje se sastoji od mikroskopskih razgranatih niti različitih duljina koje nazivamo hife. Gljive se razmnožavaju spolnim i nespolnim putem te proizvode mnogo vrsta spora u vrlo velikom broju.

### 3.3.2. Štetnici povrća

Najznačajniji štetnici u proizvodnji povrća na otvorenom prostoru su:

- zemljišni štetnici; žičnjaci (*Elateridae*), grčice, sovice pozemljuše
- poljski glodavci: miševi (*Mus musculus*) i voluharice (*Arvicolidae*)
- krumpirova zlatica (*Leptinotarsa decemlineata*) koja je raširena u gotovo svim područjima uzgoja krumpira, a napada i rajčicu i patlidžan
- cvjetni štitasti moljac – bijela mušica (*Trialeurodes vaporariorum*)
- kupusni buhači (*Phyllotreta nemorum*, *Ph. atra*, *Ph. nigripes*, *Ph. undulata*)
- lisne sovice; kupusna sovica (*Mamestra brassicae*), povrtna sovica (*Mamestra oleracea*)
- kupusna muha (*Delia Phorbia brassicae*)
- lukova muha (*Delia antiqua*)

Kako bismo pravilno tretirali biljke protiv štetnika, moramo utvrditi prag odluke koji je karakterističan za svakog štetnika i svaku povrćarsku kulturu, a ovisi i o vrsti tla.

#### 4. BIOPREPARATI U PROIZVODNJI POVRĆA

Pozitivni utjecaji mikroorganizama na biljke i tlo doveli su do nastanka ideje o primjeni određenih mikroorganizama koji su sposobni utjecati na rast i razvoj biljaka, ali i suzbijanje štetnih organizama. Tako su nastali mikrobiološki preparati koji kao aktivnu tvar sadrže jednu ili više vrsta mikroorganizama. Ovi preparati primjenjuju se najčešće formulirani u obliku posebnih pripravaka sličnih kemijskim sredstvima za zaštitu bilja.

Biopreparati djeluju na sustav tlo – biljka - korijen, a koji preparat u kojoj fazi primijeniti je jako bitno. Insekticidna vrijednost biopreparata se mnogostruko povećava dodavanjem preparatu malih količina insekticida, ali je naglašeno, da se to čini samo u slučajevima povećane otpornosti insekata na djelovanje biopreparata, kako bi se izbjeglo i minimalno zagađivanje okoline jer upravo je zagađivanje okoline i podzemnih vode uz postojanje rezidua pesticida u hrani, zakiseljavanje tla, negativno djelovanje na mikroorganizme u tlu te rezistentnost bolesti i štetnika potaknula zamjenu kemijskih pesticida biopreparatima. Bolesti povrća koje napadaju lisnu površinu uzrokuju značajne gubitke, a investicija u umjetnu inokulaciju te efikasnosti biopreparata je dobar način za procjenu istog. Najbolji rezultati u kontroli bolesti su vidljivi nakon uporabe preparata odmah kod vidljivih prvih simptoma zaraze.

Primjena biopreparata u poljoprivrednoj proizvodnji traži mnogo veća znanja od onih potrebnih za konvencionalnu zaštitu bilja, odnosno primjenu kemijskih sredstava za zaštitu bilja. Treba predvidjeti cijeli niz mjera jer se ne može jedan štetni organizam suzbijati grabežljivcima ili mikroorganizmima, a drugi kemijskim insekticidima koji bi spriječili djelotvornost unesenih organizama. Potrebno je pratiti pojavu i veličinu populacije štetnih organizama pri uzgoju u zatvorenom prostoru ili na otvorenom polju.

##### 4.1. Humifikatori i mineralizatori

Humus, kao sinonim za plodno tlo, čine organske tvari sastavljene od mrtvog biljnog i životinjskog materijala sa širokim spektrom molekula šećera, škroba, aminokiselina, proteina koje mikroorganizmi tla, točnije bakterije i gljivice razbijaju na manje molekule. Taj proces nazivamo **humifikacija**. U procesu humifikacije najprije nastaju jednostavni kemijski spojevi iz kojih se kasnije postupcima kondenzacije i polimerizacije, sintetiziraju složeni organski spojevi poznati pod nazivom **humus**.



**Mineralizacija** je razlaganje organskih ostataka i humusa do krajnjih elemenata pri čemu dolazi do oslobađanja ugljika, dušika, sumpora, fosfora i drugih kemijskih elemenata. Najvažniju ulogu u procesima humifikacije i mineralizacije organske tvari u tlu imaju mikroorganizmi. Mikroorganizmi u tlu omogućuju kruženje biljnih hraniva, stvaranje humusa i očuvanje stabilne strukture tla.

**Inokulacija** je proces unošenja mikroorganizama u tlo s ciljem intenziviranja i ubrzavanja procesa transformacije organske tvari u anorgansku kako bi biljci lakše bila dostupni hranjivi makroelementi i mikroelementi. Na ovaj način može se poboljšati snabdjevanje biljaka dušikom, fosforom, kalijem, sumporom i željezom. Različiti su mehanizmi kojima mikroorganizmi povećavaju plodnost tla i snabdjevanje biljaka neophodnim elementima.

Za proizvodnju biopreparata s ciljem ubrzanja mineralizacija organske tvari koriste se najčešće bakterije iz rodova *Bacillus*, *Pseudomonas* i *Thiobacillus*.

#### **4.1.1. *Bacillus megaterium***

*Bacillus megaterium* je štapićasta, uglavnom aerobna bakterija koja tvori spore i nalazi se na široko rasprostranjenim staništima. S duljinom stanice do 4 µm i promjerom od 1,5 µm, *B. megaterium* je među najvećim poznatim bakterijama. Stanice se često javljaju u parovima i lancima. *B. megaterium* raste na temperaturama od 3 °C do 45 °C, s optimumom oko 30 °C.

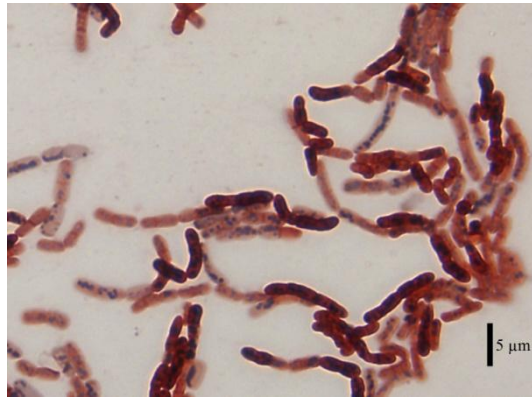
*B. megaterium* desetljećima se koristi u industriji. Proizvodi penicilin amidazu koja se koristi za proizvodnju sintetičkog penicilina, razne amilaze koje se koriste u pekarskoj industriji.

*B. megaterium* prepoznat je kao endofit i potencijalno je sredstvo za kontrolu biljnih bolesti.

Ova Gram – pozitivna bakterija je sve češće prisutna alternativa za unutar i izvanstaničnu sintezu proteina. Također je jedan od mikroorganizama koji je poznat po karakteristikici da napada i koristi aromatične policikličke ugljikovodike.

Genetska odbijanja te njihova zamjena, kod *B. megaterium* moguća su zbog optimiziranog remećenja genetskog sistema.

Sudjeluje u transformaciji fosfora (P), stvara tvari rasta i vitamin B12. Utječe na oslobađanje amonijaka iz bjelančevinastih tvari kao što su albumini, peptonini, peptidi i aminokiseline, dok stajnjak i biljne ostatke razlaže do zrelog humusa. Vizontaner J. (2005.)



Slika 4. Bakterija *Bacillus megaterium*

(Izvor: en.m.wikipedia.org.)

#### 4.1.2. *Bacillus subtilis*

Ova bakterija je studijski najbolje opisana vrsta roda *Bacillus*. Stanice *B. subtilis* obično su u obliku štapića i dugačke su oko 4-10  $\mu\text{m}$  i promjera 0,25-1,0  $\mu\text{m}$ . Kao i ostali članovi roda *Bacillus*, može tvoriti endosporu da preživi ekstremne uvjete okoliša. *B. subtilis* je fakultativni anaerob.

