

Utjecaj vermikompostnog čaja na pojavu plamenjače rajčice

Sažetak

Ekološki uzgoj povrća temelji se na zaštiti i ishrani biljaka organskim preparatima. Rajčica je jedna od najvažnijih uzgajanih povrtnica na našem području. Za ovo istraživanje rajčica je posađena na otvorenom, praćen je razvoj *Phytophthora infestans* te je utvrđen utjecaj vermikompostnog čaja na intenzitet bolesti, broj i masu plodova. U pokusu su ispitani tretmani: tretiranje rajčice vermikompostnim čajem zalijevanjem tla (Vz), zalijevanje tla i prskanje nadzemnog dijela biljke (Vz+Vp), tretiranje fungicidom Penncozeb 75 DG (F) i kontrola (K) bez primjene vermikompostnog čaja ili fungicida. Plamenjača se javila u slabijem intenzitetu, a indeks bolesti kretao se od 0,04 (Vz+Vp) do 0,08 u kontroli (K). Najveći prosječan broj plodova utvrđen je u tretmanu Vz+Vp, a statistički najmanji u kontroli (K). Tretman Vz+Vp pokazuje i statistički najbolji utjecaj na masu plodova, zatim ga slijede tretmani Vz i F, što potvrđuje pozitivan utjecaj vermikompostnog čaja u odnosu na netretiranu rajčicu.

Cljučne riječi: rajčica, ekološka poljoprivreda, vermikompostni čaj, *Phytophthora infestans*

Uvod

Rajčica (*Lycopersicon esculentum* L.) je jednogodišnja ekonomski značajna biljka iz porodice Solonaceae, uvezena je s poručja Anda u 16. st, a danas predstavlja najrasprostranjeniju kulturu, te je uz krumpir najkonzumiranije povrće u cijelom svijetu. Zauzima značajno mjesto u ishrani ljudi i bogat je izvor važnih hranjivih tvari. Njezina proizvodnja u svijetu za 2011. godinu iznosila je 160 miliona tona (na zatvorenom, otvorenom području i hidroponima), te je prema tome rajčica sedmi najvažniji usjev. Najveći svjetski proizvođač rajčice je Kina, zatim slijede Indija, SAD, Turska, Egipat, Iran, Italija, Brazil te Španjolska (Bergougnoux, 2014).

Bolesti rajčice mogu uzrokovati različiti mikroorganizmi kao što su gljivice, bakterije, i virusi. Vlažno, prohladno i kišovito vrijeme pogoduju širenju bolesti plamenjače rajčice koju uzrokuju pseudogljiva *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. Ova pseudogljiva jedna je od najvažnijih patogena rajčice diljem svijeta (Nelson, 2008).

Stari Egipćani koristili su kompostni čaj za kontrolu bolesti i ishranu bilja. Iako se primjenivao stoljećima, pojavom sintetskih preparata u 20. stoljeću, dolazi do smanjene uporabe kompostnog čaja. Danas kompostni čaj kao ekološki prihvatljiv preparat ima rastući socijalni interes jer se javlja se potreba za alternativnim mjerama u zaštiti bilja te se ponovo počeo koristiti za kontrolu uzročnika bolesti te za ishranu bilja i promociju rasta (Scheuerell i Mahaffee, 2002).

Vermikompost je materijal sličan tresetu s visokom poroznošću, aeracijom i kapacitetom zadržavanja vode i obično sadrži više mineralnih elemenata od komercijalno dostupnih supstrata za rast biljaka bez tla (Arancon, 2005.). Vermikompost je proizvod razgradnje organske tvari nastao kroz interakciju glista i mikroorganizama. Prolaskom kroz

