



XI. KÁRPÁT-MEDENCEI KÖRNYEZETTUDOMÁNYI KONFERENCIA

Tanulmánykötet

2015. május 6-9. Pécs



Szerkesztette:

Csicsek Gábor

Kiss Ibolya

ISBN 978-963-642-873-0

Kiadó: Szentágothai János Szakkollégium
dr. Hatvani Zsolt

Nyomda: B-Group Kft.
Felelős vezető: Borbély Zsolt

Környezeti tényezők hatása a torma (*Armoracia lapathifolia* GILIB) gyökérbetegségeinek előfordulására

IRINYINÉ OLÁH KATALIN, URI ZSUZSANNA, LENTI ISTVÁN

Nyíregyházi Főiskola, Műszaki és Agrártudományi Intézet,
4400 Nyíregyháza, Sóstói út 31/b.
olabkat@nyf.hu, urizs@nyf.hu, lentiistvan@gmail.hu

Effect of Environmental Factors on Horseradish (*Armoracia Lapathifolia* GILIB) Root Diseases

Abstract

The horseradish has many pests and causative agents because of the monoculture. „Root Rot Complex”, root discoloration and all proliferation bring large production losses. Between 2003 and 2009 we have examined the impact of the precipitation (amount and distribution) on the occurrence of aforementioned disease symptoms, and we have identified fungi in the rotten roots. The effect of environmental factors was measured in the University of Debrecen Nyíregyháza Research Centre, in a horseradish collection. The identification of pathogens was performed in the College of Nyíregyháza microbiological laboratory.

Our results show that there is no correlation between the fall and „Root Rot Complex”, but the distribution of rainfall affects the appearance of symptoms. The abundant autumn rainfall favoured the pathogens causing the “Root Rot Complex”. The root discoloration occurred to the highest degree in the wettest year, the decreasing water decreased the root discoloration. In laboratory 18 fungal species were isolated from the horseradish root showing “Root Rot Complex” syndrome. This demonstrates that the disease is caused by a complex of fungi infection. Most often *Fusarium oxysporum*, *F. solani* and *F. roseum* are present in the roots, *Sclerotinia sclerotiorum* and *Rhizoctonia solani* are dominant too. We have identified the facultative parasite *Alternaria tenuis* and the saprofit species of *Mucor racemosus*. To prove the pathogenicity of the fungus species we set out reinfection tests. The species separately couldn't managed to infect the horseradish roots, but the complex reinfection resulted in 75% diseased plants.

Keywords

horseradish (*Armoracia lapathifolia* (GILIB)), precipitation, “Root Rot Complex”, root discoloration

Bevezetés

A torma rizóma gyakori betegsége a koronarész alatti korhadás, melyet a termesztők „gombásodásnak” neveznek, illetve a gyakorlatban „karikás gyökérként” ismert belső szöveti elszíneződés, azaz a szövetbarnulás. Az előbbi betegség legjellemzőbb tünetei a korona alatti barna korhadás, a kéreg parásodása, nekrotizálódása, a hancs szétforgácsolódása. Szövetbarnulásnál a tünetnek többféle fokozata ismert. A

leggyakoribb, amikor a farész és a hancs találkozásánál barna gyűrű képződik, de előfordulhat az is, hogy a farész szállító edényeiben (tracheákban, tracheidákban) barna foltok alakulnak ki (Géczi, 1998, 2005).

