

ERDÉSZETI KUTATÁSOK

az 1899-ben alapított Erdészeti Kísérletek folytatása



AZ ERDÉSZETI
TUDOMÁNYOS INTÉZET
KÖZLEMÉNYEI

PROCEEDINGS
OF THE FOREST RESEARCH
INSTITUTE

MITTEILUNGEN
DES INSTITUTES FÜR
FORSTWISSENSCHAFTEN

RAPPORTS
DE L'INSTITUT DE LA
RECHERCHE FORESTIÈRE

VOL. 88.
BUDAPEST, 1998.

ERDÉSZETI KUTATÁSOK

ERDÉSZETI TUDOMÁNYOS INTÉZET
FOREST RESEARCH INSTITUTE
INSTITUT DE LA RECHERCHE FORESTIÈRE
INSTITUT FÜR FORSTWISSENSCHAFTEN
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

1023 Budapest, Frankel Leó u. 42-44.
1277 Budapest, Pf.: 17.

Telefon: (36-1) 326-1769
Telefax: (36-1) 326-1639
E-mail: h9439fuh@ella.hu

Püspökladányi Kísérleti Állomás

4150 Püspökladány, Farkassziget
Tel.: (36-54) 452-991; 451-169
Fax: (36-54) 452-993
E-mail: qndvok@mail.elender.hu

**Sárvári Kísérleti Állomás és
Arborétum**

9601 Sárvár, Várkerület 30/a
Tel.: (36-95) 322-379; 320-070
Fax: (36-95) 320-252
E-mail: borovics@savaria.hu

Soproni Kísérleti Állomás

9400 Sopron, Paprét 17.
Tel.: (36-99) 311-017; 311-891
Fax: (36-99) 311-891

Gödöllői Kirendeltség és Arborétum

2100 Gödöllő, Arborétum Pf.: 49
Tel.: (36-28) 430-690
Fax: (36-28) 410-856

Mátrafüredi Kirendeltség

3232 Mátrafüred, Hegyalja u. 14.
Tel.: (36-37) 320-129
Fax: (36-37) 320-406
E-mail: gy.csoka@mail.datanet.hu

ERDÉSZETI KUTATÁSOK

AZ ERDÉSZETI TUDOMÁNYOS INTÉZET KÖZLEMÉNYEI

PROCEEDINGS OF THE FOREST RESEARCH INSTITUTE
RAPPORTS DE L'INSTITUT DE LA RECHERCHE FORESTIÈRE
MITTEILUNGEN DES INSTITUTES FÜR FORSTWISSENSCHAFTEN
СООБЩЕНИЯ НАУЧНО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ИНСТИТУТА
ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

VOL. 88.



BUDAPEST
1998

FŐSZERKESZTŐ:

DR. FÜHRER ERNŐ

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG:

**DR. GERGÁ CZ JÓZSEF, MANNINGER MIKLÓS, MAROSI GYÖRGY, DR. RÉDEI KÁRO L
DR. SÁRVÁRI JÁNOS, DR. SOMOGYI ZOLTÁN, DR. TÓTH JÓZSEF**

TECHNIKAI SZERKESZTŐK:

DR. VEPERDI GÁBOR, VEPERDI IRINA

Az Erdészeti Kutatások ezen száma
az erdészeti közcélú feladatok pályázati keretéből
és az Alföldi Erdészeti Egyesület részvénytársasági tagjainak
támogatásával jelent meg.

ISSN 0521-3851

Készült az OMMI Sokszorosító Üzemben

800 példányban

Tsz.: 60/98

Felelős vezető: Vas János

TARTALOM

Előszó9.

I. AZ ERTI 100 ÉVES JUBILEUMA ALKALMÁBÓL 1998. OKTÓBER 7-ÉN SÁRVÁRON MEGRENDEZETT KONFERENCIA ELŐADÁSAI

<i>Solymos Rezső</i> : Az erdészeti fatermési és erdőnevelési kutatások eredményei és alkalmazásuk az erdőgazdasági gyakorlatban (1958–1998)	13.
<i>Somogyi Zoltán</i> : Van-e szükség fatermési és erdőnevelési kutatásokra?	37.
<i>Veperdi Gábor</i> : Peresznye állabok erdölése	45.
<i>Csókáné Szabados Ildikó</i> : Erdészeti monitoring a Bős-Gabcikovo erdőmű hatásterületén	53.
<i>Horánszky András</i> : Alföldi tölgyeseink problémái a gyakorlati erdészet és természetvédelem, valamint az elmélet szemszögéből	67.
<i>Gergáczy József</i> : Állományalkotó fafajok nemesítésének eredményei, aktuális teendők	81.
<i>Borovics Attila</i> : A tölgyek hibridizációja, morfológiai és genetikai változottsága	89.
<i>Tóth József</i> : Az erdők egészségi állapotát figyelemmel kísérő mérőhálózatok Magyarországon	109.
<i>Szántó Mária, Marijke Steenackers</i> : Előzetes adatok a nyárák levélrozsdáját okozó <i>Melampsora</i> fajok hazai előfordulásáról	119.
<i>Marosi György</i> : Az Ökonómiai Osztály kutatásai	131.

II. TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

ERDÉSZETI ÖKOLÓGIA

Németh Ferenc: Magyarország erdőterületeinek változása 1100 év alatt145.

ERDŐMŰVELÉS ÉS FATERMÉSTAN

<i>Somogyi Zoltán</i> : A bolygatás jelensége, szerepe az erdei ökoszisztémákban és erdőművelési jelentősége. Szakirodalmi áttekintés néhány megfontolással	165.
<i>Rédei Károly</i> : Új akác szelekciós program a Duna–Tisza közén	195.
<i>Veperdi Gábor, Veperdi Irina</i> : A felsőmagasság változásának vizsgálata fenyő ültetési hálózati kísérletekben	207.

ERDÉSZETI NEMESÍTÉS

- Borovics Attila*: Keresztezési kísérletek őshonos tölgyfajaink között 223.
Gergác József: Egzóta fenyők honosításának tapasztalatai 237.

ERDŐVÉDELEM

- Koltay András*: A feketefenyő hajtáspusztulását okozó gomba, a *Sphaeropsis sapinea* Dyko & Sutton biológiájának vizsgálati eredményei 251.
Leskó Katalin, Ambrus András: Sopron környékének nagylepkefaunája fénycsapdás gyűjtések alapján 273.
Csóka György, Hirka Anikó, Kmetty László, Kis Lászlóné: Vizsgálatok koscsányos tölgyek rügyfakadásával kapcsolatban 305.
Csóka György: A Magyarországon honos tölgyek herbivor rovaregyüttese 311.
Leskó Katalin, Szentkirályi Ferenc, Kádár Ferenc: Araszoló lepkefajok fluktuáció-mintázatának elemzése hosszú távú (1961–1997) magyarországi fénycsapdázási és kártételi idősorokon 319.
Pagony Hubert: Az óriás terülő gomba (*Phlebiopsis gigantea* Fr.) egyes törzseinek korhasztó tevékenysége luc- és erdeifenyő faanyagán; alkalmazásuk lucosokban a gyökérrontó tapló (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.) fékentartására 335.

ERDÉSZETI ÖKONÓMIA

- Illyés Bejamin, Neißlein Erwin*: Új erdészeti politika piacgazdasági alapon Magyarországon 349.

INTÉZETI HIREK

- AKTUÁLIS HAZAI ESEMÉNYEK** 357.
NEMZETKÖZI KAPCSOLATOK 357.
SZEMÉLYI HIREK 357.

TABLE OF CONTENTS

Preface	9.
---------------	----

I. THE PRESENTATION OF THE CONFERENCE HELD ON THE OCCASION OF THE CENTENNIAL OF THE FOREST RESEARCH INSTITUTE IN SÁRVÁR ON 7th OCTOBER, 1998

<i>Solymos, R.</i> : The results of research on forest yield and forest stand tending operations as well as their application in the forestry practice	13.
<i>Somogyi, Z.</i> : Is research in forestry yield and silviculture necessary?	37.
<i>Veperdi, G.</i> : Studies on yield and growing in coniferous stands ongoing in Hungary	45.
<i>Cs. Szabados, I.</i> : Forestry monitoring in the impact area of the Bős-Gabcsikovo Hydropower Plant.....	53.
<i>Horánszky András</i> : Question on plain oak stands phytocenological investigation from practical forestry, nature conservation and theoretical point of view	67.
<i>Gergác J.</i> : The results of stand-forming tree-species breeding; task of current concern	81.
<i>Borovics A.</i> : Hibridization, morphology and genetic variability of oaks.....	89.
<i>Tóth József</i> : Forest health monitoring system in Hungary	109.
<i>Szántó, M., M. Steenackers</i> : Preliminary data from the occurrence on <i>Me-lampsora</i> species on poplar in Hungary	119.
<i>Marosi György</i> : Research activities of the Department of Economy	131.

II. SCIENTIFIC PUBLICATIONS

FOREST ECOLOGY

<i>Németh, F.</i> : Change in the forest area of Hungary during 1100 years	145.
--	------

SILVICULTURE AND FOREST YIELD

<i>Somogyi, Z.</i> : The phenomenon of disturbance, its role in forest ecosystems, and its silvicultural importance. Review of literature with some consideration	165.
<i>Rédei, K.</i> : A new black locust (<i>Robinia pseudoacacia</i> L.) selection programme in the Danube-Tisza interfluvium region	195.
<i>Veperdi, G., Veperdi I.</i> : Studies on change in the top height of Austrian black pine (<i>Pinus nigra</i> L.) stands with different spacings	207.

TREE BREEDING

- Borovics, A.*: Recent results on hybridization between native oak species 223.
Gergácz, J.: Experiences of introduction of exotic coniferous tree species 237.

FOREST PROTECTION

- Koltay, A.*: Recent results on biology of pathogen *Sphaeropsis sapinea* Dyko & Sutton causing Austrian pine shoot blight 251.
Leskó, K., Ambrus A.: Macrolepidoptera fauna based on light trappings in the surrounding of Sopron 273.
Csóka, Gy., Hirka, A., Kmetty, L., Kis, L.: Investigations on budburst phenology of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) 305.
Csóka, Gy.: Insect herbivore guild of the oaks native to Hungary 311.
Leskó, K., Szentkirályi, F., Kádár, F.: Analysis of fluctuation patterns of geometrid moth species on long-term (1961–1997) time series of Hungarian light trappings and damage estimations 319.
Pagony, H.: Putrefaction of some *Phlebiopsis gigantea* (Fr.) strains on spruce and pine wood, using them to control the root fomes (*Heterobasidion annosum*) in spruce stands 335.

FOREST ECONOMY

- Illyés, B., Neiflein, E.*: New forestry policy on economic basis in Hungary 349.

INSTITUTE'S NEWS

- Current home events 357.
International relations 357.
Personal news 357.

ELŐSZÓ

Az Erdészeti Tudományos Intézet ebben az évben ünnepli jogelődjének a Magyar Királyi Erdészeti Kísérleti Állomás megalapításának 100. évfordulóját.

A múlt század második felében hazánk társadalmi és gazdasági felemelkedését jelentős mértékben előmozdította szellemi erőink koncentrációja és a természettudományi ismeretek célorientált hasznosítása. E fejlődési folyamat egyik állomása volt 1897. december 31-e, amikor *Darányi Ignác* földművelésügyi miniszter úr aláírta az önálló, közvetlen a minisztérium fennhatósága alatt álló, selmecbányai Erdészeti Kísérleti Állomás létesítéséről intézkedő 12650/1/2 897. számú rendeletet.

Az erdészeti kísérletügy megszervezésében elvülhetetlen szerepet vállalt *Vadas Jenő*, aki 1922-ig az újonnan létrehozott kísérleti állomás első igazgatója volt. Már 100 évvel ezelőtt is azt a korszerű ökológiai és ökonómiai felfogást érvényesítette, mely alapján „megállapíthatók azok az erdőgazdasági elvek, melyek alkalmazásával az erdők jövedelmezősége, a tartós mértékig fokozhatók”. A Földművelésügyi Minisztérium *Vadas Jenő* feladataként határozta meg a kísérleti és kutatási eredmények rendszeres összeállítását és közzétételét. Ma már megállapíthatjuk, hogy szakma- és tudománytörténeti szempontból is igen fontos esemény volt az „Erdészeti Kísérletek” című kiadvány 1899. évi elindítása, melynek folytatásaként jelenik meg 1954-től az „Erdészeti Kutatások”.

Cserny Győző 1903-ban az „Erdészeti Lapok”-ban írta a következőket: „Részünkről őszintén kívánjuk, hogy ezt a szakfolyóiratot minél többen forgassák, és hogy szakértésünk az erdészeti kísérleti ügynek minél fokozottabb mértékben szenteljék érdeklődésüket. Hogy ez az óhajunk azonban teljesüljön, ahhoz okvetlenül szükséges volna az „Erdészeti Kísérletek”-et a nagy szakközönségnek hozzáférhetővé tenni, s azoknak onnan való beszerezhetővé nézve széles körben tájékoztatást nyújtani.”

A fenti törekvés ma is fontos követelmény az Erdészeti Tudományos Intézet vezetéséről, hiszen az erdőgazdálkodás egy évszázados fejlődése, de jövőbeni fejlesztése is szükségessé teszi a már elért kutatási eredmények széleskörű terjesztését, gyakorlatba történő átültetését. Szeretnénk, ha szakmánk – működésének második évszázadát megkezdő – tudományos intézetének a kiadványa, az „Erdészeti Kutatások” méltó folytatása lenne az „Erdészeti Kísérletek”-nek.

Dr. Führer Ernő
főigazgató

***AZ ERTI 100 ÉVES JUBILEUMA ALKALMÁBÓL 1998. OKTÓBER 7-ÉN
SÁRVÁRON MEGRENDEZETT KONFERENCIA ELŐADÁSAI***

A fenti rendezvényt az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság (89439/98)
támogatta.

**AZ ERDÉSZETI FATERMÉSI ÉS ERDŐNEVELÉSI KUTATÁSOK
EREDMÉNYEI ÉS ALKALMAZÁSUK
AZ ERDŐGAZDASÁGI GYAKORLATBAN (1958–1998)**

SOLYMOS REZSŐ

"Ha végigtekintünk erdészeti termelési területeinken, megállapíthatjuk, hogy a haladáshoz szükséges elveket a tudományos kutatás szolgáltatta. (Sali E. 1977. MTA)

ÖSSZEFOGALLÓ

A cikk áttekintést ad a többcélú, fenntartható erdőgazdálkodásról, a fa jelentőségéről, az erdők állapotáról. Külön hangsúlyt helyez a fatermési, faállományszerkezeti és erdőnevelési nemzetközi és hazai kutatásokra, kiemelve, hogy ezeknek bázisát a hosszúlejáratú kísérletek képezik. Ismerteti a hazai fatermési és erdőnevelési kutatásokat, a 40 év alatt elért eredményeket, valamint alkalmazásukat az erdőgazdasági gyakorlatban.

KULCSSZAVAK: fatermés, erdőnevelés, hosszúlejáratú kísérletek

ABSTRACT

The paper reviews characteristics of the multiresources and sustainable forest management, the role of wood as a natural resource as well as the forest health conditions. The author underlines the importance of research activities on forest growth, yield study and stand-structure analyses carrying out at international and national levels. Only long-term trials can provide a reliable basis for these studies. Research results related to the above mentioned fields achieved in Hungary in the past 40 years as well as their practical applications are also presented.

KEYWORDS: forest growth and yield study, long-term trials, practical application

A FA ÉS A FAÁLLOMÁNY SZEREPE A TÖBBCÉLÚ ERDŐGAZDÁLKODÁSBAN

Az erdő és az erdőgazdálkodás, valamint a társadalmi jólét közötti kapcsolatot az életkörnyezet, az életmód, továbbá az életszínvonal teszi meghatározó jelentőségűvé. Ennek a kapcsolatnak a legkedvezőbb hatása az erdők többcélú hasznosításával érhető el. Az emberiség története folyamán az erdő mindenkor többet nyújtott az embernek a

faanyagnál, habár a legjelentősebb értéket napjainkig a fa képviselte. Hosszú ideig úgy tűnt, hogy korunk embere a technika, a civilizáció előnyeit élvezve hamar elfeledkezett arról a kapcsolatról, amely évezredekken át az erdőhöz kötötte. A 20. század közepén már arra is törekedett, hogy az erdő nagy kincsét, a fát műanyagokkal helyettesítse.

A harmadik évezredhez közeledve folyamatos, viszonylag nagymértékű változások következtek be a társadalmi felfogásban és a gazdasági életben egyaránt. Az urbanizáció, a civilizációs ártalmak, az élővilágot és általában a környezetet ért károsítások elemi erővel döbentették rá az emberiség jó részét arra, hogy a kedvezőtlen helyzet megállapításában és visszafordításában kiemelkedő szerepe lehet a föld egyharmadát borító erdőknek. Ez főleg annak köszönhető, hogy az emberi beavatkozás ellenére is az erdők még a legkevésbé háborított ökoszisztémák közé tartoznak. Azon túlmenően, hogy számos növény és állatfajnak nyújtanak élőhelyet, felbecsülhetetlen jelentőségű az élő- és az élettelen környezetre, az emberi élet minőségére gyakorolt kedvező hatásuk. Ennek felismerését és elismerését tükrözi vissza az, hogy a többcélú, más néven jóléti erdőgazdálkodásban az erdők ökológiai, környezetvédelmi és szociális funkciója kiemelt jelentőségűvé vált. Fatermelési szerepük, amely hosszú időszak óta elsőrendű volt, a társadalmi megítélés szerint ezek mögé került. A korábbi "erdei fagyár" szélsőséges felfogása helyébe ellenkező előjelű szélsőségek léptek. Ezért az ezredforduló közeledtével az erdő anyagi és nem anyagi jellegű hasznosságának és hasznosításának a harmóniája, a hosszú távon fenntartható arányok kiegyensúlyozottsága sem a társadalmi tudatban, sem a gazdasági életben nem kapta meg a kívánt színvonalú elismerést.

A sokhasznú erdő és a többcélú erdőgazdálkodás nyilvánvalóan az erdő leglényesebb alkotójának a fának, a faállománynak a létesítése, növekedése és fenntartása révén valósul meg. Miközben a fa a bonyolult erdei ökoszisztéma legsokoldalúbb és nem nélkülözhető tényezője, egyúttal az erdőgazdálkodás ökonómiai erejének a megalapozója. Csak a gazdaságilag erős erdőgazdaság képes az ökológiai követelmények teljesítésére, mert hosszabb időre előre tekintve sem várható, hogy ezek költségeit az állami költségvetés fedezi. A világ vezető tőkés államaiban sem mondanak le az újratermelhető fa nyersanyagáról és a fafelhasználás gazdasági előnyeiről. Az egyoldalú szemlélet, amely kizárólag ökológiai, vagy ökonómiai szempontból kívánja az erdő fájának a szerepét megközelíteni, súlyos károk forrása volt eddig is és az lehet a jövőben is. Helyre kell állítani ezért az értékelésben szereplő tényezők arányát és az egyoldalúság helyett azok együttes értékét kell az erdő fájának, faállományának a javára írni. Rendkívül nagy ennek a jelentősége napjainkban és főleg a jövőben, mert egyes mértékadó körök részéről is előfordul az, hogy a fatermesztést, az erdők faállományának a fatermesztését, valamint a fakitermelés és hasznosítás szerepét nem tekintik kiemelkedően alapvető jelentőségűnek. Az erdészettudományak is feladata, hogy választ adjon e témakör kérdéseire és segítsen helyreállítani az értékelés helyes arányait.

Ezt szolgálták azok az erdészeti fatermesztési és erdőnevelési kutatások is, amelyeket 1958–1998 között végeztünk. Az elmúlt negyven év folyamán a téma kutatásainak indokai között változás nem történt, de jelentős volt az egyes indokok súlyában bekövetkezett módosulás. A kutatás metodikájának mindvégig megmaradtak a vázat képező jellemzői. Ezekhez az évek során több olyan kiegészítő módszer kapcsolódott,

amelyet a matematikai statisztika és a számítástechnika alkalmazásának gyors kiterjesztése tett lehetővé.

A négy évtizedet felölelő kutatás eredményeinek, ezek gyakorlati alkalmazásának az erdőgazdaság fejlesztésére gyakorolt hatását a gazdasági, társadalmi környezetbe illesztve célszerű bemutatni. A fatermelés több évtizedet, sőt egy évszázadot meghaladó ciklusa is indokolja a hosszabb időszak folyamán bekövetkezett változások figyelembe vételét.

AZ ERDŐK ÁLLAPOTÁNAK ÉS A FA JELENTŐSÉGÉNEK RÖVID TÖRTÉNETI ÁTTEKINTÉSE

Az erdők állapotát többek között az határozza meg, hogy a velük való gazdálkodás folyamán az emberi beavatkozás a természet törvényeit követve, vagy azok ellenére történt, mivel a legnagyobb részük gazdasági erdő. Ez az állapot és a gazdasági erdő fogalma is egy fejlődés eredménye, amely a történelmi változások folyamán jött létre. Elegendő ennek igazolására a magyar erdők történetének néhány társadalmi-gazdasági jellemzőjét felidézni, amelyben a fának mindenkor kiemelt szerep jutott.

Honfoglaló őseink és az egyes nemzetségek közösen részesültek az erdők sokféle hasznából. A Föld egyharmada hamarosan a királyé lett, amelyet a királyi erdővók védtek meg az illetéktelenektől. Az erdők fenntartása és védelme ekkor még csak a *vagyonvédelemre* terjedt ki. A gazdasági fejlődés nyomán az egymást követő évszázadokban kialakult ipar, a bányászat, kohászat fával való folyamatos ellátása miatt 1426-ban Zsigmond, 1565-ben Miksa király szabályozta a fakitermelést. Ekkor jelentkezett igazában először a *faellátást* szolgáló erdőfenntartás jelentősége. Mária-Terézia 1769. évi erdőrendtartása már *honvédelmi* érdekeket is szolgált. II. József 1791-ben az erdők pusztításának a megakadályozásáról, 1807-ben *az erdők fenntartásáról* rendelkezett. A gazdasági erdő jellege és fogalma ezt követően erősödött meg. Az 1879. évi XXXI. tc., az első magyar erdőtörvény már jól érzékelteti a közel egy évezred folyamán megváltozott magyar erdészeti helyzetet, kifejezésre juttatva *az erdők fenntartásának, védelmének és fejlesztésének, valamint többoldalú hasznosításának* törvénybe foglalt alapjait. A tartamos erdőgazdálkodás, a faellátás és jövedelem folyamatos biztosítása érdekében nélkülözhetetlenné vált az erdők fatermelésének várható előrejelzése, a fanövedék meghatározása. Az 1923. évi alföldfásítási törvény már elismerte, hogy az erdőt nemcsak fenntartani, hanem területüket növelni is kell és nemcsak a faellátás, hanem a közjólét, főleg a nép egészségének védelmében is. Az ország faellátása az első világháború után kiemelt feladat volt azért, mert a korábbi fabősséget faínség váltotta fel. 1935-ben *az erdőkről és a természetvédelemről* szóló törvény kifejezte azt is, hogy az erdő, az erdészet a természetvédelem legfontosabb bázisa.

A második világháborút követő gyökeres átalakulások (az erdők államosítása, nagyüzemek stb.) jelentették mai értelemben véve igazán az erdészet számára is a változó világot. A fejlődéssel együtt 1961-ben új törvény született *az erdőkről és a vadgazdálkodásról*, amely átfogóan szabályozta az erdők hármaskörét, figyelembe véve az erdők fenntartásának és védelmének általános kötelezettségét. (A fatermelési funkció kiemelten került az első helyre.) Az 1996-ban elfogadott törvények az erdők

védelméről, a természet védelméről és a vadgazdálkodásról szóló felső szintű szabályozást jelentik és igyekeznek az ökológiai és az ökonómiai szempontok megfelelő arányainak a kialakítására is. A felsorolt törvények és rendeletek nyomán alakult ki a gazdasági erdő. A természetes erdők sorát az évszázadok folyamán kultúrerdővé alakították. Ez már a jelen. A jövő pedig a természetközeli erdők és erdőgazdálkodás teljes körű megvalósításáé, amelyben a fatermelés jelentős feladat marad.

Napjaink erdőgazdálkodása az előbbieken kifejtett folyamatnak az általunk közvetlenül ismert része, amely az utóbbi évszázadban létrehozott erdőket kezeli és hasznosítja úgy, hogy az erdőfelújításokkal, az erdőtelepítésekkel és az erdőneveléssel a következő évszázad természetközeli erdeinek teremti meg az alapjait. Az erdészeti helyzete számottevően változott. *Egyrészt azonos* a korábbiakkal, másrészt a gyorsan változó környezet miatt *számottevően módosultak* az erdők fenntartásával, nevelésével és fejlesztésével kapcsolatos feladatok. Az erdők kezelése szakadatlan megújulása, illetve megújítása változatlanul:

- az erdő élővilágának, a természeti, az ökológiai adottságoknak a kedvező szinten való megőrzését, vagy helyreállítását, valamint a gazdasági célok megvalósítását kell, hogy elősegítse;
- a társadalom sokoldalú igényeinek a tartamosan reális kielégítését kell, hogy szolgálja;
- a termőhelyi adottságok figyelembe vételével a hosszú távlatú célokat, az üzembiztonsági szempontokat kielégítő stabil fatermőképességű faállományok megalkotására és fenntartására kell, hogy irányuljon;
- a gazdálkodó számára a megtermelt fa kellő jövedelmet kell, hogy biztosítson és az erdő fenntartási, valamint a fejlesztési költségek és a tisztas haszon fedezésére tartamosan elegendő forrásul szolgáljon, ezért a fák növekedése, a faállományok fatermésének mennyisége és minősége elsőrendű cél marad.

Ezek az *alapvető célok* igazában *mindenkor változatlanok* tekinthetők akkor, ha elfogadjuk, hogy megvalósításuk színvonala és előfeltételi rendszere a történelem folyamán mindenkor változott és a jövőben sem lesz másként. Joggal merül fel a kérdés, hogy a jelen erdőgazdálkodásának az erdészeti kutatásnak, *milyen változásokat* kell figyelembe vennie azért, hogy megfelelően korunk következményeinek. A válasz erre a következő:

- a társadalmi igények az utóbbi évtizedekben rendkívüli gyorsasággal és méretekben úgy növekedtek, hogy egyrészt az erdők sokoldalú hasznosítása egyre szélesebb körben valósul meg, másrészt ugyanezek helyenként alig elviselhető terhelést okoznak, veszélyeztetve a hosszú távlatú erdészeti feladatok megvalósítását;
- az erdészeti ökológiai potenciál kellő szinten való fenntartását és bővítését a fokozódó külső és belső környezeti ártalmak miatt nem lehet mindenütt elérni, ezért a növekvő teljesítményekhez elégséges ökológiai előfeltételek állnak rendelkezésre;
- a légszennyezés, a növény- és az állatvilág elszegényedése, az erdőállományok genetikai sokoldalúságának a csökkenése, összefoglalva a biológiai (természeti)

törvényszerűségek megsértése egyaránt kedvez a károsítók fellépésének, a faállományok fiziológiai legyengülésének és csökkenti az erdők stabilitását;

- az erdőkkel szemben támasztott társadalmi igények, főleg a nem anyagi jellegű szolgáltatások költségeinek fedezésére nincsen elegendő forrás. A megtermelt és az értékesített famennyiség árbevétele és jövedelme jelenti változatlanul ezeknek is az ökonómiai előfeltételeit. A költségek növekedése a fatermés mennyiségének és minőségének a fokozását, valamint megbízható előrejelzését, továbbra is szükségessé teszi. Ez is indokolja a fatermési, a faállomány szerkezeti és az erdőnevelési kutatások eredményeinek növelését és gyakorlati hasznosítását.

A FATERMÉSI, FAÁLLOMÁNY-SZERKEZETI ÉS AZ ERDŐNEVELÉSI KUTATÁSOK NEMZETKÖZI ÉS HAZAI HELYZETE

A 20. század végén már elemi erővel jelentkezett az igény az erdők környezet- és élővilág védelmi, továbbá az ökológiai egyensúly fenntartásában betöltött szerepének maradéktalan érvényesítése iránt. Az erdészeti kutatás területén ezért a jelen időszakban főleg az ide kapcsolódó témák részesültek kiemelt támogatásban. A fák növekedése és az erdő fatermése iránti érdeklődés, az erdőnevelés szerepének az értékelése némileg csökkent. Ennek egyik oka az volt, hogy az erdők védelmi és szociális funkcióinak a hasznát egyesek a fatermés hasznának a négyzeresére értékelték. Közben elfeledkeztek arról, hogy a fák növekedése és a faállomány nevelése, valamint a faállomány termőhelye, szerkezete és kora szerint változó fatermés az erdő létezését is meghatározza és az erdő immateriális hasznának hordozója és megteremtője. A fatermés létrehozása során a levegő CO₂ tartalmának carbonja segítségével és az ingyenes napenergia igénybevételével épül fel a fa teste miközben ezáltal mérséklődik az üvegház hatás és növekszik a természetes nyersanyagok mennyisége.

A fák és faállományok növekedési menetének és mértékének az ismerete, az itt érvényesülő természeti törvényszerűségek feltárása teszi lehetővé az erdőgazdálkodás természetközeli eljárásainak, kiemelten az erdőnevelésnek az egész erdei életközösséget figyelembe vevő alkalmazását. A jövő útját jelentő természetközeli erdő- és fagazdaság ennek hiányában nem valósítható meg. A rendelkezésre álló és a kitermelhető famennyiség ismeretének birtokában lehet csak szakmailag helyesen eldönteni számos ökológiai és ökonómiai vonatkozású kérdést. Ezek a kiemelt jelentőségű tényezők és még számos egyéb szempont a bizonyítéka többek között annak, hogy a fatermési, faállomány szerkezeti és az erdőnevelési kutatások súlya nem csökkent és a jövőben sem csökkenhet. Az itt elért kutatási eredmények a jövőben nem csak az erdő anyagi hasznának meghatározását, növelését és előrejelzését szolgálják, hanem védelmi és szociális funkcióinak a növekvő igények szerinti kiteljesedését is. Ennek tudatában indokolt ezen kutatások nemzetközi és hazai helyzetét, helyét az erdőgazdálkodásban áttekinteni.

A fanövedék és a fatermés

Az erdészet tudományok létrejötte egybeesik a kapitalista társadalmi rend kialakulásával. Ennek keretében az erdészeti fatermés tan a tudományok szakosodása folyamán viszonylag későn vált önálló tudományterületté. A tartamos (újabb néven fenntartható) erdőgazdálkodás igényelte először az erdőrendezésen keresztül az állományalkotó fő fafajok növekedési menetének és fatermésének az ismeretét. Az elmúlt évszázad folyamán számos kiváló tudós (*Cotta, Feistmantel, Hartig, Kunze, Pfeil, Presszler, Smalian, Wise stb.*) alkotta meg a témakörrel kapcsolatos elméletét. Hiányoztak azonban a kísérleti területek, a kísérleti bázis, amely nélkül az egyes fák és a faállományok növekedését a különböző emberi beavatkozások és környezeti hatások függvényében meghatározni nem lehet. Ezért a 19. sz. második felében több európai állam területén kezdték el hosszúlejárátú fatermési kísérleti területek létesítését. Közülük a németeket emeljük ki, mert az itteni kísérletek voltak a legnagyobb hatással a magyarországi hasonló kísérletekre. Ezeknek a kísérleteknek a folytatása és eredményei nyomán alakult ki az erdészeti fanövedék és fatermés tan tudományterülete. 1891-ben *R. Weber* az erdőrendezés tan keretében már önálló részként írta meg a növedék törvényszerűségeit. A 20. század kezdetén több európai erdészeti főiskolán oktatták az erdészeti növedék és fatermés tan. 1941-ben jelent meg *Wanselow* tankönyve: "Bevezetés az erdészeti növedék- és fatermés tanba" címmel (München), amelyet 1961-ben követett a mindmáig alapvető mű, *Assmann*: "Erdőfatermés tan", majd 1966-ban *Erteld* és *Hengst* hasonló témájú könyve. Újszerű, átfogó megfogalmazása és felfogása tette *Mitscherlich*: "Erdő, növekedés menet és környezet" című könyvét a korszerű erdészeti növekedés tan megalapozójává. *Wanselow* a növedék és fatermés tan a biológiai tudományok közé sorolta. *Weck* szerint alkalmazott botanika. *Assmann* az erdőfatermés tan ökológiai alapjait már szélesebb értelmezésben fogta fel. A fatermés tan az erdőben alkalmazott biometriának tekintette. *Weihe* 1977-ben az ökológiai tudományok közé sorolta.

Magyarországon a famérés és a fatermés tan az erdőbecslés tan önálló fejezeteként jelent meg, amelynek első átfogó és nemzetközileg is elismert leírása *Fekete Zoltán* 1951-ben kiadott "Erdőbecslés tan" című könyvében található. Ezen kívül a témakörben számos publikáció igazolja, hogy a 20. század második felére nálunk is elismertté vált az erdészeti faállomány szerkezet tan és fatermés tan. Az egyetemi oktatásban csak az utóbbi évtizedben vezették be javaslatomra önálló tantárgyként (*Fekete Z., 1951*).

Faállomány szerkezet és erdőnevelés

A fanövedék és a fatermés elsősorban a természeti adottságoktól függ (termőhely stb.). A fa, illetve a faállomány élete folyamán a termőhelyi adottságok általában számottevően nem változnak. Jelentősebb változás megy végbe viszont az egyes fák környezetében akkor, ha az ember beavatkozik az erdő életébe és akkor is, ha az erdő magára hagyja. Ez utóbbi esetben a spontán természeti erők és törvények az ember céljaitól függetlenül érvényesülnek. Az erdőgazdálkodás és ezen belül az erdőnevelés feladata, hogy a természet törvényei alapján úgy szabályozza az erdő szerkezetét, hogy a természeti erők, a kedvező ökológiai tényezők figyelembe vételével és tarta-

mos megőrzésével a lehetséges mértékben a többcélú erdőgazdálkodás feladatainak a megvalósítását segítsék. Ennek során az erdőnevelési szakember a faállomány törzsszámának az optimális szinten való tartása útján szabályozza a különböző céloknak és az egész erdei ökoszisztéma érdekeinek legjobban megfelelő fák növéterét. Kérdéses, hogy az adott termőhely, kor és fafajösszetétel esetén mi az optimum? Erre nézve kell többek között az erdőnevelés kutatásnak választ adnia. A lehetséges és ésszerű variációs szélességben kezelt kísérleti területek adatai nélkül ma már csak a tapasztalatokra építeni nem elég. Több mint egy évszázada beszélhetünk rendszeres erdőnevelésről. A felhalmozott értékes tapasztalatok ellenére a feladatok számszerű kifejezésére való törekvés nemzetközileg állandóan érzékelhető volt. Ezért létesítették az egyes országok a kísérleti területeket, amelyek adatai lehetővé teszik az egyértelmű eligazítást a tervezés, a végrehajtás és az ellenőrzés számára. A kísérletek összetett feladatait, a kutatás bonyolultságát igazolja, hogy a tervszerű törzsszám, illetve növéter szabályozással legkevesebb négy féle célt kell szolgálni, mégpedig:

- a faállomány minőségének a javítását,
- az állékonyosság növelését,
- a kedvező növekedési feltételek létrehozását és
- a faanyag nyerést.

Az erdőnevelés európai történetének az első öt-hat évtizedében ezek voltak a kiemelt célok, amelyek ma is időt állók, *de már nem elégségesek*. Az utóbbi fél évszázad folyamán a fatermelésen kívüli közérdekű erdei szolgáltatások növelése érdekében az erdőneveléssel a felsoroltakon kívül el kell érni az erdő:

- természet- és környezetvédelmi szerepének maradéktalan érvényesítését;
- a különböző jóléti, üdülési szolgáltatásainak fenntartását és lehetséges bővítését;
- a biotikus és az abiotikus károsítókkal szembeni rezisztencia növelését.

HOSSZÚLEJÁRATÚ FATERMÉSI ÉS ERDŐNEVELÉSI KÍSÉRLETI TERÜLETEK A KUTATÁS BÁZISAI

A gyakorlati tapasztalatok és a mintaterületek

Az erdészeti gyakorlatban töltött éveim során (1951–1961) többször okozott gondot az, hogy a 10 évre szóló üzemtervekben lényegesen kevesebb fakészlet és kisebb fanövedék szerepelt a véghasználati fakitermelések számbavétele után meghatározott famennyiségnél. A nevelővágások szakmailag helyes végrehajtását követően az üzemtervi előírás 5–10 szeresét meghaladó famennyiség sem volt ritka. Az illetékes erdészeti hatóság sok esetben a nyereség növelését szolgáló törekvésekre gyanakodott, miközben folyamatosan jelentkeztek az üzemtervekben szereplő adatoknál számottevően nagyobb fakitermelések. Az 1950-es években kiadott főhatósági szakmai utasítások (magtermelés, csemetetermelés, erdősisítés, erdőrendezés stb.) között 1956 elején jelent meg az erdőnevelési utasítás, amely a gyakorlati tapasztalatokra építve tartalmazott általános és az akkori időszakban korszerű előírásokat. Ezek gyakorlati

alkalmazása során a korábbiaknál még élesebben jelentkeztek az előbbieken említett élőfakészleteti és fakitermelési problémák. Az 50-es évek második felében ezért Vas megyében a gyakorlati erdőművelési feladatok ellátása mellett több kísérleti mintaterületet létesítettem. Ezek faállományának törzsenkénti felvétele és erdőnevelési szempontból való minősítése után egyértelmű volt, hogy az alkalmazott fatömeg és fatermési táblák, az előhasználati előírások már nem felelnek meg a korszerű erdőgazdálkodás követelményeinek. Közben a Soproni Egyetem végzős erdőmérnök hallgatóinak tanulmányútján is bemutattam ezeket a kísérleteket. A jelenlevő *Magyar János* és *Haracsi Lajos* professzorok a kapott eredményeket elfogadták. *Magyar János* az Irottkő melletti erdőkben folyó vita alkalmával ismertette az éppen folyamatban lévő kutatásainak az eredményeit, amelyeket többek között 1961-ben publikált. Az üzemtervek átlagmagassági adatainak a felhasználásával kimutatta, hogy: "Országos viszonylatban minden fafajunk jóval tágabb termőhelyi szórásmezőben tenyészik, mint amekkorát a Greiner-féle fatermési tábla felölel" (*Magyar J., 1961*). A kutatási eredmények és a gyakorlati tapasztalatok ilyen mértékű egyezése vitathatatlanná tette számomra azt, hogy a fennálló súlyos fatermési és erdőnevelési problémák rendezése érdekében minden lehetséges erőt fel kell használni. Törekvéseim visszhangjaként is felfogható az a kitüntetés, amelyben az 1958. évi nemzetközi erdőnevelési konferencián részesítettek. A konferencia egyik tanulmányútján bemutattam az első kísérleti mintaterületeimet és ismertettem a belőlük levonható következtetéseket. A népes nemzetközi mezőny ezeket a helyszínen megvitatta és elfogadta.

A kutatás személyes vonatkozásai

Ilyen előzmények után kaptam a felkérést, hogy vállaljam el az Erdészeti Tudományos Intézetben (ERTI) újjászervezett erdőművelési és faterméstani osztály vezetését. Ezt több ok miatt is örömmel vállaltam. Meghatározó volt az a lehetőség, hogy teljes kapacitásommal az erdőnevelési és a fatermési vonatkozású témák megoldása érdekében irányíthatom és végezhetem a kutatásokat, amelyek személyi és anyagi előfeltételei akkor kellő mértékben rendelkezésre álltak. Ahhoz, hogy a Szombathelyi Erdőgazdaságnál betöltött erdőművelési csoportvezetői beosztásomat az ERTI tudományos osztályvezetői beosztásával felcseréltem, hozzájárultak azok a kellemetlenségek is, amelyek az 1956-os nemzeti bizottsági és munkástanácsi tevékenységem miatt egyre elviselhetetlenebbekké váltak. Ennek a megoldását is elő kívánta segíteni, bár soha nem hangoztatta, *Sali Emil* az OEF akkori szakmai vezetője és *Haracsi Lajos* professzor, az ERTI tudományos tanácsának döntő befolyással rendelkező tagja. Ezeket a személyes – mondhatnám önéletrajz jellegű – dolgokat is szükségesnek tartottam a kutatás előzményei között ismertetni annak bizonyítékaként, hogy az ember sorsa, életének azok az eseményei is meghatározhatják kutatói pályafutását, amelyeknek pillanatnyilag és látszólag semmi köze sincsen a kutatáshoz.

Az erdőnevelési és faterméstani kutatások időszerűségét és támogatottságát elősegítő tényezők között ki kell emelni azt, hogy az 1956-ban megjelent és a későbbiekben bevezetett erdőnevelési utasítás nyomán országos viták sorát idézték elő a konkrét eligazítást nem tartalmazó általános irányelvek. Ebben az időben ismét kiéleződtek az ellentétek a szakmai és politikai körökben egyaránt az erdők élőfakészletéről és a ki-

termelhető famennyiségről, miközben felerősödött az a helyes törekvés, amely szerint mielőbb el kell érni erdeink teljes üzemtervezettségét. A témakört illetően nemzetközileg is fellendülés volt tapasztalható az erdőnevelési és faterméstani kutatások terén és a gyakorlatban egyaránt. 1961-ben jelent meg *Assmann: Waldertragskunde* című könyve, *Wiedemann és Schober* új fatermési táblái és az erdőnevelés racionalizálását sürgető és ajánló publikációk sora.

Joggal állíthatjuk, hogy az 1950 és az 1960-as évek fordulója erdészet történeti szempontból, valamint a kutatás személyi és anyagi előfeltételeit illetően, továbbá a téma hazai és nemzetközi támogatottságának és időszerűségének a vonatkozásában kedvező volt. Itt kell kiemelni *Keresztesi Bélának*, az ERTI akkori főigazgatójának a szerepét, aki az erdőnevelési és a fatermési kutatások országos méretű beindítását szorgalmazta és az ERTI lehetőségeit tekintve biztosította a 60-as években megtehető kutatási előfeltételeket. Érthető tehát, ha ebben a munkában a kutatók és a segéderők egyaránt szívesen vállalták a sok személyes odaadást igénylő feladatok megoldását.

Az 1958–1998 közötti időszakban a témakör kutatói közül, akik az ERTI-ben dolgoztak, a következőket indokolt kiemelni: *Béky Albert, Birck Oszkár, Bogay János, Bondor Antal, Halupa Lajos, Kiss Rezső, Kovács Ferenc, Majer Antal, Márkus László, Mendlik Géza, Rédei Károly, Solymos Rezső, Somogyi Zoltán, Sopp László, Szodfridt István, Tallós Pál, Veperdi Gábor*.

A Soproni Egyetem Erdőmérnöki karának Erdőrendezési és Erdőművelési Tan székeivel a 40 év folyamán eredményes volt az együttműködés. Ez elsősorban *Fekete Zoltán, Haracsi Lajos, Koloszar József, Magyar János, Majer Antal* professzoroknak volt köszönhető.

A kutatás programja, megvitatása és megvalósítása

1961. júniusában kezdtük el az erdőnevelési, faállomány szerkezeti és fatermési kutatások hosszú távú programjának a kidolgozását az ERTI erdőművelési és faterméstani tudományos osztálya kutatóinak a teljes körű részvételével. A kutatási programban úgy terveztük, hogy két évtized alatt, 1980-ig létrehozzuk a fő állományalkotó fafajok elegendően egykorú faállományainak a termőhelyi szórásmező egészét felölelő állandósított kísérleti hálózatát, amely akkor mintegy 1200 kísérleti terület létesítését jelentette. Ezt követően terveztük megkezdeni az elegyes faállományokban az ezredfordulóiig ugyanezt a kísérleti területek számának az előrejelzése nélkül (*Birck et. al., 1962*).

Kutatásaink alaptervét széleskörű vitára bocsátottuk. Az ERTI Intézeti Tanácsa a programot elfogadta és javasolta, hogy nyújtsuk be az MTA Erdészeti Bizottságához is, kérve a tervezet megvitatását és az EB állásfoglalását. Az Erdészeti Bizottság a téma kutatását kiemelkedő jelentőségűnek, a metodikai vonatkozású terveket jónak tartotta, de a kísérletek számát megvalósíthatatlannak ítélte. Az 1200 tervezett területtel szemben maximum 800 terület létesítését tartotta reális lehetőségnek, bár hangsúlyozta, hogy ennyi terület a hazai erdők sok fafajúságát tekintve alig éri el a minimum szintet. Engem személy szerint olyan maximalistának tartottak, aki a 10 éves erdészeti gyakorlat után a kutatás küszöbét alig lépte át és még nem mérte fel a gyakorlati munka és a kutatás közötti különbségeket. Ez volt a kutatói pályám első jeges zuhanya,

amelyet végérvényesen az 1981-ben készített kísérleti terület leltár oldott fel, amikor kitűnt, hogy 20 esztendő alatt a tervezett területek háromszorosát létesítettük. Ezzel a magyar erdészeti kutatás nem csak az élvonalba levő európai államokhoz viszonyított lemaradását hozta be, hanem a témával kapcsolatos nemzetközi rendezvényeken már Európa legnagyobb és legkorszerűbb kísérleti hálózattal bíró országai közé sorolták.

A várakozást felülmúló eredmények, a nemzetközi és hazai elismerések nem csak kedveztek, hanem kedvezőtlen személyi vonatkozású jelenségekkel is jártak. A 20 év előtti kis kutatócsoport hatékony tudományos iskolává alakult, amelyre figyelni kellett, amelyet sajnos mint versenytársat is tekintettek. Ehhez járult a kutatási előfeltételek fokozatos romlása az új gazdasági mechanizmus térhódításával. Így megvolt az indoka annak, hogy elsősorban a gyors eredményt ígérő kutatási témák kapjanak támogatást. A hosszú távot felölelő kutatási program részére akkor a szinten tartás lehetőségét tartották a jövő reális útjának.

A hosszúlejárátú erdőnevelési és fatermési kísérleti területek kitűzésének, felvételének és fenntartásának irányelvei

A témakör kutatásának a legsúlyosabb indokai között szerepelt a megbízható számsoroknak a hiánya, amely erdeink fatermésére és szerkezetére, továbbá a tapasztalatokon alapuló erdőnevelési irányelvek számszerű kifejezésére vonatkozik. Kiváló erdész kutatóink, közöttük *Fekete Zoltán*, *Kaán Károly* akadémikusok, már a 20. század első felében sürgették az állandósított, hosszúlejárátú kísérleti területek létesítését. *Fekete Zoltán* ezt a bükkre vonatkozóan az 50-es évek elején el is kezdte. Ebben az időben Európa több állama már 50–80 éve létesített kísérleti területtel rendelkezett. *Schwappach*, *Wiedemann*, *Schober* németországi kísérletei egyértelműen bizonyították, hogy csak a faállományok egész vágásfordulóját felölelő hosszú időtartamú kísérleti megfigyelések vezethetnek megbízható eredményekre (*Fekete Z., 1951*).

Kutatási programunk megtárgyalása során a hazai kísérleti bázis megteremtését kiemelten támogatta *Keresztesi Béla*, *Magyar János* és *Sali Emil* (*Sali E., 1977*).

Egyértelmű volt számunkra, hogy a több évtizedet, vagy akár egy évszázadot is meghaladó kutatási program megvalósításában az időtálló metodika az átlagosnál jóval nagyobb jelentőségű. Az erdő fainak és faállományának a növekedését illető változásait, az erdőnevelési eljárások hatásait mérni és összehasonlítani csak azonos módszerek alkalmazása esetén lehet. Ezt erősítette meg a hosszúlejárátú kísérleti területek létesítéséről és fenntartásáról 1960-ban megjelent német kézikönyv, amelyben *W. Erteld* részletesen ismertette az előző 80 év eredményeit és irányelveit.

Az ERTI Erdőnevelési és Faterméstani Osztályának 1961-ben a legfőbb feladata az volt, hogy kidolgozza a hosszúlejárátú erdőnevelési és fatermési kísérleti területek felvételének és fenntartásának a metodikáját, irányelveit. Ekkor az osztályon hat kutató dolgozott. *Sopp László* feladata az új fatömegtáblák kidolgozása volt, amely a kísérletekhez és a gyakorlati munkához egyaránt pontosabb adatokat szolgáltatott, az addig alkalmazott *Schwappach*-féle fatömegtábláknál. A hosszúlejárátú kísérletek metodikájának közvetlen kidolgozói *Solymos Rezső* vezetésével *Birck Oszkár*, *Kiss Rezső*, *Márkus László* és *Tallós Pál* voltak. Bár az írott anyag 1963-ban jelent meg az

Erdészeti Kutatásokban, 1962 óta ennek megfelelően végeztük a kísérleti területek kitérését, felvételét és fenntartását.

A kísérleti metodika részletezésére annak terjedelme miatt e helyen nincsen lehetőség. Annyit azonban célszerű kiemelni, hogy a területek nagysága az első két évtizedben 2500 m² később 1000 m² volt, kezdetben 20 m, később 10 m-es védősávval. A lehetőségek függvényében a területeket a következők szerint választottuk ki és létesítettük:

- egy parcellás területek a mindenkor érvényes előírások szerint kezelve;
- két parcellás területek, ahol az egyik parcella kezeletlen kontrollként szolgált;
- három-öt parcellás erdőnevelési sorok a nevelővágások optimális erélyének és a visszatérés idejének a meghatározására;
- összehasonlító fatermési kísérleti területek egymáshoz területileg közel álló, azonos termőhelyű, de különböző fafajú faállományokban;
- elegyes erdőkben létesített kísérleti sorok az elegyesség különböző célú vizsgálata érdekében;
- erdősítési hálózati kísérletek 5–15 hálózati variáció szerint.

Az így létesített és közel 3000 parcellából álló kísérleti bázis ma behálózta Magyarországot egész területét. Az először létesített területeken 38–40 éve, a jelen évtizedben kizárólag elegyes faállományokban létesített területeken 3–6 éve folynak felvételek és kiértékelések.

Az évek során folyamatosan bővült az osztály feladata és vele együtt kutatóinak és segéderőinek a létszáma is.

Hamarosan bekapcsolódott a munkába *Mendlik Géza, Béky Albert, Bogyay János, Kovács Ferenc, Faragó Sándor, Hajdú Gábor, Rédei Károly, Halupa Lajos és a legutóbbi években Somogyi Zoltán és Veperdi Gábor*. Kiváló erdőszaktikusok, kutatási segéderők, a gyakorlatban dolgozó erdőmérnökök és erdészek, továbbá erdei munkások népes tábora segítette munkánkat, akik nélkül a kutatási program eddigi eredményeit elérni lehetetlenség lett volna.

Végül ki kell hangsúlyozni azt, hogy a kidolgozott metodika alapjainak változatlanul hagyása mellett a lehetséges ésszerű fejlesztés folyamatos volt. Erre először a korszerű számológépek, majd a számítógépek, a számítástechnika és a matematikai statisztika egyre bővülő alkalmazása nyújtott lehetőséget. Ebben az Országos Erdészeti Főigazgatóság, a Soproni Erdészeti és Faipari Egyetem, az Erdőrendezőség egyaránt segítségünkre volt. Időközben bekapcsolódtunk a hasonló témájú nemzetközi kutatásokba is, amelyeket az Erdészeti Kutató Intézetek Nemzetközi Szövetségének és a KGST-nek a keretében szerveztek. Ennek is volt hatása a kutatási metodika továbbfejlesztésére. Ahhoz azonban mindig ragaszkodtunk, hogy a fejlesztés a kísérleti területek ismételt felvétele során nyert adatainak az egzakt összehasonlítását soha ne zavarja meg.

A KUTATÁSI FELADATOK FELOSZTÁSA, A KUTATÁS EREDMÉNYEI

Az évek során az ERTI Erdőnevelési és Faterméstani osztályát főosztállyá szervezték át. A kutatási feladatokat már a munka kezdetén (1961) az egész országra és valamennyi fő fafajra vonatkozóan meghatároztuk. Bár a nézetek akkor megoszlottak, javaslatomat a többség, az ERTI Tudományos Tanácsa elfogadta. E szerint a feladat megosztás a fő állományalkotó fajok alapján, a teljes kör integrálásával, a fő fajok jelentőségének megfelelően történjen annak a függvényében, hogy az osztály kutatói létszámának a bővítése miként valósul meg. Az időrendi sorrendet tekintve a feladatok megosztása kutatóként a következő volt (Solymos R., 1969):

- a bükk: *Birck Oszkár, Mendlik Géza, Márkus László*
- a kocsányos tölgy: *Kiss Rezső, Somogyi Zoltán*
- a kocsánytalan tölgy: *Bogyay János, Béky Albert*
- a gyertyán és a gyertyános tölgyesek: *Béky Albert*
- a cser és a cseres tölgyesek: *Kovács Ferenc, Hajdú Gábor*
- az akác: *Rédei Károly, Faragó Sándor*
- a nyárok: *Halupa Lajos, Kiss Rezső, Rédei Károly*
- az erdeifenyő: *Solymos Rezső, Veperdi Gábor*
- a feketefenyő: *Solymos Rezső, Kovács Ferenc, Faragó Sándor, Veperdi Gábor*
- a lucfenyő: *Solymos Rezső*
- elegyes faállományok: *Solymos Rezső*
- fatömegtáblák valamennyi fafajra: *Sopp László*.

A kutatás eredményeit az előbbieken felsorolt kutatók nyolc könyvben és mintegy fél ezer tudományos cikkben, tanulmányban publikálták itthon és külföldön. Ennek a kétszeresét meghaladták a témakörben tartott hazai és külföldi előadások. Mindez elősegítette az eredmények gyakorlati hasznosítását az erdőrendezésben, az erdőgazdálkodásban és az erdészeti kutatásban, valamint az oktatásban egyaránt. A 40 esztendő legfontosabb kutatási eredményei a következők voltak:

- Országos és helyi fatermési táblák valamennyi fő állományalkotó fajokra.
- Erdőnevelési modell táblák és irányelvek a fő célállomány típusokra.
- Erdőnevelési technológiák a faültetvényekben és a természetközeli erdőkben.
- Fatermesztési modellek a fő célállomány típusokra.
- Ajánlások az optimális erdősítési hálózatra.
- Erdőfelújítási és erdőnevelési irányelvek a természetközeli erdőgazdálkodásban.
- Fő fajok növekedési menetének és fatermésének összehasonlítása.
- Az elegyesség hatása a fatermeszre, a különböző elegyes faállományok szerkezete.
- Fatömegtáblák az állományalkotó fajokra.
- Az országos kísérleti bázis fenntartása, felvétele és kiértékelése.

A felsorolt kutatások irányításán túlmenően közvetlenül a fenyő erdőnevelési és faterméstani kutatásokat végeztem. A továbbiakban ezeket ismertetem, mert az alkalmazott szerkesztési módszer abban az időben (1960–1980) általánosan elfogadottá vált.

A HAZAI FENYŐK FATERMÉSÉNEK ÉS NEVELÉSÉNEK KUTATÁSA

A kutatás kezdetekor, az 1960-as évek elején a hazai erdőgazdálkodás elsődrendű feladata volt az ország faellátása, a fenyőfa import csökkentése. A fafelhasználás akkor is fenyőcentrikus volt, bár a hazai fenyvesek a fenyőfa szükségletnek alig a 10 %-át fedezték. A nyár és a fenyőprogram ennek alapján az ország faimporttól való függőségét volt hivatva csökkenteni. Az akkori nemzetközi helyzetben ennek nemcsak súlyos gazdasági, hanem politikai jelentősége is volt, amelyet az erdészek kiemelten is megértettek. Magam úgy szembesültem e témával, mint olyan erdész kutató, aki az előző tíz éves pályafutása során elsősorban fenyővel foglalkozott a nyugat-dunántúli Vas megyében. Ilyen formán megvolt az indoka és adott volt a lehetősége annak, hogy az erdei-, a fekete- és a lucfenyő fatermésének és nevelésének kutatását személyesen vállaljam. A kutatási terv részletes kidolgozását követően közel 800 hosszúlejárható kísérleti terület létesítését, felvételét és feldolgozását irányítottam és végeztem több munkatársammal. Az elért eredményekről, azok gyakorlati alkalmazásáról a következőkben adok áttekintést.

A fenyők növekedése, növedéke és fatermése

Magyarországon az erdeifenyő (EF), a feketefenyő (FF) és a lucfenyő (LF) számára fordulnak elő kedvező termesztési lehetőségek. A hagyományos fenyőtermesztési erdőgazdasági tájaink a Nyugat-Dunántúlon vannak. Az elmúlt négy évtized folyamán a fenyők térfoglalása megháromszorozódott. Ez elsősorban a Nagy-Alföldön végzett új erdőtelepítéseknek köszönhető. A gyenge termőhelyi adottságú, felhagyott mezőgazdasági területekre, a földes kopárookra sok esetben csak az erdei- és a feketefenyőt lehetett a kívánt eredménnyel telepíteni. Ezeket meghonosított fajoknak lehet tekinteni. Felbecsülhetetlen környezetvédelmi szerepük miatt főleg véderdőkét létesítettek belőlük (futóhomok megkötése, erózió elleni védelem stb.). Az elmúlt évtizedek folyamán viszont kitűnt, hogy védelmi szerepük betöltésével egyidejűleg jelentős fatermést is produkáltak. Idősebb fákon és faállományokon végzett növekedési és termési vizsgálataink eredményeként ezt már a 60-as évek végén előre jeleztük. Hangsúlyoztuk, hogy időben kell a várható nagyobb mennyiségű vékonyfa feldolgozásáról gondoskodni. Abban az időben az illetékesek sem hitték el azt, ami napjainkra megvalósult. Ezért nem is gondoskodtak a megtermelt vékonyfa hasznosításáról.

Az ország jellemző fenyveseiben végzett kutatások eredményeként:

- az egyes fák növekedési menetét és növedékét törzselemzések útján vizsgáltuk, több mint 2000 minta törzs adataiból levezettük a három fenyő (EF, FF, LF) magassági, vastagsági, körlap és fatérfogat növekedési menetét, hogy a különböző nevelővágások optimális idejének, valamint a visszatérési időszak hosszának a megállapításához is iránymutatásul szolgáljanak;
- a faállományok növekedését és fatermését az adott termőhelyek és a korosztályok figyelembe vételével létesített kísérleti területek faállományainak adatai szerint határoztuk meg, amelyekből fatermési modelleket, tíz fatermési osztályt

magukba foglaló, az eddigieknél megbízhatóbb és gazdagabb információ tartalmú három új országos és egy helyi fatermési táblát szerkesztettünk;

- elvégeztük a különböző termőhelyen álló fenyők fatermésének összehasonlítását, hogy ezáltal a természetést illető döntések megalapozottságát elősegítsük;
- megalapoztuk a természetés évszázados időszakát felölelő fatermesztési kutatásokat a sokvariációs erdősítési, ültetési, hálózati kísérletek bázisterületeinek a létesítésével;
- nemzetközi viszonylatban *elsőként* szerkesztettünk olyan erdőnevelési modelleket, amelyeket a nagyszámú kísérleti terület adatsoraira építettünk, melyeket a floridai erdészeti világkongresszuson való bemutatása után tovább fejlesztettünk. Ma már a kutatás, az oktatás és a gyakorlat széles körben, sőt jogszabályban előírtak szerint is alkalmazza őket.

A fontosabb kutatási eredmények áttekintése

Az erdeifenyő a kutatás megkezdésekor az erdőterület 4,5 %-át, a feketefenyő 2,5 %-át, a lucfenyő 1 %-át, a többi fenyő 0,4 %-át foglalta el. Az összes fenyő részaránya 1960-ban 8,4 % volt. A jelen időszakra (1998) az arány megkétszereződött. Érdemes utalni arra, hogy 1958–1960 között dolgozta ki a 92 főből álló szerzői munkaközösség az európai viszonylatban is egyedül álló 10 kötetes átfogó művet *Danszky I.* vezetésével, amelynek címe: "Magyarország erdőgazdasági tájainak erdőfelújítási, erdőtelepítési irányelvei és eljárásai", amely ma is értékes forrásmű. A szerzői munkaközösség tagja voltam és később az 1973-ban megjelent Erdőművelés I–II. című könyvben már a kutatás első jelentősebb eredményeire építve írtam meg az erdőnevelés és a faterméstani témakörök fejezetét (*Solymos R., 1973*).

Kétségtelen, hogy 40 évvel ez előtt a növekvő fafogyasztás és a súlyos import terhek miatt az egyik fő feladat az erdők fatermésének a növelése volt, de ezzel együtt már akkor hangsúlyoztuk: "...az erdők egészségvédelmi jelentősége napról napra nő. Fontos szerepet játszanak a talajvédelemben, a vízgazdálkodásban és a mezőgazdasági termelés biztonságosabbá tételében." Az erdőfejlesztés alapja a termőhely feltárás, a fafajok termőhely igényének és az adottságoknak az összehangolása volt. Ilyen megfontolás alapján úgy láttuk, hogy a fenyők részaránya az ezredfordulóig mintegy 16 % lesz, bár több neves szakember (*Babos I., Madas A.*) a 23 %-ot is lehetségesnek tartotta. Már ekkor sem vitatta senki, hogy az erdeifenyőé lesz a döntő szerepe, de a nagyobb kiterjedésű, mérhetetlen monokultúrák létesítését, az őshonos fafajok háttérbe szorítását valamennyi résztvevő szakember elfogadhatatlannak tartotta.

A gyakorlat részéről is sürgető igényként jelentkezett a fenyőtermesztés, ezen belül főleg az erdeifenyő, a feketefenyő, és a lucfenyő termesztési kérdéseinek a kutatása. A legnagyobb fejlesztés előtt álló alföldi homoki tájakra rendelkezettünk a legkevesebb fenyőtermesztési tapasztalattal és kutatási eredménnyel, bár a legfontosabb hagyományos fenyőtermesztési dunántúli tájak sem bővelkedtek ezekben. Első feladatként a szaporítóanyag termelés érdekében a kutatás kidolgozta a hazai erdeifenyő magtermesztő ültetvények (plantázsok) létesítésének az irányelveit és részt vett a megvalósításukban. Intenzív kutatás indult az erdősítési technológiákat illetően.

Mindezekhez illeszkedett a fenyők fatermésének és nevelésének a kutatása, amelyben az erdeifenyő szintén megkülönböztetett figyelmet kapott (Solymos R., 1990).

Országos fatermési táblák szerkesztése erdeifenyőre

Magyarország jellemző erdeifenyveseiben 418 állandósított, egyenként negyed hektáros fatermési kísérletet létesítettünk. Ezek faállományának részletes minősítése és felvétele alapján bőséges alapadat állt rendelkezésünkre egy korszerű, új hazai fatermési tábla szerkesztéséhez. Erdészeti gyakorlatunkban addig a Greiner-féle fatermési táblát alkalmazták, amely a Cobowrg hercegi uradalom erdeifenyveseire készült, és a főállomány vastagfára vonatkozó adatait tartalmazta. Az új fatermési táblát többek között jellemezte, hogy:

- tíz fatermési osztályt tartalmazott, az osztályozás alapja a biológiai felsőmagasság volt, amelyre nézve a hazai erdeifenyvesek termőhelyi szórásmezéjét Magyar János vezette le az üzemtervi átlagmagassági adatokból;
- a fő-, a mellék- és az egészállomány, az összes fatermés és előhasználat, valamint az átlag- és a folyónövedék főbb adatait foglalta magába;
- a fatérfogat adatok nem a vastag, hanem az összes fára vonatkoznak, ezek felső és alsó határértékeit, valamint a középértékeket adják meg.

A szerkesztés során a fatérfogat tényezőkre kidolgozott és a legkisebb relatív hibájú közelítő függvények a következők voltak (III. fto.):

H_m : átlagos magasság:

$$Y = a + b * \ln x = -22,22 + 10,88 * \ln x$$

D_m : átlagos átmérő:

$$Y = ax^b = 0,96x^{08}$$

V: fatérfogat (1 ha):

$$Y = a + b * \ln x = -393,0 + 200,66 * \ln x$$

G: körlapösszeg (1 ha):

$$Y = a + b * \ln x = 3,17 + 8,50 * \ln x$$

F: összes fa alakszám:

$$Y = a + b * \frac{1}{x} = 0,387 + \frac{6,667}{x}$$

A faállomány törzsszámának erdőnevelési okokból is megkülönböztetett figyelmet szenteltünk. Kiszámításakor a többváltozós regresszió módszerét alkalmaztuk. A kidolgozott új eljárás alaptétele az, hogy a törzsszám változása jelentős hatással van a fatermés értékére (méreteire) és mennyiségére. A mellmagassági átmérő és a fa mennyiség hatása többek között a legnagyobb a fatermés értékére. Adott korban és termőhelyen valamennyi lehetséges átlagos átmérő és fatérfog (V) egy meghatározott törzsszám esetén jön létre (állomány szerkezeti alapképlet: $V = GHF$). A legkedvezőbb az az állapot, amikor a fatérfog (V_b) és az átlagos átmérő (D_m) szorzata eléri a lehetséges maximumot: $E = V_b \cdot D_m = \max$. A hozzá tartozó törzsszám (N/ha) jelentheti a fenntartandó optimumot. Ezeket alapul véve a következő egyenletek segítségével végeztük el a lehetséges törzsszámnak megfelelő összes fa térfogat (V_b) és átlagos átmérő kiszámítását (D_m):

$$V_b = a_0 + a_1 \cdot T + a_2 \cdot N + a_3 \cdot T^2 + a_4 \cdot N^2 + a_5 \cdot T \cdot N$$

$$D_m = b_0 + b_1 \cdot T + b_2 \cdot N + b_3 \cdot T^2 + b_4 \cdot N^2 + b_5 \cdot T \cdot N$$

ahol: T = a faállomány kora, N = a törzsszám (1 ha-on)

A kiszámított korrelációs együtthatók: $R(V_b) = 0,943$; $R(D_m) = 0,987$.

A függvények alapján számított V_b és D_m szorzatokat (E) táblázatokban foglaltuk, ahonnan az E_{\max} -nak megfelelő N kiolvasható volt.

A fatermési tábla adatai közül kiemeljük, hogy a hazai erdeifenyvesek átlagát a III. és a IV. fto. képviseli. Az 1000 m³/ha összes fatermést az I. fto.-ba tartozó erdeifenyvesek 70 éves, a II.-ba 115 éves korra érik el. Az összes fatermés átlagnövedéke az I. fto.-ban 120 éves, a II.-ban 95 éves, a III.-ban 70 éves korig legalább 10 m³/ha, vagy ennél magasabb.

Országos fatermési táblák feketefenyőre

Hazai fekete-fenyveseinkben *Faragó Sándor* és *Kovács Ferenc* közreműködésével 254 hosszúlejárható kísérleti területet létesítettünk, amelyek elegendő adatot szolgáltatnak az új országos fatermési tábla megszerkesztéséhez. Mindez ideig ilyen fatermési táblával a magyar erdészet nem rendelkezett, kényszerűségből a Greiner-féle erdeifenyő fatermési táblákat alkalmazta. Az új táblák szerkesztésekor alkalmazott eljárás azonos volt az erdeifenyőnél leírtakkal.

A kapott eredmények közül külön is érdemes kiemelni, hogy még a hazai szélsőségesen száraz gyenge termőhelyeken is létrehozhatók V–VI. fto. feketefenyvesek, amelyek védelmi szerepük betöltése mellett még 300 m³/ha összes fatermést is produkálnak. A hazai átlagot képviselő IV. fto. feketefenyvesek 70 éves vágásforduló esetén 7,0 m³/ha/év átlagnövedéket érhetnek el, megközelítve a 350–400 m³/ha élőfakészletet. Ezeknél jobb termőhelyekre FF telepítése nem indokolt.

Országos fatermési táblák lucfenyőre

Viszonylag kis térfoglalása ellenére rekord nagyságú és értékű fatermése, a rontott sarj eredetű lombos állományok (Gy, B, T, Cs) átalakítása, majd a B visszatelepítése során játszott szerepe miatt láttuk indokoltnak a hosszúlejáratú kísérletek létesítését hazai lucfenyeveseinkben. 123 homogén mintaterület adatainak és az üzemtervi adatoknak a felhasználásával készült el az erdeifenyőre leírtakkal azonos metodikával az új hazai országos fatermési tábla.

A kísérletek adatai és az új fatermesítáblák alapján emeljük ki a következőket.

Lucfenyeveseink nagyobb része az I–III. fatermési osztályokba tartozik. A lucot e szerint nálunk a számára kedvezőbb termőhelyekre telepítették. Az 1000 m³/ha összes fatermést az I. fto. lucosok 65–70 éves korra, a II. fto.-ban 85–90 éves korra, a III. fto.-ban 125–130 éves korra érik el. Az összes fatermés átlagnövedéke 10 m³/ha vagy ennél nagyobb az I. fto.-ban: 125 éves, a II.-ban: 120 éves, a III.-ban: 80 éves korig.

A fenyők fatermésének, növekedésének összehasonlítása

Fenyő állományaink a hazai termőhelyek legnagyobb részén előfordulnak. Az erdeifenyvesek főleg a gyertyános-tölgyes és az erdőössztyepp, a feketefenyvesek az erdőössztyepp és a cseres-tölgyes, a lucfenyvesek nagyobb része bükkös és a gyertyános-tölgyes klímában található. Termőhely igényük különböző, a legszűkebb szórásmezőben a lucfenyő, a legtágabban az erdeifenyő érzi jól magát. Az erdei- és a feketefenyő pionír fajok, gyenge termőhelyi adottságok mellett is jól növekszik (pl. talajvíz hatástól független gyengén humuszos homok). A kedvezőbb vízellátású és tápanyag gazdag talajokon kiemelkedő a produktivitása, de legtöbb esetben szerény termőhely igénye miatt nem hasznosítja a potenciális adottságokat (pl. mély termőréteg vastagságú agyagbemosódásos barna erdőtalaj). A lombos fajokkal való elegyítésének ilyen esetekben van főleg kiemelkedő gazdasági szerepe is.

Termőhelyi igényeik különbözősége miatt az egyes fajok, így a fenyők fatermésének és növekedésének az összehasonlításakor *viszonylagos* értékeket kapunk, ha a fatermési táblák adatsorait fogadjuk el az összehasonlítás alapjaként. Azonos fatermési osztályok különböző fajok esetében általában különböző termőhely csoportoknak felelnek meg. Ezért a fajok növekedési sajátosságainak, fatermőképességi potenciáljának az összehasonlítását szolgálták azok a kutatások is, amelyeket az új fatermési táblák felhasználásával végeztünk. Az ilyen alapon levonható fontosabb következtetések közül a következőket emeljük ki:

- ✦ a három fenyő közül a számára legkedvezőbb ökológiai adottságok esetén a legnagyobb összes fatermést a feketefenyvesek 30–40 éves, az erdeifenyvesek 50–60 éves, a lucfenyvesek 50–60 évnél hosszabb vágásfordulóban érik el, Magyarországon a lucfenyvesek képesek az összes faj közül a legnagyobb fatermést elérni, ha 80 éves vágásfordulóban tartjuk fenn őket, ezen túl már a bükkösöké a vezető szerep (110–130 év);

- ◆ rövid, 30–40 éves vágásfordulójú, rostalapanyag termelő fenyveseket Magyarországon elsősorban erdeifenyő és feketefenyő telepítésével a nagyalföldi homokon célszerű létrehozni;
- ◆ kedvező ökológiai adottságok esetén méretes értékfa termelés hosszabb vágásfordulóban lehetséges, amikor 60–100 éves korban az I. fto. lucfenyvesek hekténti összes fatermése 184 m³-rel haladja meg a feketefenyvesekét, 53 m³-rel az erdeifenyvesekét, 100 éves korra ez a különbség 366 m³-re, ill. 230 m³-re növekszik;
- ◆ abban az esetben, ha 80 éves vágásfordulóban tartjuk fenn a három fenyőt, az első három fto-ban a vágásforduló feléig az összes fatermésnek az erdeifenyvesek a 65 %-át, a feketefenyvesek 63 %-át, a lucfenyvesek az 53 %-át érik el, amit a nevelővágások tervezésekor ajánlatos figyelembe venni;
- ◆ az összes előhasználat mértéke mindhárom fenyőnél eléri 80 éves korig kedvező ökológiai adottságok esetén hektáronként a 400 m³-t, ami igazolja a nevelővágásoknak a faanyag nyelésben betöltött szerepét az elsődleges minőség-növelő célok mellett;
- ◆ a vizsgálatok szerint a fenyvesek első nevelővágásai, a tisztítások során kikerülő famennyiség súlyának 20–30 %-át a fenyőtű alkotja (2200–5500 kg/ha), indokolt ezért a fenyőtű hasznosításával külön is foglalkozni;
- ◆ az I. fto-ban számított érték ($D_m \cdot V_b$) szerint a sorrendet és az arányokat a következő számok fejezik ki (E): 80 éves korban LF: 33 436, EF: 32 140, FF: 27 792; 100 éves korban LF: 43 146, EF: 37 670, FF: 32 538, amelyek megfelelnek az elérhető gazdasági eredmény várható arányainak is;
- ◆ azonos korú és felsőmagasságú faállományok szerkezetének és fatermésének egybevetésekor kitűnt, hogy 30–40 éves korig az egészállomány fakészlete között nem volt számottevő a különbség, 40–50 éves kortól a lucfenyő azonban számottevően túlszárnyalja az erdei- és a feketefenyőt. Általánosan jellemző, hogy a lucfenyvesek törzsszáma (1 ha) és körlapösszege a legnagyobb, átmérője a legkisebb, a feketefenyvesek törzsszáma a legkisebb, az erdeifenyveseké a kettő közötti.