*B. subtilis* pokazao se vrlo podložnim genetskim manipulacijama i postao je široko prihvaćen kao model organizma za laboratorijske studije, posebno sporulacije. Može se podijeliti simetrično kako bi stvorio dvije stanice kćeri (binarna fisija) ili asimetrično, stvarajući jednu endosporu koja može ostati održiva desetljećima i otporna je na nepovoljne uvjete okoliša. Endospora nastaje u vrijeme nutricionističkog stresa i primjenom hidrolize, omogućavajući organizmu da ustraje u okolišu dok uvjeti ne postanu povoljni.

Raste i razvija se u područjima s temperaturom 10-55  $^{\circ}\text{C}$ , a najbrži rast je zabilježen kod temperatura od oko 42  $^{\circ}\text{C}$ . Spore ove bakterije opstaju bez hranjivih sastojaka te su metabolički uspavane i tako mogu opstati stotinama godina. Što se tiče građe bakterije, *Bacillus subtilis* ima deset ili više flagela koje su postavljene sa svih strana okolo stanice. Flagele se kreću obrnuto od kazaljke na satu ukoliko miruju, odnosno u smjeru kazaljke na satu kada narušavaju. Kod kemotaksije se izmjenjuju ova dva načina kretanja, ovisno kreću li se prema atraktantima ili se udaljavaju od repelenata.



Slika 5. Bakterija *Bacillus subtilis*

(Izvor:<https://www.cambridgecommodities.com>)

Jedna je od rijetkih vrsta koja je lako podložna genetskim manipulacijama zbog svog učinkovitog sustava genetske izmjene. U okolišu ova bakterija ima multifunkcionalna svojstva te stimulirajući i fungicidni učinak na biljke. Dighton J. (2009.)

*B. subtilis* sadrži pojedinačni cirkularni kromosom čija je replikacija obostrana. Rezistentnost na kemikalije je dokazana različitim čimbenicima, ovisno o kemijskom sredstvu. Ovojnica spora je glavna prepreka mnogim kemijskim sredstvima, uključujući i većinu oksidirajućih sredstava.

Jedan od mikrobioloških preparata koji sadrži rizosferne bakterije *Bacillus subtilis* je Ekstrasol. Tretiranje biljaka ovim preparatom utječe na:

- zaštitu biljaka od širokog spektra patogenih bakterija
- intenziviranje procesa fotosinteze i disanja
- povećanje indeksa površine lista
- regulaciju transpiracijskog koeficijenta lista i koeficijenta potrošnje vode
- smanjenje deficita mikroelemenata pristupačnih biljkama
- smanjenje unosa mineralnih (NPK) gnojiva na 30-40 %

Mehanizam djelovanja bazira se na tome da se pri inokulaciji sjemena obavlja umjetno „zasijavanje“ sjemena korisnom mikroflorom. Pri sjetvi sjemena koje je prethodno tretirano Ekstrasolom, bakterije nanese na njihovu površinu počinju se intenzivno razmnožavati i aktivno kolonizirati rizosferu biljke. U procesu svoje aktivnosti sintetiziraju tvari koje

sprječavaju razvoj patogena kao što su *Fusarium sp.*, *Alternaria sp.*, *Puccinia sp.*, *Phytophthora sp.*, dok istovremeno daju pozitivan učinak na razvoj korisnih mikroorganizama.



Slika 6. Mikrobiološki preparat Ekstrasol  
(Izvor: [www.fitopromet.hr](http://www.fitopromet.hr))

#### 4.1.3. *Pseudomonas spp.*

*Pseudomonas spp.* je rasprostranjena grupa Gram-negativnih bakterija koja sadrži oko 140 vrsta od kojih su većina saprofiti a oko 25 ih je u ljudskom organizmu. Žive u tlu, vodi i flori. Koloniziraju u bolničkoj hrani, sanitarijama, krpama i respiratornoj opremi. Kreću se jednim polarnim bičem. Razlikujemo ih pomoću biokemijskih i DNA hibridizacijskih testova. Uglavnom se smatraju štetnim bakterijama zbog činjenice da uzrokuju niz problema u ljudskom organizmu, ali cilj ovog rada je dokazati i njihovu korist.

*Pseudomonas aeruginosa* je Gram-negativna aerobna bakterija kojoj se pridaje najviše pažnje jer je opasna za ljudsko zdravlje. Široko je rasprostranjena u vodama te lako preživljava i u nepovoljnim uvjetima. Jednako tome, ne smije biti prisutna u pitkoj vodi, kao ni u vodi za kupanje i gotovim proizvodima.

*Pseudomonas maltophilia* je također Gram-negativna bakterija koju nalazimo u vodi, osim toga nalazi se u sirevima i pasteriziranom mlijeku.

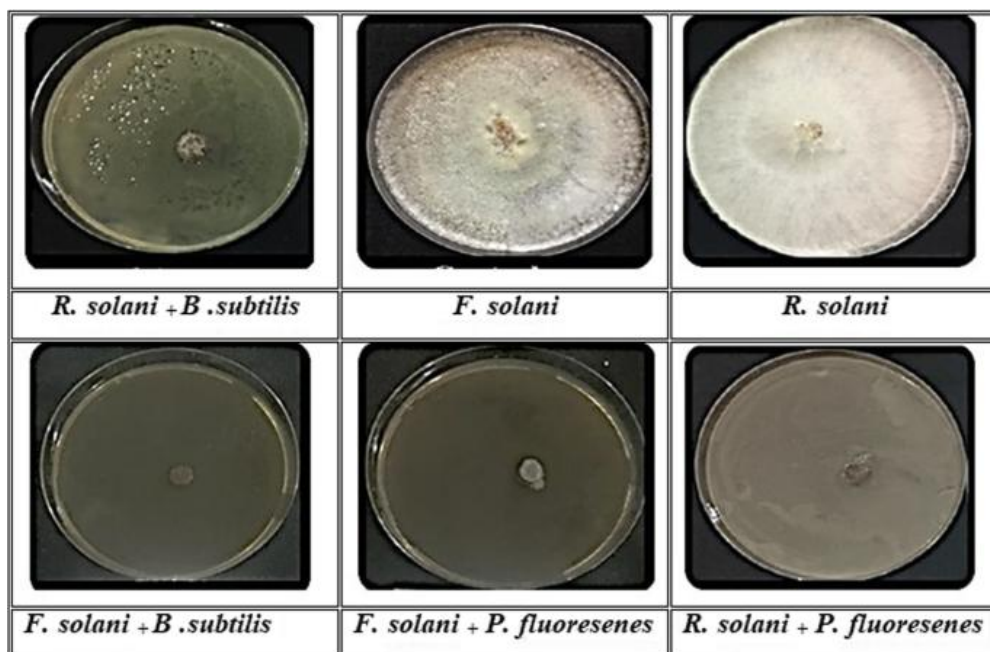
*Pseudomonas cepacia* je također patogen, ali primarno stajalište su mu biljke. Izaziva truljenje lukovice luka.

*Pseudomonas fluorescens* je izolirana iz rizosfere svinđuše (*Lotus corniculatus*) gdje je promatrana „in vitro“ zbog svog antagonističkog djelovanja na fitopatogene gljive *Pythium ultimum* i *Rhizoctonia solani*. Oko 12 % izoliranih bakterija inhibirali su jednu ili obje gljive.

No, dokazano je i djelovanje na *Fusarium solani* koja je zajedno s *R. solani* izolirana iz krastavca u slijedećem eksperimentu.

Iz prirode su skupljeni uzorci korijena krastavca koji su pokazali tipične simptome odumiranja. U laboratoriju su oprani vodom i narezani na male dijelove zatim sterilizirani sa 1 % otopinom natrijevog hipoklorita (NaOCl) zatim isprani vodom kako bi uklonili rezidue NaOCl. Uzorci su posušeni filter papirom i postavljeni u Petrijeve zdjelice na medij dekstroznog agara krumpira dopunjenog s kloramfenikol antibiotikom u koncentraciji 200 mg/L. Petrijeve zdjelice su zatim postavljene u inkubator na oko 25 °C na četiri dana.

Gljive koje su se pojavile pročišćene su i održavane na istom mediju te korištene za mikroskopsko ispitivanje.