A nemzetközi és hazai szakirodalomban ismert a torma gyökérrothadása, azaz „*Root Rot Complex*” betegsége, de a beteg növényekről izolált kórokozók az egyes források szerint csak részben egyeznek egymással. Percich et al. (1990) szerint a torma gyökérrothadásáért (korhadását) 3 kórokozó komplex fertőzése felelős, melyek együttes jelenléte súlyosabb betegséget és nagyobb veszteséget okoz, mint minden kórokozó külön-külön. A *Fusarium roseum* „*acuminatum*” egyedüli fertőzésekor a kéregben elszórtan barna elváltozások jelennek meg, majd száraz, rostos rothadása következik be. A *Verticillium dahliae* jelenléte a levélnyélre, a koronára és a gyökérszövet xylem részére terjed ki, gyökérrothadást nem okoz. A fertőzés kezdeti szakaszában csak a *Pseudomonas fluorescens*-t izolálták, a másik két kórokozót nem. Fischl Géza a Keszthelyi Egyetemen végzett vizsgálatokat. A korona alatti száraz, barna korhadásos tüneteket mutató gyökereken *Rhizoctonia violaceae* és *Fusarium oxysporum* képleteit izolálta (Géczi, 1998). Ugyanezen nemzetségeket képviselőit Kövics & Bozsik (2007) is kimutatta. Vizsgálataik szerint a kéreg korhadásának kialakulásában a *Fusarium oxysporum*, a *Fusarium solani*, illetve a *Rhizoctonia solani* játszik szerepet. Percich & Johnson (1990) valamint Eastburn (1994) és később Kövics & Bozsik (2007) megfigyelései szerint a rizómák sötétbarna vagy feketés belső elszíneződése a szállítószövetekben kezdődik és fokozatosan terjed a gyökér belseje és a felszíne felé, tehát a gyökér belső elszíneződést általában a „root rot”, azaz a gyökér külső korhadása követi. Young & Drost (2006) tapasztalatai szerint túlóntözés esetén nő a gyökérkorhadás (root rot) előfordulása.

A szövetbarnulás kialakulásának oka, vagy okai teljes biztonsággal nem, illetve csak részben ismertek. A jelenség évről-évre változó, nagyban befolyásolja az aszályos idő, mész- és tápanyaghiány, a talaj pH értéke (Géczi, 1998, 2007). Géczi (2011) kísérletei szerint a méshidráttal és karbid mésszel kezelt területeken húsbar-nult tormát nem, vagy csak kis mértékben találtak. Becker-Dillingen (1956) a tünet kiváltójaként az egyoldalú és túlzott nitrogén trágyázást teszi felelőssé. Géczi & Irinyiné (2007) nitrogén trágyázási kísérletei alapján a kedvezőbb N - ellátottságú talajokon a szövetbarnulásos rizómák aránya kevesebb volt, mint alacsonyabb nitrogén ellátottságú szinten. Glits (1982) szerint a szövetbarnulás fajtatulajdonság, melynek előfordulása száraz években, öntözetlen állományokban jelentős. Szövetbarnult rizómák vizsgálata során patogén baktérium és gomba jelenlétét nem tudta kimutatni, helyette gyanta és mézgaszerű anyag (tillisz) lerakódását tapasztalta. A környezeti tényezők hatásán túl számos irodalom foglalkozik a szövetbarnulás kóroktani vizsgálatával. Eastburn & Chang (1994) az edénynyalábok elszíneződését (pepper discoloration) mutató gyökerek 75%-ánál izolálták a *Verticillium dahliae*-t, de kimutatták a gyökerek lokalizált belső szöveti elhalásánál és rothadásánál is. Babadoost et al. (2004) a belül elszíneződött tormagyökereken *Verticillium dahliae*, *Verticillium longisporum* és *Fusarium solani* jelenlétét izolálta. Ugyanígy Kövics & Bozsik (2007) is izolálta a *Fusarium solani*, a *Fusarium oxysporum* és nem nagy megbízhatósággal különböző *Verticillium* sp. fajokat. Babadoost & Bunselmeyr (s.a.) ugyancsak *Fusarium* és

Verticillium fajokat, valamint néhány nem sporuláló gombát és baktériumot talált a vizsgált egyedeken.

Dienes & Jobbágy (1997), Géczi (1998) Kövics & Bozsik (2007) említést tesz a termesztők által is jól ismert, „csírá sodásnak” nevezett tünetről, mely egyedi esetekben együtt jár a korona alatti rész korhadásával, „pudvásodásával”. Korábban Hevesiné ezt a rendellenes „csírázást” az *Agrobacterium tumefaciens*-sel hozta összefüggésbe (Géczi, 1998). Kövics & Bozsik (2007) szerint a rizómán lévő rügek sarjadzása (sarjburjánzás, proliferáció) minden valószínűség szerint a *Fusarium* fajok termelte gibberelin metabolit következménye, mivel e növényi juvenil hormon felfüggeszti a rügek belső nyugalmi állapotát és sarjadzásra kényszeríti azokat.

