

ISSN 0370-0291, UDC 63



acs

CROATIA

**AGRICULTURAE
CONSPECTUS
SCIENTIFICUS**

**POLJOPRIVREDNA
ZNANSTVENA
SMOTRA**

VOLUMEN 63 BROJ 4 1998

<http://www.agr.hr/smotra/>

Effect of Endomycorrhiza on some Vegetable Crops

B. NOVAK

SUMMARY

Potential effects of endomycorrhiza upon the growth of seedlings and yield components of some vegetable crops were studied during the three-year trial period (1993 - 1995), which might be a great importance for advancement of vegetable, particularly organic-biological production. Two strains of mycorrhizal fungus *Glomus etunicatum* were applied at rates of 10 vol. % and 20 vol. % of inoculum to four quite different vegetable crops: lettuce (*Lactuca sativa*), tomato (*Lycopersicon lycopersicum*), celeriac (*Apium graveolens* var. *rapaceum*) and onion (*Allium cepa*) in the conditions involving no fertilization, watering or protection against diseases and pests. The following percents of mycorrhizal infection were determined in seedlings: lettuce (38-56 %), celeriac (50-63 %), tomato (37-56%), and onion (56-80 %), which was reflected in increased seedling height and weight.

After the harvest, the percent of mycorrhizal infection on the roots of the test crops grown in field conditions was estimated as follows: lettuce (21-37 %), celeriac (17-33 %), tomato (18-32 %), onion (29-38 %), which in most cases had a positive effect on their yield components. However, it was only in onion that a significant yielding increase was achieved at ripening in all three years with strain G139, inoculated with 10 vol. % or 20 vol. % of inoculum, as well as strain G107 inoculated with 20 vol. % of inoculum.

KEY WORDS

VA mycorrhiza, lettuce, celeriac, tomato, onion

Department of Vegetable Crops
Faculty of Agriculture University of Zagreb
Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Croatia
Received: November 18, 1998

Učinkovitost endomikorize na neke povrtnne kulture

B. NOVAK

SAŽETAK

Tijekom tri godine (1993 - 1995.) provedena su istraživanja o mogućem utjecaju endomikorize na rast presadnica i komponente prinosa pojedinih povrtnih kultura, što bi moglo biti vrlo značajno u smislu unapređenja gospodarstva, pogotovo u u organsko-biološkoj proizvodnji. Primjenjena su dva soja endomikorizne gljive *Glomus etunicatum* u količini od 10 i 20 vol. % inokuluma, na četiri potpuno različite povrtnne kulture kao što su salata (*Lactuca sativa*), rajčica (*Lycopersicon lycopersicum*), celer korjenaš (*Apium graveolens* var. *rapaceum*) i luk (*Allium cepa*), u uvjetima bez gnojidbe, zalijevanja i zaštite od bolesti i štetnika.

Na presadnicama je ustanovljen slijedeći postotak mikorizne infekcije: salata (38 do 56 %), celer (50 do 63 %), rajčica (37 do 56 %) i luk (56 do 80 %), što se odrazilo u većoj visini i masi presadnica.

Nakon berbe izračunat je postotak mikorizne infekcije na korjenju navedenih kultura uzgojenih u poljskim uvjetima i on je iznosio: Salata (21 do 37 %), celer (17 do 33 %), rajčica (18 do 32 %) i luk (29 do 38 %), što je imalo u većini slučajeva pozitivne efekte na komponente prinosa povrtnih kultura, ali samo je kod luka u tehnološkoj zriobi postignuto opravdano povećanje rodnosti u sve tri godine istraživanja sa sojem G139 inokuliranim sa 10 i 20 vol. % inokuluma, te sojem G107 sa 20 vol. % inokuluma.

KLJUČNE RIJEČI

VA mikoriza, inokulum, salata, celer, rajčica, luk.

Zavod za povrćarstvo
Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Svetošimunska 25, 10000 Zagreb, Hrvatska
Primljeno: 18. studenog 1998.



UVOD

Mikoriza, uzajamna ovisnost fotoautotrofnih biljaka i gljiva predstavlja jednu od najvažnijih, ali još nedovoljno razjašnjenih bioloških zajednica, koja regulira, a time i omogućuje pravilno funkcioniranje ekosistema. (Harley, 1971). Prema načinu uspostave zajedništva razlikuju se: ektomikoriza, endomikoriza i ektoendomikoriza. Ektomikorizi je svojstveno da hife micelija izvana obavijaju korjenje stvarajući tako neke vrste "oklop" oko korjenja. Endomikoriza predstavlja takvu simbiozu gdje hife micelija prodiru u stanice korijenja, te ektoendomikoriza, gdje hife micelija obavijaju korjenje izvana, ali jednim dijelom prodiru i u stanice korjenja.

Endomikoriza je lako primjenjiva na povrtnim kulturama, jer je većina povrtnih vrsta (osim porodica *Brassicaceae* i *Chenopodiaceae*) sposobna uspostaviti takav tip mikorize. U stanicama tih povrtnih kultura hife se dalje šire stvarajući tako "VAM - efekt", odnosno vesikularno - arbuskularnu mikorizu. Arbuskule su intracelularne strukture slične haustorijama, koje su se razvile učestalim račvastim grananjem hifa. Arbuskule se formiraju vrlo brzo nakon što je korijen inficiran endomikoriznim gljivama, ali su vrlo kratkog vijeka (1-3 tjedna). Vezikule su hipertrofirane nitaste tvorevine micelija (vrečastog oblika), koje se nalaze na vrhu hife. One mogu biti intra ili intercelularno, a predstavljaju "organe" za skladištenje rezervne hrane. (Cayrol, 1991). Obično se vesikule formiraju iza arbuskula i postaju brojnije starošću, odnosno zrelošću biljke.

Ovakvom mikorizom i gljive i fotoautotrofne biljke postižu obostranu korist, zahvaljujući tome da micelij predstavlja u tom slučaju nešto poput produžetka korijena, putem kojeg biljke lakše dolaze do vode i hraniva, dok gljive od biljke pretežito dobivaju ugljikohidrate, ali i druge organske spojeve. Mehanizam olakšanog primanja hranjiva se može većim dijelom tumačiti strukturnom različitošću korijenja i hifa. Zbog mogućnosti lakšeg primanja hraniva iz tla mikoriza je vrlo važna za kruženje hraniva u prirodi. Mosse, 1975., je sugerirao da se mikoriza ne smije smatrati samo kao odnos biljka - gljiva, već kao odnos biljka-gljiva-tlo. Praktična primjena VA - mikorize može imati posebno značenje pri uzgoju povrća iz presadnica, pri uzgoju u zaštićenom prostoru, kod mikropropagacije, a indirektno i za zaštitu povrća.

Kod intenzivnog uzgoja u zaštićenom prostoru mora se redovito provoditi razkuživanje tla, tako da se izbjegne nagomilavanje patogenih mikroorganizama i sjemena korova, ali se s time unište i korisni mikroorganizmi, koje jednim dijelom čine i mikorizne gljive. Da bi se ublažio taj nedostatak u sterilizirano tlo bi trebalo saditi presadnice, koje su inokulirane mikoriznim gljivama. Primjenom mikorize moguće je povećati otpornost biljaka i na neke bolesti. Autori Bondoaux i Perin 1982., Bagyaraj 1984., ustanovili su da VA - mikorizna infekcija može omogućiti, odnosno poduprijeti naseljavanje drugih simbiotskih mikroorganizama na korijenu, kao što je *Rhizobium* (Asimi et al. 1980.), pa se na taj način povećava otpornost korijena na patogene

mikroorganizme, kao na primjer: *Phitophthora* sp., *Fusarium* sp., *Pythium* sp. i nematode.

Kod uzgoja presadnica povrća uočljive su značajne prednosti u odnosu na nemikorizirane biljke. Presadnice se brže i bolje razvijaju, što može skratiti vrijeme proizvodnje presadnica. Znači sade se otpornije presadnice, pa se samim tim može očekivati brži rast i razvoj biljke, a time i veći prinos. Istraživanja su pokazala da se primjenom VA - mikorize može dobiti povećanje težine presadnica od 50 - 600 % (Mayer, Venter, Dehne, 1989).

