

A HOSSZÚTŰS FENYŐK ÚJ KÓROKOZÓJA A *FUSARIUM CIRCINATUM* MEGJELENÉSE EURÓPÁ- BAN

Koltay András¹, Halász Ágnes²

¹) SOE Erdészeti Tudományos Intézet, Erdővédelmi Osztály,

²) NEBIH, Élelmiszerlánc-biztonsági Laboratórium Igazgatóság, Növény-egészségügyi Di-
agnosztikai Nemzeti Referencia Laboratórium

KIVONAT

A *Fusarium circinatum* Nirenberg & O'Donnell (teleomorf: *Gibberella circinata*) amerikai eredetű fenyő kórokozó, a hosszútűs fenyőkön fordul elő. Jelenleg már több kontinensen is elterjedt, első európai előfordulását 2005-ben jelezték Spanyolországból, majd néhány éven belül megjelent Dél-Európa más országaiban is (Portugália, Olaszország és Franciaország. További terjedése várható a fenyőerdőkben, elsősorban a mediterráneumban, de a klímamelegedéssel együtt elterjedése egyre északabbra tolódhat. A kórokozó, a kérgen keresztül a szíjácstot fertőzi, jelentős kéregelhalást, esetenként a fa teljes pusztulását előidézve. A fertőzött kéregrészekben erős gyantafolyás jelentkezik, erre utal angol elnevezése is – „Pine Pitch Canker”. A kórokozó agresszíven fertőzi az idősebb fákat és a csemetéket egyaránt. Terjedése elsősorban fertőzött magokkal, csemetékkel történik, így a növényegészségi előírások szigorú betartásával jelentősen csökkenthető az elterjedésének veszélye.

Kulcsszavak: *Gibberella circinata*, *Fusarium circinatum*, Pine Pitch Canker, fenyőpusztulás, fenyő szurkos kéregelhalás, *Pinus sp.*, hosszútűs fenyők

A KÓROKOZÓ ELTERJEDÉSE

A *Gibberella circinata* Nirenberg & O'Donnell a fenyő szurkos kéregelhalás kórokozója. Eredeti hazája Közép-Amerika, Mexikó, de mára már világszerte elterjedt (Guerra-Santos, J.J. 1998). Jelenleg hivatalosan az USA, Mexikó, Haiti, Dél-Afrika, Japán, Chile és Ausztrália területén írták le. Az Európai Unió egyes országában a 2000-es évek közepétől erdőkben és csemetekertekben egyaránt megtalálták. Eddig Spanyolországból (Landeras et al., 2005), Portugáliából (Bragança et al., 2009), Olaszországból (Carlucci et al., 2007) és Franciaországból (EPPO, 2006) jelezték előfordulását. Más európai országból még nem érkezett adat a megjelenéséről. Az első azonosítása általában csemetekertekhez, faiskolákhoz köthető. A zárlati intézkedéseknek és a növény-egészségügyi előírások betartásának köszönhetően Franciaországban és Olaszországban sikerült visszaszorítani a kórokozót, az utóbbi években nem találtak újabb fertőzést, megbetegedést ezekben az országokban.

GAZDANÖVÉNY KÖR

A *Fusarium circinatum* a *Pinus* fajok (hosszútűs fenyők) rendkívül agresszív kórokozója, gyantafolyásos kéregelhalást okoz állományokban és tömeges csemeteelhalást csemetekertekben. Az irodalmi adatok szerint a

kórokozó 57 *Pinus* fajon fordul elő, elsősorban amerikai fajokon. A világszerte hatalmas területeken létesített ipari faültetvényekben alkalmazott *P. radiata* különösen fogékony a kórokozóval szemben (Gordon et al. 2001, Wingfield et al. 2002, Coutinho et al. 2007, Iturritya et al. 2011). Emellett az európai hosszútűs fenyőket, mint például a *P. halepensis*, *P. pinaster*, *P. sylvestris* is könnyen fertőzi, de a vizsgálatok azt mutatják, hogy valamennyi európai faj fogékony a kórokozóval szemben. A *Pinus* fajok mellett azonosították duglaszfenyőn (*Pseudotsuga menziesii*), de ezen fafaj esetében jelentősége alárendelt (Wingfield et al. 2008).