Kísérleteinkkel az alábbi kérdésekre kerestük a választ:

- A csapadék mennyisége és eloszlása milyen hatással van a torma gyökérbetegségeinek előfordulására?
- Mely gombafajok okozzák a torma „*Root Rot Complex*” gyökérbetegségét?

Anyag és módszer

A csapadék mennyiségének és eloszlásának gyökérbetegségek előfordulására gyakorolt hatását a Nyíregyházi Főiskola génmegőrzésében lévő 90 fajtát, illetve változatot számláló torma fajtagyűjteményen mértük fel. A megfigyelések helye a Debreceni Egyetem Nyíregyházi Kutató Központ (DE AMTC KIK) telephelye, az akkori Nyíregyházi Főiskola Műszaki és Mezőgazdasági Főiskolai Kar (ma Nyíregyházi Főiskola Műszaki és Agrártudományi Intézet (NYF MATI)) által kezelt terület. A telepítés a kísérleti évek tavaszán történt 100 cm sor- és 25 cm tötávolságra a hajdúsági termő-tájban alkalmazott egyéves bakhátas technológiának megfelelően. A kísérleti parcella területe évente 2000 m² volt, ahol fajtánként 10 gyökérdugványt helyeztünk el.

1. táblázat. A kísérleti évek tenyészideje alatt lehullott és pótoltt csapadék mennyisége (mm)

Hónapok	2003.	2004.	2005.	2006.	2007.
IV.	12,5	3,5	35	22,5	3,5+10
V.	35,7+30	51,7	60,3	91,6	50,3
VI.	41,2+30	115,9	29,9	118,1	36,1
VII.	54,7+30	98,95	84,2	10	37,2+30
VIII.	19,8+30	80,5	120,7	110,9	51,1+30
IX.	53,1	43,8	44,6	5	108,7
X.	63,6	34,8	1,5	13	48,2
Természetes csapadék a vegetációs időben	280,6	429,15	376,2	371,1	334,7
Pótoltt csapadék a vegetációs időben	120	-	-	-	70
Összes csapadék a vegetációs időben	400,6	429,15	376,2	371,1	404,7
Éves összes	432	704,35	567,81	576,1	532,41

(forrás: DE AMTC KIK)

A kísérleti terület mély fekvésű, kanálistiszappal terített eltemetett barna erdőtalaj, mely az átlagosnál nagyobb mésztartalommal és pH-val rendelkezik (Simon et al., 2011). A talajvizsgálati értékek alapján a kísérleti parcellák talaja közepes, illetve jó ellátottságú a főbb tápelemek tekintetében. A kísérleti hely csapadékmennyiségére vonatkozó adatokat a DE AMTC Nyíregyházi Kutató Központ szolgáltatta (1. táblázat). A kísérleti évek vegetációs időben mért és pótoltt összes csapadékmennyisége között jelentős különbségek nincsenek. A legnagyobb mennyiséget 2004-ben mérték (429 mm). 2003-ban és 2007-ben 30 mm-rel kevesebb volt a lehullott mennyiség (400 mm), s további 30-35 mm-rel csökkent 2005-ben és 2006-ban (371-376 mm). 2003-ban az természetes csapadék a pótoltt mennyiségekkel együtt egyenletes eloszlású volt. 2004-ben a tavasz rendkívül száraznak bizonyult, melyet igen esős nyár követett. 2005-ben viszonylag egyenletesen oszlott el a csapadék, de az őszi mennyiség nagyon kevés volt. 2006 extrém száraz júliussal és ősszel jellemezhető, ugyanígy 2007 tavasza és nyara is. Utóbbi évben a csapadékot 70 mm-el pótolttuk. Az őszi csapadék bőséges volt.