S tendencijom povećanja povrćarske proizvodnje, prelazi se sve više na oranične površine gdje su se do sada uglavnom proizvodile ratarske kulture, kao i na uzgoj u zaštićenim prostorima, gdje je za pretpostaviti da je nedostatna zastupljenost mikoriznih gljiva, sadnjom već inokuliranih presadnica mogao bi se očekivati veći prinos, s upotrebom manjih količina mineralnih gnojiva i pesticida.

PREGLED LITERATURE

Vrlo je uska granična crta između zajedništva i parazitizma (Harley i Smith, 1983.) i moguće je koji put uočiti negativne učinke zbog uvjeta okoline i različitih vrsta gljiva i fotoautotrofnih biljaka (Bethenfalway et al, 1982). Mikoriza se može definirati i kao simbioza između biljaka i gljiva lokalizirana u korijenju, u kojoj asimilati (organski spojevi) idu iz biljaka u gljivu, a anorganski tvari iz gljive u biljku. Postoje biljke koje nemaju afiniteta udruživati se u mikorizu (amikotrofne), i one koje to uspješno uspostavljaju (mikotrofne). Pretpostavlja se da je samo mali broj biljnih vrsta nemikotrofan (Gerdemann, 1986), ali novija istraživanja su potvrdila da i te "nemikotrofne" biljke mogu biti inficirane mikoriznim gljivama, ali fiziološke promjene su takve kao da mikoriza nije ni uspostavljena. (Newman i Redell, 1987).

Rana infekcija korijenja viših biljaka je naročito važna za jednogodišnje usjeve, inače može do stimulacije uzrokovane mikorizom doći prekasno u sezoni da bi se povećao prinos. (Hass et al., 1986.). Biljke uzgojene iz inokuliranog sjemena (u fazi presadnica), mogu biti više tolerantne na stres prilikom presađivanja u tlo, nego nemikorizirane biljke ili inokulirane tek prilikom presađivanja. (Menge et al, 1978.).

Gljive su građene od hifa, čiji su neki dijelovi mnogo manjeg promjera od promjera korijenovih dlačica (2,5 μm prema 10 - 20 μm), što omogućuje prodiranje hifa i u najsitnije pore tla, (Allen, E.B. i Allen, M.F. 1986), pa se na taj način osigurava mnogo veća površina absorpcije.

Kao inokulum za uspostavu ciljane mikorize najčešće se koriste endomikorizne gljive rodova: *Glomus*, *Gigaspora*, *Scutelospora*, *Acaulospora*, *Sklerocystis* i *Entrophosphora* (*Endogonaceae*, *Zygomycetes*) (Schenk i Perez 1988). U uzgoju presadnica povrća najviše se primjenjuju

mikorizne gljive iz roda *Glomus*, odnosno vrste *Glomus etunicatum*, *Glomus aggregatum*, *Glomus versiforme*, *Glomus fasciculatum*, *Glomus clarum* itd. Rod *Glomus* pripada u red *Zygomycetales* odnosno u porodicu *Endogonaceae*.

Nažalost, te se endogene gljive ne mogu uzgajati zasebno u čistoj kulturi, što doista predstavlja ozbiljnu prepreku njihovoj bržoj i jednostavnijoj primjeni. Kao inokulum služe dijelovi osušenog korijena "biljke domaćina" i ekspanzirane gline ili vermikulita u čijim se šupljinama nalaze spore endomikoriznih gljiva. Da bi se početni inokulum mogao komercijalno upotrijebiti potrebno ga je umnožiti. Umnožavanje inokuluma se obavlja preko tzv. "biljke domaćina", kao što su kukuruz (*Zea mays*), kadifica (*Tagetes* sp.) ili neki od lukova (*Allium* sp.). Biljke se siju u inertni supstrat, kao što je ekspanzirana glina, perlit, vermikulit, pijesak ili sl. (Dehne i Backhaus, 1986). Supstrat mora biti sterilan da se onemogućiti eventualno inhibitorno djelovanje patogenih mikroorganizama, odnosno da se omogući što brža uspostava endomikorize ulaskom hifa iz inokuluma u korijen biljke domaćina.

Za sada se koriste dva tipa inokuluma ; VAM gljivama inficirani supstrat u kojem se nalaze klamidospore na nosačima kao što su: ekspanzirana glina, vermikulit, pijesak itd. te komadići korijena inficirani VAM gljivama. Inokulum koji se sastoji od korjenčića inokuliranih VAM gljivama, se pokazao boljim, jer je uspostava mikoriza preko takvog inokuluma bila brža (Hall, 1978).

Jedna od velikih poteškoća za bržu primjenu i širenje endomikorize u praksi je komercijalna proizvodnja inokuluma. U Americi, Kanadi i Novom Zelandu već se proizvodi aktivni inokulum za proizvodnju (*Citrus* sp.) vrsta i nekih drugih voćnih vrsta. Najvažnija prepreka za uspostavu mikorize i njezinog pozitivnog učinka je previsoka koncentracija fosfora u tlu (Gianinazzi - Pearson, Gianinazzi, 1986), koji je nažalost često prisutan u većini intenzivno korištenih vrtnih tala. Utvrđeno je da se učinak VA - mikorize bitno smanjuje, odnosno, može čak i potpuno izostati ovisno o količini fosfora u tlu. Uzrok treba tražiti u tome što visoka koncentracija fosfora mijenja anatomsku građu korijena, što onemogućuje prodiranje gljive u korijen. Kod manje koncentracije fosfora poraste permeabilnost u stanicama korijenja, pa je jače izlučivanje eksudata, koji djeluju stimulatивно na infekciju VAM - gljiva. (Bowen 1987).

Upotreba prevelikih količina nekih pesticida također može drastično smanjiti uspostavu ili djelovanje VA - mikorize (Spokes, David, Hayman, 1981).

Mikorizne gljive se nalaze u interakcijskom odnosu s velikim brojem vrsta zemljišnih i korijenovih gljiva, posebno sa biljnim patogenima. Davies i Menge, 1981., su saopćili da povećanje primanja fosfora omogućeno uspostavom VA mikorize, smanjuje bolest uzrokovanu *Phytophthora parasitica*. Graham i Menge, 1982., smatraju da VA mikorizne gljive povećavaju fosfor u biljci, što smanjuje izlučivanje korijena, čime se ujedno i smanjuju patogeni organizmi u zoni korijena, kao što

je *Gaeuemyces graminis*. Bird et al, 1974., su izvjestili da se aktivnošću VA mikoriznih gljiva smanjuje količina korijenovih nematoda. Amebe (Chakraborty et al, 1985.), nematode (Ingham et al, 1986), grinje (Rabatin i Stiner, 1985), i skokunci (*Collembola*); (Warnock et al, 1982.). se hrane hifama mikoriznih gljiva, čime mogu prouzročiti velike štete za mikorizu. Ispitivan je i utjecaj nesterilnog tla na klijanje spora (u radu Wilson et al, 1989.), u kojem se kaže da je u nesterilnom tlu klijava samo 22 % spora gljive *Glomus etunicatum* u odnosu na sterilizirano tlo, gdje je klijava čak 64 %, dok je kod gljive *Glomus mossae* odnos klijavih spora 23 % u nesterilnom tlu prema, 79 % u steriliziranom tlu. Negativan utjecaj mikroorganizama tla na klijanje spora se može tumačiti prije svega borbom za hraniva u tlu. Praktična primjena VA mikorize je vidljiva naročito u tlima koja su bila sterilizirana radi uništavanja patogenih mikroorganizama, a kasnije su bila tretirana odgovarajućom VA mikoriznom gljivom, čime se je doprinijelo boljem razvoju i homogenom rastu biljaka povrća, kao što su šparga, luk, poriluk itd. (Gianinazzi et al, 1990). Dehne i Schönbeck, 1975., su konstatirali da je inokulacijom biljaka rajčice, endomikoriznom gljivom *Glomus mossae* smanjena mogućnost oboljevanja od *Fusarium oxysporum*. Sikora i Schönbeck, 1975., su također konstatirali da se inokulacijom *Glomus mossae* signifikantno smanjio broj larvi nematoda (*Meloidogyne incognita*). Slično je djelovanje uočeno kod mrkve, gdje je inokulacijom endomikoriznim gljivama smanjen razvoj i rast nematoda (*Meloidogyne kapla*) na 4 - 18 tjedana. Jedan od glavnih razloga takvoj učinkovitosti jest svakako primarni zauzimanje korijenja od strane VAM gljiva, koje na taj način sprečavaju patogene da se tamo nasele i razviju. Fiziologija biljaka domaćina može biti izmijenjena tako da počnu proizvoditi spojeve (kao što su hitinolitički enzimi), koji su inhibitorni za sporulaciju i razvoj patogena.