¹ Matea Mlatković, mag.ing.agr., prof.dr.sc. Jasenka Ćosić, prof.dr.sc. Mirjana Brmež, Josipa Puškarić, mag.ing.agr., prof.dr.sc. Karolina Vrandečić Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Vladimira Preloga 1, (josipa.puskaric@pfos.hr)

probavni trakt glista organski otpaci se razlažu na osnovne elemente poput nitrata, izmjenjivog fosfora i topljivog kalija, kalcija i magnezija koje biljke mogu lakše usvojiti (Edwards i Burrows, 1988). Bogat je bakterijama, aktinomicetama, gljivicama (Tomati *i sur.*, 1987) i bakterijama koje razgrađuju celulozu (Werner i Cuevas, 1996). Postupak stvaranja vermikomposta ubrzava stupanj razgradnje organske tvari, mijenja fizikalna i kemijska svojstva tvari i smanjuje C : N omjer, što dovodi do ubrzanog procesa humifikacije (Arancon, 2005). Uporabom vermikomposta stimulira se rast i razvoj biljaka, te poboljšava nicanje, plodovi su ljepšeg izgleda i ukusa, bolje kvalitete, zdraviji i sadrže veći postotak vitamina (Adhikary, 2012; Arancon, 2005). Vermikompost može biti u krutom i tekućem obliku (čaj ili ekstrakt), a njegova primjena je izuzetno široka.

Postoje razne rasprave oko terminologije vezane za kompostni čaj i načine na koji se on dobiva (Brinton, 1995; Diver, 2001; St. Martin i Brathwaite, 2012; Cayne i Lechner, 1989; Litterick *i sur.*, 2004; Hilton, 1999). Glavne dvije skupine su „aerirani“ (ACT) i „ne-aerirani“ (NCT) kompostni koje se najčešće koriste kako bi grupirali glavne metode dobivanja samog čaja. Glavnu razliku čini aktivno prozračivanje vode kod aeriranog kompostnog čaja, odnosno „ne-aerirani“ kompostni čaj gdje voda odstoji bez uznemirenja nakon početnog mješanja (Litterick i Wood, 2009).

Kompostni čajevi omogućavaju prekrivanje biljne površine ili korijenja sa živim mikroorganizmima i daju hranjive tvari za korisne mikroorganizme (Al-Mughrabi, 2007). Oni štite biljke od uzročnika bolesti i pomažu u suzbijanju patogena koji se prenose tлом (Quarles, 2001). Smatra se da je učinkovitost kompostnog čaja povezana s populacijom specifičnih mikroorganizama (Scheuerell i Mahaffee, 2002). Kompostni čaj sadrži mikroorganizme koji djeluju antibiotski na *Phytophthora infestans* (Sturz *i sur.*, 2004), no aplikacija čaja treba početi prije infekcije kako bi se mikroorganizmi kompostnog čaja naselili u fitosferi i bili učinkovitiji u kontroli bolesti (Koné *i sur.*, 2010).

Cilj ovog rada je bio utvrditi učinak i djelotvornost vermikompostnog čaja na pojavu plamenjače (*Phytophthora infestans*) rajčice, broj i masu plodova te usporediti djelotvornost vermikompostnog čaja u odnosu na konvencionalni fungicid i kontrolu.

Materijal i metode

Pokus je proveden u Donjim Andrijevcima, Brodsko–posavska županija, u vremenskom razdoblju od 30. travnja do 27. kolovoza 2016. godine. Pokus je postavljen u četiri ponavljanja po pet biljaka, te je za cjelokupno istraživanje korišteno sto biljaka rajčice. Promatran je učinak i djelotvornost vermikompostnog čaja (glisnjak) na pojavu plamenjače rajčice (*Phytophthora infestans*) te utjecaj na broj plodova i masu plodova rajčice. Indeks i ocjena bolesti napravljeni su prema skali Akhtar *i sur.* (2012).

Pokus se sastojao od četiri tretmana: tretiranje vermikompostnim čajem zalijevanjem tla (Vz), tretiranje zalijevanjem tla i prskanjem nadzemnog dijela biljke (Vz+Vp), tretiranje fungicidom (F), te kontrola, bez primjene vermikompostnog čaja ili fungicida (K). U tablici 1. su prikazani datumi tretiranja ovisno o tretmanu.