Itt kell külön kitérni arra, hogy a fatermés, a fanövedék térfogatának meghatározásán túl, annak súlyával és szerkezeti összetételével is foglalkoztunk. A kutatás eredményeként Magyarországon és nemzetközi viszonylatban is *először* szerkesztettünk *súly szerinti fatermési táblákat*. Az eltelt idő és főleg a jövő követelményei igazolják ennek indokoltságát. A fafelhasználó üzemek a faanyag átvételekor egyre nagyobb mértékben alkalmazzák a fa súlya szerinti elszámolást. Az erdei dendromassa hasznosításának a kívánatos fejlesztésekor minden bizonnyal nagyobb szerepet kap a súly, ha a levél, a vékonyfa és a vastagfa arányát is számba vesszük.

A fenyőállományok nevelésének kutatása

Az erdőnevelési beavatkozások hatása az egész erdei ökoszisztémára vonatkozóan csak hosszabb ideig, évtizedekig tartó kísérletek, megfigyelések útján állapítható

meg. A kutatás kezdetén Magyarországon már kiemelt jelentőséget tulajdonítottak a nevelővágásoknak: a tisztításoknak és a gyérítéseknek. Európában a nyugati és a keleti államok egymást követően rendeztek erdőnevelési tudományos konferenciákat. Nálunk erre az MTA-n 1958-ban, később 1983-ban került sor. Az első alkalommal (1958) még az útkeresés, a kísérletek metodikájának a nemzetközileg összehangolt kialakítása, a második alkalommal (1983) már a negyedszázados kutatás eredményeinek és gyakorlati hasznának a megvitatása volt jellemző.

A faállomány életkorának a 0,9 része folyamán az erdőnevelési tevékenység jelenti a meghatározó feladatot. Erdeinknek mintegy a 60 %-a fiatalabb 40 évesnél. Ez az arány azt mutatja, hogy a következő évtizedekben is a kiemelkedő feladatok között szerepelnek a nevelővágások. A 261 ezer ha fenyőerdőből viszont 181 ezer ha-t foglalnak el az 1–40 éves korú állományok. Ha a nevelővágásoknak csupán a faminőség javításában betöltött szerepét vizsgáljuk, akkor is rendkívüli a minőségjavítás terén elérhető eredmény. Elegendő ennek igazolására kiemelni azt, hogy a tíz éven belül vágásérett fenyő fatérffogat törzsmínőségének csak a 18,6 %-a első és 47,7 %-a második osztályú. Ha a 3,2 millió m³ fenyőfa minőségét mintegy 20 %-kal emeljük az erdőnevelés útján, az mintegy 600 ezer m³ jobb és értékesebb fenyőfát, számottevő – közel 1 milliárd Ft – többlet árbevételt jelent. A kutatási eredmények hasznosításának az ökonómiai előnyei vitathatatlanok.

Az új erdőnevelési utasítás (1956) megjelenését követően egyre intenzívebb erdőnevelési tevékenység bontakozott ki erdeinkben. Ennek természetes velejárójaként jelentkeztek azok a kérdések, amelyekre a tapasztalati alapokra épített erdőnevelési utasítás konkrét választ a fenyőkre vonatkozóan sem adhatott. A "korán, gyakran, mérsékelten" alapvető már *Cotta* megfogalmazta, *Schober*, *Wiedemann*, *Köstler* továbbfejlesztette, nálunk *Vadas és Roth* alkalmazta. Sem fafaj, sem termőhely, illetve erdőtársulás vonatkozásában nem határozhattak meg az általános irányelveken túl olyan számsorokat, amelyek egzakt kísérletekre épültek és amelyek egyértelműen konkrét eligazítást nyújthattak volna a fenyők és a lombos faállományokban jelentkező különböző erdőnevelési feladatokra nézve. Ennek hiányában az erdőnevelési kutatás a legsürgetőbb általános céljai közé soroltuk a következő kérdések megválaszolását, valamennyi célállományra vonatkozóan:

- mikor kell kezdeni és milyen időszakonként ismételni a különböző termőhelyű és összetételű célállomány típusokban a nevelővágásokat;
- milyen legyen az erdőnevelési eljárások módja és mekkora a nevelővágások erélye;
- az erdő életének különböző szakaszában miként (mikor, meddig és milyen mértékben) kell egyes faállomány szerkezeti (fatermési) tényezőket fenntartani ahhoz, hogy a fatermelési és más rendeltetésének az adott faállomány megfeleljen;
- miként és mikor lehet a természetes erőket, elsősorban a természetes kiválasztódást a legeredményesebben az erdők elsődleges rendeltetése szerint erdőnevelési célok szolgálatába állítani;

- a javafák ("V" fák), a segítő és a kivágandó fák jellemző tulajdonságait, kiválasztásuk, fenntartásuk, vagy eltávolításuk idejét milyen morfológiai, esetleg fenológiai ismérvek alapján célszerű meghatározni;
- milyen összefüggések állnak fenn az erdők stabilitása, a károsítókkal szembeni ellenállóképessége és az erdőnevelés között (Solymos R., 1962).

Már a kutatás első két évtizede folyamán kitűnt, hogy a gyakorlatban különböző célú nevelővágások ideje és az egyes fenyőfélék növekedési menete között nincs összhang. A hatékonyság ezen alapvető előfeltételének megteremtése érdekében a fenyők növekedési menetének konkrét meghatározását a kutatás elsődrendű feladatának tekintettük. A gazdaságosság növelése érdekében a várható fatermés szerint differenciáltuk az erdőnevelés intenzitását. Ezt is figyelembe véve dolgoztuk ki a kombinált, a változó és a sematikus erdőnevelési technológiákat, amelyeket az erdőgazdasági gyakorlat hamarosan alkalmazott (Solymos R., 1998).

A KUTATÁSI EREDMÉNYEK GYAKORLATI HASZNOSÍTÁSA

A kutatási eredmények hasznosítása a történelem folyamán mindenkor, az utóbbi fél évszázadban pedig különösképpen nagy jelentőségű volt. Az ötvenes évek végén úgy tartották több európai erdészeti kutató intézetben, hogy az újabb eredményeknek általában a 10–40 %-át alkalmazza az erdőgazdasági gyakorlat. Minket az átlagosnál jobban ösztönzött a tervezett és folyamatban lévő erdőgazdaság fejlesztés, az erdőrendezés, az erdőművelés és az erdőhasználat megújítása, valamint az erdei munkák gépesítése terén tapasztalt nemzetközi fellendülés.

Szerencsésnek kell ma már tekintenünk azt, hogy az erdőrendezés és az erdőnevelés a hatvanas években már a fénykorát élte. Az erdőrendezés fejlesztésére létrehozott munkacsoport sürgette az új fatömeg és fatermési táblákat, majd az erdőnevelési modelleket. Így alakult ki az a helyzet, hogy amint egy-egy fatermési, vagy modelltábla elkészült, azonnal átvették és megkezdték gyakorlati bevezetését. Ennek a példátlanul pozitív hozzáállásnak köszönhető, hogy a numerikus táblázatainkból erdőrendezőink elkészítették a fatermési és erdőnevelési nomogramokat, később függvényeket. Így a gyorsan fejlődő számítástechnika hasznosításával a nyolcvanas évekre erdeink legnagyobb részére már az általunk szerkesztett táblázatok adatait használták. Közben az ismételt felvételek lehetővé tették a szükséges korrekciókat és a nyolcvanas évek végén, majd a kilencvenes években már arra is gondolhattunk, hogy a kísérleti területek ismételt felvételének kiértékelése után tovább fejleszthessük országos érvényű modelljeinket. A jelen időszakra valamennyi fő állományalkotó fafajunkra ez meg is történt. Az utóbbi másfél évtizedről az utódaim adhatnak részletesebb tájékoztatást.

Az új kutatási eredmények gyors gyakorlati bevezetése, az oktatásban és más kutatási területeken való széleskörű alkalmazása a vártnál nagyobb hatást váltott ki erdészeti, gazdasági és tudományos életünkben. Hamarosan elértük az ország összes erdeinek teljes üzemptervezettségét és olyan erdőállomány adattárat hoztak létre erdőrendezőink, amely európai viszonylatban is páratlan gazdaságú információ tartalom-

mal rendelkezik. Ezzel egyidőben jelentkeztek az osztrák, a német és más államok erdőleltárainak és az ide vonatkozó kísérleteknek az eredményei is.

A kutatási eredmények gyakorlati következményei közül csak néhány olyat emelek ki, amely szakköreink kisebb-nagyobb csoportját valósággal sokkolta. Bár érdemes lenne ezeket részletesen elemezni, jelen esetben csak rövid áttekintésükre térhetünk ki.

- *Az első és legnagyobb hatást erdeink élőfakészlete, növedéke és a kitermelhető famennyiség meghatározása váltotta ki. A nyolcvanas évek elején már egyértelmű volt, hogy erdeink élőfakészlete elérte, majd meghaladta a második világháború végén (1945–1948) becsült 120–150 millió m³-es élőfakészlet kétszeresét. Sokan és sokszor ebben a diktatúra befolyását vélték felfedezni. Az általános politikai bizalmatlanság a feltárt tudományos igazságok megbízhatóságát is megkérdőjelezte. A szak- és napisajtóban, akadémiai és más rendezvényeken nehéz volt bizonyítani a kutatási eredmények objektív megalapozottságát. Számos szakember, sőt az OEE vezetői is (1980–1985), a kérdőjelek sorával igyekezett bebizonyítani, hogy nincsen annyi élőfakészlet erdeinkben, mint amennyit az erdőrendezési adattár kimutatott. Úgy tűnik, hogy az új évezred küszöbén mindezt elfelejtették.*
- *Közben napvilágot láttak más európai államok ide vonatkozó adatai. Az osztrákok kitörő örömmel az erdészet nagy eredményeként publikáltak a miénkhez hasonló élőfakészlet növekedést. Talán ez és több más tényező is eredményezte, hogy napjainkra megszűnt a vita és ma már nálunk is elismerjük az eredményeket akkor is, ha tudjuk, hogy ezeknek mintegy az 5 %-a fatömeg és 15–20 %-a a fatermési táblák valóságot visszatükröző adatainak köszönhető. Csúpan azt felejtették el a vita hangadói, hogy a szakmát és kutatást egyaránt lejárató vélekedésük tarthatatlanságát az ezredfordulóhoz közeledve nyilvánosan is beismerjék. Személyesen ezt a folyamatot ma már a kutatás, a tudomány áttörő sikerének tekintem, elfelejtve a korábbi kellemetlenségek sorozatát. Jelentőségét úgy vélem külön nem kell méltatnom. Ma már senki nem vitatja, hogy erdeinkben több mint 315 millió m³ élő fa áll (ÁESz).*
- *A kutatások második gyakorlati haszna az erdők fanövedékének az eddigieknél megbízhatóbb meghatározás volt. Kezdetben kételkedve fogadták sokan azt, hogy 2000-re erdeink összes fatermésének évi folyónövedéke meghaladhatja a 11 millió m³-t. A növekedés és növedék vizsgálatok során már világosan láttuk, hogy 1980–2000 között éri el a nagyarányú erdőtelepítések legnagyobb része azt a kort, amikor a növedék kulminál. Ma viszont azt is előre jelezzük, hogy a visszafogott erdőtelepítések következtében a jelenlegi kulmináció után a folyónövedék természetes visszaesése várható, ami nem a vélt rablógazdálkodási okok miatt következik majd be.*
- *Harmadikként emelem ki a kitermelhető famennyiséget. Annak ellenére, hogy az erdőnevelési modellekben a vágáskor folyamatosan emeltük, a fakitermelési lehetőség megnövekedett. Ez egyrészt a nagyobb élőfakészletnek, másrészt a nevelővágások erélye számottevő megnövelésének köszönhető. Az er-*

dő- és fagazdaság legsúlyosabb témáinak az egyike az elmúlt évtizedekben a fakitermelési lehetőség volt. Az ötvenes években a szakmai viták a politikai körökig is eljutottak és az erdészet országos szakvezetője csak a szerencsés véletlennek köszönhetette, hogy a letartóztatását elkerülte. E vita történetét Sali Emil egy 35 oldalas kéziratban hagyta rám, amely ma már a szakma "rémregényének" is tekinthető. Talán ez is ösztönözte kutatásaink támogatására és eredményeink hasznosítására. 1972-ben a 2000-re várható kitermelést előre jeleztük és az "Erdészeti Kutatások" című kiadványban közreadtuk. Rajta kívül csak kevesen hittek abban, hogy az ezredfordulón változatlan vágásforduló esetén 10 millió, a vágásforduló megnövelése esetén 8 millió m^3 körül lesz a fakitermelési lehetőség. Már akkor ismételtén kértük a várható nagyarányú sarangolt választék hasznosítására való felkészülést. Tekintettel az évi 10–11 millió m^3 -es fanövedékre és a kilencvenes évek 6–8 millió m^3 -es fa kitermelésére, érthető, hogy erdeinkben évente 3–4 millió m^3 -re becsülhető az élőfa-készlet akkumulációja (ÁESz).

- Negyedikként az erdőnevelési modellek gyakorlati bevezetésének hazai és nemzetközi hatását értékelem. A témában készített első kutatási jelentést követően hamarosan értékelni kezdte a gyakorlat a modellek számszerűségét, konkrét eligazítást nyújtó szerepét, valamint egyszerű hasznosításának módját. A körlapösszeg elismerése mellett a törzsszám tartást hangsúlyoztuk ki, amelyet a modellekben az átlagos tőtávolság számszorainak a közlése útján fejeztünk ki. Ma már ezeket a modelleket nem csak az erdőművelés, hanem az ökonomia is hasznosítja (Solymos, 1976; Veperdi, 1989).
- Az ötödik kiemelésre érdemes eredményt az új racionális erdőnevelési technológiák gyakorlati bevezetése jelenti. A faállományok feltárása, a gépesítést megkönnyítő kombinált eljárások alkalmazása ma már széleskörű. Kevesen tudják, hogy amikor ezeket a kísérleteket elkezdtük, sok helyen jósolták azok abbahagyását.
- Itt kellene és lehetne még beszámolni az egyes erdőkben folyamatban lévő kutatásainkról, amelyek első eredményei már rendelkezésre állnak, hamarosan publikáljuk őket. Zárógondolatként ismételtén az országos kísérleti hálózat értékét szeretném hangsúlyozni, amelynek gondozása és fenntartása a jelen vezető kutatóinak és állami illetékeseinek a felelőssége (Solymos R., 1997).

A gyakorlati hasznosítás során ismertetett gondjaink azt a küzdelmet érzékeltetik, amellyel valamennyi kutatónak számolnia kell, ha új és számottevő változásokat előidéző eredményeket ér el és azokat a gyakorlatban realizálni kívánja. Keves említést tettem viszont azokról a pozitívumokról, szakembereink, vezetőink széleskörű támogatásáról, amelyek az ismertetett eredmények létrehozását segítették (Veperdi, 1998).

A kutatásban és a gyakorlatban dolgozó jelentős számú szakembernek jár ezért köszönet.

Az ezredfordulón hangsúlyozni kell, hogy az erdészeti fatermési és erdőnevelési kutatások jelentősége a következő évszázadban tovább növekszik. A környezetbarát fa az erdő meghatározó alkotója marad, bármi legyen is az adott erdőrészlet elsődle-

ges rendeltetése. A hosszúlejárati kísérleti területek adatai újabb, ökológiai és ökonómiai szempontból jelentős eredményeket ígérnek. Ezek gyakorlati hasznosítása általános érdek.

Végül szeretném kiemelni, hogy 1998-ban is érvényes *Bertrand Russel* megállapítása: "A tudomány emberének rá kell bírnia a világot arra, hogy szívlelje meg, amit ő felfedezett. Ha ezt a nehéz feladatot nem koronázza siker, az ember a maga tudásával önmagát fogja elpusztítani."

IRODALOM

- Abetz, P. 1979. Zur Problematik der Anwendung von Durchforstungshilfen. AFZ. 150.5.:234–238.
- ÁESz. 1997. Magyarország erdőállományainak főbb adatai. ÁESz kiadvány. Bp.
- Antanaitis, V.V., Zagreev, V. 1969. Priroszt lesza. Izd. Lesznaja promysl. Moszkva.
- Assmann, E. 1961. Waldertragskunde. München, Bonn, Wien: BLV Verlagsges.
- Bánó, J. 1957. A magyar fenyőmagtermő plantázs. Erd. Kut. Vol. 53.1–2:31–48.
- Béky, A. 1987. A kocsánytalan tölgy. Akadémiai Kiadó, Bp.
- Béky, A. 1989. A tölgy. Mezőgazdasági Kiadó, Bp.
- Danszky, I. et. al. 1973. Erdőművelés I–II. Franklin Nyomda, Bp.
- Birck, O., Kiss, R., Márkus, L., Solymos, R., Tallós, P. 1962. A hosszúlejárati erdőnevelési és faterméstani kísérletek... Erd. Kut. Vol. 58. 1–3:217–259.
- Fekete, Z. 1951. Erdőbecslés. Akadémiai Kiadó, Bp.
- Halaj, J. 1982. Sustava rastovych tabuliek drevin pre domácu prax. Lesn. cas., Bratislava, 28.5:215–231.
- Halupa, L., Rédei, K. 1980. Az akác erdőnevelési modellje. ERTI kutatási jelentés.
- Jaró, Z. 1974. Fenyőtermesztés lehetősége a termőhelyi adottságok függvényében. ERTI Tudományos ülés kiadványa. 12–14.
- Keresztesi et. al. 1967. A tölgyek. Akadémiai kiadó, Bp.
- Keresztesi, B., Solymos, R. 1978. a fenyők termesztése és a fenyőgazdálkodás. Akadémiai kiadó, Bp.
- Király, L. 1970. Erdőrendezés-fejlesztési eredményeink. Az Erdő, 19.1:1–8.
- Magyar, J. 1941. Az egykorú állomány felsőmagassága. El. L. XXX. évf.101–107.
- Magyar, J. 1961. Erdei, fekete luc és vörösfenyveseink átlagmagassági (Termőhelyi) szórásmezője. Az Erdő, 10.1:11–15.
- Sali, E. 1977. A kutatási eredmények szerepe az erdészet fejlesztésében. Az Erdő, 4: 162–164.
- Solymos, R. 1962. Erdőnevelési és fatermési kutatások az ERTI-ben. Az Erdő, 12: 560–565.
- Solymos, R. 1969. Új hazai fatermési táblák. Az Erdő, 18.3:125–129
- Solymos, R. 1969. Az optimális törzsszámtartás szerepe. Az Erdő, 18.5:204–208.
- Solymos, R. 1976. Hálózati kísérletek eredményei EF erdősitésekben. Erdészeti Kutatások, 72.2:18–27.
- Solymos, R. 1990. Die Bedeutung der forstl. Forschung in der Entwicklung der ung. Forstwirtschaft. Forstwissenschaftl. Cbl. 109:151–155. Hamburg.

- Solymos, R. 1993. Új fatermési táblák erdei fenyőre. *Erdészeti Kutatások*, Vol. 83: 357–383.
- Solymos, R. 1994. Change in the Growth Rate of Trees and Environmental Factors. *EFI, Joensuu*, 4:49–50.
- Solymos, R. 1997. Die Forst und Holzwirtschaft des 21. Jahrhunderts in Ungarn. *ÖFZ*, 7–24.
- Solymos, R. 1998. Természetközeli erdő- és vadgazdaság, környezetbarát fagazdaság. *EL*, 133. évf., 7–8.:229–234. Bp.
- Veperdi, G. 1989. Az erdei- és feketefenyő ültetési hálózati kísérletek újabb eredményei. *Erdészeti Kutatások*, Vol. 80–81:289–292.
- Veperdi, G. 1998. A hosszúlejáratú fenyő erdőnevelési és fatermési kísérletek az erdőgazdálkodás szolgálatában. *MTA kiadvány (szerk. Solymos R.)*, 95–100.

VAN-E SZÜKSÉG FATERMÉSI ÉS ERDŐNEVELÉSI KUTATÁSOKRA?

SOMOGYI ZOLTÁN

ÖSSZEFOGLALÓ

A fatermés- és erdőművelés- és a 100 éves magyar erdészeti kutatás legklasszikusabb tudományágai. Az elmúlt évszázad alatt e két tudományterület számtalan elméleti, ill. a gyakorlati erdőgazdálkodás során hasznosítható eredményt mutatott fel. A cikk ezeket az eredményeket foglalja össze, és rámutat, hogy a jelenlegi helyzet mindezek ellenére nem kedvez az erdészeti kutatásnak. Az eredmények, a jelenlegi főbb kutatási témák, valamint a jövő várható kutatási irányai ugyanakkor azt is bizonyítják, hogy az erdőművelési és fatermési kutatásoknak továbbra is az erdészeti kutatás alapkövét jelentik majd.

KULCSSZAVAK: fatermés- és erdőművelés, erdészeti kutatások

ABSTRACT

Forest yield study and silviculture belong to the classical fields of the 100-year-old Hungarian forestry research. During the last century, these fields yielded numerous theoretical and practical achievements. The paper summarizes these achievements and points out that irrespective of these achievements, current situation is unfavourable for forestry research. However, the achievements, the current research topics, as well as the potential directions of development prove that both forest yield study, as well as silvicultural research will remain basic fields of future forestry research.

KEYWORDS: forest yield study, silviculture, forestry research

BEVEZETÉS

A fatermés- és az erdőművelés az erdészeti kutatás legklasszikusabb tudományágai. Kialakulásuk egyet jelentett az erdészeti kutatás kialakulásával; első művelői az erdészeti kutatás és oktatás első neves képviselői is voltak. Később, az erdészeti kutatás virágzó korszakaiban szintén domináns szerepet játszott ez a két tudományág. Az önálló erdészeti kutatás 100 éves évfordulója kapcsán érdemes elgondolkodni azon, vajon fontos-e ma is e két tudományterület, ill. hogy milyen jövő vár rájuk?

Az erdőművelőket az erdőgazdálkodás kialakulása óta elsősorban azok a mód-
szerek érdeklik, amelyekkel a gazdálkodás kitűzött céljait a leghamarabb, a legkisebb

energiabefektetéssel, továbbá a lehető legnagyobb haszonnal és eredményességgel lehet elérni; a faterméstan pedig azt vizsgálja, hogy *a fák* adott körülmények között *milyen gyorsan és milyen törvényszerűségek szerint nőnek*. Az erdőművelés nem nélkülözheti a fák növekedésének ismeretét, ezért e két tudományág sok vonatkozásban elválaszthatatlan, és egymással párhuzamosan is fejlődött.

Ahogy az *Solymos Rezső* akadémikus kifejti előadásában, az erdőművelési és fatermési kutatások alapfeladata ezekben a – gyakorlati erdőgazdálkodásban alapvető – témakörökben a lehetőségek szerint minél részletesebb elmélyülés. Emellett a szóban forgó két tudományterület jelentőségét azáltal lehet megfelelően jellemezni, ha megvizsgáljuk, hogy milyen kutatási témákkal volt lehetősége, ill. kellett az Erdőművelési és Fatermési Osztálynak a közelmúltban foglalkoznia, ill. milyeneket kell jelenleg kutatnia, és milyen irányú kutatások várhatók a közeljövőben.

A JELENLEG FOLYÓ KUTATÁSOK ÉS A FONTOSABB EREDMÉNYEK

Az Osztály közelmúltbeli és jelenlegi tevékenysége alapvetően az alábbi négy kutatási irányhoz kapcsolódik.

Hosszú időtartamú erdőművelési és fatermési kutatások

Természetesen folytatjuk – a pénzügyi lehetőségek miatt nagy nehézségek mellett, csökkentett program keretében – a *Solymos Rezső* által részletezett kutatásokat. Ezeknek a megfigyeléseknek az értéke az idővel exponenciális ütemben nő, abbahagyásuk nagy hiba lenne. E vizsgálatok eredményei közül listászerűen az alábbiakat emeljük ki:

- Alapvető eredményeket értünk el *a hazai elegyetlen, egykorú faállományok növekedésének leírásában, ill. modellezésében*. Az utóbbi években is bővült ilyen módon a hazai adatokon nyugvó fatermési táblák sora (pl. a feketefenyőre és az ezüsthársra készültek ilyen táblák). Ugyanakkor örvendetes módon megkezdtük az ennél bonyolultabb szerkezetű, és hazánk faállományaira szintén jellemző egyes viszonyok kutatását. Az első fontos eredmény e téren, hogy publikált formában is megjelent a gyertyános-kocsánytalan tölgyesekre készített fatermési tábla. Ennek közreadása azért jelentős, mert ez volt az első hazai kísérlet arra, hogy egyes faállomány növekedését és fatermését modellezzük. Ez a modell ilyen formában módszertani kísérletnek is tekintendő.
- Szintén új irányt jelent egy olyan *modell fejlesztése*, amellyel konkrét faállomány pillanatnyi adatai alapján lehetne többféle erdőművelési beavatkozás hatását vizsgálni az időben, s ez alapján az optimálisnak tűnő tisztítási vagy gyéritési eljárást kiválasztani. Az ilyen modellek a kísérleti faállományokról részletes és minél hosszabb időtartamú megfigyeléseket igényelnek. Egy ilyen modell francia-magyar kooperációban történő fejlesztése már évek óta tart; ezt *Veperdi Gábor* előadása részletezi.
- A hosszú időtartamú erdőművelési kísérletek nem elhanyagolható, részben táblázatban, részben irányelvekben megadható eredményei mindazok *az erdőművelési el-*

vek és gyakorlati útmutatások, amelyeket a mindennapi erdőművelési munkák során nagyszerűen lehet alkalmazni. Ezeknek az ismereteknek a hiányában gyakorlati érzék és tapasztalat birtokában ugyan lehet erdőművelési munkákat végezni, de így nagyon sok esetben nem válik az erdő hasznára az elvégzett munka, vagy legalábbis nem lesz optimális az erdő fejlődése. Tekintettel arra, hogy a faállományok fejlődését nagyon sok törvényszerűség kormányozza, még további megfigyelések sorozatára van szükség ahhoz, hogy az eddig nem kellően ismert folyamatokat és törvényszerűségeket megismerhessük, és a gyakorlati erdőművelés számára hasznosíthassuk.

➤ Hazánk erdőgazdálkodásában fontos szerepet foglalnak el a különböző *gyorsan növő fajok*: mindenekelőtt az akác, a nyárak és az erdei- és feketefenyő. Ezek ökológiai értéke nem mindenütt elfogadott, mégis ezek azok a fajok, amelyek faállományai nagy területen sok és értékes faanyagot termelnek, és e fajok a nekik megfelelő, más (őshonos) fajok termesztésére viszont alkalmatlan termőhelyeken a jövőben is nagy jelentőségűek lesznek. Ezért a bennük folytatott erdőnevelési és fatermési kísérleti munka fontos szerepet kap az Osztály tevékenységében is.

A gyorsan növő fajokot intenzíven kell kezelni, ezért a termesztés különböző körülményeit – hektáronkénti darabszám, ültetési hálózat, a gyéritések időpontja és mértéke, az alkalmazandó fajok és fajták stb. – az átlagosnál alaposabban kell ismereni, ill. a termesztéskor meghatározni. A gyorsan növő fajokkal kapcsolatos kutatások elsősorban ezeknek a körülményeknek az optimalizálására irányulnak.

A hálózati kísérletek, a fehérnyár klónok szaporítása, származásainak hozamvizsgálata, őshonos nyár fajták összehasonlító vizsgálata – különös tekintettel a nyárak szárazságtűrésére –, valamint az akác termesztésének fejlesztése és más hasonló kutatások a fatermés növelésén és a tartamos faanyag-gazdálkodás javításán túlmenően hozzájárulnak a gyenge termőhelyek hasznosításához és a hasznosítás jövedelmezőségének fokozásához is. Az e téren folytatott kutatások eredményei közül – amelyeket számos, terepi bemutatót is magába foglaló hazai rendezvényen, ill. publikációkban ismertettünk – kiemelendő az 1996. októberében megrendezett nemzetközi nyárkongresszus, amelynek szervezésében és lebonyolításában, ill. az ott ismertetett, nemzetközileg is elfogadott eredmények létrehozásában az Osztály dolgozói oroszánrészt vállaltak. A konferenciához kapcsolódóan, ill. attól függetlenül is több publikáció jelent meg, amelyek az akác eddigi kutatási és gyakorlati ismereteit foglalják össze, s amelyek ilyen vonatkozásban jól példázzák a kutatások eddigi eredményeinek mennyiségét és gyakorlatba történő átültethetőségét.

➤ A hosszú időtartamú erdőművelési és fatermési kutatások során megmért adatok a fák növekedésének, az erdők faállomány-szerkezetének jobb megismerését tették lehetővé más tekintetben is, és hozzájárultak az erdőtervezői munka és több módszer fejlesztéséhez, ill. sok egyéb ismerettel jártak. A hosszú időtartamú megfigyelésekhez kapcsolódóan az utóbbi években, a nyármemesítéssel párhuzamosan szükség volt Sopp László korábbi munkásságának folytatására. Ennek keretében készült el több új fatérdfogat-tábla, ill. fatérdfogat-függvény nemesnyár-klónokra. Ezek és más, korántsem mellékes eredmények hosszú távon szintén a gyakorlati erdőgazdálkodást szolgálják, vagy olyan kutatásokhoz szolgálnak alapul, amelyek közvetlen gyakorlati

eredményekkel kecsegtetnek. Az előbbieik között megemlíthetők még pl. azok a kutatások, amelyek a faállományok gyérülésének (helytelenül: "öngyérülésének") a kutatására irányulnak, s amelyektől hosszú távon a gyérítések fejlesztése várható. Az utóbbiak közé tartozik, hogy a hosszúlejárátú kísérletek sok esetben jó alapot szolgáltatottak újabb kutatások beindításához. Ilyen volt pl. a tölgypusztulás mértékének és okainak feltárását szolgáló, *Béky Albert* által koordinált kutatás.

Monitoring-szerű megfigyelések

A hosszú időtartamú fatermési és erdőművelési kísérletek mellett egy másik, nem kevésbé fontos irányt jelent olyan, többnyire monitoring-szerű megfigyelések folytatása, amelyeknek a célja a fák növekedési mintázatainak értelmezése a környezeti tényezők függvényében. Ide értjük azokat az eseteket is, amikor a fák növekedését a normális tényezőkön kívül valamilyen egyéb tényező módosítja viszonylag jelentősen; e tényező hatásának felderítése vagy bizonyítása sokszor ad felvilágosítást a fák környezetének állapotáról. Így pl. a fák egészségi állapota, egy abiotikus környezeti tényező, a vízhiány vagy más, ezekhez hasonló tényező jelenlétére és hatásának erősségére lehet következtetni a fák növekedésének a vizsgálatából. Ilyen monitoring a 13. éve folyó *szigetközi erdészeti monitoring*, amelyről *Szabados Ildikó* előadása szól részletesen. Amit abból itt is ki kell emelni, hogy a fatermésben egy igen nagy értékű (több száz milliárd Ft értékű), országok vitáját is eredményező, a hágai bíróságot is megjárta, bonyolult kérdéskör részeként alkalmasnak bizonyult arra, hogy fontos döntések meghozatalakor alapozzanak rá. E döntések alapvetően nem az erdészeti ágazatot érintik, vagyis itt nem az erdőgazdálkodás fejlesztése volt a cél (legfeljebb csak áttételesen), s a fatermésben, mint biológiai tudomány ismeretanyagát és módszertanát használtuk fel. Ez mutatja azt is, hogy a fatermésben integrálódott a tudomány testébe, s annak most már szerves részét képezi.

Természetszerű erdőgazdálkodás

A harmadik csoportba azok a kutatások tartoznak, amelyeknek a célja az erdőművelés, ill. az erdészeti gyakorlat természetesebbé, ugyanakkor hatékonyabbá tétele. Ezek olyan erdőművelési kutatásokat jelentenek, amelyeket akár egykorú és elegyetlen, akár elegyes, természetesebb, ill. védett erdőkben – pl. erdőrezervátumokban – folytatunk. Ezek a kutatások az előző kettőnél sokkal bonyolultabbak, sokkal szélesebb körű ismereteket feltételeznek.

A gyorsan növekvő, intenzíven kezelt állományok fent részletezett kutatása mellett nem hanyagoljuk el az őshonos fafajainkból álló, természetközeli szerkezetű erdők kutatását sem. Elsőként kiemelendő példaként megemlítjük, hogy a természetközeli módszerek fejlesztése érdekében kialakítottunk egy mára már 30 ha-ra kiterjedő erdőfelújítási és ápolási kísérletet egy gyertyános-kocsányos és kocsánytalan tölgyesben a Sárvár környéki Farkaserdőben. A kísérlet a méretét, a kezeléseket számát és az ismétléseket tekintve a legnagyobb és legígéretesebb hazai erdészeti kísérletek közé tartozik.

Az Osztálynak ez a tevékenysége szorosan összefügg a 90-es évek eleje óta kibontakozó, az erdők hosszú távú megőrzését célzó európai kezdeményezések hatására

meghozott ún. strassbourgi és helsinki határozatok megvalósításával. E tevékenység kapcsán több nemzetközi konferencián vettünk részt, és a nemzetközi határozatok megvalósításával kapcsolatban rendszeresen jelentettünk meg publikációkat a hazai erdészeti szakfolyóiratokban.

Szükséges hangsúlyozni, hogy az erdőgazdálkodás fogalmába a természetszerű erdőgazdálkodás mellett beleértjük az olyan, intenzíven kezelt ültetvényekben történő gazdálkodást is, mint amilyenek az *energiacélú faültetvények* (helytelen elnevezéssel az ún. energiaerdők). Ezek ugyanis fahozamukkal csökkenthetik a természetközeli erdőkre neheztető terhelést. Ezért az utóbbi években – a megbízások mértékéig – foglalkoztunk az energiacélú faültetvények létesítésének és kezelésének többféle kérdésével is. Az eredményeket tartalmazó kutatási jelentéseket az érintett gazdálkodók megismerhették csakúgy, mint azok a minisztériumok, amelyek döntési kompetenciájába tartozik az ilyen jellegű ültetvények létesítése.

A tartamos (“fenntartható”) erdőgazdálkodás megvalósítása az utóbbi években kormányzati szinten megoldandó feladattá vált. E tekintetben sor került az Osztály eredményeinek összefoglalására, ill. azoknak más szakterületek tapasztalataival való szintézisére, és a javaslatok a Kormány elé kerültek. Ez azonban egy olyan témakör, amely még nagyon sok gyakorlati, s ebből kifolyólag kutatási kérdést fog majd felvetni.

A fanövedés kutatása nem klasszikus erdőgazdálkodási körülmények között

A negyedik csoportba azok a fatermési kutatások sorolhatók, amelyekben a fák növekedésének valamilyen speciális aspektusból van jelentősége. Ilyen pl. a *tölgyek száradásos betegsége* (a tölgypusztulás) fanövedésre gyakorolt hatása, amit az Osztály a 80-as évek eleje vizsgált. Ez a kutatás is az ökológiai viszonyok-növekedés kapcsolatának elemzésén alapul, és a tölgypusztulás sajnálatosan intenzív és már idestova két évtizede folytatódó károsítása miatt szintén jelentősnek mondható. Az osztály a tölgy hosszúléjárátú kísérleti területein jelentősen hozzájárult a tölgyek egészségi állapotának nyomon követéséhez, és a tölgypusztulás okaira rákérdező kutatásokhoz is alapul szolgáltak ezek a területek. A kutatások ezen kívül egyrészt a fák évgyűrűszerkezetének vizsgálatára irányultak (Somogyi, 1990), másrészt pedig egy tölgypusztulással sújtott erdőrészt egészére kiterjedően folytak (Standovár-Somogyi, 1998).

A növekedés vizsgálata során az évgyűrűszélességek, ill. a korszaki növekedés megmérése mellett természetesen a betegség mértékét is megfigyeltük az idő függvényében. Ezen túlmenően abban a vizsgálatban, amelyiknél az erdőrészt valamennyi fájának növekedését vizsgáltuk a betegség függvényében, az erdőrészt egészére kiterjedően a termőhely minőségéről is sokrétű információt szereztünk. Ezzel nemzetközi téren is új irányú kutatást sikerült folytatni, amelynek eredményekről először hazai fórumon (az erdeink egészségi állapotával foglalkozó 1995-ös MTA-konferencián), majd az 1995-ös, XX. Erdészeti Világkongresszuson számoltunk be. A kutatási eredmények nemrég *rangos nemzetközi folyóiratban is* napvilágot láttak.

Végezetül még egy példa a fatermési eredmények alkalmazására az a kutatás, amely annak feltárására irányult, hogy *hogyan járulhat hozzá az erdőgazdálkodás a levegő szén-dioxid tartalmának csökkentéséhez*. Egy ilyen jellegű kérdésre csak a faállományok növekedési törvényszerűségeinek ismerete alapján lehet megfelelő vá-

laszt adni: a kérdés tanulmányozásához a szén körforgalmának modellezésére van szükség, s e modell releváns részét képezik a fatermési (más néven növekedési) modellek.

Egyéb fontosabb kutatási témák

Az Osztály a fenti főbb témakörökön kívül természetesen sok egyéb – országos, ill. helyi jelentőségű – kutatással is foglalkozott. Ezek valamennyiének felsorolása és részletesebb jellemzése helyett álljon itt alább egy rövidített lista azokról az országos jelentőségű témákról, amelyekkel az 1980–1990-es években foglalkoztunk. A lista önmagában is jelzi azt a sokoldalú kutatómunkát, amit az Osztály az utóbbi időben folytatott.

- ✦ A természetközeli állományokban fellépő mortalitás jelenségének vizsgálata.
- ✦ Rövid vágásfordulóú ültetvényszerű fenyőtermesztés technológiájának kidolgozása.
- ✦ Ültetési, hálózati kísérletek új nyárfajtákkal.
- ✦ Komplex vizsgálatok nyárasok fatermésének növelésére.
- ✦ Ártéri természetszerű állományok felújítása.
- ✦ A fatermesztés gazdaságosság tétele ökonómiai szempontból gazdaságtalan erdőkben.
- ✦ Határtermőhelyek hasznosíthatósága különböző lombos fafajokkal.
- ✦ Optimális véghasználati korok meghatározása.
- ✦ Nemesnyár felújítási technológiák vizsgálata.
- ✦ Erdőrezervátumok kijelölése, a bennük folytatandó kutatások módszereinek fejlesztése.
- ✦ Az erdőrezervátumokban folytatandó kutatások megalapozása, faállomány-szerkezeti kutatások.
- ✦ Erdősítések kivitelezésének hatékonysági vizsgálata.
- ✦ Cser származási kísérletek.
- ✦ Fafajcserés felújítási technológiák kidolgozása.
- ✦ Szennyvizzel öntözött nyárasok vizsgálata.
- ✦ *Fomes annosus*-sal károsított fenyvesek felújításának vizsgálata.
- ✦ Vadkárosítástól kerítéssel védett fiatalosok növekedés-vizsgálata.
- ✦ Fásítások rehabilitációs vizsgálata.
- ✦ Dendrokronológiai kutatások.
- ✦ Őshonos fafajok nemesítésével kapcsolatos kutatások.
- ✦ Különböző minisztériumoknak számos szakmai anyag véleményezése, egyéb szakértői tevékenység folytatása.

AZ ERDŐMŰVELÉSI ÉS FATERMÉSI OSZTÁLY MUNKÁJA A JÖVŐBEN

Az erdőművelési és fatermési kutatások jövőjét illetően – mint az előrejelzések-nél általában – nem lehet pontos prognózist készíteni. Egy azonban bizonyos: e két tudományág tekintetében komoly eredményeink vannak, amint azt a fenti elemzés is szemlélteti, s ez a jövőre nézve biztosítékul szolgálhat. Sok ugyanakkor még a megoldatlan probléma, sok megválaszolandó kérdés van még, ezért elődeink munkásságát, gondolataik kidolgozását tovább kell folytatni.

Fekete Zoltán egyike azon elődeinknek, akinek munkáját folytatva szükséges például ellenőrizni – ott, ahol ez még nem történt meg – az elkészült fatermési táblák, ill. modellek helyességét. Ennek ma abból a szempontból is különösen nagy lehet a jelentősége, hogy egy olyan jelenséget ismert fel a nemzetközi kutatói közösség, hogy *a fák növekedése Európa-szerte, s feltehetően hazánkban is lényegesen felgyorsult*: adott korú és fafajú fák növekedési sebessége – természetesen helyenként eltérő mértékben, de általában jelentősen – gyorsabb, mint egy fél vagy egy évszázaddal ezelőtt. Ez – amellett, hogy önmagában érdekes, kutatói jelenségről van szó – arra hívja fel a figyelmet, hogy a növekedési modellek csak állandó környezeti viszonyok között használhatók változtatás nélkül, ezért újra és újra felül kell őket vizsgálni; a fatermési méréseket abbahagyni bűn volna, sőt, azokat igazából most kell elkezdni. Ahhoz pedig, hogy azt is megértsük, hogy hogyan, s miért változik a fák növekedésének sebessége a környezeti változások függvényében, a “környezet változását” is nyomon kell követni, ami csak *a fatermés tan és más tudományágak együttműködésével* képzelhető el.

Ma “a növedékszámításnak” (növedékbecslésnek) már nem “elsősorban az erdőrendezés szempontjából van jelentősége”, ahogyan *Fekete Zoltán* megfogalmazta Erdőbecslés tanában. Gazdasági szempontból természetesen továbbra is nagy jelentősége van ismerni azt, hogy mennyi a kitermelhető fatérfogat, és az hogyan változik az időben. Ma ugyanakkor már ugyanilyen fontos felhasználni a fák indikációs tulajdonságát, vagyis azt, hogy a fák növekedésének ismerete alapján következtetéseket vonhassunk le a fák környezetére vonatkozóan. Az eddigi vizsgálatok után is fontos kérdés maradt – és feltehetően egy ideig még az is marad –, hogy *jelez-e valamit a fák növekedése a klímaváltozásból* (pl.: túl sok-e a szén-dioxid a levegőben stb.).

Természetesen ide tartozik *a gyérítések hatásának vizsgálata és modellezése* annak érdekében, hogy minél gazdaságosabbá váljon a fatermesztés, és ezen keresztül az erdő élővilágára minél kisebb “teher” nehezedjék – hiszen az erdők hosszú távú fenntarthatósága ezzel szorosan összefügg. Olyan új típusú modelleket kell kialakítani, amelyek nem állandó (pl. “modelltáblákban”) rögzített feltételek mellett adnak iránymutatást a gazdálkodóknak, hanem amelyekkel – ésszerű keretek között – tetszőleges faállomány-viszonyok növekedése modellezhető, és amelyekkel ily módon kiválasztható egy bizonyos szempontból optimális állománykezelés. Ehhez természetesen tudni kell azt is, hogy a különböző kezelések milyen költségekkel és hozamokkal járnak, hiszen megalapozott gazdasági döntéseket csak ezek alapján lehet hozni.

Mindezek viszont arra intenek minket, hogy az ökonómiai és más ismeretekkel együtt a fatermés tan mellett az erdőművelés ismeretanyagát is integráljuk, s az eddigi – szeparált – ismeretanyagok összevonásából új szintekre emelhessük, szintetizálhas-

suk tudásunkat. Az erdőművelésnek és a fatermésnek más tudományágakkal való szintetizálására, új kutatási irányok kialakulására másik példa az *erdőrezervátum-kutatások*. Ezek során a lehető legbonyolultabb szerkezetű és működésű erdők, a természetes, ill. természetközeli erdők fejlődési és növekedési folyamatait kell feltárni. Ezek a kutatások egyben a kihívások közé tartoznak: az eddig az elegyetlen, egykorú faállományokra kidolgozott – és sikerrel alkalmazott – módszereket lényegesen tovább kell fejleszteni; olyan tudományok fákka, azok életjelenségeivel kapcsolatos "igényeit" kell majd a jövőben kielégíteni, mint a botanika, zoológia stb., ami teljesen új megközelítéseket, módszereket igényelhet. E kutatások távlatai beláthatatlanok, és lehet, hogy alaposan át fogják alakítani erdőművelésünket is.

E két tudományterület gyakorlati fontosságával, szerves fejlődésének igényeivel, a kialakult új kutatási irányok sokféleségével sajnálatosan szembenáll az a helyzet, amelyik *jelenleg sem e két, itt tárgyalt tudományterületnek, sem általában az erdészeti kutatásnak nem kedvez*. Ez részben az erdészeti tudományok átmeneti leértékelődésével kapcsolatos, részben viszont feltehetően azzal, hogy *e kutatások alapvető jellegzetessége a hosszútávúság*. Évtizedekre kiterjedő mérések, megfigyelések és kísérletek feltételrendszerét nagyon nehéz biztosítani. Úgy véljük azonban, hogy mind az erdőművelésben, mind a fatermés területén haszonnal jár – a tudomány számára csakúgy, mint a gyakorlat számára – a hosszú távú kutatások végigvitele. Ez természetesen nem zárja ki a régiek mellett új kísérletek beindítását; erre azonban az utóbbi időben alig volt példa. Ilyen kivétel a fent már említett tölgy természetes és mesterséges felújítási kísérlet. Ez a kísérlet kiváló példája annak, hogy *a hosszú időtartamú kísérletek már menet közben is sok hasznos eredményt hozhatnak*, gondolatokat vethetnek fel, szakmai találkozók rendezésére teremtik meg az alkalmat. Mindezek pedig szükségesek ahhoz, hogy helyesen válaszoljunk arra a látszólagos dilemmára, amely így fogalmazható meg: a fatermésre, a fa növekedésére szükség van – de vajon van-e szükség a fatermési-erdőművelési kutatásokra?

PERESZNYE ÁLLABOK ERDŐLÉSE

VEPERDI GÁBOR

ÖSSZEFOGLALÓ

A cikk rövid áttekintést nyújt a magyarországi erdei- és feketefenyő hosszúléjára-tú fatermési, erdőnevelési és ültetési hálózati kísérletekről, azok eredményeiről, illetve a kutatások további feladatairól.

KULCSSZAVAK: erdeifenyő, feketefenyő, hosszúléjára-tú fatermési, erdőnevelési és ültetési hálózati kísérletek

ABSTRACT

The paper reviews the long-term trials related to pine growth, yield and spacing carrying out in Hungary. Research results achieved in these fields as well as the issues of future concern are also presented.

KEYWORDS: *Pinus sylvestris*, *P. nigra*, long-term forest growth, yield and spacing trials

A cím kétségkívül magyarázatra szorul. A *peresznye* – a *Pinus*-félék régies neve, melyet a múlt század második felében próbáltak elterjeszteni. Ezzel talán a nemzetközi gyakorlathoz kívántak igazodni, miszerint a *Fenyőfélék* családjába tartozó négy alcsalád neve az idegen nyelvek többségében általában eltérő. (Ez a törekvés azonban eredménytelen maradt: a közperesznye – erdeifenyő, a szurkos peresznye – feketefenyő, a vörös bojtor – vörösfenyő stb. túlságosan „czikornyás”-nak találtatott. Az Erdészeti Lapok szerkesztősége, véget vetve e „műszaki nyelvgymnasticá”-nak, 1888-ban közzétette, hogy a következőkben miképp fogja a fenyők magyar – és latin – nevét használni. Ez nagyjából megfelel a napjainkban használatos formának, eltekintve az egybe- vagy különírás kérdésétől, amely mindmáig vita tárgyát képezi.) Az *állab* (állomány) és az *erdőlés* (erdőnevelés) kifejezések már jóval ismertebbek napjaink erdészei előtt.

Az Erdészeti Lapok régi évfolyamait lapozva feltűnt, hogy a fenyők erdőművelésének kérdései már a múlt század második felében is élénken foglalkoztatták a szakmai közvéleményt. Szervezett erdészeti kutatás hiányában a tő mellett dolgozó szakemberek az Erdészeti Lapokban tették közre a fenyők (és természetesen az egyéb fafajok) termesztése és nevelése során nyert tapasztalataikat. *E kollégák hivatástudata előtt szeretnék tisztelni e régies, korabeli címválasztással.*

Az Erdészeti Kísérleti Állomás (az ERTI elődje) működésének már az első évében létesített „erdőlési” kísérleteket (*Intézeti ügyek*, 1899). Hamarosan megjelentek az első beszámolók, illetve átfogó értékelések is (*Czillinger*, 1903; *Roth*, 1905, 1907, 1908,

1909). Amint *Solymos Rezső* akadémikus előadásából megtudhattuk, az erdőnevelési kísérletek az intézmény fennállása idején a nagy elődök munkájának eredményeként tovább folytak, az 1960-as évek elejétől pedig új lendületet nyertek. Az Erdészeti Tudományos Intézet Erdőművelési és Fatermési Osztályának megalakulása mérföldkövet jelentett a hazai erdőnevelési és fatermési kísérletek terén. 1962-től valamennyi főbb hazai állományalkotó fafajra kiterjedtek ezek a kísérletek, és ezek – az Intézet mindenkori anyagi adottságainak függvényében – többnyire napjainkban is folynak.

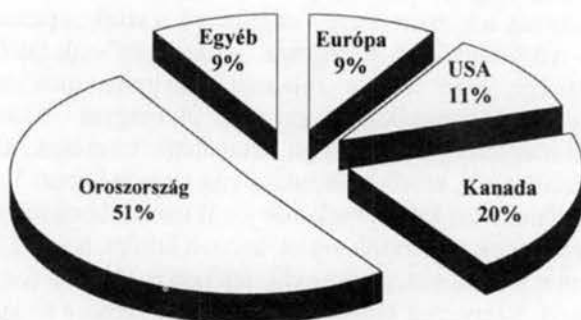
Változott-e az erdőnevelési kísérletek fő célja? Bátran válaszolhatjuk, hogy nem, hiszen az alapvető cél – az adott faállomány ökológiailag és ökonómiailag optimális erdőnevelési technológiájának kidolgozása – változatlan maradt. Az utóbbi időben az ökológiai viszonyokban is tapasztalhatók kisebb-nagyobb mértékű változások, nagyobb fordulat azonban inkább az ökonómiai közegben ment végbe, követve az ország társadalmi és gazdasági rendszerváltását. Ez pedig számos csatornán keresztül befolyásolja az erdőnevelés gazdaságosságát, és így módon konkrétan az erdőnevelési technológiákat is.

Térjünk át a fenyőkre, illetve a fenyvesekben folyó erdőnevelési kutatásokra, azok eredményeire, jövőbeni feladataikra.

A tobozos nyitvatermők mintegy háromszázmillió éves múltra tekinthetnek vissza. Aranykorukban, a földtörténeti középkor idején (mintegy 150 millió éve) a nyitvatermőknek mintegy húszezer fajuk élt, míg napjainkra alig hatszáz fajuk maradt fent. E fajszegénység ellenére területi részarányuk azonban tekintélyesnek mondható.

A Föld szárazföldi részaránya (kivéve a sarkvidékeket): 27 %. Ebből a 12,7 milliárd hektárból az erdők (20 %-nál nagyobb sűrűségben faállománnyal borított területek) 3,4 milliárd hektárt (26 %) foglalnak el. Ennek a területnek mintegy egyharmadát (1,1 milliárd ha-t) képezik a fenyvesek (*Riou-Nivert, 1996*).

Amint az 1. ábrán látható, a fenyveseknek csupán 9 %-a található Európában. Európa 164 millió hektárnyi erdejének azonban így is a 61 %-át képezik (mintegy 100 millió ha).



1. ábra A fenyvesek több mint 80 %-a Oroszország és Észak-Amerika területére koncentrálódik
(Forrás: Eurofor 1994, Riou-Nivert, 1996)

Fig. 1. Over 80 % of coniferous forests are concentrated in Russia and North America
(after Eurofor 1994, Riou-Nivert, 1996)

Magyarország faállománnyal borított területének 15,1 %-át (247 268 ha) foglalják el a fenyők; jobbra az erdeifenyő (9,1 %) és a feketeifenyő (4,2 %) (Szabó, 1997). Az utóbbi időben a fenyőket többnyire területhasznosítási megfontolásból ültetik, e téren viszont jelentős szerepet töltenek be. A közeljövőben az *erdőtelepítési program* keretében várható a fenyőerdősítés volumenének növekedése. Mint ismeretes, e program főként a mezőgazdasági művelés alól kivont (és kivonandó) – többnyire gyengébb termőképességű – területek erdővel történő betelepítésére vonatkozik, melynek során a viszonylag nagyobb tűrőképességű fenyőfajok – az erdei-, de főként a feketeifenyő – jelentős szerepet kapnak.

A magyarországi fenyvesek a Föld összes fenyővel borított erdőterületének mindössze 0,02 %-át képezik. Ami azonban a fenyők fatermési és erdőnevelési kutatását illeti, az eddig elért eredmények terén hazánk jóval előkelőbb helyen áll, és méltóképpen reprezentálja a magyar erdészeti és erdészeti kutatást a nemzetközi kapcsolatok terén.

A fenyő kísérleti területek a már ismertetett hosszúléjárátú erdőnevelési és fatermési kísérleti bázis szerves részét képezik. A hosszúléjárátú kísérletek 1962. évi kezdetétől mintegy 1700 fenyő kísérleti parcella került kitérésre, illetve többszöri felmérésre. Ebből mintegy 800 parcella – mindenkor munkatársaink áldozatos munkájának köszönhetően – mindmáig fennáll. Ennek eredményeként *több évtizedes* faállomány-felvételi adatsorokkal rendelkezünk, amelyek jelentősége – mind a tudomány, mind pedig a döntéshozók számára – rendkívül nagy. A kísérleti területek közül az úgynevezett ültetési hálózati kísérletek (11 kísérleti blokk, 361 parcella) képezik a legnagyobb tudományos és gyakorlati értéket. Ezeken a területeken ültetésüktől kezdve (20–30 éve) végzünk méréseket, technológiai (kezelési) vizsgálatokat és kísérleteket.

A fenyő kísérletek eredményei közül, mint legfontosabbakat, az alábbiakat emeljük ki:

- mindenek előtt, egy olyan kísérleti bázis létrehozása és fenntartása, amely Európában egyedülálló, támaszkodva az osztály által kidolgozott terepi és adatfeldolgozási munkák metodikájára (Birck, Kiss, Márkus, Solymos, Tallós, 1962; Béky, Bondor, Gabnai, Hajdú, Halupa, Kiss, Mendlik, Rédei, Solymos, Veperdi, 1992);
- a faállományok növekedésének, illetve fatermésének vizsgálata (új fatermési táblák: Faragó, 1969; Kovács, 1969, 1985; Solymos, 1968, 1971, 1972, 1973, 1992; Kovács, Veperdi, 1992; Tuskó, 1974);
- országos erdőnevelési irányelvek és modellek kidolgozása (erdőnevelési modelltáblák: Solymos, 1984; Kovács, Veperdi, 1992, Veperdi, 1997a);
- helyi, körzeti fenyőtermesztési rendszerek, modellek kidolgozása (Bondor, 1984, 1987; Solymos, 1978, 1980, 1981a, 1981b; Veperdi, 1989a, 1989c, 1991, 1993);
- az ültetési hálózat és a különböző erdőnevelési technológiák, valamint a faállomány további értéképzése közötti kapcsolat vizsgálata és elemzése (Solymos, 1975, 1981a; Veperdi, 1989a, 1989b, 1990, 1991, 1993, 1997a, 1997b).

A további kutatások főbb feladatait az alábbiakban foglalnám össze:

- **A fenyőállományok növekedésére vonatkozó törvényszerűségek további vizsgálata, pontosítása.** Ez, természetesen, hosszabb távú feladat. A gyakorlat szemszögéből nem lehet cél, hogy a fatermési táblákat rövid időszakokon (5–10 éven) belül változtassuk, pontosítsuk. Célszerű azonban a *helyi, körzeti* fatermési táblák felújítása, vagy újak szerkesztése azokra körzetekre, ahol egy adott fafaj nagy területen van jelen. A feketefenyő esetében például az Alföldre (Faragó, 1969) és a Dunántúli-középhegységre (Kovács, 1969) kellene a korábbi fatermési táblákat korszerűsíteni az azóta összegyűjtött vizsgálati anyag alapján.
- **Az erdőnevelési táblák, modellek korszerűsítése az újonnan felmerülő igények figyelembe vételével.** Az erdőnevelési kísérletek folyamatos, rendszeres végzése során természetszerűleg újabb és újabb eredmények születnek. „Az ERTI e témával foglalkozó kutatóinak fontos feladata, hogy minden rendelkezésre álló eszközzel segítsék az erdőnevelési modellek helyes és célszerű alkalmazását, az esetleges ellentmondások feloldását. Az újabb eredmények és tapasztalatok alapján ötvenként vizsgálják felül és szükség szerint módosítják az erdőnevelési modelleket.” (Béky és m társai, 1991). Kétségtelen, hogy az erdőtulajdonban végbement változások kapcsán újabb és újabb igények merülnek fel – többek között – az erdőnevelési modell táblák vonatkozásában is. Szükség lesz például az erdőnevelési modellek differenciálására az *elsődleges funkció, a termelési cél, a gazdaságosság* stb. szempontjából. Ezzel egyidejűleg azonban törekedni kell a modell tábla áttekinthetőségére, könnyű alkalmazhatóságára, tekintettel a nem feltétlenül erdész szakképzettséggel rendelkező magánerdő-birtokosokra. Ezeknek az elvárásoknak maradéktalanul csak számítástechnikai megoldásokkal lehet eleget tenni (Veperdi, 1997a, 1998). Ennek kapcsán:
- **a faállományok növekedését, valamint az erdőnevelési eljárások modellezését lehetővé tevő számítógépes program kidolgozása.** Egy ilyen program a gyakorlatban CAPSIS néven már létezik (Dreyfus, Bonnet, 1995; Veperdi, 1997a, 1998). A program magyarítása (a hazai faállományok adatai alapján számított matematikai összefüggések kidolgozása) – első lépésként a feketefenyőre – egy magyar-francia együttműködés keretében folyamatban van. E program segítségével a gazdálkodó asztal mellett ülve vizsgálhatja, hogy miképpen alakul leendő erdejének a fatermése (akár választék-szinten is), ha különböző gyakoriságú és erélyű nevelővágásokat alkalmaz, majd a különböző változatokból előre kiválaszthatja a számára leginkább megfelelő változatot. Ahhoz, hogy az ilyen jellegű programok matematikai része optimális legyen, egy jól megalapozott *adatbázisra* van szükség, amely *fafajonként különböző korú, különböző termőhelyű, különböző sűrűségű, eltérő módon gyérített állományrészek törzseinek többszöri visszatéréssel mért növekedési adatait tartalmazza*. Ilyen adatbázist kizárólag a hosszulejártatú fatermési és erdőnevelési kísérletek többévtizedes adatai képezhetnek. A szóban forgó program – amelynek készítésekor magyar feketefenyő-adatokat is

felhasználtunk – még nem mondható teljesnek, pontosításra szorul, különösen a faállományok természetes mortalitása terén. E tekintetben a fenyő ültetési hálózati és erdőnevelési kísérletek további faállomány-felvételi adatai nyújtanak majd pótolhatatlanul értékes alpanyagot.

Célszerű külön kitérni a fenyő kísérleti hálózat legértékesebb blokkjain, az ültetési hálózati kísérleti területeken végzendő további főbb teendőkre:

- A meglévő ültetési hálózati kísérleti területek *fenntartása* (a nevelővágások és a faállomány-felvételek rendszeres, program szerinti végzése, a határjelek, a sorszámok stb. rendszeres felújítása), továbbá – lehetőség szerint – a precíz-parcellák derékszögű összerendezése (a parcellán belül az egyes fák koordinátáinak a bemérése).
- A természetes *mortalitás* (gyérülés) vizsgálata a különböző hálózatú kontrollparcellákon, illetve a különböző eréllyel végzett nevelővágások esetén.
- A növedék alakulásának, a faállományok átmérőcsoportok szerinti összetételének dinamikájára vonatkozó vizsgálatok.
- A faállományok *hozamértékének* számítása a kor, valamint az ültetési hálózat és az erdőnevelési technológia által meghatározott minőségű és mennyiségű fatermés függvényében.
- A fentiek alapján az elsődleges termelési funkcióból, a hozamértékből és a költségárfordításból kiinduló *optimalizált fenyőnevelési modellek* kidolgozása.

Ki szeretném emelni, hogy napjainkra e nagyszabású kísérletnek csupán a *kezdeti, indító szakasza* zárult le. Eddigi munkánk biztos alapot teremtett a kísérlet tulajdonképpeni kibontakoztatására, hiszen a komplex értékhozam számítása terén az állományok jelenlegi (25–30 éves) korától kezdődően várható fontos megállapítások.

E röviden vázolt célok megvalósításához feltétlenül szükséges a fenyő hosszulejárati erdőnevelési és hálózati kísérletek további fenntartása. Az Erdészeti Tudományos Intézet Erdőművelési és Fatermési Osztálya e kísérletek 35 éve során rendkívül nagy értékű adatsorozatokot gyűjtött össze. Nem éreketlen, hogy az adatsorozatok értéke a visszatérések (újból faállomány-felvételek) számának gyarapodásával hatványozott mértékben nő. Ez nem véletlen, hiszen a *hosszulejárati (vagyis ideális esetben az adott állomány véghasználatáig tartó)* kísérletek lényeges eleme az *idő, a visszatérések száma, vagyis az idősoros adatok mennyisége*. Ez jelenleg nem küszöbölhető ki semmilyen módon. Az állományok modellezése csupán azzal a kialakítandó módszerrel valósítható meg, amely – bármilyen eljárás is kerül a jövőben majd kidolgozásra – ezeken az egzakt adatbázisokon alapul. Ha viszont e kísérletek 10–15 éven át felügyelet nélkül maradnak, gyakorlatilag újból kell kezdeni azokat, elveszítve (vagy erős értékcsökkenéssel hasznosítva) az addig ráfordított időt, munkát és költséget.

Végezetül álljon itt azoknak az intézeti kollégáknak a neve, akik az 1960-as évektől hosszabb-rövidebb időszakban tevékenyen részt vállaltak a hazai erdei-, fekete- és lucfenyő hosszulejárati fatermési, erdőnevelési és ültetési hálózati kutatásban: *Dr. Solymos Rezső, Dr. Szőnyi László, Bogay János, Faragó Sándor, Dr. Kovács Fe-*

renc, Dr. Bondor Antal, Facskó Ferenc, Unyi Mária és Dr. Veperdi Gábor. Feltétlenül köszönet illeti meg a kutatásban közreműködő technikus kollégákat, akik áldozatos munkájukkal biztosították a rendszeres adatfelvételt és adatfeldolgozást. Valamennyiüket felsorolni lehetetlen, azonban külön ki szeretném emelni *Török Miklós* csoportvezető technikus nevét, aki a hálózati kísérleti területek ültetése óta mindmáig meghatározó szerepet tölt be a kísérletek folyamatosságának biztosításában.

IRODALOMJEGYZÉK

- Béky A., Halupa L., Kiss R., Kovács F., Mendlik G., Rédei K., Solymos R. (1984) Fatermesztési műsz. irányelvek. IV. Erdőnevelés. Bp., MÉM Információs Központja.
- Béky, A., Bondor, A., Gabnai, E., Hajdú, G., Halupa, L., Kiss, R., Mendlik, G., Rédei, K., Solymos, R., Veperdi, G. 1992. A hosszúlejárátú erdőnevelési és fatermesztési kísérleti területek létesítésének, felvételének és fenntartásának továbbfejlesztett irányelvei. Bp., Erdészeti Kutatások, Vol.82–83.II.:181–197.
- Birck, O., Kiss, R., Márkus, L., Solymos, R., Tallós, P. 1962. A hosszúlejárátú erdőnevelési és fatermesztési kísérleti területek kitűzésének, felvételének és fenntartásának irányelvei Bp., Erdészeti Kutatások, Vol.58:217–259.
- Bondor, A. 1984. Eredményjelentés a déalföldi erdei- és feketefenyő fatermesztési rendszer kidolgozásával kapcsolatos kutatásokról. Bp., ERTI kutatási jelentés.
- Bondor, A. 1987. A fenyők felújítása, telepítése. Erdőnevelés. In: Bondor, A. (szerk.) A fenyő termesztése és hasznosítása. Bp., Mezőgazdasági Kiadó.
- Czillinger, J. 1903. Erdőlési kísérletek a lipotújvári m. kir. erdőőri szakiskola erdejében. Selmechánya, Erdészeti Kísérletek, V.évf:63–72.
- Dreyfus, Ph., Bonnet, F-R. 1995. CAPSIS: logiciel de simulation de conduites sylvicoles. Revue Forestiere Fr. Vol.XLVII:111–115.
- Faragó, S. 1969. A feketefenyő fatermesztése az Alföldön. Bp., Erdészeti Kutatások, Vol.65.II–III.:25–39.
- Kovács, F. 1969. Helyi fatermesztési tábla a dunántúli feketefenyvesekre. Bp., Erdészeti Kutatások, Vol.65.II–III.:41–44.
- Kovács, F. 1985. A feketefenyő fatermesztése. Bp., Erdészeti Kutatások, Vol.76–77.:175–189.
- Kovács, F., Veperdi, G. 1992. A feketefenyő fatermesztése és erdőnevelési modellje. Bp., Erdészeti Kutatások, Vol.82–83.II.:328–344.
- Riou-Nivert, Ph. 1996. Les résineux. Paris, Institut pour le développement forestier.
- Roth, Gy. 1905. Erdőlési (áterdőlési) kísérletek. Selmechánya, Erdészeti Kísérletek, VII.évf:79–115.
- Roth, Gy. 1907. Az erdőlések gyakorlati keresztülviteléről. Selmechánya, Erdészeti Kísérletek, IX.évf:22–48.
- Roth, Gy. 1908. A likavkai erdőlési kísérleti terület a gyakorlati erdőgazdaság szempontjából. Selmechánya, Erdészeti Kísérletek, X.évf:75–93.

- Roth, Gy. 1909. Adatok az erősebb erdőlés élettani hatásához. Selmechánya, Erdészeti Kísérletek, XI.évf.:43–52.
- Solymos, R. 1968. Új fatermési táblák a magyarországi lucfenyvesekre. Bp., Erdészeti Kutatások, Vol.64.I–III.:7–30.
- Solymos, R. 1971. Erdeifenyő állományok fatermése Magyarországon. Bp., Erdészeti Kutatások, Vol.67.I.:203–232.
- Solymos, R. 1972. A feketefenyő fatermése és állományszerkezeti viszonyai Magyarországon. Bp., Erdészeti Kutatások, Vol.68.:155–174.
- Solymos, R. 1973. A lucfenyő-állományok szerkezetének és fatermésének vizsgálata. Bp., Erdészeti Kutatások, Vol.69.I.:125–144.
- Solymos, R. 1975. Fenyőtermesztésünk fejlesztése és az ültetési hálózat. Bp., Erdőgazdaság és Faipar, 23. évf. 7 :16–20.
- Solymos, R. 1978. Erdei-, lucfenyő és keménylombos rost és papírfá termelési rendszer. Fatermesztés. Bp.–Sárvár, ERTI kutatási jelentés.
- Solymos, R. 1980. Termelési célok szerinti erdőnevelési irányelvek és modellek erdeifenyő és lucfenyő állományokra. Bp., ERTI kutatási jelentés.
- Solymos, R. 1981a. Alföldi erdeifenyvesek optimális törzsszáma az erdősítéstől a véghasználatig. Bp., Erdészeti Kutatások, Vol.74.:275–298.
- Solymos, R. 1981b. Jelentés a délföldi erdeifenyő és feketefenyő fatermelési rendszer kidolgozásával kapcsolatos kutatások eredményeiről. Bp., ERTI kutatási jelentés.
- Solymos, R. 1992. Új fatermési táblák erdeifenyőre. Bp., Erdészeti Kutatások, Vol. 82–83.II.:357–382.
- Szabó, P. (szerk.) 1997. Magyarország erdőállományainak főbb adatai 1996. Bp. Állami Erdészeti Szolgálat.
- Szerkesztőségi cikk. 1888. A hazai fenyvek magyar nevei. Bp., Erdészeti Lapok, XXVII. évf.:745–759.
- Szerkesztőségi cikk. 1899. Intézeti ügyek. Selmechánya, Erdészeti Kísérletek, I.évf.:60–64.
- Tuskó, L. 1974. Vörösfenyvesek fatermési táblája. in Fatömegszámítási táblázatok. Szerk.: Sopp, L. Bp. Mezőgazdasági Kiadó.
- Veperdi, G. 1989a. A Duna–Tisza közti feketefenyő növekedésmenetének vizsgálata. Bp., 1989. ERTI kutatási jelentés.
- Veperdi, G. 1989b. Az erdei- és feketefenyő ültetési hálózati kísérletek újabb eredményei. Bp., Erdészeti Kutatások, Vol.80–81:289–292.
- Veperdi, G. 1989c. Erdeifenyő és feketefenyő törzsszámartási kísérlet. In: Bondor A., Halupa, L. (szerk.) Eredményjelentés a DEFAG és az ERTI közötti kutatási-fejlesztési szerződés keretében elvégzett munkákról. Bp., ERTI kutatási jelentés.
- Veperdi, G. 1990. Erdei- és feketefenyő ültetési hálózati kísérletek 1990. év végéig elért kutatási eredményei. ERTI kutatási jelentés.
- Veperdi, G. 1991. Az alföldi homoki erdei- és feketefenyő állományok optimális véghasználati korának meghatározása. Bp., ERTI kutatási jelentés.

- Veperdi, G. 1993. A Duna–Tisza közti feketefenyő ültetési hálózati és erdőnevelési vizsgálatának újabb eredményei. Kandidátusi értekezés. Budapest.
- Veperdi, G. 1997a. Faállományok növekedésének modellezése, erdőnevelési modell-táblák. In: Kutatói nap 1996–97. Alföldi Erdőkért Kht, Szolnok, 31–39.
- Veperdi, G. 1997b. Hőtörés és gyérülés vizsgálata 27 éves nyírségi homoki erdeifeenyő kísérleti területen. Bp., Erdészeti Kutatások, Vol.86–87:101–114.
- Veperdi, G. 1998. A hosszúlejárathú fenyő erdőnevelési és fatermési kísérletek az erdőgazdálkodás szolgálatában. In: Solymos, R. (szerk.) Az ezredforduló erdő-, vad- és fágazdasága. Bp. MTA Agrártudományok Osztálya Erdészeti Bizottság, p:95–100.