Fosfati su glavna forma pristupačnog fosfora za biljku, ali su teško topivi, pa fosfor teško ulazi u biljku preko korijenja (Nye i Tinker, 1977). Prema tome kako se hife mikoriznih gljiva šire oko korjenovih dlačica, na taj način dolaze do fosfora i preko hifa ga transportiraju u biljku (Safir, 1987). Vanjske hife VA mikoriznih gljiva absorbiraju i transportiraju fosfor sa daljine i do 7 cm od korijenja, dok nemikorizirane biljke ne mogu apsorbirati fosfor ako je samo 1 cm udaljen od korijenovih dlačica (Rhodes i Gerdemann, 1975). Veće primanje fosfora može dovesti do povećanja rasta biljaka luka od 48 - 300 % , u odnosu na nemikorizirane biljke (Menge, 1983).

Zbog toga što VAM gljive proizvode hormone (Allen, Moore i Christensen, 1980), ili stimuliraju proizvodnju hormona od strane biljke domaćina, mikorizne gljive mogu utjecati na razvoj korijenja, koja neće ovisiti o ishrani fosforom, nego će taj razvoj ovisiti o ishrani biljke domaćina. VA mikorizne gljive mogu povisiti nivo citokinina u biljci domaćinu i isto tako mogu promijeniti nivo abscisinske kiseline i nekih drugih supstanci sličnih giberelinu.

Utjecaj VA mikorize na prisutnost teških metala (Cu, Zn, Mn, Cd, Ni, Pb) kod zobi, pokazuje da se uspostavom VA mikorize značajno smanjuje upijanje teških metala preko korijena (Ricken, Höfner, 1992. U visoko zagađenim tlima koncentracija teških metala je smanjena u lišću salate inokulirane sa VA mikoriznim gljivama, dok je koncentracija teških metala u korijenu povećana u odnosu na nemikorizirane biljke. Iz toga autori zaključuju da VA mikorizna infekcija može povećati barijeru između korijena i lista biljke domaćina prema teškim metalima, što može biti vrlo važno za rezistentnost korijena prema teškim metalima (Dehn, Schuepp, 1990).

Istraživanja sa rajčicom, salatom, porilukom i celerom su pokazala da se primjenom VA mikorize može dobiti povećanje mase presadnica od 50 - 600 % (Mayer, Venter, Dehne 1989). Baylis, (1975.), je utvrdio da su biljke sa gustim nerazgranatim korijenjem sa relativno malo korjenovih dlačica više ovisne o mikorizi, napr. agrumi i lukovi, nego biljke razgranatog korjenova sustava sa puno korjenovih dlačica. To je možda i razlog zašto biljke iz porodice *Brassicaceae*, koje imaju dugačke korjenove dlačice i jako dobro razgranat korijenov sustav ne uspostavljaju mikorizu (Harley i Smith, 1983).

Yost, i Fox, (1982.), navode da je slanetak više ovisan o uspostavi mikorize nego soja. Prema istraživanju (Waterer i Coltman, 1989), na paprici, zaključeno je da inokulacija VAM gljivama može u značajnoj mjeri zamijeniti fosforna gnojiva koja se inače koriste kod uzgoja paprike. Taj je pokus ponovno pokazao da su biljke, koje su inokulirane već u fazi presadnice, ostvarile bolje rezultate kasnije, kada su presađene na polje u nesterilno tlo.

MATERIJAL I METODE

Istraživanja su provedena na pokušalištu Zavoda za povrćarstvo Agronomskog fakulteta u Zagrebu. U pokusu su ispitivane četiri povrtne vrste: rajčica (*Lycopersicon lycopersicum* cv. Rutgers), salata (*Lactuca sativa* cv. Zagrebačka kristalka), celer korjenaš (*Apium graveolens* cv. Praški orijaš), i luk (*Allium cepa* cv. Holandski žuti), uzgojene iz presadnica koje su za tu svrhu bile inokulirane sporama endomikorizne gljive *Glomus etunicatum*. Osnovni inokulum je dobiven iz Instituta za biljne bolesti i zaštitu bilja u Hannoveru. Dobivena su dva soja G-107 i G139, a inokulum je bio u formi ekspanzirane gline u čijim su se pukotinama nalazile klamidospore VA mikorizne gljive. Količina dobivenog inokuluma nije bila dostatna za pokus, pa ga je trebalo umnožiti. Budući da se radi o takvoj vrsti gljive koja se ne može uzgajati u čistoj kulturi, gljiva je umnožena preko "biljke domaćina" kukuruza (*Zea mays*). Za umnažanje je korištena količina od 5 vol. % osnovnog inokuluma, koji je usijan u tlo zajedno sa sjemenom kukuruza. Kukuruz je sijan u lončice zapremine 0,2 l napunjene steriliziranim supstratom sastavljenim od 50 vol. % pijeska, 45 vol. % ekspanzirane gline i 5 vol. % inokuluma. Nakon 3 mjeseca dobivena je dovoljna količina supstrata (inokuluma) prikladna za daljnju

primjenu. Nakon umnožavanja iz prosječnog je uzorka od 30 biljka uzeto po 20 korjenčića od oba soja i napravljena je mikroskopska analiza uspješnosti inokulacije prema metodi (Phillips Hayman, 1970.). Korjenčići inokulirani sojem G-107 bili su inficirani 80 %, a soja G-139 - 86,7 %.

Supstrat koji se je rabio za proizvodnju presadnica sastojao se od 60 vol. % pijeska, 30 vol. % ekspanzirane gline i 10 vol. % inokuluma (I), odnosno 60 vol. % pijeska, 20 vol. % ekspanzirane gline i 20 vol. % inokuluma (II).

Rajčica i salata su sijane u polistirenske kontejnere (40 lončića, zapremine 100 ml/lončiću), dok su za celer i luk rabljeni kontejneri sa 96 lončića zapremine 35 ml/lončiću).

Prije unašanja inokuluma supstrat (prirodne vlažnosti) steriliziran je toplinom (100 °C). Nakon sterilizacije supstrat je ohlađen, dodan mu je inokulum, i sve je zajedno dobro izmiješano, tako da je dobiven homogeni supstrat za punjenje kontejnera. Od svake kulture sijano je po tri sjemenke u lončić, a nakon nicanja je ostavljena po jedna (najrazvijenija) biljčica u lončiću.

Nakon sjetve kontejneri su stavljeni u zaštićeni prostor na temperaturu od oko 20° C i prihranjivani 0,2 % - nom hranidbenom otopinom.

Za uspostavu mikorize s navedenim povrtnim vrstama korištene su spore endomikorizne gljive *Glomus etunicatum*. Inokulum je bio u formi ekspanzirane gline u čijim su se pukotinama nalazile klamidospore VA endomikorizne gljive.

Analiza presadnica je obavljena za rajčicu, luk i celer 8 tjedana nakon sjetve, a analiza presadnica salate je bila 4 tjedna nakon sjetve. Na prosječnom uzorku presadnica mjerena je masa i visina biljaka, te je kasnije ustanovljena i inficiranost korijena endomikoriznom gljivom *Glomus etunicatum*.