Slika 7. Efekt *P. fluorescens* i *B. subtilis* na *R. solani* i *F. solani*

(Izvor:<https://www.researchgate.net>)

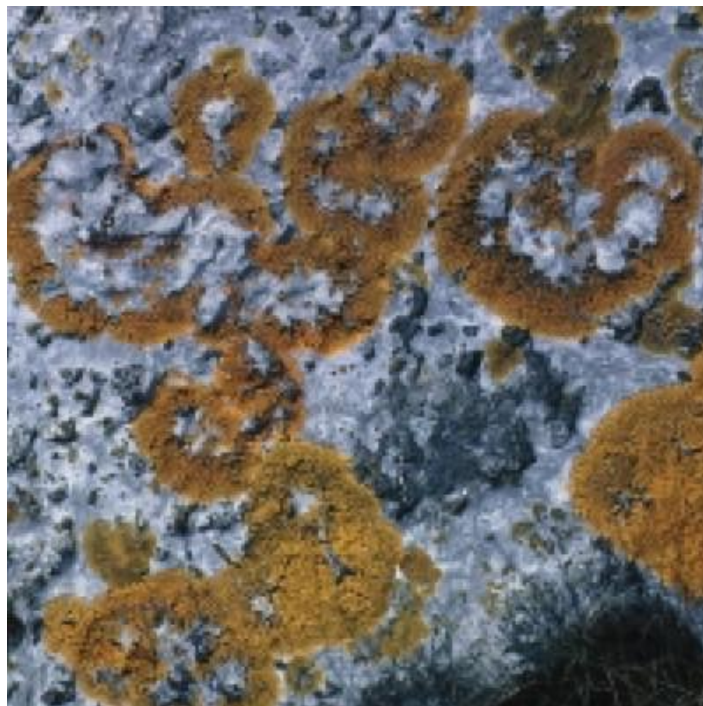
Ovim istraživanjem je dokazano da *P. fluorescens* i *B. subtilis* imaju potpunu inhibiciju na rast micelija *R. solani* i *F. solani* „in vitro“. U pokusu su korištene zdjelice u kojima je tretirano tlo suspenzijom *P. fluorescens* i *B. subtilis*, a tretiranje suspenzijom je značajno smanjilo zarazu sadnica krastavca s *R. solani* i *F. solani*.

#### 4.1.4. *Thiobacillus* spp.

*Thiobacillus* spp. su Gram -negativne bakterije koje ustvari pripadaju rodu *Acidithiobacillus*. Raširene su u morskim i kopnenim staništima, oksidiraju tiosulfate i elementarni sumpor u

sulfate korisne za biljke. U dubokim tlima stvaraju sumpornu kiselinu koja otapa metale u rudnicima, te nagriza beton i čelik. Obvezni su litotrofi i ne mogu u većoj mjeri koristiti organske spojeve. Što se tiče poljoprivredne proizvodnje, radi bolje oksidacije sumpora, poželjno je u tlo dodati gnojivo s inokuliranim bakterijama *Thiobacillus*.

*Thiobacillus thioparus* ne razvija cijanid kao produkt oksidacije nakon razgradnje tiocijanata. Neki sojevi vrste *Thiobacillus thioparus* mogu koristiti sumpor iz dimetilsulfida, dimetildisulfida ili ugljičnog disulfida za potporu autotrofnom rastu - oni oksidiraju ugljik iz tih vrsta u ugljični dioksid i asimiliraju ga.



Slika 8. Bakterija *Thiobacillus thioparus*

(Izvor: <http://blog.coralwonders.com>)

*Thiobacillus novellus* je izolirana iz nekoliko vrsta tala i ustanovljeno je da vrlo dobro raste na hranjivoj podlozi te solima tiosulfata. Ova vrsta je jedina vrsta roda *Thiobacillus* koja može biti i autotrof i heterotrof. Sve ostale vrste su autotrofi.

*Thiobacillus denitrificans* može sanirati prirodne podzemne vode i sustave za pročišćavanje vode uklanjanjem viška nitrata. To je prva i jedina autotrofna bakterija za koju je zabilježeno da anaerobno oksidira oksid u minerale.

*T. denitrificans* raste u anaerobnim uvjetima s tiosulfatima kao izvorom energije i nitratima kao terminalnim akceptorima elektrona. Koristi fosforilaciju koja je povezana s disanjem nitrata. *T. denitrificans* jedan je od najbolje proučenih mikroorganizama koji mogu kombinirati anorgansku oksidaciju sumpornih spojeva s denitrifikacijom. Široka rasprostranjenost *T. denitrificans* dokaz je da ova bakterija ima veliku ulogu u biogeokemijskim ciklusima na globalnoj razini. *T. denitrificans* je bakterija koja može u anaerobnim uvjetima stvarati nitrat reduktazu, što, kako navode Fischer i Meinken (1988.) „rezultira obogaćivanjem fitotoksičnog nitrita koje za posljedicu može imati ozbiljno oštećenje korijena.“

*Thiobacillus ferrooxidans* je Gram-negativna bakterija čiji je pH 1.5 – 2.0. Energiju dobiva oksidacijom željeza ili reduciranim anorganskim spojevima sumpora. Iako se najviše koristi u obnavljanju zlata te u rudama, najnovija istraživanja usredotočena su na molekularnu genetiku putova povezanih s metabolizmom dušika, fiksacijom ugljičnog dioksida i komponentama mehanizma za proizvodnju energije. Vrlo je učinkovit u uklanjanju dušika iz atmosfere. Dostupnost dušika i energije potrebne za njegovu fiksaciju mogu ograničiti rast bakterija i negativno utjecati na učinkovitost postupaka ispiranja. Unatoč svemu, izostaje iz normalnih poljoprivrednih tala zbog vrlo niskog pH, odnosno visokog stupnja kiselosti potrebnog za rast i razvoj *T. ferrooxidans*.

#### **4.2. Bioinsekticidi**

Bioinsekticidi su preparati koji sadrže efektivne sojeve mikroorganizama i koriste se za uništavanje štetnih insekata. Zajednička karakteristika svih bioinsekticida je da se nakon njihove primjene ne javlja problem štetnih ostataka u tlu i biljkama kao i rezistencije insekata na preparat. Mogu se koristiti u ekološkoj proizvodnji jer nemaju karencu. Svaki bioinsekticid djeluje na određeni organizam tj. na određenu vrstu insekata, bezopasni su za ostale korisne insekte, ne dovode do zagađivanja vode, zraka i tla.

Na tržištu postoji velik broj bioinsekticida koji se proizvode od različitih mikroorganizama - bakterija, gljiva, virusa.

Osim bioinsekticida na bazi bakterija, postoje i biljni insekticidi koji se dobivaju ekstrakcijom iz biljaka. Prednost im je što imaju jako početno djelovanje te ne ostavljaju rezidue, ali im je nedostatak što kratko djeluju. Koriste se u skladištima, komunalnoj higijeni i sredstvima opće upotrebe.

Jedna od važnijih biljaka od čijih piretrina dobivamo biljni insekticid je dalmatinski buhač (*Tanacetum cinerariifolium*), a proizvedeni preparati se smiju koristiti u ekološkoj proizvodnji. Neki od biljnih insekticida proizvedeni od ove biljke su Keynatox verde i Aphicid.