Tablica 1. Datumi tretiranja vermikompostnim čajem i/ili fungicidom
Table 1. Dates of vermipomosted tea and/or fungicide application

Tretmani Treatments		Datumi tretiranja pojedinih tretmana Dates od treatment applications			
Vz	tretiranje vermikompostnim čajem zalijevanjem tla treatment with vermicompost tea by applying water to the soil	26.		26.	10.
		05. 2016.	-	05. 2016.	07. 2016.
Vz +	tretiranje vermikompostnim čajem zalijevanjem tla i prskanjem nadzemnog dijela biljke treatment with vermicompost tea by applying water to the soil and spraying the over-ground part of the plant	26.		15.	10.
		05. 2016.	-	06. 2016.	07. 2016.
F	tretiranje fungicidom Penncozeb 75 DG treatment with fungicide Penncozeb 75 DG		06.		01.
		-	06. 2016.	-	07. 2016.
K	Kontrola Control	-	-	-	-

Priprema tla obavljena je pred sadnju, presadnice su kupljenje u rasadniku, a korišten je hibrid *Hector*. Presadnice su sađene u razmaku od 50 cm. Ogrnute su zemljom te su dobro učvršćene.

Za tretiranje rajčice protiv plamenjače koristio se vermikompostni čaj i fungicid *Penncozeb 75 DG*. Vermikompostni čaj je pripremljen na način da je gotovi glisnjak (kalifornijske gliste i humus) zaštićen od štetočina ograđivanjem ciglama i letvama na mjestu postavljanja. Podloga je napravljena od kartona, starog papira, lišća, slame, piljevine i različitih organski prerađenih proizvoda iz kućanstva. Glisnjak je prekriven radi zadržavanja vlage i zaštite od različitih predatora te je redovito zalijevan.

Vermikompostni čaj je pripremljen punjenjem kante s 12 litara vode iz vodovoda koja je ostavljena preko noći kako bi klor i njegovi derivati ishlapili. U gazu ili bilo kakvu propusnu tkaninu stavljeno je pola litre glistnjaka te je uronjen u kantu. Za razvijanje korisnih bakterija potreban je šećer te je korišten med (4 jušne žlice kristaliziranog meda). Kisik je dodavan uz pomoć pumpe za akvarij (ključna za razvoj mikroorganizama). Pripravak je ostavljen 48 h te je korišten za zalijevanje/prskanje. Statistička obrada podataka je napravljena uz pomoć SAS software (1999).

Rezultati i rasprava

Pojava plamenjače bila je slabijeg intenziteta, a ocjena bolesti nije bila veća od 1. Indeks bolesti kretao se od 0,04 (Vz+Vp) do 0,08 (kontrola), što ukazuje na pozitivan utjecaj primjene kompostnog čaja (Tablica 2.).

Tablica 2. Prosječan broj plodova i težina rajčice te indeks zaraze s *Phytophthora infestans*

Table 2. Average number of fruits, mass of fruits and index of infection with *Phytophthora infestans*

Mjere Measurements	Tretmani Treatments	Vz	Vz+Vp	F	K
Indeks bolesti Index of infection		0,06/1	0,04/1	0,05/1	0,08/1
Broj plodova Number of fruits		76,75 ^{AB}	85 ^A	75,25 ^{AB}	64,75 ^C
Masa (kg) Mass (kg)		12,26 ^B	13,51 ^A	13,72 ^A	9,93 ^C

*A,B,C, – različita slova označavaju statistički značajne razlike prema Duncan's Multiple Range Test na razini $P \leq 0,95$ /^{A, B, C} - different letters signify statistically significant differences according to Duncan's multiple range test at $P \leq 0,95$

**tretiranje vermikompostnim čajem - zalijevanje tla (Vz), tretiranje vermikompostnim čajem – zalijevanje tla i prskanje nadzemnog dijela biljke (Vz+Vp), tretiranje fungicidom (F) i kontrola (K) / treatment with vermicompost tea by applying water to the soil (Vz), treatment with vermicompost tea by applying water to the soil and spraying the over-ground part of the plant (Vz + Vp), treatment with fungicide (F) and control (K)

Koné i sur. (2010) istraživali su *in vivo* utjecaj NCT pripremljenog od pet vrsta komposta na sprječavanje razvoja folirajnih gljivičnih patogena. Sve vrste NCT inhibirale su rast micelija *Alternaria solani* Sorauer (37-66%), *Botrytis cinerea* Pers.: Fr. (57-75%) te *Phytophthora infestans* (100%), dok sterilizirani čajevi nisu inhibirali razvoj niti jednog testiranog patogena. Način i vrsta primjenjenog kompostnog čaja značajno utječu na uspješnu kontrolu uzročnika bolesti. Kompostnih čajevi primijenjeni zalijevanjem ili prskanjem utjecali su na pojavu i intenzitet paleži i truleži plodova paprike koju uzrukuje *Phytophthora capsici* (Nicol i Burlakoti, 2015). Zalijevanje se pokazalo kao djelotvornija metoda u zaštiti od ove gljive u odnosu na prskanje. Postotak smanjenja bolesti se kretao u prosjeku od 6,4% (jedno prskanje biljaka) do prosječno 73,4% (zalijevanje supstrata dva puta, prije i poslije inokulacije). Također biomasa biljaka tretiranih kompostnim čajem je bila veća.