A torma gyökérbetegségeinek felmérése

A rizómák korhadását és a belső szöveti elszíneződést a betakarítás utáni áruvá készítés során felvételeztük. A tormatestek felületén megjelenő összes betegségtünetet, azaz a korhadást és rendellenes sejtburjánzást 2003., 2004., 2005. és 2007. évben mértük fel. A rizóma felületén jelentkező korhadás tünetei többfélék lehetnek (száraz és nedves korhadás). A felvételezés során a megbetegedések mértékére nem, csak azok jelenlétére voltunk tekintettel.

A szövetbarnulás 2003-ban, 2004-ben, 2005-ben, 2006-ban és 2007-ben felvételeztük. A jelenség a gyökér külső részén nem észlelhető, ezért fajtánkén, vonalanként 5-10 kifejlett rizóma talpi végét ferdén levágtuk. Az így kapott metszlapon könnyen felismerhetők a belső szöveti elszíneződés különböző tünetei, melyek előfordulását nem külön-külön, hanem együttesen rögzítettük és azok között különbséget nem tettünk, ezért a későbbiekben a rizóma belső szöveti elszíneződéseként vagy szövetbarnulásként utalunk rájuk.

A torma gyökér “Root Rot Complex” betegségének kórtani vizsgálata

A laboratóriumi vizsgálatokat a Nyíregyházi Főiskola MMFK mikrobiológiai laboratóriumában, a szabadföldi megfigyeléseket a Főiskola gyakorló kertjében végeztük 2009-ben. A fertőzött torma gyökerekből előzetes tisztítás és fertőtlenítés után 26 darab, 1, 5 cm vastag metszetet készítettünk. Ezeket a gyökérdarabokat felületi fertőtlenítés, majd steril desztillált vizes öblítés után nedves kamrába helyeztük. Az inkubálás 22 ± 2 °C-on 48 óráig tartott. Az inkubált növényi anyagról a különböző színű és struktúrájú gombaszövedéket leoltottuk PDA-táptálajra. Ezt követően monokonídiumos tenyészeteket állítottunk elő, s ezeket használtuk vizsgálatainkhoz. Az identifikált mikroszkópos gombák meghatározásához a szakirodalomban ajánlott határozókat alkalmaztuk (Bánhegyi et al., 1985, Booth, 1971, Ubrizsy - Vörös, 1968).

A visszafertőzéseket kezelésként 4-4 ismétlésben, kontroll biztosítása mellett végeztük el. A felületileg fertőtlenített gyökérdarabokat micélium- és spóra szuszpenzióba mártottuk, majd 2009. június 27-én kihelyeztük szabadföldre. A visszafertőzést gombafajonként és kevert inokulumokkal is elvégeztük. A visszafertőzött egyedeket 2009. november 5-én szedtük fel, s laboratóriumi körülmények között végrehajtottuk a „visszatenyésztést”, a gombák izolálását és fajsztípus meghatározását.

Statisztikai elemzés

Az adatok feldolgozását és rendszerezését Microsoft Excel programmal végeztük. A statisztikai elemzéshez SPSS programot, Tukey-Kramer és Games-Howell-féle páronkénti összehasonlítást használtunk.

Eredmények

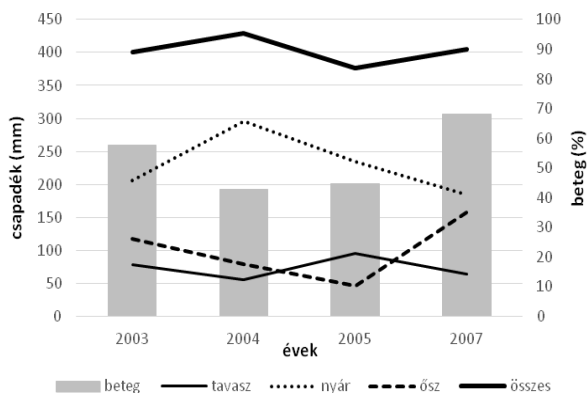
Rizóma felületén megjelenő betegségek

A rizóma felületén száraz és nedves korhadásos tüneteket, illetve rendellenes sejtburjánzást különböztettünk meg. Száraz korhadás hatására a növények hancsrésze szétforgácsolódik, helyenként lilásan elszíneződik. A nedves korhadás inkább foltokban jelentkezik és helyén a hancs ledörzsölhető. A korhadásos tünetet, amennyiben dörzsgéppel eltávolítható és a farészre nem terjed ki, „bőrbetegségnek” nevezik.