Prilikom sadnje preostalih biljaka u poljske uvjete, presadnice su vađene iz kontejnera s grudom supstrata i sadene po metodi slučajnog blokno rasporeda. Salata, luk i celer su sadene na razmak 30 x 30 cm, a rajčica je presađena na razmak 70 x 50 cm. Odmah nakon sadnje biljke su zalijevane vodom, da im se omogući optimalni kontakt s tlom, dok tijekom vegetacije usjevi nisu više bili navodnjavani, prihranjivani, niti tretirani bilo kojim pesticidom. Berba je za sve kulture (osim rajčice) bila jednokratna, i ovisno o vrsti povrća branje je bilo u tehnološkoj zriobi. Berba rajčice je bila višekratna, po dospelju plodova za berbu.

Prilikom berbe analizirana je masa, promjer i broj plodova po biljci (rajčica), masa i promjer glavice (salata), masa zadebljalog korijen i lišća (celer), te masa i promjer lukovice (luk).

Nakon berebe uzet je prosječni uzorak korijenja od svake kulture radi ustanovljavanja uspostave mikorize. Mikroskopska analiza je obavljena po metodi Phillips-Hayman (1970.), a postotak mikorize je izračunan po metodi Manjutah-Bagyaraj (1981.).

Što se tiče klimatskih prilika tijekom tri godine istraživanja, može se reći da su temperature ukupno gledajući u najvažnijim fazama razvoja bile kod svih kultura dosta povoljne. Količina oborina pak nije u svim godinama bila dovoljna u bitnim razvojnim fazama za sve kulture, posebice ne za celer i salatu, ali s obzirom na to da se radilo o uzgoju bez natapanja koji se preporuča za organsku-biološku proizvodnju (Znaor, 1995.), to se moglo i očekivati.

REZULTATI

Postotak mikorizne infekcije na korijenju presadnica salate kroz tri godine se kretao od 38 % kod varijante G107 (I) do 56 % kod varijante G139 (II), dok se postotak mikorize na korijenju salate nakon berbe u poljskim uvjetima kroz tri godine kretao u prosjeku od 21 % kod varijante G107 (I) do 37 % kod varijante G139 (II). Na korijenju biljaka kontrole nije uočena mikorizna infekcija s endomikoriznom gljivom *G. etunicatum*.

U tablici 1 se vidi utjecaj endomikorize na prosječnu masu i visinu presadnica, te na masu i promjer glavice salate.

Uspostava mikorizne infekcije na korjenju presadnica celera kroz tri godine se kretala od 50 % kod varijante G107 (I) do 63 % kod varijante G139(II). Mikorizna infekcija na korejenju celera u poljskim uvjetim je bila znatno slabija i iznosila je od 17 % kod varijante G139 (I), do 33 % kod varijante G107 (II). Na biljkama kontrole nije uočena mikorizna infekcija.

Iz tablice 2 vidi se utjecaj endomikorize na prosječnu visinu i masu presadnica, te na prosječnu masu zadebljalog korijena i lišća celera korjenaša.

Mikorizna infekcija presadnica rajčice se kroz tri godine istraživanja kretala prosječno od 37 % kod varijante G107 (I) do 56 % kod varijante G139 (II). U poljskim uvjetima postotak mikorizne infekcije je bio mnogo manji i kretao se od 18 % kod varijante G107 (I) do 32 % kod varijante G139 (II). Na neinokuliranim biljkama (kontrola), nije uočena mikorizna infekcija.

Iz tablice 3 vidi se utjecaj endomikorize na prosječnu visinu i masu presadnica, te na masu i broj plodova rajčice.

Postotak uspješnosti mikorizne infekcije na korjenu presadnica luka se kretao od 56 % kod varijante G107 (I) do 81 % kod varijante G139 (II).

Postotak uspostavljenih mikorize na korijenju luka u poljskim uvjetima je bio mnogo manji i kretao se od 21 % kod varijante G107 (I) do 29 % kod varijante G139 (II).

U tablici 4 prikazan je utjecaj endomikorize na masu i visinu presadnica luka, te na masu i promjer lukovice.

RASPRAVA

Salata

Prilikom analize presadnica salate bilo je teškoća s opažanjem osnovnih struktura VAM gljiva, jer su se u 4 tjedna razvoja formirale samo hife i arbuskule, što nije uvijek bilo lako uočiti. Ocjena inficiranosti korijena se bazirala na tome da li korjenčić ima koju od osnovnih struktura VAM infekcije, a naknadno je izračunat postotak prema formuli (Manjuth-Bagyaraj, 1981.) koja glasi: postotak VA mikorize je broj inficiranih korjenčića podijeljen s brojem svih ispitivanih korjenčića i pomnožen sa 100.

Tablica 1. Utjecaj endomikorize na prosječnu visinu i masu presadnice, te na masu i promjer glavice salate
Table 1. Effect of VA mycorrhizae on average seedlings height, weight, and head weight and diameter of lettuce

Ispitivana svojstva Examined characteristic	Sojevi endomikorizne gljive <i>Glomus etunicatum</i> i kontrola ¹ VA mycorrhizal fungus <i>Glomus etunicatum</i> strains and control ¹					LSD	
	G 107 I	G 107 II	G 139 I	G 139 II	K	5%	1%
1993							
Visina presadnica-Seedling height (cm)	5.37	5.65	6.55**	6.45**	5.34	0.461	0.611
Masa presadnice-Seedling weight (g)	1.69**	1.75**	1.77**	1.79**	1.39	0.19	0.27
Masa glavice-Head weight (g)	146.86	128.61	147.79	177.63	105.54	n.s.	n.s.
Promjer glavice-Head diameter (cm)	23.93	23.91	26.38	27.76	23.32	n.s.	n.s.
1994							
Visina presadnica-Seedling height (cm)	6.86*	7.24**	6.34**	6.51**	5.91	0.24	0.33
Masa presadnice-Seedling weight (g)	2.12	2.42**	2.11	2.67**	1.98	0.27	0.38
Masa glavice-Head weight (g)	193.49	235.69	215.87	269.21*	200.56	40.94	n.s.
Promjer glavice-Head diameter (cm)	20.65	20.34	21.29*	22.15*	19.16	1.83	n.s.
1995							
Visina presadnica-Seedling height (cm)	5.59	6.37**	5.81	6.54**	5.78	0.21	0.28
Masa presadnice-Seedling weight (g)	2.03	2.41**	2.04	2.51**	1.98	0.10	0.15
Masa glavice-Head weight (g)	197.18	177.12	214.96	223.01	157.69	n.s.	n.s.
Promjer glavice-Head diameter (cm)	21.98**	21.77**	22.19**	22.71**	17.61	2.61	3.66

* P = 5 %, ** P = 1 %, n.s. = nije opravdano-non significant

¹ Sojevi endomikorizne gljive *Glomus etunicatum* (G107 i G139) u količinama (I = 10 % i II = 20 %) inokuluma i kontrola

¹ *Glomus etunicatum* strains (G107 and G139) inoculated with (I = 10 % and II = 20 %) of inoculum and control

Masa presadnica salate je u sve tri godine istraživanja bila veća od kontrole kod svih varijanti inokuliranih endomikoriznom gljivom *Glomus etunicatum*, iz čega bi se moglo pretpostaviti da je unatoč malom postotku mikorize ipak uočeno njezino pozitivno djelovanje na presadnice uzgojene u kontejnerima (sterilizirani supstrat) (Mosse, 1977., Hetrick, 1988.).

Dobiveni rezultati pokazuju da se masa presadnica salate kretala od 1,79 do 2,67 g (kod inokuliranih varijanti), što se slaže s istraživanjima (Mayer, Venter, Dehne, 1989.), gdje se masa salate (inokulirana također s endomikoriznom gljivom *G. etunicatum*) kretala ovisno o supstratu od 2,3 do 3,3 g.

Visina presadnica salate je također bila veća od kontrole kod svih inokuliranih varijanti. Nadalje, bolji su rezultati postignuti kod varijanata inokuliranih s 20 vol. % inokuluma u odnosu na 10 vol. % inokuluma, što znači da je kod ovog svojstva za učinkovitost mikorize bila značajna i količina inokuluma.