Tijekom vegetacije u svim varijantama pokusa zabilježen je broj formiranih plodova i njihova masa. Najveći prosječan broj plodova po repeticiji utvrđen je u varijanti zalijevanja tla i prskanja nadzemnog dijela biljke vermikompostnim čajem (Vz+Vp), a kontrola (K) pokazuje statistički značajano odstupanje s najmanjim brojem plodova (Tablica 2.). Između tretmana s vermikompostnim čajem i fungicida nije utvrđena statistički značajna razlika. Pozitivan utjecaj vermikomposta na rast, prinos i kvalitetu ploda rajčice u poljskom pokusu utvrđen je u istraživanju Azarmi i sur. (2008). Inkorporiranjem vermikomposta različitih postotaka u gornjih 15 cm tla značajno je poboljšan rast i prinos ($p < 0,05$). Dodavanjem 15 tona vermikomposta na jedan hektar tla, porasla je masa suhe tvari (24-30%), te sadržaj K, P, Fe i Zn (55, 73, 32 i 36%) u odnosu na kontrolu. Fitohormoni vermikompostnog čaja doprinose povećanju vegetativne biomase rajčice, dok sam vermikompostni čaj pozitivno utječe na broj plodova po biljci te veličinu ploda (Selvaraj, 2011).

Iako je u našim istraživanjima pojava i intenzitet plamenjače bila slabijeg intenziteta, uporaba vermikompostnog čaja je rezultirala većim urodom rajčice u usporedbi s kontrolom.

Kompostni čaj pokriva površinski sloj biljke i korijen s mikroorganizmima osiguravajući povoljne uvjete za rast rajčice. Kombinacija kompostnog čaja i hraniva se pokazala kao jeftina, ekološki prihvatljiva i sigurna metoda u kontroli plamenjače rajčice u istraživanjima Al-Mughrabi (2007). Također je utvrđeno da kompostni čaj aktivira induciranu otpornost kod biljaka. Ova istraživanja potvrđuju korisnost kompostnog čaja u uzgoju rajčice te kontroli plamenjače rajčice.

Prerada pomoću crvenih kalifornijskih glista omogućava zbrinjavanje velike količine gradskog i ruralnog biootpada (različita papirnata ambalaža, kućni i biljni otpad, stajski gnoj). Sav se taj otpad koji predstavlja izvor zagađenja može koristiti kao hrana za gliste koju ona prerađuje, neutralizira te stvara kvalitetan lumbrihumus te postaje izvor organske tvari ili gnojivo za poboljšanje tla jer biljke iz vermikomposta iskorištavaju gotovo 100% hranjivih tvari. Uz to njegovom uporabom zaustavlja se degradacija tla te mu se povećava mikrobiološka kvaliteta, time je zatvoren ciklus tlo – biljka – životinja (Paul, 2015; Manohar *i sur.*, 2016). Ekološka poljoprivreda se zasniva na korištenju obnovljivih resursa i nekorištenju kemikalija u proizvodnji hrane, za razliku od konvencionalne poljoprivredne proizvodnje, čiji su štetni učinci danas poznati i dokazani (Batelja Lodeta *i sur.*, 2012). Hrvatska ulazi u skupinu manjeg broja europskih zemalja u kojima je ekološka poljoprivreda još uvijek slabo i nedovoljno razvijena. Posljednjih se godina povećava interes za ekološkim uzgojem te će primjena ekoloških prihvatljivih rješenja u zaštiti bilja biti nužna, a primjena različitih oblika kompostnog čaja biti sve veća.

Zaključak

Cilj ovog istraživanja je bio utvrditi indeks bolesti za *Phytophthora infestans*, usporediti ekološki i konvencionalni preparat za zaštitu rajčice od *Phytophthora infestans* te utvrditi broj i masu plodova ovisno o tretmanu.