A KÓROKOZÓ KÁRTÉTELE

A kórokozó angol elnevezése „*Pine Pitch Canker*” – *fenyő szurkos kéregelhalás* – utal a jellegzetes tüneteire. Idősebb fákon a kórokozó a kérgen keresztül a szíjácst fertőzi, és kéregelhalást idéz elő. A megtámadott kéreg besüpped, a fertőzött kéregrészekben erős gyantafolyás jelentkezik (1. ábra). A kéreg alatt az elhalt szíjács barnás színűre változik (2. ábra). Amennyiben a fertőzés körbeöleli a törzset vagy a vastagabb ágakat, abban az esetben a felette lévő részek elhalnak. A megtámadott kéregrészekben a növekedés leáll, a törzs kerülete illetve évgűrűszerkezete aszimmetrikussá válik (3. ábra). A fertőzött fák faanyaga műszaki felhasználásra már kevésbé alkalmas. A fertőzések kialakulásához rendszerint valamilyen kéregsérülés szükséges, amelyen keresztül a gomba képes behatolni a kéreg alá. A fertőzés történhet a szél útján terjedő konídiumokkal, de jelentős szerepe van a különféle xilofág rovaroknak, elsősorban szú fajoknak, a spórák szállításában és a kéreg alá juttatásában (Storer et al. 1998).



1. ábra. Jellemző gyanta-folyós tünetek a törzsön



2. ábra. A kéreg alatt elhal a szállítószövet

3. ábra. A fertőzött kéregrészekben leáll az évgyűrű növekedés

Az idősebb, termő egyedeken a tobozokban kifejlődő magokat is fertőzheti a gomba. A vizsgálatok azt valószínűsítik, hogy a kórokozó világméretű elterjedése a fertőzött szaporítóanyaggal (vetőmag, csemete) történt. Jelenleg is ezt tartják a legnagyobb rizikófaktornak a kórokozó távolabbi területekre való eljutásában (EPPO 2005). Ugyanakkor a kórokozó terjedhet a fertőzött faanyaggal is, mivel akár egy éven keresztül életképes maradhat az elhalt fa szíjácsában (Wingfield et al. 2008; Hoff et al. 2004)).

A kórokozó a csemetéken is gyakran megjelenik. A fertőzés bekövetkezhet a levegőben terjedő konídiumokkal, amelyek közvetlenül a csemetét fertőzik, de sok esetben a gomba szaporítóképletei a talajon keresztül érik el a gyökereket. A talajból történő fertőzés következtében a gyökerek fokozatosan elhalnak, megbarnulnak, végül elérve a gyökérnyaki régiót a csemete teljes pusztulása is bekövetkezik. A csemetéken megjelenő tünetek nem faj-

specifikusak, kezdetben sárgulnak majd vörösödnek a tűlevelek, amelyet csúcshártya és a csemete teljes elhalása követ. Az elhalt csemetén, a gyökérszárnyakon befűződés és kéregelhalás tünetei jelentkezhetnek. A felszín feletti részen bekövetkezett fertőzés tünetei hasonlóak, de gyakran gyantafolyás kíséri a tűlevelek elszíneződését. Mivel számos más kórokozó, károsító is hasonló pusztulási tüneteket idéz elő, a *Fusarium circinatum* egyértelmű azonosítása csak laboratóriumi vizsgálattal lehetséges.

A KÓROKOZÓ AZONOSÍTÁSA

Korábban csak az ivartalan alak volt ismert a *Fusarium subglutinans* egy patotípusaként (Corell et al. 1991), a telemorf alakjának ismertetését követően kapta a *Gibberella circinata* Nirenberg & O'Donnell nevet 1998-ban.

Bár az anamorf alak morfológiája alapján viszonylag könnyen elkülöníthető a rokon fajoktól (Leslie et al., 2006), a patogén azonosítása sokkal megbízhatóbb a molekuláris biológiai módszerek felhasználásával (Correll et al., 1992; Viljoen et al., 1997; Iosifidis et al., 2009; EPPO, 2009a; Britz et al., 2002).

A kórokozó azonosítása az EPPO diagnosztikai protokoll (EPPO 2009) alapján történik, mely magában foglalja a morfológiai leírást és a legújabb molekuláris módszereket is. A meghatározás történhet (1) szelektív táptalajon való kitenyésztés utáni mikroszkópos azonosítással, melyet bizonytalanság esetén valamely molekuláris módszerrel történő megerősítés követhet. Másrészt (2) közvetlenül a növényből (in planta) is detektálható a gomba molekuláris biológiai módszerek felhasználásával (hagyományos PCR, valós idejű PCR SYBR Green festékkel vagy valós idejű PCR kettős jelölésű próbával).