Postotak mikorize na korjenju presadnica salate je pokazao da je kroz sve tri godine istraživanja veća uspješnost inokulacije postignuta sa sojem G139 u odnosu na soj G107, čemu je uzrok najvjerojatnije to da salata preferira određene sojeve endomikoriznih gljiva, dok s drugima teže uspostavlja mikorizu (Bethlenfalway et al., 1982.).

Unatoč tome što je u sve tri godine istraživanja masa glavice salate bila dosta veća od kontrole kod svih varijanata inokuliranih sa 20 vol. % inokuluma, te razlike nisu bile signifikantne. Uzrok je vjerojatno u tome što je zbog malog postotka uspostave mikorize postignuta vrlo velika varijabilnost u masi glavica salate. Biljke inokulirane s 10 vol. % inokuluma ostvarile su također

veću masu glavice salate od kontrole kod svih varijanata osim varijante G107 I (u 1994. godini), što govori u prilog da je važna i količina inokuluma kojom su tretirane presadnice salate, ali ni ti rezultati nisu imali značajne razlike u odnosu na kontrolu, vjerojatno iz istog razloga. Slično se može zaključiti ako se gleda utjecaj endomikorize na promjer glavica salate.

Celer

Kod korijena presadnica celera je bila olakšana mikroskopska analiza mikorize, zbog toga što se je u 8 tjedana razvilo više karakterističnih struktura VA mikorize.

Na pojedinim inokuliranim korijenovima celera se nakon berbe, mogao izračunati i intenzitet mikorize po metodi (Waterer, Coltman, 1989.), koji se je prema slobodnoj procjeni kretao od 50 - 75 % ovisno o tretiranoj varijanti.

Visina presadnica celera je kod svih inokuliranih varijanti bila veća od kontrole kroz sve tri godine, i to za 12 - 60 %, što je izuzetno značajno saznanje za praksu, naročito pri kontejnerskoj proizvodnji presadnica.

Masa presadnica celera bila značajno veća od kontrole (za 20 - 41 %) kod svih varijanti u 1993. i 1994. godini. U 1995. godini su biljke kontrole ostvarile veću masu od varijante G139 (inokuliranom sa 10 vol. % inokuluma), što se može protumačiti nešto slabijom inokulacijom sa sojem G139 u 1995 godini.

Masa zadebljalog korijena celera je kod svih varijanti inokuliranih endomikoriznom gljivom *Glomus etunicatum* u svim godinama bila veća od biljaka kontrole (od 16 - 109 %), ali su te razlike bile signifikantne na nivou $P = 5\%$ samo 1994.godine, dok

Tablica 2. Utjecaj endomikorize na prosječnu visinu i masu presadnica celera, te na masu korijena i lišća celera
Table 2. Effect of VA mycorrhizae on average seedlings height, weight, and on celeriac leaves and root weight

Ispitivana svojstva Examined characteristic	Sojevi endomikorizne gljive <i>Glomus etunicatum</i> i kontrola ¹ VA Mycorrhizal fungus <i>Glomus etunicatum</i> strains and control ¹					LSD	
	G 107 I	G 107 II	G 139 I	G 139 II	K	5%	1%
1993							
Visina presadnica-Seedling height (cm)	9.62**	13.92**	10.21**	11.49**	8,61	0.18	0.26
Masa presadnice-Seedling weight (g)	1.33**	1.64**	1.42**	1.52**	1.11	0.05	0.08
Masa korijena-Root height (g)	52.48	64.02	52.83	53.61	45.69	n.s.	n.s.
Masa lišća-Leaves weight (g)	135.51	162.93*	141.74	156.69	133.81	20,2	n.s.
1994							
Visina presadnica-Seedling height (cm)	9.37**	11.51*	9.51**	12.34**	8.13	0.13	0.18
Masa presadnice-Seedling weight (g)	0.82*	1.62**	1.11**	1.02**	0.72	0.04	0.06
Masa korijena-Root height (g)	38.16*	40.39*	33.02*	31.46*	19.31	12.17	n.s.
Masa lišća-Leaves weight (g)	125.89**	142.31**	127.59**	133.24**	93.94	19.40	27.30
1995							
Visina presadnica-Seedling height (cm)	10.03**	12.18**	9.64**	11.14**	9.43	0.10	0.14
Masa presadnice-Seedling weight (g)	1.42**	1.63**	1.12*	1.21	1.20	0.06	0.09
Masa korijena-Root height (g)	37.64	50.13*	46.15*	40.95	32.93	9.97	n.s.
Masa lišća-Leaves weight (g)	131.41	174.79**	131.12	161.79**	130.61	19.1	26.90

* $P = 5\%$, ** $P = 1\%$, n.s. = nije opravdano-non significant

¹ Sojevi endomikorizne gljive *Glomus etunicatum* (G107 i G139) u količinama (I = 10 % i II = 20 %) inokuluma i kontrola

¹ *Glomus etunicatum* strains (G107 and G139) inoculated (I = 10 % and II = 20 %) of inoculum and control

Tablica 3. Utjecaj endomikorize na prosječnu visinu i masu presadnice, te na masu i broj plodova po biljci rajčice
Table 3. Effect of VA mycorrhiza on average seedling height, and tomato fruit number and weight per plant

Ispitivana svojstva Examined characteristic	Sojevi endomikorizne gljive <i>Glomus etunicatum</i> i kontrola ¹ VA mycorrhizal fungus <i>Glomus etunicatum</i> strains and control ¹					LSD	
	G 107 I	G 107 II	G 139 I	G 139 II	K	5%	1%
1993							
Visina presadnice-Seedling height (cm)	14.15	16.31**	15.54**	16.41**	13.77	1.31	1.84
Masa presadnice-Seedling weight (g)	5.24**	6.17**	5.69**	6.23**	4.46	0.48	0.67
Masa ploda-Fruit weight (g)	120.97	127.39	144.91	123.18	134.73	n.s.	n.s.
Broj plodova-Fruit number	10.12	10.31	6.79	9.02	9.42	n.s.	n.s.
1994							
Visina presadnica-Seedling height (cm)	14.15	16.31	15.54	16.41	13.76	n.s.	n.s.
Masa presadnice-Seedling weight (g)	5.91**	5.45**	5.78**	6.01**	4.78	0.35	0.50
Masa ploda-Fruit weight (g)	97.68	118.26	197.98	133.50	111.51	n.s.	n.s.
Broj plodova-Fruit number	7.56	9.48	7.68	9.52	6.86	n.s.	n.s.
1995							
Visina presadnica-Seedling height (cm)	15.59**	16.03**	15.33**	16.79**	13.95	0.82	1.15
Masa presadnice-Seedling weight (g)	5.44*	6.10*	5.78*	7.17**	4.87	0.66	0.92
Masa ploda-Fruit weight (g)	138.35	123.12	114.19	141.87	120.49	n.s.	n.s.
Broj plodova-Fruit number	8.73	8.96	9.36	9.63	9.38	n.s.	n.s.

* P = 5 %, ** P = 1 %, n.s. = nije opravdano-non significant

¹ Sojevi endomikorizne gljive *Glomus etunicatum* (G107 i G139) u količinama (I = 10 % i II = 20 %) inokuluma i kontrola

¹ *Glomus etunicatum* strains (G107 and G139) inoculated (I = 10 % and II = 20 %) of inoculum and control

je 1995 godine signifikantna razlika bila samo kod varijanti G107 (II) i G139 (I). Ovakvi rezultati pokazuju veliku varijabilnost podataka izazvanu slabom mikorizom korjenova celera.

Sličan se zaključak može izreći kada se pogledaju podaci o masi lišća celera, s napomenom da su signifikantne razlike postignute kod inokulacije sa 20 vol. % inokuluma.

Tamo gdje su postignute značajne razlike, povećanje mase lišća se kod inokuliranih varijanti kretalo od 24 - 53 % u odnosu na kontrolu.

Uzrok takvim rezultatima se može potražiti u slabo uspostavljenoj mikorizi (15-25 %), što je najviše došlo do izražaja kod varijanti inokuliranih sa manje inokuluma (10 vol. %).