Pojava plamenjače bila je slabijeg intenziteta te ocjena bolesti nije bila veća od jedan. Najniži indeks bolesti pokazao je tretman zalijevanjem tla i prskanjem nadzemnog dijela biljke vermikompostom (Vz + Vp), zatim slijedi tretman s fungicidom (F) Penncozeb 75 DG, te tretman zalijevanja tla (Vz), dok kontrolni tretman (K) pokazuje najviši indeks bolesti.

Najveći prosječan broj plodova utvrđen je u tretmanu Vz+Vp, međutim između nje-ga i Vz te F tretmana nema statistički značajnih razlika. Statistički značajno naveći urod zabilježen je kod tretmana Vz+Vp te F, dok je statistički značajno najmanji urod zabilježen u kontrolnom tretmanu.

Možemo zaključiti da vermikompostni čaj ima veliki potencijal za uporabu u ishrani bilja, služi kao promotor rasta, a vrlo je koristan i u zaštiti od uzročnika bolesti. Dakle, vermikompost ima iznimnu vrijednost u uzgoju zdravih biljaka i proizvodnji visoko vrijedne hrane zbog svog povoljnog djelovanja, a kombinacija vermikompostnog čaja zalijevanjem tla i prskanjem u našim istraživanjima pokazala se kao najučinkovitija.

Literatura

- Adhikary, S. (2012). Vermicompost, the story of organic gold: A review. *Agricultural Sciences*, 3 (7), 905-917.
- Akhtar, H., P., Saleem, M., Y., Asghar, M., Ali, S., Sarwar, N., Elahi, M., T. (2012). Resistance of solanum species to *Phytophthora infestans* evaluated in the detached-leaf and whole-plant assays. *Pakistan Journal of Botany*, 44 (3), 1141-1146.
- Al-Mughrabi, K., I. (2007). Suppression of *Phytophthora infestans* in Potatoes by Foliar Application of Food Nutrients and Compost Tea. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 1 (4), 785-792.
- Arancon, N. Q., Edwards, C. A., Bierman, P., Metzger, J. D., Lucht, C. (2005). Effects of vermicomposts produced from cattle manure, food waste and paper waste on the growth and yield of peppers in the field. *Pedobiologia*, 49, 297-306.
- Azarmi, R., Ziveh, P., S., Satari, M., R. (2008). Effect of Vermicompost on Growth, Yield and Nutrition Status of Tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 11 (14), 1797-1802.