Slika 9. Biljni insekticid Keynatox verde

(Izvor: [www.agroportal.hr](http://www.agroportal.hr))

#### 4.2.1. *Bacillus thuringiensis*

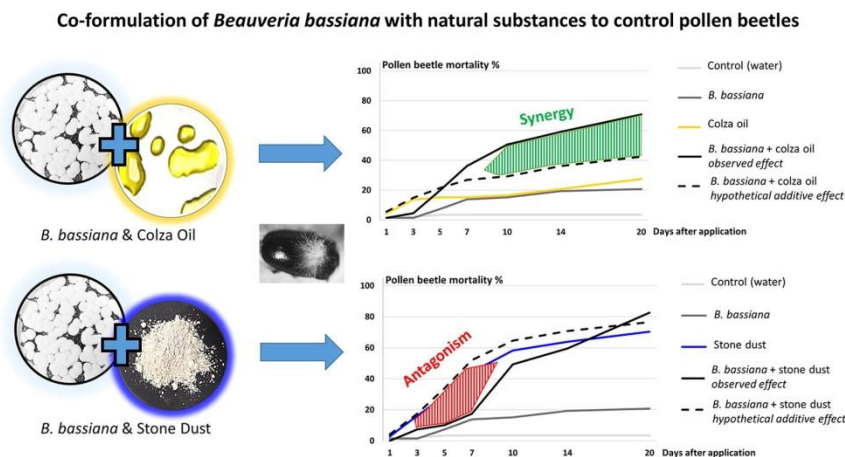
*B. thuringiensis* se prirodno pojavljuje u crijevima gusjenica različitih vrsta moljaca i leptira, kao i na površinama lišća. Mikrobiološki insekticidi kao djelatnu tvar imaju spore i toksine bakterije *Bacillus thuringiensis* koje djeluju na mlade stadije ličinki, uglavnom do trećeg stadija razvoja. Toksini ove bakterije imaju specifično djelovanje protiv vrsta insekata iz reda *Lepidoptera* (moljci i leptiri), *Diptera* (muhe i komarci), *Coleoptera* (kornjaši) i *Hymenoptera* (ose, pčele, mravi), kao i protiv nematoda. Kad kukci unose kristale toksina u organizam, njihov probavni trakt denaturira netopive kristale, čineći ih topivima i tako podložnima djelovanju enzima iz crijeva insekata, koje oslobađaju toksin iz kristala. Toksin se zatim ubacuje u membranu staničnog crijeva insekata, paralizirajući probavni trakt. Kukac prestaje jesti i umire od gladi. Primjena mora biti vrlo rano jer su sporodjelujuće. Najčešće djeluju protiv moljaca i malog broja vrsta kornjaša. Spore i kristalni insekticidni proteini koje proizvodi *B. thuringiensis* koriste se za suzbijanje štetnika insekata od 1920-ih, a često se primjenjuju kao tekući sprejevi.

Neki od mikrobioloških bioinsekticida čija je djelatna tvar bakterija *B. thuringiensis* su Baturad WP, Biobit WP te preparat Foray 48 B s djelatnom tvari *B. thuringiensis kurstaki*.



#### 4.2.2. *Beauveria bassiana*

Bioinsekticidi na bazi *Beauveria bassiana* priznati su zbog svog efektivnog djelovanja na štetne insekte te izostanak rezidua. S druge strane, osjetljivost na abiotičke faktore i mala virulencija ograničavaju učinkovitost ove gljive. Ima visoku hidrofobnost zbog čega sredstva zahtijevaju dodavanje površinski aktivnih tvari kako bi se smanjila nakupina čestica u vodi prilikom primjene u tlu. Primjena čiste kulture *B. bassiana* na kornjaše nije bila učinkovita. No, blastospore *B. bassiana* u kombinaciji s uljem uljane repice (*Brassica napus var. oleifera*) povećala je smrtnost kornjaša više nego je se očekivalo što ukazuje na jak sinergijski učinak. Suprotno tome, kombinacija *B. bassiana* i kamene prašine ukazala je antagonističko djelovanje, odnosno, smrtnost je manja od očekivane zbog aditivnog djelovanja pojedinačnih tvari.



Slika 10. Grafički prikaz učinka *Beauveria bassiana* u kombinaciji s uljem te u kombinaciji s kamenom prašinom

(Izvor: Biological control, Volume 140, January 2020.)

Dokazan je i sinergijski učinak čiste kulture *B. bassiana* na kalifornijskog tripsa (*Frankliniella occidentalis*) kod napada na krastavac u stakleničkoj proizvodnji.

Insekticidi napravljeni od *B. bassiana* su uglavnom baršunasti želatinoznog medija koji se postepeno mijenja iz bijele u mliječno-bijelu boju. Do mijenjanja boje dovodi korištenje vlastitih spora.

Insekticidi na bazi *B. bassiana* ne ostavljaju rezidue čak ni ako se primjene neposredno prije žetve.



Slika 11. Djelovanje *B. bassiana* na insekte

(Izvor:<https://entomologytoday.org>)

#### 4. 3. Biofungicidi

Biofungicidi su mikrobiološki preparati koji se koriste u borbi protiv fitopatogenih gljiva, uzročnika biljnih bolesti. Za proizvodnju biofungicida najviše se koriste bakterije i gljive. Mehanizmi djelovanja biofungicida se baziraju na kompeticiji, parazitizmu i predatorstvu.

**Kompeticija** je oblik antibioze u kojoj se korisni mikroorganizmi, koji se koriste u borbi s patogenima, moraju introducirati i umnožiti u dovoljnom broju da ostvare željeni efekt. Vrlo je važno da se primjena mikroorganizama izvrši prije pojave patogena, u suprotnom očekivani efekt može izostati. Dakle, biofungicidi djeluju preventivno, a ne kurativno.

**Parazitizam** je odnos kada jedan mikroorganizam živi na račun drugog mikroorganizma pri čemu ga koristi kao izvor hranjivih tvari.

**Predatorstvo** podrazumijeva odnos u kojem se korisni mikroorganizam hrani sa štetnim, patogenim mikroorganizmom.

Proizvodnja metabolita s fungicidnim djelovanjem koristi se u borbi s fitopatogenim mikroorganizmima. Različiti kemijski spojevi iz grupe antibiotika i enzima djeluju na stanicu, odnosno na određene komponente stanice patogenog organizma i time narušavaju njezine funkcije.

#### 4.3.1. *Trichoderma* spp.

*Trichoderma* je rod od gljiva u obitelji *Hypocreaceae* koji je prisutan u svim tlima gdje su najviše rasprostranjene gljive. Mnoge vrste u ovom rodu mogu se okarakterizirati kao biljni simbionti. To se odnosi na sposobnost nekoliko vrsta roda *Trichoderma* da stvore međusobne endofitske odnose s nekoliko biljnih vrsta.

Ova je gljiva prisutna u gotovo svim vrstama tala, ali i u drugim raznolikim staništima. Možemo ih pronaći na sklerocijama i drugim razmnožavajućim oblicima gljiva koje okružuju tlo. Karakterizira ih brz rast i obilna proizvodnja konidija te sposobnost proizvodnje sklerocija. Proizvode nekoliko pigmenata, od zelenkaste do crvene boje.

Nekoliko je sojeva *Trichoderma* spp. razvijeno je kao biokontrolno sredstvo protiv gljivičnih bolesti biljaka. Različiti mehanizmi uključuju antibiozu, parazitizam, induciranje rezistencije biljaka domaćina i konkurenciju. Većina agensa za biokontrolu su iz vrsta *T. asperellum*, *T. harzianum*, *T. viride* i *T. hamatum*.

Imaju antagonističko djelovanje na patogene biljaka koje se sastoji od nekoliko faza: prepoznavanje patogena – napad - postupno prodiranje u stanicu patogena - smrt. U ovom procesu veliku ulogu igraju enzimi koji uništavaju staničnu stjenku. *Phytophthora* sp., *Pythium* sp. Ima širok način djelovanja što se tiče suzbijanja štetnika, ali je najdjelotvornija na patogenima lišća. Mnogo je mehanizama koji sudjeluju u lokalnoj biološkoj kontroli roda *Trichoderma* spp. Međutim, ove gljivice zahtijevaju posebne uvjete kako bi se razmnožavale.



Slika 12. *Trichoderma harzianum* uzgojena na krumpirovom dekstroznom agaru

(Izvor:<https://biocontrol.entomology.cornell.edu/pathogens/trichoderma.php>)

#### 4.4. Mikorizne gljive

Mikoriza predstavlja jednu od najvažnijih bioloških zajednica koja regulira i omogućuje pravilno funkcioniranje ekosustava tla tako što poboljšava toleranciju biljaka na abiotičke stresove različitim fiziološkim, funkcionalnim i biokemijskim promjenama u biljkama. Mikorizne gljive stvaraju hife koje prodiru u tlo dublje od korijena biljaka te ga opskrbljuju mineralnim tvarima i vodom, dok s druge strane uzimaju od biljaka ugljikove spojeve i energiju nastalu procesom fotosinteze. Osim toga, povećavaju sadržaj ugljika u tlu te sprečavaju razgradnju organskog ugljika, kontroliraju unos vode korijenom, pomažu biljkama zadržati hidrataciju i turgor. Hife mikoriznih gljiva povećavaju aktivnu površinu korijena biljke i do 1 000 puta, s čime se paralelno povećava i volumen tla iz kojeg korijen može crpiti hraniva. Mikorize se promatraju kao sustav tlo-gljiva-biljka. Oko gljivičnog partnera formira se jedinstvena mikrobna zajednica rizosfere koja se naziva **mikorizosfera**.