1.kép. Rizóma korona alatti korhadása és rendellenes sejtburjánzása

A vizsgált rizómák felületi fertőzöttsége (korhadás és sejtburjánzás együtt) 2003-ban 57,57 %, 2007-ben 68,19 % volt. Mindkét érték szignifikánsan magasabb a 2004-ben

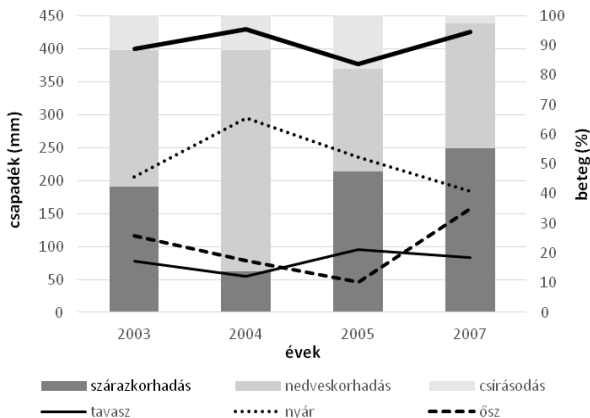


1. ábra. Az éjárati hatása a tormatestek felületi megbetegedésére (Átlagok Tukey-Kramer és Games-Howell-féle páronkénti összehasonlítása. A különböző betűindexet kapott értékek szignifikánsan ($p < 0,01$) különböznek egymástól.)

(42,82%) és 2005-ben (44,5%) mérttől. 2003-ban és 2007-ben a csapadék összes mennyisége 400 – 400 mm volt, a tavaszi és nyári csapadék mennyisége és eloszlása is hasonlóan alakult, csekély áprilisi mennyiséggel. A két év között az őszi csapadék mennyiségében van jelentős különbség. Annak ellenére, hogy 2004 és 2005 között a beteg rizómák számát tekintve statisztikai eltérést nem tapasztaltunk, a két év

csapadék mennyisége és eloszlása jelentős differenciát mutat. 2004-ben a legtöbb, 2005-ben a legkevesebb csapadékkal számolhattunk, illetve ezen évek csapadékeloszlása a tavaszt, a nyarat és az őszt tekintve is különbözik egymástól (1. ábra). A 2004-es év a korhadásos betegségek tekintetében szignifikánsan különbözik a többi vizsgálati évtől. A száraz korhadás ebben az évben jelentkezett a legkisebb (13,72 %), a nedves korhadás viszont a legnagyobb mértékben (74,56 %). A többi év e tünet(ek) tekintetében nem különbözik egymástól.

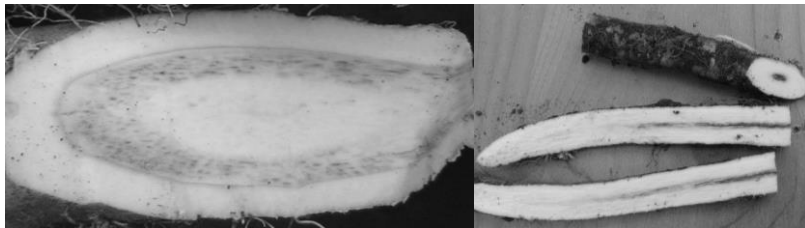
A rendellenes „csírázás” értékelésénél 2003, 2004 és 2005 között szignifikáns különbséget nem találunk, mértéke ezekben az években 11-18 % körül mozgott. 2007-ben viszont sokkal kevesebb „csírázás” tormaival találkozunk, arányuk mindössze 2,46 % volt (2. ábra). 2004-ben a száraz tavaszt kifejezetten csapadékos nyár követte, valószínűleg ez kedvezhetett a nedves korhadás kialakulásának



2. ábra. A csapadék mennyiségének és eloszlásának hatása a gyökérbetegségek előfordulására
(Átlagok Tukey-Kramer és Games-Howell-féle páronkénti összehasonlítása. Adott színben belül a különböző betűindexet kapott értékek szignifikánsan ($p < 0,01$) különböznek egymástól.)