ERDÉSZETI MONITORING A BŐS-GABCIKOVO ERŐMŰ HATÁSTERÜLETÉN

CSÓKÁNÉ SZABADOS ILDIKÓ

ÖSSZEFOGLALÓ

A cikk összefoglalja a Szigetköz hullámterének erdeiben végzett vizsgálatok eredményeit 1986-tól 1997-ig. Szól a Duna új mederbe terelése által bekövetkezett hidrológiai változásokról, és ezek erdőállományokra gyakorolt hatásairól: a növekedésben történt veszteségekről, az egészségi állapot romlásáról.

KULCSSZAVAK: Duna-elterelés, hidrológiai viszonyok, növedékkiesés, egészségi állapot

ABSTRACT

The paper summarizes the main results of the forestry monitoring in the floodplain of the Szigetköz (W-Hungary) between 1986–1997. The change in the hydrological conditions due to the diversion of the Danube, as well as its impacts on the growth and health are discussed.

KEYWORDS: diversion of Danube, ecological conditions, increment loss

BEVEZETÉS

Az elmúlt két évtizedben a társadalom figyelme mindinkább a környezet és annak megóvása felé fordult. A lakosság és a civil szervezetek is egyre hangosabban igénylik a nagy építési beruházások hiteles környezettanulmányainak elkészítését. Elődeink több évtizedes szorgalmas munkája és az általuk elért eredmények – legyen az fatermési tábla, termőhelyvizsgálat és -értékelés, egészségi állapot-leírási módszertan, meteorológiai és hidrológiai adatsorok – lehetővé tették számunkra, hogy egy komplex tanulmány elkészítésében részt vállaljunk, és egy térség erdészeti ökológiai viszonyairól összefoglaló elemzést készítsünk. Az Erdőművelési és Fatermési Osztály megbízás formájában 1986 óta készíti a Bős-Nagymarosi Vízerőműrendszer hatásvizsgálatát. Az évente megjelent tanulmányaink tájékoztatást adtak a fás növényzet számára fontos hidrológiai viszonyok alakulásáról, a növekedési ütemekről, a később bekövetkezett károkról. Eredményeink a hágai nemzetközi bíróság által tárgyalt szlovák-magyar per szakértői anyagának fontos részét képezték.

A SZIGETKÖZ BIOLÓGIAI ÉS ERDÉSZETI JELENTŐSÉGE

A Duna folyamszabályozási és ármentesítő munkálatai 100 évvel ezelőtt fejeződtek be, ezáltal a mentett oldalon egy csatornákkal behálózott, holtágakkal tarkított mezőgazdasági területet hoztak létre, az "östáj" néhány folttól eltekintve csak a hullámterben és a Mosoni-Duna mentén maradt fenn. Az ős jelző azonban viszonylagos, hiszen nem függetleníthettük magunkat a Duna felső szakaszán megépített osztrák lépcsők hatásaitól, amelyek a hirtelen lezúduló, nagy árhullámaikkal sok kárt tettek az élővilágban. További káros hatásként jelentkezik, hogy a hordalékban szegény Duna-víz a Kisalföldre érve folyamatosan mélyítette a medret, ami hosszú távon a mellékágak fokozatos elvizeitelenedéséhez vezet.

A Szigetköz hullámterei biológiai szempontból különleges jelentőséggel bírnak, hiszen sajátos körülmények között kialakult, napjainkra egyre ritkábban előforduló ártéri ökológiai rendszer. A szárazföld-víz tarkasága bőséges táplálékul és jó búvóhelyül szolgált számos – köztük ritkán előforduló – állat számára. A mellékágak és holtágak alig háborgatott világa olyan ritka növényzet fennmaradását biztosították, amelyek hazánkban már csak kevés helyen fordulnak elő.

A Szigetköz hullámterei fontos szerepet töltenek be a magyar erdőgazdálkodásban, nem annyira méretét tekintve – hiszen Magyarország erdőterületének mindössze 0,2 %-át teszi ki –, hanem az évente itt képződött famennyiség vonatkozásában. Míg országos átlagban a fatermelési rendeltetésű erdőkben az egy hektár erdővel borított területre eső fatérffogat 188,3 m³/ha, addig ez az érték a Szigetköz hullámterében 228 m³/ha. A nemesnyárok az országos átlagot többszörösen meghaladó éves növedéket produkálnak, és az itteni erdőgazdálkodás számára meghatározó értéket képeznek.

AZ ERŐMŰRENDSZER TÖRTÉNETÉNEK RÖVID ÁTTEKINTÉSE

A korábban csak erdőgazdálkodással érintett tájat egy hatalmas építkezés terve, majd fokozatos megvalósítása dúlta fel: a Bős-Nagymarosi Vízerőműrendszer. A hatásvizsgálathoz és az eredmények megértéséhez feltétlenül szükséges a tervezés és a kivitelezés főbb fázisai időrendi történetének ismerete:

- 1887. Első felmérések és tervek a vízi energia hasznosítása és a biztonságos hajózás megteremtése érdekében.
- 1958. Közös magyar-csehszlovák tervezési munka kezdődik a Duna komplex hasznosítására.
- 1977. Államközi szerződés aláírása a vízlépcsőrendszer közös megvalósításáról és üzemeltetéséről.
- 1980-as évek második fele: társadalmi tiltakozások a várható ökológiai károk miatt.
- 1989. máj., jún. A magyar kormány határozatot hoz először a vízlépcső, majd a dunakiliti duzzasztómű építésének felfüggesztéséről.
- 1989. okt. A parlament határozatot hoz a vízlépcső építésének teljes leállításáról.
- 1992. okt. A szlovák fél megvalósítja a C-variáns (dunacsúnyi tározó, a Duna elterelése, a bősi erőmű üzembe helyezése) (1. kép).

1993. A magyar és a szlovák kormány a Hágai Nemzetközi Bírósághoz fordul.
1995. júl. A fenékgát üzembe helyezése.
1997. márc.–okt. A hágai per, amely elítélte Magyarországot a szerződés egyoldalú felmondása, Szlovákiát a Duna elterelése miatt, és meghatározta a további egyeztető tárgyalások kereteit.



*I. kép Épülő „C-variáns”, dunacsúnyi zsiliprendszer
Pic. 1. Version „C” in construction, Dunacsúny dike locks*

Az erőműrendszer üzemeltetésének egyik – egyre inkább fontossá váló – feltétele egy sok területet átfogó monitoringrendszer működtetése. Az erdészeti monitoring kiépítésére intézetünk 1986-ban kapott megbízást.

AZ ERDÉSZETI MONITORING

Az általunk végzett megfigyelések két időszakra oszthatók: Az első időszakban – amely 1992-ig tartott – az "alapállapot" definiálása történt meg, amely magában foglalta az állandósított parcellák kiválasztását és kijelölését, a termőhely részletes felvételét és értékelését, valamint a faállományok növekedése 6–7 éves adatsorának felvételét, az alapvető növekedési tendenciák meghatározását. Eredményeinkről az Erdészeti Kutatások 84. számában részletesen beszámoltunk „Erdészeti vizsgálatok a Bős/

Gabcikovo erőmű hatásterületén kialakított megfigyelő rendszerben I. 1986–1992.” (*Halupa, Somogyi, Szabados, Veperdi*) címmel.

A Bős-Gabcikovo erőműrendszer történetében és a monitoring működésében, funkciójában is mérföldkövet jelentett 1992. Ebben az évben olyan alapvetően más koncepciók jelentek meg úgy a tervekben, mint a kivitelezésben, amelyekre korábban nem számítottunk. Megtörtént a „C-variáns” néven ismertté vált szlovák terv megvalósítása, amely magában foglalta a dunacsúnyi tározó megépítését és a Duna új mederbe terelését, valamint üzembe helyezték a bőszi erőművet is. Mindezek a munkálatok nagyban megváltoztatták a Szigetköz hullámterének hidrológiai viszonyait, ezáltal munkánk még nagyobb szerepet kapott a biológiai folyamatok leírásában és a károk felmérésében. Olyan új kérdésekre kerestük a választ, mint hogy a fáknek mennyi és milyen dinamikájú vízre van szükségük a vízutánpótlásból, a különböző mennyiségű vízpótlással milyen hatások érhetők el, mi várható ott, ahol a vízpótlás műszakilag nem megoldható, milyen nagyságú károkat okoztak az elmúlt négy év szélsőséges beavatkozásai, a károkat kiheverhetik-e még az erdők, milyen ökológiai és tájlesztetési károk keletkeztek stb. A feltett kérdésekre azonban nem lehet egyöntetűen és egyszerűen válaszolni, mert ez a viszonylag kis terület a termőhelyek széles skáláját hordozza, a rendszeresen előntött talajtól a kavics hátig. Épp ezért szükségessé vált a korábban kijelölt monitoringrendszer célorientált bővítése is.

A vizsgálatok alapjait az egyes fák és a faállományok növekedésmérései képezik. Az elemzések során mindvégig tekintettel kellett lenni a termőhely mellett olyan fontos növekedést befolyásoló tényezőkre is, mint a genetikai tulajdonságok (faj-, fajtajellegek), a kor, az erdőművelési beavatkozások és az időnként szélsőségesen változó meteorológiai értékek és események. A megfigyeléseket és a növekedési viszonyok elemzését fafajokra, fajtákra, korosztályokra és termőhelytípusokra kell bontani. A változatos feltételek megkövetelik a hosszabb megfigyelési időt (az egyes hatásokra legalább három–négy vegetációs periódust) és nagy mintaszámot. Megállapításainkat tizenkét év és több mint 1500 hetente folyamatosan vizsgált fa mérési eredményeire alapozzuk.

EREDMÉNYEK

A hidrológiai viszonyokban bekövetkezett változások

Az 1992-es év végén a Duna elterelése alapvetően megváltoztatta a hullámtér hidrológiai viszonyait: részben a Duna vízjárásával szoros kapcsolatban lévő talajvíz süllyedése, részben a rendszeres előntések elmaradása által. A talajvíz mélyebbre kerülésével párhuzamosan megnövekedett a csapadék jelentősége. Az előntések korábban biztosították a teljes termőréteg telítődését, és a növényzet tápanyag-utánpótlását. Az elterelést követően az áradások eme jótékony hatásai teljesen megszűntek. A talajok, lévén homokos vagy homokos vályog szerkezetűek, gyorsan kiszáradnak. A fák kapilláris vízemelés útján sem mindenütt juthatnak nedvességhez, mivel az itt található talajtípusok sok helyütt vékony termőrétegűek (30–50 cm), és alattuk vastag kavicsréteg helyezkedik el, amely vízemelésre nem képes. A gyökerek pedig innen nem

tudnak vizet felvenni, amint ezt a gyökérfeltárásaink is igazolták, cáfolva egyes szlovák állításokat.

Az erdészeti parcellák talajvízmérő kútjaiban folytatott rendszeres talajvízszint-mérések – bár a kutak száma nem reprezentálja a hullámtér talajvízének elhelyezkedését és mozgását – nem mutattak egységes tendenciát. 1992-ig a talajvízszint a természetes a Duna természetes vízjárását követve erősen ingadozott. 1993. és 1994. között a talajvízszint nagyon mélyen, 300–500 cm-es mélységben helyezkedett el. A vízpótlás beindításával a talajvízszint ingása kiegyenlítettebbé vált, de az elterelés előtti szintet általában nem érte el. Bármekkora is volt cm-ben kifejezve a talajvíz emelkedése, ha ez nem érte el a talajréteget, akkor az a növényzet számára semmiféle kedvező változást nem hozott. A Duna közvetlen partmenti szakaszán pedig hatása nem volt érzékelhető. A talajvízszint eredeti visszaállítása a jelenlegi rendszerrel műszakilag nem is lehetséges.

Az alsó szakaszon (Lipót, Ásványráró) a vegetációs időben a talajvíz folyamatosan kavicsréteg felett elhelyezkedett el, ezáltal a talajnedvességi viszonyok kedvezőek a nemesnyárok számára, a fűzeknek azonban ez önmagában nem elégséges. Szükségük lenne az előntésre, amire éves rendszerességgel nem került sor.

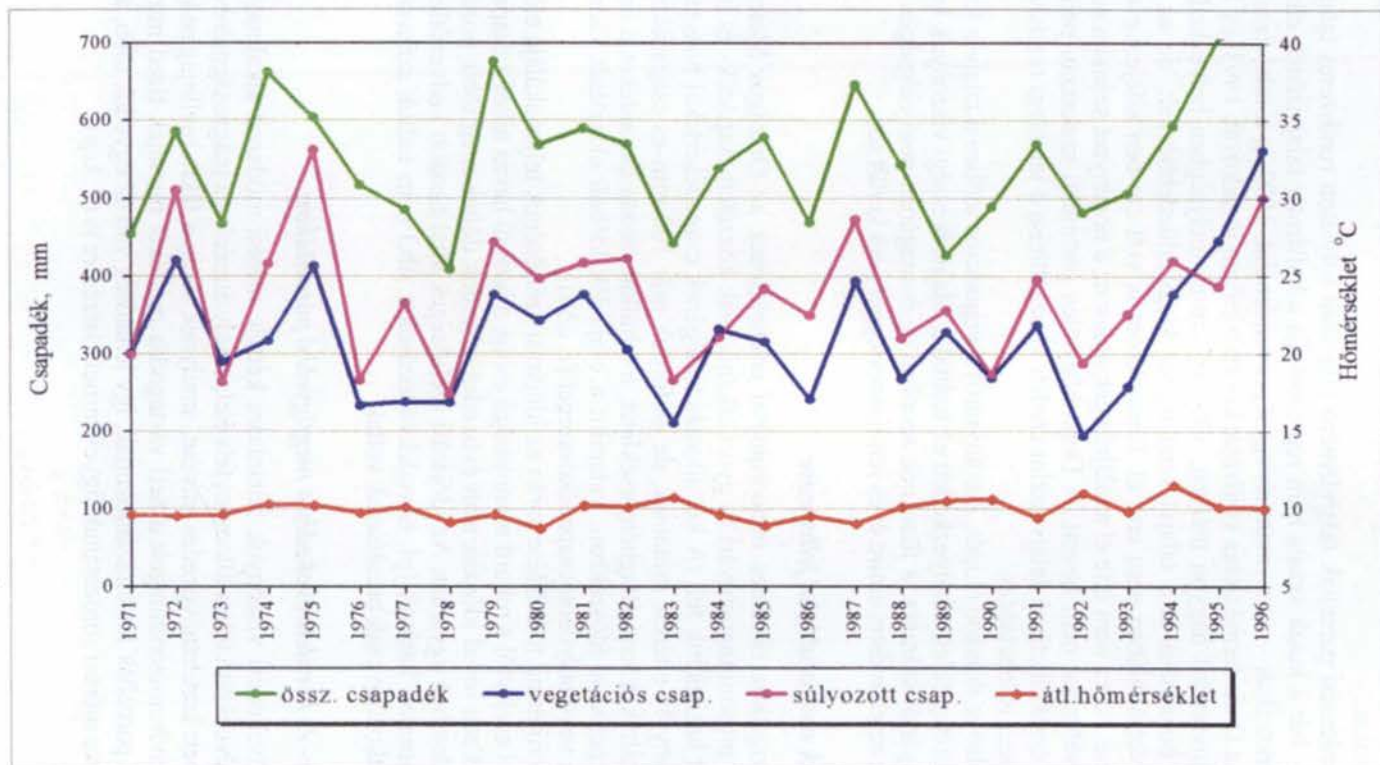
Az időszak meteorológiai jellemzése

A Szigetköz részletes meteorológiai értékeléséhez az Országos Meteorológiai Szolgálat mosonmagyaróvári és győri állomásának közzétett csapadék- és hőmérséklet-adatait használtuk fel. (A két állomás térségének csapadékkértékei hosszabb távon csak néhány % eltérést mutatnak, de előfordult már 100 mm-es csapadékkülönbség is.) Vizsgáltuk a havi átlaghőmérsékletet, a lehullott összes csapadékot a naptári évben, a vegetációs időszakban, valamint a csapadék időbeli eloszlását kiemelten figyelembe vevő súlyozott csapadékösszeget (1. ábra).

A monitoring működése során az időjárási szélsőségek teljes skálája előfordult a rendkívüli aszálytól a rekord mennyiségű esőig, a hosszú havas téltől a csapadékmentességig. Ezen rövid időszak alatt évtizedes rekordok dőltek meg több, pozitív és negatív értelemben egyaránt. Az időjárási szélsőségek által okozott kedvezőtlen fiziológiai folyamatok hatásait (pl. növedékváltozásokat stb.) nem tudtuk számszerűsíteni, erre vonatkozóan csak becsléseink voltak.

Állomány- és kerületnövekedés a megfigyelési parcellákon

A növekedési viszonyok feltárására kétféle mérési módszert alkalmaztunk. Az egyik az évenkénti teljes állományfelvétel, amely átmérő- és magasságmérésből áll. A másik a heti kerületnövekedés mérése, amelynek során a fákra mellmagasságban felszerelt dendrométerszalagok a heti vastagodás mértékét mutatják tized mm pontossággal. A parcellák fái sorszámozottak, így lehetőség van az egyedek több, adott esetben 12 éves mérési sorozatának figyelemmel kísérésére is (2. kép).



1. ábra A mosonmagyaróvári meteorológiai állomás átlagos hőmérsékleti és csapadékviszonyai (1971–1996).
 Fig. 1. Mean temperature and precipitation observed at the Mosonmagyaróvár meteorological station, 1971–1996



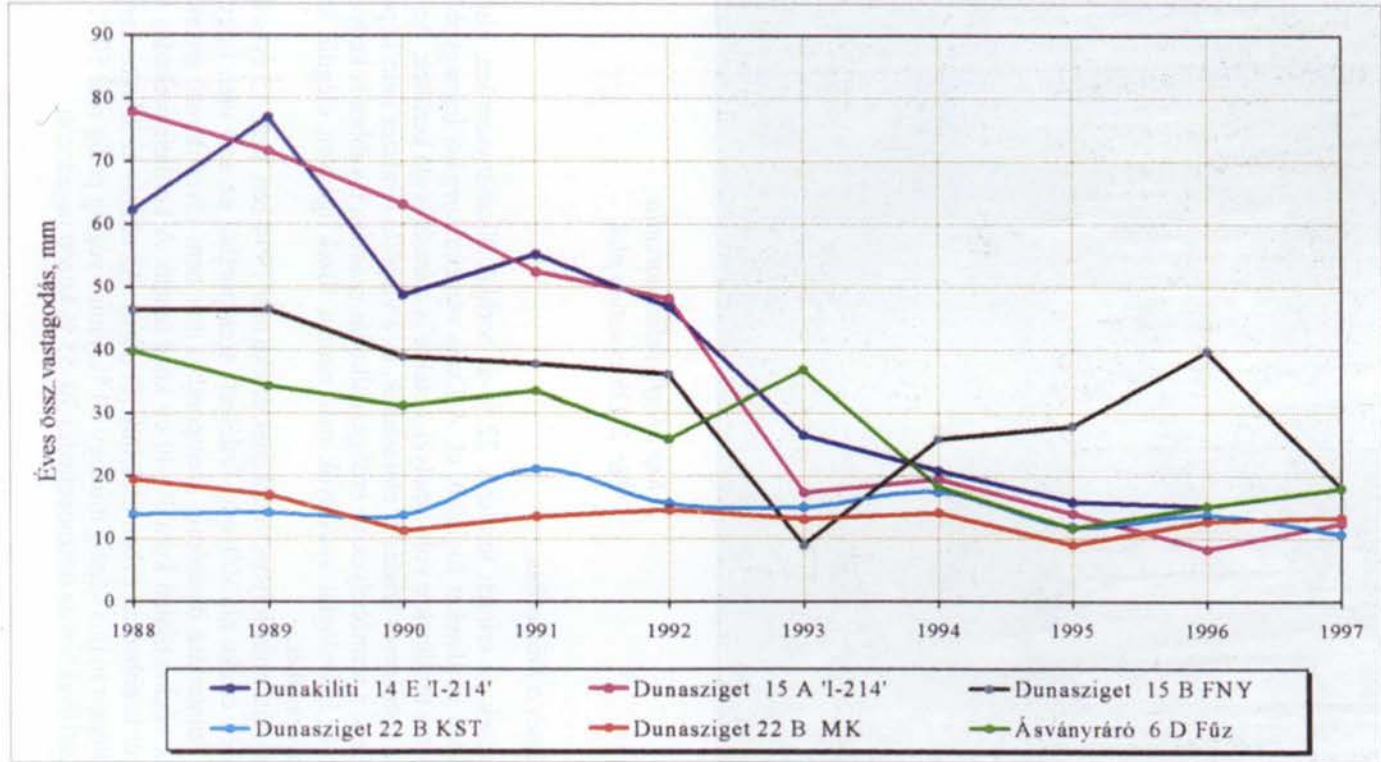
2. kép Megfigyelési parcella

Pic. 2. Observation plot

Növedékkiesés a füzesekben

A füzesek az érintett területek 22 %-át borítják állományszerűen, elsősorban a mély fekvésű területeket foglalják el. A Duna vízszintmozgása legnagyobb hatással ezekre a füzes területekre volt, amelyek hetekre is elárasztás alá kerültek. Az elterelést követően a rendszeres áradások elmaradtak, és a vízpótló rendszer nem képes ezt szimulálni. Ezek a termőhelyek az erdőgazdálkodás számára továbbra is kedvezőek, bár a létrejött új hidrológiai viszonyok már nem a füzes igényeit elégítik ki, hanem inkább a nyárasokét.

Az összfatermés folyónövedékének értéke már 1994-ben, azaz 15 éves korban az átlagnövedék értéke alá süllyedt. Erdészeti szempontból ez arra utal, hogy az adott állomány fenntartása ökonómia szempontból már nem jövedelmező annak ellenére, hogy a fűz véghasználati kora 30–40 év közé tehető. A kerületnövekedés törésszerű csökkenését is ebben az évben észleltük (2. ábra). Az eltérés az átlagos kerületnövekedéshez képest május végéig mintegy 20 %, június végéig pedig már 50 % mértékű. A következő években az össznövekedés 30–55 % között ingadozott.



2. ábra Kerületnövekedés különböző állományokban

Fig. 2. Circumference growth in different stands

Növedékkiesés a nemesnyárasokban

A nemesnyár állományok kizárólag gazdasági célú erdők, a hullámtér 65 %-át borítják. Minőségüket és növekedési ütemüket tekintve országos jelentőségűek, az egy hektárra eső élőfakészletük (256 m³/ha) több mint kétszerese a fafajcsoport országos átlagáénak (120 m³/ha).

1992-ig a vizsgált szigetközi nyárasok fatermésének növedéke általában meghaladja az országos átlagot. 1992-t követően azonban nem teljesen egységes a kép. A növedékkiesés nagysága attól függően alakultak, hogy az adott erdőréz hidrológiai viszonyai milyen mértékben változtak meg, illetve milyen korúak az állományok. Általánosan érvényesült az a tendencia, hogy az összfatermés folyónövedéke szinte valamennyi parcella esetében a kor függvényében várható értéknél jelentősen alacsonyabb, és ez a csökkenés sajnálatos módon az ígéretesen induló fiatal parcellákra fokozott mértékben volt jellemző. 1996-tól valamennyi parcella folyónövedéke – bár eltérő mértékben – emelkedett, de 1997-ben újra csökkenést mértünk (3. ábra).

Az elterelést követően vízrajzilag alapvetően három térség különíthető el: a Szigetköz felső (fenékküszöb hatáskörzete), középső (vízpótlással kevésbé érintett) és alsó (az erőmű alvívcsatornájának közelsége miatt visszaduzzasztással érintett terület) szakasza. Ezen hármas felosztás szerint mutatjuk be a főbb eredményeket néhány jellemző parcella adataival.

Felső szakasz - Dunakiliti 14E

Az elterelést megelőző egyenletes növekedést a fejlődés erőteljesen lelassulása, majd nagyon korai befejezése követte. Így az éves átlagos vastagodás mértéke a korábbiaknak csak a 80 %-át érte el. Mivel az állomány (21 éves) elérte a vágásérettségi kort, ezért a parcellán a méréseket az 1996-os évvel befejeztük, mert az adatok már nem a környezeti hatások változását szemléltetik, hanem az öregkor csökkent növekedését jelenítik meg. Az újonnan kijelölt parcellák pedig még nem adnak értékelhető adatsorokat.

Középső szakasz - Dunasziget 15 A és B

A parcellák közvetlenül az öreg Duna mellett található, ahol a legnagyobb mértékű a talajvíz lesüllyedése. Ugyanitt a kavicsréteg a felszínhez közel helyezkedik el, ezért a felette elhelyezkedő talaj víztároló képessége csekély, és a vízhiány gyorsan és erőteljesen jelentkezik. Határozottan érvényesül a Duna-meder talajvíz-elszívó hatása, ugyanakkor ez a terület kiesik a vízpótló rendszer hatáskörzete alól is. Ezek a hidrológiai változások okozták, hogy a két kísérleti faállományában már 1993-ban törésszerűen visszaesett a kerületnövekedés.

A *Dunasziget 15A* erdőrézletben lévő 'I-214' nyár parcellán az 1993-as és az ezt követő években mintegy 65 %-os növedékvesztéséget és messze elmaradt a kornak és a korábbi fatermőképességnek megfelelő szinttől. Látszólag ez a tendencia már visszafordíthatatlan. 1995-ben a kiszáradt fák térfogatának kiesése következtében lecsökkent az élőfakészlet (negatív növedék).

A heti kerületnövekedés görbéje 1992-t követően – a korábbiakhoz képest – jelentősen megváltozott. Kezdetben egy tavaszi növekedési csúcs volt megfigyelhető, majd 1996-ra a görbe annyira torzult, hogy rajta tendencia már nem lelhető fel: kis növekedések és leállások váltogatják egymást.

A *Dunasziget 15B* fehérynár parcellán 1994. év tavaszán egy erőteljes tisztítás eredményeként a fák növétere és a kedvezőbb életfeltételek hatására által növekedési erélyük nagyobb lett. Így az erdőrészlet 1996-ra a Duna közvetlen partszakaszának egyetlen „üde színtoltja”-vá vált. A kerületnövekedés mértéke ekkorra nagyságában megközelítette az elterelés előtti szintet. A növekedés felgyorsulását tehát nem a hidrológiai viszonyok javulása eredményezte, hanem állománynevelési okai vannak, ezen hatások elmúltával 1997-ben már ismét gyenge növekedést tapasztaltunk.

Az állomány további sorsával feltétlenül foglalkozni kell, mert a fehérynár szerényebb termőhelyigénye miatt alkalmas lehet vízigényesebb fajok helyettesítésére, és mint őshonos faj a természetvédelmi szempontoknak is jobban megfelel.

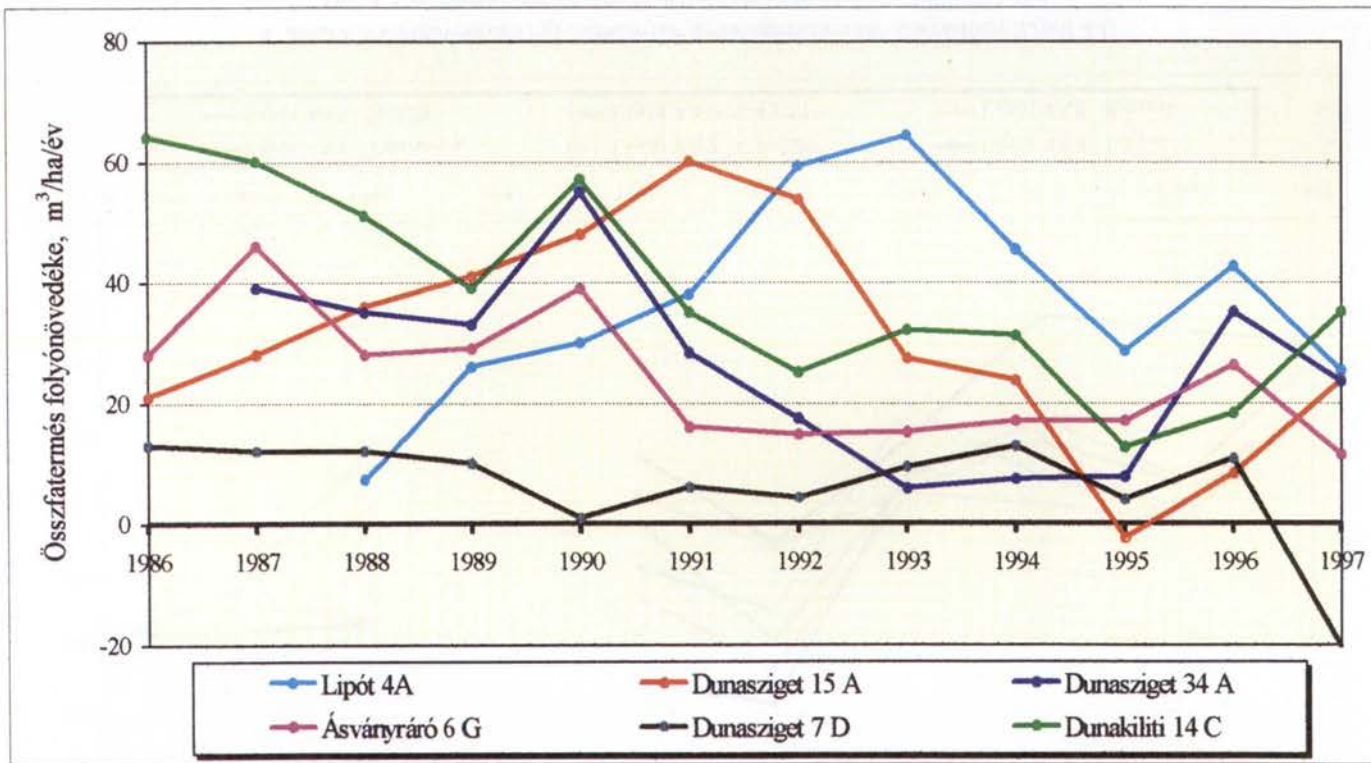
Alsó szakasz - Lipót 4A

Az értékelésben különös hangsúlyt kapott az erdőrészletben lévő hat fajtaösszehasonlító parcellának a részletesebb elemzése. Minden adottság megvolt a jó növekedésű nemesnyáras fejlődéséhez: az állományok kora a nyarak növekedésének intenzív időszakában van, a genetikailag a legjobb tulajdonságú klónokból állnak, a terület jó talajadottságokkal rendelkezik, jó a vízgazdálkodása, vastag a termőrétege, közelben helyezkedik el mellékág, a vízpótlást követően a talajvíz a vegetációs időszak folyamán végig a termőrétegben maradt stb. Helyette azonban azt találtuk, hogy a növekedés jelentősen, törésszerűen visszaesett, amit nem lehet mással magyarázni, mint azal, hogy az elterelést követően bekövetkezett stresszt az állomány maradéktalanul nem tudta kiheverni.

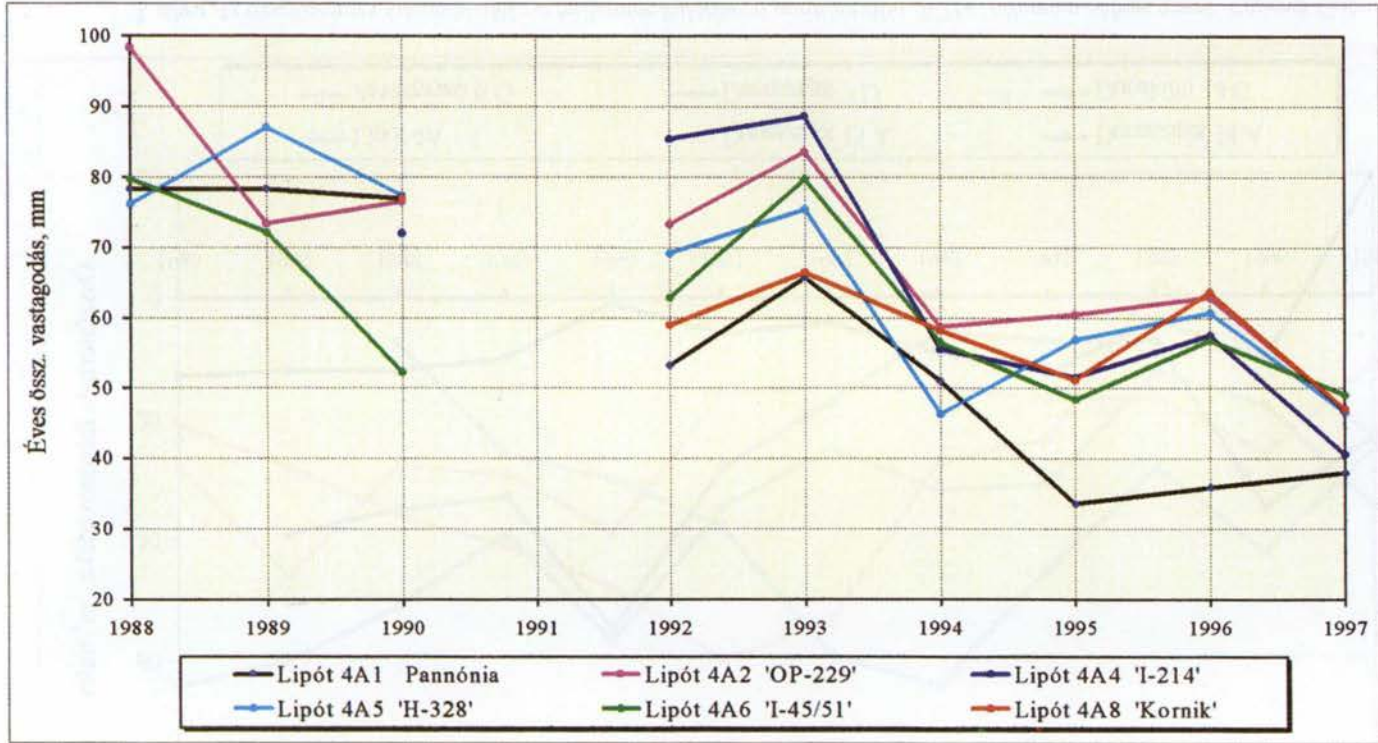
A gyérítések miatt csak 1994-ben észleltünk növedékcsökkenést. Mind a hat klón esetében lényeges a romlás, az előző évi növedéknek csupán 61–87 %-át érték el (3. ábra). 1995–97-ban továbbra is a korábbi évekhez viszonyítva 5–40 %-os növekedéskiesést tapasztaltunk. Míg öt fajta közel azonos növekedési értéket ért el, addig a 'Pannónia' 1995–97-ben messze elmaradt a többtől (4. ábra). Ezt azért kell külön megjegyezni, mert ez az a klón, amellyel a legelterjedtebb 'I-214' lecserélték, illetve tervezik lecserélni, és a mostani növekedési eredmények megkérdőjelezhetik ezeken a termőhelyeken a további nagy arányú 'Pannónia' telepítéseket.

Növedékkiesés a keményfás (kocsányos tölgy, kőris, egyéb kemény lombos) állományokban

Ezek a fajok lassú növekedésűek, állományszinten jelentős tartalékokkal rendelkeznek, továbbá olyan termőhelyen állnak, amelyek hidrológiai viszonyait a víz-erőműrendszer kevésbé érintette. Nem volt lényeges növekedésbeni eltérés a korábbi évekhez képest (2. ábra), ha a beteg és alászorult helyzetű fákat figyelmen kívül hagyjuk. Néhány egyeden a betegség jelei mutatkoztak, ami a kocsányos tölgyek általános állapotleromlási folyamatához köthető, és nem feltétlenül kapcsolódik a szigeti közeli ökológiai változásokhoz.



3. ábra Az összfatermés folyónövedéke a hullámtér különböző pontjain álló 'I-214' állományokban (szerk. Veperdi Gábor)
 Fig. 3. Gross current increment of 'I-214' poplar stands in different parts of the flood plain (after Veperdi G.)



4. ábra Kerületnövekedés egy nemesnyár fajtaösszehasonlító kísérletben (Lipót 4A)

Fig. 4. Circumference growth in an improved poplar experimental plots

A faállományok egészségi állapota

1988-tól 1992-ig az állományok lényegében egészségesek voltak, állapotukban romlás nem következett be. Az előforduló károsítók közül csak a kéregfekély, egyes lombrágó rovarok és az erőteljes aszály érdemelnek említést. Néhány állomány azonban a helytelen fafajmegválasztás vagy az elmaradt nevelési munkák miatt került gyenge egészségi állapotba, de ennek nincs köze a vízlépcsőhöz.

A megváltozott hidrológiai viszonyok – a növekedés csökkenése mellett – legközvetlenebbül az egészségi állapot változásában jelentkeznek. Ez az állapot sokkal nehezebben határozható meg egzakt módon, mint a növedék, hiszen sok esetben szubjektív megítélésről van szó. Ezen szubjektív hatások csökkentésére 1996-ban létrehoztunk egy olyan 20 állandó pontból álló mintahálózatot, amely reprezentálja a hullámtéri erdőket, és az évenkénti azonos időben való visszatérés lehetővé teszi egy realisabb kép kialakítását.

A nyárákon a tavaszi lombkárosítások során kétféle rovar pusztítását észleltük nagyobb mértékben: a nagy nyárlevelész és az aranyfarú pille levélrágása volt számottevő, de csak olyan mértékű, amit a fák gyorsan kihevertek. A korábbi évek jellegzetessége volt az ún. aszálymentesítő lombhullás, amely főleg az eltereléssel érintett magasabban fekvő területeken, és közvetlenül a Duna parti sávjában jelentkezett. Ez egy kényszerű, a normálisnál korábban jelentkező lombhullás, amellyel a fák a száraz körülmények káros következményei ellen védekeznek. A kedvező meteorológiai és javuló hidrológiai viszonyok együttes hatása eredményeképpen 1996-tól már nem észleltük.

A füzállományok általános kondíciója az elmúlt évek során közepesnek, ill. gyengének volt minősíthető. A törzseken nagyon sok járulékos rügy hajtott ki, a koronában sok volt a száraz ág, helyenként egész foltokban pusztultak a fák (3. kép). Mindez arra utal, hogy ez a termőhely már nem a füzek termőhelye, hanem annál szárazabbá vált.

A füzek egyedenként, foltokban vagy fasorként is sok helyen előfordultak, nem elsősorban gazdasági szereppel. Ezeknek a főleg öreg, és leginkább tájlesztettkai szerepet betöltő fáknak szinte az egésze elpusztult. A kár itt egyértelműen nem számszerűsíthető. Ugyancsak nem számszerűsíthető az az ökológiai kár, amelyet ennek a fafajnak az ártéren való visszaszorulása jelent.

Az önvetényült füzesekben, amelyek egy szukcessziós fejlődés során jelentek meg, az elöntések elmaradása szinte azonnal éreztette pusztító hatását.

Az enyhe telek és az árvizek elmaradása miatt évekig jelentős mértékű pocokkárral jelentkezett a fiatalosokban. 1996-ban a hosszú, hideg télnek és a hűvös, csapadékos tavasznak köszönhetően jelentős kártételükkel nem kellett számolni.

A cikk az Erdőművelési és Fatermési Osztály valamennyi kutatója és technikusa hosszú éveken át tartó munkájának eredményei alapján íródott.



3. kép Pusztuló füzes
Pic. 3. Decaying Salix stand

FELHASZNÁLT IRODALOM

- Halupa L., Csókáné Szabados I. 1994. A Kisalföld erdei. Hidrológiai Közlöny, 5.:269–278.
- Halupa L., Somogyi Z., Szabados I., Veperdi G. 1992. Erdészeti vizsgálatok a bős/gabcikovói erőmű hatásterületén kialakított megfigyelő rendszerben I. 1986–1992. Erdészeti Kutatások, Vol. 84.:97–115.
- Somogyi Z. 1997. Erdészeti vizsgálatok a Bős/Gabcikovo erőmű hatásterületén kialakított megfigyelőrendszerben. ERTI jelentés.
- Halupa L., Somogyi Z., Szabados I., Veperdi G. által összeállított éves jelentések. ERTI jelentések 1986-tól 1997-ig.

ALFÖLDI TÖLGYESEINK PROBLÉMÁI A GYAKORLATI ERDÉSZET ÉS TERMÉSZETVÉDELEM, VALAMINT AZ ELMÉLET SZEMSZÖGÉBŐL

HORÁNSZKY ANDRÁS

ÖSSZEFOGLALÓ

Az alföldi kocsányos tölgyesek példáján kerül bemutatásra a régi fitocönológiai irodalom felhasználhatósága, és cönózisok névhasználata, a társulások azonosításának problematikája. Ebben támpontul szolgálnak a század derekáról származó eredeti leírások, valamint 1998-ban készült 25 db cönológiai felvétel. A forrásanyagok kritikájával kiegészített problémafelvetések, az elmélet és gyakorlat szemléleti eltéréséből adódó ellentétek kiegyenlítésének szükségszerűségére hívják fel a figyelmet. Az erdészeti és természetvédelmi indíttatású monitorozó rendszerek is szóba kerülnek. Mindezek fényében egyértelműen felmerül az igény, a közös egyeztetés és szakmai vita alapján lehetséges jó megoldás sürgős kimunkálására.

KULCSSZAVAK: kocsányos tölgyesek, *Quercus*, fitocönológia, természetvédelem

ABSTRACT

Questions concerning the applicability of the early literature on phytocenology, the use of names of phytocenoses and their identification have been presented by examples of plain oak stands. Original description derived from the middle of the 20th century and 25 phytocenological reports made in 1998 present a basis for the study. The putting of the questions supplementing with the criticism of the source-materials draws the attention to the necessity of conflicts oriented from the intuitional difference of theory and practice. The importance of monitoring systems motivated by forestry and natural protection interest has been discussed. From this point of view it is necessary to work out good technical solution on the base of mutual discussions and agreements as soon as possible.

KEYWORDS: phytocenology, historical background, oak species, *Quercus ssp.*

Az utóbbi években egyre inkább előtérbe kerül a gyakorlati erdészettel szemben azon igény, hogy fokozottan vegye figyelembe a vonatkozó „elméleti” tudományok, elsősorban a biológia eredményeit, és ezzel összhangban teremtsen meg tevékenysége során a természetvédelem által elvárt kötelezettségek, többek között, pl. a természet-szerű erdőgazdálkodásnak, vagy a biodiverzitás védelmének, ill. fenntartásának feltételeit.

E témakörben bizonyos ellentét látszik kirajzolódni az „elméleti” és a „gyakorlati” tudományok között. Ennek oka sokrétű. Nemcsak a szakmai irányok szemléleti eltérése részes benne, hanem a látszólag párhuzamosan szervezett, azonosnak látszó de valójában eltérő célú tevékenységek – pl. a kutatások, a hosszú távú megfigyelő rendszerek kialakítása (monitorozás) – nem kevésbé a hozzá szükséges támogatási források megszerzéséért folytatott verseny is fokozza az ellentéteket az ügyben részes megvalósító szervezetek, kutatási irányok és intézmények, valamint a különböző igazgatási és hivatali apparátusok között. Közben a mindennapi élet sürgeti e sokrétű feladatok megoldását, amihez az összes érintettnek legszorosabb együttműködése kívánatos.

Időközben az új jogszabályi háttér is kialakult (környezet-, ill. természetvédelmi-, vadászati- és erdőtörvény), ami kötelezettségeket, feladatokat ró törvényi erővel az illetékes hivatalokra (pl. a természeti területek kijelölése az év végéig). A jó megoldás végrehajtásának feltétele az irányító, felügyelő és gazdálkodó intézmények közötti maximális együttműködés. E tevékenység kapcsán is szükségszerűen felmerülnek olyan kérdések, mint pl. a növénytársulások vagy élőhelyek felismerése, esetenkénti azonosításuk lehetősége, az ehhez alkalmas rendszer, vagy akár a természetesség mértékének megállapítása, a vizsgálatok módszereinek célhoz igazított kialakítása stb. Ezekre vonatkozóan számos közlemény született (*Simon T. 1992; Bartha, D. és mts. 1995/a; Borhidi 1996; Fekete, G. és mts. 1997* a nemzeti biodiverzitás monitorozó rendszer /rövidítve NÉR/ kötetei). Ezek szemléleti és módszertani eltérései széles körű szakmai vitát, egyeztetést igényelnek a kérdések megnyugtató, a gyakorlatban is megvalósítható megoldása érdekében.

Ilyen körülmények között célszerűnek látszik az elmélet és a gyakorlat közötti „ellentét” okait elemezni és azok feloldására alkalmas lehetőségeket megkeresni és alkalmazni. Esettanulmányunk alanya az Alföld kocsányos tölgyeseinek sokrétű aktuális kérdésköre.

A fitocönológia klasszikus szakaszában ismertté váltak a zárt „gyöngyvirágos-” és a nyíltabb, tisztásokkal tarkított „pusztai tölgyesek”. (Egyszerűség kedvéért itt nem célszerű a cönotaxonomiai nevezéktan kérdéseibe belebonyolódni). Ezek részletes, fajlistás, ill. táblázatos leírásai a Nyírségből (*Soó, 1937, 1943*) és a Duna-Tisza-közérről (*Hargitai, 1940*) származnak. A mai állapotot bemutató 1998 évi cönológiai felvételek (Nyíracsad, Debrecen: Nagyerdő) a 3. és 4. táblázatban találhatóak.

E felvételek fajlistái a háromszoros fmagasságnak megfelelő oldalú kvadrátokra vonatkoznak, de meg kell jegyezni, hogy az erdő összképe ennél egységesebb, mert egyes felvételekből „hiányzó” számos faj a kvadráton kívüli állományrészekben mégis előfordult.

A korábbi irodalmi adatok, ill. listák nem hasonlíthatók össze közvetlenül, fenntartás nélkül az 1998-ban készült anyagokkal, mert a mintegy 50 évvel ezelőtt készült összevont lista adatai a jelenleg vizsgált területen kívüli és távolabbi, tucatnyinál is több helyen készült „kb 90” felvételtől származnak (Hajdúböszörmény, Hajdúsámson, Hajdúhadház, Nyírmártonfalva, Nyíracsad, Haláp, Bánk, Mikepércs, Sáránd, Hajdúbagos, Hosszúpályi, Nyiregyháza, Nyirbakta, Nyirbátor, Bátorliget, Mezőfény,

Pusztaterem, Penészlek, Szaniszló, Tornyospálca határában). Továbbá „a feldolgozás 190 állományfelvételen alapul, ami kb. 400 kvadrát (25 m²) felvételek felel meg”.

A cönológiai anyagok felhasználását az erdészeti gyakorlat számára nehezíti a növénynevek folyamatos változása, ami bonyolult szinonimikát eredményez (sokszor a társulásnevek alkalmazásában is), melynek napra kész követése nem várható el a gyakorlat emberétől.

A régebbi feldolgozásban a gyakorlat számára ellentmondó már maga az elnevezés is, mely szerint a társulás a *Quercetum roboris tibiscense* (*Quercetum roboris tiliosum argenteae*), holott az ezüsthársnak nyoma sincs pl. az 1998-ban vizsgált nyírcsádi állományokban. Ennek két szubasszociációja lenne az árnyas = gyöngyvirágos, és a pusztai = csenkeszes kocsányos-tölgyes. Az 1998-ban vizsgált területeken a pusztai csenkeszt nem láttuk, a Guth-erdőben gyöngyvirág pedig csak egyetlen felvételi négyzetben került elő, ott is csak kis számban.

Időközben az időjárási változatosság szélsőségeiben bővelkedő esztendők hosszú során („éghajlat változás”, „talajvízszint csökkenése”, „savas esők” stb.) a tölgyesek tenyészeti feltételei romlottak, miközben az idő is telt. Az idős állományok – korosodásuk előhaladtával – egyre fogyatkoztak. A század közepe táján készült leírásokból ismert tölgyeseknek így ma már alig van hírmondója. Indokolt tehát az igény, hogy „naprakész” képet nyerjünk alföldi tölgyeseinkről. Közben jogosan felmerülnek a kérdések:

- Lehet e, és hogyan, a mai állapotot a korábban leírtakkal területileg azonosítani?
- Van-e, és ha igen mi az eltérés, a régi és a mai állapot között.
- Alkalmasak e a régi megnevezések a mai állapotra is?
- Mik az időközben beállott változások bizonyítható okai?
- Mi ennek a kényszerítő erejű következménye az erdőgazdálkodás és a természetvédelem gyakorlatában?
- Mik a természetvédelem lehetőségei, teendői e kérdéskörben?

A válaszok után kutatva kényszerítő erővel felmerül, hogy

- a változásokat hogyan értelmezzük; minden változás degradáció-e?
- Mely ismérvek dönthetik el, mi természetes, ill. mesterséges?
- Hol, mely állomány lehet adott cönózist bemutató „minta”?
- Milyen konkrét természetvédelmi tevékenységek szükségesek?
- Milyen vizsgálatokat kell folytatni a fentiek megalapozott eldöntéséhez? stb.

A régebbi növénytársulástani anyagok alkalmazása szempontjából vegyük szemügyre a gyöngyvirágos tölgyest, mely területileg is a legnagyobb jelentőségű. Vizsgálódásunk első lépéseként a fajok számát nézve kitűnik, hogy a korábban (Soó, 1937) észlelt fajok 46 %-a szerepel csak a későbbiekben (Soó, 1943). Ez a hat év alatt történt „csökkenés?” 89 %-os, ha az akcidens fajokat is figyelembe vesszük. (1a táblázat).

Ugyanez a pusztai tölgyesre nézve fordítva alakul: 1937 fajszáma alacsonyabb az 1943-asnál, annak 92 %-a, (akcidensekkel együtt 89 %). Figyelembe kell venni azt is, hogy a gyöngyvirágos tölgyesek 1937-ben csak összevont listában jelentek meg kb.

90 felvétel alapján, míg a pusztai tölgyes 1937-ben ugyancsak összevont listában 25 felvétel alapján tartalmazza a fajokat. Ezzel szemben 1943-ban a gyöngyvirágos tölgyes táblázatában 24, a pusztáiban 15 felvétel található.

1a táblázat A fajszámok alakulása

	<i>Convallario-Quercetum</i>						<i>Festuco-Quercetum</i>		
	<i>Soó 37</i>	<i>Soó 43</i>	<i>Har.40</i>	<i>Nyi 98</i>	<i>Deb. 98</i>	<i>PV 98</i>	<i>Soó 37</i>	<i>Soó 43</i>	<i>Harg. 40</i>
Felv./db	kb 90	24	50	9	6	10	kb 25	15	50
TABELLA:	362	168	107	67	51	95	463	503	119
Lombkor.- (akcid.)	17	13	10	8	11	5	8	8	9
Cserje- (akcid.)	1	6							
	20	12	13	13 (5)	9 (5)	6 (3)	10	10	8
	0	7					0	0	
Gyep/fás				14	10	16			
Lágyszárú (akcid.)	325	143	84	61 (10)	44(8)	93 (6)	409	187	102
	32 +	183?	0	0	0	0	36	99	0

Megjegyzés: zárójelben az ismétlődő fajok száma

Alaposabban vizsgálva kitűnik, hogy valójában, nagyrészt ugyanannak a felvételi anyagnak átértékelése áll a változások mögött. Nem világos az akcidensek megítélési módja. Minden esetre az 1943 évi táblázatos anyag az alkalmasabb a további egybevetésekre. Feltűnő a pusztai tölgyesek fajgazdagsága, melynek csak tört része a gyöngyvirágos tölgyeseké (33 %).

Az 1998-ban készült felvételek fajszáma – melyekből nincsenek elkülönítve az akcidens és akcesszoriális elemek – a Soó 1943. évi anyaghoz viszonyítva lényegesen alacsonyabb, annak Nyírcsádon 40, Debrecen Nagyerdőben 30, Pusztavacs környékén 56 %-a.

Hargitai 1940-es felvételi anyaga összevont lista, melyben a pusztai tölgyes csak 12 fajjal gazdagabb a gyöngyvirágosnál, míg *Soó* 1943-hoz képest a különbség 335 faj. (1937-ben ugyanez csak 181 faj). A nyírségi (*Soó, 1943*) és Duna-Tisza-közéről való anyagok (*Hargitai, 1940*) eltérése a gyöngyvirágos tölgyesnél 61, a pusztai tölgyesben pedig 384 faj, mindkét esetben a Nyírség javára.

Mínthogy két külön társulásról, ill. területi variánsról van/lehet? szó, nem csodálható az eltérés, de annak oka és mértéke valójában nem indokolható megnyugtatóan, leginkább egyéni megítélésbeli változás sejthető a háttérben.

A fajok megoszlását az állandósági értékek alapján az *1b táblázat* mutatja. Érdekes, és indokolhatatlan, hogy a 98 évi debreceni felvételek a szokásostól eltérően bővelkednek az állandóbb (K V és IV) fajokban, melyek az esetek több mint felében előfordulnak. Emellett az is talányos, hogy miért feltűnően alacsony – 10 % alatti – e fajok részesedése 1943-ban, ami az 1998 évi felvételekben jóval több: 16–49 % között változik. A debreceni 1998-as felvételek kivételével az állandóbb fajok száma az

összfajszám 25 %-a alatt marad. Következésképp ezek nem alkalmasak a társulás azonosítására.

1b táblázat Az állandóság értékek alakulása

	Convallario-Quercetum						Festuco-Quercetum		
	Soó 37	Soó 43	Har.40	Nyi 98	Deb. 98	PV 98	Soó 37	Soó 43	Harg. 40
K V.	db	7		7	19	2		3	
K IV.	db	9		9	6	13		12	
K.III.	db	43		10	7	12		50	
K. I-II.	db	109		41	19	68		438	
K V.	%	4		10	37	2		1	
K IV.	%	5		13	12	14		2	
K III.	%	25		15	14	13		10	
K. I-II.	%	65		61	37	71		87	
		99		99	100	100		100	

A tabellákban előforduló közös fajok alapján megállapítható, hogy az 1943-as nyírségi, valamint az 1998-as tabellák között 30 és 40 % között változik a közös fajok részesedése. A saját fajoké 10% alatt van, kivétel Pusztavacs (26 %).

További kérdés, hogy mennyire hasonlít a közös fajok alapján a nyírségi pusztai tölgyes és az 1998-as pusztavacsi tabella anyaga. A nyírségi pusztai tölgyesre vonatkoztatva a fajok 23 %-a (43 db) közös pusztavaccsal, ami a pusztavacsi 1998-as anyag fajszámának 44 %-a. A pusztavacsi felvételekben lokálisan saját (differenciális) fajok száma 34. (2. táblázat). Ezek az adatok nem adnak segítséget a társulások azonosításához, a közös fajok alacsony részesedése miatt.

A közös fajok állandóságát is figyelembe véve, még bonyolultabb a helyzet, mert az érték esetenként változik, hol magasabb hol alacsonyabb. Merész következtetést kockáztatva kimondható a fentiek alapján, hogy a közös fajok alacsony részesedése arra utal, hogy a vizsgált egységek, – társulások – nem tekinthetők azonosnak.

2. táblázat A közösen előforduló fajok részesedése a vizsgált, egységekben

Egységek		közös	saját-fajok db	%
Gyöngyvirágos Soó 43	Nyíracsad 98	30	4	21
Gyöngyvirágos Soó 43	Debrecen 98	34	13	24
Gyöngyvirágos Soó 43	Pusztavacs 98	40	37	28
Pusztai Soó 43	Pusztavacs 98	43		Soó 43 23
				Pusztavacs 98 56
Hartgitai 40: pusztai	gyöngyvirágos	76	31	a gyöngyv.-ban
			122	a pusztaiiban

Az 1998 évi felvételi táblázatok a régi irodalom alapján valójában nem sorolhatók be megnyugtatóan a cönológiai rendszerbe, különösen a gyakorlati erdészet lehetőségeit tekintve nem; legfeljebb csak a rendelkezésre álló kategóriába, és nem a fajösszetétel és annak minőségi elemei alapján.

Az erdész szakemberek szerkesztésében megjelent (*Bartha D. és mts., 1995/a*) társulás leírások cönológiai rendszere, és a latin meg magyar társulásnevek nem mindenben egyeznek a más forrásokban találhatókval. Feleslegesen, a tudományosság benyomását keltve megtalálhatók a társulásnevek szerzői is (szinonimák tömegével) sokszor anélkül, hogy a forrás az irodalomjegyzékben szerepelne. Ezek felkutatása, a nehezen hozzáférhető régi közlések megszerzése és szakszerű értékelése nem várható el a gyakorlati erdésztől. Nem különben a megadott fajlista és borítás adatok, leginkább a bőséggel, de elterjedési adat nélkül (!) felsorolt védett fajok alapján aligha lehet megnyugtatóan, ellenőrizhetően azonosítani a társulásokat; talán azért mert a leírások inkább csak a tipikus eseteken alapulnak.

Az alapfogalmak olykor pongyola, sőt ellentmondásos használatára (vagy inkább csak értelmezésére?) is akad példa: Magashegységi bükkösről van szó, de hol van magashegység az ország területén; netán a fogalom értelmezését meg kellett volna adni, hogy az állítás valós lehessen (*Bartha, 1995/a, 31. old.*). Vagy pl. a „karakterfaja... nem kötődik szigorúan ehhez az asszociációhoz” is ellentmondás! (*i.m.59.old.*). Ugyanitt az andezit szurdokerdőkről szólva olvasható „A karakterfajként megadott (kiemelés tőlem) *Parietaria...*” de nem derül ki hogy ezt ki és hol adta meg. A hivatkozott irodalom (*Horánszky, 1964*) nem említi a karakterfajok közt, hanem társulásközömbösként. A tömeges vagy nagyobb állandóságú megjelenés nem azonos értékű a karakterfaj (hűség!) jelleggel. Nincs értelmezve a szubklímax kifejezés (*Kevey in Bartha, 1995/a 69. old.*).

A homoki tölgyesek „erdőirtások” után megmaradt állományaira hivatkozás történik (Nyírség, Duna-Tisza-köze, Mezőföld, Szigetköz, Komáromi sík), de a felsorolt „sok” védett faj az előfordulási hely megadása nélkül inkább zavaró, mint tájékoztató jellegű.

Szorosan kapcsolódik a természetesség megállapításának kérdéséhez a hivatkozás a kerecsendi erdőre, mint a lösztölgyesek „egyetlen viszonylag sértetlen” állományára. Egyrészt azért, mert „a többi degradált, alig felismerhető származéktípus” kijelentés vajon mit jelenthet, hiszen tudni lehet, hogy a kerecsendi erdő – legalábbis részben – szántóföldre telepített erdő, s a sztyeppfajok csupán a nyiladékokban tenyésznek; néhány évtizede pedig a gyógynövény gyűjtők (*Corydalis* gumóért) az egész területet feltúrták. Ha ehhez viszonyítva még sérültebbek az említett „Alföld peremvidékének löszplatóin található” (de hol??); hogyan lehet rájuk fogni e besorolást, amikor maga a kerecsendi erdő is a zavartsága miatt eléggé problematikus. Mit kell értsünk a rekonstrukció feladatán? Milyen konkrét beavatkozásokra volna szükség? Reális ez az igény? Milyen eredmény várható a befektetés eredményeként? Mi az egésznek a gazdasági vonzata, háttere?

Túlzottnak tűnik a tiszafás bükköst „regionális”-nak nevezni és a klímazonálisok közt tárgyalni (*i.m. 29. old.*), hisz csak 1–2 szomszédos hegy északi lejtőjére szorítko-

zik. A siskanád és pitypang elszaporodását *kulturhatásként* értelmezni (i.m. 34.old.) nem szerencsés, inkább a bolygatottság eredménye.

A sziki tölgyes "degradált állományok regenerálódását is elősegíteni" miként képzelhető el? (i.m. 38. old.), u.i. a szikesedési folyamat előrehaladtával pusztulásra vannak ítélve. Mai létük egy leromlási (egyirányú v. visszafordítható???) *folyamat* állapota, ami aligha stabilizálható. Ezért fenntartásuk hosszabb távon nem látszik megoldhatónak.

Az újabb *cönológiai munkák* a tudományban legújabb elvek és alkalmazásai bemutatásával teljesen felforgatják a korábbi beosztásokat. Így hát ezek alapján sem probléma mentes állományaink értékelése. Pl. *Borhidi és Kevey (1996)* szerint a gyöngyvirágos tölgyes a tatárjuharos tölgyesek *cönológiai-rendszertani csoportjába* tartozik. Az erre jellemző, a felismerést elősegítő 24 megadott faj közül felvételeinkben egyetlen egy található csak meg, a kocsányos tölgy. Belátható, hogy ez, a gyakorlati erdész számára nem jelent segítséget. Az előzőekben felhozott példákhoz hasonló esetekkel, megnyilatkozásokkal az erdészeti gyakorlat egyszerűen nem tud mit kezdeni.

Hogyan sorolhatók be a vizsgált egységek a *Nemzeti Élőhely-osztályozási Rendszerbe* (NÉR)? amelynek célja az ország természeti állapotának megállapítása, és változásának nyomon követése (*Fekete és mts., 1997*). Tudni kell, hogy itt más szempontok adják a felosztás alapját, mint a hagyományos *cönológiai rendszerekben*. Így fordulhat elő, hogy azonos élőhely-kategóriába került az alföldi gyertyános tölgyes és a gyöngyvirágos tölgyes.

A meglehetősen tág egységnek említett két alegysége *cönológiai*lag már értelmezhető. A nagy élőhely-kategória jellemzésében (*Kevey, l.c. 130 old.*) szerepel, hogy a talajvíz *viszonylag* közel van, ezért a *félmedves* vagy *üde* vízgazdálkodási fokozatba tartozik. Amellett, hogy az általam dőlt betűvel kiemelt állítások pontos értelmezhetősége meglehetősen kétséges, ellentmondó a következő oldal állítása, hogy a lesüllyedt talajvízszint veszélyezteti a gyöngyvirágos tölgyeseket. Az pedig hogy "szukcessziós fejlődésük a tölgy köris-szil-ligetekkel hozható kapcsolatba", pl. a Duna-Tisza-közén levő, az árterekkel kapcsolatban nem levő állományokra, hogyan értelmezhető?

Ugyancsak nem konkrétan informatív a közepes-erősen fejlett cserjeszint, vagy a nudumtól a 100 % borítás között változó gypszint. A nagyobb kategória jellemzésében csak olyan ismérveknek szabadna szerepelni, melyek a két alegységben közösek. Ha pedig ezek annyira tág intervallumot fognak át, hogy az adat ezért semmitmondóvá lesz, úgy ez a nagyobb összefoglaló egység valós mivoltát teszi kétségessé.

A gyertyán „visszaszorulása” a második lombkoronaszintbe nem felel meg a valóságnak, hiszen az a helye. Nem volt ui. másutt, ahonnan oda visszaszorulhatott volna.

A származéktípusok alatt mesterségesen kialakított vagy természetes, konszociáció értékű egységet kell érteni? netán a kifejezés mindkettőt felöleli? Ezzel kapcsolatban említhető a munka egészére vonatkozó javaslat: pótolni kell a fogalommagyarázat szótárszerűen összeállított fejezetét, beleértve a rövidítéseket, mert a szövegben elrejtözve található feloldásokat igen nehéz megtalálni.

Nem világos, hogy mit értsünk ez alatt: a gyöngyvirágos tölgyes átmenetet jelent az üde gyertyános-tölgyesek és a száraz tölgyesek között? ui. száraz tölgyes mint fo-

galom nem szerepel a felosztásban, ezért önkényesen értelmezhető. Annak megítélése relatív, hogy sok e a védett faj a társulásban, de fontosabb ami elmaradt: kevés helyen fordulnak elő.

Nem helytállóak a homok talaj jellegzetességére, és az akácok nitrogén ellátottságára vonatkozó megállapítások.

Az elgyomosodás megítélése melyik feldolgozáson alapul? Nincs megnevezve sem a követett/követendő növényrendszer, sem a talaj-, sem a cönológiai rendszer. Esetenként nem is következetes az alkalmazásuk.

Az emberi használat, és a természetvédelmi kezelés címszó alatt írottak néhol abszurd, sőt sértő téziseket is tartalmaznak. Pl. „állományaik erdőgazdálkodás alatt állnak, melyek többfelé is veszélyeztetik a társulás fennmaradását”. A hibás nyelvi fordulaton túl nem vitatható az egyoldalú szemléletből (hozzá nem értésből) fakadó szubjektív megítélés ténye. Mert a kifogás, hogy "helyükön gyakran tájidegen monokulturákat hoznak létre", egyenes következménye a néhány sorral korábbi megállapításnak, hogy az állományokban „a tölgy kiszárad, és alig van remény felújulásukra”. A társulás ritkaságát és vegetációtörténeti jelentőségét nem vitatva fel kell tenni a kérdést, hogy amennyiben a tenyészeti körülmények valóban annyira megváltoztak, romlottak (több m-es talajvízszint csökkenés), hogy ez kizárja a tölgy tenyészetét, milyen őshonos fafajjal lehet gazdaságosan erdőt telepíteni helyette? S ha ez a kényszer folytán megvalósul, leromlásnak ítélandó-e, hiszen a produkcióját s ezen keresztül környezetvédelmi szerepét tekintve a „tájidegen” fafajokból álló erdő, szervezettebb produktívabb állapot mint a pusztagyep vagy ugar, vagy akár a bozótos.

Más vegetáció egységekre is ellentmondásos az irodalom, s így a gyakorlat számára nem használható fel: pl. a mezei juharos-tölgyest *Bartha D. és mts. 1995/a, 18. old.* szerint „az utóbbi évtizedekben az erdőgazdálkodás teljesen megsemmisítette”. Ugyanez *Fekete és mts. 1997, 56. old.* szerint "csaknem teljesen megsemmisült". Van e még, vagy valóban megsemmisült? Ha létezik és védendő, miért nem tud róla az erdőgazdaság? ha nem létezik, miért írunk róla mint létezőről.

A lösztölgyesbe történt helytelen erdészeti beavatkozás számos jeleként említett tölgyhibridek kivágása aligha lehetett valós a gyakorlatban; a cseresedésnek mint a sarjzartatás következményének beállítása téves.

Pontos tartalommal kellene kitölteni az ilyen megállapításokat: „a jelenleginél komolyabb védelmet érdemelnének”; "kissé degradált – de növényritkaságokat még rejtegető – állományok rekonstrukciója”. Ellentmondás u.i. a korábbi állításokkal: ha megváltoztak a viszonyok, hogyan képzelhető el rekonstrukció? A teendőket mint reális igényt csak úgy lehet megvalósítani, ha azt pontosan megfogalmazva (ha ez egyáltalában lehetséges), az érintett erdőgazdaság részére megküldik.

Számos hasonló példa található az említett munkákban, de e helyen nem cél ezek teljességet kimerítő bemutatása. De ennyi is elég talán, hogy meggyőzően jelezze, *csiszolandó még ez a rendszer ahhoz, hogy országos adatgyűjtés, értékelés, és megfelelő intézkedések alapját képezze, és hitelesen vázolhassa az ország környezeti állapotát.*

Általános probléma: ha egy természetvédelmi területen pl. veszélyeztető tényező a gyomok elszaporodására, ami valójában a természetben lezajló folyamat, és ellene valamely beavatkozást eszközölünk, azzal a természetes folyamatot térítjük el. Túl sok

a védett terület ahhoz, hogy mindenütt küzdeni lehessen e folyamatok ellen. Ezért lett volna fontos, – annak idején a MTA-OKTH közös bizottság javasolta – a védett területek prioritási alapon történő besorolása, ti., hogy hol legyen elsődleges a változatlan megőrzés, fenntartás (génbank elv), hol pedig a folyamatok szabad alakulásának biztosítása, és a hatások nyomon követése, valamint elemzése, másként szólva az indikátor elv érvényesítése. Ennek segítségével lehetne az élővilágnak mint jelző rendszernek a kódjait megfejteni.

A széles körben alkalmazott "viszonylagos" ökológiai jelzőszámokkal (v.ö. *Bartha D., 1995/b*) ugyan sokan dolgoznak, de a módszer alapvető hibája, hogy a fajok szubjektív (viszonyítási mértéket nélkülöző) kategóriába sorolása miatt a kapott eredmény valóságtartalmának becslése közelítőleg sem lehetséges. *Simon és Borhidi* értékelését alkalmazva ugyanaz a gyertyános-tölgyes felvétel a gyomosodásban 2–3-szoros eltérést mutat (*Horánszky, 1998*).

A monitorozás erdészeti vonalon már évek óta működik, nemzetközi kooperációban. Példa erre a 16 x 16 km-es hálózat állandósított parcelláin folyó észleléssorozat (*Manninger, 1997*) amelyben a termőhelyi viszonyok a talajszelvény és a felszíni adottságok figyelembe vételével a faállomány szerkezete és a cönológiai felvételi anyag is helyet kap. Ez az ökoszisztéma szemléletben létesült anyag lehetőséget ad a termőhely adta optimális teljesítményt adó állomány (célállomány) megállapítására is.

A Nemzeti Élőhely-osztályozási rendszer (NÉR), a *biodiverzitás monitorozására* hivatott (*Fekete és mts., 1997*). Koncepciója az, hogy egysíkú (de legalábbis: kevés dimenziójú) rendszer helyett több szempontú, egymás mellett alkalmazható osztályozásokat támogató, ami lehetővé teszi a vizsgált kérdés sajátosságának vagy az élőlénycsoport élőhely-választásának leginkább megfelelő osztályozási alrendszer megválasztását és a jelenségek többdimenziós megközelítését.

A rendszerrel szemben támasztott igények:

- A.) Bármely magyarországi élőhely /terület – az adekvát tér-idő lépték és pontosság figyelembevételével – egységes rendszer szerint osztályozható legyen (teljes körű fedés). Ennek a feltételnek minden alrendszer esetében teljesülnie kell.
- B.) Legyen a rendszernek olyan osztályozási alrendszere, melyet nem speciálisan képzett szakemberek is egyszerűen és egyértelműen képesek alkalmazni (általános használhatóság).
- C.) A degradált élőhelyek monitorozhatósága különösen fontossá vált, ezért a rendszernek vagy egyes alrendszereknek ezeket az élőhelyeket is tudnia kell kezelni (degradáltság kezelése).

E követelményeknek megfelelni nem könnyű feladat, ezért is értékelendő a bátor vállalkozás. Sikerét azonban nehezíti, hogy szemléletében nem jelenik meg pregnánsan az élőhelyet alakító hármas tényezőcsoport az éghajlat talaj és az élővilág funkcionális kapcsolata. Különösen a C) feltétel teljesítését nehezíti a fogalmak pontosításának hiánya.

A két monitorozó rendszer sem működése idejét, sem célkitűzését tekintve nem azonos, nem is hasonlítható össze. Mégis gyümölcsöző lehet a többoldalú tapasztalatok egyeztetése.

A monitorozás során a NÉR-től függetlenül is megkerülhetetlen, és a törvény szabta munkák kapcsán is felmerül a természetesség megítélésének kérdése. Erre vonatkozóan az erdőgazdálkodás gyakorlati oldaláról és a természetvédelem részéről egyaránt nagy az igény. Több javaslat született már. A megoldás nem egyszerű, és meglehetősen szűk korlátok közt valósítható csak meg. Látni kell, hogy nincs megfelelő határozott pont, amelyhez a hasonlítások viszonyíthatók. Ezért fennáll a veszélye, hogy az ideálisnak – nem feltétlenül természetesnek – kikiáltott jellegek (pl. borítás mértéke, fajszám stb.) éppen nem a természetesek lesznek. Nem akarjunk olyat beleerősíteni megállapításainkba, amire nincs hiteles mód. Megoldás lehet, ha a szakmai konszenzus alapján, mai állapotban kijelölnénk minden társulásból egy v. néhány etalonnak tekinthető állományt. De ekkor még mindig fennmarad a kérdés, hogy a be nem sorolható helye a rendszerben mi? Az etalonok ui. várhatóan az állományfejlődés csúcspontját képviselik majd, s az addig vezető egyedileg nagyon változatos út intervallumába eső állapotokat aligha. Más szóval a szemléletben nem tükröződik az erdő működő rendszer jellege.

A fitocönológia bonyolult rendszerezése és nevezéktana helyett az erdészeti gyakorlatban célszerűbb a faállománytípusokkal dolgozni, s adott természetközeli esetekben a társulást fakultatíve megnevezni.