Az anamorf *F. circinatum* morfológiai meghatározásához kétféle táptalaj használható. A PDA (burgonya-dextróz-agar) táptalajon jól megfigyelhető a telep morfológiája és színe, az SNA (Spezieller-Nährstoffarmer agar) tápta-

lajon pedig a mikrokonídiumok és a konídiumképző sejtek. Szobahőmérsékleten, 10 napos inkubációs periódust követően történik az identifikáció Nirenberg és O'Donnell (1998) valamint Britz et al. (2002) leírásai szerint. PDA táptalajon a telep széle egyenletes, a fehér/piszkosfehér színű tenyészet közepén lazacárnyalatú lehet, valamint lilás pigmentáció képződhet az agarban. SNA táptalajon a mikrokonídiumok a konídiumtartók végén álfekében állnak, a konídiumképző sejtek elágazóak, mono- és polifialidok lehetnek, a mikrokonídiumok fordított tojás alakúak, többnyire nincs vagy csak egy szeptumuk van. Klamidospórákat nem képez. Az *F. circinatum* egyik határozóbélyege, a spirálisan feltekeredett steril hifák szerkezete, az SNA táptalajon kiválóan tanulmányozható. (A „*circinatum*” megnevezés ezekre a feltekeredett, spirálisan csavarodott hifákra utal.) A molekuláris biológiai módszerrel történő meghatározáshoz többféle eljárás is elérhető. Némely módszerrel megerősíthető a *F. circinatum* tiszta tenyészetből végzett vizsgálatának eredménye (PCR-RFLP, Steenkamp et al. 1999), másokkal pedig közvetlenül növényi szövetből vagy magból is elvégezhető a detektálás és azonosítás. Mindkét célra alkalmazható a valós idejű PCR SYBR Green festékkel, a hagyományos PCR teszt (Schweigkofler et al. 2004) vagy a valós idejű PCR kettős jelölésű próbával (loos et al. 2009).

KÖRNYEZETI IGÉNYE

A fertőzések kialakulásához a kéregsérülések mellett magas relatív páratartalom és hőmérséklet szükséges. A spóráképződés és a csírázás 20°C felett válik intenzívvé, a fertőzések kialakulása és a micélium növekedés optimuma 25°C (Dwinell 1985). A kórokozóval szemben mutatott fogékonyságot növeli a szárazságból adódó stressz, a gyenge termőhely, a pangó víz, valamint a túl sűrű csemeteszám. Az Európai Élelmiszerbiztonsági Hatóság (EFSA) megállapítása szerint Európában - a jelenlegi klimatikus körülmé-

nyek, és a kiterjedt gazdanövénykör alapján – a *Fusarium circinatum*mal potenciálisan veszélyeztetett terület 10 millió hektár lehet, ami elsősorban a mediterrán régiót jelenti, de a fertőzés kiterjedhet az északabbra lévő hosszútűs fenyőállományokra is. Az eddigi ismeretek szerint a szélsőségesse váló időjárás, az általános melegedés, aszályos időszakok gyakoriságának emelkedése és a nagyarányú hőmérsékletingadozások elősegítik a kórokozó terjedését, így az új fertőzések kialakulásának és terjedésének rendkívül nagy a potenciális veszélye (EPPO 2009).

VÉDEKEZÉS LEHETŐSÉGEI

Jelenleg nincs kidolgozott, hatékony kémiai vagy biológiai védekezési eljárás a kórokozóval szemben. Ugyanakkor a fertőzött magok és csemeték kiszűrése, illetve az import fenyő szaporítóanyag szigorú ellenőrzése hatékonyan csökkentheti a kórokozó terjedését. A csemetekertekben és dísznövény telepeken az importált magok csávázását, fertőtlenítését mindenképpen el kell végezni, amennyiben azt korábban nem tették meg. Mindezek mellett egyre nagyobb hangsúlyt kap a megelőzés, a rezisztens vagy kevésbé fogékony egyedek szelektálása, tömegszaporítása az ipari faültetvények létesítése esetén (Hodge & Dvorak 2000, 2007; Roux et al. 2007; Vivas et al. 2012). A kórokozó fertőzött faanyaggal való terjedésének a lehetősége adott, de jelenleg úgy tűnik, hogy az ily módon való terjedés esélye kisebb jelentőségű. Mindezek ellenére, mivel a kórokozó endofita módon akár egy évig is életképes maradhat a kitermelt faanyagban, a fenyők kitermelés utáni azonnali lekérgezésével, szárításával és feldolgozásával jelentősen csökkenthető a faanyaggal való fertőzések terjedése. Ugyancsak fontos a földlabdás csemeték, dísznövények szállítása esetén a talaj megfelelő sterilizálása, mivel a kórokozó a talajban is hosszú ideig életképes marad. Je-

lentősen megnehezíti a fertőzött csemeték kiszűrését, hogy a kórokozó által kiváltott tünetek már csak a végső stádiumban jelennek meg, sokáig tünetmentes marad a fertőzött csemete (Hirsch & Braun 1992).