Rajčica

Visina presadnica rajčice je unatoč vrlo slabo uspostavljenoj mikorizi bila 1993. godine značajno veća od biljaka kontrole na nivou P = 1%. U 1993. godini je visina presadnica rajčice signifikantno veća kod varijanti inokuliranih sa 20 vol. % inokuluma na nivou P = 1 %. Varijanta G139 (inokulirana sa 10 vol. % inokuluma) je imala značajnu razliku samo na nivou od 5 %, dok varijanta G107 (inokulirana sa 10 vol. % inokuluma) nije bila značajno veća od kontrole.

U 1994. godini kontrola je ostvarila manje vrijednosti visine presadnica od inokuliranih varijanti, ali te razlike nisu bile značajne. Razlozi takvim rezultatima se mogu potražiti u malom broju analiziranih korjenova, ali i slabom intenzitetu mikorize u te dvije godine istraživanja.

Signifantno veća masa presadnica je ostvarena u 1995. godini kod svih varijanti inokuliranih sa endomikoriznom gljivom *G.etunicatum*.

Masa presadnica rajčice je bila veća kod svih inokuliranih varijanti u sve tri godine istraživanja na nivou P = 1 %. Iz ovih podataka se može pretpostaviti da je unatoč malom postotku upostavljene mikorize ipak ostvaren pozitivan učinak, koji je imao veći utjecaj na masu, nego na visinu presadnice.

Masa inokuliranih presadnica rajčice se kretala kroz sve tri godine od 5,2-7,2 grama, što je nešto manja masa presadnica u usporedbi s istraživanjima Mayer, Venter, Dehne, 1989., gdje je ostvarena masa od 8,3 -10,2 grama. Razlog tome je najvjerojatnije veća inficiranost korjenja presadnica rajčice, drugačiji supstrat ili veličina lončića u kojima su se uzgajale presadnice. Ipak, usprkos relativno slaboj infekciji korjenova rajčice u steriliziranom supstratu, masa presadnica rajčice je ostvarila značajno veće vrijednosti od biljaka kontrole (povećanje od 18 - 64 % ovisno o varijanti, soji ili godini), što se donekle slaže i sa istraživanjima (Mayer et al, 1989.), gdje su na sličnim supstratima presadnice rajčice ostvarile kroz 8 tjedana 51 % - tnu mikorizu, ali i ujedno povećanje mase presadnica u odnosu na kontrolu za oko 60 %.

Obzirom na vrlo mali broj korijenova kod kojih je uočena mikorizna infekcija (slaba infekcija u nesterilnom tlu), nije bilo pozitivnog utjecaja na biljke rajčice, odnosno na masu i broj plodova rajčice, što se vidi i iz rezultata, gdje razlike između inokuliranih varijanti i kontrole nisu značajne, a u nekim godinama je kontrola čak i veća od inokuliranih varijanti. Uzroke za takve rezultate je moguće potražiti u objašnjenju o depresivnom djelovanjem endomikorizne gljive na te komponente

Tablica 4. Utjecaj endomikorize na prosječnu masu i visinu presadnice luka, te na masu i promjer lukovice
Table 4. Effect of VA mycorrhiza on average seedling weight and height, and on onion bulb weight and diameter

Ispitivana svojstva Examined characteristic	Sojevi endomikorizne gljive <i>Glomus etunicatum</i> i kontrola ¹ VA mycorrhizal fungus <i>Glomus etunicatum</i> strains and control ¹					LSD	
	G 107 I	G 107 II	G 139 I	G 139 II	K	5%	1%
1993							
Masa presadnice-Seedling weight (g)	2.47**	2.85**	2.42**	2.65**	1.49	0.34	0.47
Visina presadnice-Seedling height (cm)	21.53**	23.93**	24.15**	24.52**	17.75	1.58	2.12
Masa lukovice (g)-Onion bulb weight (g)	32.12	38.08*	43.25**	44.31**	30.68	7.58	10.64
Promjer lukovice-Onion bulb diameter(cm)	4.77*	5.17**	5.42**	5.41**	3.86	0.71	1.01
1994							
Masa presadnice-Seedling weight (g)	2.45**	2.65**	2.47**	2.40**	1.41	0.51	0.71
Visina presadnice-Seedling height (cm)	24.07**	23.21**	21.67**	23.02**	17.51	2.84	3.98
Masa lukovice-Onion bulb weight (g)	36.58	37.32*	46.95**	42.92**	30.95	6.37	8.94
Promjer lukovice-Onion bulb diameter (cm)	4.75	5.67**	5.45**	5.35**	4.25	0.50	0.70
1995							
Masa presadnice-Seedling weight (g)	2.13**	2.71**	2.25**	2.56**	1.49	0.33	0.47
Visina presadnice-Seedling height (cm)	23.43*	23.41*	22.71*	23.71*	18.85	3.18	n.s.
Masa lukovice (g)-Onion bulb weight (g)	29.75	39.27	44.01	48.31	35.25	4.48	6.28
Promjer lukovice-Onion bulb diameter (cm)	5.03**	5.52**	5.17**	5.77**	4.29	0.51	0.71

* P = 5 %, ** P = 1 %, n.s. = nije opravdano-non significant

¹Sojevi endomikorizne gljive *Glomus etunicatum* (G107 i G139) u količinama (I = 10 % i II = 20 %) inokuluma i kontrola

¹*Glomus etunicatum* strains (G107 and G139) inoculated (I = 10 % and II = 20 %) of inoculum and control

prinosa, jer je moguće da se nekim situacijama gljiva ponaša kao parazit. (Brown i Carr, 1984).

Tumačenja o uzrocima slabe klijavosti spora i slabom razvoju micelija se mogu potražiti i u radu (Wilson et al, 1987.), u kojem se kaže da klijavost spora endomikorizne gljive *Glomus etunicatum* u nesterilnom tlu sa relativno većom količinom fosfora iznosi oko 23 % dok je u steriliziranom supstratu klijavost oko 63 %.

S druge strane moguće je i oštećenje spora i uništenje micelija od strane nematoda, ameba, skokunaca i sl. (Ingham et al, 1986. Chakraborty et al. 1985. i Wornock et al, 1982.), čime se značajno smanjuje mogućnost razvoja i širenje micelija, što dovodi i do smanjenja mikorize korijena.

Luk

Kroz sve tri godine istraživanja najjača je mikorizna infekcija korijena ostvarena kod luka, što se podudara sa istraživanjima više autora (Harley i Smith, 1983., Baylis, 1975., Yost i Fox, 1982.), koji smatraju da je luk izrazito mikotrofna kultura, zbog karakteristične građe debelog nerazgranatog korijenova sustava.

Sve inokulirane varijante, inokulirane gljivom *Glomus etunicatum* ostvarile su signifikantno veću masu presadnica od kontrole na nivou P=1 %. Povećanje kod inokuliranih varijanti je u odnosu na kontrolu (izraženo u postotku) iznosilo od 63-93 % (ovisno o varijanti i godini), uz uspostavljenu mikoriznu infekciju 56 - 81 % korjenova presadnica luka. Takvi se podaci donekle slažu sa istraživanjima Mayer, Venter, Dehne, 1989., gdje su uz mikoriznu infekciju korjenova od 41 - 80 % (ovisno o supstratu), dobivena povećanja u masi presadnica i do 200 %.

Visina presadnica kod luka je u prve dvije godine istraživanja bila značajno veća (za P = 1 %) od kontrole, dok je u 1995. godini bila značajno veća samo na nivou od P = 5 % .

Ti podaci za masu i visinu presadnica pokazuju, da što je potpunija mikorizna infekcija korjena, to su veći pozitivni učinci endomikorize.

Učinak djelomične mikorize korjenova (od 35 - 50 %) u vrtnom tlu, na masu lukovice je bio pozitivan, pa je masa bila značajno veća od kontrole u 1994. godini kod svih inokuliranih varijanti na nivou od P = 5 % i P = 1 %. osim kod varijante G107, (inokuliranom sa 10 vol.% inokuluma), gdje je razlika prema kontroli značajna samo na nivou od P = 5 %.