Érdekes az 1998-ban felvett állományok kor és eredet szerinti értékelése. Nyiracsásán egy biztosan rét helyén telepített 89 éves állomány gyepszintjében ma 20 faj volt található, holott telepítése idején több évig köztes mezőgazdasági művelés folyt ott. Ugyanakkor egy legalább 200 éve biztosan erdő területen (a sarj eredetű fák bizonyítják) ahol pótlásként kerültek be a mageredetű egyedek, csak 18 faj került elő. A két terület közös fajainak száma 13. Közülük állandóság szerint KV. 6 db, K IV. 4 db K III. 2 db K II. 1 db volt. A fajszámra gyakorolt jelentős hatás tehát nem észlelhető.

Pusztavacson, egymás közelében egy összeomlóban levő 100 év körüli állományban a gyepszintben 23 faj került elő, a teljes talajelőkészítést követően telepített, 33 éves állomány 20 fajt mutat fel. Más esetben, hasonló ellentét-párban a mesterséges telepítésben védett orchidea is előkerült. E szűrőpróbaszerű vizsgálat nem perdöntő ugyan, de arra vall, hogy nem feltétlenül lehet a telepítéssel, mesterséges felújítással időlegesen együttjáró "degradáló" hatást évek múltával kimutatni.

Ezek a mai állapotokban teljesen természetesnek látszó állományok a természetességet megállapító rendszerek besorolásában vajon milyen megítélésű helyet kaphatnának? Mi volna a teendő a besoroláskor, ha nem ismernénk, – mint ahogyan sok esetben nem is lehet már kinyomozni – a terület pontos múltját.

Valójában a rövid távon degradáltak nevezett állapotok olyanok, amelyek hosszú távon nem maradnak fenn, hiszen e "mesterséges" körülmények közt is a természet erői egyenlítik ki a bekövetkezett változást. Azaz igen nehéz és szubjektivitást nem nélkülözhető ténykedés a természetesség megítélése. Épp ezért nem szabad olyan mutatókat a rendszerbe beleerőltetni, amelyek valójában nem hitelesen informatívak.

A vázolt problémák hangsúlyozottan felhívják a figyelmet arra, hogy a fentebb tárgyalt kérdésekben az ügy érdekében az összes érintett intézmény, hivatal sürgős együttműködésének kialakítása szükséges, a folyamatos szakmai egyeztetés, párbeszéd biztosítása érdekében. Enélkül nem várható el eredményes előrehaladás.

3. táblázat Debrecen Nagyerdő

Debrecen tag / részlet	224 B	230 B	223 A	218 J	232 E	215 A
Kor	165	146	147	145	110	116
Eredet	M tvf	M tvf	S tvf	M tvf	S mter.	M tvf
Ssz	1	2	3	4	5	6
LOMBKORONASZINT						
<i>Acer campestre</i>	x	x	x	x	x	x
<i>Cerasus avium</i>	x	x	x	x	x	x
<i>Loranthus europaeus</i>		x			x	
<i>Populus canescens</i>			x			
<i>Quercus robur</i>	80	60-70	80	70	75	80
<i>Robinia pseudoacacia</i>	x	x		x	x	x
<i>Tilia cordata</i>			x			
<i>Tilia platyphyllos</i>		x				
<i>Tilia tomentosa</i>	x	x				
<i>Ulmus laevis</i>						x
<i>Ulmus procera</i>		x				x
CSERJESZINT	40	75	60	70	50	40
<i>Acer campestre</i>	x	15	10	x	15	x
<i>Cerasus avium</i>	x	5				
<i>Corylus avellana</i>			25		20	x
<i>Crataegus monogyna</i>	x	5	x		x	x
<i>Malus silvestris</i>	x					
<i>Robinia pseudoacacia</i>	x	15	x	x		
<i>Sambucus nigra</i>	x	15	30			x
<i>Ulmus laevis</i>	x	x	x	x	x	x
<i>Ulmus procera</i>	x	x	x	x	x	x
GYEPSZINT						
Borítás %	90	85	40	80	70	80
<i>Acer campestre</i>	x	x		x	x	x
<i>Cerasus avium ujulat</i>	x	x				
<i>Corylus avellana</i>			x		x	
<i>Crataegus monogyna</i>		x		x	x	
<i>Euonymus europaeus</i>	x	x	x	x	x	x
<i>Ligustrum vulgare</i>					x	
<i>Quercus robur ujulat</i>						x
<i>Robinia pseudoacacia</i>	x	x				
<i>Sambucus nigra</i>		x	x		x	x
<i>Ulmus procera</i>		x		x	x	x
<i>Agropyron caninum</i>			x		x	
<i>Alliaria petiolata</i>					x	
<i>Anthriscus silvestris cf.</i>				x		
<i>Arum maculatum</i>		x	x			
<i>Bilderdykia dumetorum</i>				x	x	x

Sz	1	2	3	4	5	6
<i>Brachypodium silvaticum</i>			x			
<i>Bromus benekeni</i>						x
<i>Carex silvatica</i>				x		
<i>Carex spicata</i>		x		x	x	
<i>Chaerophyllum temulum</i>		x		x	10	x
<i>Chelidonium majus</i>	x	x		x	x	
<i>Circaea lutetiana</i>	x	x	5	x		x
<i>Convallaria majalis</i>				x	x	
<i>Dactylis polygama</i>	x	x		x	x	x
<i>Festuca gigantea</i>	x	x				
<i>Galeopsis pubescens</i>	x	x		x	x	x
<i>Galium aparine</i>	x	x		x	x	x
<i>Geranium phaeum</i>				x		
<i>Geranium robertianum</i>	x	x	x	x	x	x
<i>Geum urbanum</i>	x	x	x	x		x
<i>Glechoma hederacea</i>		x			x	x
<i>Heracleum sphondylium</i>	x			x		
<i>Impatiens parviflora</i>	x	x	10	x	30	x
<i>Lapsana communis</i>					x	
<i>Leonurus cardiaca</i>	x	x			x	
<i>Milium effusum</i>	x	x		x	x	x
<i>Myosoton aquaticum</i>	x	x	x		x	
<i>Polygonatum latifolium</i>	x	x	x	x	x	x
<i>Salvia glutinosa</i>	x	x	x	x	x	x
<i>Stachys silvatica</i>	x	x	x	x	x	x
<i>Urtica dioica</i>	x	x	5	x	40	
<i>Vicia sepium</i>		x			x	x
<i>Viola cyanea</i>	x	x	x	x	x	x
<i>Viola odorata</i>	x	x	x	x		x

4.táblázat Nyíracská 1998 "gyöngyvirágos tölgyes"

Erdőtag / részlet	43 A 1	38 B 2	21C	26 B 1	21 B	20 C	85 C	64 B	Több
Kor	82	98	42	99	98	94	89	101	
Eredet	MS	MS	M	S	S	S	M	MS	
Sz	1	2	3	4	5	6	7	8	9
LOMBKORONASZINT									
<i>Acer campestre</i>			x						
<i>Cerasus avium</i>	x	x		x	x	x	x	x	
<i>Loranthus europaeus</i>	x				x				
<i>Populus alba X tremula</i>					x				
<i>Quercus robur</i>	70	80	85	80	90	80	90	40: 80	80
<i>Robinia pseudoacacia</i>					x				
<i>Ulmus laevis</i>	x			x					x
<i>Ulmus procera</i>	x			x			x	x	x
CSERJESZINT borítás %	25	35-40	15-20	25	20	20	20	50	25
<i>Acer campestre</i>			x						
<i>Acer pseudoplatanus</i>			x						
<i>Cerasus avium</i>		x				x	x		

Ssz	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Cerasus serotina</i>		x							
<i>Cornus mas</i>									x
<i>Cornus sanguinea</i>	10	x		3	x	x	x	x	x
<i>Corylus avellana</i>	x			5	x				
<i>Crataegus monogyna</i>	15	x		8	x	x	x	x	x
<i>Pyrus pyraeaster</i>					x				x
<i>Robinia pseudoacacia</i>							x		
<i>Sambucus nigra</i>	10	x	x		x			x	x
<i>Ulmus laevis</i>		x		x					
<i>Ulmus procera</i>		x		x					
ÚJLAT									
<i>Acer campestre</i>			x						
<i>Acer pseudoplatanus</i>									x
<i>Cerasus avium</i>		x				x	x	x	
<i>Cerasus serotina</i>								x	x
<i>Cornus sanguinea</i>		x			x				x
<i>Crataegus monogyna</i>			x						
<i>Euonymus europaeus</i>	x	x	x		x		x		x
<i>Fraxinus pennsylvanica</i>						x	x		
<i>Ligustrum vulgare</i>				x				x	
<i>Quercus robur</i>	x		x		x	x			
<i>Robinia pseudoacacia</i>			x					x	
<i>Sambucus nigra</i>		x	x	x		x	x	x	
<i>Ulmus procera</i>		x	x				x		
<i>Viburnum opulus</i>		x							
GYEPSZINT borítás %	100	100	100	100	100	100	100	100	100
<i>Actaea spicata</i>		x							
<i>Aethusa cynapium</i>							x		
<i>Agropyron caninum</i>	x	x	x		x		x	x	
<i>Alliaria petiolata</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Anthiscus trichosperma</i>								x	
<i>Arctium lappa</i>	x	x			x		x		x
<i>Astragalus glycyphyllos</i>			x						
<i>Athyrium filix femina</i>		x			x		x		x
<i>Biderdykia dumetorum</i>	x		x	x	x			x	x
<i>Brachypodium silvaticum</i>	x	x	20	x	x		x	x	x
<i>Bromus sterilis</i>			x						
<i>Campanula patula</i>			x						
<i>Chaerophyllum temulum</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Chelidonium majus</i>		x	x	x	x			x	
<i>Circaea lutetiana</i>	5	x		x	x	x	5	x	x
<i>Clinopodium vulgare</i>			x						x
<i>Convallaria majallis</i>								x	
<i>Cruciata glabra</i>		x	x						
<i>Cruciata laevipes</i>								x	
<i>Dactylis polygama</i>				x	x				x
<i>Dryopteris carthusiana</i>		x				x			
<i>Dryopteris filix-mas</i>		x	x	x		x	x		x
<i>Euphorbia cyparissias</i>			x						
<i>Equisetum arvense</i>			x						
<i>Festuca gigantea</i>	x			x				x	x

Sz	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Fragaria vesca</i>			x					x	
<i>Galeopsis speciosa</i>	x		x			15	x		x
<i>Galium aparine</i>	20	x	x	20	20	10	20	10	x
<i>Geranium robertianum</i>	x	x	x	x	x	x	5	x	x
<i>Geum urbanum</i>	x	x	x			x	x	x	x
<i>Glechoma hederacea</i>				x				x	x
<i>Lapsana communis</i>		x							
<i>Lysimachia nummularia</i>					x				x
<i>Melandryum album</i>			x				x	x	
<i>Milium effusum</i>	x	x		x	x	x		x	x
<i>Moehringia trinervia</i>							x		
<i>Myosotis sparsiflora</i>							x	x	
<i>Poa nemoralis</i>			x						x
<i>Pteridium</i>								20	x
<i>Rubus caesius</i>	x		10						x
<i>Salvia glutinosa</i>	x	x	x	x	x	x	30	x	x
<i>Solidago virga aurea</i>			x						
<i>Stachys silvatica</i>	10	x	x		x	x	x	x	x
<i>Stellaria media</i>	x		x	x	x	x	x	x	x
<i>Thalictrum minus</i>			x						
<i>Urtica dioica</i>	75	80	80	75	70	50	80	90	80
<i>Veronica chamaedrys</i>			x						

IRODALOM

- Bartha D. és mts. 1995a. Hazai Erdőtársulásaink. Tilia I. 8–85.
- Bartha D. 1995/b. Ökológiai és természetvédelmi jelzőszámok a vegetáció értékelésében. Tilia I. 170–184.
- Borhidi, A. 1993. A magyar flóra szociális magatartás típusai, természetességi és relatív ökológiai értékszámai.
- Borhidi, A., Kevey, B. 1996. An annotated checklist of the hungarian plant communities II. The forest communities In: Critical revision of the Hungarian plant communities. 95–138.
- Fekete, G. és mts. (szerk.) 1997. Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó rendszer. II. A magyarországi élőhelyek leírása, határozója és a Nemzeti Élőhely-osztályozási Rendszer.
- Hargitai, Z. 1940. Nagykörös növényvilága II. A homoki növényközvetkezetek. Bot. Közlem. 37. 205–237.
- Horánszky, A. 1964. Die Wälder des Szentendre-Visegráder Gebirges. A Szentendre-Visegrádi hegység erdői. Akadémiai Kiadó.
- Horánszky A.: A fitocönológia gyakorlati problémái. Bot. Közlem. 1998 (in press).
- Manninger, M. (szerk.) 1997. A 16 x 16 km-es erdővédelmi hálózat... ERTI jelentés.
- Simon, T. 1992. A magyarországi edényes flóra határozója. Tankönyvkiadó.
- Soó, R. 1937. A Nyírség erdői és erdőtípusai. Erd. Kis. 39. 337–380.
- Soó, R. 1943. A nyírségi erdők a növényközvetkezetek rendszerében. Acta Geobot. Hung. V. 315–351.

ÁLLOMÁNYALKOTÓ FAFAJOK NEMESÍTÉSÉNEK EREDMÉNYEI, AKTUÁLIS TEENDŐK

GERGÁ CZ JÓZSEF

ÖSSZEFOGLALÓ

Az őshonos fafajok faállományai teljesítőképességének fokozását a genetikailag nagyobb értékű szaporítóanyagtól várjuk. Ezt a célt szolgálják a magtermelő állományok és magtermesztő ültetvények. Az utóbbi időben előtérbe került a legszebb populációkat magában foglaló magtermelő állományok génmegőrző jelentősége. A gyorsan növekvő fafajok nemesítése terén jelentős eredmények tekinthető a 37 államilag minősített fajta és a 20 fajtajelölt. A kialakított bázisgyűjteményekkel a nemesítő kutatók megalapozták a további választékbővítés lehetőségét.

KULCSSZAVAK: génmegőrzés, fajtaelőállítás, fajtafenntartás, javított szaporítóanyag, törzsfa

ABSTRACT

Increasing of productivity of forest stands consisting of indigenous tree species is to be expected by using generally improved propagation material. This target can be realized by establishing seed-production stands and seed-orchards. Nowadays the gene-conservation role of seed-production stands with the best quality populations has come to the front. In the field of the fast-growing tree species breeding activities 37 state approved cultivars and 20 cultivar-candidate have been considered as a result of great importance. By setting up base-collections the scientists have established the possibilities to enlarge the cultivars' sortiment.

KEYWORDS: gene-conservation, improved propagation material sources, cultivars improvement and reservation, superior trees

Az erdészeti nemesítés szerte a világon viszonylag új technikai eszköz az erdészek kezében. A múlt században indított származásvizsgálatok ébresztették rá az erdészeket a nemesített magforrások értékére, az erdei fák genetikai tökéletesítésének lehetőségére. Alkalmos a fatermés fokozására, a minőség javítására, az erdő állóképességének növelésére, a genetikai sokféleség fenntartására, a technológiai fejlesztés elősegítésére. A fanemesítésre fontos szerep vár mind a természetes, mind az ültetvényes erdőgazdálkodás terén.

Most az Európai Unióhoz való csatlakozásunk küszöbén eddigi munkánk értékelése, a további teendőink meghatározása során célszerű figyelembe venni az Unió erdészeti stratégiájára vonatkozó elképzeléseket, illetve határozatokat (David E. Thomas, 1997).

Az Európai Parlament 1997. január 30-i ülésén elfogadott előterjesztés szerint „Az EU erdészeti stratégiájában az erdők gazdasági hasznosításának elsőbbséget kell biztosítani, amely követelményt az egyéb célú erdőkben az ott folytatandó gazdálkodással egybehangolva kell megvalósítani.” Előre látható a faanyagmérleg világszintű deficitje, tehát az elegendő faanyag-forrás megteremtését és ennek racionális használatát a legfontosabb kérdések közé sorolja. A cselekvési programban a tartamos erdőgazdálkodás keretében fontos szerepet tulajdonítanak a biológiai változatosság (biodiverzitás) megőrzésének, valamint az erdő állapot feljavításának. Az erdő értékének növelése tekintetében ösztönözni javasolják a nemesített genetikai alapanyag alkalmazását. Fentiekből kitűnik, hogy erdészeti nemesítésre szükség volt, van és lesz, lényeges iránymódosításra sincs szükség.

Előljáróban tekintsük át az eddigi előrehaladást hazai viszonylatban.

A hazai erdészeti nemesítés történetében az első kimagasló eredményt az erdőállományok feljavítását szolgáló magtermelő állományok (javított szaporítóanyag-források) kijelölése jelentette, amely munkában kutatók, oktatók és gyakorlati szakemberek egyaránt kivették a részüket (1. táblázat).

A következő nagy eredmény az erdészeti fajták megjelenése. A közel negyven évre visszatekintő nemesítő munka eredményeként ma a következő fajták, illetve fajtajelöltek állnak a termesztők rendelkezésére (2. táblázat).

A harmadik nagy eredmény a gazdag nemesítői gyűjtemények és kísérleti hálózat létrehozása, amely genetikai bázisra alapozva a pillanatnyi, illetve adott időszak kívánalmainak megfelelően folytatható a további nemesítő munka (Gergác, 1993). Jelenleg az ERTI Nemesítési Osztály nyilvántartásában 343 aktualizált rendszeresen értékelt kísérleti terület van 1200 ha területtel, nem számítva a félüzemi és üzemi kísérleteket, felhagyott termesztési kísérleteket, valamint géngyűjteményeket.

Eredményeink tehát nemzetközi összehasonlításban is figyelemre méltóak, összhangban vannak az Európai Unió erdészeti stratégiájának elvárásaival, tennivaló azonban még bőven akad.

Jelenleg az időszerű feladatok két fontos munkaterülete az őshonos fajok nemesítése, genetikai diverzitásának megőrzése, szaporítóanyag-forrásuk javítása és a gyorsan növvő (ültetvénytípusú természetű) fajok nemesítése, új fajták előállításának, termesztési igényeik meghatározása (Gergác, 1994).

Fafajonként, ill. fafajcsoportonként a következő fontosabb feladatok várnak megoldásra:

Őshonos fajok

Ide tartozó fontosabb fajok a tölgyek (*Q. robur*, *Q. petraea*, *Q. pubescens*, *Q. cerris*), bükk, magas kőris, fehér és fekete nyár, madárcseresnye.

Valamennyi itt felsorolt faj esetében a nemesítési program a következő fontosabb munkafázisokra különíthető:

- Génmegőrzés
Őshonos populációk kijelölése lehetőség szerint megtermelő állományokhoz, ill. génrezervátumokhoz kapcsolódva, a populációk nyilvántartásba vétele, jellemzése kijelölt fák minősítésével (15–30 egyed), genetikai struktúráltság vizsgálata a megőrzés módozatainak eldöntése ('*ex situ*', '*in situ*').
- Törzsfajelölés
A nemesítési szempontoknak megfelelő mennyiségi és minőségi faprodukciót biztosító egyedek kijelölése.
- Javított szaporítóanyag-források (magtermesztő ültetvények, plantázsok) létrehozása természetesi körzetenként 90–100 törzsfá 25–30 egyedével.
- Magtermelő állományok, törzsfák genetikai vizsgálata származás ill. utódvizsgálattal.
- Származási körzetek elkülönítése, szerepének tisztázása.

A bükk kivételével valamennyi őshonos faj vonatkozásában előrehaladásról lehet beszámolni.

Ezelőtt tíz évvel Lad-Gyöngyöspusztán megkezdődött a **tölgy** magtermelő állományok származásvizsgálata hazai és külföldi származásokkal. Jelenleg 50 hazai magtermelő állomány vizsgálata van folyamatban és a makkterméstől függően a munka tovább folytatódik. Kutatók és gyakorlati szakemberek közös munkájának eredménye a sellyei- és acsádi kocsányos tölgy, a szigetvári- és vasvári kocsánytalan tölgy plantázs.

Madárcseresznyéből Bajtiban magonplantázs létesült 26 törzsfá utódnemzedékből. A többi fajból is rendelkezünk magtermesztő ültetvény létesítésére, állományjavításra alkalmas törzsfákkal. Ezt a munkát tervezzük tovább folytatni valamennyi őshonos fajok esetében az alapok erősítésével.

Gyorsan növő fajok

Az ide tartozó fajok: az erdeifenyő, feketefenyő, lucfenyő, vörösfenyő, egzóta fenyők, akác, nyár és fűz.

A nemesítő munka során a fontosabb munkafázisok:

- ❖ fenotípus alapján történő szelekció;
- ❖ generatív úton szaporítható fajoknál a magtermesztési érték vizsgálata;
- ❖ ellenőrzött keresztezések, utódvizsgálat, származásvizsgálat;
- ❖ klón-, fajtakiválasztó-, félüzemi és üzemi kísérletek;
- ❖ génmegőrzés;
- ❖ fajtafenntartás.

1. táblázat Fontosabb állományalkotó fajok magtermelő állományai

Faj	Magtermelő állomány	
	db	ter/ha
Kocsányos tölgy	143 (10 ősh.)	1660
Kocsánytalan tölgy	55 (31 ősh.)	560
Csertölgy	18	240
Vörös tölgy	11	37
Bükk	60 (60 ősh.)	912
Magas köris	15 (3 ősh.)	64
Erdeifenyő	8	105
Feketeenyő	16	116
Vörösfenyő	5	52
Lucfenyő	6	40
Akác	43	359
Fekete dió	16	72
Ezüst hárs	6	37
Mézgás éger	10	23

2. táblázat Erdészeti növényfajták és fajtajelöltek

Faj	Államilag minősített	db	Fajtajelölt	db
Nemesnyár	'Robusta', 'Marilandica', 'Sudár', 'S 611-C', 'I-214', 'Favorit', 'Agathe-F', 'I-154', 'Pannonia', 'Blanc du Poitou', 'BL', 'I-273', 'I-45/51', 'Villafranca', 'Triplo', 'Kopecky', 'Parvifol', 'Koltay'	18	'H-328', 'Adonis', 'Unal', 'Meggylevelű', 'S 298-8', 'Raspalje', 'Kornik 21', 'Beaupré', 'Luisa Avanso'	9
Fűz	'Bédai egyenes', 'Pörbölyi', 'Csertai', 'I-1/59', 'I-4/59', 'Veliki Bajar'	6	'SI-2/61', 'Sárvár-1'	2
Akác	'Rózsaszín AC', 'Appalachia', 'Nyírségi', 'Zalai', 'Jászkiséri', 'Kiskunsági', 'Üllői'	7	'Váti', 'Kiscsalai'	2
Erdeifenyő	'Cikota-1', 'Cikota-2'	2	'Alföld', 'Pomói', 'Kínai', 'Ásotthalom'	4
Feketeenyő	'Kál'	1	'Albertirsa'	1
Lucfenyő	'Nyírjes'	1		
Vörösfenyő	'Dunántúl-1'	1	'Sopron 1', 'Köszeg'	2
Turkesztáni szil	'Pusztá'	1		

Az **erdeifenyő** vonatkozásában már eddig is szép eredmények születtek (2 fajta, 4 fajtajelölt). A jövőben az egyedszelekció mellett nagyobb hangsúlyt kell helyezni a származásvizsgálatokra. Így juthatunk a törzsmínőség javítására, betegség-ellenállóság (*Lophodermium*, *Melampsora*, *Fomes*) fokozására alkalmas genotípusokhoz. Jelenleg folyamatban van a 'Pomói' fajtajelölt fajtává minősítése. További előrelépést jelenthet a meglehetősen nagyszámú (47) kísérlet rendszeres adatfelvétele és értékelése.

A **feketefenyőnél** kívánatos lenne a táji természet számára alkalmas szárazságtűrő klónokból álló magtermesztő ültetvény létrehozása. Ehhez hasznos tapasztalatok gyűjthetők a Kisnyomói klóngyűjteményben és meglévő származási kísérletekben.

A **lucfenyő** nemesítése hosszú távú nemesítési stratégia alapján történt (*Ujváriné Jármay É., 1982., 1988*). Az elsősorban szelekción alapuló stratégia ma már nem időszerű. A jövőben nagyobb hangsúlyt kell helyezni magtermelő állományok révén a genetikai sokféleség fenntartására. Ehhez nemzetközi összehasonlításban is kitűnő állományokkal, populációkkal rendelkezünk. Felbecsülhetetlen értéket jelent a jövőre nézve az 1100 származásból álló JUFRO származási kísérlet. A kísérlet fenntartása, kezelése, rendszeres adatfelvétele kiemelt feladat, melyet a JUFRO Génmegőrzési Munkacsoportja különleges fontosságú gényűjteménynek nyilvánított.

A **vörösfenyő** nemesítése terén aktuális teendő *Tuskó László* gazdag hagyatékának fenntartása, értékelése. Jelenleg folyamatban van a fajtagyűjtemények fenntartása, kezelése, a származási kísérletek, utóvizsgálatok számbavétele 17 kísérleti objektumban. Megtörtént a Dunántúl-1 plantázs felújítása.

A rendelkezésre álló termőhelyi potenciál maximális kihasználása érdekében nem mondhatunk le az **egzóta fenyők** honosításáról sem. Az egzóta fenyőktől fatermes tekintetében nagyobb haszon várható mint az erdeifenyő fajon belüli változataitól (*Gergác, 1998*). Ez vonatkozik a duglaszra, simafenyőre és cédrusra egyaránt.

Az egzóta fenyők magasabb genetikai értékű szaporítóanyag-forrásainak létrehozásakor a korábban létesített kísérleti telepítésekre származási kísérletekre támaszkodhatunk. **Cédrusból** a törzsfajelöléseket és a magtermesztő-ültetvény létesítésével kapcsolatos előkészületeket megkezdtük. Ezt a munkát a jövőben kívánatos lenne a simafenyőre is kiterjeszteni. A **duglasz** esetében magonc plantázs, ill. magtermelő állomány létesítése, kijelölése látszik célszerűbbnek, körülményes vegetatív szaporíthatósága miatt.

Az **akácnál** továbbra is az egyedszelekcióra kell helyezni a fő hangsúlyt, akár klónkiválasztás (vegetatív fajta), akár magtermesztő ültetvény (generatív fajta) létesítésére szolgáljon is. Fel kell újítani a többklónú vegetatív fajták ('Nyírségi': 6 klón, 'Kiskunsági': 2 klón, 'Üllői': 3 klón, 'Zalai': 9 klón, 'Rózsaszahin AC': 6 klón) kiinduló szaporítóanyagát szolgáltató törzsuültetvényeket. Indokolt a klónok számának csökkentése a kedvezőtlen fenotípusok elhagyásával. A vegetatív fajták közül három ('Pénzesdombi', 'Császártöltési', 'Szajki') a közelmúltban visszavonásra került. A jövőben nagyobb hangsúlyt kell helyezni az olcsóbb generatív szaporítóanyag előállítására. Ehhez a legszebb hazai állományokban törzsfákat kell szelektálni és lehetőség szerint a fontosabb akác termőterületeken magtermesztő ültetvényeket létesíteni generatív fajták létrehozása céljából.

Termesztett fafajaink közül nemesítés tekintetében a legelőrehaladottabb stádiumban a *nemesnyárok* vannak. Jelenleg 18 államilag elismert és 9 fajtajelöllettel rendelkezünk. Elértük tehát azt a 25 klónos szintet, melyet 12 évvel ezelőtt kívánatosnak tartottunk (Gergác, Simon, Tóth, 1986), amit a hazai termőhelyi lehetőségeink gazdaságosabb kihasználása, növedékfokozás, minőségjavítás, betegség-ellenállóság, többoldalú hasznosíthatóság, természetstechnológiai igények indokoltak. A mára kialakított fajtaválaszték lehetővé teszi, hogy körültekintőbb munkával nyugodtan felkészüljünk a kétezredik év utáni időszakra. Az eddig kísérletbe vont nyárklónok száma nem haladja meg a 400-at. Ma ennek kb. háromszorosával rendelkezünk. Az új – Kopecky utáni időszakban előállított – sárvári nemesítésű klónok még nem kerültek be a kísérleti hálózatba (Gergác, 1990). Ezek közt található szép számmal a származási kísérletek hasznosítása révén előállított *P. trichocarpa* x *P. deltoides* és reciprok hibridek, melyektől az ‘Unal’ klónokhoz hasonló teljesítményt, de nagyobb betegség-ellenállóságot várunk. Nemzetközi kapcsolataink révén természetesen számos új ígéretes klónnal is rendelkezünk. A legutóbbi adatfelvételek azt mutatják, hogy jelenlegi kísérleti rendszerünkben már kevés olyan klón található, amely valamilyen tulajdonság tekintetében felülmúlná a szaporításra engedélyezettakat, ezért mihamarább új kísérleti hálózat létesítését célszerű megkezdeni a fontosabb nyár termőhelyeken, a korábbiaknál jóval szerényebb számban. A meglévő kísérleteket sem szabad félredobni, ezek kiválóan hasznosíthatók termőhely igény meghatározásánál, fatérfigatáblák és természetstechnológiai modellek kidolgozásánál.

A modellábrát természetesen fajtacsoportonként célszerű elkészíteni az alábbi javaslatnak megfelelően:

1. fajtacsoport: hosszú termesztési ciklusú, terebélyes koronájú fajták
(‘Blanc du Poitou’, ‘Korai’ nyár)
2. fajtacsoport: keskeny koronájú fajták
(‘Óriásnyár’, ‘Agathe F.’, ‘I-45/51’, ‘Kopecky’)
3. fajtacsoport: széles koronájú, erőteljes kezdeti növekedésű fajták
(‘I-214’, ‘BL’, ‘I-154’, ‘I-273’, ‘Triplo’)

Az új fajtákat a későbbiek során be lehetne sorolni a fenti fajtacsoportokba.

Továbbra is tevékenyen részt kívánunk venni a nemesnyár fajtafenntartó munkában, kiinduló szaporítóanyag biztosításában és a tulajdoni változásokkal összefüggő nyártelepítések iránti érdeklődés kielégítésében (szaporítóanyag és szaktanácsadás).

A *fűzekből* területarányuknak megfelelő fajtakínálattal rendelkezünk (6+2). Hazai fűzfajtáink kizárólag a Duna menti szelekcióból származnak, ezért törekedni kellene a jövőben egyéb folyók, főként a Tisza árteréből származók kiválasztására.

Az erdei fák hosszú élettartama miatt fentiekben vázolt nemesítési munkát tovább kell folytatni. Ezt nagymértékben megkönnyítik a kutatók által létrehozott gazdag genetikai bázisgyűjtemények, hosszúlejárátú nemesítési kísérletek és kidolgozott nemesítési módszerek. A jövőben nem szabad visszariadnunk az új biotechnológiai eljárások, molekuláris genetikai módszerek alkalmazásától sem, melyek lehetőséget kínálnak a nemesítési folyamat jelentős felgyorsításához.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatások egy részét az OTKA (témaszám: T 022877) anyagi támogatásával végeztük.

IRODALOM

- Ujvári, F.-né. 1982. A lucfenyő nemesítése. Kandidátusi értekezés tézisei.
- Ujváriné Jármay, É. 1988. A nemesítési kutatásokról. *Az Erdő*. 37.10: 436–440.
- David E., Thomas (1997.): Az Európai UNIÓ Erdészeti stratégiája. FAGOSZ kiadvány.
- Gergác, J. 1993. Az erdészeti termelés biológiai alapjai. In: Magyar Növénynevelés, 161–169. MNE kiadvány.
- Gergác, J. 1994. Az erdészeti nemesítés során lévő feladatai. In: Biológiai alapok a kertészetben és erdészetben. Országos Konferencia előadásai. MMI kiadvány.
- Gergác, J., Simon, M., Tóth, B. 1986. A rezisztencia a használati érték növelésére, a hazai termőhelyi lehetőség gazdaságosabb kihasználására alkalmas új nemesnyár fajtajelöltek, javaslat a fajtasortiment bővítésére. *Erdészeti Kutatások*, Vol. 78:35–48.
- Gergác J. 1990. A nyárok keresztezéses nemesítése terén elért eddigi eredmények. *Erdészeti Kutatások*, Vol. 80–81:19–28.

A TÖLGYEK HIBRIDIZÁCIÓJA, MORFOLÓGIAI ÉS GENETIKAI VÁLTOZATOSSÁGA

BOROVICS ATTILA

ÖSSZEFOGLALÓ

Ezen áttekintő tanulmány a *Q. robur*, *Q. petraea* és *Q. pubescens* hibridizációjával, morfológiai és genetikai változatosságával kapcsolatos legújabb ismereteket foglalja össze. Annak ellenére ugyanis, hogy Magyarország erdeiben a legjelentősebb szerepet a tölgyfélék játsszák, rendszertani alapkérdések és genetikai alapismeretek terén kevés tudással rendelkezünk. A tölgyfajok közötti hibridizációval/introgresszióval foglalkozó tanulmányok többsége a morfológiai variáció statisztikai elemzésén alapulnak. A *Q. robur*–*Q. petraea*–*Q. pubescens* képezte komplex morfológiai elemzése szerint mindhárom faj változatossága olyan nagy, hogy nincs egyetlen olyan tulajdonság sem, amely önmagában alkalmas lenne azok problémamentes azonosítására. Sokváltozós statisztikai módszerek alkalmazásával lehetséges a 3 csoport lehatárolása, következésképp mód van a köztes morfológiájú egyedek azonosítására is. Bár az ilyen példányok hibridként történő identifikációja továbbra is kérdéses marad, mivel a fajok határainak megadása ezen módszerrel sem mentes a szubjektumtól. A tölgyek esetében azon történeti tényezők, mint amilyen például a jégkorszaki menedékhelyek és visszatelepülési útvonalak elhelyezkedése, a kloroplasztisz-DNS földrajzi mintázatának elemzésével jól nyomon követhetők. A fajspecifikus génmarkerek teljes hiányát a rekolonizáció során lejátszódó intenzív fajhibridizáció eredményezte, ennél fogva a tölgyfajokat nem lehet egymástól elkülönítetten tanulmányozni és kezelni.

KULCSSZAVAK: *Q. robur*, *Q. petraea*, *Q. pubescens*, hibridizáció, introgresszió, taxonomia, genetika, posztglaciális rekolonizáció

ABSTRACT

This is a review study of hybridization, morphological and genetical variation in *Q. robur*, *Q. petraea* and *Q. pubescens*. In spite of the fact that oaks are still the most common species in Hungary, their taxonomy and genetics have not enough studied yet. The most reports related to hybrids between *Quercus* are based on an analysis of morphological data using statistics. Morphological analysis of the complex *Q. robur*–*Q. petraea*–*Q. pubescens* show that variability within each of the three species is so wide that none of the traits are considered to be suitable for clear distinction. By using multivariate statistical analysis, it is possible to differentiate 3 distinct groups and thus to identify intermediate individuals. However, designation such morphological intermediate individuals as hybrids remain questionable because it is not possible to find

the exact limits of each group. The historical data, such as the location of the refugia or the migration route followed by them can still be identified by studying the geographic variation of chloroplast DNA. Specific gene markers are completely absent between three oak species indicating that hybridization must be considered as systematic processes occurring during recolonization. Hence, these oak species should not be studied or managed independently.

KEYWORDS: *Q. robur*, *Q. petraea*, *Q. pubescens*, hybridization, introgression, taxonomy, genetics, postglacial recolonization

BEVEZETÉS

Az állományalkotó fajokon belül a *Quercus* szélesesen elterjedt, nagy formagazdagságú és ökológiailag jelentős nemzetség. Ezért szolgálhat modellként az erdei fák sokféleségének tanulmányozása során. A következőkben bemutatjuk a hazai tölgyek közül a *Q. robur*, *Q. petraea* és a *Q. pubescens* morfológiai és genetikai változatosságának legfontosabb aspektusait és ezzel kapcsolatban különösen a következő kérdések megválaszolását tűztük ki célul:

- i. Milyen mértékben képez a *Q. robur*, *Q. petraea* és *Q. pubescens* disztinkt egységeket?
- ii. Milyen jelentősége van az interspecifikus génáramlásnak ezen formakör evolúciójának folyamatában és diverzitásának kialakulásában?

Annak ellenére, hogy Magyarország erdeiben a legjelentősebb szerepet a tölgyfélék játsszák, nemesítési alapkérdések, élettani és fejlődéstani alapismeretek terén kevés tudással rendelkezünk. Gyakorlati szinten az erdészet négy tölgyfajt különböztet meg: kocsányos tölgy, kocsánytalan tölgy, molyhos tölgy és a cser. A kocsánytalan tölgy alakkörének megítélése ellentmondásos, annak ellenére, hogy erdőterületünk jelentős részét képviseli. Bár az újabb botanikai és erdészeti dendrológiai irodalom elfogadja a kocsánytalan tölgy három különálló fajra történő szétválasztását, úgymint *Quercus petraea* (szűkebben értelmezve), *Quercus dalechampii* (dárdáskarjú kocsánytalan tölgy) és *Quercus polycarpa* (erdélyi kocsánytalan tölgy), de sem az erdészeti gyakorlat, sem a kutatás nem vette át ezt a felosztást. Hasonló mondható el a molyhos tölgy komplexről is, azzal a kiegészítéssel, hogy az erdészeti szaporítóanyagokról szóló 91/1997 (XI. 28.) FM rendelet erdészeti növények jegyzékében a *Q. pubescens* mellett már a *Q. virgiliana*, az olasz molyhos tölgy is szerepel.

Feltehető a kérdés: mi szükség van arra, hogy az egyszerű és világos fajmeghatározást komplikáljuk? Amennyiben az egyes taxonok ökológiai igényei (ezáltal erdőgazdasági tulajdonságai) jelentősen eltérőek, mint ahogy az a kocsánytalan és molyhos tölgy komplexek „kisfajai” esetében feltételezett (Csapody és tsai, 1968; Borhidi, 1969; Mátyás, 1971, 1973, 1975, 1986; Majer, 1987, 1989; Gencsi és Vancsura, 1992; Kézdy és Bordács, 1998), akkor igen jelentős gazdasági érdek fűződik azok elkülönítéséhez és ebben az esetben indifferens, hogy milyen rangú (faji, alfaji) elkülönülést tulajdonítunk ezen egységeknek. Ezt Mátyás Vilmos több évtizedes kutatómunkával

igyekezett bizonyítani és ennek mind tudományos, mind gyakorlati elismerése az erdőgazdálkodás szempontjából nem lehet közömbös.

A cser a többi, ún. nemes tölgyünktől genetikailag elkülönül, velük nem hibridizálódik, ebből következően jelen tanulmányban nem kívánunk vele foglalkozni. Ugyanakkor a kocsánytalan és molyhos tölgy komplexek kislejének kérdéséről, a téma rendkívüli sokrétűsége miatt, nem tudjuk tárgyalni, hiszen a három, gyakorlat által elkülönített faj kapcsolatának elemzése önmagában is igen összetett megközelítést kíván.

INTERFERTILITÁS

Q. robur és *Q. pubescens* közötti keresztezhetőség

A fenti kombinációban eddig csupán két kísérletsorozatról tudunk. *Jovanović és tsai (1973)* által végzett keresztezések során a kocsányos és molyhos tölgy egymással keresztezhető volt, de csak igen korlátozott mértékben (1,6 %). Ezzel szemben *Borovics (in prep)* az őshonos tölgyfajaink közötti keresztezési kísérletek során arról számolt be, hogy a *Q. robur* × *Q. pubescens* kombináció produkálta a legnagyobb fajok közötti termékenyülési arányt. Nem kell tehát csodálkoznunk a *Q. pubescens* extrém nagy morfológiai variabilitásán, hiszen az introgressziós folyamatokban feltételezhetően nagy valószínűséggel vehetnek részt (*Otto Schwarz (1936–37)* szerint az egyik "legproblematikusabb" tölgykomplex).

Jelenleg a *Q. pubescens* más kombinációjú ellenőrzött keresztezéséről a szerzőnek nincs tudomása, de feltételezhető, hogy a *Q. petraea* fajcsoport tagjaival, gyakori elegyedésükből következően, kiterjedt hibridrajokat képez.

Q. robur és *Q. petraea* keresztezhetősége

A *Q. robur* és a *Q. petraea* interfertilitását számos szerző kísérletekkel bizonyította (*Dengler, 1941; Rushton, 1977; Aas, 1991; Steinhoff, 1993; Schüte, 1995; Borovics, in prep*). Ezek a kísérletek egybehangzóan rámutattak, hogy a két taxon egymással kölcsönösen keresztezhető. Világosan kimutatható volt, hogy az interspecifikus keresztezések alacsonyabb megtermékenyülést eredményeztek, mint az intraspecifikus kombinációk. Ugyanakkor a szerzők többsége azt is megállapította, hogy a megtermékenyülési ráta jelentősen függ attól, hogy mely faj a nőivarú keresztezési partner ill. pollenadó. Amennyiben ugyanis a *Q. robur* nőivarú keresztezési partnereket a *Q. petraea* pollenjével porozták be, lényegesen nagyobb számú hibrid makkot nyertek, mint a reciprok irányú keresztezésekkor. Ezen részleges reciprok inkompatibilitást populációgenetikai vizsgálatokkal is ki tudta mutatni *Bacilieri és tsai (1995, 1996a, 1996b)*. Ezzel szemben *Borovics (in prep)* üvegházi körülmények között végzett keresztezéseikor nem tapasztalt ilyen erős függést a kombináció irányától.

A *Q. robur* (anya) × *Q. petraea* (apa) keresztezési kísérletek nagyon különböző eredményeket szolgáltattak kísérletenként. Így *Rushton (1977)* az interspecifikus keresztezhetőségre csupán 1 %-ot, míg az intraspecifikus (*Q. robur* × *Q. robur*) esetben 53 %-ot kapott. *Schüte (1995)* ezzel szemben 16 %-ot és 23 %-ot ért el. Az inter- és intraspecifikus keresztezési eredmények erősen függtek a partnerek egyedi kombiná-

cióitól, az évjáratoktól (Aas, 1991; Steinhoff, 1993) és attól is, hogy szabadföldön (plantázásban), vagy üvegházban végezték a keresztezéseket (Borovics, *in prep*). A hibridmakkok csíráképesek és az eddigi vizsgálatok alapján normális magoncokat eredményeztek (Steinhoff, 1993; Schüte, 1995).

Következtetések a természetben végbemenő hibridizációs folyamatokra

A keresztezési kísérletekből egyértelműen kimutatható, hogy a kocsányos és a kocsánytalan tölgy egymással keresztezhető. A hibridizálódás mértékére visszakövetkeztetni *in situ*, ill. a két taxon közötti reprodukív izoláció erősségére, a keresztezési kísérletek eredményeinek felhasználásával mégsem lehet. Ennek legfőbb oka, hogy a kereszteződési gátak hatásmechanizmusai, amelyek legalább részben fellépnek a két faj között (és a feltételezések szerint különösen akkor, ha a *Q. petraea* a nőivarú keresztezési partner), nem kellőképpen ismertek. A részleges inkompatibilitás valószínűleg a különböző kereszteződési és megtermékenyítési gátak következménye. Ezek egy része kiküszöbölhető a kísérleti körülmények helyes megválasztásával. Ezekből következően a keresztezési kísérletek magasabb megtermékenyülést eredményeznek, mint az a természetben várható és ez annál inkább így van, minél több, a kereszteződést lehetetlenné tevő ill. hátráltató hatást kapcsolunk ki a kísérleti körülmények optimalizálásával.

Ilyen jellegű kereszteződési gát lehet a *Q. robur* és a *Q. petraea* ökológiai izolációja (Krahl-Urban, 1959; Babos, 1967; Grandjean és Sigaud, 1987; Szappanos, 1989), azaz a két rokon faj legalább részleges térbeli elkülönülése. Az, hogy ennek milyen erős a keresztezést gátló hatása, nyitott kérdés marad, mivel a pollenmigrációra vonatkozó ismereteink meglehetősen hiányosak. További gátat jelenthetnek a fenológiai különbségek. A témát részletesen tanulmányozta Mátyás (1967), aki nem csupán a virágzási időt, hanem a lombfakadás és a pollenszórás kapcsolatát is elemezve, jellegzetes összefüggéseket talált. Így a *Q. petraea* általában már fejlett lombosított koronában virágzik, ami egyrészt védelmet nyújthat a hűvös, csapadékos hegyvidéken, viszont a pollenszórás és fogadás hatékonyságát csökkenti. A *Q. robur* esetében éppen fordított jelenség tapasztalható. Különböző megfigyelések szerint a *Q. robur* néhány nappal korábban virágzik mint a *Q. petraea* (Aas, 1991). Más adatok alapján viszont azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a két taxon virágzási idejében átfedésszerű időszakok vannak (Bacilieri és Tsai, 1995). Tény, hogy 3–5 hetes eltérések tapasztalhatók a *Q. robur* különböző virágzási idejű változatai (var. *preacox* és var. *tardiflora*) között (Mátyás, 1962), így valószínűsíthető lehet az együttvirágzási fázisokat a *Q. petraea*-val.

A keresztezési kísérletek eredményeinek értelmezésekor figyelembe kell vennünk, továbbá, hogy az eddigi kísérletek a hibridek létrehozásának lehetőségét bizonyították és nem a génáramlás folyamatát. Ehhez elengedhetetlen feltételként a primer hibridek előállításán túl, azok szaporodóképességének bizonyítása is szükséges volna, ugyanis az F₁-es hibridek fertilitása adhatja meg az esélyt arra, hogy az egyik vagy mindkét szülőfajjal visszakeresztződve, introgressziós, vagy tágabban megfogalmazva evolúciós folyamatokban vegyenek részt. A *Q. robur* és *Q. petraea* közötti hibridek az első élet éveikben életképesek (Steinhoff, 1993; Schüte, 1995) és ennél jelenleg nem mondhatunk többet. Figyelemre méltó azonban, hogy az ellenőrzött körülmé-

nyek között előállított *Q. robur* × *Q. petraea* hibridek növekedése elmarad a „tiszta fajú” egyedekétől (Schüte, 1995), ami a természetben jelentős evolúciós hátrányokkal járhat. Ez a hibridek ellen érvényesülő szelekciós hatás korlátozhatja az interspecifikus génáramlást. A *Q. robur* és a *Q. petraea* közötti hibridek szaporodóképességének bizonyítékai, mint amilyeneket Cottam és tsai (1982) az észak-amerikai tölgyfajokra szolgáltatottak, ezideig még hiányoznak. Az eddig elmondottakból következik, hogy a *Q. robur* és a *Q. petraea* közötti géncserére vonatkozó ismereteink elsősorban morfológiai és molekuláris genetikai tulajdonságaik elemzésén alapulnak. A következő két fejezetben azt vizsgáljuk meg, hogy az interspecifikus génáramlásra vonatkozóan ezen tulajdonságok milyen ismereteket szolgáltatnak.

MORFOLÓGIAI ELKÜLÖNÜLÉS

A Q. pubescens és a Q. robur ill. Q. petraea elkülönülése

A *Q. pubescens* morfológiai változatossága, összehasonlítva a *Q. robur*-ral és a *Q. petraea*-val, kevésbé feltárt terület. Grandjean és Sigaud (1987) francia kutatók vizsgálataik során azt találták, hogy a *Q. pubescens* mind a *Q. robur*-tól, mind a *Q. petraea*-tól, kevés számú intermedier formától eltekintve, jól elkülöníthető. Dupouey és Badeau (1993) szerzőpáros viszont azt állapította meg, szintén franciaországi populációk tanulmányozásával, hogy a *Q. pubescens* és a *Q. robur* ugyan problémamentesen elkülöníthető, ezzel szemben a *Q. pubescens* és a *Q. petraea* között többé-kevésbé folyamatos átmenet tapasztalható. Kissling (1980, 1983) és Gianoni (1987) svájci kutatók szerint a három taxon csak részlegesen különíthető el egymástól.

A Q. robur és a Q. petraea elkülönítése

A *Q. robur* és a *Q. petraea* morfológiai elkülönítésének problémája és az ezzel összefüggésben jelentkező, hibridek gyakoriságára vonatkozó kérdések, már évtizedek óta a viták kereszttüzében állnak (lásd. Gardiner, 1970 és Aas, 1993 irodalmi áttekintését). Az utóbbi években mindkét taxon morfológiai változatosságát behatóan tanulmányozták sokváltozós statisztikai eljárások segítségével (Wingston, 1975; Rushton, 1978, 1983; Grandjean és Sigaud, 1987; Ietswaart és Feij, 1989; Aas, 1990; Dupouey és Badeau, 1993; Elsner, 1993; Bacilieri és tsai, 1995). Ezen módszerekkel a két taxont lényegesen jobban el lehet különíteni, mint egy-egy tulajdonság vizsgálatával, ezért eszközül szolgálhat az intermedier morfológiájú, feltehetően hibrid eredetű alakok azonosításában. Az eddigi vizsgálatok egybehangzóan megállapították, hogy bár a *Q. robur* és *Q. petraea* morfológiailag meglehetősen jól elkülöníthető egymástól, mégsem képeznek teljesen elváló egységeket. Minden megfigyelt tulajdonság esetében többé-kevésbé átfedő morfológiai variációt írtak le a szerzők, azaz nincsen fajspecifikus határozóbélyeg. Sokváltozós statisztikai eljárások segítségével (pl. főkomponens-elemzés, diszkriminancia-elemzés stb.) a két taxon elkülönítésén javítani lehet, azaz az átmeneti, átfedéses terület csökkenthető, viszont ezen szofisztikált eljárásokkal sem lehet elérni az elváló (*diszkontinuous*) variációt, mivel sok bélyeg együttes figyelembevételével is kapunk átmeneti jellegeket mutató egyedeket. Ez azt jelenti,

hogy önmagában a sok változó együttes figyelembevételével sem lehet a *Q. robur* és a *Q. petraea* morfológiai variációjának határait („fajhatárait”) egyértelműen definiálni.

Az intermedier formák -és csak ezek- hibridek?

Az intermedier egyedek léte kétségtelen tény. Az ilyen formák viszonylag alacsonyabb részarányáról tudósított például *Grandjean és Sigaud (1987)*, *Ietswaart és Feij (1989)*, *Acas (1990)*, *Dupouey és Badeau (1993)* és *Bacilieri és tsai (1995)*, ellentétben mások, mint *Cousens (1965)*, *Rushton (1983)*, *Elsner (1993)* és *Rommel és tsai (1995)* véleményével. Ezen különbségeket lehet azzal magyarázni, hogy a hibridizálódás lokális léptékben változó intenzitású, amelyre számos tanulmány is utal (*Krahl-Urban, 1959*; *Cousens, 1963, 1965*; *Olsson, 1975*; *Wingston, 1975*; *Rushton, 1978, 1983*; *Kissling, 1983*; *Gianoni, 1987*; *Elsner, 1993*; *Borovics, 1997*). Az eltérések jelentős része adódhatott azonban a metodikai különbségekből is. A fajspecifikus bélyegek hiánya ugyanis a hibridek identifikációját rendkívül bizonytalanná teszi. A *Q. robur* és a *Q. petraea* populációiban a hibridizálódás és az introgresszió mértékének elemzése miatt túlnyomóan az intermedier morfológiájú egyedek részarányának meghatározására alapultak, amely során azzal a hipotézissel kellett élni, hogy ezek az egyedek – egy pontosan nem meghatározható valószínűséggel – hibridek. A hibridizáció gyakoriságára vonatkozó kijelentések ezek szerint két feltételtől függenek, amelyeknek érvényességét további vizsgálat tárgyává kell tennünk:

- i) *A morfológiai variáció mely része tekinthető intermediernek?*
- ii) *Az intermedier morfológiájú egyedek – és csak ezek – hibridek?*

A két legnagyobb tölgyhibridek előállítását célzó keresztezési program során *Pjatnyickij (1954)* és *Cottam és tsai (1982)* számos fajkombinációjú keresztezésből származó F₁-es hibridet vizsgálva, a hibrideket ténylegesen a két szülőfaj közötti morfológiájúaknak találták. Indirekt módon ezt számos, elsősorban észak-amerikai vizsgálat erősítette meg, amelyek azt mutatták, hogy ott, ahol morfológiailag és ökológiailag jól elkülönülő tölgyfajok képeznek elegyes populációkat, intermedier, feltételezhetően hibridogén formák tömege fordul elő (*Palmer, 1948*; *Hardin, 1975*; *Jensen és Eshbaugh, 1976*; *Jensen, 1977, 1988*; *Knops és Jensen, 1980*; *Jensen és tsai, 1984*; *Nason és tsai, 1992*). Más oldalról viszont már *Cottam és tsai (1982)* is rámutatott arra, hogy a primer hibrideknek nem kell feltétlenül intermedier morfológiájúaknak lenni, hanem esetleg az egyik szülőfajra hasonlítanak jobban, amely más nemzetségek fajhibridjeinél is jól ismert (*Rieseberg és Ellstrand, 1993*). *Kleinschmit (1995)* és *Kleinschmit és tsai (1995a, b)* véleménye szerint a *Q. robur* és *Q. petraea* esetében is ez a jelenség tapasztalható. Ehhez hozzá kell tenni, hogy a *Q. robur* és *Q. petraea* keresztezésből származó hibridek még csemetekorúak, amikor a juvenilis morfológia következtében nem, vagy csak gyengén lehet a szülőfajoktól az F₁-es hibrideket elválasztani. Annak kimutatása, hogy a növények életkorával ez hogyan változik, jövőbeni vizsgálatok adnak majd választ. Az F₁-es hibridek visszakereszteződésével a morfológiai komplexitás jelentős mértékű növekedése várható a szegregáció által, amelyre kitűnő példát ad *Yarnell (1933)* a *Q. virginiana* és *Q. lyrata* esetében. A hibridizá-

ció ezért növekvő varációhoz vezet (Palmer, 1948; Stebbins, 1950; Hardin, 1975), amely által a genetikailag nem teljesen elkülönülő tölgyfajok elvesztik éles határaikat.

A *Q. robur* és *Q. petraea* közötti hibridizációs és introgressziós folyamatok mértékére vonatkozóan pillanatnyilag csupán azt jelenthetjük ki, hogy a két taxon morfológiai határai nem jelölhetők ki egzakt módon (vagy talán nem is létezik ilyen határ). Ezért bár a köztes megjelenésű bélyegek felismerhetők, azonban tisztázatlan, hogy ezek milyen mértékben fajspecifikusak, azaz a két taxon egyikének extrém variációjaként vagy a hibridizációs folyamatok eredményeként alakultak-e ki? Az eddigiekből következik, hogy az intermedier morfológiájú egyedek részarányának becslése a metodikai megközelítéstől függ. Ugyanis minél szűkebbnek határozzuk meg a fajspecifikus variációt és minél nagyobbak definiáljuk a két faj közötti átmeneti zónát, annál több köztes morfológiájú egyedet kapunk. Éppen ezen tényezők megadásában nem egységesek az eddigi vizsgálatok és ez a legfőbb oka annak, hogy a publikációk adatai csak korlátozott mértékben összevethetők. Az intermedier egyedek definiálásának problémája mellett további bizonytalanságot okoz, hogy a hibridek nem feltétlenül jellemezhetők köztes morfológiával és ezért számos esetben morfológiai módszerekkel nem azonosíthatók (Kleinschmit, 1995; Kleinschmit és tsai, 1995a, b). A *Q. robur* és a *Q. petraea* közötti génáramlás mértéke ezért morfológiai módszerekkel csak hozzávetőlegesen, legalábbis nem egzakt módon, határozható meg.

GENETIKAI ELKÜLÖNÜLÉS

Izoenzimváltozatosság

Számos izoenzimtanulmány mutatott rá, hogy bár egyes allélok gyakoriságában a *Q. robur* és a *Q. petraea* többé-kevésbé különbözik egymástól, de fajspecifikus allélok nem mutathatók ki (Schroder, 1989; Kremer és tsai, 1991; Müller-Starck és Ziehe, 1991; Herzog és Müller-Starck, 1993; Müller-Starck és tsai, 1993; Zanetto és tsai, 1994; Bacilieri és tsai, 1995; Löchel, 1995; Samuel és tsai, 1995). Nyilvánvalóan hasonló érvényes a *Q. pubescens* esetében is, bár ezen taxon izoenzim variációjáról csak nagyon kevés információ áll rendelkezésünkre (Samuel és tsai, 1995). Figyelemreméltó, hogy a három taxont magas intraspecifikus (mindenekelőtt a populáción belüli) variáció mellett, viszonylag alacsony szintű elkülönülés jellemzi. Ezen tölgyek közötti elkülönülés mértéke olyan, mint más növénycsoportok esetében ugyanazon faj populációi között általában szokásos (Zanetto és tsai, 1994; Samuel és tsai, 1995).

DNS-polimorfizmus

A DNS-polimorfizmus vizsgálatok is azt mutatják, hogy a *Q. robur* és a *Q. petraea* interspecifikusan csak kevésbé differenciálódtak. Ez mind a kloroplasztisz-DNS-re (cpDNS) (Kremer és tsai, 1991; Ferris és tsai, 1993; Petit és tsai, 1993a), mind a riboszómális-DNS-re (rDNS) (Petit és tsai, 1993b) érvényes. Petit és tsai (1993a) sem *Q. robur* és *Q. petraea*, sem *Q. pubescens* specifikus cpDNS-t nem találtak. Moreau és tsai (1994) a nukleáris genom differenciálódását RAPD-technikával (Random Amplified Polymorphic DNA) tanulmányozva sem talált fajspecifikus DNS-markert,

meghatároztak azonban egy olyan fragment jelenléteért felelős allélt, amely a *Q. robur*-nál 1,0 valószínűséggel fordul elő, szemben a *Q. petraea* 0,16-os gyakoriságával. Az eddigi publikált „fajspecifikus” markerekről feltételezhető, hogy azok minden valószínűség szerint nem a fajok közötti specifikitást jelzik, hanem inkább a populációk közöttit, hiszen csak kis elemszámú mintákban és lokálisan voltak kimutathatók (Dumolin-Lapégue és tsai, 1997; Bordács és Burg, in prep).

AZ ELKÜLÖNÍTÉS BÉLYEGEINEK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

Az eddigiekben bemutatott módszerek egyike sem alkalmas arra, hogy a *Q. robur*, *Q. petraea* és *Q. pubescens* közötti hibridizáció és introgresszió mértékére egzaktt magyarázatot adjon. A három faj morfológiai (Wingston, 1975; Cousens, 1963, 1965; Rushton, 1978; Kissling, 1983; Grandjean és Sigaud, 1987; Ietswaart és Feij, 1989; Aas, 1990; Elsner, 1993; Bacilieri és tsai, 1995, 1996a) és genetikai (Kremer és tsai, 1991; Müller-Starck és tsai, 1993; Zanetto és tsai, 1994; Bacilieri és tsai, 1996a; Samuel és tsai, 1995) variációját elfogadhatóan csak az interspecifikus génáramlással lehet magyarázni. Figyelemreméltó ennek során, hogy a *Q. robur*, *Q. petraea* és *Q. pubescens* morfológiailag és ökológiailag mégis meglehetősen jól elkülönülnek. Nyilvánvalóan működik egy olyan mechanizmus, amely a génáramlást korlátozza és megakadályozza, hogy a három taxon egymásba olvadjon.

Érdekes ebben az összefüggésben, hogy a három faj morfológiai és ökológiai elkülönülése erősebb, mint amit genetikai markerekkel (izoenzim, DNS-polimorfizmus) ki tudunk mutatni (Kremer és tsai, 1991; Müller-Starck és tsai, 1993; Petit és tsai, 1993a, 1993b; Moreau és tsai, 1994; Zanetto és tsai, 1994; Samuel és tsai, 1995). Az erre vonatkozó morfológiai és genetikai kutatások azonban csak erős fenntartásokkal hasonlíthatók össze, mivel az esetek többségében különböző egyedcsoportokra vonatkoztak. Csak kevés tanulmány alkalmazott a morfológiai és genetikai paraméterek összehasonlításához azonos kiinduló anyagot (Bacilieri és tsai, 1995, 1996a; Kleinschmit, 1995; Kleinschmit és tsai, 1995a). Ezek viszont egybehangzóan megállapították, hogy a morfológiai módszerekkel jobban lehet differenciálni, mint a genetikaiakkal. Kleinschmit és tsai (1995a) véleménye a fajelkülönítés különböző módszereinek (morfológiai, DNS és izoenzim) összehasonlításakor, hogy minél messzebbre távolodik egy tulajdonság a genetikai kontrolltól, annál jobb elkülönítést lehet vele elérni. Így ha a *Q. robur* és *Q. petraea* morfológiai távolságát 100 %-nak vesszük (elvonatkoztatva attól, hogy ezt milyen metodikával érjük el), akkor a nem kódoló régiókat elemző RAPD-technikával 50 %-os és a közvetett módon, struktúr géneket jellemző izoenzim polimorfizmussal 30 %-os eltérést lehet definiálni (Kleinschmit és tsai, 1995a).

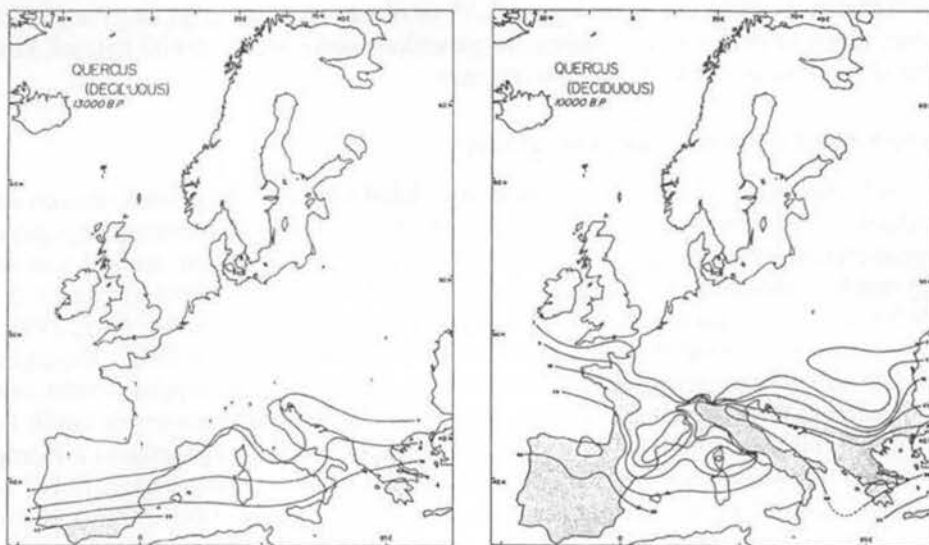
Az európai fehér tölgyek esetében a fajképződés a környezeti feltételekhez igen rövid idő alatt történő alkalmazkodással (amely például a *Q. pubescens* esetében nyilvánvalóan a szárazságtűrés és ezáltal a jellegzetes szörképletek megjelenésének irányába hatott) morfológiai és ökológiai elkülönüléssel mehetett végbe. Ez az idő azonban túl rövidnek bizonyult ahhoz, hogy a DNS- és izoenzim-polimorfizmusok hasonló szintű elválása is kialakuljon (Kremer és tsai, 1991).

A három faj között tehát nem vonható éles genetikai határ. Ez azonban nem jelenti azt, hogy a *Q. robur*, *Q. petraea* és *Q. pubescens* nem elkülönítendő evolúciós egységek, hanem csupán arra hívja fel a figyelmet, hogy a közöttük tapasztalható hibridizációs, introgressziós jelenségeket nem szabad figyelmen kívül hagynunk. Mint ahogy azt a továbbiakban látni fogjuk, a fajspecifikus génmarkerek hiánya nem foszt meg bennünket attól a lehetőségtől, hogy bepillantást nyerjünk a három faj genetikai szerkezetét kialakító folyamatokba.

A HÁROM TÖLGYFAJ GENETIKAI STRUKTÚRÁLÓDÁSA

A tölgyek jégkorszak utáni története

A legutolsó eljegesedési időszak során, amely Európában körülbelül 115 000 évvel ezelőtt kezdődött és maximumát mintegy 18 000 évvel ezelőtt érte el, számos faj elterjedése a dél-európai refúgiumokra korlátozódott. A jégkorszakot követő felmelegedéssel a fajok a menedékhelyekről szétterjedve, újra birtokba vették a jégkorszak alatt többé-kevésbé tundra jelleget mutató európai térségeket. A lombhullató európai tölgyek jégkorszak utáni története palinológiai adatok alapján készült térképek segítségével jól nyomon követhető (1. ábra).



1. ábra A lombhullató tölgyek fosszilis pollen-térképei: 13 000 BP, 10 000 BP (Before Present)
Fig. 1. Fossil pollen maps of deciduous oaks: 13 000 BP, 10 000 BP (Huntley és Birks, 1983)

A 13 000 évvel ezelőtti pollenviszonyokat megjelenítő térkép alapján jól látható, hogy a tölgyek földrajzi elterjedése a dél-európai félszigetekre (Ibériai és Appennini) és a Balkán déli részére korlátozódott, amely menedékhelyeket a Földközi tenger izo-

lált egymástól. A térképek azonban nem csak a legjelentősebb jégkorszaki refúgiu-
mok lehetséges helyeiről szolgáltatnak használható információkat, hanem a legfonto-
sabb visszatelepülési útvonalak elhelyezkedéséről és a folyamat időbeli lefolyásáról is
tájékoztatnak. A térképek adataiból egy nagyon gyors, évenként akár 500 méteres
északi irányú migrációs sebesség számítható. Az, hogy az eredeti genetikai szerkezet
napjainkig fennmaradt-e, a 13 000 BP-től 7 000 BP-ig (Before Present - 1950-hez vi-
szonyítva) tartó rekolonizáció során, nem ismert. Valójában ez attól a genetikai keve-
redéstől függ, ami a különböző refúgiumterületről származó populációk vándorlása
során következett be (Hewitt, 1993).

A pollenelemzéseknek vannak azonban korlátai. Ilyen például, hogy a kolonizá-
ció kezdetén a sűrűség túl alacsony volt ahhoz, hogy pollenlenyomatokat határozhas-
sunk meg (Bennet, 1986) és a térbeli felbontóképesség sem megfelelő azokon a terü-
leteken, ahol a mocsarak és tőzeglápok hiányoztak. További bizonytalanságokat idéz
elő, hogy a vándorlási útvonalak faji szinten történő nyomon követésére nincsen mód,
mivel az európai fehér tölgyek fajainak fosszilis pollenszemcséi nem különböztethet-
ők meg egymástól (Bennet, 1983). Ugyanakkor a különböző refúgiumterületről szár-
mazó populációk ha csak egyszer kapcsolatba kerültek egymással, a vándorlás továb-
bi nyomon követése már nem lehetséges és tisztázatlan marad, hogy milyen mértékű
keveredést eredményeztek az ilyen jellegű találkozások (Petit és tsai, 1996).

Genetikai markerek szükségesek tehát, hogy a paleobotanikai feltételezések ki-
egészíthetők és általánosíthatók legyenek. A tanulmány további célja, hogy a *Quercus*
robur, *Quercus petraea* és *Q. pubescens* genetikai szerkezetét kialakító hatások kuta-
tásával kapcsolatos eredményeket összegezze.

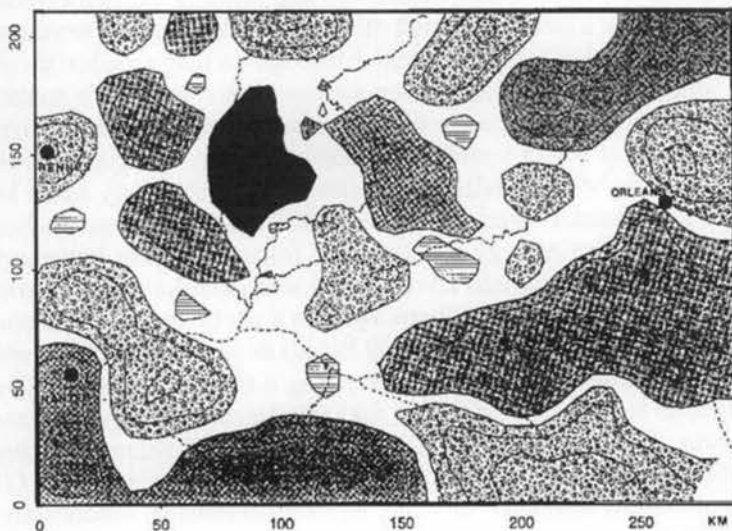
Lokális léptékű genetikai differenciálódás

A korlátozott földrajzi régióra vonatkozó, lokális léptékű vizsgálatok nagyon szo-
katlanok az erdei fák populációgenetikai kutatásaiban, bár nyilvánvalóan lényeges és
a gyakorlat számára megoldási lehetőségeket ígérő megközelítési módról van szó.
Ugyanakkor világosan kimutatható, mind az elméleti modellekből (Petit és tsai,
1993c), mind az empirikus eredményekből (Ferris és tsai, 1993; Petit és tsai, 1993a),
hogy a növények anyai úton öröklődő markereivel (kloroplasztisz-DNS) lényegesen
változatosabb térbeli genetikai struktúra feltárása lehetséges a populációk között, mint
a nukleáris markerek által. Ennek oka, hogy a magasabb rendű növények egyik leg-
jellegzetesebb sejtmagon kívüli genetikai információt hordozó organelluma a klorop-
lasztisz, a hímivarsejtekből hiányzik, azaz a pollenben nem található meg. Ebből kö-
vetkezően sajátos anyai öröklésment jellemző a kloroplasztisz-DNS-re, ami különö-
sen alkalmassá teszi arra, hogy a magok vándorlását tanulmányozzuk általa. A klo-
roplasztisz géneknek csak egyetlen alléla található meg az egyedben (szemben a sejt-
mag gének két alléljával), ugyanakkor redukált génáramlás is jellemzi őket (hiszen a
mag általi terjedés minden bizonnyal kevésbé hatásos, mint a pollenszóródás), ame-
lyek együttesen a drift növekedéséhez, azaz a polimorfizmus erősebb struktúrálódásá-
hoz vezetnek (Petit és tsai, 1993a,c; Dumolin-Lapégue és tsai, 1997). Ezt a kísérleti
adatok is alátámasztják, mivel a kloroplasztisz-DNS esetében a diverzitás 90 %-a a

populációk között található, míg a sejtmag-DNS esetében ez az érték csupán 3 % (Kremer és Petit, 1993).

Ezért döntött egy kutatócsoport úgy, hogy kihasználva a jelenség ezirányú előnyeit, intenzíven tanulmányozzák egy régió (200 x 300 km terület a Loire folyó mentén) *Q. robur*, *Q. petraea* és *Q. pubescens* példányainak kloroplasztisz-DNS variációját. A tölgyek esetében jelenleg egyetlen ilyen program eredményeit ismerjük, a franciaországi INRA (Institute National de la Recherche Agronomique) erdészeti genetikai laboratórium kutatóinak jóvoltából (Petit és tsai, 1995, 1996, 1997).

A terület tölgyeseinek természetes genetikai struktúrátságát kifejező szintetikus térkép világosan mutatja a kloroplasztisz-DNS genetikai mintázatának „foltos” jellegét, tekintet nélkül a mintázott fák taxonómiai státuszára (2. ábra). A megfigyelt foltos genetikai mintázat rendkívül meglepő és némiképp ellentmond a genetikai struktúráldásról kialakult eddigi véleményekkel.



2. ábra A kloroplasztisz típusok térképi megjelenítése geostatistikai módszerrel

Fig. 2. Chloroplast-type map obtained by applying geostatistical methods (Petit és tsai, 1996)

A kialakult térbeli mintázat kialakulásának lehetséges okait keresve, elsőként próbáljuk meg elképzelni, hogy a foltok kialakulásában szelektív hatások működtek, amelyek ahhoz vezettek, hogy egy adott területen egy adott kloroplasztisz típus fixálódjon. A megfigyelt genetikai mintázat és a környezeti tényezők, mint a talaj, geológia, csapadék között nem találtak közvetlen kapcsolatot (Petit és tsai, 1996). A genetikailag homogén foltokon belül tapasztalható környezeti tényezők heterogenitása (pH, nedvességtartalom stb.) ugyanakkor sokkal jelentősebb, mint a foltok közötti különbségek. Másfelől az ökológiai igényét tekintve karakteresen eltérő két faj ugyanolyan genetikai mintázata is ellentmond a lokális szelekciós mechanizmusok okozta struk-

túra létrejötte. Ezek a megfigyelések arra ösztönözhetnek bennünket, hogy az ökológiai (adaptív) magyarázattal szemben a történetit (sztochasztikus) részesítsük előnyben. A lehetséges történeti interpretációkon belül el kell különítenünk természeti folyamatoktól függő és az emberi tevékenységen alapuló magyarázatot.