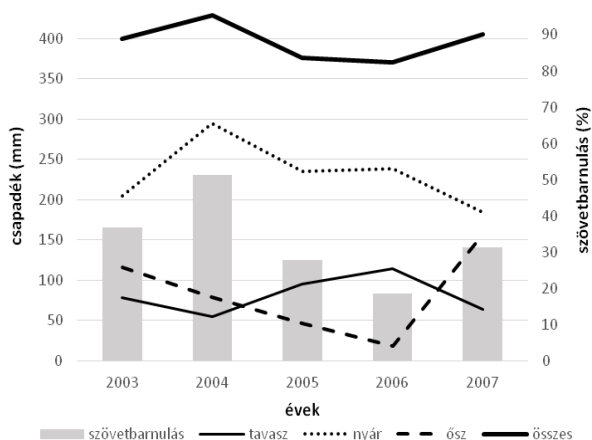
Belső szöveti elszíneződés

A húsbarnulás megnyilvánulhat a farész határán kialakuló barna elszíneződés, „karikásodás”, a farészben előforduló barna foltok, azaz a tracheák, tracheidák barnulása, illetve a bélrész teljes elbarnulása és pusztulása formájában is (2. kép).



2.kép. Elszíneződés a fa- és bálnsrész határán, illetve a bélrész teljes pusztulása

A szöveti elszíneződés mértéke évente szignifikáns különbséget mutat, kivételt jelent a 2007-es kísérleti év eredménye, amely statisztikailag nem különbözik a 2003-ban és 2005-ben mért adatoktól. Ezt azzal lehet magyarázni, hogy a 2003-as és 2007-es év csapadékmennyisége és eloszlása hasonló volt.



3. ábra. Az évjárat hatása a szövetbarnulás mértékére (Átlagok Tukey-Kramer és Games-Howell-féle páronkénti összehasonlítása. A különböző betűindexet kapott értékek szignifikánsan ($p < 0,01$) különböznek egymástól.)

Ellentmondásba ütközik viszont, hogy 2005 és 2007 csapadékviszonyai nagyban eltérnek egymástól, főként a tavaszi és őszi csapadék mennyiségét és eloszlását illetően. A húsbarnulásos rizómák aránya 2004-ben volt a legmagasabb, erre az évre száraz tavasz és csapadékos nyár volt jellemző. A legkevesebb szövetbarnult rizómát 2006-ban mértük. Ebben az évben a csapadékos tavaszt átlagos csapadéku nyár követte, de a július és az őszi hónapok rendkívül csapadékszegények voltak. (3. ábra).

A "Root Rot Complex" tünetegyüttest okozó kórokozók identifikálása

Laborvizsgálataink során a torma "Root Rot Complex" betegségének tünetegyütteséből 18 gombafajt izoláltunk (2. táblázat).

2. táblázat. A torma "Root Rot Complex" tünetegyütteséből izolált gombafajok

Gombafaj neve	Izolátum gyakorisága	
	db	%
<i>Mucor racemosus</i> Fres.	13	15,47
<i>Fusarium oxysporum</i> Schlecht emend. Sn. et H.	11	13,09
<i>Fusarium solani</i> (Mart.) Sacc.	9	10,71
<i>Rhizopus nigricans</i> Ehrenberg	7	8,33
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (Libert) de Bary	6	7,14
<i>Alternaria tenuis</i> C.G. Nees	6	7,14
<i>Fusarium roseum</i> Link	5	5,95
<i>Penicillium expansum</i> Link ex S.F. Gray	5	5,95
<i>Rhizoctonia solani</i> Kuhn	4	4,76
<i>Aspergillus niger</i> van Tieghem	3	3,57
<i>Trichoderma viride</i> Pers. ex S.F. Gray	3	3,57
<i>Verticillium dahliae</i> Klebahn	2	2,38
<i>Colletotrichum gloeosporioides</i> Penzig	2	2,38
<i>Stemphylium botryosum</i> Wallr.	2	2,38
<i>Mucor hiemalis</i> Wehner	2	2,38
<i>Botrytis cinerea</i> Pers. ex Fries	2	2,38
<i>Penicillium frequentans</i> Westing	1	1,19
<i>Aspergillus flavus</i> Link	1	1,19