U 1993., i 1995. godini, značajne su razlike u odnosu na kontrolu kod svih inokuliranih varijanti, osim kod varijante G107 (inokulirane sa 10 vol. % inokuluma), čemu je vjerojatno uzrok u slabijoj kompatibilnosti luka sa sojem G107, što se manifestira više tamo, gdje je inokulacija bila samo sa 10 vol. % inokuluma.

Prosječni promjer lukovice je bio značajno veći od kontrole kod svih inokuliranih varijanti u 1995. godini na nivou od P = 5 % i P = 1 %.

U druge dvije godine, kao što se vidi u tablici (4), opet su slabiji rezultati postignuti sa sojem G107 (inokuliranim samo sa 10 vol. % inokuluma), iz čega se može pretpostaviti da bi za uspješnu mikoriznu infekciju sa sojem G107 kod luka, trebalo upotrijebiti veći postotak inokulma.

Preliminarni podaci analize biljnog materijala na istraživanim kulturama inokuliranim sa endomikoriznom gljivom *Glomus etunicatum*, su pokazali da u većini

slučajeva (usprkos slaboj mikoriznoj infekciji) bio veći postotak fosfora i kalija u suhoj tvari lišća i korijena nego što je bio postotak fosfora u biljaka kontrole kroz sve tri godine istraživanja, dok kod dušika to nije bio slučaj.

ZAKLJUČCI

Na osnovi trogodišnjih istraživanja o učinkovitosti endomikorize u uzgoju salate, celera, rajčice i luka može se zaključiti :

- Unošenjem inokuluma endomikorizne gljive *Glomus etunicatum*, sojeva G107 i G139 u sterilizirani inertni supstrat pri proizvodnji presadnica, uspostavljena je djelomična mikorizna infekcija korijenja, koja se je pozitivno očitovala u većoj masi i visini presadnica kod luka, u većoj masi kod rajčice, i u većoj visini presadnica kod celera u sve tri godine istraživanja, dok je kod salate pozitivni učinak mikorize na masu presadnice ostvaren u samo inokuliranim varijantama sa 20 vol. % inokuluma i u svim godinama.
- U većini varijanata primjenom 20 vol. % inokuluma postignuti su nešto bolji učinci.
- Soj G139 je kroz sve tri godine istraživanja ostvario veći postotak mikorizne infekcije korijenja salate, rajčice i luka, dok je soj G107 ostvario veći postotak mikorizne infekcije korijenja celera.
- U uzgoju na otvorenom, na vrtnom tlu pokusnog polja, ali bez gnojidbe, navodnjavanja i zaštite od bolesti i štetnika ustanovljena je mikorizna infekcija korjenja u rasponu od 15 -35 % (salata, celer), 10 do 20 % (rajčica) i 35 do 50 % (luk).
- Na bolji rast i razvitak kultura je relativno slabi postotak uspostavljene mikorize u poljskim uvjetima djelovao različito i vrlo varijabilno, pa često i velike razlike između inokuliranih varijanti i kontrole nisu bile variaciono statistički opravdane, ili su opravdane razlike bile samo u pojedinim godinama.
- U tehnološkoj zrelosti opravdano povećanje komponenti rodnosti je postignuto je u sve tri godine istraživanja samo kod luka sa sojem G139, inokuliranim sa 10 i 20 vol. % inokuluma, te sojem G107, inokuliranim sa 20 vol. % inokuluma.

Iz svega se može zaključiti, da bi endomikoriza svoju pravu primjenu mogla svakako imati u kontejnerskoj proizvodnji presadnica povrća, čime bi se u kraće vrijeme mogle proizvesti presadnice veće krupnoće, pa time i smanjiti troškove koji prate takvu proizvodnju.

Temeljem rezultata poljskog pokusa, mišljenja sam da bi se sadnjom mikoriziranih presadnica (s potpunom mikoriziranim korjenovima inokuliranim endomikoriznom gljivom *Glomus etunicatum*) u tlo sa srednjim ili malim sadržajem fosfora, u uvjetima bez gnojidbe, zaštite i navodnjavanja, mogli kod luka, salate i celera ostvariti prinosi primjereni organsko - biološkoj proizvodnji, uz korisno povećanje mikroorganizama tla.

Rezultati ovih istraživanja pokazuju svu složenost ove problematike kojoj se u našoj zemlji do sada nije

posvećivala dovoljna pažnja. Iz tog razloga, svakako bi trebalo formirati interdisciplinarnu skupinu istraživača koja bi se sa svih aspekata bavila sa problemima vezanim uz izučavanje mikorize u raznim ekološkim položajima u Republici Hrvatskoj.

LITERATURA

- Allen, M. L. F., Moore, T. S. Jr., i Christensen, M. (1980). Phytohormone changes in *Bouteloua gracilis* infected by vesicular mycorrhizae. Cytokinin in the host plant. *Can. Journal of Botany*, 58. 371-374.
- Allen, E.B. and Allen M.F., (1984). Competition beetween plants sucessional stages. *Mycorrhiza as regulators*. *Canadian Journal of Botany*.62.2625-9.
- Asimi, S., Gianinazzi-Pearson, V., Gianinazzi, S. (1980). Influence of increasing soil phosphorus level on interaction between vesicular-arbuscular mycorrhizae and *Rhizobium* in soybeans. *Canadian Journal of Botany*. 58, 2200-2205.
- Bagyaraj, D.J.(1984). Biological interaction with mycorrhizal fungi. In VA mycoorhiza ed. C.L.Powel and D.J.Bagyaraj, pp.131-53.CRC press Boca Raton FL.
- Baylis, G. T. (1975). The magnolioid mycorrhiza and mycotrophy in root system derived from it. In *Endomycorrhizas*, ed. F.E. Saunders, B. Mosse & P. B. Tinker, pp. 373-389. Academic Press, London.
- Bethlenfalway, G. J. Brown, J. S. and Pacovski, R.S. (1982).Parasitic and mutualistic associations between a mycorrhizal fungus and soyabean; development of the host plant. *Phytopathology*, 72.889-93.
- Bird, G. W. Ritch, J. R., Glover, S.U. (1974). Increased endomycorrhitae of cotton roots in siol treated with nematocides. *Phytopathology*, 64.48-51.
- Bondoux, P. Perrin, R. (1982). Mycorrhizes et protektion dans plates. *C.R. Acad. Agric.de France*,15: 1162-1117.
- Bowen, G.D. (1987). The biology and Physiology of infection and its developement in ectophysiology of VAM plants.ed.G.R.Safir, pp.27-57 CRC Press Boca Raton, FL.
- Brown, M. E., Carr, G. R. (1984). Interaction between *Azotobacter chroococum* and vesicular-arbuscular mycorrhiza and their effects on plant growth. *Journal of Applied Bacteriololgy*, vol. 56.no. 3, pp. 429-27.
- Cayrol, J.C. (1991). Proprietes nematicides des endomycorhizes a vesicules et arbuscules P.H.M. *Revue Horticulture* No 321 decembre 1991. pp 33-42.
- Chakraborty, S., Theodorou, C. and Bowe, G.D. (1985). Mycrophagus amoebe reduction of root colonization by *Rhizopogon*.In *Proceedings of the 6 th North American Conference on Mycorrhizae* ed. R.Molina, pp 275., Forestry Sciences Laboratory, Cornvallis, OR.
- Davies, R. M. & Menge, J. A. (1981). *Phytophthora parasitica* inoculation and of vesicular-arbuscular mycorrhizae in citrus. *New Phytologist*, 87, 705-715.
- Dehn, B. Schuepp, H. (1990). Influence of VA mycorrhizae on the uptake and distribution of heavy metals in plants. *Agriculture Ecosystem Environment*, vol. 29, (1-4) pp. 79-83.
- Dehne, H. W., Backhaus, G. F. (1986). The use of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in plant production. I. Inoculum production. *Plant Protection* 93.415-424.

