

Bogdan CVJETKOVIĆ¹, Zdravka SEVER², Sanja FABEK³

Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet^{1,3}

Hrvatski centar za poljoprivredu hranu i selo, Zavod za zaštitu bilja²

BOLESTI KORIJENA U HIDROPONSKOM UZGOJU I OSVRT NA PARAZITE *Thielaviopsis basicola* (Berk. & Broome) Ferraris i *Pythium* sp.

SAŽETAK

U radu su navedeni uzročnici bolesti koji su do sada dokazani u hidroponskom uzgoju (*Botrytis cinerea*, *Passalora fulva*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Erysiphe cichoracearum*, *Pseudomonas corugata*, *Phytophthora parasitica*, *Fusarium oxysporum*, *Pythium* spp.) na kamenoj vuni u nas. Uvođenjem novih tehnika uzgoja kao npr. uzgoju na plutajućim kontejnerima i akvaponici pojavile su se do sada kod nas nezabilježene bolesti.

Tako su 2011. na salati, a 2012. godine na matovilcu došlo do truleži korijena, u uzgoju na plutajućim kontejnerima. U 2016. godini na salati u sistemu akvaponike također su primijećene promjene na biljkama salate. Opisani su simptomi i determinirani uzročnici bolesti. Na korijenu matovilca konstatirana je gljiva *Thielaviopsis basicola*, a na salati, bez obzira na način uzgoja utvrđena je *Pythium* vrsta. Prodiskutirane su prednosti i nedostaci proizvodnje povrća u hidroponskom uzgoju i predložene mjere zaštite. Ovo su prvi nalazi *Thielaviopsis basicola* na matovilcu i *Pythium* vrste na salati u hidroponskom uzgoju u Hrvatskoj.

Ključne riječi: hidropon, salata, matovilac, *Thielaviopsis basicola*, *Pythium* sp.

UVOD

U dugom povijesnom hodu agrikulture tlo je bilo jedini pogodan supstrat u koji su se biljke mogle ukorijeniti i iz kojega su mogle koristiti vodu, hranjiva i kisik za disanje korijena. Taj način uzgoja poprimao je različite oblike i intenzitet, a bio je usmjeren na stvaranje povoljnijih uvjeta za razvoj biljke. Cilj uzgoja u zaštićenim prostorima bila je zaštita biljke od nepovoljnih utjecaja okoliša. Zbog visokih investicija u zaštićenim prostorima se uzgaja mali broj kultura pa se učestalo ponavlja uzgoj iste ili srodnih vrsta. Uzgoj bilja na tlu zaštićenih prostora zbog uskog plodoređa bivao je često opterećen problemima u ishrani i zaštiti bilja od štetnih organizama. Sterilizacija tla vodenom parom znatno poskupljuje proizvodnju, a kemijska sterilizacija dopuštenim sredstvima samo je djelomična. U takvim okolnostima bolesti korijena postajali su sve veći problem.

Hidroponske tehnike uzgoja bilja na jednostavan način reguliraju razinu biljnih hranjiva u zoni korijena (Borošić i sur., 2011), a uz to trebaju onemogućiti infekcije korijena štetnim mikroorganizmima poznatim pod nazivom „ad habitat terricolo“ kao što su: *Pyrenochaeta lycopersici*,

Verticillium spp., *Fusarium* spp., *Phytophthora* spp., *Pythium* spp., *Sclerotinia* spp. Dodatno, u hidroponskom uzgoju ne pojavljuju se korovi kao konkurenti kultiviranoj biljci. S aspekta zaštite bilja, zbog tih prednosti, hidroponski uzgoj predstavlja tehnološki napredak.