NÖVÉNY EGÉSZSÉGÜGYI ELŐÍRÁSOK

A *F. circinatum* kórokozó jelenleg nem szerepel zárlati listán. Hazánkban és az EU-ban egyaránt ideiglenes szükséghelyzeti intézkedések vannak érvényben a *F. circinatum* Közösségbe történő behurcolásának és Közösségen belüli elterjedésének megelőzésére (2007/433/EK határozat, 2007). Magyarországon a 7/2001. (I. 17.) FVM rendelet 5. melléklet A rész I. és II. szakaszai alapján érvényben van, hogy a Közösségen kívülről és belülről származó növényi termékek, azaz az ültetésre szánt *Pinus L.* nemzetséghez tartozó növények és a *Pseudotsuga menziesii*, beleértve a vetőmagot és a szaporítási célra használt tobozt is, úgy hozható be, ha érvényes hatósági nyilatkozat van arról, hogy a növény *F. circinatum*tól bizonyítottan mentes területről származik, illetve olyan termőhelyről, ahol az exportot megelőző két éven keresztül nem észlelték a *F. circinatum* károsító egyetlen tünetét sem, továbbá a növényt közvetlenül feladás előtt megvizsgálták, és mentesnek találták a károsító tüneteitől.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A cikk a COST Action FP1406 PINESTRENGTH (Fenyő szurkos kéregelhalása – a *Gibberella circinata* kórokozó ellen alkalmazható kezelési stratégiák üvegházakban és az erdőkben) projektben végzett munkánkon alapul. A kutatásokat a COST (*Cooperation in Science and Technology*) koordinálása és támogatása mellett végeztük, magyar részről a NAIK ERTI és a NÉBIH vett részt a tevékenységben.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- 7/2001. (I. 17.) FVM rendelet: a növény-egészségügyi feladatok végrehajtásának részletes szabályairól.
- 2007/433/EK: a Bizottság határozata: (2007. június 18.) a *Gibberella circinata* Nirenberg & O'Donnell Közösségbe történő behurcolásának és Közösségen belüli elterjedésének megelőzésére irányuló ideiglenes szükséghelyzeti intézkedésekről.
- Bragança, H., Diogo, E., Moniz, F. and Amaro, P. (2009): First report of pitch canker on pines caused by *Fusarium circinatum* in Portugal. *Plant Dis.* 93, 1079.
- Britz H, Coutinho TA, Wingfield MJ and Marasas WFO, (2002): Validation of the description of *Gibberella circinata* and morphological differentiation of the anamorph *Fusarium circinatum*. *Sydowia*, 54, 9-22.
- Carlucci, A., Colatruglio, L. and Frisullo, S. (2007): First report of pitch canker caused by *Fusarium circinatum* on *Pinus halepensis* and *P. pinea* in Apulia (Southern Italy). *Dis. Notes.* 91, 1683.
- Correll JC, Gordon TR and McCain AH, (1992): Genetic diversity in California and Florida populations of the pitch canker fungus *Fusarium subglutinans* f. sp. *pini*. *Phytopathology*, 82, 415-420.

Alföldi Erdőkért Egyesület Kutatói Nap

Püspökladány 2021.11.10

- Coutinho TA, Steenkamp ET, Mongwaketsi K, Wilmot M, Wingfield, MJ. (2007) First outbreak of pitch canker in a South African pine plantation. *Australas Plant Pathol* 36:256–261.
- Dwinell, L.D., Barrows-Broadus, J.B. & Kuhlman, E.G. (1985): Pitch canker – a disease complex of southern pines. *Plant Disease* 69(3): 270–276.
- EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization), (2005): Data sheets on quarantine pests. *Gibberella circinata*. European and Mediterranean Plant Protection Organization. EPPO Bulletin 35, 383-386.
- EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization), (2006): First report of *Gibberella circinata* in France. EPPO Reporting services 2006/104, n°5. European and Mediterranean Plant Protection Organization, Paris, France.
- EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization), (2009): Diagnostic protocol on *Gibberella circinata*. EPPO standard for identification PM 7/91 (1), 2009. European and Mediterranean Plant Protection Organization. EPPO Bulletin 39, 298-309.
- Gordon T.R., Storer, A.J. & Wood, D.L. (2001): The pitch canker epidemic in California. *Plant Disease* 85(11): 1128–1139
- Guerra-Santos, J.J. (1998): Pitch canker on Monterey pine in Mexico. Current and potential impacts of pitch canker in radiata pine. Proceedings of the IMPACT Monterey workshop, Monterey, California, USA, 30 November to 3 December 1998: 58–61.
- Hirsch, G.U. & Braun, U. (1992): Community of endophytic microfungi. Kluwer, Dordrecht.
- Hodge GR, Dvorak WS (2000): Differential responses of Central American and Mexican pine species and *Pinus radiata* to infection by the pitch canker fungus. *New Forests* 19:241–258.
- Hodge GR, Dvorak WS. (2007): Variation in pitch canker resistance among provenances of *Pinus patula* and *Pinus tecunumanii* from Mexico and Central America. *New Forests* 33:193–206.
- Hoff, J.A., Klopfenstein, N.B., McDonald, G.I., Tonn, J.R., Kim, M.S., Zambino, P.J., Hessburg, P.F., Rogers, J.D., Peever, T.L. & Carris, L.M. (2004): Fungal endophytes in woody roots of Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii*) and ponderosa pine (*Pinus ponderosa*). *Forest Pathology* 34(4): 255–271.

