

Nyugat-magyarországi Egyetem

Doktori értekezés tézisei

Éghajlati alkalmazkodóképesség és válaszreakció előrejelzése
erdeifenyő (*Pinus sylvestris* L.) populációkon

Nagy László

Sopron
2010.

Roth Gyula Erdészeti és Vadgazdálkodási Tudományok
Doktori Iskola

Erdei ökoszisztémák ökológiája és diverzitása program

Témavezető: Dr. Mátyás Csaba

Bevezetés

A hazai erdők jelentős része jelen viszonyaink között is a zárt erdőjellelű vegetáció számára határhelyzetet jelentő éghajlati viszonyok között tenyészik az alsó erdőhatár közelében. Az utóbbi évtizedekben és napjainkban is tapasztalható tömeges erdőkárok előrevetítik azokat a nehézségeket, amelyekkel az erdőgazdálkodás szembesülhet a prognosztizált éghajlat-változás hatására. Az erdei fafajok klímaadaptációs készségének feltárása lehetőséget teremt arra, hogy felmérjük annak következményeit a hazai erdőtakaróra nézve.

Célkitűzések

A kutatás alapvető célja volt, hogy a származási kísérletekben mért adatok alapján

- leírja az erdeifenyő, mint teszt-fafaj fajon belüli adaptív változatosságát,
- feltárja e változatosság földrajzi-ökológiai mintázatát,
- a tényadatokra építve meghatározza a változatossággal kapcsolatba hozható éghajlati tényezők körét és hatását,

- a feltárt összefüggések segítségével olyan, tényadatokra építő modell felállítása, mely felhasználható a klímaváltozás hatásainak prognosztizálására;
- meghatározza azon populációk körét, amelyek fenotípusos stabilitásuk révén a kedvezőtlen irányú változásokat ésszerű mértékű veszteség mellett kompenzálni képesek.

Anyag és módszer

Az éghajlati alkalmazkodóképesség változatosságának, mintázatának genetikai vizsgálatára a meglévő származási kísérletek adatai megfelelő alapot nyújtanak. Az eredeti élőhelyükről a kísérletekbe áthelyezett populációk a környezet megváltozására (amit a kísérlet helyének és az eredeti élőhely ökológiai távolsága képez) adott reakciói alkalmasak lehetnek a klímaváltozás hatásainak szimulálására.

A vizsgálatok terepi bázisát a VNIILM által létesített, az erdeifenyő elterjedési területének jelentős részét lefedő kísérlethálózat, valamint az ERTI által létesített és kezelt származási kísérletek szolgáltatták. Összesen 37 kísérlet, 145 közép- és kelet-európai, valamint ázsiai erdeifenyő származás növekedési adatai álltak rendelkezésre szakirodalmi közlések

és az ERTI adattárának köszönhetően. Az éghajlati adatok forrását a Worldclim klimatikus adatbázis magas felbontású globális felületmodelljei szolgáltatták.

A növekedési és éghajlati adatsorok felhasználásával egyszerű, regressziós modellek kerültek kidolgozásra, melyek segítségével feltárhatóvá vált a teszt-fafaj alkalmazkodóképességének földrajzi-ökológiai mintázata, e mintázat egyes éghajlati jellemzőkkel való összefüggése, az egyes populációcsoportok fenotípusos plaszticitásának mértéke.

Eredmények, következtetések

A korábbi vizsgálatok eredményeivel egybehangzóan jelentős populációk közötti változatosság volt kimutatható az adaptív bélyegek tekintetében. A feltárt földrajzi mintázat gyakorlatilag megegyezik a korai, 5-9 éves korban elvégzett értékelések során kimutatottal, miszerint a hazai, jelentős kontinentális hatással érintett termőhelyeken az ukrán sztyepp- és erdőssztyepp-vidéket, Nyugat-Oroszországot és Kelet-Lengyelországot reprezentáló populációk teljesítménye rendszerint eléri vagy meghaladja a helyi származásokét. A legjobb kezelések növekedése mintegy 10-15 százalékkal haladta meg a kísérleti főátlagokat.