Ipak, u Hrvatskoj su zabilježeni slučajevi propadanja velikog broja biljaka uzgajanih u hidroponu. Posljednjih godina pojavile su se neke bolesti u hidroponskom uzgoju uglavnom na nadzemnim organima rajčice, kao 2003. *Passalora fulva* u plateniku kraj Velike Gorice (Borošić i sur., 2003). Novak (2008) navodi štete od gljive *P. fulva* u Gornjoj Lomnici i Bapču (Velika Gorica) i na Krku u 2006 u mjestu Bapče, te u Nardu i Donjoj Lomnici u 2008., a Ćosić i sur. (2009) navode uzročnike: *Passalora fulva*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Botrytis cinerea*, *Erysiphe cichoracearum* na rajčici. Pagliarini (2005) opisuje jake napade šampinjonskih mušica na korjenov vrat paprike u hidroponskom uzgoju u srednjoj Dalmaciji i navodi šampinjonske mušice kao moguće vektore grinja, nematoda, bakterija i propagula gljive *Pythium* spp. i *Fusarium* spp. U razdoblju od 2006- 2008 na području srednje Dalmacije u hidroponskom uzgoju konstatirana je *Pseudomonas corugata*, uzročnik bakterijskog venuća rajčice, a na korijenu *Phytophthora parasitica*, *Fusarium oxysporum*, *Pythium* spp. Sve su to nalazi u hidroponskom uzgoju na kamenoj vuni. U međuvremenu razvile su se i druge hidroponske tehnike bez supstrata: tehnika hranjivog filma („nutrient film technique“ – NFT), aeroponika i sustav plutajućih kontejnera i ploča (Borošić i sur., 2011) te akvapon, kombinacija uzgoja riba (akvakultura) i biljaka (hidroponika) u recirkulirajućem sustavu (Love i sur., 2015).

U hidroponskom uzgoju bez supstrata štete mogu biti mnogo veće jer se paraziti mogu proširiti vrlo brzo u vodenom mediju hidrohorijom, zahvaćajući gotovo sve biljke u bazenu s hranjivom otopinom.

MATERIJAL I METODE

1. Uzgoj matovilca u plutajućem hidroponu

Propadanje biljaka matovilca (*Valerianella olitoria*) u plutajućem hidroponu uočeni su 2011. godine u Gospodarskoj školi u Čakovcu. Prvi simptomi očitivali su se u reduciranom rastu i uvijanjem listova prema dorsalnom dijelu plojke.

Na korijenu zaraženih biljaka uočene se izdužene lezije uz promjenu boje u tamnije ili svjetlije smeđu počevši od korjenova vrata (slika 1.). Zaraženo tkivo korijena nije bilo vodenaste konzistencije za razliku od promjena koje uzrokuju *Pythium* vrste (slika 2). Korijenje sa simptomima stavljeno je na inkubaciju u uvjetima visoke relativne vlage pri sobnoj temperaturi. Pregledom pod binokularnom lupom i mikroskopom utvrđene su sporulacijske strukture gljive temeljem kojih je identificiran uzročnik bolesti.



Slika 1. Zaražene biljke matovilca (snimila Z. Sever)



Slika 2. Detalj zaraženog korijena (snimila Z. Sever)

2. Uzgoj salate u plutajućem hidroponu

Tvrtka *Luxar AG d.d.* kraj Zaprešića proizvodila je salatu kristalku, sortu *Tourbillon RZ*, u plutajućem hidroponu. U 2012. zabilježena je pojava plamenjače (*Bremia lactucae*) i sive plijesni (*Botrytis cinerea*) na listovima, a u drugom turnusu pojavila se trulež korijena. Biljke su gubile turgor zbog smanjene aktivne površine korijena. Početne promjene na korijenu vidljive su samo na vrhovima korjenčića kao svijetle smeđe lezije. Vremenom su lezije postajale sve veće i poprimile su tamnije smeđu boju.



Slika 3.a. zaražen korijen i 3.b. zdravi korijen salate (snimio B. Cvjetković)

3. Uzgoj salate u plutajućem akvaponu

Slični simptomi primijećeni su tijekom proljeća 2016. u pokusnom uzgoju salate, sorta Kireve RZ, u akvaponskom sustavu uzgoja. Biljke salate s oštećenim korijenom zaostajale su u rastu. Listovi su bili reducirani, svjetlije zeleni i žutog ruba. Taj dio lista nekrotizira i na kraju cijela biljka propada.