Mikorize prema načinu uspostave zajedništva dijelimo na:

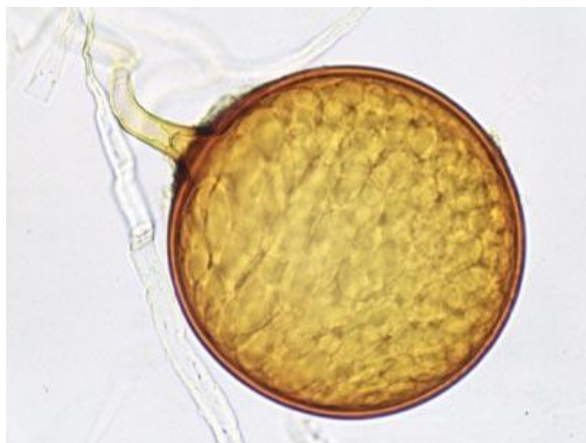
- **ektomikoriza** koja stvara mrežu hifa između korijenovih stanica i hifa koje obavijaju korijen te prodiru u tlo. Utvrđeno je više od 5 000 vrsta gljiva koje čine ektomikorizu, a spadaju u razrede *Ascomycetes*, *Zygomycetes* i *Basidiomycetes*.
- **endomikoriza** koja stvara posebne strukture za izmjenu tvari s domaćinom unutar korijenovih stanica i tvore mrežu hifa u tlu

- **ektoendomikoriza** koja je prijelazni oblik između ektomikorize i endomikorize.

Za povrćarske kulture najbitnija je endomikoriza zbog toga što je većina povrćarskih vrsta sposobna uspostaviti takav tip mikorize. Sinonimi za endomikozu su **arbuskularna mikoriza (AM)** ili **vasikularno-arbuskularna mikoriza (VAM)**. Mikorizne gljive proizvode simbiotske signale (lipohitooligosaharide) koji stimuliraju bolji rast korijena i njegovo grananje. To su „efekti“ pomoću kojih se mikorizne gljive dalje šire u korijenu biljaka. Bakterije *Rhizobium* i *Pseudomonas* prijanjaju na spore i hife arbuskularne mikorizne (AM) gljive *Gigaspora margarita*, što ukazuje na činjenicu da su AM gljive nositelji kolonizacije korijena. Primjena arbuskularne mikorize kao biljnih gnojiva ne utječe samo na zdravlje biljaka već i diskurzivno smanjuje potražnju za štetnim kemijskim gnojivima.

Spore mikoriznih gljiva su krupne, mogu se formirati pojedinačno ili u skupinama. Klijanjem spore nastaje hifa. Razvoj hife prati potrošnja rezervne hranjive tvari koja se nalazi u spori. Zatim dolazi do grananja i formiranja mreže hifa. Ukoliko nije prisutna biljka-domaćin, može doći do prestanka rasta hifa. Međutim, ukoliko je biljka-domaćin prisutna, dolazi do simbioze i hifa nastavlja rasti unutar korijena biljke i tla, što ponovo dovodi do formiranja spora.

Kolonizacija korijena biljke mikoriznom gljivom i formiranje korisne simbiotske zajednice je kompleksan proces koji se sastoji od nekoliko faza i uvjetovan je brojnim abiotičkim i biotičkim faktorima. Uspostavljanje simbiotske zajednice započinje fazom prepoznavanja. Prepoznavanje se vrši putem sekrecije signalnih molekula iz skupine flavonoida i strigolaktona. Hifa raste prema korijenu sve dok ne uspostavi direktan kontakt. Nakon 2-3 dana na korijenu se formiraju apresorije (male oteklinae ili druge morfološke promjene na epidermisu korijena) koje ukazuju da je došlo do prepoznavanja domaćina od strane gljive (Slika 42). Dolazi do penetracije odnosno prodiranja kroz epidermis i egzodermalne stanice, hifa raste, grana se i prolazi kroz srednji i unutrašnji dio korijena. Ove granate strukture hifa se nazivaju infektivne niti iz kojih će se razviti arbuskule. Faza traje oko dva dana, a njihova uloga je razmjena i transport nutrijenata između simbionata



Slika 13. AM gljiva u tlu

(Izvor: [www.emr.ac.uk](http://www.emr.ac.uk).)

Intenzivan uzgoj u zaštićenom prostoru zahtjeva redovnu dezinfekciju tla kako bi izbjegli nagomilavanje patogenih mikroorganizama i sjemena korova. No, ta mjera tla uništava i korisne mikroorganizme koje, među ostalim čine i mikorizne gljive. Kako bi ublažili taj nedostatak, prije sadnje presadnice inokuliramo mikoriznim gljivama što daje bolje prinose. Također, jedan od većih i čestih problema u poljoprivrednoj proizvodnji je salinitet, ali većina studija je pokazala da mikorizne gljive imaju veću toleranciju na salinitet tla.

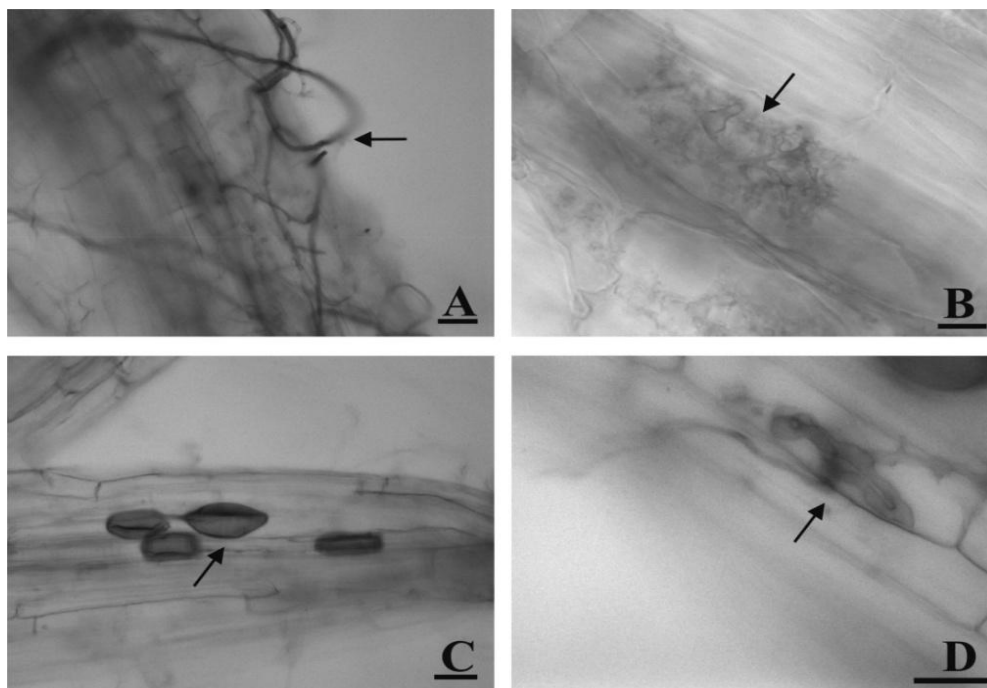
#### **4.4.1. *Glomus spp.***

Prema istraživanjima Johansen i sur. (1992.) koncentracija N u tlu kod biljaka krastavaca netretiranih s *Glomus intraradices* u vrijeme berbe je bila puno viša u odnosu na tlo ispod tretiranih biljaka. Parađiković, N., (2009.) Utjecaj mikorize na rast krastavaca u zaštićenom prostoru inficiranog s VAM (vasikularno-arbuskularna mikoriza) i tretiranog s fosforom pokazalo je visoku receptivnost biljaka u kolonizaciji s *Glomus mossaea*, *Glomus dimorphicum* i *Glomus intraradices* te ranije cvjetanje i formiranje ploda.