- Batelja Lodeta, K., Gugić, J., Čmelik, Z. (2012). Ekološka poljoprivreda u Europi i Hrvatskoj s osvrtom na stanje u voćarstvu. *Pomologia Croatica*, 17 (3-4), 135-148.
- Bergougnoux, V. (2014). The history of tomato: From domestication to biopharming. *Biotechnology Advances*, 32 (1): 170-189.
- Brinton, W. (1995). The control of plant pathogenic fungi by use of compost teas. *Biodynamics*, 197, 12-15.
- Cayne, B., S., Lechner, D. (1989). *The New Lexicon Webster's Dictionary of the English Language*. Lexicon Publications, New York
- Diver, S. (2001). Notes on compost teas: A 2001 Supplement to the ATTRA Publication "Compost teas for Plant Disease Control". ATTRA, Fayetteville, Arkansas
- Edwards, C., A., Burrows, I. (1988). The potential of earthworm composts as plant growth media. U: *Earthworms in environmental and Waste Management*, Edwards, C., A., Neuhauser, E., F., (ur.), 221-220.
- Hilton, M., D. (1999). Small-scale liquid fermentation. U: *Manual of industrial Microbiology and Biotechnology*, Demain, A.L. i Davies, J., E. (ur.), 49-60.
- Koné, S., B., Dionne, A., Tweddell, R., J., Antoun, H., Avis., T., J. (2010). Suppressive effect of non-aerated compost teas on foliar fungal pathogens of tomato. *Biological Control*, 52, 167-173.
- Litterick, A., Wood, M. (2009). The use of composts and compost extracts in plant disease control. U: *Disease Control in Crops: Biological and Environmentally Friendly Approaches*, Walters, D. (ur.), 93-121.
- Litterick, A., M., Harrier, L., Wallace, P., Watson, C., A., Wood, M. (2004). The role of uncomposted materials, manures, and compost extracts in reducing pest and disease incidence and severity in sustainable temperate agricultural and horticultural crop production review. *Critical Reviews in Plant Science*, 23, 453-479.
- Manohar, A., L., Tulasī, T., Gajjela, L., P., Prasad, M., D., A., Gopi, N., Mobeema, S., Rajesh, K., Srinivas, S., Parasa, L., S. (2016). Vermicompost Preparation from Plant Debris, Cattle Dung and Paper Waste by Using Three Varieties of Earthworms in Green Fields Institute of Agriculture, Research and Training, Vijayawada(AP), India. *Current Agriculture Research Journal*, 4 (1), 102-107.
- Nelson, S., C. (2008). Late Blight of Tomato (*Phytophthora infestans*). *Plant disease*, UH-CTAHR, PD-45
- Nicol, R., W., Burlakoti, P. (2015). Effect of Aerobic Compost Tea Inputs and Application Methods on Protecting Tomato from *Phytophthora capsici*. *Acta horticulturae*, 1069 (32), 229-233.
- Paul, R. (2015). Vermicompost: A better option for waste management. *International Journal of current science*, 15 (13), 98-102.
- Quarles, W. (2001). Compost tea for organic farming and gardening. *The IPM Practitioner*, 13 (9), 1-8.
- SAS/STAT (1999). User's guide, version 8. Cary: SAS Institute
- Scheuerell, S., Mahaffee, W. (2002). Compost tea: principles and prospects of plant disease control. *Compost Science and Utilization*, 10 (4), 313-338.
- Selvaraj, A. (2011). Effect of Vermicompost Tea on the Growth and Yield of Tomato Plants and Suppression of Root Knot Nematode in the Soil, A Thesis submitted in partial satisfaction of the requirements for the degree of Master of Science in Plant Biology, University of California, Riverside
- St. Martin, C., G., Brathwaite, R., A., I. (2012). Compost and compost tea: principles and prospects as substrates and soil-borne disease management strategies in soil-less vegetable production. *Biological Agriculture and Horticulture*, 28 (1), 1-33.
- Sturz, A., V., Lynch, D., Henry, R., Watts, S., W. (2004). The Community Composition and Antibiosis Ability of Potato Phylloplane Bacteria against Potato Late Blight Following Foliar Treatments with Either Compost Tea, ASD Powdered Kelp or Manzate® 75 DF Foliar Treatments. NorthEast Potato Technology Forum, Charlottetown, Kanada
- Tomati, U., Grappelli, A., Galli, E. (1987). The presence of growth regulators in earthworm-worked wastes. U: *On Earthworms. Proceedings of International Symposium on Earthworms, Selected Symposia and Monographs*, Bonvicini Paglioi, A., M., Omodeo, P. (ur.), 2, 423-435.
- Werner, M., Cuevas, R. (1996). Vermiculture in Cuba. *Biocycle*, 37 JG Press, Emmaus, PA.

Original scientific paper

Influence of vermicompost tea on the late blight of tomato appearance

Abstract

Ecological vegetable cultivation uses organic preparations for protection and nutrition of plant. Tomato is one of the most important grown vegetables in our area. For this study tomatoes were planted on the open, development of *Phytophthora infestans* was monitored and the effect of vermicompost tea on the intensity of disease, number and mass of fruit was determined. The treatments were: treatment of tomato with vermicompost tea by applying water to the soil (Vz), by applying water to the soil and spraying the over-ground part of the plant (Vz + Vp), treatment with fungicide Penncozeb 75 DG (F) and control (K) without application of vermicompost tea or fungicide. Late blight infection had a lower intensity, and the disease index ranged from 0.04 (Vz + Vp) to 0.08 (K). The highest average number of fruits was determined in Vz + Vp treatment, while statistically lowest average number of fruits was determined in control treatment. Treatment Vz + Vp showed statistically the best effect on the mass of fruits, followed by treatments Vz and F, which confirms the positive influence of vermicompost tea compared to untreated tomato.

Keywords: tomato, ecological farming, vermicompost tea, *Phytophthora infestans*