- Dehne, H. W., Schönbeck, F. (1975). The influence of the endotropic mycorrhiza on plant disease on the fusarial wilt of tomato. *Pflanzenkreinkenheit-Pflanzenschutz*, 82, 630 - 632.
- Garcia - Romera, I., Ocampo, J. A. (1988). Effect of the herbicide MCPA on VA mycorrhizal infection and growth of *Pisum sativum*. *Zeitschrift fur Pflanzenernahrung und Bodenkunde*, 151, 225-228.
- Gianinazzi - Pearson, V.Gianinazzi, S. (1986). Mycorrhiza a potential for better use of phosphate fertilizer, *Fert.Agric.* 92: 1-10.
- Gianinazzi, S., Trouvelot, A., Gianinazzi-Pearson, V. (1990). Role and use of mycorrhizas in horticultural crops production. XXIII Int. Hort. Congress, Plenary Lectures, Florence: 25-30.
- Gerdemann, J.W. (1986). Vesicular - arbuscular mycorrhizae and plant growth. *Annual Review of Phytopathology*, 6. 397-135.
- Graham, J. H. Menge, J. A. (1982). Influence of vesicular-arbuscular mycorrhizae and soil phosphorus on take - all disease of wheat. *Phytopathology* 72,95-98.
- Hall, I. R. (1978). Effects of endomycorrhizas on the copetitive ability of white clover. *New Zeland Journal of Agricultural Research*, 21, 509-515.
- Harley, J. L. (1971). Fugi in ecosystems. *Journal of Applied Ecology*, 8, 627-642.
- Harley, J. L., Smith, S. E. (1983). *Mycorrhizal Symbiosis*, Academic Press, London.
- Hass, J., Bar-Tal, A., Bar-Yosef, B. and Krikun J. (1986). Nutrient aviability effects on vesicular-arbuscular mycorrhizal bell peppers (*Capsicum annum*) seedlings and transplant. *Annual Applied Boilogy*, 108, 171-179.
- Hetrick, B., Daniels, A. Leslie, J.F. & Wilson, G.T. (1988). Physical and Toplogical assesment effects of a vesicular - arbuscular mycorrhizal fungus on root arhitecture of big bluestem. *New Phytologist*, 110. 85-96.
- Ingham, E.R., Trofymow, J.A., Ames, R.N., Hunt, H.W. Morley, C. R., Moore, J.C., & Coleman, D. C. (1986). Trofhic interactions and nitrogen cycling in a semi-arid grassland soil. II System responses to removal off different groups of soil microbes or fauna. *Journal of Applied Ecology*, 23, 615-630.
- Manjutah, A., Bagyaraj, D.J. (1981). Intensity of mycorrhizal infection and response of onion at different stages of growth. *Plant and Soil*, 63, pp 295.
- Mayer, C., Venter, F., DehneH. W. (1989). Importance of vesicular.arbuscular (VA) mycorrhiza for the cultivation of vegetable seedlings. *Bodenkultur* 40, 37-45. Lehrstul für Gemüsebau der Technichen Universität Munchen, Weinstephan, 8050 Freising, German Federal Republic.
- Menge, J. A., Steirle, D. Bagyaraj, D. J. Johnson, E. L. V i Leonard R.T (1978). Phosphorus contentracion in plants responsible for inhibition of mycorrhizal infektion. *New Phytol.*80. 575-578.
- Menge, J. A. (1983). Utilisation of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in Agriculture. *Can. Journal of Botany*. 61. 1015-1024.
- Mosse, B. (1975). Specifity in VA mycorrhizas. In *Endomycorrhizas*, ed. F.E. Sanders, .Mosse, and P.B.Tinker, pp. 469-484. Academic Press N.Y.
- Mosse, B. (1977). Plant growth responses to vesicular-arbuscular mycorrhiza. X. Responses of *Stylosanthes* and maize to inoculation in unsterile soils. *New Phytologist*, 78, 277-288.
- Newman, E.I. and Redell, P. (1987). The distribution of mycorrhizae among families of vascular plants. *New Phytologist*, 106. 745-751.
- Nye, P. J., Tinker, P. B. (1977). *Solute movement in the soil root system*.University of California Press.
- Phillips, J. M. Hayman, D. S. (1970). Improved procedures for clearing and staining parasitic and vesicular-arbuscular fungi for rapid assesment at infection. *Trans.British Mycological Society*.55. 158-160.
- Rabatin, S.C., Stinner, B.R. (1985). Anthropods as consumers of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *Mycologia*, 77, 320-322.
- Ricken, B., Höfner, W. (1992). Signifikance of VA mycorrhiza on heavy metal-poluted soil.Ökologische Aspekte extensiver Landbewirtschaftung (1992.).Institut fur Pflanzenernarung der Justus-Liebeg-Universität-Giesen. In *Soils and Fertilizers 1994*. Vol. 57, No 4.
- Rhodes, L. H., Gerdemann, J. W. (1975). Phosphate uptake zones of mycorrhizal and nonmycorrhizal onions. *New Phytologist* 75. 551-561.
- Safir, G. R. (1987). *Ectophisiology of VA mycorrhizal plants*. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Schenk, N. C. & Perez, Y (1988). *Manual for the indetntification of VA mycorrhizal fungi*. INVAM, Gainesville, FL.
- Sikora, R. A., Schonbeck, F. (1975). Effect of vesicular-arbuscular mycorrhiza (*Endogone mosse* on *Meloidogyne hapla*). VII International Congress of Plant Protection. 5, 158-166. In: *Vesicular-Arbuscular Mycorrhizae in Vegetable crops*, Creighton-Miller, J. Jr., Sryani Rajapakse, and Randall K. Garber, (eds). *Hort Science*, Vol. 21 (4), August 1986.
- Spokes, J. R., David, R. M., Hayman, S. (1981). Effects of Plant Protection Chemicals on Vesicular-Arbuscular Mycorrhizas, *Pesticide science*, vol. 12, no. 3, pp. 346-350.
- Waterer, D. R. i Coltman, R. R. (1989). Response of Mycorrhizal Bell Peppers to Inoculation Timing, Phosphorus, and Water Stress. *HortScience* 24 (4): 688-690.
- Wilson, G. W. T. Hetrick, B. A. D. and Kitt, D. G. (1989). Suppression of VA mycorrhizal fungus spore germination by nonsterile soil. *Canadian Journal of Botany*.
- Warnock, A. J., Fitter, A. H. & Usher, M. B. (1982). The influence of a springtail *Folmosia candida* (Insecta: *Collembola*) on the mycorrhizal association of leek *Allium porrum* and the vesicular-arbuscular mycorrhizal endophite *Glomus fasciculatum*. *New Phytologist*, 90, 285-292.
- Yost, R. S., Fox, R. L. (1982). Influence of mycorrhizae on the mineral contents of cowpea and soyabean growth in an oxisol. *Agron. J.* 74 : 475-481.
- Znaor, D., (1996). *Ekološka poljoprivreda*, Nakladni zavod Globus, Zagreb, 1996.

ŽIVOTOPIS

BRUNO NOVAK je rođen 7. travnja 1947. godine u Zagrebu. Osnovnu školu i gimnaziju je završio u Zagrebu. Poljoprivredni fakultet Sveučilišta u Zagrebu je upisao 1967., a diplomirao na istom 1974. godine na smjeru VVV. Pripravnički staž je obavio u Zavodu za povrčarstvo od 1977. do 1978. Magistarski rad pod naslovom "Utjecaj različitih gustoća sjetve na sklop i prirod mrkve" je obranio 1989. Godine 1990. godine je izabran u asistenta za predmet "Povrčarstvo"

Bavi se istraživačkim radom iz područja tehnologije proizvodnje povrtnih kultura, a posebno tehnologijama za uzgoj jestivih i ljekovitih gljiva.

Kao autor ili koautor objavio je 9 znanstvenih i 18 stručnih radova.

Izvod iz doktorske disertacije obranjene 11. lipnja 1997. godine na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.

Članovi povjerenstva:

Prof. dr. sc. Ružica Lešić, Agronomski fakultet Zagreb

Prof. dr. sc. Katarina Dubravec, Agronomski fakultet Zagreb

Prof. dr. sc. Romano Božac, Agronomski fakultet Zagreb

Prof. dr. sc. Božidar Stilinović, Prirodoslovno-matematički fakultet Zagreb

Prof. dr. sc. Sulejman Redžepović, Agronomski fakultet Zagreb