Leggyakrabban a *Fusarium* fajok izolálhatók, melyek közül a *Fusarium oxysporum*, a *Fusarium solani* és a *Fusarium roseum* van jelen a beteg tormagyökéren. Ezen kívül a *Sclerotinia sclerotiorum* és a *Rhizoctonia solani* jelenléte domináns. E parazita gombákat követi jelenlétével a fakultatív parazita *Alternaria tenuis*. Szaprofita fajok közül ige gyakori a *Mucor racemosus* és jelen van szerényebb mennyiségben a *Mucor hiemalis* is. Nem hiányzik a *Rhizopus nigricans* sem. Az *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Penicillium expansum* és *Penicillium frequentans* jelenléte feltételezi a toxintermelés lehetőségét.

Az izolált gombafajok patogenitásának igazolása szükséges ahhoz, hogy elkülöníthes-sük a gyökeret valóban fertőző gombákat. Az izolált és általunk meghatározott gom-bafajok egyenkénti micélium- és spóraszuszpenziója in vivo nem fertőzte meg a kezelt tormagyökereket. Komplex, azaz az összes identifikált gombafaj keverékének visszafertőzésével 3 kezelt gyökér fertőződött meg. A visszaigazolt gombafajok, melyek mindhárom beteg gyökérről visszanyerhetők voltak, a *Fusarium solani*, *Fusarium oxysporum*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Alternaria tenuis* és a *Mucor racemosus*.

Következtetések

A vizsgálati években a kísérleti tábla vízellátása 370 mm és 430 mm között változott. 2003-ban és 2007-ben hasonló volt a vegetációs idő csapadék mennyisége (400 mm), 2004-ben mértük a legtöbb, 2005-ben pedig a legkevesebb csapadékot. Eredményeink szerint a csapadék mennyiségének nem volt hatása a rizóma felületén megjelenő betegségekre. A csapadék eloszlása összefüggést mutat a korhadásos tünetek előfordulásával. Ebben a vonatkozásban a sok őszi csapadék kedvez a korhadásos tünetek megjelenésének. A tavaszi csapadékhiányt követő nyári csapadékbőség a nedves korhadásos rizómák számát gyarapította. Megjegyzendő, hogy a korhadásos tüneteket mutató gyökereket, amennyiben a betegség a rizóma felületének kevesebb, mint 30%-át és csak a hancsot érinti, a felvásárló átveszi.

A szövetbarnulás megjelenése összefüggést mutat a lehullott csapadék mennyiségével és eloszlásával is. A legcsapadékosabb évben tapasztaltuk a legnagyobb, a legkevesbé csapadékos évben pedig a legkisebb mértékű hús-barnulást. Ez párosul azzal, hogy a legcsapadékosabb évre a legszárazabb tavasz és nagyon csapadékos nyár, a legkevesbé csapadékos évre pedig kimondottan száraz ősz volt jellemző. Ezért eredményeim szerint nem tudom megerősíteni Glits (1982) azon megállapítását, miszerint a nyár végi száraz idő „kedvez” a szövetbarnulás kialakulásának.

A tormagyökér „Root Rot Complex” tünetegyütteséből 18 gombafajt izoláltunk, melyek egyenkénti in vivo visszafertőzésével a kezelt gyökerek nem fertőződtek meg. Komplex visszafertőzésük hatására a kezelt gyökerek 75 %-a fertőződött meg. Ez egyértelműen bizonyítja, hogy a gombák komplex fertőzése okozza a torma fent említett betegségét.

Köszönetnyilvánítás

A publikáció megjelenését a Salewa – Alanex Konzorcium (Nyíregyháza) támogatta, melyért utólag is köszönetünket fejezzük ki.