Alföldi Erdőkért Egyesület Kutatói Nap

Püspökladány 2021.11.10

- loos R, Fourrier C, Iancu G and Gordon TR, (2009): Sensitive detection of *Fusarium circinatum* in pine seed by combining an enrichment procedure with a real-time polymerase chain reaction using dual-labeled probe chemistry. *Phytopathology*, 99, 582-590.
- Iturrutxa, E., Ganley, R.J., Wright, J., Hepe, E., Steenkamp, E.T., Gordon, T.R. (2011): A genetically homogenous population of *Fusarium circinatum* causes pitch canker of *Pinus radiata* in the Basque Country, Spain. *Fungal Biol.* 115, 288–295.
- Landeras, E., García, P., Fernández, Y., Braña, M., Fernández-Alonso, O., Méndez-Lodos, S. (2005): Outbreak of pitch canker caused by *Fusarium circinatum* on *Pinus* spp. in northern Spain. *Plant Dis.* 89, 1015.
- Leslie JF, Summerell BA and Bullock S, (2006): *The Fusarium laboratory manual*. Editor: Blackwell Publishing Ltd, Oxford.
- Nirenberg HI and O'Donnell K, (1998): New *Fusarium* species and combinations within the *Gibberella fujikuroi* species complex. *Mycologia*, 90, 434-458.
- Roux, J.; Eisenberg, B.; Kanzler, A.; Nel, A.; Coetzee, V.; Kietzka, E.; Wingfield, M. (2007): Testing of selected South African *Pinus* hybrids and families for tolerance to the pitch canker pathogen, *Fusarium circinatum*. *New Forests* 33,109–123.
- Schweigkofler W, O'Donnell K and Garbelotto M, (2004): Detection and quantification of airborne conidia of *Fusarium circinatum*, the causal agent of pine pitch canker, from two California sites by using a real-time PCR approach combined with a simple spore trapping method. *Applied and Environmental Microbiology*, 70, 3512-3520.
- Steenkamp ET, Wingfield BD, Coutinho TA, Wingfield MJ and Marasas WFO, (1999): Differentiation of *Fusarium subglutinans* f. sp. *pini* by histone gene sequence data. *Applied and Environmental Microbiology*, 65, 3401-3406.
- Storer AJ, Gordon TR & Clarck SL. (1998): Association of the pitch canker fungus, *Fusarium subglutinans* f. sp. *pini* with Monterey pine seeds, and seedlings in California. *Plant Pathology* 47, 649–656.
- Viljoen A, Marasas WFO, Wingfield MJ and Viljoen CD, (1997): Characterization of *Fusarium subglutinans* f. sp. *pini* causing root disease of *Pinus patula* seedlings in South Africa. *Mycological Research*, 101, 437-445.

Alföldi Erdőkért Egyesület Kutatói Nap

Püspökladány 2021.11.10

- Vivas, M., Zas, R., Solla, A., (2012): Screening of Maritime pine. (*Pinus pinaster*) for resistance to *Fusarium circinatum*, the causal agent of Pitch Canker disease. *Forestry* 85(2), 185-192.
- Wingfield MJ, Jacobs A, Coutinho TA, Ahumada R, Wingfield BD. (2002): First report of the pitch canker fungus, *Fusarium circinatum*, on pines in Chile. *Plant Pathol* 51:397
- Wingfield, M. J., Hammerbacher, A., Ganley, R. J., Steenkamp, E. T., Gordon, T. R., Wingfield, B. D., Coutinho, T. A. (2008): Pitch canker caused by *Fusarium circinatum*: a growing threat to pine plantations and forests worldwide. *Australasian Plant Pathology* 37:319-334.