Slika 14. Presadnice rajčice u fazi 4-6 listova, lijevo: mikorizirane gljivama  
Iz roda *Glomus*, desno: ne mikorizirane  
(Izvor: [www.savjetodavna.hr](http://www.savjetodavna.hr))

Dokazan je i učinak *Glomus intraradices* na biljke rajčice zaražene nematodom *Nacobuss abberans* koje su prethodno inokulirane navedenom gljivom pri presađivanju. Nakon 60 dana procijenjeni su sljedeći parametri; postotak kolonizacije arbuskularne mikorizne gljive *G. intraradices* koji je veći u prisutnosti nematode, broj oštećenih mjesta te masa jaja su se smanjili u prisustvu gljive. Rajčici je pogodovala inokulacija gljivom *G. intraradices* pri presađivanju što je smanjilo broj galova za 56 %



Slika 15. Kolonizacija AM gljive *Glomus intraradices* na korijenu rajčice koji je prethodno inficiran nematodom *Nacobbus aberrans*  
 A) strelica pokazuje vanjske hife B) arbuskule C) vezikule  
 D) spoj arbuskula i vezikula

(Izvor:[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-89132014000500668](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-89132014000500668))

Neke vrste biljnih parazitskih nematoda mogu nanijeti ozbiljnu štetu brojnim usjevima. Uglavnom napadaju korijenov sustav, a kao posljedica toga korijen gubi sposobnost apsorpcije vode i hranjivih tvari što na kraju dovodi do smanjenja rasta i prinosa.

I u normalnim i u stresnim uvjetima Qun i sur. (2007.) dokazali su da inokulacija sadnica rajčice gljivama *Glomus mossae* smanjuje osmozu stanične membrane i sadržaj malonaldehida (sekundarni produkti oksidacije) te značajno povećavaju aktivnosti antioksidativnih enzima, što dovodi do boljeg rasta biljaka kada se učinkovito uklone reaktivne vrste kisika (ROS). Jednako tome, bolje performanse rasta biljaka pod stresom saliniteta tla zabilježene su kod salate koja je prethodno tretirana arbuskularnom mikorizom.

*Paenibacillus sp.* je gram pozitivna bakterija izolirana iz mikorizosfere sirka (*Andropogon sorghum*) koji je prethodno inokuliran s *Glomus mosseae*. Ova je bakterija antagonistična prema patogenu gljive *Phytophthora parasitica* koji se prenosi putem tla i potiče mikorizaciju. (Antoun H., Kloepper J., 2001.)



Autohtoni izolat *Glomus spp.* pogodan je zbog sposobnosti adaptacije i korijenovog potencijala kolonizacije za daljnje pokuse, pa je tako Yildiz A. korištenjem bioorganskog korijenovog potopnog inokulanta (BRDI – Bioorganics root dip inoculant) koji sadrži *Glomus agregatum*, *G. clarum*, *G. deserticola*, *G. intraradices*, *G. monosporus*, *G. mossae*, *Gigaspora margarita* i *Paraglomus brasilianum* u svom pokusu determinirao utjecaj *Glomus sp.* i BRDI –a na rajčicu, papriku i krastavac. Koristio je kukuruz (*Zea mays*) kao „biljku zamku“ kako bi izolirao i razmnožio mikorizne vrste.

Svojim pokusom je dokazao kako je *Glomus sp.* imao povoljan učinak na visinu i težinu rajčice i krastavaca. Nisu dokazani statistički učinci *Glomus sp.* ili BRDI-a na paprici iako treba napomenuti da su raširena mikorizna partnerstva za papriku.

Kada se ocjenjuje kolonizacija korijena kod biljaka primjećuju se neke sličnosti pa je tako zaključeno da je kolonizacija mikorizne gljive *Glomus sp.* veća nego kod BRDI-a.

Kontrole uzgajanih krastavaca i rajčice u sterilnom tlu, bez mikoriznih gljiva pokazale su slab razvoj biljaka.

Studije o arbuskularnoj mikoriznoj gljivi *Glomus intraradices* su izolirale navedenu vrstu na korijenu sljedećih vrsta povrća: rajčica, paprika, patlidžan, krastavac, kupus, luk, češnjak, poriluk, peršin i grašak, a najveću kolonizaciju su utvrdili kod porodice ljljana (*Liliaceae*) i u tlu gdje je uzgojen poriluk, čak 66 %.

#### **4.4.2. *Gigaspora spp.***

Utvrđen je i učinak flavonoida akacetina i ramnetina iz *Gigaspora rosea*, *Gigaspora margarita*, *Glomus mosseae* i *Glomus intrarradices* koji su prethodno izolirani iz AM koloniziranog i nekoloniziranog korijena djeteline (*Trifolium sp.*) na broj ulaznih točaka i postotak kolonizacije korijena rajčice. Flavoinoidi akacetin i ramnetin inhibirali su stvaranje probojnih struktura i AM kolonizaciju korijena rajčice. S druge strane, flavonoid kvarcetin, koji je također izoliran u korijenu djeteline je potaknuo prodiranje i kolonizaciju korijena rajčice gljivama roda *Gigaspora*.

Ovo istraživanje je ukazalo kako bi flavoinoidi mogli biti uključeni u proces regulacije kolonizacije arbuskularne mikorize u korijenu biljaka, ali uloga flavoinoida je vrlo složena i ne ovisi samo o njima, nego i AM vrstama ili rodu gljiva.

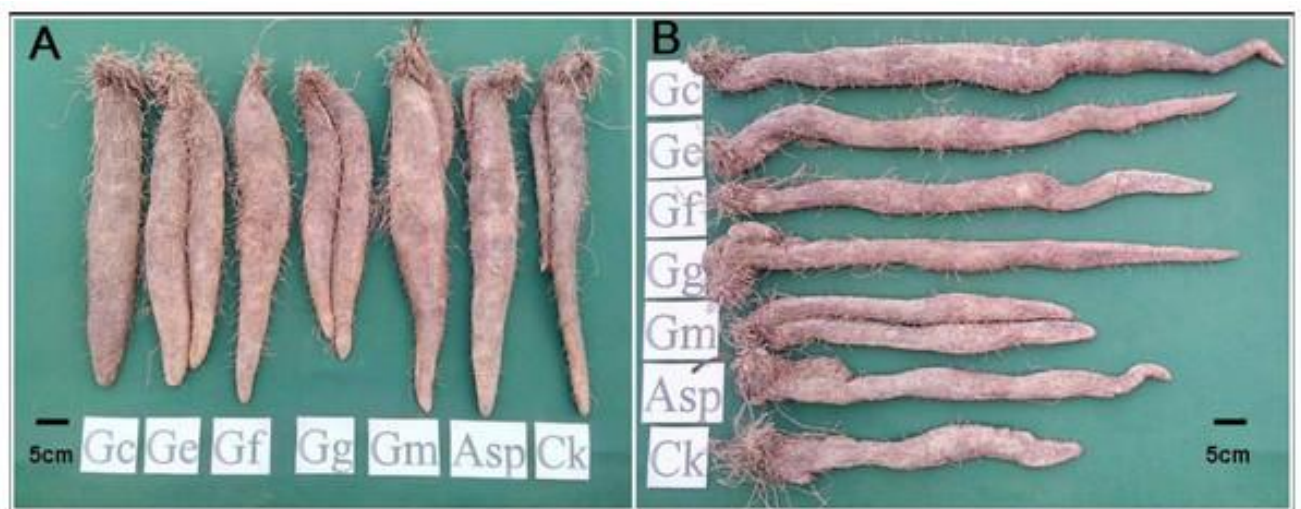
##### **4.4.2.1. *Gigaspora gigantea***

Najznačajnije karakteristike ove vrste su boja i veličina spora (zelenkasto-žuta boja) koja postoji samo kod te vrste iz reda *Glomeromycota*. Mikorize vrste *Gigaspora gigantea* se

sastoje od arbuskula i intraradikalnih hifa koje su tamno obojene plavom bojom. U Poljskoj je zabilježena kod različitih biljaka na obali Baltičkog mora.

#### 4.4.2.2. *Gigaspora margarita*

Balaji B. i sur. su otkrili odgovore na AM gljivu *G. margarita* te njezine eksudate i hlapljive tvari iz transformiranog korijena mikoriznih i nemikoriznih mutanata graška (*Pisum sativum* L.) Eksudati korijena koje su proizveli mikorizni i nemikorizni mutanti inhibirali su rast hifa *G. margarite*, dok su s druge strane hlapljive tvari tih mutanata značajno stimulirale rast hifa u fazi prekolonizacije. Ugljični dioksid je glavni hlapljivi spoj koji je neophodan za produljenje hifa mikoriznog i nemikoriznog transformiranog korijena. Balaji B. i sur (1995.)