Számításba véve a kloroplasztisz típus foltok nagy méretét (legalább 30–40 km a foltok közepes mérete), kézenfekvőnek tűnő magyarázat, hogy nagy távolságú terjedési jelenségek következményeképpen játszódhatott le az üres területek benépesítése. Vegyük figyelembe, hogy a nagy terjedési távolság feltételezése nélkülözhetetlen a rekolonizáció gyorsaságának magyarázatához. A tölgyek 30–40 éves koruk előtt nem nagyon érik el a termőkorukat, amelyet ha összevetünk a pollenanalízissel kapott 500 m/év migrációs sebességgel, a generációnkénti terjedési távolságra minimálisan 15 és 20 km adódik.

A nagy távolságú és ritka magszóródás eseményei (anyai alapító effektus) által létrehozott kezdeti genetikai struktúra feltételezhetően „befagyott”, amikor a záródott erdőállományok kialakultak (*Petit és tsa, 1993a*), mivel a sűrűség növekedésével a drift csökken. Először a helyben termelt makkok fogják ugyanis a kevés, még meglévő csírázási lehetőségeket gyorsan telíteni. Másodszer a mag terjedési távolsága csökken le a záródott erdőállományban: *Carter-Johnson és Webb (1989)* a madarak lehetséges szerepét vizsgálva a *Fagaceae* családba tartozó fajok posztglaciális terjedésében, azt vetette fel, hogy az izolált terméscsoportok előmozdíthatták a nagyobb távolságú makkterjesztéseket. *Dyer (1995)* azt találta migrációs modelljében, hogy a már létező erdők – a nyitottabb környezettel összehasonlítva – csökkentik a kolonizáció sebességét.

A pollenadatok szerint nagy kipusztulások folyamatok nem következtek be (pl. tűz következtében) a posztglaciális rekolonizáció során kialakult tölgyesekben (*Huntley és Birks, 1983*). Ezek a tölgyállományok egészen a neolitikumi forradalomig, az emberi faj tömegessé válásáig (mintegy 6 500 BP-ig) és az általa elkezdett erdőirtásokig érintetlenül maradhattak. Az emberi tevékenység a meglévő genetikai struktúrát bár az tíz kilométeres léptékben fejezhető ki, sokkal valószínűbb, hogy összezavarta, semmint létrehozta. *Ferris és tsai (1993)* a nyugat-angliai *Q. robur* állományok kloroplasztisz-DNS vizsgálatai során jutott erre a következtetésre. *Petit és tsai (1996)* eredményei szerint lokális léptékben az egyik legjobb ősi jelleget, őshonosságot indikáló bélyeg a három fajra éppen az azonos genetikai mintázat megléte. Ugyanis a mesterséges átvitel többnyire egyetlen fajjal történnek, amelyek helyileg interspecifikus különbségek létrejöttét eredményeznék (tudjuk, hogy a kloroplasztisz-DNS a populációkat jól különíti el).

Természetes körülmények között végzett, a megtermékenyítési rendszer tanulmányozását célzó populációgenetikai vizsgálatok is kimutatták, a mesterséges keresztezési programok mellett (lásd az Interfertilitás fejezetet), hogy miközben a *Q. petraea* hozzájárulása a *Q. robur* utódokhoz 17 % és 48 % között változott, addig a *Q. petraea* petesejtet preferenciálisan az „extrém” *Q. petraea* genotípusú egyedek termékenyítették meg, amely a *Q. robur*-tól történő egyre nagyobb mérvű elkülönüléshez vezethet (*Bacilieri és tsai, 1996b*). Az így létrejövő hibridek további introgressziója a *Q. petraea*-val valószínűnek tűnik.

Ugyanakkor számos tanulmány mutatott rá, hogy a *Q. petraea*-nak jobb a kompetíciós képessége, hiszen szárazság- és árnytüdőbb, ill. a hosszabb levélnyel és sú-

rübb koronaszerkezet következtében esetleg a fotoszintézise is hatékonyabb (Kleinschmit és tsai, 1995a). A *Q. robur* ugyanakkor inkább pionír jellegű, amely az előbb elmondottakon túl megmutatkozik abban is, hogy széles termőhelyi spektrumon tenyészik (tág ökológiai tűrésű) és nagyobb makkméretéből következően hamarabb nő ki a gyomkonkurenciából. A két faj együttes szukcessziója során tehát a *Q. petraea* a *Q. robur*-t fokozatosan kiszoríthatja egy adott területen. A *Q. petraea* irányából a *Q. robur* felé ható asszimetrikus génáramlással viszont, a szukcessziós folyamatokkal egyirányú és azt minden valószínűség szerint erősítő, genomiális szintű „szukcesszió” is végbemegy. A *Q. pubescens* esetében feltehetően a *Q. petraea*-hoz hasonló jelenségek játszódhatnak le, bár erre vonatkozóan pillanatnyilag kevés közvetlen bizonyítékkal rendelkezünk.

Ezek után próbáljuk meg rekonstruálni a posztglaciális rekolonizáció legvalószínűbb forgatókönyvét a *Q. robur* és *Q. petraea* példáján egy korlátozott földrajzi régióban, ahol addig még nem jelentek meg a tölgyek. Pionír jellegénél fogva nagy valószínűséggel a *Q. robur* jelenhetett meg először a területen. Az így létrejövő, gyarapodó állomány virágai – mivel zárt erdőtömbök még nem alakultak ki – nagy távolságról szóródó polleneket is felfoghattak. Ezek között minden valószínűség szerint a *Q. petraea* pollenje is megjelenhetett. Az így létrejövő hibridek sorozatosan visszakereszteződhetnek a területre pollenszóródással ismételtén jutó *Q. petraea*-val. Fokozatosan kialakulnak az „extrém” *Q. petraea* példányok. Döntő jelentőségű következményei vannak a *Q. petraea* túlnyomóan pollennel (és nem maggal) történő, hibridizációval és ismételt visszakereszteződésekkel végbemenő kolonizációjának. A kiinduló kloroplasztisz-DNS térbeli struktúra a kolonizáció során ugyanis sértetlen marad, míg a *Q. robur* sejtmag gének fokozatosan *Q. petraea* génekre cserélődnek ki. Más szavakkal kifejezve, a szukcesszióba később lépő faj túlnyomóan pollen útján terjedve, kiszorítja a pionír faj sejtmag genomját. A két faj sejtmag genomjának jelenlegi kutatásai alátámasztják ezt a hipotézist, ugyanis rendkívül alacsony szintű nukleáris eltérés mutatható ki: 0,5 % átlagban, és csak 3,3 % a legjobban elkülönülő területeken (Bodénés és tsai, 1997).

Kontinentális léptékű genetikai differenciálódás

A tölgyek kloroplasztisz-DNS-ének nagyterületű vizsgálatai jellegzetes mintázatot tártak fel, amelyek értelmezhetők a posztglaciális rekolonizációs útvonalak rekonstruálására, valamint alkalmasak arra, hogy kimutassák az európai fehér tölgyek közötti intenzív citoplazmás géncserét (Ferris és tsai, 1993; Petit és tsai, 1993a). Ezek a „korai” vizsgálatok azonban csak korlátozott számú populációra és polimorfizmus kimutatására tettek kísérletet. Napjainkban kiterjedtebb mintavételezéssel és intenzívebb genetikai elemzéssel, nem csupán a vizsgálható kloroplasztisz típusok számát növelték és eloszlásuk pontosítását végezték el, hanem lehetővé vált az egyes kloroplasztisz típusok törzsfejlődési viszonyainak tanulmányozása (filogenetika) és a törzsfejlődési variánsok és azok földrajzi elterjedése közötti kapcsolatok elemzése is (filogeográfia) (Petit és tsai, 1996; Dumolin-Lapégue és tsai, 1997). A vizsgálatokba a *Lepidobalanus* alnemzetség (Camus, 1936–39) 8 fajtáért vonták be, de természetesen a *Q. robur* és *Q. petraea* kutatására koncentráltak elsősorban (276 populáció). Emellett a

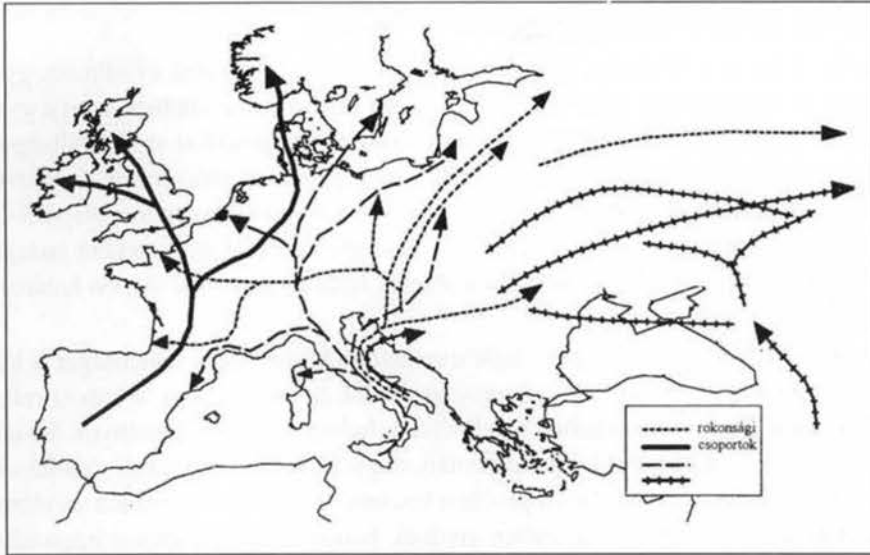
Q. pubescens (76 populáció), *Q. frainetto* (14), *Q. pyreneica* (7), *Q. faginea* (3), *Q. macrathera* (2) és a *Q. canariensis* (1) szerepelt az elemzések során. Összesen 1412 egyedről gyűjtöttek mintákat szerte Európában (*Dumolin-Lapégue és tsai, 1997*).

A kloroplasztisz típusok földrajzi eloszlását illetően nem nehéz felfedezni bizonyos törvényszerűségeket. Egyesek Európa nyugati részére koncentrálódnak, míg mások Közép-Európa meglehetősen szűk sávjában található meg. Vannak ugyanakkor olyanok is, amelyek szélesebb körben terjedtek el, de hiányoznak, vagy rendkívül ritkák Európa keleti és nyugati részein. A többi, egyik törzsfajlódási vonulathoz sem kapcsolható gyakori kloroplasztisz típus csaknem mindegyike Európa keleti részére lokalizálódik. Ezek valószínűleg egy negyedik leszármazási vonulathoz tartoznak (Balkán, Kaukázus?), amelyeket kiterjedtebben kellene tovább mintázni. Meg kell továbbá jegyezni, hogy csaknem valamennyi kloroplasztisz típus, amely egy példányban volt kimutatható, Európa déli területeire korlátozódott. A genetikai struktúra nem véletlen földrajzi eloszlását a genetikai paraméterekből számolt differenciálódási együtthatók és földrajzi távolságok közötti gyafokú korreláció is bizonyította.

A vizsgálat egyik legfontosabb tanulsága, hogy az európai fehér tölgyek kontinentális léptékben is azonos kloroplasztisz típusokon osztoznak. Ezek az eredmények megerősítik és újabb fajokra terjesztik ki az európai fehér tölgyekre vonatkozó korábbi eredményeket (*Ferris és tsai, 1993; Petit és tsai, 1993a, 1996*), amely szerint a fajkomplex tagjainak feltűnően hasonló genetikai szerkezetét kiterjedt hibridizációs, introgressziós folyamatok alakították ki. Érdekes lehet ezen fajkomplex határait kloroplasztisz-DNS markerekkel kijelölni. Az előzetes tanulmányok szerint a *Q. cerris*, *Q. ilex*, *Q. suber*. és *Q. afares* nem tartozik a *Q. robur*-t, *Q. petraea*-t és *Q. pubescens*-t magába foglaló komplexhez (*Dumolin-Lapégue és tsai, 1997*).

Dumolin-Lapégue és tsai (1997) a kloroplasztisz-DNS filogeográfiai elemzéseinek és *Huntly és Birks (1983)* pollentérképeinek együttes felhasználásával megpróbálta felvázolni a posztglaciális rekolonizáció lehetséges útvonalait (3. ábra). A térkép további elemzése előtt azonban meg kell jegyezni, hogy a mintavételezés nem mindenhol volt azonos intenzitású, ebből következően nyilvánvalóan számos kloroplasztisz típus maradhatott rejtve és ez különösen a keleti refúgium-területek környékén okoz bizonyos mértékű elnagyoltságot.

Statisztikai tesztekkel is kimutatható, hogy a törzsfajlódásileg rokon kloroplasztisz típusok egymáshoz közeli földrajzi régiókat foglaltak el. Ezt legnyilvánvalóbban azon rokonsági csoport kloroplasztisz típusai demonstrálják, amelyek csak a nyugat-európai területekre jellemzőek és ebből kifolyólag nagy valószínűséggel az Ibériai-félszigetről származhatnak. Egy másik törzsfajlódási csoport esetében már komplikáltabb vándorlási irányokat kell feltételeznünk. Az Appennini-félszigetről történő expanzió valószínű, de talán éppen az Alpok leküzdhetetlen magasságai miatt, az északi terjedés helyett az egyik kloroplasztisz típusa nyugatra, a Francia és Spanyol tengerpart mentén foglalt el új élettereket, míg a másik keletre, a Kárpát-medence irányába hatolt fel. E helyen kell megjegyezni, hogy a Nagybátonyból származó magyarországi minta szintén a közép- és dél-olaszországi tölgyekkel mutat közelebbi rokonságot.



3. ábra Rokonsági csoportok lehetséges jégkorszak utáni vándorlási útvonalai

Fig. 3. Possible postglacial recolonization routes of related groups
(Dumolin-Lapégue és tsai, 1997)

Tehát nagy bizonyossággal kijelenthetjük, hogy a Nagybátony környéki autochton tölgyesek a jégkorszakot követő vándorlások során a mai Olaszország területéről érkezettek. Azoknál a kloroplasztisz típusoknál, amelyek nem mutatnak tipikus földrajzi szélességek mentén megfigyelhető eloszlást, a kolonizáció iránya nem magától értetődő. Egyeseknél Balkáni származás tételezhető fel, míg másoknál a Kaukázusi refúgium tűnik a legvalószínűbbnek.

Az utolsó jégkorszakot követő felmelegedéssel tehát a *Q. robur*, *Q. petraea* és *Q. pubescens* együtt kolonizálta a számukra megfelelő termőhelyeket. Ebből következően az azonos refúgiumokból származó populációik genetikailag hasonlóbbak, függetlenül a faji hovatartozástól. Nyilvánvaló, hogy az előző jégkorszakok és interglaciálisok is döntően befolyásolták a tölgyek jelenlegi genetikai szerkezetét, ennek tanulmányozására azonban nagyon kevés lehetőségünk van. A molekuláris technika fejlődésével sikerülhet az idő dimenziót a kutatásokba bevonni, a nagy pontossággal meghatározható korú fossziliák genetikai struktúrájának vizsgálatával. Ugyanakkor az emberi hatásokat sem szabad figyelmen kívül hagynunk. A jól dokumentált, nagy távolságú magszállítások tanulmányozása és hatásainak elemzése nagy mértékben elősegítené a tölgyek genetikai struktúrájával kapcsolatos eredmények általánosíthatóságát.

A genetikai kutatások gyakorlati konzekvenciái

- i. A kloroplasztisz DNS-markerekkel történő variációmintázatok előállítására, gyorsaságuk és viszonylagos olcsóságuk miatt, nagy jelentőségre tehetnek szert a gyakorlatban. Segítségükkel megrajzolhatjuk a természetes genetikai struktúráltságot kifejező szintetikus térképeket, amelyek mind a genetikai erőforrások megőrzésére irányuló nemzeti és nemzetközi szintű programok tudományos megalapozásában, mind a szaporítóanyag-kereskedelem felügyeleti, hatósági eszközeként hasznosíthatóak. Segítségükkel a származási körzetek határait genetikai alapon határozhatnánk meg.
- ii. A gyakorlat számára az egyik legközvetlenebb hasznosítási lehetőséget a lokális differenciálódásra vonatkozó ismereteken belül az jelenti, hogy a kapott referencia-minták összehasonlításával az allochton, behurcolt tölgyállományok lehatárolhatók. Az eredményeket jól dokumentált, nagytávolságú tölgyfák szállításokkal létrehozott populációkon kell a jövőben tesztelni. Ezt követően válik a módszer alkalmassá arra, hogy az ismeretlen eredetű, honosított populációkat azonosítsunk általa. Egy adott tölgyállományt alkotó egyedek földrajzi eredetének ismerete (vagy legalább az őshonosság ill. behurcolt státusz, és az ebből következő alkalmazkodottság) az erdőművelő számára rendkívül hasznos lehet.
- iii. Ha az interspecifikus génáramlás olyan mechanizmus, amely hozzájárul őshonos tölgyeink genetikai diverzitásának magas szinten maradásához (Kremer, és tsai, 1991; Bacilieri és tsai, 1996b), akkor minél nagyobb számú elegyes populációt kellene bevonni a génrezervátum hálózatokba.
- iv. A sejtmag DNS tanulmányozását lehetővé tevő technikák segítségével tisztázhatjuk a történeti és ökológiai tényezők sejtmag genomra gyakorolt hatásait. Ez megteremtheti a feltételét annak, hogy az alkalmazkodóképesség és alkalmazkodottság törvényszerűségeinek genetikai hátterét megismerjük.

IRODALOMJEGYZÉK

- Aas, G. 1990. Kreuzbarkeit und Unterscheidung von Stiel- und Traubeneiche. Allg Forst Jagdztg 9–10: 219–221.
- Aas, G. 1991. Kreuzungsversuche mit Stiel- und Traubeneichen (*Quercus robur* L. und *Q. petraea* (Matt.) Liebl.). Allg Forst Jagdztg 162: 141–145.
- Aas, G. 1993. Taxonomical impact of morphological variation in *Q. robur* and *Q. petraea*: contribution to the hybrid controversy. Ann Sci For 50: 107–113.
- Anonymus 1997. A földművelésügyi miniszter 91/1997. (XI. 28.) FM rendelete az erdészeti szaporítóanyagokról. Magyar Közlöny 105: 7527–7577.
- Babos, I. 1967. A tölgyek termőhelye. In: A tölgyek (Keresztesi B, szerk.) 91–180. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Bacilieri, R., Ducoussou, A., Kremer, A. 1995. Genetic, morphological, ecological and phenological differentiation between *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. and *Quercus robur* L. in a mixed stand of Northwest of France. Silv Genet 44: 1–10.

- Bacilieri, R., Ducouso, A., Kremer, A. 1996a. Comparison of morphological character and molecular markers for the analysis of hybridization in sessile and pedunculate oak. *Ann Sci For* 53: 79–91.
- Bacilieri, R., Ducouso, A., Petit, R., Kremer, A. 1996b. Mating system and asymmetric hybridization in a mixed stand of European oaks. *Evolution* 50: 900–908.
- Bennett, K. D. 1983. Postglacial population expansion of forest trees in Norfolk, UK. *Nature* 303: 164–167.
- Bennet, K. D. 1986. The rate of spread and population increase of forest trees during the postglacial. *Phil Trans R Soc Lond* 314: 523–531.
- Bodénés, C., Joandet, S., Laigret, F., Kremer A. 1997. Detection of genomic regions differentiating two closely related oak species *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. and *Quercus robur* L. *Heredity* 78: 433–444.
- Bordács, S., Burg, K. (in prep) Genetic diversity by RAPD markers of oaks species in Hungary. Diversity and adaptation in oak species Oct. 12–17, 1997. State College, Pennsylvania, USA.
- Borhidi, A. 1969. Adatok a kocsánytalan tölgy (*Quercus petraea* fajcsoport) és a molyhos tölgy (*Quercus pubescens* fajcsoport) kisfajainak ökológiai magatartásáról. *Bot. Közl.* 56:155–158.
- Borovics, A. 1997. A kocsánytalan tölgyek levélmorfológiai vizsgálata. *Erd Kut* 86–87: 125–142.
- Borovics, A. (in prep) Keresztezési kísérletek őshonos tölgyfajaink között. *Erd Kut* 88.
- Camus, A. 1936–39. Les chênes. Monographie du genre *Quercus*. Le Chevalier, Paris.
- Carter Johnson, W., Webb, T. 1989. The role of blue jays (*Cyanocitta cristata*) in the postglacial dispersal of fagaceous trees in eastern North America. *J Biogeogr* 16: 561–571.
- Cottam, W. P., Tucker, J. M., Santamour, F. S. 1982. Oak hybridization at the University of Utah. *State Arboretum of Utah Publ.* No. 1.
- Cousens, J. E. 1963. Variation of some diagnostic characters of the sessile and pedunculate oaks and their hybrids in Scotland. *Watsonia* 5: 273–286.
- Cousens, J. E. 1965. The status of the pedunculate and sessile oaks in Britain. *Watsonia* 6: 161–176.
- Csapody, I., Csapody, V., Rott, F. 1966. Erdei fák és cserjék, Országos Erdészeti Főigazgatóság, Budapest.
- Dengler, A. 1941. Bericht über Kreuzungsversuche zwischen Trauben- und Stieleiche (*Quercus sessiliflora* Smith. und *Q. pedunculata* Ehrh. bzw. *robur* L.) und zwischen europäischer und japanischer Lärche (*Larix europaea* D. bzw. *decidua* Miller und *L. leptolepis* Murray bzw. *Kämpferi* Sargent.). *Mitt der H-Göring-Akad der Dt Forstwiss* 1: 87–109.
- Dumolin-Lapégue, S., Demesure, B., Fineschi, S., Le Corre, V., Petit, R. J. 1997. Phylogeographic structure of white oaks throughout the European continent. *Genetics* 146: 1475–1487.
- Dupouey, J. L. 1983. Analyse multivariable de quelques caractères morphologiques de populations de chênes du Hurepoix. *Ann Sci For* 40: 251–264.
- Dupouey, J. L., Badeau, V. 1993. Morphological variability of oaks (*Quercus robur* L., *Q. petraea* (Matt.) Liebl., *Quercus pubescens* Willd.) in north-eastern France: preliminary results. *Ann Sci For* 50: 35–40.
- Dyer, J. M. 1995. Assessment of climatic warming using a model of forest species migration. *Ecological Modelling* 79: 199–219.
- Elsner, G. 1993. Morphological variability of oak stands (*Quercus petraea* and *Q. robur*) in northern Germany. *Ann Sci For* 50: 228–232.
- Ferris, C., Oliver, R. P., Davy, A. J., Hewitt, G. M. 1993. Native oak chloroplasts reveal an ancient divide across Europe. *Molec Ecol* 2: 337–344.
- Gardiner, A. S. 1970. Pedunculate and sessile oak (*Quercus robur* L. and *Quercus petraea* (Matt.) Liebl.). A review of the hybrid controversy. *Forestry* 43: 151–160.
- Gencsi, L., Vancsura, R. 1992. Dendrológia, Erdészeti Növénytan II. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Gianoni, G. 1987. Studio sulla presenza delle diverse specie di quercia nostrana in Ticino e della loro importanza per la selvicoltura a dipendenza della stazione e tenendo conto del fenomeno d'ibridazione. Lavoro di diploma, ETH Zürich.

- Grandjean, G., Sigaud, P. 1987. Contribution à la taxonomie et à l'écologie des chênes du Berry. *Ann Sci For* 44: 35–66.
- Hardin, J. W. 1975. Hybridization and introgression in *Quercus alba*. *J Arnold Arbor* 56: 336–363.
- Herzog, S., Müller-Starck, G. 1993. Untersuchungen zur genetischen Differenzierung bei Stieleichen (*Q. robur* L.) und Traubeneichen (*Q. petraea* Liebl.): Konsequenzen für die Erhaltung genetischer Ressourcen. *Forstarchiv* 64: 88–92.
- Hewitt, G. M. 1993. Postglacial distribution and species substructure: lessons from pollen, insects and hybrid zones. In: The Linnean Society of London (eds.) *Evolutionary patterns and processes*.
- Huntley, B., Birks, H. J. B. 1983. An atlas of past and present pollen maps for Europe 0–13.000 years ago. Cambridge University Press, Cambridge.
- Ietswaart, J. H., Feij, A. E. 1989. A multivariate analysis of introgression between *Q. robur* and *Q. petraea* in The Netherlands. *Acta Bot Neerl* 38: 313–325.
- Jensen, R. J., Eshbaugh, W. H. 1976. Numerical taxonomic studies of hybridization in *Quercus*. I. Populations of restricted areal distribution and low taxonomic diversity. *Syst Bot* 1: 1–10.
- Jensen, R. J. 1977. A preliminary numerical analysis of the red oak complex in Michigan and Wisconsin. *Taxon* 26: 399–407.
- Jensen, R. J., Depiero, R., Smith, B. K., 1984. Vegetative characters, population and the hybrid origin of *Quercus ellipsoidalis*. *Amer Midl Nat* 111: 364–370.
- Jensen, R. J. 1988. Assessing patterns of morphological variation of *Quercus ssp.* in mixed oak communities. *Amer Midl Nat* 120: 120–135.
- Jovanović, M., Tucović, A., Vuletić, D. 1973. Kontrolisana unutarvrsta i međuvrsta hibridizacija hrastova. *Šumarstvo* 9–10: 3–14.
- Kézdy, P., Bordács, S. 1998. Az olasz molyhos tölgy (*Quercus virgiliana* Ten.) ökológiai szerepe és jelentősége a magyar erdőgazdálkodásban. *Erd Lap* 1: 15–17.
- Kissling, P. 1980. Clef de détermination des chênes médioeuropéens (*Quercus* L.) *Ber Schweiz Bot Ges* 90: 29–44.
- Kissling, P. 1983. Les chênaies du Jura central suisse. *Mitt Eidg Anst forstl Versuchsw* 59.
- Kleinschmit, J. R. G. 1995. Vergleich morphologischer und genetischer Unterscheidungsmerkmale bei Stieleiche (*Q. robur* L.) und Traubeneiche (*Quercus petraea* [Matt.] Liebl.). *Mitt. Forstl. Versuchsanstalt Rheinland-Pfalz* 34: 327–349.
- Kleinschmit, J. R. G., Bacilieri, R., Kremer, A., Roloff, A. 1995a. Comparison of morphological and genetic traits of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) and sessile oak (*Q. petraea* [Matt.] Liebl.). *Silv Genet* 44: 256–269.
- Kleinschmit, J. R. G., Kremer, A., Roloff, A. 1995b. Sind Stieleiche und Traubeneiche zwei getrennte Arten? *AFZ/Der Wald* 26: 1453–1456.
- Knops, J. F., Jensen, R. J., 1980. Morphological and phenolic variation in a three species community of red oaks. *Bull Torr Bot Club* 107: 418–428.
- Krahl-Urban, J. 1959. Die Eichen. Forstliche Monographie der Traubeneiche und der Stieleiche. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin
- Kremer, A., Petit, R., Zanetto, A., Fougère, V., Ducouso, A., Wagner, D., Chauvin, C. 1991. Nuclear and organelle gene diversity in *Q. robur* and *Q. petraea*. In: Müller-Starck, G., Ziehe, M. (eds.) *Genetic variation in European populations of forest trees*. Sauerländer Verlag, Frankfurt am Main: 141–166.
- Kremer, A., Petit, R. J. 1993. Gene diversity in natural populations of oak species. *Ann Sci For* 50: 186–202.
- Löchelt, S. 1995. Isoenzymanalysen im Rahmen der Stieleichen-Nachkommenschaftsprüfung Baden-Württemberg 1992. *Mitt Forstl Versuchsanstalt Rheinland-Pfalz* 34: 321–326.
- Majer, A. 1987. A kocsánytalan tölgyfajokról Dr. Mátyás Vilmos emlékének. *Az Erdő* 9: 390–397.
- Majer, A. 1989. Beteiligung der Kleinarten der Traubeneiche (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) in den Populationen Ungarns. *Folia dendrologica* 16: 179–194.
- Mátyás, V. 1962. Tölgyeink virágzás- és terméshiológiája, mint a magtermés fokozásának alapja. *Erd Kut* 58: 5–35.

- Mátyás, V. 1967. Vizsgálatok a tölgyek virágzás- és terméshiológiájáról. Kand. ért. kézirat, EFE Sopron.
- Mátyás, V. 1971. A magyarországi kocsánytalan tölgyfajok alakkörének kritikai elemzése. Erd Kut 67: 43–96.
- Mátyás, V. 1973. A molyhos tölgy taxonjai, ökológiája és termőhelye. Kut. jelentés, ERTI Bp.
- Mátyás, V. 1975. Magyarország molyhos tölgyei. Erd Kut 71: 125–147.
- Mátyás, V. 1986. Tölgyfajok, -változatok és -hibridek Magyarországon. Az Erdő 10: 429–433.
- Moreau, F., Kleinschmit, J., Kremer, A. 1994. Molecular differentiation between *Q. robur* and *Q. petraea* assessed by random amplified DNA fragments. Forest Genetics 1: 51–64.
- Müller-Starck, G., Ziehe, M. 1991. Genetic Variation in population of *Fagus sylvatica* L., *Quercus robur* L., and *Quercus petraea* Liebl. in Germany. In: Müller-Starck, G., Ziehe, M. (eds.) Genetic variation in European populations of forest trees. Sauerländer, Frankfurt: 125–140.
- Müller-Starck, G., Herzog, S., Hattemer, H. H. 1993. Intra- and interpopulational genetic variation in juvenal populations of *Q. robur* L. and *Quercus petraea* Liebl. Ann Sci For 50: 233–244.
- Nason, J. D., Ellstrand, N. C., Arnold, M. L. 1992. Patterns of hybridization and introgression in populations of oaks, manzanitas, and irises. Amer J Bot 79: 101–111.
- Olsson, U. 1975. A morphological analysis of phenotypes in populations of *Quercus* (*Fagaceae*) in Sweden. Bot Not 128: 55–68.
- Palmer, E., J. 1948. Hybrid oaks of North America. J Arn Arb 29: 1–48.
- Petit, R. J., Kremer, A., Wagner, D. B. 1993a. Geographic structure of chloroplast DNA polymorphisms in European oaks. Theor Appl Genet 87: 122–128.
- Petit, R. J., Wagner, D. B., Kremer, A. 1993b. Ribosomal DNA and chloroplast DNA polymorphisms in a mixed stand of *Quercus robur* and *Quercus petraea*. Ann Sci For 50: 41–47.
- Petit, R. J., Wagner, D. B., Kremer, A. 1993c. Finite island model for organelle and nuclear genes in plants. Heredity 71: 630–641.
- Petit, R. J., Demesure, B., Pineau, E., Kremer, A. 1995. Genetische Differenzierung in lokalem und kontinentalem Ausmaß bei europäischen Eichenarten: die Bedeutung geschichtlicher Faktoren. Mitt Forstl Versuchsanstalt Rheinland-Pfalz 34: 22–37.
- Petit, R. J., Demesure, B., Pineau, E. 1996. Chloroplast DNA (cpDNA) variation at a local and continental scale in European oak species: the importance of historical factors. In: Inter- and intra-specific variation in European oaks: Evolutionary implications and practical consequences. Proceedings of the workshop, Brussels 15–16 June 1994, European Union, Brussels: 145–164.
- Petit, R. J., Pineau, E., Demesure, B., Bacilieri, R., Ducouso, A., Kremer, A. 1997. Chloroplast DNA footprints of postglacial recolonization by oaks. Proc Natl Acad Sci USA 94: 9996–10001.
- Pjatyitckij, S. S. 1954. Szelekciya duba. Goszleszamizdat, Moszkva-Leningrad.
- Rieseberg, L. H., Ellstrand, N. C. 1993. What can molecular and morphological markers tell us about plant hybridization? Crit Rev Pl Sci 12: 213–241.
- Rommel, M., Rothe, G., Maurer, W., Tabel, U. 1995. Artbestimmung bei Stiel- und Traubeneiche. Mitt Forstl Versuchsanstalt Rheinland-Pfalz 34: 310–320.
- Rushton, B. S. 1977. Artificial hybridization between *Quercus robur* L. and *Q. petraea* (Matt.) Liebl. Watsonia 11: 229–236.
- Rushton, B. S. 1978. *Quercus robur* L. and *Quercus petraea* (Matt.) Liebl.: a multivariate approach to the hybrid problem. I. Data acquisition, analysis and interpretation. Watsonia 12: 81–101.
- Rushton, B. S. 1983. An analysis of variation of leaf characters in *Q. robur* L. and *Q. petraea* (Matt.) Liebl. population samples from Northern Ireland. Irish For 40: 52–77.
- Samuel, R., Pinsker, W., Ehrendorfer, F. 1995. Electrophoretic analysis of genetic variation within and between populations of *Q. cerris*, *Q. pubescens*, *Q. petraea* és *Q. robur* (*Fagaceae*) from eastern Austria. Bot Acta 108: 290–299.
- Schröder, S. 1989. Artunterscheidung bei Eiche aufgrund von Isoenzym-Markern. AFZ 160: 104–106.

- Schüte, G. 1995. Kontrollierte Kreuzungen und Entwicklung der Hybriden von Stiel- und Traubeneiche (*Quercus robur* L. und *Quercus petraea* (Matt.) Liebl.). Mitt Forstl Versuchsanstalt Rheinland-Pfalz 34: 38–49.
- Schwarz, O. 1936–37. Monographie der Eichen Europas und des Mittelmeergebietes. Feddes Repetorium, Dahlem-Berlin.
- Stebbins, G. L. 1950. Variation and evolution in plants. Columbia University Press, New York.
- Steinhoff, S. 1993. Results of species hybridization with *Quercus robur* L. and *Q. petraea* (Matt.) Liebl. Ann Sci For 50: 137–143.
- Szappanos, A. 1989. A tölgytermesztés termőhelyi feltételei. In: A tölgy termesztése és hasznosítása (Béky A, szerk.), 17–47. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Wingston, D. L. 1975. The distribution of *Quercus robur* L., *Q. petraea* (Matt.) Liebl. and their hybrids in south-western England. 1. The assessment of taxonomic status of populations from leaf characters. Watsonia 10: 345–369.
- Yarnell, S. H. 1933. Inheritance in an oak species hybrid. J Am Arb 14: 68–75.
- Zanetto, A., Roussel, G., Kremer, A. 1994. Geographic variation of interspecific differentiation between *Quercus robur* L. and *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. Forest Genetics 1: 111–123.

AZ ERDŐK EGÉSZSÉGI ÁLLAPOTÁT FIGYELEMMEL KÍSÉRŐ MÉRŐHÁLÓZATOK MAGYARORSZÁGON

TÓTH JÓZSEF

ÖSSZEFOGLALÓ:

Az önálló Erdővédelmi és Vadgazdálkodási Osztály megalakulása előtt (1960) nem voltak mérőhálózatok az országban. 1961–62-ben alakult meg az Erdővédelmi Figyelő-Jelzőszolgálati Rendszer. 1987-ben megszületett az Erdővédelem Komplex Rendszere, amely már a nemzetközi kapcsolódást is biztosította. Az egymásra épülő hálózatrendszer egyes elemei a következők (1998):

1. Erdővédelmi Figyelő-Jelzőszolgálati Rendszer: 25 fénycsapda + jelzőlapok
2. Nemzetközi I. szint: 4x4 km-es EVH: 1027 pont
3. Nemzeti hálózat: 16x16 km-es EVH: 65 pont
4. Nemzetközi II. szint: Ökobázis hálózat: 14 pont
5. Nemzetközi III. szint: Csórréti víztározó
6. Kísérleti területek hálózata: kocsánytalan tölgy 26 parcella
bükk 29 parcella

KULCSSZAVAK: fénycsapda, jelzőlap, ICP Forest

ABSTRACT

There was no any organised forest health survey system in Hungary before 1960, when the independent Department of Forest Protection and Game Management was established in the Forest Research Institute. The Forest Damage Reporting and Forecasting System was established in 1961–62 and has continuously been working since then. The Complex System of Forest Protection was established in 1987 providing international compatibility. The major elements of this complex system are as follows:

1. Forest Damage Reporting and Forecasting System:
25 light traps + damage reporting forms
2. International 1st level: 4x4 km Forest Health Monitoring Network: 1027 plots
3. National level: 16x16 km Forest Health Monitoring Network: 65 plots
4. International 2nd level: Network of forest ecological experimental plots: 14 plots
5. International 3rd level: Experimental plots at Csórrét
6. Other long-term experimental plots for forest health survey:
sessile oak 26 plots
beech 29 plots

KEYWORDS: light trap, damage reporting forms, ICP Forest

ELŐZMÉNYEK

Az erdők egészségi állapotára vonatkozó információgyűjtő rendszerek Magyarországon komoly hagyományokkal rendelkeznek. A szervezett erdészeti kutatás megindulásakor, 1897-ben, a "magyar királyi erdészeti kísérleti állomások" felállításakor az erdővédelem már jelen volt az intézet falai között. A második világháború befejezéséig azonban állandósított mérőhálózatok nem működtek az országban. A kutatások szinte kivétel nélkül egy-egy kárt okozó szervezethez (gomba, rovar, baktérium) és fafajhoz kötődtek. Ezt a korszakot TUZSON JÁNOS (*Nectria cinnabarina*, *Botrytis spp.*, bükkipusztulás), BOKOR REZSŐ (*Mykorrhiza*-kapcsolatok), HARACSI LAJOS (erd. mikológia), GYÖRFI JÁNOS (*Ichneumonidae*, erd. rovartan), APT ÖDÖN (*Melolontha spp.*), IGMÁNDY ZOLTÁN (*Rhizoctonia*, *Pythium*, *Fusarium spp.*) stb. munkássága fémjelzte.

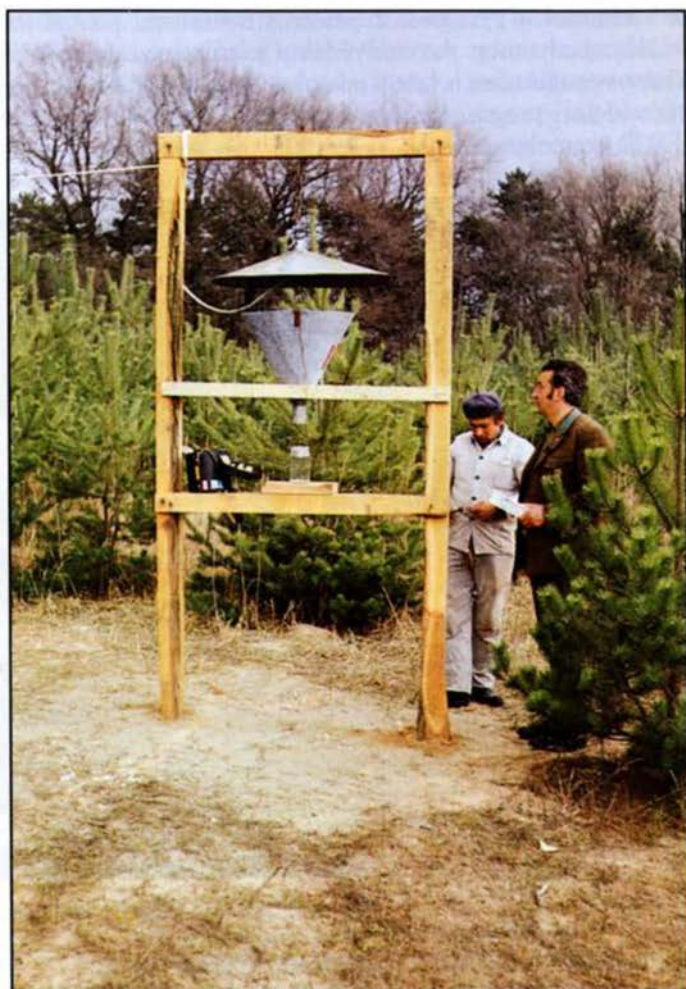
Az erdővédelmi kutatások történetében mérföldkönek tekinthető az 1956-os esztendő. Az Országos Erdészeti Főigazgatóság 3 erdővédelmi állomás felállítását rendelte el: Sopron, Eger és Budakeszi. Tekintve, hogy az 1949-ben Budapesten megalakult Erdészeti Tudományos Intézetbe beolvadtak az erdővédelmi állomások, az önálló Erdővédelmi Osztály közvetlen elődjének ezek voltak a bázisai. Maga az önálló Erdővédelmi és Vadgazdálkodási Osztály 1960-ban alakult meg PAGONY HUBERT vezetésével. Ez az az időpont, amikor az első mérőhálózat létesült az országban.

ERDŐVÉDELMI FIGYELŐ-JELZŐSZOLGÁLATI RENDSZER

A rendszer felállításának célja a magyarországi erdőkben keletkezett károk regisztrálása és lehetséges előrejelzése, éves erdővédelmi prognózisok készítése. A rendszer két fő részből áll:

Fénycsapda hálózat

A mezőgazdaságban Jermý Tibor javaslatára 1958-ban állították fel az első rovarfogó fénycsapdákat. A növényvédelmi szempontból jelentős rovarok zöme pozitív fototaxisú, fénycsapdával jól gyűjthető. Az erdészeti hálózat kiépítését döntően befolyásolta, hogy Szontagh Pál a mezőgazdasági fénycsapdák alapján részletesen ismertette a *Malacosoma neustria* 1955-56 évi gradációját. Az első erdészeti fénycsapdákat Tallós Pál vezetésével 1961-ben állították fel. 1962-ben már 13 csapda működött az országban. 1968-tól a mezőgazdasági és az erdészeti hálózat különvált. Az Identifikációs Csoport többszöri átszervezés és költözések után 1998-ban Budapesten működik. 1998-ban 25 db Jermý-típusú fénycsapda üzemel. A 37 éve folyamatosan üzemelő hálózat egyedülálló a maga nemében, csak Angliában működik hasonló. A fénycsapda anyag feldolgozása nem csak prognosztikai, hanem faunisztikai és taxonómiai szempontból is fontos.



I. kép. Erdészeti fénycsapda. A hálózat 37 éve működik
Pic. 1. Forest light trap. The network has been working since 1962

Erdővédelmi Jelzőlap

A gazdálkodók évente 4 alkalommal egy meghatározott kódjegyzék szerint kötelesek jelenteni a területükön előforduló károkat. A rendszeresen karbantartott kódjegyzék 1998-ban 87 féle károsítást tartalmaz:

Rovarak	53	Növény (<i>Epifita</i>)	2
Gombák	12	Fapusztulás (komplex)	6
Vad	3	Abiotikus	11

Az egyes kárformákat gyenge-közepes-erős bontásban, pontos terület, hely és időpont megjelöléssel adja meg. Az erdővédelmi jelzőlap az esetleges védekezés módjára és mértékére vonatkozóan is közöl adatokat. A fénycsapda és a jelzőlap adatokból évente erdővédelmi prognózis készül. Az Erdővédelmi Figyelő-Jelzőszolgálati Rendszert az ERTI üzemelteti.



2. kép. *Dendrolimus pini* Linné hernyója.

Legutóbbi gradációja Pakson fiatal feketefenyvesek pusztulását okozta (1986–87)

Pic. 2. Caterpillar of *Dendrolimus pini* Linné.

The last outbreak (1986/87) caused serious tree mortality in young Austrian pine stands at Paks

AZ ERDŐVÉDELEM KOMPLEX RENDSZERE

Amikor az egész világ figyelme az erdők romló egészségi állapotára irányult, egymás után születtek meg a nemzetközi egyezmények, az ENSZ az 1985-ös esztendőt az erdők évének nyilvánította. Szükségessé vált egy olyan rendszer megalkotása, amely nyomon követi az egészségi állapot változásait és feltárja a változások okait. 1987-ben megszületet az "erdővédelem komplex rendszere" (33/1987.)IX.1.)MT" rendelettel módosított 73/1981 (XI.29.)MT rendelet). A fentiekben bemutatott Erdővédelmi Figyelő-Jelzőszolgálati Rendszer is a "komplex rendszer" egyik elemeként működik tovább.

Az erdei ökoszisztémákban tapasztalt leromlásos folyamatok "decline disease spirál" típusú kárláncolatok fontos elemei lehetnek a környezetszennyezésből eredő hatások. 1979-ben megszületett a nagy távolságra ható légszennyezésre vonatkozó Genfi Egyezmény. Ennek keretében 1985-ben létrejött a légszennyezés erdőkre gyakorolt hatásának megfigyelésére kialakított nemzetközi együttműködési program (*JCP Forests; International Cooperative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forest*). A programhoz Magyarország még 1985-ben csatlakozott. A rendszer bázisa a nagy területre kiterjedő egészségi állapot mérőhálózat (monitoring).

4 x 4 km-es EVH (erdővédelmi hálózat)

Az Állami Erdészeti Szolgálat 1987-ben felállította a nemzetközi elvárásoknak is megfelelő I. szintű mérőhálózatot. Az egész országot lefedő 4x4 km-es rácsháló a sztereografikus vetületi rendszer erdőterületre eső metszéspontjait jelenti. A felállításkor ez 1027 mintapontot jelentett, 1998-ban a bővítés eredményeként 1127 mérőpont üzemel. A mintavételi helyek pontonként 4 mintaterületből állnak: a négy égtáj irányában, 25–25 méterre az állandósított ponttól 6–6 számozott törzs található, összesen 24 mintafa. A területen található törzsek közül csak a Kraft-féle osztályozás szerinti: 1=kiemelkedő, 2=uralkodó, 3=mellészorult fák kerülnek minősítésre, abból a megfontolásból, hogy a fák kondícióját a szociális helyzet erősen befolyásolja (alászorult törzsek). A mintegy 23 000 mintafát évente egy alkalommal, a vegetációs idő azonos szakában minősítik. A minősítést végző szakemberek rendszeres hazai és nemzetközi "szemléletformáló" gyakorlatokon vesznek részt. A minősítés elsősorban a lombkorona állapotára vonatkozik, de a törzs és a gyökér esetleges károsodásait is rögzíti. A 4x4 km-es mérőháló fő célja az erdők egészségi állapotában bekövetkező változások, trendek nyomon követése. A hálózatot az Állami Erdészeti Szolgálat üzemelteti.

16x16 km-es EVH (erdővédelmi hálózat)

A 4x4 km-es hálózatra épülő rendszer, melynek pontjai értelemszerűen egybeesnek a 4x4 km-es háló megfelelő pontjaival. A hálózat felállítása 1989-ben történt, 56 mintaponttal. A fokozatos bővítések ill. áthelyezések után 1998-ban 65 erdőrészletben található a megfigyelési parcellák. Minden területen állandósított mintafák vannak, az átlagos törzsszám 1997-ben 85 db volt:

Nyugat-Dunántúl	8 mintaterület	792 törzs
Dél-Dunántúl	14 mintaterület	1416 törzs
Kisalföld	3 mintaterület	309 törzs
Dunántúli középhegység	12 mintaterület	1085 törzs
Északi középhegység	15 mintaterület	1008 törzs
Nagyalföld	13 mintaterület	890 törzs
<i>Összesen:</i>	<i>65 mintaterület</i>	<i>5500 törzs</i>

A mintaterületek kijelölésénél már nem ragaszkodtak a pontos koordinátákhoz, hanem az erdőrészlet jellemző állományrészén választottak parcellát. A 16x16 km-es

mérőháló fő célja a magyarországi erdőkben bekövetkező változások nyomon követésén túl, a változás okainak feltárása. Évente egy alkalommal, növényi testtájak szerinti egészségi állapotfelvétel történik (14 paraméter vizsgálata), a kárt okozó szervezet (tényező) meghatározásával és szükség szerinti laboratóriumi minta vételével. A hálózat pontjain természetesen egyéb adatgyűjtés is folyik: 5 évente talajvizsgálat, 2 évente cönológiai felvétel és ugyancsak minden második évben állományszerkezeti adatfelvétel. A vizsgálatok a parcellák valamennyi fájára, tehát az alászorult (Kraft-4) törzsekre is vonatkoznak. Tulajdonképpen ez az a hálózat, amelyet az erdővédelem komplex rendszerének felállításakor a nemzetközi mérőhálózatok II. szintjének terveztek. Az I. szintet a 4x4 km-es EVH jelenti. Az időközben bekövetkezett módszertani változások, illetve a nemzetközi követelmények szintjének növelése azt eredményezte, hogy a 65 mintaterületet tartalmazó hálózat eredeti formájában már nem felelt meg a nemzetközi elvárásoknak. A rendszer további működtetése érdekében vagy a meglévő hálózatot kellett volna jelentős műszerparkkal felszerelve továbbfejleszteni, vagy egy lényegesen kevesebb pontot tartalmazó új hálózatot felállítani. Ez utóbbi megoldás mellett szólt az a lehetőség, hogy ebben az esetben a régi hálózat 8 éves adatsorai tovább vihetők, valamint az ERTI már meglévő ökobázis hálózata. Fentiek alapján az 1989-ben létesített 16x16 km-es EVH mérőrendszert változatlanul fenntartva, u.n. "nemzeti hálózattá" minősítették és létrejött a nemzetközi II. szintet jelentő ökobázis hálózat. Mindkét hálózatot az Erdészeti Tudományos Intézet üzemelteti.

Ökobázis Hálózat (nemzetközi 16x16 km-es EVH-II. szint)

Ez a rendszer a 16x16 km-es hálózathoz már csak nevében kapcsolódik, földrajzi értelemben ahhoz semmi köze sincs:

- | | |
|-------------------------|----------------------|
| 1. Gyöngyössolymos 39 A | bükkös |
| 2. Gyöngyössolymos 39 C | lucfenyves |
| 3. Gyöngyössolymos 66 C | kocsánytalan tölgyes |
| 4. Gödöllő 142 A | erdeifenyves |
| 5. Kecskemét 7 C | erdeifenyves |
| 6. Kecskemét 12 E | feketefenyves |
| 7. Püspökladány 21F | kocsányos tölgyes |
| 8. Püspökladány 24 C | kocsányos tölgyes |
| 9. Sopron 51A | bükkös |
| 10. Sopron 125A | kocsánytalan tölgyes |
| 11. Sopron 135A | lucfenyves |
| 12. Óriszentpéter 9 B | erdeifenyves |
| 13. Bajánsénye 6 B | kocsánytalan tölgyes |
| 14. Szentpéterfölde 21A | bükkös |

A 14 mintapont minden tekintetben megfelel a nemzetközi elvárásoknak. Magyarország jellemző erdőtársulásait képviselik, állományszerű mintaterületekkel és megfelelő műszerezettséggel.

A mintapontokon rendszeres és széleskörű adatgyűjtés folyik:

Lombanalízis: 6 kötelezően vizsgált paraméter.

Talajvizsgálat: 7 kötelezően vizsgált paraméter.

Növekedés vizsgálatok: 6 kötelezően vizsgált paraméter.

Évgyűrűelemzések: 50 évig visszamenően.

Egészségi állapotfelvételek: 18-részben kötelezően vizsgált paraméter.

Fitopatológiai adatgyűjtés: évente 4 alkalommal, egyéni módszer szerint.

Depozíció mérések: folyamatos mérés az állomány alatti és a törzsön lefolyó és a szabadtéri csapadéokra vonatkozóan.

Cönológiai felvételek: tavaszi és nyári aspektusok rögzítése.

Biomassza mennyiségi meghatározás: havonta 6 frakció elkülönítése.

Fenológiai megfigyelések: mintaterületenként 9–18 db növekedésmérő szalaggal ellátott mintafa vizsgálata.

Nemzetközi III. szint

Ennek a vizsgálati szintnek az elvárásait és módszertanát még nem egységesítették, nem alakították ki. A várható egységesítésre való tekintettel a Csórréti víztározó vízgyűjtő területén (Mátra hg.) már folynak az alábbi elemzések (2 naponta történő mintavétellel):

- Csapadék kémiai elemzése
- Nyomgázok koncentrációjának meghatározása
- Aeroszol kémiai összetételének vizsgálata.

Az Erdővédelem Komplex Rendszerbe tartozó nagyterületű egészségi állapot felmérő hálózatok üzemeltetését az új Erdőtörvény kötelezően előírja.

Kísérleti területek hálózata

Az eddig bemutatott hálózatok megfelelnek ugyan a nemzetközi elvárásoknak, de a sajátos magyarországi adottságokat nem mindig képviselik. Az 1980-as évek elején tapasztalt – és azóta is észlelhető – "tölgypusztulás", azaz a tölgyek leromlásos megbetegedése (oak decline) szükségessé tette, hogy az egyes fafajokra vonatkozó megfigyelési hálózatokat építsünk ki. A Soproni Egyetem Erdővédelemtani Tanszéke és az ERTI közösen jelölte ki az első 24 kocsánytalan tölgy mintaterületet, 1982–83-ban. Az állapotromlás mértékére és elterjedésére való tekintettel a hálózat fokozatosan bővült, és a 90-es évek első felében már 93 parcellán, több mint 15 000 számozott mintafán folytattunk megfigyeléseket:

Zemplén	11 parcella	Bakony és Keszthelyi hegység	7 parcella
Bükk	13 parcella	Mecsek	11 parcella
Mátra	13 parcella	Zselicség és Somogyi dombság	9 parcella
Cserhát	3 parcella	Kemeneshát	5 parcella
Börzsöny	5 parcella	Alpok nyúlványai	6 parcella
Dunazúg	8 parcella	Gerecse	2 parcella

Összesen: 93 parcella



3. kép Lombkártétel egy zempléni tölgyesben. A tölgypusztulás folyamatát 1982 óta kísérjük figyelemmel

Pic. 3. Defoliation in oak stand. The process of oak decline has been studied since 1982

1990-ben a kocsányos tölgyesekre is kiterjesztettük az egészségi állapotfelvételeket. A vizsgálatokat részben az erdőnevelési és fatermési kísérleti parcellákra építettük és 1995-ben már az alábbi bázissal rendelkezünk:

Tiszántúl-Cserehát	16 parcella
Duna–Tisza köze	5 parcella
Dél-Dunántúl	18 parcella
Dunántúli középhegység	9 parcella
Mezőföld	9 parcella
Nyugat-Dunántúl	9 parcella

Összesen: 59 parcella = 5612 db számozott mintafa

A kocsánytalan és kocsányos tölgyesekben kialakított kísérleti hálózatokat az 1995–1998 közötti időszakban lényegesen csökkenteni kényszerültünk, a fogyatkozó kutatási kapacitások függvényében. 1998-ra csak 26 KTT parcellával számolhatunk.

A tölgyparcellák évtizedes adatsorai értékes információkat szolgáltatnak a "tölgypusztulás" folyamatának és általában az erdőkben kialakuló "kárláncolatok" megismeréséhez. Ezért 1992-ben a bükkösök ilyen irányú vizsgálatát is megkezdtük.

1998-ban az alábbi hálózattal rendelkezünk:

Északi középhegység	12 parcella
Bakony	6 parcella
Mecsek	2 parcella
Göcsej-Zselicség	5 parcella
Alpok nyúlványai	4 parcella
<hr/>	
29 parcella = 2590 db mintafa	



4. kép Vadkarosított tölgy fiatalos. Évente 15–20 000 hektárról érkezik kárbejelentés
Pic. 4. Damage by game in young oak stand. This type of damage is reported from
15–2.000 hectares year by year

ELŐZETES ADATOK A NYÁRAK LEVÉLROZSDÁJÁT OKOZÓ MELAMPSORA FAJOK HAZAI ELŐFORDULÁSÁRÓL

SZÁNTÓ MÁRIA*, MARIJKE STEENACKERS**

ÖSSZEFOGLALÓ

Nemesnyárasainkban gyakori levélbetegségeket okoznak a *Melampsora* nemzettségbe tartozó rozsdagomba fajok, különösen a *Melampsora larici-populina*, de hasonlóan veszélyes lehet egy másik faj is, a *Melampsora allii-populina*. Kártételük a nyár utóján, főként anyatelepeken fordul elő és a vegetációs időszak végén abban jelentkezik, hogy tevékenységükkel gátolják a hajtáscsúcsok beérését és a korai lombhullással növekedéscsökkenést okoznak. A betegséggel szembeni rezisztencia egyik fontos célja és feladata a nemesítésnek, különösen akkor, ha figyelembe vesszük, hogy napjainkban a kórokozónak már több rassza okozza a megbetegedéseket. Igen fontos megismernünk a kórokozó fajok hazai előfordulását, hiszen kártételük nyomán a növények fogékonyabbakká válhatnak egyes törzskórokozók - így például a *Dothichiza populea* fertőzésével szemben is. Munkánk előzetes eredményeként megállapítottuk, hogy mindkét *Melampsora* faj jelen van a hazai nemesnyárasokban, továbbá az is valószínűnek látszik, hogy a *Melampsora larici-populina* több rassza okozza a fertőzéseket hazánkban.

KULCSSZAVAK: nemesnyárasok, rozsdagomba fajok, *Melampsora larici-populina*, *Melampsora allii-populina*

ABSTRACT

In the Hungarian poplar stands *Melampsora* species cause rusts on leaves. One of the most important species of the genus is *Melampsora larici-populina*, but there is another, *Melampsora allii-populina*, which should be also very serious. In the nurseries or in mother stands a high infection by rust cause early leaf fall, resulting in an early stop of growth. In Europe it has been identified several physiological races of *Melampsora larici-populina*, so in that case a high resistance to rust species is one of the main aims of poplar breeding and selecting. To identify the occurrence of these species in Hungary is very important because in addition plants become sensitive to other parasites of stems and branches such as *Dothichiza populea*. The preliminary result of our work we can say, that all this two *Melampsora* rust species is presented in Hungary and the occurrence of several physiological races seems to be credible.

KEYWORDS: poplar, rust species, *Melampsora larici-populina*, *Melampsora allii-populina*

* ERTI, Budapest

** IBW Geraardsbergen

BEVEZETÉS

A nyárasokban előforduló kórokozók között jelentős szerep jut a levélrozsdat okozó *Melampsora* fajoknak. A megbetegedés főleg csemetekertekben és anyatelepeken okozhat és okoz problémát, hiszen a fertőzés eredményeként fellépő korai lombvesztés erős fertőzési években komoly következményekkel járhat. Az erdősítésekben és állományokban is mindenütt előforduló levélkórokozók legjelentősebb fajai a *Melampsora larici-populina* és a *Melampsora allii-populina*. A kórokozók kártételükkel gátolják a hajtáscsúcsok beérését és a korai lombhullással növekedéscsökkenést okoznak (Kopecky, 1958). A fertőzés eredményeként a levelek felső felületén világoszöld foltosodás látható, a fonákon pedig narancssárga kolóniák formájában megjelennek a kórokozó uredotelepei. Az uredotelepek megjelenése a vegetációs időszak végére tehető, így az asszimilációban nagy zavart nem okoznak (Pagony, 1994). A kártételek eredményeként bekövetkező korai lombhullás azonban igen komoly növekedéscsökkenést eredményezhet. Az ismételt erős fertőzések következtében pedig a fajták legyengülnek és utat nyithatnak más, esetenként jóval veszélyesebb kórokozónak.



1. kép. Erős fertőzés eredménye az anyatelepen
Pic. 1. High rust infection in mother stands

A *Melampsora* nemzetségre tartozó közel 30 faj között több erdészeti kórokozó is található. A nemzetségre jellemző, hogy a teleutospórák egysejtűek, palisad alakúak, bekérgezésszerű csomókban foglalnak helyet. Az uredospórák egysejtűek, nyelések, az *aecidium pseudoperidium* nélküli, *caeoma* típusú (Ubrizsi, Vörös, 1968). Az uredospórák és a parafízisek morfológiája jellegzetes, egyes fajok szétválasztásának alapja. Szinte valamennyi faj kétfázisú kórokozó. A fő gazdanövényen történt áttelelés után előbb a köztes gazdanövényt fertőzik, majd az időjárástól függően a nyár elején-végén, ősz elején fertőzik a fő gazdanövényt – jelen esetben a *Populus* fajokat – és okozzák a gazdasági károkat. A nyárák levélrozsdáját okozó egyik legjelentősebb faj a *Melampsora larici-populina*, melynek a köztes gazdanövénye a *Larix decidua*. A másik faj, amely levélrozsdát okoz a nyárák levelén a *Melampsora allii-populina*, itt a köztes gazdanövény valamely *Allium* faj (Haracsi, 1969).

A nemzetközi szakirodalomban jól ismert a két faj és azok különböző rasszainak Nyugat-Európai előfordulása és jelentősége. Hazai adatok azonban mindeztidáig nem állnak rendelkezésünkre e témában. Előzetes vizsgálataink során a következő kérdésekre kerestük a válaszokat:

- A *Melampsora* nemzetség mely fajai a meghatározók a hazai fertőzések okozásáért? Az irodalom szerint Nyugat-Európában a *Melampsora larici-populina* és annak különböző rasszai döntő jelentőségűek a fertőzések kialakulásában (Pinon, 1973; Pinon et al., 1987; Steenackers M., 1988; Steenackers M. 1991; Steenackers V. 1982). Vajon itthon is hasonló a helyzet? Esetleg a másik faj, a *Melampsora allii-populina* is szerepet játszik a fertőzések okozásában, s ha igen, milyen mértékben?
- Az irodalomból az is jól ismert, hogy napjainkban a *Melampsora larici-populina* 5 különböző rassza (E0-E4) okozza a fertőzéseket Nyugat-Európában (Pinon, 1973; Pinon et al., 1987; Steenackers M., 1988; Steenackers M., 1991; Steenackers V., 1982). Kérdésként merült fel, hogy a hazai fertőzésekért a kórokozónak egy, vagy esetleg több rassza felelős és melyek ezek?
- További kérdésként merült fel, hogy a hazai köztermesztésben gyakori klónok fogékonysága hogyan alakul a *Melampsora larici-populina* különböző rasszaival szemben, hiszen várható, hogy az Európában már megjelent és egyre agresszívebb új rasszok a hazai nyárasokban is megjelennek.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Mintagyűjtés, uredospórák begyűjtése és tárolása, fajok határozása

A munkát mintagyűjtéssel kezdtük. 1996 őszén az ország négy különböző részéről csemetekertekből és állományokból 107 rozsdafertőzött levélmintát gyűjtöttünk be (1. táblázat). A helyszínek Sárvár, Bajti csemetekert; Tiszavárkony, állomány; Szabolcs, állomány; Derecske, csemetekert voltak. A rozsdafertőzött levelekről azután laboratóriumban begyűjtöttük az uredospórákat. A mintegy 107 db begyűjtött fertőzött levélről csupán 73 db további vizsgálatra alkalmas mintát tudtunk készíteni (2. táblázat). Ennek a legvalószínűbb oka az volt, hogy a viszonylag kései mintagyűjtés kö-

vetkeztében sok esetben a kórokozó fejlődési stádiuma már közelebb járt az áttelelő teleuto alakhoz és így nem volt lehetőségünk minden esetben egészséges, további vizsgálatokra alkalmas uredospórákat gyűjteni. A 73 db mintából álló gyűjteménnyel kezdtük tehát meg a vizsgálatokat. Először valamennyiből mikroszkópi preparátumot készítettünk a fajok meghatározása céljából, majd a gyűjteményt folyékony nitrogénben tároltuk a következő évi vizsgálatokig. A kórokozó fajok meghatározása még 1996-ban megtörtént, ezt az uredospórák és a parafizisek morfológiai különbözősége alapján végeztük el. A határozás eredménye a 4. táblázatban látható.



2. kép. Narancssárga uredotelepek a fertőzött levél fonákján

Pic. 2. Yellow uredospores on infected leaves

1. táblázat A rozsdafertőzött klónok listája, amelyek az ország különböző részéről kerültek begyűjtésre

Table 1. List of samples collected several places of the country

1.	Agathe-F	38.	S-172-5	73.	Villafranca (Sz)
2.	Beaupré	39.	S-298-8	74.	I-273 (Sz)
3.	BL	40.	S-299-3	75.	Agathe-F (Sz)
4.	Blanc du Poitou	41.	S-611-C	76.	Blanc de Poitou (Sz)
5.	Blom NL	42.	S-683-24	77.	Triplo (Sz)
6.	D x T Donk	43.	S-9-2	78.	BL-Constanzo(Sz)
7.	Dorchkamp	44.	S Giorgia	79.	Pannonia (Sz)
8.	F.Pauley	45.	S-681-84	80.	I-45/51 (Sz)
9.	Gaver	46.	Serotina	81.	Sudár (Sz)
10.	Gelrica	47.	Td Champ	82.	Kopeczky (Sz)
11.	Ghoy	48.	T x D B69-042/1	83.	Hellas-41 (Sz)
12.	Gibecq	49.	T x D B69-043/1	84.	Adonis (S-299-3)(Sz)
13.	H-328	50.	T x D B69-043/3		
14.	Hazendans	51.	Triplo	85.	Villafranca (D)
15.	Hoogvorst	52.	Unal	86.	Blanc du Poitou (D)
16.	Hunnegem	53.	V-2	87.	Robusta (D)
17.	I-214	54.	V-5	88.	I-45/51 (D)
18.	I-45/51	55.	71009/1	89.	I-214 (D)
19.	Isieres	56.	71009/2	90.	I-273 (D)
20.	Koltay	57.	71015/1	91.	S-298-9 (D)
21.	Kopeczky	58.	76004/10	92.	Agathe-F (D)
22.	Kornik 21			93.	Pannonia (D)
23.	Marilandica	59.	I-45/51 (T)	94.	Kopeczky (D)
24.	Ogy	60.	BL-Constanzo (T)	95.	S-307-24 (D)
25.	P.n. Bajti	61.	I-273 (T)	96.	Adonis (S-299-3) (D)
26.	P.n. Győr	62.	Pannonia (6x4) (T)	97.	Koltay (D)
27.	P.n. Lébény	63.	Pannonia (3x4) (T)	98.	Kornik 21 (D)
28.	P.n. Osli	64.	Robusta (T)	99.	S-298-8 (D)
29.	P.n. Osli 96 x Lassi 7			100.	BL-Constanzo (D)
30.	Pannonia	65.	Raspalje (Sz)	101.	Triplo (D)
31.	Primo	66.	S-298-8 (Sz)	102.	Meggylevelű (P-275)(D)
32.	RAP D x T	67.	RAP (Sz)	103.	Sudár (D)
33.	Raspalje	68.	I-214 (Sz)	104.	Aprólevelű (D)
34.	Robusta	69.	Hellas-32 (Sz)	105.	Unal (D)
35.	Rochester	70.	P-274 (Ne-42) (Sz)	106.	Beaupré (D)
36.	S-10-9	71.	Beaupré (Sz)	107.	Raspalje (D)
37.	S-117-12	72.	Hellas-34 (Sz)		

Megjegyzés: Sárvárról, csemetekertből (1–58.): 1996. október 7–9. Tiszavárkonyból, állományból (T) (59–64.), Szabolcsról, állományból (Sz) (65–84.) és Derecskéről, csemetekertből (D) (85–107.): 1996. október 24–25.

2. táblázat A fajták és klónok listája, amelyekről a rozsdaspórák begyűjtésre kerültek és amelyeket az IBW-nél tároltunk folyékony nitrogénben

Table 2. List of clones from which the rust samples was stored at IBW

1.	Agathe-F	25.	P.n. Lébény	49.	71009/1
2.	Beaupré	26.	P.n. Oslí	50.	71009/2
3.	BL	27.	P.n. Oslí 96 x Lassi	51.	71015/1
4.	Blanch du P	28.	Primo	52.	76004/10
5.	Bloom NL	29.	RAP D x T	53.	I-45/51 (T)
6.	D x T Donk	30.	Raspalje	54.	BL-Constanzo (T)
7.	Dorchkamp	31.	Robusta	55.	I-273 (T)
8.	F.Pauley	32.	Rochester	56.	Raspalje (Sz)
9.	Gaver	33.	S-10-9	57.	I-214 (Sz)
10.	Gerlica	34.	S-117-12	58.	Beaupré (Sz)
11.	Ghoy	35.	S-172-5	59.	Villafranca (Sz)
12.	Gibecq	36.	S-298-8	60.	I-273 (Sz)
13.	H-328	37.	S-299-3	61.	Triplo (Sz)
14.	Hazendans	38.	S-611-C	62.	Blanc du Poitou (D)
15.	Hoogworst	39.	S-683-24	63.	I-45/51 (D)
16.	Hunnegem	40.	S- 9-2	64.	I-214 (D)
17.	I-214	41.	S Giorgia	65.	Agathe-F (D)
18.	I-45/51	42.	S-681-84	66.	Pannonia (D)
19.	Isiérés	43.	Serotina	67.	Koltay (D)
20.	Kornik 21	44.	Td Champ	68.	BL-Constanzo (D)
21.	Marilandica	45.	T x D B69-042/1	69.	Triplo (D)
22.	Ogy	46.	T x D B69-043/1	70.	Meggylevelű (P275) (D)
23.	P.n. Bajti	47.	T x D B69-043/3	71.	Unal (D)
24.	P.n. Győr	48.	Triplo	72.	Beaupré (D)
				73.	Raspalje (D)

Melampsora larici-populina rasszok határozása

A kórokozó különböző rasszainak szétválasztása a klónok eltérő fogékonysága alapján jól elvégezhető. Jelen pillanatban 5 különböző rassza ismert a kórokozónak. Jelölésük alapján az E0, E1, E2, E3, és az E4. Határozásukhoz a különböző rassz fertőzése esetén eltérő válaszreakciójú klónokat használhatjuk fel. Az alábbi 3. táblázatban néhány klón eddig ismert fogékonyságát foglaltuk össze a különböző rasszokkal szemben. A vizsgálatok során leggyakrabban a következő klónokat használtuk: *Robusta*, amely a kórokozó valamennyi rasszával szemben fogékony; *Isieres*, amely az E2 és E4-el szemben fogékony; a *Boulare*, amely csak az E4-el szemben fogékony; valamint a *Hoogvorst* és a *Hazendans*, amelyek valamennyivel szemben rezisztensek. A vizsgálat során mesterséges visszafertőzéssel határoztuk meg a rasszokat. A visszafertőzés klímaszobában, állandó hőmérsékleten, páratartalom mellett a levélkorong módszerével természet-dobozokban történt (Singh and Heather, 1981). Az eredményeket a 5. táblázat tartalmazza.

3. táblázat Egyes klónok fogékonyága a különböző rasszokkal szemben
 Table 3. Different sensibility of the clones to several races

Klón	Rasszok				
	E0	E1	E2	E3	E4
Robusta	+	+	+	+	+
Trichobel	+	+	+	+	+
Col.River	+	+	+	+	+
Unal	-	+	+	+	+
Raspalje	-	+	+	+	+
Hunnegem	-	+	+	+	+
Isieres	-	-	+	-	+
Ogy	-	-	+	-	+
76004/10	-	-	-	+	-
Primo	-	-	-	-	+
Ghoy	-	-	-	-	+
Gaver	-	-	-	-	+
Gibeq	-	-	-	-	+
Beaupré	-	-	-	-	+
Boelare	-	-	-	-	+
S-9-2	-	-	-	-	+
Hoogvorst	-	-	-	-	-
Hazendans	-	-	-	-	-

A hazai nemesnyárák fogékonyága az E4 rasszal szemben

Mivel az első vizsgálatok arra utaltak, hogy hazánkban valószínűleg jelen van a jelenleg igen agresszívnek megismert E4-es rassz, fontosnak tartottunk egy előzetes vizsgálatot annak megállapítására, vajon a köztermesztésben leggyakoribb klónok hogyan viselkednek annak fertőzése esetén. A mesterséges visszafer-tőzést természetesen itt is klímaszobában, állandó hőmérsékleten, páratartalom mellett a levélkorong módszerével természető-dobozokban végeztük el (Singh and Heather, 1981). Egy természetődoboz esetében a fertőzés során felhasznált oltó-anyag mennyisége 2 ml/6 db levélkorongot tartalmazó doboz, a koncentrációja pedig 50 spóra/10µl volt. Az eredményeket az 6. táblázat tartalmazza.