A vizsgált eurázsiai származások körében a populációk közötti változatosság klinális és az éghajlati tényezőkkel szoros kapcsolatot mutat. A mintázat kialakításában hőmérsékleti faktorok játszanak főszerepet, a csapadékviszonyok hatása csupán másodlagos. Az área mintavétellel és kísérletekkel lefedett területén az adaptív tulajdonságok befolyásolásában a fotoperiódus hatása elhanyagolható. A hazai kísérletek adatai alapján a klimatikus környezet hatása a populáción belüli adaptív változatosságra szintén nem volt kimutatható.

A populációk áttelepítése által kiváltott adaptív válasz is elsősorban hőmérsékleti jellegekkel mutat szorosabb kapcsolatot.

Az indukált válaszok a fajra nézve nem egységesek. Egy adott hatásra populációk (vagy populáció-csoportok) egymástól gyökeresen eltérően reagálhatnak alkalmazkodottságuk és fenotípusos plaszticitásuk függvényében.

Hat, a hazai körülményekhez hasonlóan számottevő kontinentális hatásnak kitett kísérlet adatai alapján a felállított modell a középtávú éghajlati forgatókönyvek által valószínűsített 2 °C mértékű éves átlaghőmérséklet-emelkedés mintegy 15 százaléknyi növekedés-visszaesést valószínűsített az elterjedési terület déli határa mentén. Tekintve, hogy a

vizsgált kísérletekben jelentős, nem technológiai okokra visszavezethető mortalitás nem került feljegyzésre, a toleranciahatár számszerű meghatározására nem nyílt lehetőség.

Az elemzések rámutattak arra, hogy a szárazsági határ közelében a helyi körülményekhez alkalmazkodott populációk is jelentős éghajlati stressz alatt tenyésznek. A stresszfeltételek alól szabadulva azonban a javuló környezeti feltételeket csupán korlátozottan képesek kihasználni.

A származási kísérletek növekedési adatainak együttes regressziós elemzése jelentős populációk közötti változatosságot tárt fel a fenotípusos plaszticitás tekintetében. A hazai viszonyok között jó teljesítményű közép-európai származások jelentős része speciális alkalmazkodóképességet mutat a melegebb, szárazabb ökológiai viszonyokhoz, azonban egy viszonylag csekély méretű kedvezőtlen változás könnyen kimerítheti adaptációs készségüket. Jó általános alkalmazkodóképességű populációk az elterjedési terület teljes vizsgált hányadán fellelhetők, előfordulások súlypontot Nyugat-Oroszországban képez. A hazai kísérletekben mutatott jó növekedéssel ez a tulajdonság leggyakrabban az orosz-ukrán határvidéken élő populációk esetében párosul.

Az ismertett erdeifenyő-, valamint a rendelkezésre álló lucfenyő- és bükk-modellből levonható következtetések arra utalnak, hogy a hazai, számos fafaj szempontjából határhelyzetet jelentő éghajlati körülmények között a klimatikus alkalmazkodás kérdéskörének fokozott jelentőséget kell tulajdonítanunk, az erdészeti szaporítóanyag-gazdálkodás szabályozásában fokozott figyelemmel és szigorral, gyakorlatában pedig fokozott óvatossággal és mértékletességgel kell eljárunk.

Tézisek

I. Az eurázsiai erdeifenyő populációk körében jelentős mértékű, ökológiai tényezőkkel kapcsolatba hozható változatosság mutatható ki mind alkalmazkodottság, mind alkalmazkodóképesség tekintetében. Az adaptív tulajdonságok populációk közötti változatossága klinális jellegű, a teszt-fafaj ökológiai igényeivel összhangban döntően – és gyakran determinisztikusan – hőmérsékleti jellemzők által meghatározott. A csapadékviszonyok és a fotoperiódus hatása a változatosság szempontjából alárendelt.

II. Ezen összefüggések szorossága és jellege lehetővé teszi, hogy kísérletekben mért, tényszerű adatokra támaszkodva előrejelzést adjunk a várható klímaváltozás hatásaira.

III. Egy 2 °C mértékű éves középhőmérséklet-emelkedés a szárazsági határ környékén, erőteljes klimatikus stressz alatt tenyésző erdeifenyő populációk körében 15%-ot meghaladó növekedés-veszteséget okozhat.