Na slici 3.a vidljive su promjene na bolesnom korijenu te su uspoređene sa zdravim korijenom (slika 3.a i 3.b). Vanjski sloj kore korijena lako se odvaja od centralnog cilindra korijena, a korijen poprima izgled "mišjeg repa". Mikroskopskim pregledom korijena ustanovljeno je da je korijen prožet neseptiranim micelijem, što je karakteristika pseudogljiva iz rodova *Pythium* i *Phytophthora*.

REZULTATI I RASPRAVA

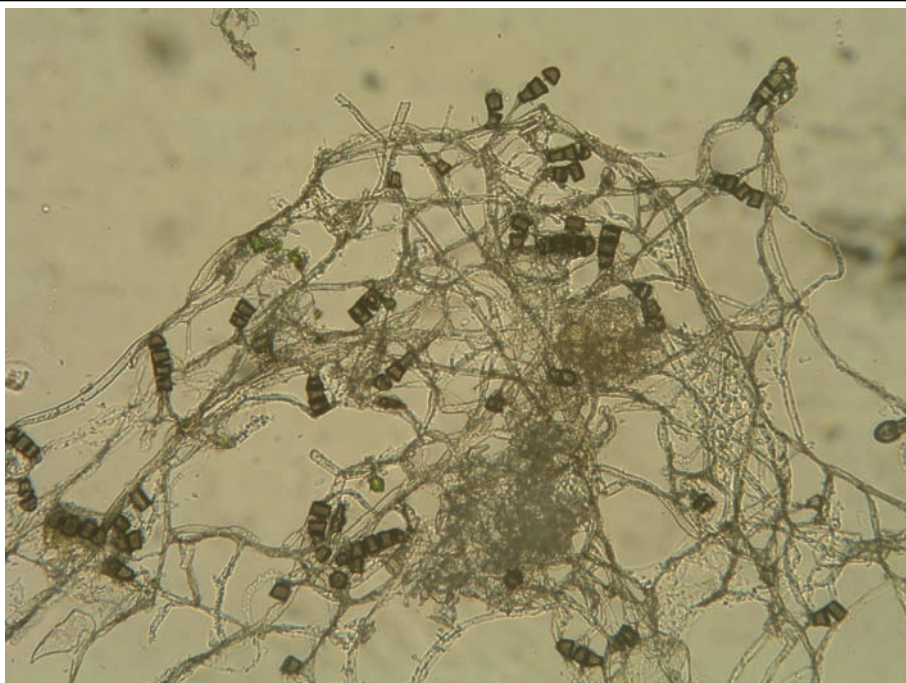
1. Uzgoj matovilca u plutajućem hidroponu

Nakon inkubacije, na zaraženim dijelovima korijena razvio se micelij i mnogobrojne konidije u masi crne boje. Mikroskopskim pregledom utvrđene su višestanične konidije tamno smeđe boje i debele stjenke tzv. hlamidospore. Iz zaraženih biljaka izolirana je u čistu kulturu gljivice koja je morfološkim obilježjima i dimenzijama konidija odgovarala opisu parazitske vrste *Thielaviopsis basicola* (Berk. & Broome) Ferraris (slika 4.). *T. basicola* je tipični „soil-borne“ patogen, koji prezimljuje u vidu hlamidospora čak i do nekoliko godina. Zrele hlamidospore fragmentiraju se na pojedinačne stanice koje su sposobne klijeti i direktnim prodorom inficirati tkivo domaćina ili putem prirodnih otvora i rana (Shew i Lucas, 1991). Uz hlamidospore, patogen stvara i mnoštvo endokonidija, različitih dimenzija i zaobljenih krajeva. Širenje konidija moguće je vodom ili zaraženim presadnicama, odnosno, kontaktom zdravog i zaraženog korijenja ili supstrata za uzgoj. Bolest može uzrokovati značajnije štete kada su biljke izložene stresu, poput niskih ili visokih temperatura, dok razvoju bolesti ne pogoduje pH vrijednost supstrata ispod 5,6.