Irodalomjegyzék

- BABADOOST, M. - BUNSELMMEYR, M. R. (s.a.): Studies on Discoloration of Horseradish Roots of 1999. Department of Crop Sciences, University of Illinois, Urbana
- BABADOOST, M. - CHAN, W. - BRATSCH, A. D – EASTMAN, C. E. (2004) *Verticillium longisporum* and *Fusarium solani*: two new species in the complex of internal discoloration of horseradish roots, *Plant Pathology* 53:5, 669-676. p.
- BÁNHEGYI, J – TÓTH, S. – UBIRZSY, G. – VÖRÖS, J. (1985) Magyarország mikroszkópikus gombáinak határozókönyve. 2. Akadémiai Kiadó. Budapest
- BECKER-DILLINGEN, J. (1956): Handbuch des gesamten Gemüsebaues. Der Meerrettich. Berlin. 345-350 p.
- BOOTH, C. (1971): The genus *Fusarium*. C.M.I., Kew.
- DIENES, GY. – JOBBÁGY, J. (1997) A torma növényvédelme. *Növényvédelem*. 33. évf. 9. szám 473-485. p.
- EASTBURN, D. M. - CHANG, R. J. (1994) *Verticillium dahliae*: A causal agent of root discoloration of horseradish in Illinois, *Plant Disease*, 78 (5) 496-498.
- GÉCZI, L. (1998/a: A torma termesztése. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó. Budapest
- GÉCZI, L. (2005) A torma növényvédelme és tápanyagellátása a tenyészidőben. *Kertészet és Szőlészet*. 54 (28) 10. p.
- GÉCZI, L. (2007) A torma ültetése. *Kertészet és Szőlészet*. 56 (22) 10-11. p.
- GÉCZI, L. (2011) A torma tápanyagellátása. *Kertészet és Szőlészet*. 60 (11) 10-11. p.
- GÉCZI, L. - IRINYINÉ OLÁH, K. (2007): Eltérő N dózisok hatása a tormarizómák szövetbarnulására és rizóma átlagtömegére. 25-28. p. in.: Géczi, L. (összeállította) (2007): Az Érmellék biharikuma: a torma. Tanulmány. A torma nemesítése és termeléstehnológiája. Kiadó: Hungaro Torma Kft.
- GLITS, M. (1982) A torma szövetbarnulása. *KÉE-Közleményei*. XLVI.évf. Tom 14.
- HARASZITHY, J. – LIPTAI, T. (1998) A torma öntözése. *Lippay János– Vas Károly Nemzetközi Tudományos Ülésszak*. 1998. szeptember 16-18.
- KÖVICS, GY. – BOZSIK, A. (2007) Betakarított tormagyökerek növényvédelmi (kórtani, állattani) vizsgálata. 34-55. p. in.: Géczi, L. (összeállította) (2007) Az Érmellék biharikuma: a torma. Tanulmány. A torma nemesítése és termeléstehnológiája. *Kiadó: Hungaro Torma Kft.*
- PERCICH, J. A. - JOHNSON, D. R. (1990) A root rot complex of horsheradish. *Plant Disease*, 74: 391-393.
- SIMON L., SZABÓ B., VARGA CS., URI ZS., BÁNYÁCSKI S., BALÁZSY S. (2011) Energianövények hozamának és toxikus elem-felvételének vizsgálata. In: Farsang, A., Ladányi Zs. (szerk.) (2011). Talajvédelem (különszám). Talajtani Vándorgyűlés kiadványa. Talajtani Vándorgyűlés. „Talajaink a változó természeti és társadalmi hatások között”. Szeged, 2010. szeptember 3-4. Talajvédelmi Alapítvány - Magyar Talajtani Társaság– Szegedi Tudományegyetem, Szeged. 421-430. p.
- UBIRZSY, G. – VÖRÖS, J. (1968) Mezőgazdasági mikológia. Akadémiai Kiadó, Budapest
- YOUNG, G. – DROST, D. (2006) Horseradish in the Garden. Utah State University Extension. January, 2006.
- <http://extension.usu.edu/juab/files/uploads/Horticulture/herbs/horseradish2006-07.pdf>