EREDMÉNYEK

4. táblázat A rozsdagomba fajok határozásának eredménye

Table 4. Result of the species identification

<i>Melampsora allii-larici</i>								
1.	Agathe-F	0		10	38.	S-611-C	0	10
2.	Beaupré	2	?	0	39.	S-683-24	10	0
3.	BL	0		10	40.	S-9-2	1	?
4.	Blanc du Poitou	0		10	41.	S Giorgia	0	10
5.	Blom NL	0		10	42.	S-681-84	10	0
6.	D x T Donk	10		0	43.	Serotina	3	7
7.	Dorchkamp	10		0	44.	Td Champ	8	?
8.	F.Pauley	0		10	45.	T x D B69-042/1	0	10
9.	Gaver	5	?	0	46.	T x D B69-043/1	0	10
10.	Gelrica	1		9	47.	T x D B69-043/3	0	10
11.	Ghoy	10		0	48.	Triplo	0	10
12.	Gibecq	6		4	49.	71009/1	10	0
13.	H-328	0		10	50.	71009/2	10	0
14.	Hazendans	9		0	51.	71015/1	10	0
15.	Hoogvorst	10		0	52.	76004/10	10	0
16.	Hunnegem	2	?	8	53.	I-45/51 (T)	0	2
17.	I-214	0		10	54.	BL-Constanzo (T)	0	7
18.	I-45/51	0		10	55.	I-273 (T)	0	10
19.	Isieres	10		0	56.	Raspalje (Sz)	0	10
20.	Kornik 21	0		10	57.	I-214 (Sz)	0	?
21.	Marilandica	0		10	58.	Beaupré (Sz)	5	?
22.	Ogy	9		1	59.	Villafranca (Sz)	6	?
23.	P.n. Bajti	0		10	60.	I-273 (Sz)	0	?
24.	P.n. Gyor	0		10	61.	Triplo (Sz)	1	?
25.	P.n. Lébény	0		10	62.	Blanc du Poitou (D)	7	3
26.	P.n. Osli	0		10	63.	I-45/51 (D)	1	9
27.	P.n. Osli 96 x Lassi 7	0		10	64.	I-214 (D)	10	0
28.	Primo	10		0	65.	Agathe-F (D)	0	10
29.	RAP D x T	0		10	66.	Pannonia (D)	10	0
30.	Raspalje	0		10	67.	Koltay (D)	10	0
31.	Robusta	7	?	0	68.	BL-Constanzo (D)	8	2
32.	Rochester	0		10	69.	Triplo (D)	10	0
33.	S-10-9	10		0	70.	Meggylevelű (P275) (D)	0	9
34.	S-117-12	4	?	6	71.	Unal (D)	2	8
35.	S-172-5	0		10	72.	Beaupré (D)	2	0
36.	S-298-8	0		10	73.	Raspalje (D)	3	1
37.	S-299-3	0		10				

5. táblázat *A Melampsora larici-populina* különböző rasszainak határozása

Table 5. Result of the race identification

Klón		Klón	
Agathe-F	E1	S-298-8	E1
BL	E1	S-299-3	E1
Blanc de Poitou	E1	S-611-C	E1
Bloom NL	E1	S-9-2	?
Gelrica	?	S Giorgia	E1
H-328	E4 ?	69043/1	E1
I-45/51	E1	Triplo	E1
P.n.Osli	E1	Agathe-F (D)	E1
Rochester	E1	Unal (D)	E1

6. táblázat *A hazai klónok fogékonysága az E4-es rasszal szemben*

Table 6. Sensibility of the Hungarian clones to the race E 4

	Klón	Spóraszám		Klón	Spóraszám
1.	Adonis (S 299-3)	0	8.	P.n. Osli	1,5
2.	P.n. Bajti	0 (?)	9.	H-328	1,5
3.	P.n. Lébény	0,16	10.	S-298-8	1,833
4.	Pannonia	0,833	11.	BL	2
5.	Kornik 21	1,166	12.	BL-Constanzo	3
6.	Kopeczky	1,333 (?)	13.	Meggylevelű	3,5
7.	P.n. Győr	1,333	14.	S-611-C	5,333
			15.	Koltay	7,833 (?)

Megjegyzés: az oltóanyag mennyisége 2 ml/6 db levélkorongot tartalmazó doboz, a koncentrációja 50 spóra/10 µl, spóraszám = az inkubációs idő után történt a számlálás eredménye, ami azt jelenti, hogy a durván 750 db spórából, ami 1 levélkorongra kerülhetett ennyi csírázott ki a számlálás)

AZ EREDMÉNYEK MEGVITATÁSA

Látható, hogy az eredményeket összefoglaló táblázatok kérdőjeleket is tartalmaznak. Ezeket a kérdőjeleket magyarázhatjuk azzal, hogy talán a viszonylag késői mintagyűjtés miatt az uredotelemek már elég idősök voltak, ez nehezítette a fajok határozását. Továbbá sok esetben nem is sikerült megfelelő elemszámban mintát gyűjteni a fertőzött levelekről, valószínű ugyanezen okból kifolyólag. A kérdések számát az is szaporította, hogy a kapott eredményeket eddigi hazai vizsgálatok hiányában csupán a nemzetközi szakirodalom hasonló eredményeivel tudtuk összevetni. A *Melampsora allii-populina* hazai előfordulásáról például szinte egyáltalán nincs adatunk. Ha összevesszük a kapott eredményeket – kiemelve azt, hogy előzetes eredményekről van szó –, a következőket láthatjuk:

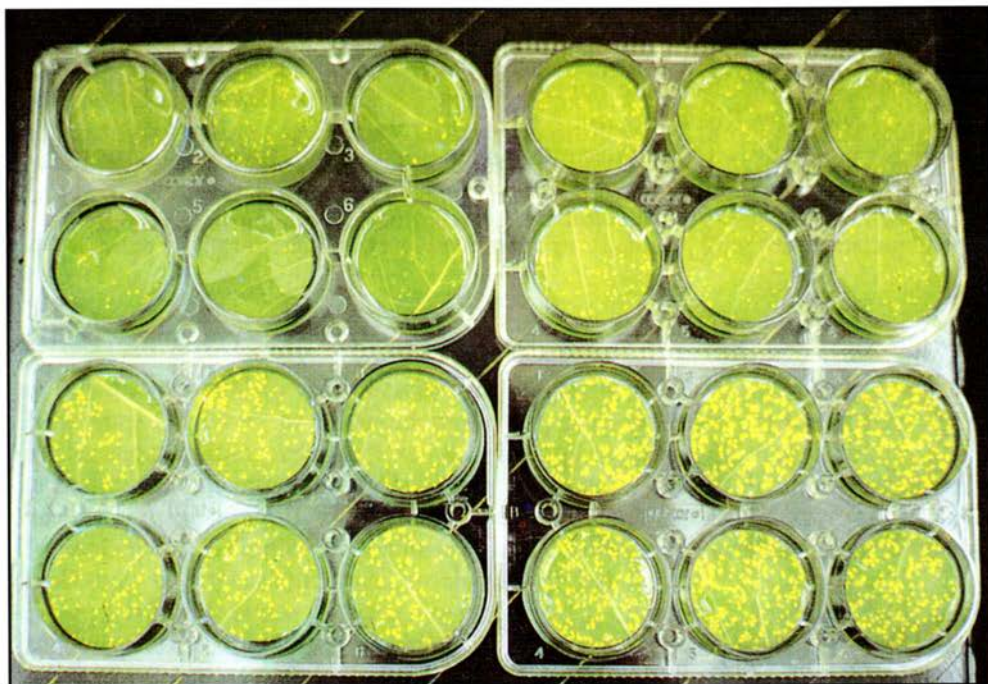
	<i>M. allii-populina</i>	<i>M. larici-populina</i>
BAJTI, csemetekert	187 38%	308 62%
(TISZAVÁRKONY (állomány) SZABOLCS (állomány))	0 12 38%	19 19 62%
DERECSKE, csemetekert	63 60%	42 40%

Klón	Bajti		Tiszavárkony		Szabolcs		Derecske	
	<i>allii</i>	<i>larici</i>	<i>allii</i>	<i>larici</i>	<i>allii</i>	<i>larici</i>	<i>allii</i>	<i>larici</i>
Agathe-F	0	10					0	10
I-214	0	10			(0	2)	10	0
Raspalje	0	10			0	10	(3	1)
Triplo	0	10			(1	0)	10	0
BL-Constanzo	0	10	0	7			8	2

Az összesítéseket vizsgálva előzetesen megállapíthattuk, hogy a hazai nemesnyárasokban a *M. allii-populina* legalább olyan jelentős szerepet játszhat a fertőzés kialakításában, mint a *M. larici-populina*. Ez azért érdekes, mert ezzel kapcsolatosan eddig még semmilyen információnk nem volt. Még az is valószínűnek látszik a kezdeti vizsgálatok eredményeként, hogy a *M. allii-populina* egyes vidékeken nagyobb mértékben fertőz, mint a *M. larici-populina*. De természetesen ezek csupán előzetes következtetések. Hiszen azt is csupán előzetesen mondhatjuk, hogy valószínűleg a *Melampsora larici-populina*-nak több rassza van jelen hazánkban is, legalábbis erre utal az az egy adat, melyet az 5. táblázatban találhatunk. Mindenesetre sok kérdés merült fel vizsgálataink során, egyebek mellett a következők:

- Az Ogy-n és a Rap-on találtunk *Melampsora larici-populina*-t, ez azt kellene, hogy jelentse, hogy itt az E2-es rasszról lehet szó, hiszen az eddigi ismeretek szerint ezek a klónok az E2-es rasszal szemben fogékonyak. Ennek ellenére a rasszok határozása során az E2-es rassz nem került elő.
- Az S 9-2-es klónról esetében a fajok határozásánál az egyik minta *Melampsora larici-populina*, a másik pedig *M. allii-populina* volt. A *M. larici-populina* esetében ez ismét ennek a kórokozónak az E4-es rasszára utal, hiszen ez a klón csupán erre a rasszra fogékony. Ebben az esetben azonban azt ki kell emelni, hogy csupán két értékelhető mintánk volt.
- Ugyanezt látszik alátámasztani az is, hogy a Gibecq-ről is izoláltunk *Melampsora larici-populina*-t (E4). De vajon miért nem találtuk meg ezt a fajt például a Ghoy-on – erről a klónról csak *M. allii-populina*-t határoztunk valamennyi (10) mintából – hiszen közismerten ez a klón igen érzékeny a kórokozó E4-es rasszára?

- A Gaver-ről izolált öt minta valamennyi *M. alli-populina*-nak bizonyult. Itt megint felmerül a kérdés, hogy vajon miért nem találtunk *M. larici-populina*-t ezen a klónon, hiszen ismét egy olyan klónról van szó, amely fogékony ezzel a kórokozóval, annak is az E4-es rasszával szemben. Ezek a kérdések azért is érdekesek, hiszen valamennyi eddig felsorolt minta egy csemetekertben került begyűjtésre, tehát úgy tűnik, hogy jelen volt a kórokozó illető rassza.
- A két faj ilyen arányú megjelenése mindkét csemetekertben szintén érdekes kérdés. Láthatóan mindkét faj fertőz mindkét csemetekertben, ám amíg a *M. larici-populina* jelentősebbnek tűnik Bajtiban, addig az előzetes adatok azt jelzik, mintha Derecskén viszont a másik faj, a *M. alli-populina* lenne felelős nagyobb mértékben a fertőzésekért. Itt természetesen az eltérő ökológiai viszonyok mellett a másodgazdák eltérő jelenlétére is gondolni lehet.
- Mindezen kérdések nyomán további feltételezések következhetnek. Az is elképzelhető, hogy a hazai csemetekertekben előforduló klónok közül néhánynak a fajtaazonossága bizonytalan. Ezt mindenképpen fontos lenne ellenőrizni és első lépésben a rozsdagombák különböző rasszaival elvégzett mesterséges visszafertőzési kísérlettel meg is tudjuk tenni. (Amennyiben további bizonytalanságok merülnének fel, akkor a klónok azonosságának megállapítására egy biokémiai módszert hívhatunk segítségül, az AFLP- módszert.)



3. kép A rozsdagombák levélkorongos vizsgálati módszere
Pic. 3. Leaf-disk method for rust

A felmerült kérdések sorát még tovább lehetne folytatni. Ki kell azonban ismét emelni, hogy ezek az eredmények még csak előzetes eredmények, amelyeket egy viszonylag kis elemszámú (73) gyűjtemény feldolgozása után kaptunk. A sok-sok bizonytalanságnak, kérdésnek ez is oka lehet. Arra azonban mindenképpen jó és szükséges volt, hogy tudjuk milyen irányban kell tovább haladnunk, hogy ezeket az eredményeket kiegészítve egy újabb, jóval nagyobb elemszámú gyűjtemény (1997 őszén történt a gyűjtés és azóta Sárváron tároljuk az anyagot) vizsgálati az igen érdekesnek mutató előzetes eredményeket alátámaszthassuk.

IRODALOMJEGYZÉK

- Gergác, J. 1975. Nyár anyatelepek és csemeték védelme levélkárosító gombákkal szemben. *Növényvédelem*, XI. évf. 2:75–80.
- Haracsi, L. 1969. Erdészeti növénykórtan Akadémiai Kiadó, Bp.
- Kopecky, F. 1958. Korszerű nyárfatermesztés. Országos Erdészeti Főigazgatóság.
- Pagony, H. (szerk.) 1993. Erdei károsítók. Képes határozó. Erdőrendezési Szolgálat.
- Pinon, J. 1973. Les rouilles du Peuplier en France. *Eur. Jour. For. Path.* 3(4):221–228.
- Pinon, J., Van Dam, B.C., Genet, I. & De Kam, M. 1987. Two pathogenic races of *Melampsora larici-populina* in north-western Europe. *Eur. Jour. For. Path.* 17:47–53.
- Singh, S.J. & Heather, W.A. 1981. An improved method for detached leaf culture of *Melampsora* leaf rusts of *Populus* species. *Trans. Br. Soc.* 77. (2):436–437.
- Steenackers, M. 1988. Breeding poplars for rust resistance. Recent advances. *Med Fac. Landbouw. Rijksunv. Gent*, 53, (2A):417–422.
- Steenackers, M. 1991. The phytosanitary state of poplars in Belgium in 1991. *Parasitica*, 47, (2–3):129–136.
- Ubrizsi, G.; Vörös, J. 1968. Mezőgazdasági Mikológia. Akadémiai Kiadó, Bp.

AZ ÖKONÓMIAI OSZTÁLY KUTATÁSAI

MAROSI GYÖRGY

ÖSSZEFOGLALÓ

A cikk az ERTI Ökonómiai Osztályának kutatási tevékenységét mutatja be. A munkák legfőbb célja az ökológiai-műszaki követelmények és a piacgazdaság feltételeinek összeegyeztetése. Ezt segítik elő a környezeti hatásvizsgálatok, a kíméletes erdőkezelés és a jövedelmesség kapcsolatának bemutatása, az erdőkezelés normatív hozamainak meghatározása és a társult erdőkezelés problémáinak feltárása.

KULCSSZAVAK: környezeti hatásvizsgálat, jövedelmesség, társult erdőgazdálkodás

ABSTRACT

The paper presents the research activities of the Department of Economy of the Forest Research Institute. Main goal of the research is to harmonize the ecological-technical requirements of the forestry with the condition of the market economy. This is done through environmental impact assessment, through the presentation of the connection of tolerant forest management and profitability, through the determination of the normative yield of forest management and through the presentation of the problems of joint forest management.

KEYWORDS: environmental impact assessment, profitability, joint forest management

TÖRTÉNELMI ÁTTEKENTÉS

A mai értelemben vett erdészeti gazdaságtan (ökonómia) intézményes művelése hazánkban 1951-ben, az Agrártudományi Egyetem Erdőmérnöki Karán átszervezéssel létrehozott Erdőgazdasági Üzemtani Tanszéken kezdődött meg. Azonban az oktatás mellett a kutatásra viszonylag kevés idő és energia jutott. Ezért az Országos Erdészeti Főigazgatóság (OEF) kezdeményezésére 1952-ben az Erdészeti Tudományos Intézetben (ERTI) is elkezdődött az erdészeti gazdaságtani kutatás. Az egy fő kutató a faállományok értékszámításának problémájával foglalkozott.

A későbbi években jelentősen megnőtt az egyes erdészeti beavatkozások gazdaságosságának vizsgálata iránti igény, és számottevően bővültek a nemzetközi kapcsolatok. Ennek hatására az OEF 1964. január 1.-vel Üzemgazdasági Osztály felállítását rendelte el az ERTI-ben 5 kutatóval. A kutatási program fő jellegzetessége és célja volt az erdészeti tevékenység gazdasági hatékonyságának mérésére és fokozására

szolgáló módszerek keresése az erdőgazdálkodásban (Farkas, 1964). Ennek keretében foglalkoztak a következő témákkal:

- ◆ Az erdőgazdasági üzemek működésének elemzése és leszámolása.
- ◆ A munkatermelékenység és a munkabér összefüggései.
- ◆ A termelőeszközök – köztük az erdő – értékelésének, a gazdasági hatékonyság megállapításának problémái.
- ◆ A vállalati tervezés.
- ◆ Az erdőgazdasági számvitel fejlesztése.
- ◆ A gazdaságos üzemszervezet és üzemnagyság vizsgálata.

Láthatjuk, hogy az akkor művelt témák jó része ma is aktuális lehet.

A gazdaságirányítás rendszerének 1968. évi változása, a vertikális felépítésű és önálló gazdálkodású nagyvállalatok létrehozása, és az erdő egyéb (a faanyagon kívüli) szolgáltatásai iránti igény növelése jelentette az újabb kihívást. Így a hetvenes és nyolcvanas években a gazdasági szabályozás, és a többcélú erdőgazdálkodást elősegítő kutatások kerültek előtérbe.

A nyolcvanas évek végén hozott gazdasági törvények, a közelmúlt gyökeres társadalmi-gazdasági változásai, és az ökológiai szemlélet erősödése következtében megint újabb feladatok jelentkeztek a kutatásban. Javaslat készült az erdőfelújítást támogató Erdészeti Alap új rendszerére. Összehasonlítottuk a különböző erdőértékelési eljárásokat a felhasználási cél szempontjából.

Több tanulmány témája volt az erdőprivatizáció, az új erdészeti politika és a vállalkozások megjelenése az állami erdészetben.

Az Ökonómiai Osztály 35 éves történetén végigtekintve megállapíthatjuk, hogy a kutatómunka döntő többségét mindig a kornak megfelelő aktuális problémák megoldására való törekvés jellemezte. Így érthető a sok téma és a gyakori változás. Ezt a jövőben is fel kell vállalnia az ERTI Ökonómiai Osztályának.

Az Osztály rövid története során a szakterület vezetőiként és kutatóiként is meghatározó szerepet játszottak az Osztály korábbi vezetői:

Dr. Farkas Vilmos A gazdaságmatematikai módszerek erdészeti alkalmazása.

Dr. Márkus László A költségszámításokra épített erdősítési egységárák, a fatermesztés hozam-költség vizsgálata, erdőértékszámítás.

Dr. Illyés Benjamin Erdőművelési és fakitermelési költségszámítások, erdészeti politika, erdőértékszámítás.

A JELENLEGI KUTATÁS, EREDMÉNYEK

Az Osztály kutatási tevékenységét jelenleg és a belátható jövőben is alapvetően az erdőgazdálkodás törvényi szabályozásához szükséges elemzések készítése határozza meg. E munkáknak a legfőbb célja az ökológiai-műszaki követelmények teljesíthetősége a piacgazdaság feltételei között.

Környezeti hatásvizsgálatok

"A probléma nem az, hogy *milyen hatást* gyakorolunk a környezetünkre, hanem hogy *milyen a viszonyunk* a környezethez." Al Gore-nak, az Amerikai Egyesült Államok jelenlegi alelnökének kitűnő könyvében olvasható ez a megállapítás. A szerző annak a véleményének ad ezzel hangot, miszerint a világméretű és helyi környezeti problémák "mind-mind közös okra vezethetők vissza: a civilizáció és a Föld természeti egyensúlya közötti új viszonyra".

Természetesen érvényes ez a megállapítás az erdőgazdálkodás minden tevékenységére is. A technika rohamos fejlődésének és az emberi munka mind értékesebbé váló perceinek is köszönhetően lényegesen átalakultak az erdő kezelésére irányuló szokásaink, megváltozott a *viszonyunk* az erdőhöz. Kár lenne tagadni, hogy jónéhány területen ezt az új viszonyt jogos bírálat illeti.

El kell-e ezt fogadnunk fenntartás nélkül, vagy utasítsuk vissza „csípőből tüzelve”?

A válasz nem kétséges - egyik sem helyes.

Egyrészt érthető, hogy a társadalom érzékenysége nő, hiszen a környezeti problémák súlyosbodása még inkább ráirányítja a figyelmet a természet azon elemeire, amelyek a káros hatások mérséklésében élen járnak, s ilyen az erdő is. Elég, ha csak a CO₂ megkötésére, a klíma-kiegyenlítő hatásra, a vízháztartásban játszott kedvező szerepre, vagy a levegőben lévő egyéb káros anyagok kiszűrésére gondolunk. Az aggodás ezért érthető. Másrészt határozottan védenünk kell szakmai szempontból megalapozott álláspontunkat a jó szándékú laikusok túlzásaival, és a szenzációhajhász próféták szándékos hitelrontásával szemben egyaránt. Ennek a magatartásnak alapvető feltétele azonban az, hogy tisztában legyünk saját cselekedeteink korlátaival és hatásával.

A környezeti hatásvizsgálat (KHV) az egyik hasznos eszköze lehet az új viszony kialakításához szükséges ismeretek megszerzésének. A több mint 25 évvel ezelőtt az USA-ban kifejlesztett módszer semmiképp nem csodaszor, amely megoldja az összes problémát. S pláne nem divatból, öncélúan alkalmazott eljárás. Akkor ítéljük meg helyesen, ha annak fogadjuk el, ami: egy olyan módszer, amely a cél elérése érdekében rendszerezett gondolkodásra készítet, így segítve abban, hogy előre feltárjuk tervezett cselekedeteink és annak eredménye közötti ok-okozati összefüggéseket. Röviden, az alkalmazott *józanész*.

A KHV-ról beszélni azonban jóval egyszerűbb, mint megcsinálni, hiszen eléggé bonyolult, ezért meglehetősen idő- és pénzigényes módszer. Ha ez így van, akkor kell-e használnunk? Vajon nem lövünk-e ágyúval verébre? Valóban túlzás lenne az erdőgazdálkodásban minden egyes tervezett cselekedetünk előtt KHV-t megkövetelni. Arra viszont érdemes áldozni, hogy a fontosabbnak ítélt erdőgazdálkodási tevékenységeket egyszer alá vessük ennek a vizsgálatnak. Az így nyert tapasztalatokra építve lehet keresni azokat a kompromisszumokat, amelyek az "ökológiai optimum-műszaki minimum" együttes szem előtt tartásával a társadalom és az erdőgazdálkodás számára egyaránt elfogadhatók.

Nem lenne helyes, ha megváránk, amíg külső kényszer (különböző mozgalmak) hatására, erdészek részvétele nélküli hatásvizsgálatokra kerülne sor. Sőt, nem

egyszerűen résztvevői, de kezdeményezői, irányítói szerepet kell vállalnunk, természetesen a szükséges szakemberek bevonásával (pl. botanikusok, hidrológusok, talajtanosok). Ne feledkezzünk meg arról, hogy nekünk, erdészeknek több a veszítenivalónk, mint a bennünket jogosan bírálóknak. Hiszen egy rossz, káros beavatkozás nemcsak mint a társadalom tagjait sújthat, hanem egzisztenciánkat is veszélyeztetheti.

A környezeti hatásvizsgálat lehetséges területei

Az erdészeti feltáró létesítmények építése és üzemeltetése jelentős változást okoz az erdőterület igénybevételében. Különösen igaz ez az erdei feltáróút esetében, amely a fatermelésből eltérő használatot jelent meghatározatlan (de mindenképp hosszú) időre. Ugyanakkor ez az erdő legfontosabb infrastrukturális létesítménye, amelynek számos előnye mellett vitathatatlanul van káros környezeti hatása is. Az egész feltárási probléma új, rendszerszemléletű megközelítése (Kosztka, 1993), és a javasolt változtatások – ha ezeket a gyakorlat elfogadja és alkalmazza – a mainál lényegesen *zöldebb utak* megépítését teszik lehetővé.

Az erdei feltáró létesítmények és eszközök használatát is célszerű lenne KHV-nek alávetni. Különösen az alternatív megoldások közötti választások esetén vehetnénk ennek hasznát. A vizsgálatok nemcsak a káros, hanem a környezeti szempontból kedvező hatásokat is számba veszik. A drótkötélpályás közelítés például nemcsak magasabb költségigénye, hanem a talaj, az újulat, a visszamaradó állomány, a szennyezés elkerülés figyelembevételével kerülhetne a gazdaságossági számításokba.

A tarvágás utáni mesterséges erdőfelújítás módszerei, eszközei eléggé változatos képet mutatnak. Az eltéréseket nem feltétlenül a táji adottságok, hanem sok esetben a gazdálkodói megszokás, a már rendelkezésre álló technika határozzák meg. A felújítási probléma kötöttségtől mentes végiggondolása az ökológiai szemléletű erdőgazdálkodás megvalósításához nyújthat hasznos ismereteket.

Az új erdők létesítése lényeges és tartós beavatkozást jelent a természet addigi rendjébe. Az erdőtelepítés révén egy új ökológiai egyensúly alakul ki - számos új résztvevővel. Nem lehet sommásan elintézni a problémát azzal, hogy az erdő mindenképp kedvezőbb területhasznosítási forma. Ez nem mindenhol, és nem minden esetben igaz (gondoljunk csak a nem túl távoli időszak fenyő, nyár telepítéseire). A KHV megállapításai segítik az ökológiailag stabilabb erdő létrehozását és hasznos információt nyújtanak a telepítésre szükösen rendelkezésre álló pénzeszközök differenciált szétosztásához is.

A környezeti hatásvizsgálatok ajánlásainak megfogadása nemcsak szándék kérdése. Bár a tapasztalatok szerint a problémák 80 %-a a költségek 20 %-ból megoldható, az esetek többségében nagyobb anyagi teher az ökológiai jobbítás ára. Az erdőgazdálkodás jövedelme erre nem nyújt fedezetet. A természetközeli erdőgazdálkodás a társadalom egészének (és benne persze az erdészeknek) az érdeke. Ebből logikusan következik, hogy az indokolható többletköltségek jó részét is vállalnia kell a társadalomnak. A megoldásra elméletileg több lehetőség is kínálkozik (adóelengedés, meghatározott irányú támogatás az Országos Útalapból, illetve különböző környezetvédelmi célú alapokból, az állami költségvetésből, az útépítő-karbantartó erdőgazdasági szervezet teljes adómentessége, út használati díj). Tudomásul kell vennünk, hogy egy-

általán nem könnyű ennek az elméleti lehetőségnek a valóra váltása. Céljaink elérésének egyik útja lehet a lobbizás. Ez építhet a személyes kapcsolatra, és megalapozott szakmai tényekre egyaránt. Egyértelmű, hogy az utóbbiak túlsúlyára kell törekednünk. A szakmai érvek tárházát bővíthetik a környezeti hatástanulmányok.

A kíméletes erdőkezelés hatása a jövedelmezőségre

Az e témakörben végzett kutatások Gólya János nevéhez kötődnek.

A gazdálkodás eredményének (árbevétel–költség) árbevételhez viszonyított aránya mutatja a jövedelmezőséget. A kíméletes erdőkezelés az árbevételre és a költség-re is kihathat, ezáltal befolyásolja a jövedelmezőséget.

A kíméletes erdőkezelésnek elsősorban a fahasználati vonatkozásaival foglalkoztunk, hiszen a kíméletes – de számításaink szerint nagyobb költségű – fahasználat az állomány minőségjavítása révén növelheti az árbevételt, a kíméletlen pedig – ami általában olcsóbb – rosszabb minőséget, ezáltal alacsonyabb árbevételt eredményez.

A kíméletesség miatti költségnövekedést az alábbi tényezők okozzák:

- A kíméletes rövidfás munkarendszerekben alkalmazott tő melletti választékolás és darabolás időráfordítása (költsége) nagyobb, mint a rakodón végzeteké.
- A rövidfás munkarendszerek közelítési költsége nagyobb, mint hosszúfas (szálfás) közelítésé (darab-tömeg törvény).
- A visszamaradó állomány fajt védő berendezések (terelőkarók, X-védők, védcőrácsok) elkészítése, kihelyezése és időnkénti áthelyezése pénzbe kerül.
- A sérült törzsek utólagos sebkezelése is többletkiadást jelenthet.
- A kíméletes térbeli rend megtervezése és felügyelete tervezési és irányítási többletidő-ráfordítás.

A kíméletlenség többletköltségeit okozhatják a következők:

- Fennakadt fák lehúzására fordított többletidő- és energiafelhasználás.
- A károsodott újulat esetén szükségessé váló visszavágás illetve a pótlás munkája.
- A szennyeződött faanyag rakodói darabolásakor a nagyobb lánckopás és nagyobb üzemanyag-felhasználás.
- A hosszúfa vonszolásos közelítésekor sárral és kövekkel elszennyeződött fa magasabb fűrészüzemi feldolgozási költsége.
- A kíméletlenség miatti árbevétel-csökkenést eredményező tényezők:
- A dőlő fa által a visszamaradó állomány fáiban okozott törés értékvesztést jelent.
- A fennakadt fa ledarabolásos levételekor egyrészt leeső darabok keletkeznek, másrészt az optimális választék helyett alacsonyabb rendű választék keletkezik.

- A "villára" vagy tuskóra döntött és szétforgácsolódott farészből csak értéktelenebb választék termelhető.
- A helytelen döntési technika miatt felhasadt törzsrész ugyancsak alacsonyabb rendű választékká válhat.
- A szennyeződött faanyag rakodói választékolásánál a sok mindent eltakaró sár miatt nehezebben érhető el az optimális kihozatal.
- A fertőzési kapuként működő sérülésnél gombainfekció vagy egyéb károsítás léphet fel, ami a későbbi kitermelésekkor csökkenti az árbevételt.
- A sérülés növedékvesztéséget is okozhat, amely szintén akkor jelentkezik, amikor a sérült faanyagot (egy későbbi beavatkozás során) kitermelik.
- A károsodott újulat visszavágása miatt növedékvesztés jelentkezik.
- A rendetlen sarang vagy máglya átvevője vagy vevője mindig igyekszik mennyiségi vagy minőségi kifogást találni, így az elérhető árbevétel csökken.

A kíméletlenség következményeként adódó – nem vagy igen nehezen kimutatható – árbevétel-csökkenés:

- Tarvágások következtében előálló vízháztartás-romlás illetve talajerózió.
- Közelítő eszköz által okozott talajtömörödés.
- A termőréteg közelítő nyomon bekövetkező eróziója.
- Az erdőtalaj ásványi olajjal (lánckenőolaj, hidraulikaolaj) történő szennyeződése.

A munkarendszereket azonban elsősorban a bennük dolgozó ember teheti kíméletlenné vagy kíméletlenné.

A tősérülések által okozott értékvesztés kiszámítására kidolgoztunk egy eljárást, amit modellkísérletben próbáltunk ki. Ebben kimutattuk, hogy értékes és sérülés-érzékeny állományainkra akkor kell legjobban ügyelnünk, amikor 20–25 cm körüli a mellmagassági átmérőjük. Az itt elkövetett bűnök a későbbi beavatkozásoknál jelentenek számottevő veszteségeket.

A kíméletlenül dolgozó erdész és favágó pedig a szakma becsületének okoz érzékeny veszteséget.

Megoldási lehetőségek:

- A döntési károk fokozott ellenőrzéssel (szervezési többlet), illetve az irányított döntés oktatásának javításával csökkenthetők.
- A közelítéssel okozott károkat a fakitermelést végzőnek meg kell térítenie.
- A V-fa jelölés és a V-fákra ügyelő fakitermelés jelentősen csökkenti a visszamaradó állományban okozott kárt.
- Nagy szerepe van az irányított döntésnek és a megfelelő térbeli rendnek. Ez utóbbinak lényeges eleme, hogy a közelítő eszköz csak a kijelölt közelítő nyomon mozogjon.
- Kis területű tarvágásokat lehet csak engedélyezni.
- Alacsony talajnyomású abroncsokkal ellátott közelítő gépeket kell használni.

- Lehetőség szerint kis gépeket kell alkalmazni.
- Vonszolva közelítő gépek helyett kihordókat kell bevetni, természetes felújításban a szálfás vonszolás egyáltalán nem engedhető meg.
- A kihordás egyik előnye a vonszolással szemben, hogy a kihordott faanyag tiszta marad.
- Az erre alkalmas helyeken – és alkalmas eszközök esetén – kötélदारus közelitést kell alkalmazni.
- Törekedni kell a téli fakitermelésre.
- Esős időszakokban a közelitést vissza kell fogni vagy szüneteltetni kell.
- Öreg "olajfolyásos" gépeket le kell cserélni, és bioolajokat kell használni.

A beavatkozáshoz kötött jövedelem meghatározása

Az összeállított elemzési rendszer lehetővé teszi, hogy egy objektívnek mondható mérce alapján meg lehet ítélni az erdőgazdálkodás elvárható jövedelmét. Az objektivitást az biztosítja, hogy mind a hozamokat, mind a költségeket normatív alapokon határozzuk meg. Az elemzés a közvetlen költségek szintjén történik, ezért gyakorlatilag az erdőrészletből kiindulva az erdőgazdálkodás bármely köre (magánerdő-tulajdonos, erdészeti, erdőgazdaság, tájegység, az ország egésze) azonos metodikával értékelhető.

A jövedelem meghatározáshoz csak a fakitermelés és az erdőfelújítás, hozamait és költségeit vesszük figyelembe. Így tisztán kapjuk az erdőkezelés eredményét, kizárva az egyéb tevékenységek hatását.

Ebben a munkában szoros és állandó együttműködés alakult ki a Soproni Egyetem Erdőhasználati Tanszékével. Dr. Rumpf János és Gólya János végzi a fahasználati hozam-költség számításokat.

Az elemző munka lépései

Az elmúlt időszak (legalább 5 év) tényleges teljesítményének értékelése:

Az abszolút és fajlagos – a kitermelt fatérfogatra és/vagy 1 hektárra jutó – hozamok és költségek hasznos információt adnak a jövedelem képződés tartós tendenciáinak feltárásához. A mintegy fél évtized adatai alapján a fapiac rövid távú változásai-ból és az időjárás átlagtól eltérő alakulásából adódó torzítások nagyrészt kiszűrhetők.

A fajlagos értékek lehetőséget adnak a különböző térségek, gazdálkodók összehasonlítására.

A normatív költség-hozam számítások:

A fahasználati normatív közvetlen költségeket az állományok, azok minősége, az alkalmazható munkarendszerek, az ezeken belül elvégzendő műveletek, valamint azok jellemzői (mozgatási távolság, rövid és hosszú választékok aránya, kérgezendő mennyiség, stb.), a műveletek időfelhasználása (normaidő), a műveletenkénti létszám és az alkalmazott gépek, eszközök üzemóra költsége alapján kalkuláljuk.

A fahasználati hozamok az állományok, a minőségi jellemzők, a választékszerkezet, az apadék és a választékonként várható árak ismeretében számíthatók.

Az erdőművelési munkák költségeit fafajonként és a fontosabb termőhelyi jellemzők szerint differenciált módon kalkuláljuk. A korábban végzett reprezentatív adatgyűjtéseink aktualizálásával állítjuk össze az indokolt, minimálisan szükséges műveletekből a felújítási munkarendszereket.

A normatív fajlagos költségek és hozamok, valamint az időszak (általában 5 év) során elvégzett konkrét beavatkozások figyelembe vételével állítható elő a vizsgált erdőterület kezeléséből várható jövedelem.

Az egyes állományok (fafajok) korszaki jövedelme.

Az erdőnevelési modellek előírásai, vagy a ténylegesen megtörtént beavatkozások és a fajlagos normatív értékek alapján kalkuláljuk az egyes fafajok korszaki jövedelmét. Az így meghatározott hozamok és költségek, valamint ezek felmerülésének időpontja alapján számítható a belső kamatláb. Az erdőértékbecslésnél alkalmazott statikai alapegyenlettel meghatározott kamatláb lehetőséget ad az egyes fafajok jövedelmezőségének – vágáskortól független – összehasonlítására.

Prognóziskészítés a következő időszakra.

Az a) és b) eredményei és tanulságai alapján az üzemtervi előírások figyelembe vételével előre jelezhető a várható erdészeti jövedelem.

A normatív hozam–költség számításokra építve értékeltük az erdőfelújítások támoogatási rendszerét. Felhasználtuk az e téren elért eredményeket a főbb fafajok, illetve fafajcsoportok jövedelmezőségének megállapítására is. A normatív jövedelem ismerete lehetővé teszi a nem gazdaságosan kezelhető erdőterületek ismérveinek meghatározását és a jelenleginél objektívebb erdőfenntartási járulékrendszer megalkotását.

A társult erdőkezelés problémája

A fejlett európai államok többségében jelentős a magántulajdonú erdők részaránya. Ennek megfelelően az állami erdészeti politika kitüntetett figyelmet szentel nekik.

A nagy magánerdők (200 ha felett) általában a piacgazdaság elvei szerint működnek az erdő sajátosságaiából adódó korlátok között.

A kis erdőtulajdonok (50 ha-nál kisebb) esetén a nyereségérdekeltség korlátozott mértékben jelentkezik. A tulajdonosok többsége megelégszik szerény nyereséggel, az erdőtől elsősorban gazdasága likviditását várja.

A magántulajdonosok arra törekszenek, hogy szabadon rendelkezzenek erdeikkel, emellett azok megőrzése is alapvető érdekük. Az erdőt az egyik legbiztosabb vagy befektetésnek látják, ezért érik be alacsony – néhány százalékos – hozammal. A vagyon biztosításához kötődő érdek általában megvédi az erdőt a tönkretételétől.

A tulajdonos a gazdasági célok mellett érzelmi alapon is kötődik az erdőhöz, amelyben megőrzésre érdemes örökséget lát. Nagyra értékeli azt, hogy egy darab ter-

mészet birtokosa. Ezek a kimondottan személyes érdekek inkább az erdő védelmére és nem kivágására ösztönzik a tulajdonost.

A számos pozitív kötődés ellenére problémát jelent a kis magánerdőkben történő gazdálkodás a méret, kedvezőtlen korosztályszerkezet, a nagyszámú tulajdonos és az átlagosnál rosszabb termőhelyi viszonyok miatt.

A feltételek javítását szolgálja a különböző társulások alakítása. Ezen belül a tagok önállóan kötődnek az erdőgazdálkodáshoz. A társulást olyan támogató intézményként hasznosítják, amelynek a segítségével fontos információkhoz jutnak, tanácsot, segítséget kapnak a gazdálkodáshoz (közös géphasználat), a közös feladatok révén növelhetik a jövedelmüket. A társuláson belül a tulajdonosi pozíciók nem csorbulnak, s valójában egyes szolgáltatásokra, vagy a teljes erdőkezelés valamilyen szervezet részére történő átengedésére társulnak a tagok. A kis-magánerdő tulajdonosok két jól elkülöníthető csoportra oszthatók. A paraszti erdőbirtokosok a mezőgazdaságból élnek elsősorban, és meglehetősen nagy az affinitásuk az erdőhöz. A "nem mezőgazda" tulajdonosok jóval lazábban kötődnek az erdőkhöz, s nehezebben látnak túl a közvetlen anyagi hasznon.

A magánerdő-gazdálkodást szinte minden európai országban támogatja az állam valamilyen formában. Természetesen ez a támogatás egyúttal beavatkozást is jelent, s a tulajdonost korlátozza. Ez azért nem komoly probléma, mert a támogatás – mind-egy, hogy tanácsadásról vagy anyagi segítségről van szó – önkéntességi alapon vehető igénybe. A támogatás elfogadását nem kíséri semmilyen kényszer.

Hasonló támogatást tartanak általában indokoltnak a közösségi tulajdonban lévő erdők esetében is.

Az anyagi segítség két területen jelenik meg. Egyrészt a folyamatos, szakszerű erdőkezelést segítik azáltal, hogy az erdészeti infrastruktúra beruházások, az erdő nagyobb teljesítményét és ökológiai stabilitását szolgáló ráfordítások egy részét átvállalja az állam. A fennmaradó részt a tulajdonos biztosítja. Ez a rendszer javítja a magánüzemek termelési hatékonyságát, hiszen a támogatott erdőgazdálkodó költségsökkentési érdekeltisége megmarad, de számára kedvezőbb gazdasági döntéseket hozhat. A támogatás megítélésében az erdészeti hatóságnak fontos és felelősségteljes szerepe van.

Másrészt a magánerdő-tulajdonosok rendkívüli terheinek (erdőpusztulás) csökkentéséhez járul hozzá az állam. Ennek a támogatási formának a jellemzője az, hogy csak korlátozott időre és bizonyos beavatkozások elvégzésére adható. Ezért nagy a jelentősége annak, hogy helyesen mérik-e fel a károk mértékét.

A piaci pozíciók erősítésén túl az erdők faanyagon kívüli szolgáltatásaihoz való hozzájárulás is a támogatások fontos területe. Az egész társadalom érdekében szükséges beavatkozások, vagy az ebből adódó korlátozások okozta hozamkiesések logikusan jelennek meg az állam terheiként. Jelenleg az erdészeti hatóságnak van fontos szerepe ezen a területen is. Osztrák vélemény szerint egy független Alap jobban el tudná látni ezt a feladatot. Hiszen pályázat útján támogatná a legkedvezőbb ajánlatokat, és így a természetvédelmi és az üdülési létesítményeknél is a magángazdaság hatékonyságát növelné.

Az erdőgazdálkodási támogatások egy része nem választható el a területfejlesztési elképzelésektől és a mezőgazdaságtól. A vidéki lakosság elvándorlását igyekeznek megakadályozni azzal, hogy segítik a mezőgazdasági művelés alól felszabaduló területek beerdősítését. Ebben az esetben az alapvető cél a lakosság helybentartása, és másodlagos az erdőterület növelése.

A Mezőgazdasági Kamara több országban is fontos szerepet játszik az erdészet támogatásában. A gazdák kötelező tagságuk alapján jogosultak a Kamara által alkalmazott szakemberek ingyenes tanácsadására, sőt anyagi segítség egy részét is a Kamara döntése alapján ítélik oda.

További területek:

Adózási kedvezmények. Az erdőművelés fedezete adómentesen tartalékolható a fahasználati jövedelemből, és a felújítás teljes költsége ÁFA mentes (Csehország).

A közös gazdálkodást az általános mértéken túl is segíti az állam.

A természetközeli erdőgazdálkodás nagyobb költségigényét is elismerik, főleg ha az a fafajpolitikai elképzelésekkel is összeegyeztethető.

Magyarországi magánerdő-gazdálkodás helyzetét átmeneti és tartós problémák egyaránt nehezítik.

A kárpótlás révén sok olyan új erdőtulajdonos jelent meg, akik semmilyen formában nem kötődtek korábban az erdőhöz. Teljesen tájékozatlanok az erdőgazdálkodást illetően, s még jó szándékú hozzáállás esetén is kétes értékű döntéseket hozhatnak.

A privatizált területek nagy mértékű elaprózódottsága áttekinthetetlen és kezelhetetlen tulajdonosi struktúrát teremtett.

Az elaprózottságból adódó problémát növeli, hogy több hektáros erdőtulajdon is lehet nagyszámú parcellában, lehetetlenné téve így az ésszerű gazdálkodást.

A tényleges tulajdonba adás folyamata elhúzódik, az erdőterületek kezelés és őrzés nélkül komoly károkat szenvednek.

A kezelés szempontjából kedvező területkoncentrációt az adózási szabályok hátráltatják. A megtörtént tulajdoncserék sok esetben nem nyilvánosak (zsebszerződés), és így az erdőterületnek nincs gazdája. Bár az első kárpótlások ez alól már felszabadulnak, mivel a 3 év letelik.

A közös erdőkezelés törvényi szabályozása megtörtént. Ennek ellenére nehezen alakulnak meg a szervezetek, inkább csak közös képviselőt bíznak meg a tulajdonosok.

Hátráltatja a közös erdőkezelést és egyáltalán az erdőgazdálkodás megindulását a privatizált erdők állapota is. Az alacsony jövedelmezőségű területek és a fiatal állományok költségeit nehezen vállalják a tulajdonosok.

Nehezíti a problémát az éves szemléletű adórendszer és a hosszú távú fatermesztési folyamat időbeli költségfelhasználása közötti ellentmondás is. Bár ezen enyhít a költség elhatárolás lehetősége.

A gazdasági szempontból életképes magánerdő-gazdálkodás kialakulásának feltételei:

Az átmeneti problémaként jelentkező tulajdonba adást minél hamarabb be kell fejezni.

Az erdőbirtok növelését és a tulajdonosok társulási törekvéseit minden lehetséges eszközzel támogatni szükséges.

Széleskörű tájékoztatás nélkül a legjobb programok is csődöt mondanak. A tájékoztatás a szakmai tanácsadó programokhoz kötődve a leghatékonyabb. Célszerű tisztázni a tájékoztatásban - tanácsadásban szóba jöhető szervezetek (erdőfelügyelőség, erdőrendezés, kamara, magánerdő-birtokosok szövetségei, állami erdészet, kutatóintézet, önálló szaktanácsadók) lehetőségeit és feladatait ezen a téren. Ennek a munkának az anyagi terheit a lehetőségeknek megfelelő mértékben (de nem 100 %-ban) az államnak kell vállalnia. A magán-, illetve társult erdőgazdálkodók között nem indokolt különbséget tenni.

A területcseréket, ha azok a tagosítást, társulást szolgálják, illetékmentessé kellene tenni (nemcsak azonos aranykorona érték esetén).

Az erdőterületek adás-vételét (legalább szomszédos erdő esetén) időtől függetlenül jövedelemadó mentesen lehessen megvalósítani.

A módosítások pontos feltételeit ki kell dolgozni.

A kieső illeték és adóbevétel remélhetőleg meghaladja az a megtakarítás, ami a későbbi támogatásoknál elérhető.

A magántulajdonba került gazdaságtalan erdőterületek többletköltségeit – ha fenn kívánjuk tartani a teljes erdőterület kezelésére vonatkozó elképzelést – jelentős mértékben kellene átvállalni a tulajdonostól. A mértéket, a működés formáját ezután kell kidolgozni.

A csak fiatal állományokkal rendelkező tulajdonos nehezen tud társulni másokkal. Kedvezőbb pozícióba kerülhet, ha az Erdészeti Alapon keresztül legalább a minimálisan szükséges költségek mértékéig fedezhető a kiadások (a revízióig célszerű ezt kiterjeszteni). Ha ez megvalósul, akkor jelentősen csökken az adórendszer és fa-termesztési folyamat költségfelhasználása közötti ellentmondás is.

Ez változást jelenthet az Alap erdőművelési teljesítmény értékeiben, aminek a forrását ágazaton kívülről célszerű biztosítani. A pontos mérték meghatározása érdekében az erdőjáradék ismerete (fafaj, termőhelyi osztály, erdőgazdasági táj bontásban) elkerülhetetlen.

A gyakorlatban már előfordult, hogy az új tulajdonos megismerve jogait és kötelességeit, inkább lemondana az erdőről. Ennek lebonyolítása ma meglehetősen nehézkes, ezért változtatni célszerű rajta.

A felsorolt számos gond mutatja a probléma nagyságát. Az Erdészeti Tudományos Intézet minden szakmai osztálya kaphatna feladatot ezek megoldásában, ha ennek anyagi-szervezeti kereteit az állami erdészeti politika megteremti.

KAPCSOLATOK

Az Intézetben belüli együttműködés

Az ökonómiai kutatások kisebb-nagyobb mértékben kötődnek minden szakterülethez. Az együttműködés eredménye a *többcélú erdőgazdálkodás ökológiai és ökonómiai feltételrendszerének* megteremtése lehet.

A kutatási terület jellegéből adódóan az Osztály története során mindig széleskörű kapcsolatokat ápolt hazai és külföldi szervezetekkel egyaránt. Az együttműködés formái a rendszeres konzultációktól a különböző szervezetek munkájában való részvételen át a közös kutatásokig terjedt. A kutatók aktív tagjai (voltak) az Országos Erdészeti Egyesület több szakosztályának, a Magyar Közgazdasági Társaságnak, a Magyar Tudományos Akadémia területi bizottságának.

Konkrét témákban kutatási együttműködés alakult ki a Soproni Egyetem és jogelődje különböző tanszékeivel.

Az Osztály kutatói rendszeres előadók a különböző szintű erdészeti oktatási intézmények nappali és továbbképző oktatásában.

Az Osztály kutatói részt vettek és vesznek több IUFRO csoport munkájában. Az erdészeti igazgatás és erdészeti politika témakörét művelő S.6.12-02 munkacsoport évenkénti nagyrendezvényének már kétszer adott otthont Magyarország (1991-ben az elsőnek és 1996-ban). Az Osztály kutatói mindkét esetben főszerepet játszottak a szervezésben.

Az éves rendszerességgel előforduló tanulmányutak és külföldi vendégek fogadása, konferenciákon való részvételek is jelentősen hozzájárultak a kutatás eredményességéhez.

Remélhető, hogy az Ökonómiai Osztály a jövőben is hasznosan járulhat hozzá az Intézetben és szakmán belül is az erdőgazdálkodás ökológiai és ökonómiai szemléletének összehétközéséhez.

IRODALOM

- Farkas, V. 1964, Az ERTI Erdészeti Gazdaságtani Osztályáról. Az Erdő XIII. évf. 4. sz.:174–178.
- Gore, A. 1993. Mérlegen a Föld. Ökológia és az emberi lélek. Föld Napja Alapítvány, Múzsák Kiadó.
- Kosztka M. 1993. Erdőfeltárás a társadalmi változások és a többcélú erdőgazdálkodás feltételei között. Doktori értekezés (kézirat). Sopron

TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

ERDÉSZETI ÖKOLÓGIA

MAGYARORSZÁG ERDŐTERÜLETEINEK VÁLTOZÁSA 1100 ÉV ALATT

NÉMETH FERENC*

ÖSSZEFOGLALÓ

A dolgozat célja az, hogy bemutassuk mennyi erdő lehetett a mai Magyarország területén a honfoglalás korában. Ezt két úton közelítettük meg: először a jégkorszaktól kiindulva a Kárpát-medence éghajlati változásainak felsorolásával és az ehhez kapcsolódó népmozgások bemutatásával; másodszor napjainktól kiindulva a honfoglalás felé haladva a fellelhető térképi dokumentumok vizsgálatával. Végezetül ellenőriztük az erdőtalajok területi elterjedésének meghatározásával, az erdőtalajok hazánkban 39 %-ot foglaltak el.

KULCSSZAVAK: erdőterület változása, honfoglalás, Kárpát-medence

ABSTRACT

The paper reviews how much primeval woodland would have found on the present territory of Hungary during the conquest of Magyars in the 9th century. The subject of study is approached in two ways. First of all the climate changes and the relating peoples' movings in the Carpathian basin are demonstrated from the early glacial period. The next step was to study all available sources of evidence, especially maps from nowadays back to the 9th century. Finally, the spreading of forest soils was also determined. It showed that the forest soils amounted to almost 39 % of the present country's surface early in the 9th century.

KEYWORDS: forested area changes, primeval woodland, Hungary

Az „Erdészeti Zsebnaptár az 1943. évre” I. kötetének 183. oldalán olvashatjuk: „Téves vélemény volt az, hogy a Nagy-Alföld erdők tenyésztésére minden tekintetben alkalmas terület, és azt a török hódoltság idejéig valóban erdők borították, csak a török rablógazdálkodása pusztította el azokat. Ha igaz volna is, hogy az Alföldön sokkal több erdő volt két-három évszázaddal ez előtt, mint ma, az megmagyarázható az Alföld akkori elhanyagolt állapotából. Ármentesítések híján akkor az Alföld nagy részét majdnem minden évben elborította az árvíz, és a nedvességgel ilyen módon bőven el látott talajon a csapadékszegénység ellenére is inkább és nagyobb területen biztosítottak voltak az ártéri erdők életfeltételei.” Ezt Bacsó Nándor meteorológus írta „Az erdő és az éghajlat” című 6 oldal + 2 térképi oldal terjedelmű írásában. Ebben azt fejte-

* Állami Erdészeti Szolgálat (volt Erdőrendezési Szolgálat)

geti, hogy az erdő elterjedését elsősorban a csapadék mennyisége határozza meg, másodsorban a hőmérséklet. Hazánkban évi 700 mm feletti csapadék mennyiségénél az erdő mindenütt tenyészik, még a melegebb helyeken is, de 600 mm alatti csapadékmennyiségénél a meleg területeken a nagy párolgás miatt már erdő nem él meg. A nagy évi hőmérséklet-ingadozás – amely a szárazföldi éghajlatra jellemző – különösen csapadékihiánnyal párosulva, nem kedvez az erdőnek. Ha ezeket figyelembe vesszük és megnézzük a csapadék évi eloszlásának és az évi középhőmérséklet alakulásának térképeit, akkor megrajzolhatjuk az ország természetes erdőtakaróját (Bacsó, 1943). A kérdés csak az, hogy mindig így volt-e?

Tudjuk, hogy a jégkorszak ezelőtt úgy 14 000 évvel véget ért. Tehát volt ennél sokkal hidegebb időszak is. Most a jégkorszak után kérdés, hogy végleg elmúlt a hideg, vagy megint csak két jégkorszak közötti úgynevezett interglaciális korszakban vagyunk. Ahány szerző könyvét olvastam, annyi féle adatot találtam, annyi féleképpen kísérelték megmagyarázni a múlt éghajlatváltozásait (Aujeszky, 1957; Wolf-Burian, 1981; Molnár, 1986; Paturi, 1993; Burenhult, 1995). Nagy vonalakban, amiben egyetértettek az röviden a következő.

Úgy 14 000 évvel ezelőtt (Kr. e. 12 000 körül) kezdődött az általános felmelegedés, ezt az időszakot Bölling melegnek nevezik az ezzel foglalkozó kutatók. Az erdők elkezdtek észak felé nyomulni és felváltották a mai tundrának megfelelő növénytakarót. Majd hőmérséklet visszaesés következett, amelyet az Allerödnek nevezett újabb melegebb időszak követett, de Kr. e. 9 000 körül az utolsó a Dryas III nevű lehülés lépett fel, amellyel az erdők visszahúzódása járt sztyeppé kialakulásával, sőt az Alföldön futóhomok képződéssel. Azonban az egymás utáni visszaesések sohasem voltak olyan hidegek, mint az azt megelőzők, vagyis a hőmérséklet folyamatosan emelkedett, a visszaesések csak megszakították az általános melegedési folyamatot, amely Kr. e. 8 000-től már hideg visszaesések nélkül folyamatos. A felmelegedés úgy 6 000 táján elérte a csúcst, amelyhez Kr. e. 5 000 körül csapadékos időjárás társult.

A régészek szerint (László, 1988; Ferenczy, 1958) ez idő tájt földművelők érkeztek a Kárpát-medencébe délről, ezt a korszakot Körös-műveltségnek nevezik. A botanikusok adatai alapján a földrajztudósok szerint a csapadékos időjárás változás hozta meg az Alföld beerdősülését, mert addig a száraz meleg nem kedvezett az erdőnek (Pécsi, 1960). A földművelők viszont nem találtak itt zárt erdőséget, s a számukra kedvező területeken földművelést folytattak. Ez a kedvező éghajlat Kr. e. 2500 körül tartott. Ekkor szárazabbra fordult az időjárás, amelyet a régészek a badeni-műveltség pásztorkodó népessége Kr. e. 2300 és 1 900 körüli megjelenésével bizonyítanak. Kr. e. 1500 táján halomsíros-műveltséggel a földművelés újra teret hódított a Kárpát-medencében, de Kr. e. 1200–1000 és 750–700 között szárazság szakította meg a kedvezőre forduló éghajlatot, s előbb a preszkíta kimmerek, valamint a thrákok, később a szkíták érkeztek hazánk földjére. Krisztus születése körül a szarmata jazygok voltak az újabb betelepülő lovas nép. Amint látható, az erdő számára kedvező éghajlat mindössze 2500 évig tartott, de akkor sem tudott megtelepedni az Alföld egész felszínén az ökológiai adottságok miatt, és már földművelők is gazdálkodtak a nekik alkalmas talajokon. Kr. e. 2500-tól pedig már erdő számára újra kedvezőtlen időjárássok váltakoztak az elmúlt 4500 év alatt, és a lakosság is egyre növekedett a különböző

betelepülőkkel, így a természetes növénytakaróban az erdő megtelepedésének nem voltak meg a feltételei az Alföld teljes területén.

Kr. u. 400–1000 között feltűnően száraz éghajlat volt. Egymás után jelentek meg Hazánk területén keletről a lovas népek: hunok, avarok, onogurok, magyarok. Ekkor itt a Kárpát-medence közepén sztyeppe volt, ahol a Szarmata-síkság kiszáradó legelőiről menekülő állattartók itt találtak menedéket, mert az itt található folyók mellett a legelők még túléltek a száraz periódust.

Kr. u. 1000 táján a csapadék növekedett, a mainál kicsit melegebb volt az éghajlat 1500-ig. Ekkor lehülés következett. 1550-re az Alpok gleccserei úgy megnőttek, hogy megakadályozták télen a hágókon a közlekedést, holott előtte évszázadokig az alpi hágók télen is járhatóak voltak. Ez a hideg 1850 körüli időig tartott. Ekkortól az alpi gleccserek elkezdtek visszahúzódni és 1900–1940 között határozott felmelegedés volt. Az 1940-es évek nagy téli hidegei ezt a folyamatot megállították, hogy azután a felmelegedés tovább folytatódjék.

Ezzel a kérdés csokorral azért foglalkoztam, hogy bemutassam az éghajlat állandó változását, s mint láttuk a honfoglaláskor szárazabb éghajlat uralkodott, tehát a síkságokon nem erdőségek, hanem árterekkel kísért folyókkal szabdaltszerű puszták terültek el a folyók árteréből kiemelkedő részekben erdőkkel, s a talajvíz jótékony hatására távolabb itt-ott ligetes erdőfoltokkal, ahol az ázsiai lovas népek menedéket találtak az évszázados szárazság elől.

Ahhoz, hogy a honfoglalás kori erdők elhelyezkedését meghatározhassuk, induljunk ki a mai helyzetből, hogy biztos alapokból tudjunk következtetéseket levonni. Az *1. térkép* 1992-es évszámmal a mai állapotot mutatja, az erdősültség hozzá közeli 1995-ös adat szerint 18,4 %, az ország faboritottsága ennél több, mert a faboritottságba a fasorok, parkok, kertek, gyümölcsösök stb. is beletartoznak.

A *2. térkép* Bedő Albert utasítása alapján szerkesztett térkép 1896-os második kiadása alapján készült. A Bedő térképen a fenyők, a tölgyek és az egyéb fafajok három különböző színnel vannak ábrázolva, ezeket összevontan rajzoltam meg mai község-határos Magyarország térképen. A Bedő-térkép az erdőleltár melléklete volt (*Bedő, 1896; Járó, 1966*), a leltár szerint a mai ország erdősültsége 13,0 %.

Összehasonlítva a két térképet szembetűnik, hogy az elmúlt 100 év alatt az erdőterületek amíg a hegy és dombvidékeken érzékelhetően csökkentek, addig a síkvidékeken szemmel láthatóan növekedtek. A növekedés különösen a II. világháború utáni 1950–1985 közötti 35 évben volt rohamos. Ezeket a változásokat részletesen a táblázat mutatja. E szerint a legkevesebb erdő a különböző eredetű adatok szerint 1913–1925 között volt, ettől kezdve a hegyvidéki területeken is elkezdődött a lassú, majd 1950-től a gyorsuló növekedés.

Az időben visszafelé újabb 100 évet megtéve két nagy felmérési munka eredményeként létrejött két térképsorozattal találkozunk. Az egyik az I. katonai felmérés szelvényei. A felmérést 1763–1787 között végezték Mária Terézia rendeletére. Hazánk mai területét 1782–1785 között mérték fel II. József alatt, mintegy 477 db 1:28 800 méretarányú térképlapon. A felmérést a terepen egyszínű fekete tussal rajzolták ki, egyéni jeleket is használtak, sok magyarázó szöveget fűztek a térképszelvényekhez. Ezekből a tisztai iskolás növendékek egységes jelkuiccsal színes másolatot

rajzoltak. 1990–1996 között az utóbbiakról készült színes másolatokhoz jutott hozzá a Hadtörténeti Intézet Térképtára, amelyekről szerkesztettem meg az 1782 jelű 3. térképet.

Érdeemes megjegyezni, ha az egyes települések területét az 1780 körüli és a mai térképeken összehasonlítjuk, megállapíthatjuk, hogy a települések környékén sokkal több szőlő volt, mint ma. Ezek zöme ma erdő, viszont az akkori erdők jó részéből mezőgazdasági művelésű terület lett. Összességében csökkent az erdő, de a települések területén belül bizonyos átrendeződések is bekövetkeztek. Meglepően kevés gyümölcsös található az I. katonai felmérés szelvényein, ezek is a települések közvetlen közelében vannak.

A másik térképsorozat a vizek felméréseivel foglalkozó mérnökök készítették, akik kezdetben a Magyar Királyi Udvari Kamara, majd az ebből kiváló Országos Építészeti Főigazgatóság alkalmazásában álltak. E térképsorozatból a VITUKI 1960-as évek elején egy 1:400 000 méretarányú Magyarország vízrajzi térképe a vizek szabályozása előtt a XVIII–XIX. századforduló idején című térképet készített, amelyen a vizek kék színe mellett az erdőfoltokat élénk zöld színnel ábrázolták, így elkülönítésük könnyű volt.

Mivel a két térképsorozat közel egyidőben készült, viszont két eltérő céllal, ezért a célnak megfelelő lényegtelen eltérések találhatók rajtuk, na meg a felmérést végző mérnökök és katonatisztek eltérő képzettségének következményei. 1973-ban a MÉM ÁEMI Térképészeti Osztálya az ERTI megrendelésére elvégezte a VITUKI térképen az erdősültség %-ának meghatározását, amelyet *Rada Antal* erdőmérnök készített el, táblázatban az 1790-nel jelölt sor (*Rada, 1973*). Az I. katonai felmérésekből hasonló eredményt kaptunk, táblázatban az 1782-vel jelölt sor.

1760 előtt részletes felmérés nem volt. Mégis találunk bizonyos térképeket, amelyek segítenek, hogy fogalmunk legyen a korábbi századok erdősültségéről. A legkorábbi térkép, amelyen az erdők valamilyen ábrázolását is felfedezhetjük 1528-ból való 1:1 152 000 méretarányú. Bakócz Tamás bíboros, esztergomi érsek titkára a magyar Lázár deák, vagyis tanult ember, szerkesztette, és a terepi ellenőrzéseket 1514-ben Jacob Ziegler bécsi professzorral együtt végezte, amint az a fennmaradt levelezésekből kiderül (*Hrenkó, 1974*). A térkép akkor nem került kinyomtatásra, csak 1528-ban, amikor I. Ferdinánd király (1526–1564) kívánságára a bécsi csillagász Georg Tanstetter Collimitius sajtó alá rendezte, s Ingolstadtban Peter Apianus nyomdájában sokszorosították (*Stegena, 1982*). E térkép egy másolatán a földrajzi fokhálózatot és a mai országhatárt megszerkesztettem. Ezek alapján a térkép torzulásai megállapíthatók, a Dunántúlon van nagyobb torzulás a Mohács-Somogyvár-Somló-Sopron vonaltól nyugatra, Bécs is aránylag a helyén található. (Egyesek szerint a katonai cenzúra torzítottta el, hogy az ellenség eltévedjen Bécs felé haladva.) (*Németh, 1988*)

Kérdés, mennyire használható fel ez a térkép? Eredeti kivételében nem nagyon, viszont több száz helységnév található rajta, amelyeknek szinte majdnem mindegyike azonosítható mai településsel, ezek felhasználhatók. Ezeket az azonosított lakott helyeket egy mai községhatáros térképre felraktam, így a torzulásokat kiszűrtem, és most már a települések valódi helyeihez képest rajzoltam meg az erdőnek vehető foltokat. A Lázár-féle térkép az erdőket oldalnézetű fákkal ábrázolja, a hegyeket vakondtúrához hasonlító rajzzal. A hegyeken csak itt-ott található fa, de valószínű mind-

egyik erdős volt, hiszen Bakony, Vértes stb. hegyek erdős vadonáról írnak a korabeli írásművek. A hegyek alakját a mai helyzetnek megfelelően rajzoltam be, mert nem valószínű, hogy az elmúlt 480 év alatt komoly hegymozgások következtek be. Így a települések és hegyek helyzetével az erdők hozzájuk viszonyított helyzete elfogadható módon ábrázolható. Magán a Lázár-féle térképen a sok település megírás elveszi a helyet, így a hegy- és erdőábrázolás háttérbe szorul. A Börzsöny és Cserhát helyén annyi település név szerepel, hogy a hegy- és erdőábrázolás elmaradt. Viszont a települések, mai térképen megjelölve, szépen kiadják e két hegység erdőségeit. A Duna-Tisza közén bár van hely, teljesen fátlannak tünteti fel már az 1514-es állapotában. Tehát nem a török irtotta ki itt az erdőket. A Tiszántúlon már akad erdő, különösen a mai országhatár közelében: Maros mentén, Nyírbátornál, Szamos mentén, Tarpánál, Bodrogköznel. A Tisza futásában van probléma a Tarpa-Tokaj közötti részen. Itt két település-sort ábrázol a Lázár-térkép: az északit, amely mellett most folyik a Tisza, és egy délibbet, ahol a térképen találjuk a Tiszát, s a kettő között erdőséget találunk a térképen.

Gyakorlatilag a törökök magyarországi berendezkedésének időpontjáig (1541-ig) kialakult állapotot mutatják be a következő két szerző térképei, amelyeken lényeges erdőábrázolás található.

Az egyik Giacomo Gastaldi olasz térképész, aki 1546-ban Velencében adott ki egy Berlin-Szmolenszk-Istanbul-Pisa közti területet ábrázoló térképet, amelynek közepén a Kárpát-medence található, de jóval nagyobb hangsúllyal, mint ahogy szerepelni kellene (*Gastaldi, 1546*). A másik Wolfgang Lazius bécsi orvos, egyetemi tanár, I. Ferdinánd házi orvosa, aki 1552-ben rajzolta és 1556-ban sokszorosította Magyarország nagy térképét, majd 1557-ben hadszíntér térképet is készített a Dunántúlról (*Lazius, 1552*). Ezeken is vannak erdőábrázolások. A települések zömmel azonosak a Lázár-térképen lévőkkel, de mások is szerepelnek. Ezeket is felraktam és jól kiegészítik a Lázár-féleket, különösen a Dunántúl nyugati részén.

A Lázár-féle térkép erdőterületeit kiegészítettem az ezeken található adatokkal és így kiegészítve mutathatja az 1500-as évek első felének erdőségeit a 4. térkép. Természetesen még így is kevesebbet, mint amennyi akkoriban valóban lehetett, mert az erdőfoltok határát pontosan a helyükön ma nem lehet megrajzolni. A térképen inkább kisebbek, mint akkor voltak, viszont a nagy tömbök belső erdőmentes területei is ismeretlenek, amik viszont csökkentő tényezők. Így százalékos meghatározásuk csak tájékoztató jellegű. Mindenesetre a Dunántúlon kevesebbet lehetett berajzolni, mint valóban lehettek. Azután a folyók menti erdők szinte mindenünnen hiányoztak, ami valószínűtlen. A Tiszántúlon is jelzés értékűek az erdőfoltok, mindenesetre, ha az Alföldön nagy erdőségek lettek volna, akkor azok valahogy ábrázolásra kerültek volna. Gastaldi és Lazius a Duna-Tisza közén egy-egy fát berajzolt, amelyeknek helyét megkíséreltem megállapítani. Ezek előre bocsájtásával a tájékoztató jelleggel bíró erdősültségi adatokat a táblázat 1514-gyel jelzett sorában találhatjuk.

Az 1500-as évek előtt készült térképek túl kicsik és torzak voltak ahhoz, hogy róluk értékelhető adatokat vehessünk le. Így az 1100 évből az első 600-ra csak egyéb adatokból tudunk következtetni. Mások is következtek, Hóman-Szekfü 5 kötetes „Magyarország Története” című műben az I. kötet 144–145. oldal között bekötve található egy térkép „A magyar törzsek elhelyezkedése az új hazában” címmel, ame-

lyen a vizek feltételezett akkori helyzetét, a mocsarakat, az erdőket és hegyeket ábrázolták alapnak és ezekhez képest írták be a honfoglaló törzsek elhelyezkedését 5. térkép. Azt, hogy milyen alapon és elgondolás szerint szerkesztette meg a térképet a kötet szerzője Hóman Bálint és a térkép megrajzolásában segítője Gergely Endre, nem tudjuk, mert már 1960-as évek előtt elhunytak (Hóman, 1935).

Abból kiindulva, hogy a honfoglaló magyarok a folyók mentén haladva legeltető pásztorkodást folytattak és az ezen időpontban keletkezett településnevek is ezt támasztják alá, továbbá sűrű erdőkbe, hegyvidékre, futóhomokra nem nagyon telepedtek, megrajzolható a Dunántúlon és az Északi-középhegységen, ahol a csapadékviszonyok is kedvezőek voltak, az erdők honfoglalás kori feltételezett helyzete (896-tal jelölt 6. térkép). A Dunántúlon ez szinte azonos lett a Hóman-Gergely féle térképpel. Egy eltérés van, a Sió-Sárvíz völgyének keleti oldalára is jutott egy erdőcsík, amely a Hóman-Gergely félen nincs.

A Duna-Tisza közén már lényeges eltérés mutatkozik. A honfoglalás kori száraz időszak a futóhomokon nem tette lehetővé erdő megtelepülését. Csak a hosszan húzódó mélyedésekben csörgedező vízfolyások mellett volt meg a feltétele az erdő megtelepülésének. Ezeket a helyeket a mai domborzati viszonyok, vízfolyások és a későbbi időkben készült térképek alapján rajzoltam be.

A Tiszántúl már vizekben gazdag területén a Berettyótól délre inkább a mocsarak miatt nem alakulhatott ki igazi erdőség. A Tisza Nyírséget megkerülő lefolyása környékén a sok vízfolyás mentén ártéri erdőségek sora létezhetett. Erről a térképről megállapítható erdőszűrség valóban csak tájékoztató jellegű, amely a táblázat 896-tal jelzett sora.

Járó Zoltán Magyarország hegy- és vízrajzi térképén a termőhelyfeltárások alapján a barna erdőtalajok elterjedésének határát megrajzolta. Ahol ez a talaj megtalálható, ott huzamos ideig erdő létezett, ahol nem lehet fel, ott huzamos ideig erdő nem települhetett meg. Mivel az Alföldön jól látszik a barna erdőtalaj hiánya, nem valószínű állandó nagy kiterjedésű erdők tenyésztése az elmúlt egy-két évezred során. A vízfolyásokat követő, helyüket változtató ártéri erdők tenyésztése képzelhető csak el. Ezeknek maradandó nyoma viszont nincs.

Járó Zoltán térképét támasztja alá Stefanovits-Szűcs talajtérképe 7. térkép (Stefanovits, 1969), vagyis a mezőgazdasági szakemberek talajvizsgálatának összefoglaló eredménye igazolja az erdészeti termőhelyfeltárásokat. Ezek alapján az ország területének 39 %-án fordul elő erdőtalaj, amelyhez hozzájön a vízfolyásokat kísérő ártéri erdők becsült mintegy 1–2 %-a, tehát az erdő borította terület 40–41 % körül lehetett valamikor a mai országunk területén.