IV. A klímaváltozás negatív hatásának ellensúlyozására a fenotípusos plaszticitás kiaknázása okszerű alternatívát kínál. A plaszticitás mértéke genetikailag meghatározott, elsősorban éghajlati paraméterek által uralt. A növekedési tulajdonságok

változatosságához hasonlóan a tapasztalt változatosság hőmérsékleti paraméterekkel hozható összefüggésbe. Az alkalmazott modell segítségével a plaszticitás földrajzi-ökológiai változatossága feltárható volt. Jó általános alkalmazkodóképességet mutató populációk Nyugat-Oroszországban képeznek súlypontot, a hazai körülmények között kiemelkedő produkciót nyújtó régióval az orosz-ukrán határvidéken kerülnek átfedésbe.

V. A hazai klimatikus forgatókönyvek által felvázolt perspektíva alapján a szaporítóanyag-források értékelésénél az alkalmazkodottság (azaz fatömeg-produkció) maximalizálása helyett a gyors környezeti változásokat jobban toleráló, plasztikus populációk felkeresését és használatát, azaz az alkalmazkodóképesség maximalizálását szükséges hangsúlyozni.

Publikációk

Könyvrészlet

- [1] NAGY L. (2002): Feketefenyő. In: Mátyás Cs. (2002): Erdészeti-természetvédelmi genetika, Mezőgazda Kiadó, Budapest, p. 362-366.
- [2] MÁTYÁS CS., NAGY L., UJVÁRINÉ JÁRMAY É. (2009): Genetic background of response of trees to aridification at the xeric forest limit and consequences for bioclimatic modelling. In: STRELCOVÁ, K. ET AL. (szerk.): Bioclimatology and natural hazards. Springer, p. 179-196.

Magyar nyelvű közlemény

- [3] BARTHA D., NAGY L. (1999): A hazai szil fajok génmegőrzése. In: MÁTYÁS CS. (szerk.): Genetikailag veszélyeztetett, ritka fafajok génmegőrzésének gyakorlati teendői. OMMI, Budapest, p. 36-41.
- [4] KOLTAY A., NAGY L. (1999): Feketefenyő klónok fogékonysága a *Sphaeropsis sapinea* és *Dothistroma septospora* kórokozók fertőzésével szemben. Erdészeti Kutatások **89**:151-162.
- [5] NAGY L. (1999): Kövi benge (*Rhamnus saxatilis*). In: BARTHA D., BÖLÖNI J., KIRÁLY G. (szerk.): Magyarország ritka fa- és cserjefajai. Tilia **7**: 261-268.
- [6] KOLTAY A., NAGY L. (2000): Rezisztencia-vizsgálatok erdei- és feketefenyőn. Magkutató, Termesztés, Kereskedelem **14** (1): 42-43.

- [7] NAGY L. (2000): A fenyőnemesítés jelenlegi helyzete, a várható tendenciák. *Magkutató, Termesztés, Kereskedelem* **14** (1): 40-41.
- [8] NAGY L. (2000): Ex situ génmegőrzési tevékenység az ERTI-ben. *Magkutató, Termesztés, Kereskedelem* **14** (1): 41-42.
- [9] BOROVICS A., GERGÁCS J., NAGY L. (2002): A biológiai alapok hasznosítása az erdészetben. *Az Erdészeti Tudományos Intézet Kiadványai* 17. Az erdészeti kutatás szerepe az ágazat fejlesztésében, p. 43-50.
- [10] KOLTAY A., NAGY L. (2002): A *Sclerophoma pithyophila* (CORDA) HÖHN biológiája és különböző erdeifenyő klónok eltérő fogékonysága a kórokozóval szemben. *Erdészeti Kutatások* **90**: 170-175.
- [11] MÁTYÁS CS., NAGY L., UJVÁRINÉ JÁRMAY É. (2007): Klimatikus stressz és a fafajok genetikai válaszreakciója az elterjedés szárazsági határán: elemzés és előrejelzés, In: MÁTYÁS CS., VIG P. (szerk.): *Erdő és klíma V.*, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Sopron, p. 241-255.
- [12] MÁTYÁS CS., NAGY L., UJVÁRINÉ JÁRMAY É. (2009): Klimatikus stressz és a fafajok genetikai válaszreakciója az elterjedés szárazsági határán: elemzés és előrejelzés. *Klíma-21 Füzetek* **56**: 57-65.

Idegen nyelvű közlemény

- [13] COLLIN, E., RUSANEN, M., AKZELL, L., BOHNEN, J., A. DE AGUIAR, S. DIAMANDIS, A. FRANKE, L. GIL, L. HARVENGT, P. HOLLINGSWORTH, G. JENKINS, A. MEIER-DINKEL, L. MITTEMPERGER, B. MUSCH, L. NAGY, M.