Slika 16. Uzgojeni korijen kineskog krumpira (*Dioscorea spp.*) koji je osam mjeseci inokuliran sa šest arbuskularnih mikoriznih gljiva; *Glomus clarum* (Gc), *Glomus etunicatum* (Ge), *Glomus fasciculatum* (Gf), *Gigaspora spp.* (Gg), *Glomus mossae* (Gm), *Acaulospora sp.* (Asp) (Izvor: <https://peerj.com/articles/1266/>)

## 5. ZAKLJUČAK

Konvencionalna proizvodnja, kao najčešći oblik proizvodnje poljoprivrednih kultura, podrazumijeva i primjenu mineralnih gnojiva, a primjenom istih je došlo do promjene strukture tla, promjene pH vrijednosti, a time i mikrobiološke aktivnosti i vodno-zračnog režima tla. Kako bi sačuvali naše tlo i njime racionalnije gospodarili, moramo mu pružiti kvalitetniju i sigurniju hranu kako bi ono nama dalo kvalitetniji plod. U takvu hranu ubrajamo mikrobiološka gnojiva koja su bazirana na bakterijama jer su upravo one najzahvalnije zbog činjenice da se održavaju i u najekstremnijim uvjetima. Inokulacija mikoriznim gljivama uzrokovala je smanjenu peroksidaciju lipida, smanjila je sadržaj natrija te sadržaj šećera, slobodnog prolina, proteina i kalija u zračnim organima i korijenima.

S vremenom su se razvile različite formulacije biopreparata koji putem različitih mehanizama djelovanja ostvaruju željeni efekt. Da bi se svojstva mikrobioloških preparata poboljšala, moraju se produbiti saznanja o mikrobnjoj ekologiji i rizosferi, gdje se odigravaju interakcije između mikroorganizama i biljaka.

Za istraživanje i razvoj biopreparata u svijetu se godišnje utroši oko 100 milijuna dolara, a za istraživanja i razvoj kemijskih sredstava za zaštitu bilja utroši se dvije do tri milijarde dolara.

Biološka zaštita traži mnogo veće znanje od onog koje je potrebno za konvencionalni način zaštite bilja te se treba predvidjeti cijeli sistem mjera jer se ne može jedan štetnik suzbijati grabežljivcima ili parazitima, a drugi kemijskim insekticidima koji bi spriječili djelotvornost unesenih organizma. Potrebno je pratiti pojavu i veličinu populacije štetnika pri uzgoju u zatvorenom prostoru ili na otvorenom polju.

Krajnji cilj, postavljen od Fakulteta agrobiotehničkih znanosti u Osijeku, je da biopesticidi budu 50 % jeftiniji od kemijskih pesticida.

## 6. POPIS LITERATURE

1. Abass Ahanger M., Abd Allah E. F., Ahmad P., Hashem A., (2014.) Arbuscular Mycorrhiza in Crop Improvement Under Environmental Stress, 69-95
2. Ale Agha A. B., Ahmadvand A., Bashiri H., Fakhri H., Kahrizi D. (2018.) Identification of Thiobacillus bacteria in agricultural soil in Iran using the 16S rRNA gene, Molecular biology reports 45, 1723-1731
3. Balaji B., Piche Y., Poulin Josee M., Vierheilig H. (1995.) Responses of an Arbuscular Mycorrhizal Fungus, *Gigaspora margarita*, to exudates and volatiles from the Ri T-DNA-Transformed roots of Nonmycorrhizal and Mycorrhizal Mutants of *Pisum sativum* L. Sparkle, Experimental Mycology Volume 19, Issue 4, 275-283
4. Baličević R., Brmež M., Bursić V., Čosić J., Gross Bošković A., Haman D., Ivezić V., Kanisek J., Karalić K., Kralik Z., Lončarić R., Lončarić Z., Majić I., Miloš S., Parađiković N., Popović B., Raspudić E., Rastija D., Ravlić M., Rozman V., Sarajlić A., Vrandečić K., Zebec V. (2015.) Doprinos poljoprivrede čistom okolišu i zdravoj hrani, Osijek
5. Bažok R., Đugum J., Grbeša D., Hadžiosmanović M., Havranek J., Ivanković A., Jakopović I., Orešković S., Rupiće V., Samaržija D., Tudor Kalit M., . (2014.), Sigurnost hrane od polja do stola, 412-416 Zagreb
6. Biedendieck R., Borgmeirer C., Bunk B., Jahn D., Meinhardt F., Scherling C., Stammen S., Wittmann C., (2001.) Systems Biology of Recombinant Protein Production Using *Bacillus megaterium*, Methods Enzymology, Volume 500 165-195
7. Dighton J. (2009.) Encyclopedia of Microbiology, San Diego, 1-16
8. Đurić S., Hajnal Jafari T., Stamenov D., (2020.), Proizvodnja i primena biopreparata, Novi sad

9. Grgić I. , Hadelan L. , Baškarić L., Šmidlehner M., Zrakić M., Znanstveni rad, Proizvodnja povrća u Republici Hrvatskoj: stanje i mogućnosti, Glasnik zaštite bilja 5/2016., 14-22
10. Gveroska B., Dimitrieski M., Korubin – Aleksoska A., Miceska G., Use of biopreparates in Tobacco protection – Contribution to Sustainable Agriculture, Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences, Special Issue 2, 2014., 1509-1516
11. Lovrić B., (2019.) Mikroorganizmi u zaštiti bilja, diplomski rad, Fakultet agrobiotehničkih znanosti u Osijeku,
12. Maceljki M. (1999.) Poljoprivredna entomologija, Zrinski Čakovec
13. Opalički K., Opalički S., Šumarski list 11-12 (1966.) Mogućnost povećanja insekticidnog djelovanja domaćeg bakterijskog biopreparata Baktukal , 496-498
14. Parađiković N. (2009.) Opće i specijalno povrćarstvo, Osijek
15. Raspudić E. (2009.) Najznačajniji štetnici, bolesti i korovi u uzgoju povrća, Osijek
16. Vizenter J., Mikrobiološka gnojiva, Šumarski list, 5-6, 2005., Zagreb

Internet izvori:

- Izvor 1. Bonfante P., Huang A., Jiang K., Lin H., Peng X., Salvioli A., Sun Z., Tang N., Wu X., Xie X., Xu C., Zhao B., (2016.) Arbuscular Mycorrhizal Symbiosis Requires a Phosphate Transceptor in the *Gigaspora margarita* Fungal Symbiont - <https://doi.org/10.1016/j.molp.2016.08.011> , 05. 10. 2020..
- Izvor 2. Ekstrasol – <https://fitopromet.hr/portfolio-item/ekstrasol/> 10.10.2020.
- Izvor 3. Godeas A., Erra-Bassells R., Ocampo A J., Ponce A M., Scervino M. J., (2005.) Arbuscular mycorrhizal colonization of tomato by *Gigaspora* and *Glomus* species in the presence of root flavonoids - <https://doi.org/10.1016/j.molp.2016.08.011>,

10.10.2020.

Izvor 4. Jašić M., Opća svojstva i podjela voća i povrća –

<https://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/opca-svojstva-i-podjela-voca-i-povrca> , 01.10.2020.

Izvor 5. Kadner J. R., Rogers K. (1999.), Bacteria-life form -

<https://www.britannica.com/science/bacteria/Autotrophic-metabolism>, 10. 10. 2020.

Izvor 6. Štedul N., Mikoriza – nova tehnologija u poljoprivredi,

<https://www.savjetodavna.hr/2015/11/26/mikoriza-nova-tehnologija-u-poljoprivredi/>  
01. 10. 2020.

Izvor 7. Šubić M., Bolesti i štetnici u zaštićenom uzgoju povrća i cvijeća -

<https://gospodarski.hr/nekategorizirano/bolesti-i-stetnici-u-zasticenom-uzgoju-povrca-i-cvijeca/> 01. 10. 2020.

Izvor 8. Yildiz A., A native Glomus sp. from fields in Aydin province and effects of native and commercial mychorrizal fungi inoculants on the growth of the some vegetables -

<https://journals.tubitak.gov.tr/biology/issues/biy-10-34-4/biy-34-4-13-0901-7.pdf>, 10. 01. 2021.