T.basicola je utvrđen na više od 200 različitih vrsta biljaka, prvenstveno iz porodica Fabaceae, Solanaceae i Cucurbitaceae (Shew i Lucas, 1991). Premda ta gljiva ima široki krug domaćina u nas je pronađena na svega nekoliko kultura (Cvjetković i Miličević, 2000). Na matovilcu su zaraze primijećene prvi put u Europi 2003. godine u plasteničkom uzgoju (Garibaldi i sur., 2005).

2. Uzgoj salate u plutajućem hidroponu

Mikroskopskim pregledom korijena ustanovljeno je da je korijen prožet neseptiranim micelijem. Neseptirani micelij karakteristika je pseudogljiva iz rodova *Pythium* i *Phytophthora*. Nakon pojave zoosporangija moglo se zaključiti da je to *Pythium* vrsta.



Slika 4. Konidije gljive *Thielaviopsis basicola* (snimila Z. Sever)

3. Uzgoj salate u plutajućem akvaponu

Na korijenu uzoraka salate iz akvaponskog uzgoja mikroskopskim pregledom ustanovljene su neseptirane hife koje su prožimale korjenčiće. U vidnom polju



Slika 5. *Pythium* sp.– čista kultura na KDA podlozi (snimio B. Cvjetković)

bile su vidljive saprofitske nematode, što je znak truljenja napadnutoga korijena, ali i znak loše sterilizacije hranjive otopine. Iz zaraženih korjenčića izoliran je u čistu kulturu *Pythium* sp. na KDA (krumpir dekstrozni agar) podlozi razvio se bogati, snježno bijeli zračni micelij (slika 5.).

Hife su neseptirane, nježne, tanke. Na miceliju u čistoj kulturi na krutom supstratu nisu se stvarali sporangiji.

Prenošenjem komadića agara, veličine nekoliko mm² s micelijem u kišnicu, formirali su se sporangiji tek nakon nekoliko dana. Sporangiji su nastali na vrhu sporangiofora gotovo pravilno okruglog oblika (slika 6). Za razliku od sporangija oospore su se obilno stvarale na krutom supstratu. Oospore ne ispunjavaju oogonij. (slika 7.)



Slika 6. Sporsangij (snimio B. Cvjetković)



Slika 7. Oogonij, anteridij, oospora (snimio B. Cvjetković)

Ta morfološka obilježja dokazuju da je to *Pythium* vrsta (Krobel 1985).

Poznato je da u hidroponskom uzgoju može parazitirati nekoliko *Pythium* vrsta (*Pythium aphanidermatum*, *Pythium dissotocum*, *Pythium ultimum* i članovi *Pythium* groupe F) (Sutton, J.C. 2006). Sve navedene vrste uzrokuju iste ili slične simptome.

ZAŠTITA

Jedna od vrlo važnih preventivnih mjera jest održavanje higijene u hidroponskom uzgoju, a napose u akvapionici:

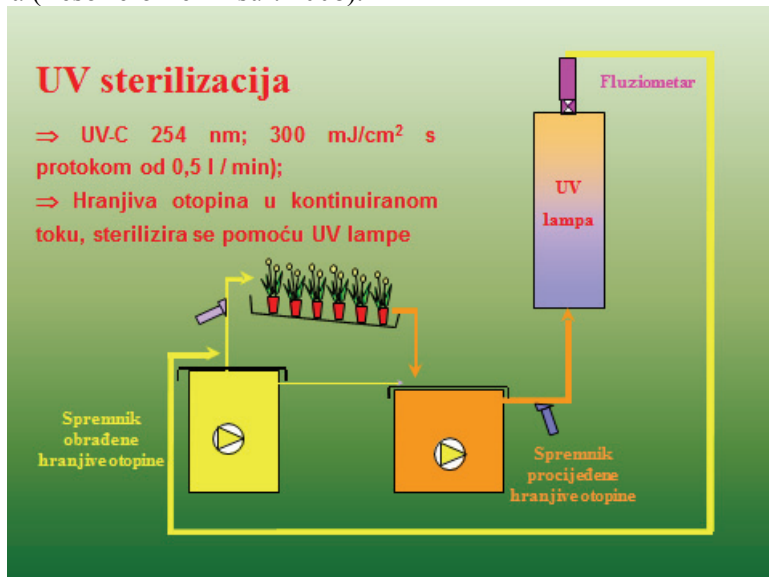
1. Presadnice moraju biti garantirano zdrave;
2. Ne valja unositi biljke s tlom u hidropon i akvapion;
3. Sve biljne ostatke treba čim prije iznijeti iz zaštićenoga prostora;
4. Između dva turnusa treba odstraniti sve organske ostatke i temeljito isprati cijeli sustav;
5. Oruđe i opremu treba oprati i dezinficirati i prije novoga turnusa;
6. Treba održavati čistoću u spremnicima hranjive otopine.

Higijenu valja održavati i u recirkulirajućoj hranjivoj otopini, koja treba biti bez prisustva patogenih organizama. Stoga je važna ugradnja uređaja za sterilizaciju recirkulirajuće hranjive otopine u hidroponskom uzgoju, a napose akvapionskom uzgoju. Korijen biljke ne iskoristi svu količinu hranjive otopine koja mu u hidroponici stoji na raspolaganju. Višak otopine koji biljka ne iskoristi naziva se drenirana otopina i ona odlazi u sterilizator (Borošić i sur. 2011). U sterilizatoru se hranjiva otopina može sterilizirati na više načina: toplinom, filtracijom (pijesak ili membrane), UV-zrakama (slika 6.) i biološkim metodama.

Sterilizirana otopina pohranjuje se u spremnik za steriliziranu otopinu i dopuni se hranjivima do optimuma te se ponovno koristi. Spremnike, napose spremnik s procijedenom hranjivom otopinom treba povremeno dezinficirati.

U većini slučajeva u kojima je u hidroponici dokazana prisutnost patogena na

korijenu zakazao je sustav za sterilizaciju ili nije bio u funkciji. Stresne situacije, zbog manjka nekih hranjivih elemenata u otopini, nedostatka vlage u zraku, a napose povećanja temperature hranjive otopine doprinosi pojavi simptoma (Tesoriero Len i sur. 2008).



Slika 6. Shema procesa sterilizacije

Kao rješenje u nekim državama koriste se fungicidi. U nas su se u proizvodnji presadnica duhana u plutajućem hidroponu za zaštitu od pseudogljiva iz roda *Pythium* i *Phytophthora* preventivno dodavali u hranjivu otopinu fungicide na osnovi metalaksila ili propamokarba, a za zaštitu od drugih bolesti pirimetanil (Turšić i sur. 2007).

U drugim državama preporučuje se preventivna primjena metalaksila, u koliko je dozvoljena primjena u hidroponskom uzgoju (Mamta D. S. i sur. 2003). Neki izolati gljive *Trichoderma harzianum* mogu se koristiti za suzbijanje *Pythium* vrsta. *Bacillus subtilis* (HydroGuard i Fulzyme Plus) daje različite rezultate u različitim uvjetima hidroponskog uzgoja. Važno je naglasiti da u akvaponici svaka primjena kemijskih sredstava za zaštitu bilja može biti fatalna za ribe.

SUMMARY

ROOT ROT IN HYDROPONIC CULTIVATION WITH REFERENCE TO *Thielaviopsis basicola* AND *Pythium* sp.