- PAQUES, J. PINON, D. PIOUS, P. ROTACH, A. SANTINI, A. VAN DEN BROECK, H. WOLF (2004): Methods and progress in the conservation of elm genetic resources in Europe. *Sistemas y Recursos Forestales* **13**(1): 261-272.
- [14] NAGY L., DUCCI, F. (2004): EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for field maple (*Acer campestre*), International Plant Genetic Resources Institute, Róma, 6 pp.
- [15] MÁTYÁS CS., NAGY L. (2005): Genetic potential of plastic response to climate change. Proceedings of the Conference 'Genetik und Waldbau', Teisendorf, Germany, p. 55-69.
- [16] BOROVIČS A., NAGY L. (2007): Forest genetic conservation. In: TÖRÖK K., TORDA G. (ed.): Review of biodiversity research results from Hungary that directly contribute to the sustainable use of biodiversity in Europe. Institute of Ecology and Botany of the Hungarian Academy of Sciences, Budapest, p. 12-15.
- [17] ČELEPIROVIĆ, N., IVANKOVIĆ, M., GRADEČKI-POŠTENJAK, M., NAGY L., BOROVIČS A., AGBABA, S. N., LITTVAY, T. (2009): Review of investigation of variability of nad1 gene intron B/C of mitochondrial genome in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). *Periodicum Biologorum* **111** (4): 453-457.

Összefoglaló

- [18] KOLTAY A., NAGY L. (2000): Erdei és feketefenyő klónok eltérő érzékenysége néhány túlhalást előidéző

- kórokozóval szemben. Növényvédelmi Tudományos Napok, 2000. 03. 22-23., Budapest, p. 104.
- [19] KOLTAY A., NAGY L. (2001): Változatosság a hajtáspusztulást, tűvörösödést előidéző kórokozókkal szembeni érzékenység tekintetében erdei- és feketefenyőn. VII. Növénynevelési Tudományos Napok, 2001. 01. 23-24., Budapest, p. 58.
- [20] MÁTYÁS CS., NAGY L. (2001): Az erdészeti genetikai erőforrások megőrzése. VII. Növénynevelési Tudományos Napok, 2001. 01. 23-24., Budapest, p. 45.
- [21] NAGY L., MÁTYÁS CS. (2001): Modellierung der phänotypischen Variation von eurosibirischen Kieferherkünften. Nachhaltige Nutzung forstgenetischer Ressourcen, SLAF, Graupa, p. 233-234.
- [22] MÁTYÁS CS., NAGY L. (2004): Konservativität der Anpassung im Klimawandel - aus der Sicht eines transkontinentalen Kiefern-Provenienzversuches. Forum Genetik-Wald-Forstwirtschaft, 2004. 09. 20-22., Teisendorf, Németország, p. 7-8.
- [23] MÁTYÁS CS., NAGY L., UJVÁRINÉ JÁRMAY É. (2007):Klimatikus stressz és a fajok válaszreakciójának elemzése közös tenyészkerti kísérletek alapján. A Nyugat-magyarországi Egyetem Erdőmérnöki Karának Erdészeti Tudományos Konferenciája, 2007. 12. 11., Sopron, p. 24.
- [24] MÁTYÁS CS., NAGY L., UJVÁRINÉ JÁRMAY É. (2008): A klímaváltozás hatása fajokunk alkalmazkodóképességére – elemzés és előrejelzés. Erdészeti Lapok **143**: 206.

Sajtó alatt

- [25] FÜHRER E., RASZTOVITS E., CSÓKA GY., LAKATOS F., BORDÁCS S., NAGY L., MÁTYÁS Cs. (2009): Current status of European beech (*Fagus sylvatica* L.) genetic resources in Hungary. Communicationes Instituti Forestalis Bohemicae, Praha
- [26] MÁTYÁS Cs., BOROVICS A., NAGY L., UJVÁRINÉ JÁRMAY É. (2009): Genetically set response of trees to climatic change, with special regard to the xeric (retreating) limits. Forstarchiv, Hannover, 80:

Poszter

MÁTYÁS Cs., NAGY L. (2001): Adaptational pattern of East-European Scots pine populations. Nachhaltige Nutzung forstgenetischer Ressourcen, 2000. 03. 14-16., Pirna, Németország