Összegezve a meteorológusok, termőhelyfeltárók, talajtani szakemberek megállapításait láthatjuk, hogy az ország területének 59–60 %-a fátlan volt, így az idevándorló földművelő és pásztorkodó népeknek nem kellett fairtással foglalkozniuk. A honfoglalás után a népszaporulat kényszerítette a lakosságot területfoglalásra az erdőségek rovására. Érdemes szemügyre venni „Magyarország természetes növénytakarója” térképét jelmagyarázatát, amelyet Zólyomi Bálint tervezett 8. térkép (Zólyomi, 1981). Az 1. Homoki tölgyesek, homokpuszták érthetetlen, mert vagy puszták, vagyis füves térség, vagy erdő. A kettőt jó lenne elkülöníteni, mert a kevésbé éber szemlélő-

nek ezt könnyű zárt erdőnek magyarázni. Ugyanígy a 3. löszpuszták-lösz-tölgyes; 8. ártéri ligeterdők és mocsarak; 10. rétlápok, láperdők szétválasztása is indokolt lenne. Az 5. sziki tatárjuharos tölgyes micsoda? Sziken a tölgy természetes körülmények között nem újul fel. Ha ezen észrevételek figyelembevételével összehasonlítjuk Zólyomi térképét a Stefanovits–Szücs talajtérképpel, akkor azt látjuk, hogy az erdőtalajok és a Zólyomi féle erdőkategóriák jól egyeznek, csak ahol nincs erdőtalaj ott fordulnak elő a Zólyomi féle kétes értelmű kategóriák.

Éppen ezért meglepő az Erdészeti Lapok 1996. július–augusztusi számának 211. oldalán látható térkép és a hozzátartozó táblázat megállapításai (Bartha, 1996). A térkép legszembetűnőbb hibája a Hanság zárt erdősége. 1948-ban a Tőzegkutató Intézet megkezdte a magyar tőzegvagyon feltárását, a munka a Hanságban indult. Ebben a kutatásban résztvettem, s a tőzeggel borított területen egy fát sem láttam. A tőzeg 1–3 m vastagságú rétege sás, kaka rostokból alakult ki, s a területen amióta a tőzeg keletkezett fekü talajára erdőket telepítettek. Ebből aztán a botanikusok elméleti alapon kikövetkeztetett zárt erdőterületet csináltak, amely természetes állapotában sohasem látott fát.

Érdemes a botanikusok megállapításainak számszerű adatait is megtekinteni (1. táblázat). A vizsgált táblázat címe „Erdőtársulás-csoportok megoszlása a természetes vegetációban”, a magyarázatnál viszont az erdőssztyep-tölgyesek, ligeterdők, láperdők 46 %-os összege zárt erdőt jelent, holott ezek faboritottsága csak elenyésző százalék lehetett. A 46 %-on belül a zárt erdő – sztyep, lápos-zsombékos terület viszonyának megítélése nehéz kérdés, mert aki a talajtan, meteorológia, régészet adataiból indul ki, az az erdők arányára az 5–10 %-ot is sokalja. Viszont ezen társtudományok adatainak figyelmen kívül hagyó szemlélet ennél jóval többet óhajt, sőt az idézett magyarázatban 100 %-nak veszi, de akkor mennyi benne a sztyep, a rét és a láp? Noha megjegyzi „a zárt erdők és a ligetes puszták tényleges viszonyát nem ismerjük”.

Ha viszont 5 %-ot veszünk erdőnek, akkor a 46 % csak 2,3 %, ha 10 %-ot, akkor 4,6 %. Így a mai Hazánk természetes vegetációjában a botanikusok adataiból a zárt erdők aránya összesen a táblázat szerint 41,8 %, illetve 44,1 %, nem pedig az általuk terjesztett irreális 85,5 %. Ez a 41,8–44,1 % jó egyezést mutat az előbb látott erdőtalajokból kiindulva levezetett 40–41 %-kal.

Végezetül nézzük végig az erdőterületek változását bemutató 2. táblázatot, amelynek néhány adatát már láttuk. A 896-os és 1514-es sor olyan térképeken végzett területszámítás eredménye, amelyeket bizonyos feltevések alapján szerkesztettem meg. Ezeken lehet vitatkozni, mert bárki újabb szempontok szerint dolgozva bizonyosan eltérő eredményt fog kapni. Nem az eredményen, hanem a módszeren kell majd vitatkozni. Az 1782-es adatsor felmérésen alapuló térképekről levett adatok eredménye. Ettől kezdve minden adat térképpel, az 1895-ös sortól kezdve törzskönyvekkel is bizonyítható.

Az időben közeli adatok eltéréseinek oka abban keresendő, hogy erdészek, mezőgazdászok, statisztikusok közölték, s erdő alatt mindenki mást ért. Viszont következtetések, mert saját adatsoraik az erdő területének változásait következetesen mutatják, bármelyik adatsort nézzük is (Földváry, 1943; Halász, 1994; Danszky, 1964; KSH, 1970; MÉM, 1973).

1. táblázat Erdőtársulás-csoportok megoszlása a természetes vegetációban

Erdőtársulási csoport	Természetes vegetáció	Mai maradványai	Tényleges faborítottság	
			%	
Hegy és dombvidéki erdők				
Bükkösök	4	1,2		
Gyertyános-tölgyesek	10,5	2,4		
Cseres-tölgyesek	19,5	2,5		
Meleg- és mészkedvelő tölgyesek	3,0	0,8		
Mészkerülő erdők	1,0	0,2		
Fenyvesek	1,5	0,4		
Összesen	39,5	7,5	39,5	39,5
Síkvidéki erdők			(5 %-kal)	(10 %-kal)
Erdössztyep-tölgyesek	23,0	0,4	1,15	2,3
Ligeterdők	19,0	0,8	0,95	1,9
Láperdők	4,0	0,2	0,2	0,4
Összesen	46,0	1,4	2,3	4,6
Mindösszesen	85,5	8,9	41,8	44,1

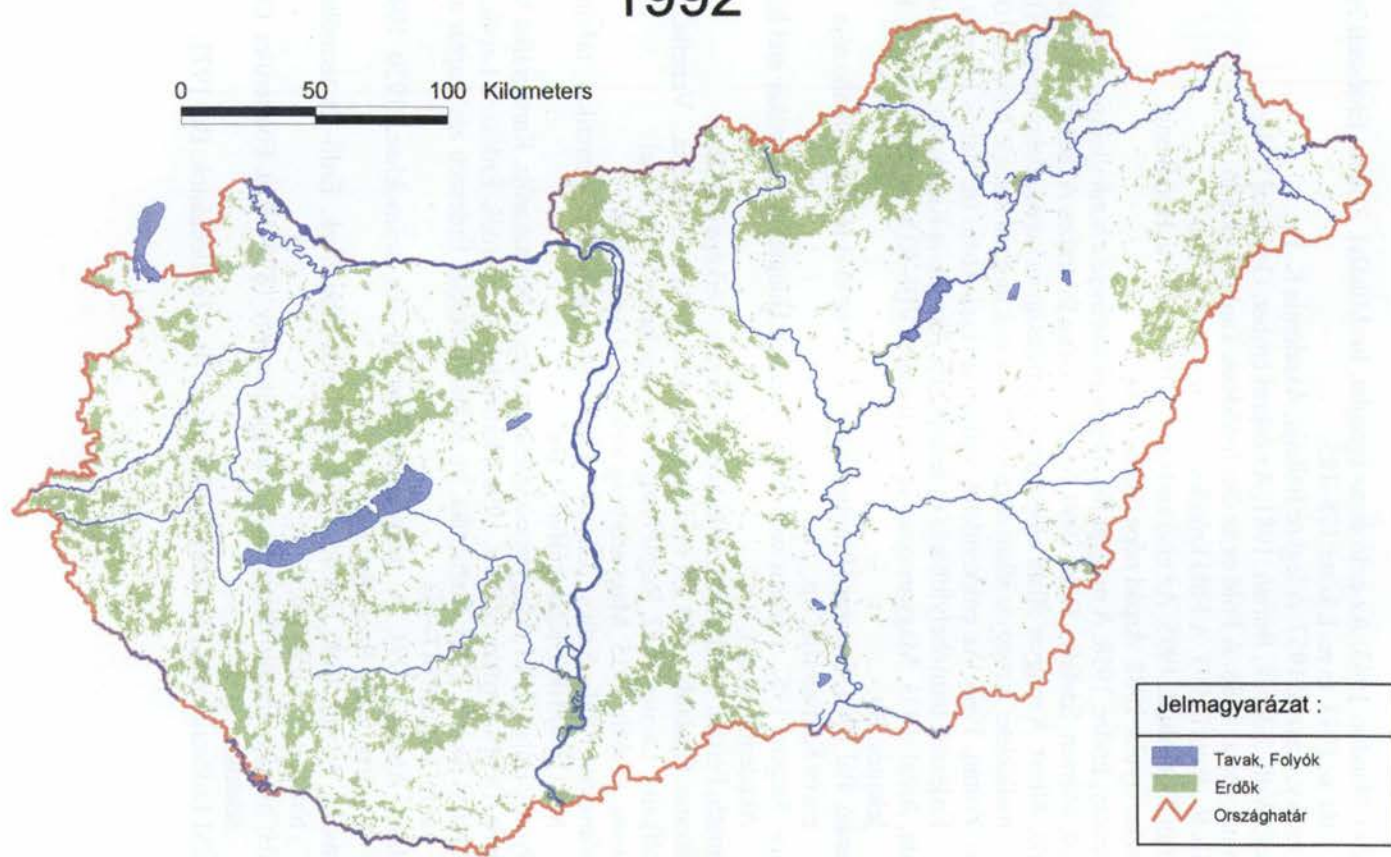
2. táblázat Erdőterület változása 1100 év alatt

Év	Forrás	Terület (ha)	%
	Stefanovits-Szücs	3 700 000–3 800 000	40–41
896	Németh	4 000 000	43
1514	Németh	3 100 000	33
1782	Németh	2 960 000	31,8
1790	Rada	2 765 800	29,7
1895	KSH	1 190 700	12,8
1896	Bedő	1 207 530	13,0
1913	KSH	1 096 200	11,8
1925	Halász	1 090 800	11,7
1925	Földvály	1 175 960	12,6
1935	Halász	1 099 200	11,8
1935	KSH	1 105 400	11,9
1938	Halász	1 106 900	11,9
1939	KSH	1 193 400	12,8
1941	Földvály	1 193 500	12,8
1945	Halász	1 115 500	12,0
1955	Halász	1 257 400	13,5
1962	KSH	1 367 500	14,7
1964	Danszky	1 341 700	14,4
1965	Halász	1 421 500	15,3
1966	KSH	1 441 800	15,6
1970	MÉM	1 558 400	16,7
1975	Halász	1 545 300	16,6
1985	Halász	1 647 900	17,7
1995	FM-ERSz	1 719 200	18,4

IRODALOM

- Bacsó, Nándor. 1943. Az erdő és az éghajlat. In: Mihályi, Zoltán: Erdészeti zsebnaptár az 1943. évre. I. kötet: 178–185.
- Aujeszky, László. 1957. A légkör fizikája. Akadémia K. Bp.
- Jesef, Wolf, Zdenek, Burian. 1981. Az őskori ember. Gondolat K. Bp.
- Molnár, Béla. 1986. A Föld és az élet fejlődése. Tankönyvkiadó. Bp..
- Felix R., Paturi 1993. A Föld krónikája. Officina Nova. Bp.
- Göran, Burenhult. 1995. Az első emberek. Officina Nova. Hongkong.
- László, Gyula. 1988. Árpád népe. Helikon, Bp.
- Ferenczy, Endre. 1958. A magyar föld népeinek története a honfoglalásig. Gondolat. Bp.
- Pécsi, Márton, Sárfalvi, Béla. 1960. Magyarország földrajza. Akadémiai Kiadó, Bp.
- Bedő, Albert. A magyar állam erdőségeinek gazdasági és kereskedelmi leírása. Bp. 1896. melléklete: A magyar állam összes erdőségeinek átnézeti térképe. M=1:360 000.
- Járó, Zoltán. 1966. Az erdőterületek változása Hazánkban. In: Babos Imre és mások. Erdészeti termőhelyfeltárás és térképezés. Akadémia Kiadó, Bp. 117–120.
- Rada, Antal. 1973. Magyarország erdősültsége XVIII–XIX. századfordulón. Kutatási jelentés. Bp.
- Hrenkó, Pál 1974. Lazarus (Rosetus) Magyarország első térképének alkotója. Geodézia és Kartográfia. Bp.
- Lajos, Stegena 1982. Lazarus secretarius. The first Hungarian mapmaker and his work. Akadémia Kiadó, Bp.
- Németh, Ferenc. 1988. A Lázár-térkép szerkezete. Térképvilág. Bp.
- Giacomo, Gastaldi. 1546. La vera descrittione di Tutta la Ungheria... Venetia.
- Wolfgang, Lazius. 1552. Regni Hungariae Descriptio Vera. Basel.
- Hóman, Szekfű. 1935. Magyarország története. I. kötet. Bp.
- Stefanovits, Pál, Szűcs, László. 1969. Magyarország genetikai talajtérképe. M=1:1 000 000. Kartográfiai V. Bp.
- Zólyomi, Bálint. 1981. Magyarország természetes növénytakarója. Kartográfiai V. Bp.
- Bartha, Dénes, Oroszi, Sándor. 1996. Honfoglalás kori erdők. Erdészeti Lapok.
- Földváry, László. 1943. Statisztika. In: Mihályi, Zoltán: Erdészeti zsebnaptár az 1943. évre. I. kötet: 747–754.
- Halász, Aladár. 1994. A magyar erdészet 70 éve számokban. 1920–1990. FM Erdőrendezési Szolgálat, Bp.
- Danszky, István, Rott, Ferenc. 1964. Általános irányelvek. Erdő- és termőhelytípus térképezés. OEF, Bp.
- KSH: Mezőgazdasági Statisztikai Adatgyűjtemény 1870–1970. Földterület. Országos adatok.
- MÉM Erdőrendezési Főosztály: Erdőleltár 1970. I Területadatok. Bp. 1973.

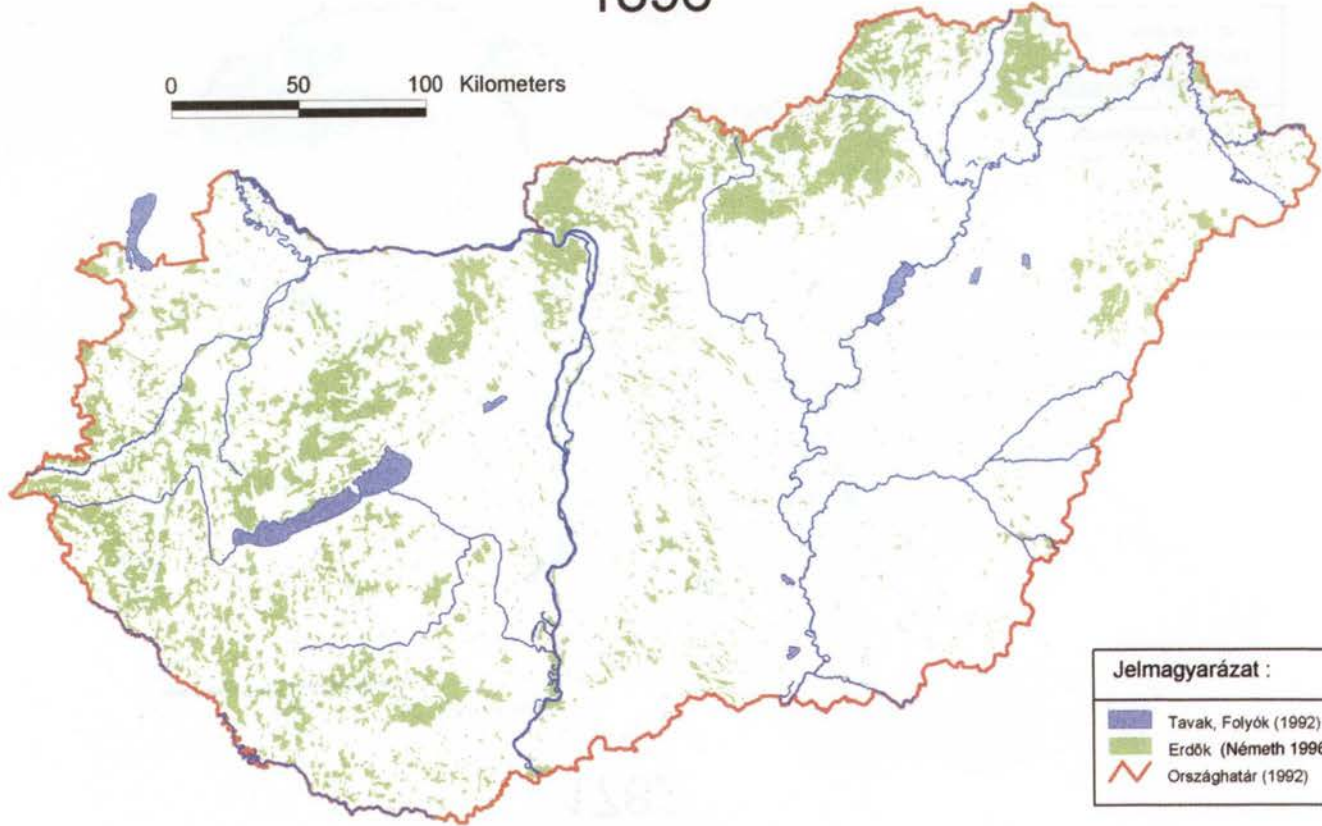
1992



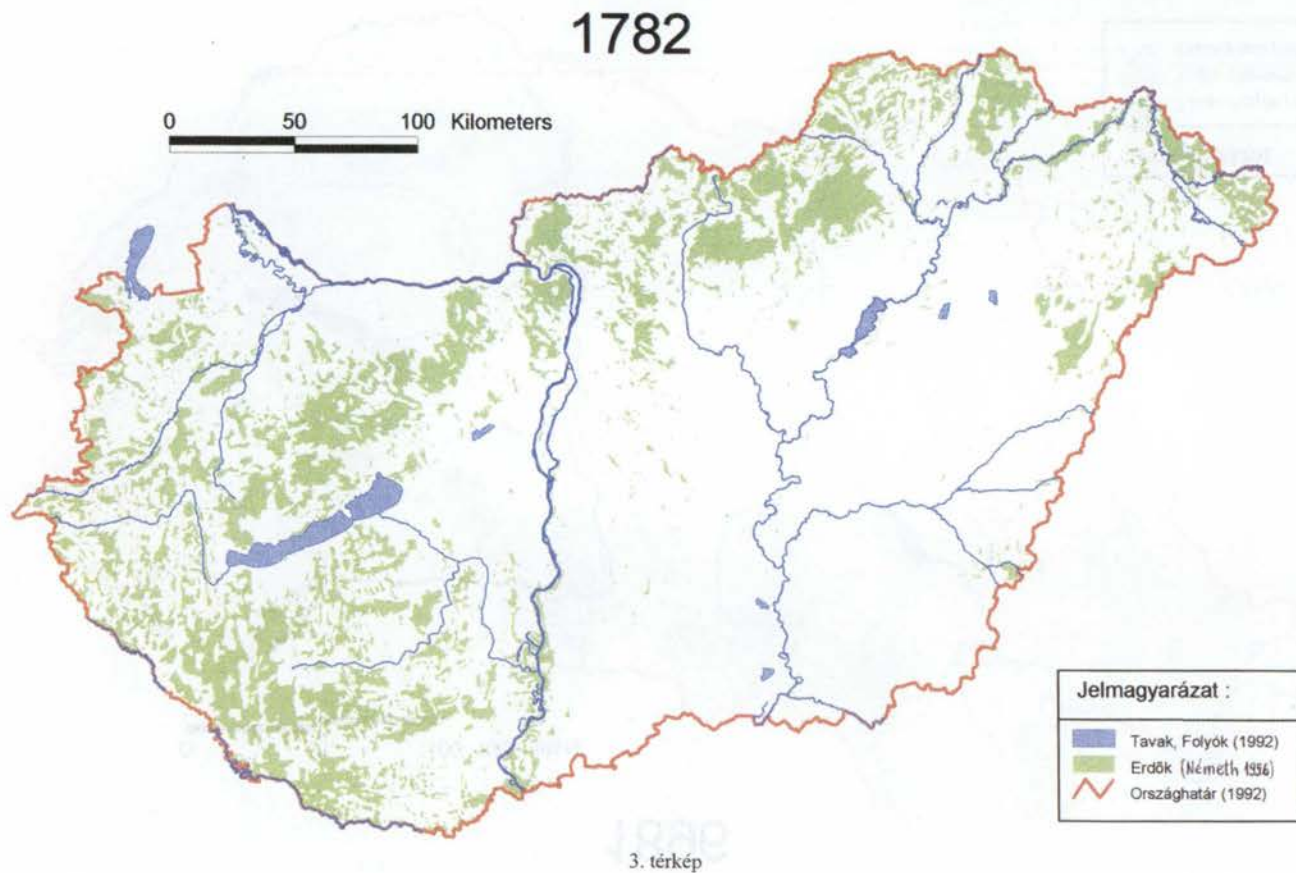
1. térkép

1896

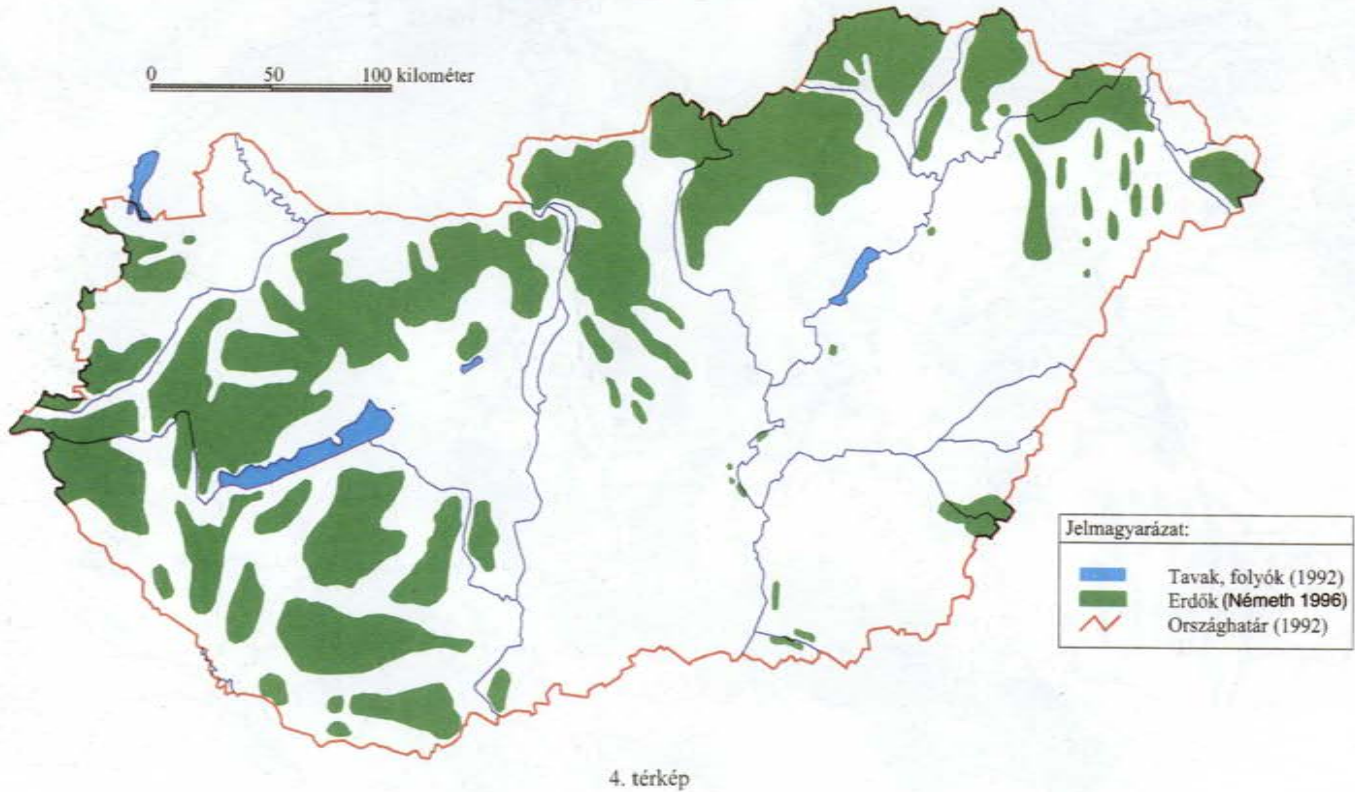
0 50 100 Kilometers

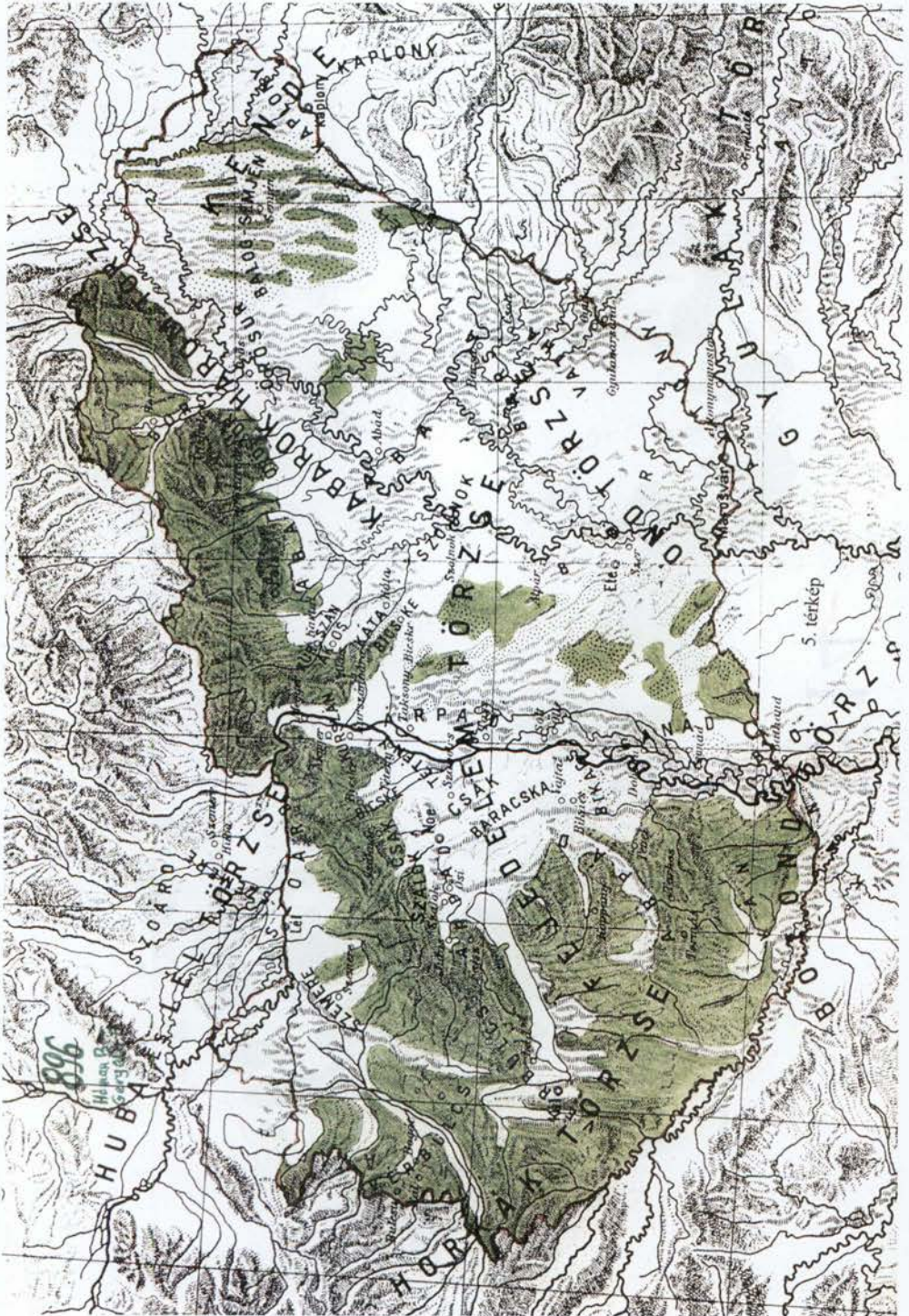


2. térkép

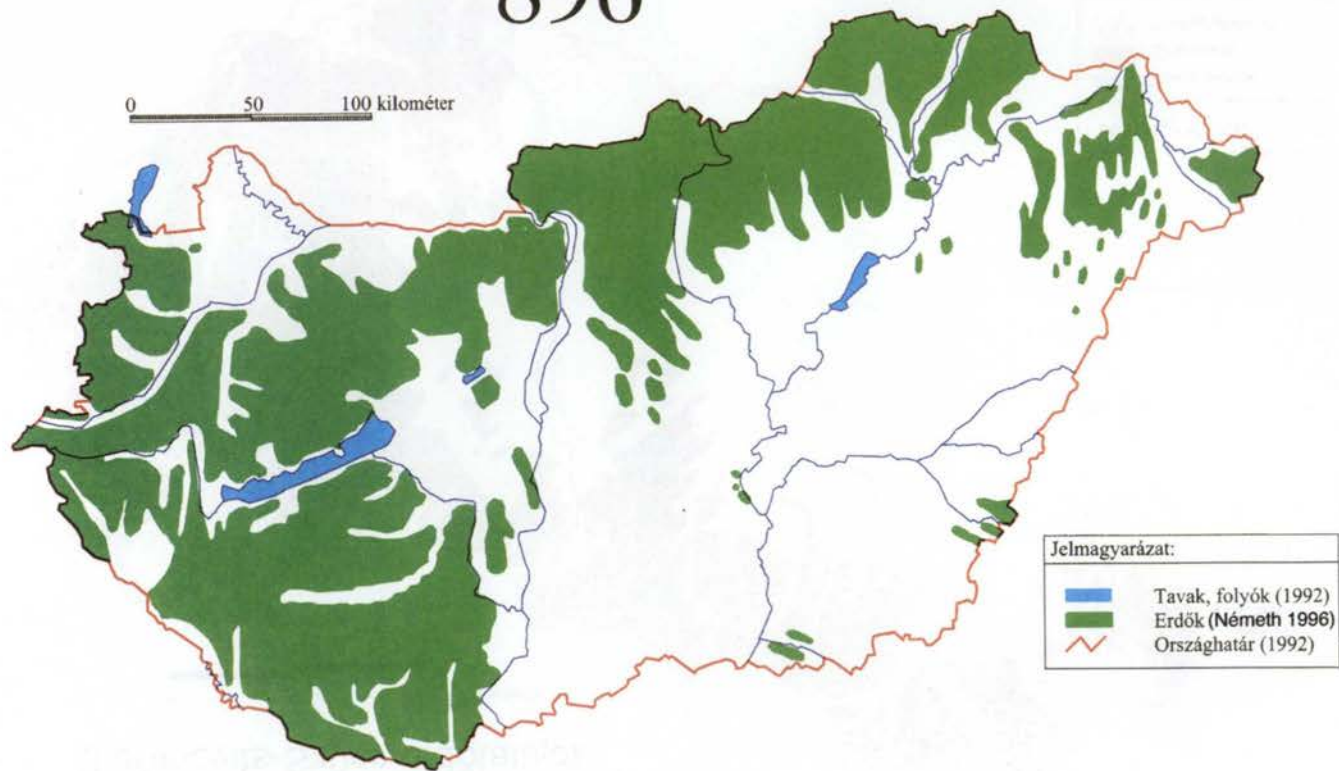


1514



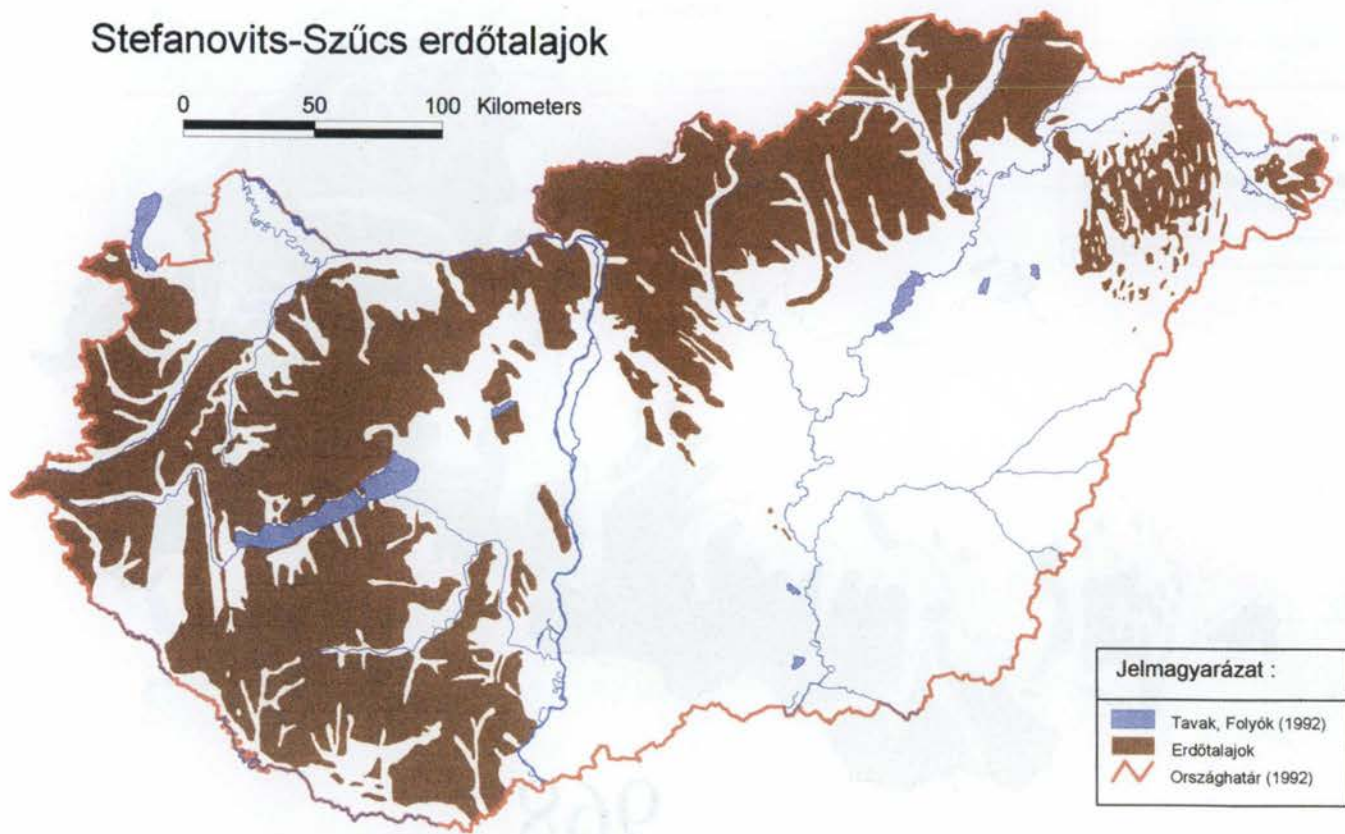


896



6. térkép

Stefanovits-Szűcs erdőtalajok



7. térkép

ERDŐMŰVELÉS ÉS FATERMÉSTAN

A BOLYGATÁS JELENSÉGE, SZEREPE AZ ERDEI ÖKOSZISZTÉMÁKBAN ÉS ERDŐMŰVELÉSI JELENTŐSÉGE

Szakirodalmi áttekintés néhány megfontolással

SOMOGYI ZOLTÁN

ÖSSZEFOGLALÓ

Az erdődinamika az erdő összetételének, szerkezetének és működésének időbeli változásával foglalkozik. Az erdődinamikai jelenségek közül kiemelkedő fontosságúak a *bolygatások*, vagyis az erdő fejlődését befolyásoló hirtelen, diszkrét, kisebb-nagyobb erősségű külső behatások. A bolygatások nem azonosak a klasszikus erdővédelem "abiotikus és biotikus kártételeivel", és a bolygatásoknak szerepe van az erdő diverzitásának és működőképességének hosszú távú fennmaradásában. A bolygatás jelentőségét csak az utóbbi időben kezdik felismerni, amit mutat a vele foglalkozó szakirodalom növekvő mennyisége. Ez a tanulmány a téma szakirodalmában fellelhető legfontosabb ismereteket foglal össze, és ezek alapján azt elemzi, hogy ezeket a hazai erdők kezelésében hogyan, milyen konkrét intézkedésekkel lehet alkalmazni. Az egyik fő tanulság, amiből sok egyéb következik még, hogy változtatni kell – és lehet – azon a gyakorlaton, hogy minden erdőrésztletet homogén módon kezelünk; a gazdálkodás megvalósítható úgy is, ha növeljük a részleteken belüli élőhely-diverzitást és ezzel a biodiverzitást is. A tanulmány felhívja a figyelmet arra is, hogy a bolygatással összefüggésben számos olyan kérdés van, amelynek vizsgálatát a lassan beinduló erdőrezervátum-kutatásokban kellene lefolytatni.

KULCSSZAVAK: bolygatás, erdődinamika, erdőművelés, erdőrezervátum, biodiverzitás

ABSTRACT

Forest dynamics is the study of change of composition, structure and function of forests in time. Disturbance, any relatively abrupt, discrete event of weaker or stronger effects is an essential phenomenon in the development of forests. Disturbances are not identical to "abiotic or biotic damages" as defined by classical forest protection, and are of utmost importance for maintaining diversity and functioning of forests. This importance has only been acknowledged recently, which is shown by the growing number of studies and reviews of disturbance. This review is a summary of relevant pieces of information in the literature concerning disturbance, and it analyses how this knowledge could be used in silviculture in the Hungarian forests. One of the lessons of the review is that forests can effectively be managed also if management units, i.e. forest compartments, are thinned inhomogeneously to enhance both habitat diversity

and, thus, biological diversity. The paper also draws attention to several related issues that should be studied in the frame of research in forest reserves.

KEYWORDS: disturbance, forest dynamics, silviculture, forest reserve, biodiversity

BEVEZETÉS

Az erdő összetételének, szerkezetének és működésének időbeli változását az *erdő dinamikájának* nevezzük. Az ennek kutatásával foglalkozó tudományág, az *erdődinamika* viszonylag új annak ellenére, hogy az erdőben lezajló jelenségek, a faállomány és az erdő fejlődése és változása már régóta meghatározó az erdőművelés elveinek és gyakorlatának alakulásában. "Az erdőökoszisztémák sajátos belső törvényszerűségeinek megmagyarázása fontos és sürgős, ám nehezen megoldható feladat" – írja a Nyugati-Kárpátok őserdeiben folytatott négy évtizedes tapasztalatai alapján *Korpel (1994)*. "Ha feltételül szabjuk, hogy az erdőbiológia és különösen az erdőművelés ... tudományosan megalapozottak legyenek, akkor a természetes erdők (őserdők) fejlődésének, növekedésének, felépítésének és szerkezetének törvényszerűségeiből kell kiindulnunk."

Erdődinamikán korábban elsősorban a *faállomány dinamikáját* értették, és ettől függetlenül, ill. azzal párhuzamosan beszéltek általános *vegetáció- és faunadinamikáról*. Mára egyre világosabbá válik, hogy az erdőn belül – akármennyire is fontos – nincs kizárólagos jelentősége a faállomány-dinamikának, és a faállomány dinamikája sem egyenlő azzal, hogy a tarvágás helyén, a terület fákkal történő beültetése¹ után hogyan fejlődik az (intenzíven kezelt) faállomány. Egyre jobban felismerjük – és elfogadjuk –, hogy valamennyi természeti erőnek fontos szerepe van az erdők kialakításában és fenntartásában, és hogy ezeket az erőket fel lehet és fel kell használni az erdők kezelésében.

Az erdődinamikában az erdő környezete természetesen meghatározó, de ez nemcsak a "termőhely" fogalmának keretein belül érvényes. Az erdő fejlődési irányát és sebességét módosíthatja az ember, de a környezet is olyan mechanizmusokon keresztül, amelyeket eddig talán nem vettünk eléggé számításba. Egy ilyen mechanizmus a környezet lassú megváltozása, pl. a klímaváltozás, a levegő szén-dioxid tartalmának változása, a környezetszennyezés (*Somogyi, 1998*). Egy másik, nem kevésbé jelentős mechanizmus az, amikor az erdő szerves fejlődését egy hirtelen, kisebb-nagyobb erősségű, de jellegében katasztrófyszerű, relative diszkrét esemény, ún. *bolygatás*² zavarja meg. A bolygatás a faállomány szerkezetének hirtelen megváltozásával jár, és/vagy az erőforrások hozzáférhetőségével vagy a fizikai környezet megváltozásával (*Pickett and White, 1985*).

¹ A "faültetés" egyébként sem "erdőültetés" (ahogyan azt *Agócs (1996)* megjegyezte), vagyis az erdő létrejöttéhez a faültetésen kívül a szomszédos területekről szó szerint nagy egyed- és fajszámú beözönlő élőlények, a (nem erodált) talaj, és még sok más szükséges, vagyis a tág értelemben vett erdő. Az erdő ilyen szempontból is sokkal több, mint a fák.

² A bolygatás fogalmát az erdészeti szakirodalom eddig nemigen használta. Ezért elnevezésével kapcsolatban sem alakult ki egységes szóhasználat. Lehetne zavarást, diszturbanciát, esetleg perturbációt mondani; angolul disturbance a neve. Tekintettel arra, hogy a legújabb ökológiai és erdőrezervátum-irodalomban (*Standovár, 1996b, Czajlik, 1996*) a bolygatás kifejezést használják, és ezt én is jónak tartom, ezért javaslom ezt a kifejezést használni a jövőben is.

Ez a tanulmány azt tekinti át, hogy a bolygatással kapcsolatosan mik azok a legfontosabb ismeretek, amelyek a témával foglalkozó (már most is bőséges, és egyre gyarapodó) szakirodalomban megtalálhatók. Az a tény, hogy ezzel a kérdéssel önálló tanulmány foglalkozik, mutatja, hogy milyen jelentőséget tulajdonít a tanulmány szerzője a bolygatásoknak, ill. általában a természetes folyamatoknak. Ez részben elméleti értelemben igaz: a bolygatás jobb megismerése révén jobban megismerhetjük az erdő működését, de igaz gyakorlati szempontból is. Az erdők megfelelő kezelése ugyanis szükségessé teszi mindazoknak az ismereteknek a birtoklását, amelyek az erdők működésével kapcsolatban lényegesek. Különösen igaz ez, ha megfontoljuk, hogy a világ sok országában alapvetően olyan gazdálkodást próbálnak megvalósítani, amely a természetes folyamatokat utánozza. A bolygatások vizsgálata az erdőkben uralkodó folyamatokra hívja fel a figyelmet, s többek között ezen keresztül a tanulmány remélhetőleg megmutatja, hogy a bolygatások ismerete mindenképpen az erdők kezelésének – az erdőművelésnek – a fejlődését eredményezheti.

A tanulmány természetesen igyekszik arra felhívni a figyelmet, hogy az erdőtudomány milyen keveset tud a bolygatásokról. Különösen keveset tudunk az erdődinamikáról hazánkban, ill. tágabb értelemben Európában, ahol a természetes erdők már viszonylag régóta igen ritkának számítanak, s emiatt eddig kevés konkrét ismeret halmozódott fel e témában. (A bolygatásokat mindeztidáig elsősorban az USA-ban és más olyan országokban vizsgálták, ahol azoknak jelentős szerepük van az erdők fejlődésében. Az USA-ban 1950 és 1978 között a 195 millió fatermesztési célú erdő 92 %-a természetes úton, többek között bolygatások hatására újul fel, *Oliver and Larson, 1990*. A bolygatások mellett általában az erdődinamikát elsősorban őserdőkben lehet tanulmányozni (*Otto, 1994*), ezért is származnak az ezzel kapcsolatos eredmények elsősorban az amerikai és az afrikai kontinensről.)

Ugyanakkor örvendetes, hogy ha lassan is, de kezd kibontakozni egy olyan kutatómunka – az erdőrezervátum-kutatás –, amelynek keretein belül lehetőségünk nyílik e tekintetben nekünk is jobban megismernünk az erdőket. E kutatások helyes irányban történő beindításának feltétele, hogy tájékozódjunk: milyen eredmények ismertek már, hol szükséges hipotézisként kezelendő, esetleg a gyakorlatban már alkalmazott ismeretek bizonyítása, ill. milyen olyan kérdések vannak, amelyek feltétlenül további alapos kutatómunkát igényelnek. Nem is feltétlenül mindig új ismeretekről van szó, hanem arról, hogy már meglévő ismereteket más rendszerben, más koncepciónak megfelelően rendezünk.

Az erdőrezervátum-kutatások egyik iránya mindenképpen erdőművelési kísérletek végzése; ezek megtervezése és végigvitele egy példa arra, miért szükséges a bolygatásokkal foglalkozni. Az erdőrezervátumokban végzendő kísérletek megalapozása volt tehát az egyik legfontosabb indítéka e tanulmány elkészítésének. Mivel a kísérletek nemcsak a bolygatásokkal, hanem az erdőfejlődéssel is szoros kapcsolatban vannak, ezért egy következő tanulmányban tervezzük, hogy áttekintjük az erdőfejlődésnek a bolygatások utáni folyamataival kapcsolatos kérdéseit is.

A tanulmány elsősorban szakirodalmi forrásokra támaszkodik, de a feldolgozott ismeretanyagot saját kommentárokkal és gondolatokkal igyekszik teljessé tenni.

Mi a bolygatás?

Bolygatáson a különféle szerzők különféle jelenségeket értenek, és általánosan elfogadott definíció nemigen alakult ki. Talán legáltalánosabban úgy lehetne meghatározni a bolygatást, hogy az az ökoszisztémákban fellépő olyan, viszonylag hirtelen fellépő tényező, hatás, amely jelentősen eltéríti az ökoszisztémát vagy annak egy részét addigi, a belső szerves fejlődés által kialakított fejlődési irányától, ill. amely megakadályozhatja egy kvázi-stabil egyensúlyi helyzet kialakulását.

Pickett és White (1985) szerint a bolygatások olyan, relatíve diszkrét események, amelyek megzavarják az állományszerkezetet és/vagy megváltoztatják az erőforrásokhoz való hozzáférést vagy a fizikai környezetet.

Ennél talán helyesebb definíció szerint a bolygatás olyan megváltozása egy rendszer-paraméternek, amely megváltozás kiterjedésében és sebességében többszöröse a paraméter tér- és időléptékén zajló egyéb folyamatoknak (*Kramer és Verkaar, 1998*).

A bolygatás felismerése a mi gazdasági érdeinkben azért nehéz, mert intenzíven kezelt erdőkben ezeket részben szándékosan, részben anélkül megelőzzük, ill. kiterjedésük korlátozott marad. Feltétlenül szükséges ugyanakkor lerögzíteni, hogy a bolygatás *nem azonos* a klasszikus erdővédelem tárgykörébe tartozó "biotikus és abiotikus károsításokkal". A károsítások a faállománynak az ember gazdasági és egyéb érdekei szempontjából megélt negatív irányú változása. A bolygatások a természetes erdőfejlődés szerves részeként természetesen részben bizonyos erdőelemek tönkremenetelét eredményezik, részben azonban az erdő számára új fejlődési lehetőségeket is teremtenek. A két jelenség tehát átfedheti egymást, csak hogy amíg a károsításnál a tönkremenetellel befejeződik a folyamat, addig a bolygatásnál tovább folytatódik az erdő felépülése felé.

A bolygatás jelentősége és ennek tükröződése a hazai és nemzetközi szakirodalomban

Korábban a gyenge kommunikációs és közlekedési lehetőségek miatt nem gondolták, hogy a bolygatások milyen gyakoriak, mindennaposak, nagyok és kiterjedtek. Ma már legalábbis a kutatók előtt ismeretesek a nagyobb erdőtűzek: Kína, 1987: 350 ezer ha; Borneo, 1983: 3.2 millió ha, Yellowstone, 1988: 570 ezer ha, vagy az ezévi Dél-amerikai erdőtűz, amely Nagy-Britannia méretű volt. Hasonló méretű katasztrófát okozhatnak hurrikánok (1838, New England: 240 ezer ha) és más események is. Kisebb méretű zavarások természetesen sokkal gyakoribbak a Földön most, de azok voltak mindig is. Majdnem minden, egy-egy erdőtörténet rekonstruálását célzó kutatás során találtak bizonyítékokat arra, hogy a természetes bolygatások jelentősen befolyásolták az erdő fajösszetételét és a fák koreloszlását (*Oliver és Larson, 1990*). A bolygatás tehát nem ritka, elszigetelt, hanem "minden kétséget kizáróan fontos és elterjedt jelenség a természetben" (*Pickett és White 1985; kiemelés tőlem*).

Az ezzel foglalkozó (nyugati) szakirodalomban is csak nemrég óta tulajdonítanak nagyon fontos jelentőséget a bolygatásnak. *Louks (1970)* vetette fel azt a hipotézist – és ez bizonyára sok erdőtípusra nézve igaz is –, hogy az erdők maximális diverzitását és produktivitását véletlenszerű periodikus bolygatás tartja fenn. Úgy fogalmazott, hogy a bolygatás általunk történő kiszűrése "az ökoszisztémákat eddig erő legna-

gyobb károsító tényező, ... olyan, amelyik megváltoztathatatlanul a csökkent diverzitás és a csökkent produktivitás irányába vezet éppen akkor, amikor a legkevésbé engedhetjük ezt meg, és a legkevésbé váránk ezt". Érdemes felhívni a figyelmet arra, hogy *Louks* ezt közel 30 éve vetette papírra! Pedig talán ez az egyik legfontosabb megállapítás, ami a bolygatással kapcsolatban a mai erdőgazdálkodás vonatkozásában hangsúlyozandó. Az erdészeti tudomány és a gyakorlati erdőművelés már sokmindent tud a faállomány fejlődéséről, de nagyon keveset az erdő nem-fa élőlényeiről, ill. az egész erdőről, mint rendszerről.

A bolygatás, mint ökológiai jelenség jelentőségét a nemzetközi tudományos életben igazából az utóbbi három évtizedben ismerték fel. Ez igaz az általános ökológiára, de az erdők kutatására is. Ezt igazolja pl., hogy a nemzetközi szakirodalomban csak a közelmúltban láttak napvilágot terjedelmes elemzések a témakör ismereteinek összefoglalására. Itt három ilyen összefoglalást érdemes megemlíteni, amelyekre ez a tanulmány is jelentősen épít: *Attiwill (1994)* tollából az "Erdőökoszisztémák bolygatása: a konzervatív erdőművelés ökológiai alapja" c. szakirodalmi áttekintést, *Oliver és Larson (1990)* Erdődinamika c. könyvét, valamint *Kramer és Verkaar (1998)* szakirodalmi áttekintését a bolygatásokról és a tartamos erdőgazdálkodásról.

A bolygatásnak és a bolygatás fontosságának a hazai erdészeti irodalomban alig van nyoma. Az egyik legkiválóbb erdőkutató, *Majer (1968)* pl. könyvében szó esik ugyan az erdő időbeli változásáról, de nem világos, hogy mik ezek a változások, és előidézésükben mekkora szerepük van a természetes folyamatoknak, köztük a bolygatásnak. Az ő korában igen korszerű szemléletében elkülönült ciklusokból áll az erdő élete. A ciklus "a fiatal kortól az öreg korig" tart, s "a vágásérettségi korig különböző fejlődési korokon esik át" (33. o.). Más megfogalmazásban a benne lezajló változások különböző *stádiumokra, fázisokra* bonthatók.

"Kezdeti állapot az *iniciális* stádium. Az *átmeneti* állapot sorozatokból áll, amelyekből erdőgazdasági szempontból a legmegfelelőbbet, a legnagyobb fatermést adó állapotot *optimális* stádiumnak hívjuk. A zónának, a területen uralkodó éghajlatnak megfelelően kialakult tetőző erdőtársulást *terminális* stádiumnak (*klimax*) nevezzük." (33. o.) *Majer* fenti definícióiban keverednek az egy ciklusban megfigyelhető *fejlődési állapotokra*, ill. a szukcesszióra vonatkozó, és nem említi meg, hogy mi is konkrétan az *iniciális* stádium.

Majer ugyanakkor azt is megállapítja, hogy az erdőben megfigyelhető változások leggyakoribb "előidézője maga az ember" (33. o.), és megemlíti az ember-okozta hatások legfontosabbjait (a tüzet, a legeltetést, a mesterségesen fenntartott vadállományt, a területek beerdősülésének "tűzzel-vassal" történő megakadályozását, valamint a monokultúrák kialakítását és általában az erdőművelési beavatkozásokat, 255–256. o.)

A szukcessziók tárgyalása során is csak nehezen vehetők ki a ciklusok egymásba ágyazódása és a ciklusokat elindító tényezők. Csak a "geológiai korok nagy klímaváltozásairól" (270. o.), "a talajviszonyok megváltozásáról" (272. o.), a fafajcseréről (276. o.), továbbá az exogenetikusszukcesszióknak nevezett folyamat elindítójáról, a "letarolásról" (273. o.) tesz említést a könyv, mint olyanokról, amelyek szukcessziót indítanak el. Ez utóbbi esetben *Majer* állományfejlődési típusokat is elkülönít: előerdő (előállomány) – átmeneti erdő – tetőzőerdő (főállomány, célállomány) – záróállomány (végerdő, természetes erdő) (273–274. o.)

Majer minden, az erdő időbeli változásával (fejlődésével) kapcsolatos definícióját a fatermesztés szemléletéhez igazította, és a definíciók átfednek fatermesztési, fatermesztési és ökológiai definíciókkal. Kizárólag fatermesztési szemléletűek *Solymosnak* (1973) az erdőnevelés témakörében publikált fejlődési és növekedési szakaszokkal kapcsolatos definíciói is. Hangsúlyozzuk, hogy az említett szerzők koruk vezető tudósaként gondolkodtak az erőről; itt nem kritikájukról, hanem gondolataik továbbgondolásáról van szó.

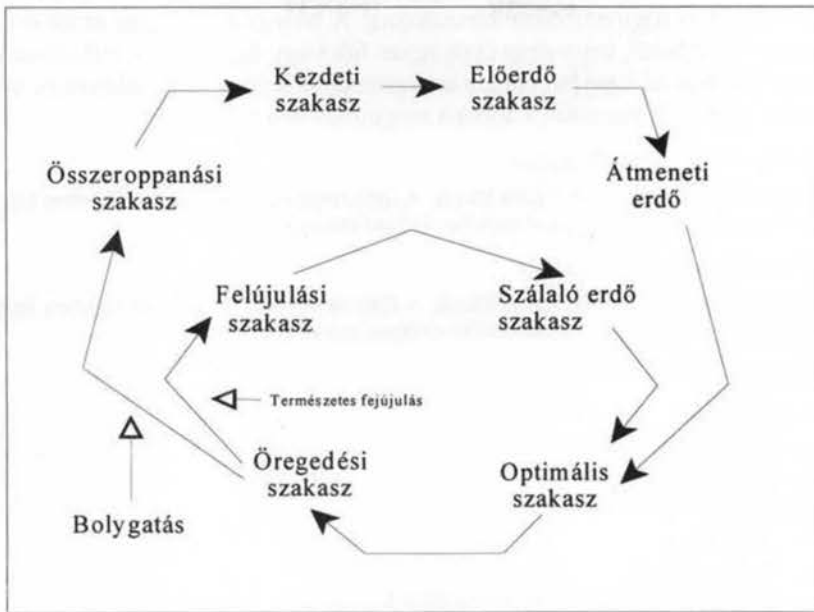
Solymos (1973) a fák életében a fiatalság, az érettség és az öregség fejlődési szakaszokat különítette el (25. o.). A faállományok esetében fiatalost, vékony rudas erdőt, vastag rudas erdőt, érettséghez közel álló – szálás – erdőt, érett – lábas – erdőt, végül előregedett – túltartott – erdőt különít el (28–31. o.). Ő sem utal a ciklusok egymásba illeszkedésére (mesterséges erdők esetében nem is illeszkednek a faállomány-ciklusok egymásba), és felcserélhető értelemben használja a faállomány és az erdő fogalmát.

Az egyetemi tankönyvek szintén keveset foglalkoznak a bolygatásokkal. *Majer* (1981) egy tarvágással letarolt mészkerülő bükkös fejlődését írja le. *Koloszár* (1990) és *Mátyás* (1993) a szukcesszió különféle formáit elemzik, és adnak példákat ezekre. *Mátyás* (1993) a szukcesszió következő stádiumait (szakaszait) határozza meg: kezdeti szakasz – átmeneti szakasz – tetőző (optimális) szakasz – záró (terminális) szakasz. Szerinte a kezdeti szakaszban “a társulás stabilitása csekély”, az átmenetiben “stabilitása növekszik”, a tetőzőben “a legkevésbé érzékeny”, a záróban pedig “külső behatásokra, katasztrófa eseményekre érzékeny lehet”. Megemlíti, hogy “a túlkorossá váló állományban a zavarás mértéke, vagyis a keletkező lécek nagysága szabja meg, hogy a szukcessziós mozaik mennyire széles határok között mozog. Ha nagyok a lécek, az iniciális stádiumtól indul a szukcesszió.” Itt tehát már szerepet kap a “zavarás”, de nem világos, hogy milyen: mellékes jelenség-e, avagy meghatározó lehet legalább bizonyos erdőtípusok esetében? Az sem világos, hogy pontosan mit értünk zavaráson.

Sokkal árnyaltabb képet fest *Czajlik* (1996) az erdőfejlődési szakaszokról, és azok egymásba alakulásáról, esetenként az egyes szakaszok létrejöttének mechanizmusáról és kiváltó okairól. Ezeket az 1. ábrán lehet összefoglalni.

Ezek közül az “összeroppanási szakasz” irányába történő fejlődés *Czajlik* szerint feltételezi, hogy abiotikus vagy biotikus hatás következtében, tehát lényegében bolygatás miatt “összeroppan” a faállomány, és (kisebb-)nagyobb kiterjedésű fátlan területek alakulnak ki. A megváltozott, esetenként drasztikus mikroklíma-változások átmenetileg nem kedveznek a klimax fajoknak, ezért aztán “kerülő” úton jut el az erdő az “optimális” szakaszig.

Még fontosabb talán ennél az a megfigyelés, hogy a különböző fejlődési szakaszok egy erdőben, egymás mellett is előfordulnak, mozaikokat képezve, valamint hogy ezeknek a mozaikdaraboknak a mérete különböző, sokszor kicsi, 50 m-es nagyságrendű lehet. Ez viszont arra utal, hogy a különböző erdőfejlődési állapotok nemcsak időben követik egymást adott területen, hanem adott időben a térben is egymás mellett található meg. Tekintettel arra, hogy a kezdő állapotok kialakulása nagyon sok esetben bolygatás hatására történik, az állapotok mozaikossága a bolygatások mozaikosságára is utal.



1. ábra Bükkösök főbb erdőfejlődési szakaszai egyszerűsített rajzos formában Czájlik (1996) szerint

Fig.1. Main phases of forest dynamics of beach by Czájlik (1996) in a simplified graphical form

A bolygatás feltehetően a hazai természetes erdők kialakulásában, létezésében és fennmaradásában is jelentős szerepet játszik, ill. játszott. Ezért szükséges vele foglalkozni, de tárgyalása már csak azért is fontos, mert a konzervatív erdőkezelésnek is ismernie kell ezt az erdőkben oly jelentős szerepet játszó jelenséget. Az erdőkezelési technológiáik fejlesztése során még inkább nem kerülhető ki a természetes folyamatok minél alaposabb ismerete.

A bolygatások fajtái

A bolygatásoknak nagyon sokféle formája van, amelyek két nagy csoportba sorolhatók. Az egyik csoportba az erdő szemszögéből nézve külső tényezők tartoznak, mint pl. a szélviharok, vagy a tüzek. A másik csoportba olyan tényezők sorolhatók, amelyek magának az erdőnek, az erdő egyes részeinek gyors, jelentős megváltozásai. Ilyenek pl. a rovar- és lepkegradációk, amelyek saját fejlődési ritmusuk szerint alakulnak ki, s az erdő többi részei számára – "külső" tényezőként – jelentős környezetváltozást jelenthetnek. A két csoport tényezői természetesen egymásra is hathatnak; így pl. nagy szárazságok legyengíthetik a fákat és rovargradációt eredményezhetnek, vagy más, az erdőben már megtelepült kórokozók elszaporodását teszik lehetővé, vagy a faállomány besűrűsödése szél- vagy hőtöréshez vezethet.

Ismét hangsúlyozni kell, hogy a bolygatás nem azonos a fákat érő károsításokkal, tehát a biotikus vagy abiotikus károsítással. A bolygatás az egész erdőt érintő behatás, és nem feltétlenül, vagy nem csak egyes fák vagy facsoportok fejlődését akadályozza vagy tereli más irányba, hanem az egész erdő fejlődésének irányát és mértékét befolyásolja; nemcsak pusztítás, hanem a megújulás feltétele is.

A bolygatások néhány főbb fajtája

A bolygatásnak nagyon sok fajtája létezik. A főbb természetes, a Föld erdőségeiben leggyakrabban előforduló fajták a bolygatás mértéke és típusa szerint az alábbiak:

A bolygatások néhány főbb fajtája

A bolygatásnak nagyon sok fajtája létezik. A főbb természetes, a Föld erdőségeiben leggyakrabban előforduló fajták a bolygatás mértéke és típusa szerint az alábbiak:

⊗ abiotikus katasztrófák:

- tűz
- hurrikánok
- szélviharok
- jégviharok
- földcsuszamlás
- lavina
- szárazságok
- hirtelen árvizek
- özönvízszerű, hirtelen és intenzív esőzések
- láva folyamatok, vulkáni kitörések
- jelentős, intenzív vízingadozások

⊗ egyéb abiotikus károsítások:

- hótörés
- jégeső, jégkár
- fagykár
- tengerparti, tóparti és folyóparti erózió
- karszfolyamatok
- túl hosszú ideig tartó árvizek
- dűne-mozgások

⊗ biotikus katasztrófák:

- rovarjárádások
- gombajárádások

⊗ egyéb biotikus eredetű bolygatások:

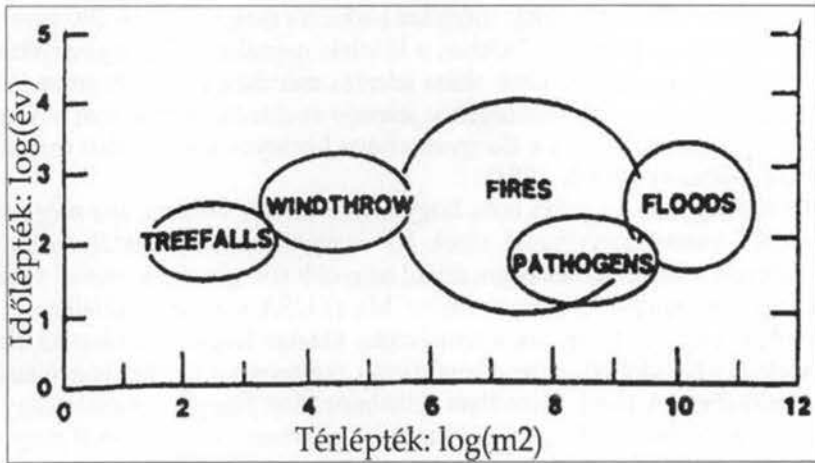
- nagyvadak által okozott károk
- gyomok inváziója

A bolygatás természetesen lehet emberi eredetű is. Ennek néhány fajtája az alábbi:

- erdőégetés
- erdőtelepítés (fafajmegválasztás, a terület mesterséges betelepítése)
- ápolás
- fakitermelések: tarvágás, felújítívágás, gyérítések stb.
- emberi eredetű erózió
- mesterségesen magasan tartott vadlétszám
- legeltetés
- erdei mellékhaszonvételek
- légszennyezés (gyárak, közlekedés, helikopteres növényvédőszeres és műtrágyázás stb.)
- talajszennyezés (közvetlenül vagy talajvízen keresztül) stb.

Bizonyos körülmények között – feltéve, hogy a bolygatás formája és mértéke ugyanolyan – az emberi eredetű bolygatás nem különbözik lényegesen a természetestől (Attwill, 1994). A fák, ill. az erdő szempontjából egyébként is teljesen mindegy a bolygatás eredete; a bolygatások természetes és emberi eredetű csoportokba történő besorolása ezért mesterséges. Az emberi eredetű bolygatások ugyanakkor csökkentik a természetes eredetű bolygatások gyakoriságát.

A főbb bolygatás-fajták leggyakoribb tér- és időléptékét a 2. ábra szemlélteti.



2. ábra A főbb bolygatás-típusok leggyakoribb tér- és időléptéke
(Treefalls = egyes fák kidőlése; windthrow = széldöntés; fires = tüzek; pathogens = kórokozók; floods = árvizek. Kramer és Verkaar (1998) után.)

Fig. 2. The most frequent spatial and temporal scales of main disturbance types
(after Kramer and Verkaar, 1998)

Nagy területek szél általi bolygatása

A trópusokon a különféle hurrikánok, tornádók és szélviharok következtében nagyon sok erdőben meghatározó a szél. Az USA középső és keleti részein az erős szelek és hurrikánok jelentős szerepet játszanak az erdők életében. Katasztrófaszerű nagy szélviharok egyes helyeken csak 1000–2000 évenként jelentkeznek, de New Englandban hurrikánok minden 20–40 évben előfordulnak. Az erős szelek hatására sok esetben több száz km²-es területen is erős széldöntés figyelhető meg (Attwill, 1994).

A szélnek mindazonáltal nem kell feltétlenül nagyon nagyok lennie; elég, ha annál nagyobb, mint amilyen a fa vagy fák ellenállóképessége. Európában és hazánkban is feltehetően helyenként és időnként jelentős szerepe van a széldöntésnek. Ezekre vonatkozó adatok azonban nagyon ritkán lehetők fel. Mindenesetre csak az utóbbi 10 évben két nagyméretű széldöntés is volt: az egyik Ausztriában és Németországban 1990-ben, a másik Szlovákiában, az Alacson-Tátrában 1995-ben.

Tüzek: a legtöbb erdő ellenségei és barátai

Hazánk lombhullató erdeiben a tüzek az utóbbi évtizedekben elenyésző szerepet játszottak. Ugyanakkor a világ sok erdejében alapvető jelentőségű tényező a tűz. Ezzel kapcsolatban hivatkozunk a közelmúltban az Erdészeti Lapok hasábjain megjelent cikkre (Csóka, Somogyi, 1996). Azt kiegészítendő, érdemes megemlíteni, hogy svédországi megfigyelések szerint az ottani fenyőerdőkben a tüzek átlagos gyakorisága kb. 80 év. A boreális és a lombos erdőzóna határán, Észak-Minnesotában hasonló, 60–70 év volt a tüzek gyakorisága az utóbbi ezer évben (a szélsőségek 20–

100 év között mozgottak (Heinselman, 1973, cit. Attiwill, 1994). Ezeket, és még más szempontokat is figyelembe véve megállapítható az is, hogy hazai fenyvesekben meg kellene vizsgálni annak értelmét és lehetőségét, hogy kontrollált körülmények között – ahogyan azt pl. az USA-ban teszik – engedjük tüzek létrejöttét, ill. a tűz a technológia része legyen, kihasználható a tűz sok hasznos következményét, pl. a károsítók szabályozását.

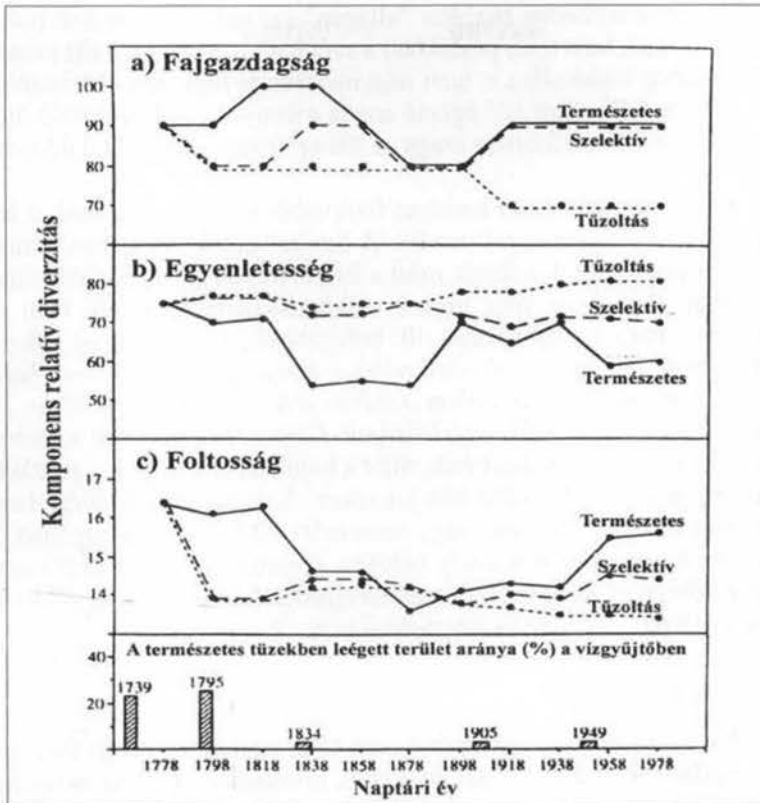
A tűz, ill. a tűz eloltása nálunk nem, de sok erdőben meghatározó egy tájkép változatosságának, formációinak kialakulásában. Ezt szemléltette Romme (1982) munkája, amelyik a relatív diverzitás mértékét határozta meg az utóbbi 200 évre vonatkozóan a Yellowstone Nemzeti Parkban a tüztöltés mértékének a függvényében (3. ábra). Megállapítható, hogy a tüzek oltása jelentős mértékben megváltoztatta a táj diverzitását. A tűznek az esetek többségében jelentős evolúciós szerepe van növénytársulások fennmaradásában, és ha a tűz gyakorisága bizonyos küszöb alatt marad, akkor a diverzitás csökken (Attiwill, 1994).

Az ábra egyben jó példa arra, hogy a természetes eredetű, ma még sok helyen "károsnak" tekintett szélviharok, tüzek, hó- és jégtörések megakadályozása, vagy következményeik – minél gyorsabban, minél nagyobb energia-befektetéssel történő – felszámolása nem mindig vezet eredményre. Ma az USA nemzeti parkjaiban és más védett területein egyrészt hagyják a természetes tüzeket leégni, másrészt az elmúlt 50–100 év elmaradt – eloltott – tüzeit bepótlandó, mesterséges tüzeket is gyűjtanak az erdők védelmében. A tüzek hiányában felhalmozódott faanyag ugyanis nagy veszélyt rejt magában, hiszen a sok éghető anyag miatt a természetesnél sokkal nagyobb tüzek alakulhatnak ki, amik már nem az erdők által "megszokott" bolygatást jelentenének, hanem valóban pusztító hatásúak lennének.

Heinselman (1973, cit. Attiwill, 1994) szerint "a legtöbb ökológiai szakírásban, valamint a nyilvános sajtóban úgy tekintenek a tüzre, mint ami természetellenes, ember-okozta, és a 'bolygatás' valahogyan nem része az ökoszisztémának... Ma már úgy kell a tüzet elfogadni, hogy az csak egy perturbáció a rendszeren belül, egy lényeges tényező ... a hosszú távú stabilitás és a diverzitás fenntartásában" (kiemelés tőlem). Ezt igazolják Oliver és Larson (1990) adatai is, amelyek szerint a természetes tüzek gyakorisága az USA területén 2–30 évtől 1000 évig terjedhet.