Izvor 9. Vrdoljak J., Nesigurni otkup i naplata najveći krivci za pad proizvodnje povrća -

<https://privredni.hr/proizvodnja-povrca-pada-zbog-neuredenog-otkupa-i-nemogucnosti-naplate> , 10. 10. 2020.

## 7. SAŽETAK

Povrće kao funkcionalna hrana ima pozitivan utjecaj na zdravlje ljudi i smanjenje rizika od razvoja pojedinih bolesti.

Cilj ovog rada bio je istražiti uzgoj povrtnih kultura, posebno njihovu zaštitu biopreparatima. Pozitivni utjecaji mikroorganizama na biljke i tlo doveli su do nastanka ideje o primjeni određenih mikroorganizama za suzbijanje štetnih organizama. Biopreparati su prirodni pesticidi koji su pripremljeni za biološko suzbijanje bolesti i štetnika. U ovom radu obuhvaćeno je nekoliko skupina biopreparata – humifikatori i mineralizatori, bioinsekticidi, biofungicidi i mikorizne gljive. Primjena biopreparata u proizvodnji povrća traži mnogo veća znanja od onih potrebnih za konvencionalnu zaštitu bilja.

Na temelju toga istraženo je kako na prirodan način zaštititi povrtnu kulturu od bolesti, korova i štetnika primjenom mikrobioloških preparata umjesto kemijskih preparata, kako bi očuvali tlo a u konačnici i vlastito zdravlje.

Ključne riječi: mikrobiologija, mikroorganizmi, preparati, biofungici, biopesticidi, povrće, gljive, bakterije

## **8. ABSTRACT**

Vegetables as a functional food have a positive impact on human health and reduce the risk of developing certain diseases. The aim of this graduate thesis was to investigate the cultivation of vegetable crops, especially their protection with biological products. The positive effects of microorganisms on plants and soil have led to the idea of applying certain microorganisms to control harmful organisms. Biopreparations are natural pesticides that are prepared for biological control of diseases and pests. This graduate thesis covers several groups of biological products - humifiers and mineralizers, bioinsecticides, biofungicides and mycorrhizal fungi. The application of biopreparations in vegetable production requires much more knowledge than those required for conventional plant protection.

Based on this, it was investigated how to protect vegetable crops from diseases, weeds and pests by using microbiological preparations instead of chemical preparations, in order to preserve the soil and ultimately, human health.

Key words: microbiology, microorganisms, preparations, biofungicides, biopesticides, vegetables, fungus, bacteria



## **7. POPIS TABLICA**

**Tablica 1.** Proizvodnja povrća u Republici Hrvatskoj – str. 5

## 8. POPIS SLIKA

**Slika 1.** Paprika (*Capsicum annuum*) – str. 6

**Slika 2.** Kupus (*Brassica oleracea L. var. capitata*) – str. 7

**Slika 3.** Mrkva (*Daucus carota*) – str. 8

**Slika 4.** Bakterija *Bacillus megaterium* – str. 13

**Slika 5.** Bakterija *Bacillus subtilis* – str. 14

**Slika 6.** Mikrobiološki preparat Ekstrasol – str. 15

**Slika 7.** Efekt *P. fluorescens* i *B. subtilis* na *R. solani* i *F. solani* – str. 16

**Slika 8.** Bakterija *Thiobacillus thioparus* – str. 17

**Slika 9.** Biljni insekticid Keynatox verde – str. 19

**Slika 10.** Grafički prikaz učinka *Beauveria bassiana* u kombinaciji s uljem te u kombinaciji s kamenom prašinom – str. 20

**Slika 11.** Djelovanje bakterije *B. bassiana* na insekte – str. 21

**Slika 12.** Gljiva *Trichoderma harzianum* uzgojena na krumpirovom dekstroznom agaru - 23

**Slika 13.** Arbuskularno mikorizna gljiva u tlu – 25

**Slika 14.** Presadnice rajčice u fazi 4-6 listova – 26

**Slika 15.** Kolonizacija AM gljive *Glomus intraradices* na korijenu rajčice koji je prethodno inficiran nematodom *Nacobbus aberrans* – 27

**Slika 16.** Uzgojeni korijen kineskog krumpira (*Dioscorea spp.*) inokuliran sa šest arbuskularnih mikoriznih gljiva - 29



Primjena mikrobioloških preparata u proizvodnji povrća i cvijeća

Iva Perkunić

**Sažetak:** Povrće kao funkcionalna hrana ima pozitivan utjecaj na zdravlje ljudi i smanjenje rizika od razvoja pojedinih bolesti.

Cilj ovog rada bio je istražiti uzgoj povrtnih kultura, posebno njihovu zaštitu biopreparatima. Pozitivni utjecaji mikroorganizama na biljke i tlo doveli su do nastanka ideje o primjeni određenih mikroorganizama za suzbijanje štetnih organizama. Biopreparati su prirodni pesticidi koji su pripremljeni za biološko suzbijanje bolesti i štetnika. U ovom radu obuhvaćeno je nekoliko skupina biopreparata – humifikatori i mineralizatori, bioinsekticidi, biofungicidi i mikorizne gljive. Primjena biopreparata u proizvodnji povrća traži mnogo veća znanja od onih potrebnih za konvencionalnu zaštitu bilja.

Na temelju toga istraženo je kako na prirodan način zaštititi povrtnu kulturu od bolesti, korova i štetnika primjenom mikrobioloških preparata umjesto kemijskih preparata, kako bi očuvali tlo a u konačnici i vlastito zdravlje.

**Rad je izrađen pri:** Fakultet agrobiotehničkih znanosti u Osijeku

**Mentor:** Prof. dr. sc. Suzana Kristek

**Broj stranica:** 37

**Broj grafikona i slika:** 16

**Broj tablica:** 1

**Broj literaturnih navoda:** 25

**Broj priloga:**

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Ključne riječi:** mikrobiologija, mikroorganizmi, preparati, biofungici, biopesticidi, povrće, gljive, bakterije

**Datum obrane:**

**Stručno povjerenstvo za obranu:**

1. Izv. Prof. dr. sc. Tomislav Vinković, predsjednik

2. Prof. dr. sc. Suzana Kristek, mentor

3. Doc. dr. sc. Sanda Rašić, član

**Rad je pohranjen u:** Knjižnica fakulteta Agrobiotehničkih znanosti u Osijeku, Sveučilištu u Osijeku, Vladimira Preloga 1

## **BASIC DOCUMENTATION CARD**

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek**  
**Faculty of Agrobiotechnical Sciences**  
**University Graduate Studies, Plant production, course: Vegetables and flowers**

**Graduate thesis**

The use of microbial preparations in vegetables production

Iva Perkunić

**Abstract:** Vegetables as a functional food have a positive impact on human health and reduce the risk of developing certain diseases. The aim of this graduate thesis was to investigate the cultivation of vegetable crops, especially their protection with biological products. The positive effects of microorganisms on plants and soil have led to the idea of applying certain microorganisms to control harmful organisms. Biopreparations are natural pesticides that are prepared for biological control of diseases and pests. This graduate thesis covers several groups of biological products - humifiers and mineralizers, bioinsecticides, biofungicides and mycorrhizal fungi. The application of biopreparations in vegetable production requires much more knowledge than those required for conventional plant protection.

Based on this, it was investigated how to protect vegetable crops from diseases, weeds and pests by using microbiological preparations instead of chemical preparations, in order to preserve the soil and ultimately, human health.

**Thesis performed at:** Faculty of Agrobiotechnical Sciences in Osijek

**Mentor:** Prof. dr. sc. Suzana Kristek

**Number of pages:** 37

**Number of figures:** 16

**Number of tables:** 1

**Number of references:** 25

**Number of appendices:**

**Original in:** Croatian

**Key words:** microbiology, microorganisms, preparations, biofungicides, biopesticides, vegetables, fungus, bacteria

**Thesis defended on date:.**

### **Reviewers:**

1. Ass. Prof. dr. sc. Tomislav Vinković, president
2. Prof. dr. sc. Suzana Kristek, mentor
3. Doc. dr. sc. Sanda Rašić, member

**Thesis deposited at:** Library, Faculty of Agrobiotechnical Sciences in Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Vladimir Prelog 1