NAGY L. (2008): Erdei fafajaink génkészletének megőrzése. Az Országos Erdészeti Egyesület 139. Vándorgyűlése, 2008. 07. 11-12., Debrecen

Előadás

KOLTAY A., NAGY L. (2000): Erdei és feketefenyő klónok eltérő érzékenysége néhány túlhalást előidéző kórokozóval szemben. Növényvédelmi Tudományos Napok, 2000. 03. 22-23., Budapest

NAGY L., MÁTYÁS Cs. (2000): Modellierung der phänotypischen Variation von eurosibirischen

- Kieferherkünften. Nachhaltige Nutzung forstgenetischer Ressourcen, 2000. 03. 14-16., Pirna, Németország
- KOLTAY A., NAGY L. (2001): Változatosság a hajtáspusztulást, tűvörösödést előidéző kórokozókkal szembeni érzékenység tekintetében erdei- és feketefenyőn. VII. Növénynemesítési Tudományos Napok, 2001. 01. 23-24., Budapest
- MÁTYÁS Cs., NAGY L. (2001): Az erdészeti genetikai erőforrások megőrzése. VII. Növénynemesítési Tudományos Napok, 2001. 01. 23-24., Budapest
- BOROVICS A., GERGÁCZ J., NAGY L. (2002): A biológiai alapok hasznosítása az erdészetben. Az erdészeti kutatás szerepe az ágazat fejlesztésében, 2002. 11. 06., Budapest
- NAGY L. (2002): National activities on gene conservation of noble hardwoods. EUFORGEN Noble Hardwoods Network Meeting 6, 2002. 06. 08-13., Alter do Chao, Portugália
- NAGY L. (2002): Erdeifenyő populációk adaptív változatossága. Az Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság Erdészeti Szakosztályának II. Erdészeti Szakkonferenciája, 2002. 10. 11-12., Ojtoz
- MÁTYÁS Cs., NAGY L. (2004): Konservativität der Anpassung im Klimawandel - aus der Sicht eines transkontinentalen Kiefern-Provenienzversuches. Forum Genetik-Wald-Forstwirtschaft, 2004. 09. 20-22., Teisendorf, Németország
- NAGY L. (2005): Óshonos fafajaink genetikai hátterének megőrzése. „A szaporítóanyag-gazdálkodás és erdőművelés természetközeli módszerei” Szakmai Nap, 2005. 03. 30., Sárvár

- MÁTYÁS Cs., NAGY L., UJVÁRINÉ JÁRMAY É. (2005): Az alkalmazkodás genetikai tartalékának elemzése származási kísérletek alapján. VIII. Erdő- Vad- és Fatudományi Fórum, MTA, Budapest, 2005. máj. 17.
- NAGY L. (2006): Cönológiai felvételek Pro Silva mintaterületeken. Pro Silva szakmai napok és konzultáció, 2006. 07. 05-07., Ivánc
- MÁTYÁS Cs., NAGY L., UJVÁRINÉ JÁRMAY É. (2006): Az adaptáció és tolerancia genetikai korlátai. Az „Éghajlati bizonytalanság és a hazai erdőtakaró fenyegetettsége: hatás-előrejelzés és felkészülés” program záró konferenciája, 2006. 10. 27., Mátrafüred
- NAGY L. (2007): Conservation of forest genetic resources. COST E44 Training School „Plantation Timber – new challenges”, 2007. 05. 7-11., Sopron
- MÁTYÁS Cs., NAGY L., UJVÁRINÉ JÁRMAY É. (2007): Klimatikus stressz és a fajok válaszreakciójának elemzése közös tenyészerti kísérletek alapján. Nyugat-Magyarországi Egyetem Erdőmérnöki Kari Tudományos Konferencia, 2007. 12. 11., Sopron
- NAGY L. (2008): Forest gene resources conservation in Hungary. 7th EUFORGEN Conifers Network Meeting, 2008. 06. 10-12., Sopron
- MÁTYÁS Cs., NAGY L., UJVÁRINÉ JÁRMAY É. (2008): A klímaváltozás hatása fajokunk alkalmazkodóképességére: elemzés és előrejelzés. Az Országos Erdészeti Egyesület 139. Vándorgyűlése, 2008. 07. 11-12., Debrecen