The paper lists causal agents of diseases that have so far been established in hydroponic cultivation (*Botrytis cinerea*, *Passalora fulva*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Erysiphe cichoracearum*, *Pseudomonas corugata*, *Phytophthora parasitica*, *Fusarium oxysporum*, *Pythium* spp.) on mineral wool in Croatia. With the introduction of some new techniques of cultivation, such as cultivation

on the floating containers and aquaponics, some new diseases previously undetected in Croatia have emerged. Thus, in the cultivation on the floating containers, in 2011 on lettuce (*Lactuca sativa*) and in 2012 on lamb's lettuce (*Valerianella olitoria*), root rot were observed. Also the same changes on roots were observed on lettuce in aquaponics in 2016. In this paper symptoms of these diseases were described and their causal agents determined. Fungus *Thielaviopsis basicola* was found on roots of lamb's lettuce while a *Pythium* species, regardless of the method of cultivation, was found on lettuce. The advantages and disadvantages of vegetable production in hydroponics were discussed and protection measures were proposed. These are the first reports of *Thielaviopsis basicola* on lamb's lettuce and *Pythium* on lettuce in hydroponic cultivation in Croatia.

Keywords: hydroponics, lettuce, lamb's lettuce, *Thielaviopsis basicola*, *Pythium*

LITERATURA

Borošić, J., Benko, B., Toth, N. (2011). Hidroponski uzgoj povrća, skripta. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za povrćarstvo, 1-128

Borošić, J., Cvjetković, B., Gotlin Čuljak, T. (2003). Pojava bolesti i štetnika u hidroponskom uzgoju rajčice. Glasilo biljne zaštite, 4, 246-249.

Cvjetković, B., Miličević, T. (2000). Crna trulež korijena duhana *Thielaviopsis basicola* (Berk. & Broome) Ferraris *Chala elegans* Nag Ray & Kendr. Glasnik zaštite bilja, 23; 4; 203-206.

Čosić, J., Paradiković, N., Bilić, I., Poštić J. (2009). Gljivične bolesti rajčice u hidroponskom uzgoju. Glasilo biljne zaštite, 9 (4), 260-265

Krobel, H. (1985). Erfahrungen mit *Phytophthora* de Bary und *Pythium* Pringsheim. Mitteilungsblatt der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Fortwirtschaft, 225, 1-175

Love, D.C., Fry J.P., Li X., Hill E.S., Genello, L., Semmens K., Thompson R.E. (2015). Commercial aquaponics production and profitability: Findings from an international survey. Aquaculture 435, 67-74

Mamta D. Sardare & Shraddha V. Admane (2013). A Review On Plant Without Soil – Hydroponics, International Journal of Research in Engineering and Technology, 02, 229-304 /<http://www.ijret.org>, 299

Novak, A. (2008). Morfološke i epidemiološke karakteristike gljivice (*Mycovellosiella fulva* (Cooke) Arx) uzročnik baršunaste plijesni rajčice. Magistarski rad, Agronomski fakultet Zagreb, 1-106

Pagliarini, N. (2005). Šampinjonske mušice štetnici povrća i ukrasnog bilja. Glasilo biljne zaštite 4, 245-250

Sutton, J.C., Sopher, C.R., Owen-Going, T.N., Liu, W., Grodzinski, B., Hall, J.C., Benchimol, R.L. (2006). Etiology and epidemiology of *Pythium* root rot in hydroponic crops: current knowledge and perspectives. Summa Phytopathologica, 32; 4, 307-321. /<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-54052006000400001/>

Shew, H.D., Lucas, G.B. editors. (1991). Compendium of Tobacco Diseases. APS Press. St. Paul, MN. p. 28-29. tite 4: 245-250.

Tesoriero Len et al. (2008). Effective management of root diseases in hydroponic lettuce. Agricultural Institute, Menangle

PMB 8 Camden 2570 HAL Project VG04012/ ausveg.com.au/intranet/technical.../ docs/VG04012/

Turšić, I., Hamel, D., Mesić, H., Radulović, V. (2007). Ecological acceptable production of tobacco seedlings in Croatia. In: Final report 2002-2006. Phase out of Methyl Bromide productions of tobacco seedling in the R. Croatia. Tobacco Institute Zagreb, Croatia. 23-27

Prethodno priopćenje