Weber és Taylor (1992) azt állapították meg, hogy a mesterséges égetések ökológiailag elfogadhatók és ugyanakkor költséghatékonyak is. Ez még akkor is így van, ha sokan úgy gondolják, hogy a természetvédelem feladata "szép helyek megőrzése", s nem pedig a "működő természeti rendszerek maradványainak megőrzése", amely magában foglalja az ilyen, látszólag destruktív elemek érvényesülésének biztosítását, mint a tűz. Éppen ezért a mesterséges tüzek alkalmazásánál, és a természetesen előforduló tüzek esetében (pl. az 1988-as nagy tűz alkalmával, amikor a Yellowstone parkban és környékén 562 ezer ha-on volt erdőtűz) nagyon fontos intenzív kampányt folytatni a nagyközönség információval történő ellátása és véleményformálása érdekében, hogy az emberek jobban elfogadják az ökoszisztémák dinamikájának természetét és a területkezelés ökológiai célkitűzéseit.

Az USA keleti részén ma tölgy-uralta erdők tenyésznek, fenyő eleggyel. Abrams (1992, cit. Attiwill, 1994) szerint az 50–100 éves visszatérési idejű tüzek segítették elő a tölgy uralmát és stabilitását, és "az európai telepések érkezése előtt nem tölgy-domináns erdőkben az USA észak-keleti részein vagy túl gyakoriak, vagy túl ritkák voltak az erdőtüzek".



3. ábra Egy vízgyűjtő szubalpin erdejének (Yellowstone Park, USA) három féle módon számított relatív diverzitása az erdőtüzek kezelésének három rendszere szerint (rekonstruálva 1778-ig visszamenőleg; Romme, 1982 után).

(A három kezelés: "Természetes": természetes rendszer, semmilyen beavatkozás nincs; "Szelektív": a nagy tüzekeket megakadályozzák, a kis tüzekeket hagyják égni; "Tűzoltás": minden tüzet eloltanak.)

Fig.3. Relative density of a subalpine forest in a watershed (Yellowstone Park, USA) by three fire management systems, estimated in three ways (reconstructed back to 1778, after Romme, 1982).

(The fire management systems are: "Természetes": natural system, no intervention; "Szelektív": large fires are extinguished, smalls are left to burn; "Tűzoltás": all fires are extinguished.)

A fenti hosszú listából is látható, hogy nagyon sokféle bolygatás létezik úgy a zavaró tényező természetét, mint a bolygatás mértékét, gyakoriságát és időtartamát tekintve, ezért is nehéz a bolygatást definiálni. Nehéz továbbá a reagens ökoszisztémától függetlenül beszélni a bolygatásról, mert adott intenzitású, időtartamú, gyakoriságú stb. bolygatásnak különböző hatásai lehetnek az ökoszisztémára függően annak állapotától. (Egy erős szél egy egészséges faállományban legfeljebb néhány, gyengébb gyökerű fát dönthet ki, de ugyanaz a szél egy gombafertőzéssel teli, idősebb, már meggyengült faállomány fainak jelentős részét kidöntheti.)

A bolygatást és a "bolygatást elviselőt" – Attiwillel (1994) ellentétben – ezért szerintem ugyanúgy csak egymáshoz képest lehet definiálni, mint az "élőlényt és kör-

nyezetét”, és ezért értelmetlen beszélni “allogén” és “autogén” eredetű bolygatásról. Ez még akkor is igaz, ha a fenti példákban a szél hatása, vagy pl. a tűz esetében a tűz mértéke, sőt esetleg kialakulása is igen nagymértékben függ az ökoszisztéma (belső) állapotától, ti. a rendelkezésre álló éghető anyag mennyiségétől és eloszlásától, vagyis ha a bolygatás mértékét elsősorban maga az ökoszisztéma “belső” tulajdonságai határozzák meg.

Ennél az elméleti kérdésnél azonban fontosabb az, hogy *mik azok a bolygatási formák, amelyek térségünkben jellemzőek*. A lombos erdők zónájában természetesen nem lehetnek olyan fontosak a tüzek, mint a fenyőerdőkben. Mivel térségünkben nem működnek olyan elemi erők sem, mint a vulkánok, hurrikánok stb., nem jellemzők más okból sem a nagy területű károk, ill. bolygatások. *Térségünkben jellemzően inkább a lék méretű, kis, néhány tizedtől néhány hektárig terjedő méretű bolygatások fordulnak elő. Ezek oka leggyakrabban a szél és a hó (Korpel, 1994, Otto, 1994), ill. más, ezekhez hasonló meteorológiai jelenségek. Korpel (1994) szerint az európai őserdőkben az abiotikus károk gyakoribbak, mint a biotikusak. Talán elég példaként említeni a legutóbbi, jelentősebb területeken jelentkező bolygatást, a Börzsönyben és a Pílisben 1996-ban fellépett jégtörést (vagy ónos esőt). Ez két-három nap alatt összességében több ezer ha-on okozott komoly fadőlést, korona- és törzstörést (Ormos, 1997), a kár azonban többnyire a nagyobb érintett térségen belül az összefüggő kárterületeket tekintve néhány tized – néhány ha kiterjedésű volt.*

Mi a hatása a bolygatásnak?

Ezt a talán egyszerűnek tűnő kérdést nem lehet egyszerűen megválaszolni. A hatás nagymértékben függ a bolygatás módjától, mértékétől, attól az ökoszisztémától, amelyik a bolygatásra reagál, és természetesen attól, hogy az erdő egészét, vagy csak valamely alkotórészét helyezzük érdeklődésünk középpontjába.

A bolygatás legszembetűnőbbben a faállomány összetételének és szerkezetének megváltozásával jár. A bolygatás hatására közvetlenül a következők történhetnek:

- ✦ “megsemmisülhet” egész erdőségek faállománya,
- ✦ “tönkre mehet” egy vagy néhány erdőrézlet nagyságú erdőterület,
- ✦ kialakulhatnak kisebb-nagyobb lékek (néhány tized, esetleg néhány ha nagyságú foltok, ahol az idős fák elpusztulnak és/vagy kidőlnek).

A fenti idézőjelek használata azért fontos, mert vizuálisan szembeötlő ugyan, hogy a fák elpusztulnak, kidőlnek, összetörnek vagy elégnak, *ez azonban egyáltalán nem jelenti azt, hogy az erdő, mint olyan maga menne tönkre*. Ez csupán annyit jelent, hogy az erdő bizonyos alkotórészei, a fák – akármilyen fontosak is – átmenetileg eltűnnek, eltűnhetnek a területről bizonyos fajok ideig óráig, sőt, egyes fajok ki is pusztulhatnak, ha túl erős és/vagy túl gyakori a bolygatás. Az erdő visszaszerző képessége olyan nagy, hogy még extrém bolygatás után is – bizonyos feltételek mellett – képes az átmenetileg elvesztett területet visszahódítani.

Érdemes itt megemlíteni azt, hogy az “erdő” szó eredeti formája “eredő” (vagyis magától eredő) volt, ami arra utal, hogy már régen észrevették az erdő reprodukciós képességét. Az erdő visszaszerző képességére vonatkozóan, amely általában igen jelentős, sok tapasztalat van (Oliver és

Larson, 1990). Korpel (1994) is megállapítja, hogy az őserdők a károkat gyorsan kiheverik, továbbá hogy "az őserdőnél stabilabb ökoszisztéma nem képzelhető el".

Egy kísérletben (Bormann és Likens, 1979) több területet tarra vágtak, majd a vegetáció megjelenését herbiciddel akadályozták évekig. Még ezután a drasztikus bolygatás után is rögtön megindult az erdő fejlődése a kémiai gátlás megszüntetését követően.

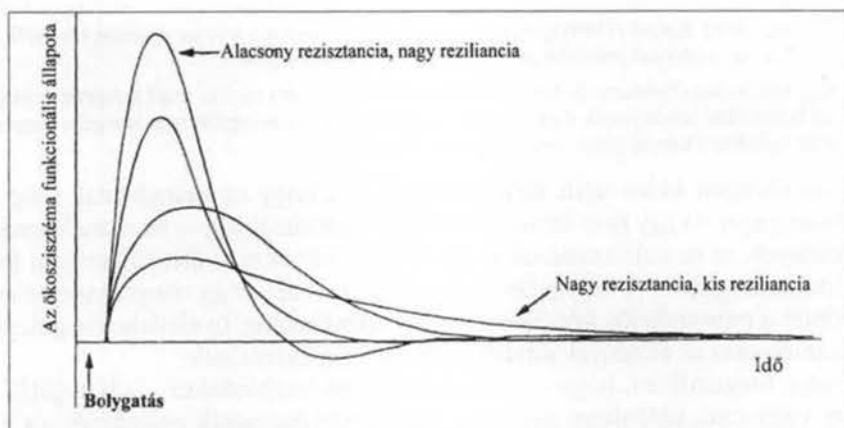
Semmiképpen nincs tehát általában arról szó, hogy ne maradnának meg a fák szaporítóanyagai – vagy nem lenne a közelben szaporítóanyag –, ne maradnának meg más élőlények, és ne keletkeznének új életterek, amelyeket az élet valamilyen formája előbb-utóbb meghódít. A bolygatás tehát nem jelenti azt, hogy megszűnne az erdő és megszűnne a reprodukciós képessége; éppen ellenkezőleg, új életlehetőségek alakulnak ki, amelyeket az élőlények általában hamar ki is használnak.

Fontos megemlíteni, hogy – utalva a korábban mondottakra – a bolygatás miatt teljesen, vagy csak különböző mértékig részlegesen megsérült erdőrészek, és a teljesen érintetlen erdőrészek térben és időben egymás mellett találhatóak. Ezért sincs értelme beszélni az erdő degradációjáról. Az erdő ugyanis a bolygatott részeket az egyéb mozaikok strukturális és funkcionális részeiből újraépíti, felújítja. Másképpen megfogalmazva az erdő maga bolygatatlan, "belakott", és bolygatott, átmenetileg "lakatlan" mozaikok összessége.

A degradációval kapcsolatban érdemes itt idézni néhány olyan stabilitás-fogalmat – akármennyire is csak elméleti fogalmakról van szó, mert nehéz, ha nem lehetetlen mérni őket –, amely a bolygatással kapcsolatos. Maga a *stabilitás* az ökoszisztémának egy olyan átfogó képessége, hogy a bolygatásokkal szemben megőrizze vagy helyreállítsa az ökoszisztéma integritását, szerkezetét és működését, végső soron létezését. (A helyreállítás során nem feltétlenül a bolygatás előtti szerkezet áll vissza; a vissza szerzőképesség inkább azt jelenti, hogy az erdő képes a létezését valamilyen működőképes szerkezettel fenntartani.) A *rezisztencia* (inercia) az ökoszisztéma azon tulajdonsága, hogy szerkezete és működése "egységnyi" erősségű bolygatás hatására milyen mértékben változik meg, a *reziliencia* (elaszticitás) pedig az, hogy "egységnyi" megváltozás után milyen sebességgel (milyen gyorsan) regenerálódik (tér vissza az eredeti állapotba, 4. ábra). Végül *amplitúdónak* nevezik annak a (bolygatás általi változásnak a) mértékét, amelyet az ökoszisztéma még el tud viselni úgy, hogy még képes visszatérni az eredeti állapotába (Kimmings, 1997). A stabilitásnak természetesen sokféle más formája, típusa és jellemzője van még, amelyek – beleértve a fentieket is – egymással is összefüggenek.

A bolygatás hatására alapvetően a fák növőtere változhat meg, mégpedig az alábbi két féle módon (Oliver és Larson, 1990):

- ◆ meglévő növényeket tüntethet el a területről, amelyek növőterét más növények használhatják fel, vagy
- ◆ az összes növény által felhasználható erőforrások mennyiségét változtathatja meg.



4. ábra A rezisztencia és a reziliencia modellje (Swank és Waide, 1980 után).

A görbék a bolygatás hatására történt kimozdulás mértékében, valamint az eredeti állapot közelébetörtető visszatérés sebességében különböznek egymástól.

Fig. 4. Model of resistance and resilience (after Swank and Waide, 1980).

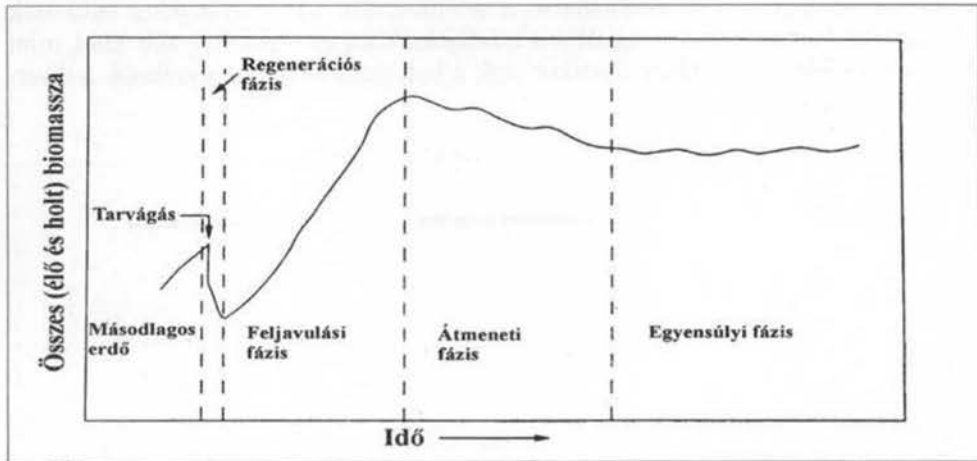
The curves differ in the extent of displacement due to disturbance, as well as in the rate of speed to return to the original state.

Az erőforrások rendelkezésre állásának, ill. felhasználásának megváltozására azonnal reagál az erdő élővilága. A bolygatás megszűntével azonnal beindulnak olyan folyamatok, amelyeket a területen maradt, ill. a terület közelebbi és távolabbi szomszédságában található élőlények életmódja, táplálkozási és szaporodási igényei és képességei, valamint a fizikai környezet határoznak meg. A legegyszerűbb, és a legtöbbet tanulmányozott folyamat a terület biomaszaprodukciójának változása. Erre példa a Bormann és Likens (1979) által felállított modell (5. ábra). A meglévő fák a szabadabbá vált erőforrások irányába növesztik gyökereiket és koronájukat, míg a szabad teret a lehetőségig ki nem használják. A tér kihasználása természetesen új növények megtelepedésével is beindul.

Az erdőnek a fákon kívül azonban sok egyéb része, és a biomaszán kívül sok más jellemzője is van, amik bár kétségtelenül fontosak, de elsősorban (rövidtávú) gazdasági szempontból. Biológiai szempontból talán fontosabb ennél, hogy megkezdődik a terület élővilágának is az újbóli fejlődése, más alapról indulva, és vagy más, vagy hasonló irányba, mint ami a bolygatás előtti ökoszisztémában volt megfigyelhető.

Mindenképpen fontos hangsúlyozni, hogy ma úgy gondolják, hogy az erdőfejlődés nem valamilyen, előre – valamilyen természeti törvény által – megszabott irány mentén történik, hanem az az erdő belső sajátosságainak és külső környezetének az interakciójaként alakul ki (Oliver és Larson, 1990). Kis mértékű bolygatás esetén megkezdődhet a szukcesszió, amelynek során az ökoszisztéma fajösszetétele lassan megváltozik. A különféle szukcessziós modellekkel a szakirodalom részletesen foglalkozik (pl. Kimmins, 1997). Ugyancsak több irodalmi forrás részletezi azokat az elméleteket, amelyek a különböző erdőfejlődési állomásokat, stádiumokat, fázisokat stb. írják le; ezekkel sem foglalkozunk itt. Ehelyütt két dolgot érdemes hangsúlyozni.

Az egyik az, hogy a szukcessziós folyamat során újabb bolygatások zavarhatják meg az erdő fejlődését, visszavetve azt egy korábbi stádiumra; Észak-Amerika erdősegeinek nagy része ilyen állandó bolygatásnak kitett, fejlődésében minding megakadó erdőből áll. A másik érdekes és fontos dolog, hogy nagyobb mértékű bolygatás esetén a területen amúgyis jelenlévő pionír fajok denzitása átmenetileg megnő, az eredetihez képest lényegesen más életközösség alakul ki, majd a keletkezett "seb" begyógyul (Krebs, 1994).



5. ábra A biomassa növekedésének fázisai egy gazdasági erdő tarvágását követően, ha a tarvágás után már nincs más bolygatás. (Az ábra az USA észak-keleti részén tenyésztő lombos erdő fejlődését mutatja. Bormann és Likens (1979) után, módosítva.)

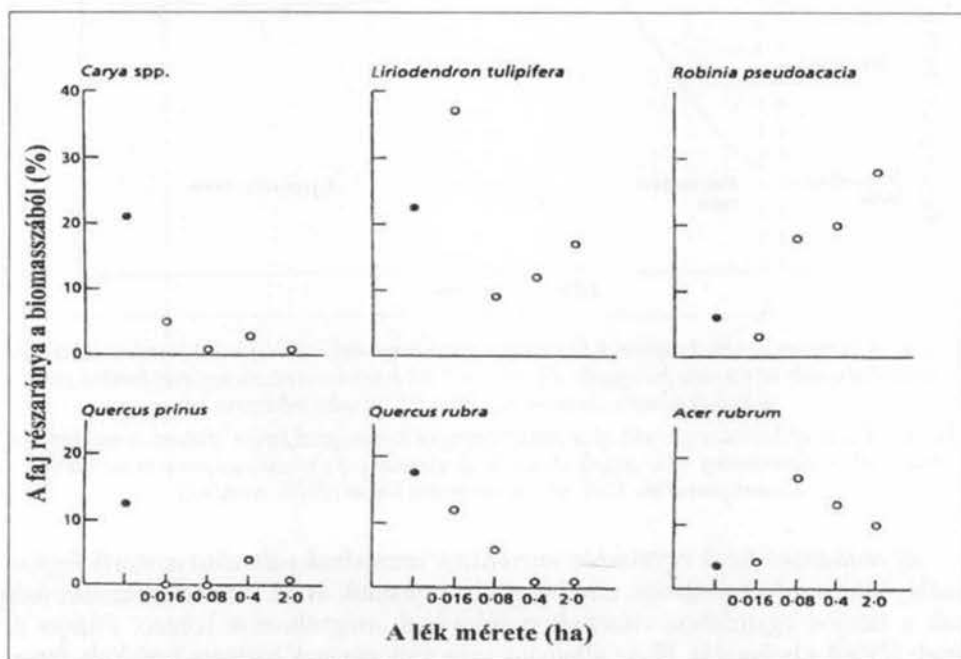
Fig. 5. Phases of biomass growth after clearcutting of a managed forest, if there is no disturbance after clearcutting (The graphs shows the development of a broadleaved forest in the North-Eastern part of the USA. After Borman and Likens (1979), modified.)

Az erdőalkotó fajok egymáshoz viszonyított arányának változása az egyik legfontosabb hatása a bolygatásnak; erre két példát mutatunk itt be. Az első példában még csak a fafajok egymáshoz viszonyított arányának megváltozása látható. Philips és Shure (1990) a bolygatás, ill. az állomány saját változásának hatására kialakult, átmenetileg fátlanná vált területek, az ún. lékek méretének függvényében ábrázolta egy elegyes lombos erdő fafajainak biomasszáját a tarvágás utáni második évben (6. ábra). Az adatokból jól látható, hogy a fafajok (elegy-)aránya jelentősen különbözik a tarvágás előtt és utána, és függ a lék méretétől is.

A fafajok mellett az erdőkben élő különböző egyéb élőlények mennyisége is nagymértékben függ a – bolygatások és az erdőfejlődés által meghatározott – állományszerkezettől. Erre jó példa található a német Erdőrendezési Munkaközösség Erdészeti Tájékoztatói Munkakör által kiadott, "Biotoppflege im Wald" (Biotopgondozás az erdőben, 1993) c. könyvében (7. ábra). Hasonló igaz akkor is, amikor az erdő

belsejének, szélének és az azon kívül eső rétnek, legelőnek, szántónak stb. a biodiverzitását hasonlítjuk össze (8. ábra).

A 6. ábrán látható trendek mellett, amelyek csak az összes fajszámot mutatják, érdemes megemlíteni Csontos (1996) cseres-tölgyesek felújítás alatt lévő állományai-ban végzett megfigyeléseit. Ezek szerint a 3–4 éves felújítási időszak után a degradációra utaló fajok száma elég jelentősen megemelkedik, majd a tisztítási korú állományokban bekövetkezik egy kb. tíz évig tartó, igen sűrű korszak, amikor is "a cseres-tölgyes fajok jelentős része kivész az állományból (főleg a természetes kísérőfajok csoportja, de nagyrészt az edificátorok, a társulásépítők is)". Ugyanakkor bükkösök zárótársulásában a fajszám – legalábbis a fafajokat illetően – alacsonyabb lehet, mint más erdőfejlődési fázisokban; ilyenkor csak a bolygatások eredményezhetik a diverzitás növekedését (Otto, 1994).



6. ábra A föld feletti biomassza relatív (százalékos) mennyisége a lék létrejöttét követő második évben a lékek méretének függvényében, fajonként. A megfigyeléseket egy észak-amerikai (Appalache hegység, Észak-Carolina) elegyes lomberdőben végezték (Philips és Shure, 1990) (*: a lék keletkezése előtti biomassza; N: a lék keletkezése utáni második évben mért biomassza)

Fig.6. Amount of aboveground biomass (in percent of the original one) two years after the establishment of gaps by species and gap size. Data are from a mixed broadleaved forest in the Northern USA (Appalache Mountain, North Carolina; after Philips and Shure, 1990) (*: biomass before gap establishment; N: biomass two years after gap establishment).

Az elpusztult fák faanyagának jelenléte szintén igen fontos következménye a bolygatásoknak (holt faanyag természetesen a bolygatás nélkül, a biológiai korukat elérve elpusztuló fákból is keletkezik). Az elhalt faegyedek faanyaga sok faj számára feltétlenül szükséges étlettér (Otto, 1994), s ha ilyen van az erdőben, akkor az erdő diverzitása és stabilitása is nő.

Lombos őserdőkben a holt fa mennyisége hektáronként 50–130 m³ között lehet (Harmon et al. 1986), hegyvidéki elegyes erdőkben pedig 50–200(300) m³ (Albrecht, 1991). A bajor erdőrezervátumokban a felátlalt holt fa mennyisége 10 és 180 m³ között volt, ennek kb. egy harmada állt (Rauh és Schmitt, 1991). Az Észak-amerikai duglász–hemlockfenyő és más mérsékeltövi esőerdőkben a holt faanyag mennyisége az ezer m³-t is meghaladhatja (Otto, 1994). Ezek a mennyiségek önmagukban is jelentősek, és mutatják a holt faanyag fontosságát a természetes erdőkben.

A holt faanyag szerteágazó kérdéskörével itt csak tárgyunk, vagyis a bolygatások, ill. a biodiverzitás viszonylatában érdemes néhány megállapítást tenni.

A holt fa fontossága abból adódik, hogy a holt faanyag az ökoszisztéma anyag- és energiaforgalmának része, és fizikai és kémiai tulajdonságai miatt nagyon sok állat-, gomba és növényfaj életlehetőségeit teremti meg. E fajok közül sok gomba, rovar, gerinctelen, zuzmó, madár és denevérfaj van, amelyek egy jó része mára – a holt fa mennyiségének igen nagymértékű megfogyatkozása miatt – már ritkává, veszélyeztetetté vált. Nagy-Britanniában pl. 771 ritka gerinctelen 34 %-a igényli a holt fát (Hodge és Peterken, 1998), Svédországban a 739 veszélyeztetett gerinctelen 35 %-a, ebből 28 % a még lábán álló holt fát igényli (Berg és mtsai, 1994).

E fajok szerves részét képezik az erdők élelmi hálózatának, felszabadítják a holt fában megkötött anyagokat (szervest és szervetlent) és energiát, s ezzel hozzájárulnak az ökoszisztéma működéséhez, amelynek az építő folyamatok mellett a lebontók szintén elemi módon fontosak. A nagy holt fatestek hosszú ideig képesek vizet tárolni, s ezáltal a száraz időszakban a vékonyabb anyagokból kipusztuló lebontó szervezetek menedékhelyei, s amikor ismét kedvezőek a lebontás feltételei a vékonyabb anyagnál is, akkor sokkal gyorsabban kolonizálni tudják a lebontó szervezetek e vékony anyagot is. A vastag holt fatestek hiányában e lebontó gombák hiányozhatnak, s az erdőpusztulás összefüggést mutat e lebontó gombák hiányával (Stevens, 1997).

Egyes esetekben az állomány-dinamikának is részét képezi a holt faanyag, amennyiben az újulat megtelepedését segítik elő. Geomorfológiai szempontból akadályt jelentenek a lefolyó víznek, kisebb-nagyobb tócsákat, tavakat alakítanak ki, s ezáltal, ill. saját maguk vízfelvevő képességével növelik az erdő vízviszatarató képességét. A vizes élőhelyek kialakításával áttételesen ismét a biodiverzitás növelését eredményezik. Amennyiben a biodiverzitás fontos – márpedig fent láttuk, hogy fontos –, akkor a holt fának a mai erdőkben is szerepet kellene adni; mivel nem ismerjük az élelmi hálózatok működését, nagyobb valószínűséggel marad meg a biodiverzitás a fenntartható formában és mértékben, ha az erdők a természetesekhez, a természetes folyamatok – köztük a bolygatások – által létrehozottakhoz hasonlítanak (Stevens, 1997). A holt fa létjogosultságát már sok országban elfogadják; Kanadában pl. a holt faanyag felmérése már része a B.C. Erdészeti Minisztériuma új erdővegetáció-leltárának is (Stevens, 1997).

Egyelőre nincsenek olyan bizonyítékok, amelyek szerint a holt fa eltávolítása önmagában csökkentette volna a fáhozamot (Hodge és Peterken, 1998). Ugyanakkor alig tudunk valamit a holt fát igénylő fajok életkörülményeiről, és az ökoszisztémában elfoglalt helyükről. Mindenesetre feltételezzük, hogy a természetes erdőkben megvolt a maguk helye és szerepe. A holt fák becsült, ill. őserdőnek számító erdőkben mért mennyisége természetesen a bolygatás – a fák elpusztításának formája – függvénye, és nagyobb elemi boly-

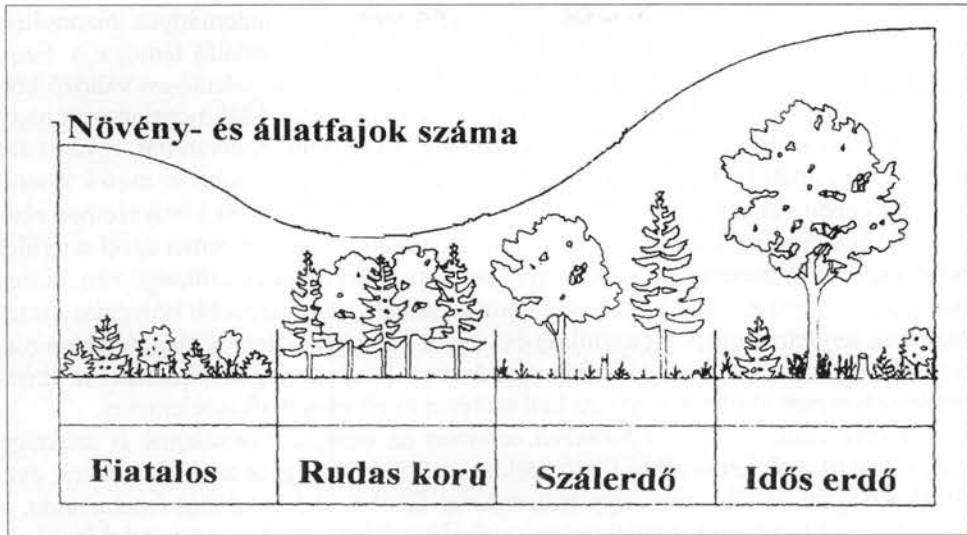
gátás nélkül 5–200 m³/ha, széldöntés esetén 300–400 m³/ha is lehet (Hodge és Peterken, 1998), ahogyan arra feljebb már láttunk néhány adatot.

Igen keveset tudunk arra nézve, hogy hogyan regenerálódnának a most csak kis faj- és egyedszámban az erdőkben meglévő, holt fát igénylő fajok. Már maga a holt faanyag képződése is hosszú időbe telne. (A természetes mennyiségű holt fa minimális beavatkozás, pl. csak a legértékesebb egyedek kivétele esetén kb. egy évszázad után keletkezne (Hodge és Peterken, 1998); ennyi idő alatt állna be a mérsékeltövi lombos erdőkben minimumnak tekintett 50 m³/ha holtfaanyag-mennyiség). Szükség lenne meghagyni idős fákat egészen biológiai koruk végéig, és más módszereket is kellene alkalmazni, hogy már most képződjenek holt fák elegendő mennyiségben. Ezek közül még kiemelendő az, hogy természetes bolygatás (széldöntés, hótörés stb.) esetén a terület egy részét úgy kellene meghagyni, ahogyan az létrejött, az ott lévő holt faanyaggal együtt.

Arra nézve, hogy a holt faanyag mennyi legyen a mennyisége, a megfelelő ökológiai ismeretek birtokában inkább csak gazdaságossági kérdések alapján lehetne javaslatot tenni. A mi viszonyainkhoz leginkább hasonló Németországban a nagyobb (10 cm-nél nagyobb) álló, ill. a földön korhadó faanyag mennyiségére 5–10 m³/ha értéket javasolnak (Utschik, 1991, Ammer, 1991.) A gallyakkal együtt tehát ennél nagyobb mennyiségről van szó, mégis ez nem több, mint az élőfakészlet, vagy másként megfogalmazva egy 100 éves vágásfordulójú átlagos erdő 100 éves fatermésének néhány %-a. Ezek azonban csak átlagértékek természetesen, s ugyanúgy, ahogyan másnak, úgy a holt faanyag méretbeli és térbeli eloszlásának is diverznek kell lennie, mert ilyen a természetes körülmények között is. Fontos, hogy ne csak gallyméretű holt faanyag maradjon az erdőn, hanem vastag anyag is (ami egyben hosszabb ideig is ott marad). Emellett gazdasági erdőkben nem lehet cél a természetes holt faanyag-mennyiség megléte (Angliában max. 2 %-ot javasolnak), ugyanakkor elkülönített erdőkben vagy akár sok erdő elkülönített részében ennél sokkal több holt faanyagot is el lehet képzelni (természetszerűen kezelt erdőkben a potenciális fatermés 10–20 %-át, erdőrezervátumok védőzónájában 20–50 %-át, védett erdőben, pl. erdőrezervátumok magterületén 100 %-át). A szakirodalomban vannak olyan javaslatok (Hodge és Peterken, 1998), amelyek szerint az erdő 5 %-át őserdőszerű állapotban kellene megtartani értékes madarak élőhelyeinek megőrzése érdekében. (Ehhez hasonló javaslatot tett Somogyi (1989a) is.) Összességében azonban a potenciális fatermés értékének csak mintegy 2–3 %-át kellene "feláldozni" (Hodge és Peterken, 1998), hiszen az értéktelenebb erdőrészeket, ill. faegyedeket kisebb értékvesztés mellett mentesíteni lehetne a kitermelés alól (ami melleleg egyes fajoknak még kedvez is, Hodge és Peterken, 1998).

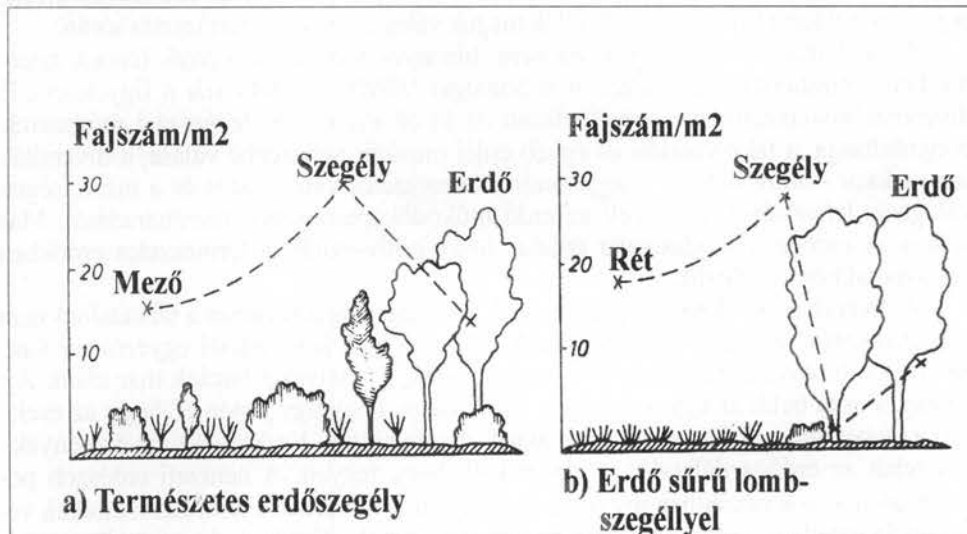
A hozamokat és a költségeket is tekintve meg lehet állapítani, hogy a holt fákra is szükség van, és a hazai erdőkben is van lehetőség, ill. meg kell teremteni a lehetőséget a holt faanyag keletkezésének és az erdőben maradásának. Természetesen azt, hogy "ki fizesse meg az árat", még részleteiben elemezni kellene, de az államnak a később jelentkező hozamok elmaradásának elviselésében mindenképpen a legnagyobb szerepet kell játszania.

A bolygatás valamennyi hatását tekintve a legfontosabb talán éppen az, amelyik az erdő élővilágának a gazdagodásával jár. Ezt a gazdagságot a legutóbbi időben divatosá vált biológiai diverzitás fogalmának legkülönbözőbb mutatóival, ill. ezek sorozataival, az ún. diverzitási rendezésekkel (Tóthmérész, 1997) próbálják jellemezni. Anélkül, hogy ezek elemzésébe belemennénk, szükséges azt megjegyezni, hogy a biológiai diverzitás azért alapvető tulajdonsága az erdőknek, mert *e diverzitás és az erdők hosszútávú fennmaradása között nagy valószínűség szerint szoros összefüggés van.*



7. ábra A növény- és állatfajok száma egy gazdasági erdőben különböző korban (Biotopgondozás az erdőben, 1993). Az erdő feletti görbe mutatja a fajszám-változás modelljét.

Fig. 7. Number of plant and animal species in a managed forest by age (after Biotopgondozás az erdőben, 1993). The curve over the graph of the forest is the model of variation in species



8. ábra Növényfajok száma (egy m^2 -re) különböző vegetációs típusokban: a) természetes erdőszegély esetén; b) sűrű lomb-szegély esetén (Biotopgondozás az erdőben, 1993).

Fig.8. Number of plant species (per square m) in various vegetation types: a) natural forest edge; b) dense broadleaved forest edge (after Biotopgondozás az erdőben, 1993).

Nagy valószínűséggel, mert nincs rá mindenre kiterjedő tudományos bizonyíték, ugyanakkor ezt a feltevést számtalan megfigyelés és meg gondolás támogatja. Ezek közül az egyik legfontosabb az, hogy az élővilág állandóan és jelentősen változó környezetben él, és ehhez a környezethez csak a nagy diverzitás által megalapozott nagy alkalmazkodóképességgel lehet hosszútávon alkalmazkodni. A diverzitás ugyanis azt jelenti, hogy adott környezetben bizonyos fajok szaporodnak el jobban, mások kisebb mennyiségben vannak jelen, ugyanakkor más, vagy megváltozott környezetben elsősorban vagy csak ezek az utóbbi fajok tudnak elszaporodni, biztosítva ezzel a terület benépesítését. A benépesítés képességére pedig minden erdőnek szüksége van, hiszen bolygatás, vagyis az erdő bizonyos alkotóelemeinek, vagy nagyobb bolygatás esetén bizonyos területrészeinek elpusztulása és/vagy a környezet jelentős megváltozása esetén valahogyan – a szukcessziós folyamatok révén – újból meg kell hódítani az átmenetileg elvesztett területeket, vissza kell szerezni az elvesztett alkotóelemeket.

A diverzitás különböző formáira azonban az erdőgazdálkodásnak is szüksége van, s erre itt csak két további fontos példát említünk. Az egyik az erdőművelés: gyéríteni, válogatni, a több ezer vagy tízezer fiatal fából a véghasználatig fenntartandó, a termelési célt képező fákat kiválasztani csak akkor lehet, ha a kívánatos tulajdonságokat tekintve van miből válogatni. Ez azonban már kapcsolatos a másik, akár erdővédelminek is nevezhető példával is: a kívánatos fatulajdonságok között van az, hogy a fa életerős legyen, és meg is érje a véghasználati kort. Tekintettel arra, hogy az életképesség is relatív tulajdonság, ti. a környezethez viszonyítva értelmezhető tulajdonságot jelent, csak azok a fák jöhetnek szóba, amelyek nagy alkalmazkodóképességűek, ill. az adott környezetben életképesek. Ezeket a fákat pedig csak ilyen tekintetben diverz populációból lehet kiválasztani, ill. e fák maguk választódnak ki a természet során.

A faállományok ha akarjuk, ha nem, bizonyos mértékig diverzek (ennek faterméstani vonzataira többek között már *Somogyi (1989b)* felhívta már a figyelmet). E diverzitás következménye természetesen az itt alkalmazandó leltározási módszerek bonyolultsága, a fakitermelési és egyéb erdei munkák nehezebbé válása, a diverzitás ugyanakkor – mint láttuk – megteremti a természetes válogatódás és a mesterséges válogatás lehetőségét, és növeli az erdő működőképességének fennmaradását. Más szóval az erdőgazdálkodás saját érdeke, hogy a diverzitást a természetes erdőkben tapasztaltakhoz közelítsük.

A diverzitás, az élővilág egészségének szükségességét azonban a társadalom nem erdész részei is egyre inkább felismerik. Már öt olyan nemzetközi egyezmény van, amelyek a biodiverzitás védelmével foglalkoznak, s amelyeket hazánk már aláírt. Az ország, s ezen belül az egyes szakmák kötelessége, hogy úgy járjon el, hogy az ezekben az egyezményekben elvárt normáknak megfeleljünk. Ezeknek az egyezményeknek tehát az erdőgazdálkodás is eleget kell, hogy tegyen. A nemzeti erdészeti politikának már sok országban így része az erdőterület növelése, a természeti értékek védelme és növelése, valamint a természetes folyamatok előtérbe helyezése (*Kramer és Verkaar, 1998*). Mindehhez gyakran szükséges, hogy a biodiverzitást, ill. azzal kapcsolatos erdőjellemzőket (pl. habitatokat) leltárba vegyünk és monitorozzuk. Ez már több nemzetközi kötelezettség teljesítéséhez is szükséges (*Lund, 1998, Horváth és mtsai, 1997*).

A hazánk által eddig aláírt, a biodiverzitás védelmével foglalkozó nemzetközi egyezmények az alábbiak:

- Berni Egyezmény az európai vadon élő állatok, növények, valamint élőhelyeik védelméről.
- Ramsari Egyezmény a nemzetközi jelentőségű vizes élőhelyek védelméről.
- Bonni Egyezmény a vadon élő, vándorló állatfajok védelméről.
- Washingtoni Egyezmény a nemzetközi kereskedelem által veszélyeztetett vadon élő állat- és növényfajok kereskedelmének szabályozásáról.
- Egyezmény a Biológiai Sokféleség Védelméről.

Ezen túlmenően terveznek egy Egyezményt a Duna védelmére és fenntartható használatára is (Varga, 1998).

Arra vonatkozóan, hogy az erdőgazdálkodásnak általában mi a hatása az erdők biodiverzitására, még kevés megfigyelés van, legalábbis itthon. Az egyik első ilyen jellegű hazai vizsgálat (Standovár, 1998a) eredményei szerint egy kis területű (másképp ha-nyi) féltérmezes (tehát alig kezelt) erdőben több lágyszárú növényfaj fordult elő, mint 5 másik, hasonló körülmények között fejlődő, de átlagos erdőművelési kezelés alatt álló erdőrészletben. A vizsgálatból az is nyilvánvaló, hogy a nagyobb diverzitásért a faállományban megmutatkozó különbségek felelősek elsősorban (a féltérmezes erdő idős korán túlmenően), hiszen a természetesen fejlődő erdő faállománya eleve diverzebb (kis területen több, különböző korú, záródású és fafajösszetételű faállomány-foltok, facsoportok, ill. lékek alakulnak ki), emiatt diverzebb élőhelyek alakulnak ki, amelyeket többféle élőlény hódít meg. Visszautalunk itt a 2. ábrára is, ahol már láttuk, milyen jelentősen különbözik a diverzitás attól függően, hogy a természetes tüzeket hagyjuk-e érvényesülni, vagy nem. Amerikában a tüzek tartoznak a fontosabb, gyakoribb bolygatások közé, nálunk a szél- és hótörések; nálunk tehát ezek megelőzése, ill. következményeinek elhárítása az, ami talán helytelen gyakorlat, hiszen ez vezethet a diverzitás csökkenéséhez.

A bolygatás hatásaival kapcsolatban végezetül szükséges megemlíteni, hogy a hatások attól is függenek – ezt a 6. ábrán már láttuk –, hogy mekkora kiterjedésű, a fák életkorához és az erdő más hasonló jellemzőihez képest milyen gyakori, és milyen erősségű a bolygatás. A bolygatás különböző nagyságú területeken és különböző erősségekben hozhat létre változásokat az erdő szerkezetében és folyamataiban. E tekintetben nálunk két léptéknek és többféle erősségnek lehet jelentősége: egyrészt a tarvágás méretű (néhánytól néhány tíz hektár nagyságú) területnek, másrészt a néhány tized hektár kiterjedésű léknek. Egészen más a hatása a gyakori bolygatásoknak, és azoknak, amelyek gyakorisága az erdő fái életkoránál nagyobb időközökben jelentkeznek. Végül a bolygatás erőssége a gyenge biotikus vagy abiotikus károsítástól a gyenge, közepes, ill. erős mértékű gyéritésen keresztül az erős, tarolással egyenértékű biotikus vagy abiotikus kárig, ill. a tarvágásig terjed. (E szintekre Kramer és Verkaar (1998) ad példákat.)

Ezzel pedig már elérkeztünk ahhoz a kérdéshez, hogy összességükben hogyan illeszkednek a bolygatások az egész ökoszisztéma működésébe? Az könnyen érthető, hogy az erdei folyamatok különböző tér- és időléptékei (területnagyságok, sebességek) egymásba ágyazódnak (pl. több lék és záródott terület alkot egy állományt, ezek vízgyűjtőt, emezek pedig összességükben alkotják a tájt stb.). A kisebb léptékű folya-

matok a nagyobb léptékek viselkedését szabják meg, ugyanakkor a nagyobb léptékek is szabályozhatják a kisebb léptékű folyamatokat. Egy ilyen rendszerben a kisebb léptékben működő, az adott léptéken nem egyensúlyi viselkedést eredményező bolygatás egy nagyobb léptékben egyensúlyhoz, állandósághoz, stabilitáshoz vezethet. *A bolygatás tehát ezért sem "kár", "erdővédelmi" probléma, hanem – természetesen megfelelő, ma még alig ismert körülmények között – nagy erdőterület egészséges állapota fennmaradásához szükséges természetes jelenség.*

Lékek és tarvágások

A lékek ("gap"-ek) a lombkoronában megfigyelhető kisebb záródás-hiányok, amelyek egy, vagy néhány domináns faegyed elpusztulása után jönnek létre. Lékek keletkezésének és fejlődésének vizsgálatával elsősorban a trópusokon, ill. az USA mérsékeltövi erdeiben foglalkoztak eddig.

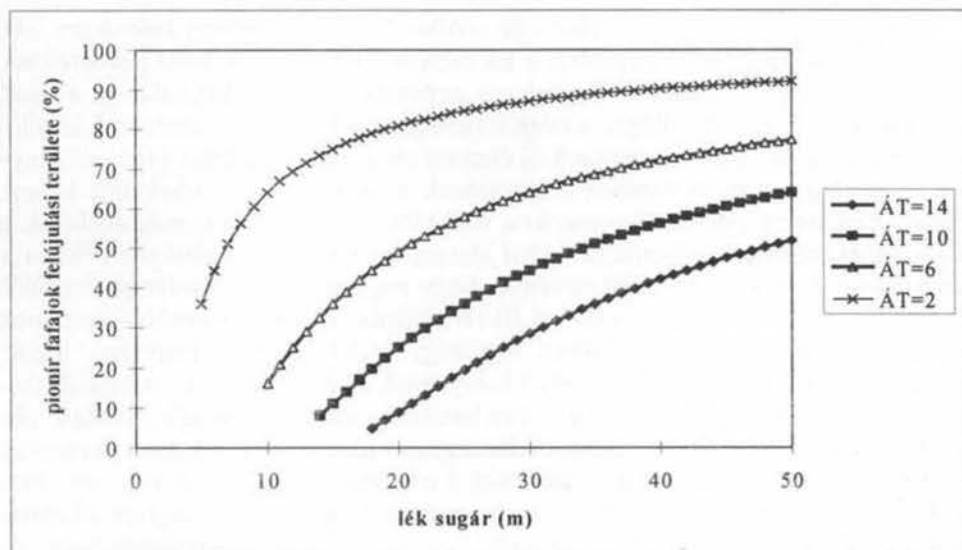
Fák kidőlése után sokféle méretű és típusú lék keletkezik. Mérsékeltövi erdőkben – az erdőtípusoktól meglepően függetlenül – az új lékek összes mérete évente az erdőterületnek átlagosan a 0,5–2 %-a, vagyis a fák életkora a bolygatások következtében leggyakrabban 50–200 év között változik (ezt sok megfigyelési adat támasztja alá, l. *Attwill, 1994, 260. o.*). A definíciótól függően (vagyis hogy milyen záródáshiány-tartományt nevezünk léknek) akár az erdőterület 10 %-a is záródás-hiányos lehet, vagyis a lékek összterülete az erdőterület egy tizedét is elérheti. Ezt bizonyítják *Runkle (1982)* megfigyelései is egy hosszú ideje magára hagyott észak-amerikai, a hazaiakhoz többé-kevésbé hasonló lombhullató erdőben. Ezek szerint az erdő területének 9.5 %-át állandóan különböző méretű lékek fedik, és évente átlagosan a terület kb. 1 %-án keletkeznek új lékek. A lékek mérete akkor, ha csak egy fa dőlt ki, 50–200 m², több kidőlt fa esetében 300–500 m², de elérheti a 0.1 (szélsőséges esetben az 1) ha-t is. Ez azt jelenti, hogy *a lékek a mérsékeltövi erdők életében egyáltalán nem elhanyagolható szerepet játszanak*, következésképpen ezeket az erdők kezelése során figyelembe kell venni.

Nagyobb üres területek inkább nagy katasztrófák nyomán keletkeznek. Ezek a területek azonban ritkán teljesen fátlanok; kisebb-nagyobb fák szintén kisebb-nagyobb csoportjai megmaradnak. Ugyanígy, egy-egy léken belül maradhatnak egyes fák, amelyek valamilyen oknál fogva élve – és állva – maradtak. Különösen igaz ez akkor, ha a bolygatás leginkább csak a felső szintű fákat érintette, és fiatal fák túléltek a bolygatást.

A lékek eltűnésének egyik módja az, hogy akár közvetlenül fás-, akár először lágý-, majd fásszárú fajok nőnek fel magról vagy sarjról. Kis lékekben azonban gyakrabban az történik, hogy a lék körül álló fák ágaik és gyökereik növekedését a lék – a felszabadult erőforrás-tér – felé gyorsítják meg, és egy idő után teljesen ki is használják e teret. A növények természetesen abban a tekintetben is nagy változatosságot mutatnak, hogy mekkora léket milyen gyorsan nőnek be. *A lék eltűnése utáni fajösszetétel általában annál hasonlóbb lesz az eredetihez, minél kisebb a lék (Standovár, 1996a).*

A lékekben sajátos mikroklíma alakul ki. Ennek egyik legszembetűnőbb megnyilvánulása természetesen az a többletfény, ami a talajra, vagy annak közelébe lejut.

(Ennek maximuma kb. $D/H=2$ -nél van, ahol D a lék átmérője, H pedig a lék körül álló fák magassága, Kramer és Verkaar, 1998). Emellett azonban megváltoznak a lék hő- és nedvesség-viszonyai, és a talajban is felszabadulnak bizonyos víz- és tápanyagforrások. Mindezek hatása az egyes fajok életviszonyaira rendszer- (erdőtípus-) függő, vagyis a lék méretén és jellegén kívül függ az ott élő fajoktól, azok erőforrás (fény-, víz-, tápanyag stb.) igényétől, ill. ezek hiányával szembeni tűrőképességétől. Ezt az alábbi 9. ábra is szemlélteti, amelyik azt mutatja, hogy a lék méretének és a különböző fajok árnyéktűrésének a függvényében mekkora léteket meghódító fajok számára (Howe, 1990). A fényigényes fajok minimális átlagos lék-nagyság igénye 400 m^2 , az árnyéktűrők maximális nagyságigénye pedig 1000 m^2 körül van (Kramer és Verkaar, 1998).



9. ábra A pionír fajok számára rendelkezésre álló habitat relatív nagysága a lék mérete (sugara) és a pionír fajok árnyéktűrésének (ÁT) függvényében. Ez utóbbit az ÁT-vel jelölt mennyiség számszerűsíti, amely azt jelöli, hogy hány m-rel a lék szegélyétől befelé alkalmas az adott fajnak a lék (ennél nagyobb távolságra a lék szélén álló növények árnyékoló hatása túlságosan lecsökken). Az ÁT=2 m-rel jellemezhető fajok eszerint árnyéktűrők, az ÁT=14-gyel jellemezhetőek fényigényesek.

Fig.9. Relative size of habitat for pioneer species in the function of gap size (gap radius) and shadow tolerance (ÁT) of pioneer species. Shadow tolerance is measured by ÁT that shows how many m into the gap is suitable for a species (further into the gap becomes unsuitable because shadow of plant surrounding the gap drops). Species of ÁT=2 m are shade tolerant, those of ÁT=14 m are light requiring.

Érdekes azt is megemlíteni, hogy a fentiekből következően egy-egy lékben nem minden faj képes felújulni, hiszen a verseny miatt más fajok kiszorítják őket. A 6. ábrán bemutatott észak-amerikai lombhullató klimaxerdőben lefolytatott vizsgálatok szerint a klimax-fajok (vöröstölgy, Carya-fajok) csak a nagyon kis lékekben voltak sikeresek, az árnytűrőbb tulipánfa kis és közepes nagyságú lékekben egyaránt sikeresen újult, az akác pedig növekvő léknagysággal egyre növekvő mértékben szaporozta magát.

dott el, legalábbis a bolygatást (ami ebben az esetben tarvágás volt) követő első két évben.

A lékek tehát a zárt erdőtől részben eltérő fajösszetételüknel fogva növelik az erdő diverzitását, s a bennük élő fajok elősegítik az erdő regenerációját. Ehhez ismételtelen meg kell említeni, hogy a bolygatások – és ennek következtében a lékek – térben és időben nagyon változó mintázatot jelentenek – legalábbis természetes erdőkben –, következésképpen az erdő különböző foltjainak diverzitása, fafajösszetétele nagyon is változó. Természetesen *lékek nélkül sem homogén az erdő, de a lékek nagymértékben járulnak hozzá az erdő élőhely-, következésképpen faj-, szerkezet-, működés stb. diverzitásához, és feltehetően ezen keresztül (is) az erdő stabilitásához*. Ezért szerepüket, a bennük lezajló folyamatokat ismerni, ill. részletesebben megismerni alapvető jelentőségű.

A tarvágás bizonyos értelemben egy erdővel körülvett területen különleges lékként fogható fel. Különleges egyrészt a lék mérete, amely néhány tized hektártól néhányszor tíz hektárig terjedhet. Különleges ugyanakkor a lék keletkezése is: a fákat kidöntik, a faanyagot elszállítják, a talajt felsebzik; mindez az erdő szinte minden élőlényére drasztikus hatású, viszont sok új életteret teremt nem erdőlakó, pionír élőlénynek. Különleges ezen túlmenően a tarvágások gyakorisága is a lékekéhez képest. Olyan természetes erdőkhöz viszonyítva, ahol több száz éves fák is megtalálhatók, a lékek keletkezésének gyakorisága sokkal alacsonyabb, mint a gazdasági erdőkben a tarvágásoké. Ennek az a következménye, hogy nagy területű, összefüggő, legalább közép-, de inkább idősebb korú fákból álló erdőtömbök, kisebb-nagyobb facsoportok hiányoznak a mai gazdasági erdőkben. Ugyanígy, csak több hektár nagyságú "lékek" találhatóak a gazdasági erdőkben, vagyis hiányoznak a kis területű, és – a legkülönbözőbb élőlényfajok számára persze eltérően hasznos – változatos térbeli sűrűségű, változatos méretű lékek. Emiatt aztán a lehetségesnél alacsonyabb a habitat diverzitás, ill. bizonyos élőlények számára a vándorlást, a terjedést, a szaporodást, vagy más életfunkciókat lehetetlenné teszi a "lék" túl nagy mérete. Végezetül a tarvágások alkalmazására általában a fák olyan korában kerül sor, ami természetes erdőkben fiatal, de legfeljebb középkornak felel meg; a sok élőlényfaj számára egyedüli élőhelyet biztosító öreg – sőt: vén –, valamint holt fák viszont megvannak a természetes erdőkben. Emellett a nagy területű tarvágásoknak más káros hatásai is vannak (*Standovár, 1998b*). A tarvágás, ill. a tarra vágott területek hálózata nem tekinthető tehát analógiának lékek hálózatával, nem tekinthető a természet utánzásának (ahogyan azt időnként erdészeti szakemberek a tarvágások védelmében állítják) még akkor sem, ha időnként – ritkán – a természetes bolygatások is járnak időnként nagy üres területekkel.

A bolygatások, a lékek, az erdőművelés és az erdőrezervátum-kutatások

A fentieket összefoglalva megállapítható, hogy *térbeli és időbeli szerkezetüket tekintve jelentős különbség van egy bolygatások hatása alatt álló, különböző korú és nagyságú lékeket tartalmazó természetes, valamint egy elegyetlen, egykorú, tarvágásokkal "tarkított" gazdasági erdő között*. Másképpen – a biodiverzitást a fókuszba helyezve – a gazdasági és a természetes erdők élőhely-mintázata jelentősen eltér, és ez vonatkozik a táji, térségi, erdőrésztlet szintre és az alatt is. A bolygatás megbontja

az erdő homogenitását, és növeli azt a változatosságot, amelyet a "statikus" termőhelyi tényezők (a talaj, a kitétség, a klíma stb.) teremtenek; ezzel szemben a tarvágás részben ugyan szintén növeli a diverzitást (a vágástéri növények megtelepedésének biztosításával), az erdei fajok számára azonban csökkenti az életlehetőségeket.

Kérdés maradt viszont, hogy a – tág értelemben vett, a faanyag-termesztést fontosnak, de nem feltétlenül a legfontosabbnak tekintett – *erdőgazdálkodás számára e fenti két erdőforma közül melyik kívánatos inkább*. Ehhez először azt kell definiálni, hogy mi az erdőgazdálkodás célja?

Ezt a kérdést itt nem célunk részletesen kifejteni. Ezzel kapcsolatban hivatkozunk csak az 1990-es riói határozatokra (Alapelvek az Erdőkről, 1992), egyes nemzetközi (Parviainen, 1994) és hazai publikációkra (Somogyi, 1995, Standovár, 1996b). Ezek egybehangzóan állítják, hogy *a tartamos (fenntartható) erdőgazdálkodás egyik legfontosabb célja az egész erdei életközösség, a biodiverzitás és a termőhely megőrzése*. Európában – többek között – ennek a célnak a megvalósítását tűzték ki a Strassbourgon 1992-ben, majd a Helsinkiben 1993-ban megrendezett Erdészeti Miniszteri Konferenciák (Holdampf, 1994, Somogyi, 1994). A Pro Silva mozgalom II. Nemzetközi Kongresszusán elfogadott Apeldoorni Deklaráció (1997) is ezt fogalmazta meg.

Az Apeldoorni Deklaráció szerint a mozgalom – tárgyunk szempontjából fontos – célkitűzései az alábbiak:

- A fenntarthatóság megvalósítása, amely magában foglalja "a biológiai sokféleség megőrzését, beleértve a faji sokféleséget, a genetikai sokféleséget, a tér- és időbeli strukturális sokféleséget, amelyről a Riói Konferencia által elfogadott Agenda 21 rendelkezik";
- "az ökoszisztémát fenntartó és a biológiai sokféleséget elősegítő erdőgazdálkodás gyakorlati megvalósítása";
- a "természetes erdők, mint kutatási laboratóriumok nélkülözhetetlenek", s ezért őket meg kell őrizni. "A kevés, még megmaradt természetes erdőmaradványt a fahasználat elől meg kell védeni, és új területeket kell elkülöníteni mindenféle erdőtársulásban, hogy azok emberi beavatkozás nélkül fejlődjenek."

Ha viszont ez az erdőgazdálkodás egyik legfontosabb célja, akkor egyrészt nyilvánvaló, hogy nem az elegyetlen, egykorú, lehetőleg minél kisebb belső változatosságot mutató erdőt kell kialakítani, hanem *a cél csak a minél diverzebb erdő létrehozása és fenntartása lehet*, amiből az is következik, hogy az erdőművelési beavatkozásokat is e célnak megfelelően kell kialakítani. Továbbmenve: *az erdőművelés fejlesztésére irányuló kísérleteknek is arra kell irányulniuk, hogy hogyan lehet megvalósítani olyan, a gyakorlatban is alkalmazható műveleteket, amelyek e célt a legjobban szolgálják*.

Ilyen kísérletek új típusúaknak számítanak idehaza. Az erdőművelési kutatások mindezidáig elsősorban arra koncentráltak, hogy milyen módszerekkel lehet maximalizálni egy adott erdőterületen a fatermést. Most *ideje megvizsgálni azt, hogy – magas fatermési szint mellett – biztosítható-e, ill. hogyan biztosítható a térségi, tagi, erdőrésztlet szintű, és az erdőrésztleten belüli habitat-diverzitás*.

Ezekre a kérdésekre – legalábbis nem tudományosan igazolt módon – vagy semmilyen választ nem tudunk adni, vagy többé-kevésbé ugyan sejtjük a választ, de azt

igazolni kell. A teljesség igénye nélkül az alábbiakban megfogalmazunk *néhány olyan gondolatot*, amelyek – az eddigiek alapján – részben önállóan már most megállják a helyüket, részben viszont magukban foglalják az említett, megfigyelésekkel és kísérletekkel igazolandó kérdéseket, ill. sejtéseket.

- Természetvédelmi területeken, mindenképp először erdőrezervátumokban engedni kell, hogy teljesen szabadon érvényesülhessenek a természetes folyamatok. A fahasználatot a rezervátumok védőzónájában vagy minimalizálni kell, vagy a kutatókkal történt konzultálás után szabad csak végezni.
- A természetes folyamatok szabad érvényesüléséhez adott esetben nagyobb területre is szükség lehet, mint a mostani (rezervátum-)területek. Nem ismerjük minden lényeges folyamat térlépték-igényét (pl. az egyes rovar- vagy madár-fajok territórium-igényét). Ezért a rezervátumok környékén a lehetőségig természetszerű erdőgazdálkodást kell folytatni.
- Az erdőrésztleteket eddig igyekeztünk minél homogénabban kezelni az erdőgazdasági munkák racionalizálása céljából. A jövőben – a racionális munkavégzést természetesen továbbra is szem előtt tartva – azt kell megkísérlni, ill. megvalósítani, hogy részleten belül minél inhomogénabb állományt tartsunk fenn.
- Ne egységesen kezeljük tehát az erdőrésztleteket egyrészt térbelileg: *legyenek bennük (akár nagyon erősen) gyéritett foltok mellett teljesen gyéritetlenek is*. A gyéritetlen foltok más életteret jelentenek, mint a gyéritettek, s a sűrű részek meghagyása nem feltétlenül jelenti az élőfakészlet faanyag-értékének csökkenését: olyan foltokat kell meghagyni, ahol értéktelen, sérült stb. faegyedek találhatóak.
- Tegyük különbséget élő és holt fa, gazdaságilag hasznosítható és nem feldolgozást szolgáló faanyag között. A holt faanyagot, ha nem kell, mindenképpen hagyjuk az erdőben, de gazdasági erdőben is legyenek olyan részek, ahol szándékosan elősegítjük holt faanyag létrejöttét, és nemcsak kis méretű, hanem a vastag rönk mérettartományban is. Hasonlóképpen, helyenként meg kell hagyni – elsősorban a nem túl nagy ökonómiai értéket képviselő – idős, sőt vén fákat is.
- Időben sem szabad homogén módon kezelni az állományokat: vannak olyan időszakok (elsősorban a sűrűségi szakaszú, fiatal, záródott állományokban), amelyek alatt a habitatok kiterjedése, fajtainak száma csökken, ha nagy területen homogén marad az állomány. Ezekben az időszakokban a terület részleges kezelése (pl. az állománynak ígéretes fák körüli, a tradicionális erdőművelési munkák racionalizálása szempontjából is elfogadható ritkítása, vagy bizonyos foltok erősebb tisztítása) növelheti a habitat-diverzitást.
- Ne egységesen kezeljük az erdőrésztleteket olyan szempontból se, hogy a – nagyon sok erdőrészletben foltosan jelentkező – *termőhelyhez igazítsuk a fajokat* a részleteken belül is, ezáltal utat engedve a természetes differenciálódásnak.

- *Ne egységesen kezeljük az erdőrészteteket a cserjéket tekintve sem: hagyjuk, hogy ott, ahol a természetesen felújuló fafajok vagy cserjék erősen jönnek fel, feljöhessenek, legalább az erdőrésztlet egyes részein, a szegélyeken stb. – ezzel energiát takarítunk meg, és nem biztos, hogy gyengébb minőségű faállományt kapunk, de a biodiverzitáshoz szükséges erdőrezervátumon belüli habitat-diverzitás létrejön.*
- *Az erdőrésztletek szélét és belsejét is másképpen kezeljük. Lehetőleg minden erdészlet területén alakítsunk ki egy-egy olyan ökológiai folyosó-rendszert, amelyen belül a legtöbb faj a folyosó közel természetes erdejében a természetes folyamatoknak megfelelően tud vándorolni, terjedni.*
- *A végvágás szempontjából se egységesen kezeljük az erdőket: ne feltétlenül egy évben történjen meg egy erdőrésztlet letermelése tarvágás esetén sem; maradjanak a területen – mégpedig szép számban – idős (és pl. faanyagukat tekintve értéktelen) fák (magfák, amelyek rovarok és más élőlények számára ún. refugiumokat, menedékhelyet jelenthetnek); akár maradjanak meg kisebb foltok is érintetlenül, olyanok, amelyeket aztán a következő vágásfordulóig sem vágnak ki. A fentiek értelmében magától értetődik, hogy a táj szintű diverzitást is növelni kell, mégpedig a végvágások térbeli mozaikjainak diverzifikálásával (ennek megtervezéséhez a mai korszerű számítógépes technikák, mindenekelőtt a GIS már lehetőséget ad).*
- *A gazdálkodás során is, de egyelőre legalább az erdőrezervátumok megfelelő helyein hozunk létre lékeket, ill. engedjük, hogy egy-egy széldöntés vagy más bolygatás után megmaradjanak a lékek, és vizsgáljuk azt, hogy hogyan változik, fejlődik az élővilág ezekben a lékekben. 0,1–0,2 hektár nagyságú “üres” foltokat minden erdőrésztletben meghagyhatunk anélkül, hogy akár a fatermesztési cél, akár egyéb gazdálkodási cél sérülne. Nem valószínű, hogy előnytelen volna a biodiverzitás szemszögéből, ha pl. a legkisebb faanyag-értékű, vagy éppen értéktelen helyeket hagynánk meg, ami tehát alig, vagy nem csökkenti a fahozamot.*

A példák sora folytatható. A lényeg az, hogy *a biodiverzitás kellő mértékű fenntartása, ami az erdőgazdálkodás egyik legfontosabb célja kell legyen, diverz szemléletű erdőművelést igényel: olyat, ami alkalmazkodik az ember faigényéhez, de az erdő jellemzőihez, az erdőlakó élőlények igényeihez is. A fatermelés és az erdő megőrzése kompromisszumokkal, komplex gondolkodással és az eddigi homogenitásra törekvés helyett a diverzitásra törekvéssel, a természetes folyamatok érvényre juttatásával harmóniába hozható. Ennek a kérdéskörnek a biológiai aspektusai mellett természetesen a technológiai és gazdaságossági vonzatait is vizsgálni kell; ez a témakör még sok kutatást igénylő továbbgondolásának egyik iránya kell legyen.*

Ezek mellett a kérdések mellett, amelyekre legalább sejthető a válasz, feltehetően rengeteg olyan, amelyekre ma még nemigen tudunk mit mondani.

Néhány ezek közül, kizárólag csak a példa kedvéért:

- Hogyan járulhat hozzá az erdőgazdálkodás egy olyan bolygatási rezsimhez, amely egyensúlyi állapothoz (stabilitáshoz) vezet?
- Mi a reális minimális, ill. maximális bolygatás, amit a gazdasági vagy más típusú erdőkben meg lehet, ill. meg kell valósítani?
- Milyen legyen a bolygatás térbeli és időbeli eloszlása?
- Hogyan függenek a bolygatás megkívánt jellemzői az erdőtípusoktól?

E tanulmány szerzője reménykedik abban, hogy a fenti kérdések és mások megválaszolására hivatott kísérletek legalább néhány erdőrezervátumban itthon is lefolytathatók lesznek.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A szerző köszönetét fejezi ki az FM ún. Agrár K+F programjának, amely 1997-ben és 1998-ban nyújtott pénzügyi támogatásával lehetőséget adott e tanulmány elkészítésére.

IDÉZETT IRODALOM

- Agócs, J. 1996. Erdőéltetés: Erdőtelepítés erdőbiológiai alapokon. In: Bartha, D. (szerk.): Tilia. Sopron.
- Alapelvek az Erdőkről, 1992. A környezetről és a fejlődésről alkotott megállapodások alkalmazása: az erdők. Feladatok a XXI. századra. Az ENSZ Környezet és Fejlődés Világkonferencia dokumentumai. Föld Napja Alapítvány, Bp. 1993.
- Albrecht, L. 1991. Die Bedeutung des toten Holzes im Wald. Forstwissenschaftliche Centralblatt 110, 106–113.
- Ammer, U. 1991. Implications of the results of research on dead woody material for the forestry practice. Forstwissenschaftliches Centralblatt 110.2:149–157.
- Apeldoorn Deklaráció, 1997. II. Nemzetközi Pro Silva Kongresszus. Marghescu T. és Csépany P. fordítása nyomán, Erdészeti Lapok CXXXII. 9:281.
- Attiwill, P. A., 1994. The disturbance of forest ecosystems: the ecological basis for conservative management. Forest Ecology and Management 63:247–300.
- Berg, A., Ehnström, B., Gustafson, L., Hallingbäck, T., Jonsell, M. and Weslien, J. 1994. Threatened plant, animal and fungus species in Swedish forests: distribution and habitat associations. Conservation Biology 8.3:718–731.
- Csóka, Gy., Somogyi, Z. 1996. Jótékony tüzek - jótékony gyújtogatók. Erdészeti Lapok CXXXI.6:190–192.
- Csontos, P. 1996. Az aljnövényzet változásai csere-tölgyes erdők regenerációs szukcessziójában. Synbiologia Hungarica 2(2). Scientia Kiadó, Bp.
- Czajlik, P. 1996. Koreloszlás és szukcesszió háborítatlan erdőállományokban: esettanulmány. In: Mátyás, Cs. (szerk.): Erdészeti ökológia. Mezőgazda Kiadó, Bp., 84–92.

- Biotopgondozás az erdőben, 1993. (Biotop-Pflege im Wald) Erdőrendezési Munkaközösség Erdészeti Tájgondozási Munkakör (Arbeitskreis Forstliche Landespflege in der Arbeitsgemeinschaft Forsteinrichtung), Kilda-Verlag, Greven.
- Harmon, F. E. et al. 1986. Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems. *Advances in Ecological Research* 15:133–302.
- Hodge, S. J., Peterken, G. F. 1998. Deadwood in British forests: priorities and a strategy. *Forestry* 71.2:99–112.
- Holdampf, Gy. 1994. Nemzetközi erőfeszítések a fenntartható erdészetért. III. Agrár-környezetvédelmi konferencia, Bp.
- Horváth, F., Korsós, Z., Kovácsné, L. E., Matskási, I. 1997. Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó rendszer. MTA ÖBKI, Magyar Természettudományi Múzeum, Bp.
- Howe, H. F. 1990. Habitat implications of gap geometry in tropical forests. *Oikos*, 59:141–144.
- Kimmins, J. P. 1997. *Forest ecology*. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.
- Koloszár, J. 1990. Erdőműveléstan I. A. (Erdőismeret). Egyetemi jegyzet, EFE, Sopron.
- Korpel, S. 1994. *Die Urwälder der West-Karpaten*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart-Jena-New York.
- Kramer, K., Verkaar, H. J. 1998. Disturbed disturbances: the complicated management of sustainable forest ecosystems. In: Nabuurs, G., Nuutinen, T., Bartelink, H., Korhonen, M. (eds.): *Forest scenario modelling for ecosystem management in landscape level*. EFI Proceedings N° 19: 47–62.
- Krebs, Ch. J., 1994. *Ecology: the experimental Analysis of Distribution*. Harper Collins College Publisher, pp. 801.
- Lund, H. G. 1998. A comparison of multipurpose resource inventories (MRIs) throughout the world. EFI Working Paper 14.
- Majer, A. 1968. Magyarország erdőtársulásai. Akadémiai Kiadó, Bp.
- Majer, A. 1981. Erdőműveléstan I. Egyetemi jegyzet, EFE, Sopron.
- Mátyás, Cs. 1993. Élettani- és társulás-ökológia II. (Növényi közösségek ökológiája.) Egyetemi jegyzet, EFE, Sopron.
- Oliver, C. D., Larson, B. C. 1990. *Forest Stand Dynamics*. McGraw-Hill, Inc.
- Ormos, B. (ed.) 1997. Erdőkárok Magyarországon. *Erdészeti Lapok* CXXXII.10:297–320.
- Otto, H-J. 1994. *Waldökologie*. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Philips, D. L., Shure, D. J., 1990. Patch-size effects on early succession in southern Appalachian forests. *Ecology* 71:204–212.
- Pickett, S. T. A., White, P. S., 1985. *The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics*. Academic Press, Orlando, FL.
- Rauch, J., Schmitt, M. 1991. Methodik und Ergebnisse der Tothholzforschung in Naturwaldreservaten. *Forstwissenschaftliche Centralblatt*, 110:114–127.
- Romme, W. H. 1982. Fire and landscape diversity in subalpine forests of Yellowstone National Park. *Ecological Monographs* 52:199–221.
- Runkle, J. R. 1982. Patterns of disturbance in some old-growth mesic forests of Eastern North America. *Ecology* 63, 1533–1546.
- Solymos, R. 1973. Erdőnevelési alapfogalmak. In: Danszky, I. (szerk.): *Erdőművelés II*. Mezőgazdasági Kiadó, Bp. 23–38.

- Somogyi, Z. 1989a. Az erdőgazdálkodás és a földi környezet. Az Erdő XXXVIII. 1: 37–40.
- Somogyi, Z. 1989b. A változatosság, mint a természet egyik legfontosabb jelensége. Gondolatok a fatermési táblák használatához. Az Erdő XXXVIII. 5: 214–218.
- Somogyi, Z. 1994. Hogyan mérjük a tartamosságot? Erdészeti Lapok CXXIX. 6: 362–364.
- Somogyi, Z. 1995. Fenntarthatóság az erdő- és fagazdaságban. In: Láng, I., Csete, L., Jolánkai, M. (szerk.): Az agrárgazdaság jövőképe. "AGRO-21" füzetek 12:49–53.
- Somogyi, Z. 1998. Gyorsuló fanövekedési trendek Európában. Erdészeti Lapok CXXXIII.1:6–7., CXXXIII.2:37–38. és CXXXIII.3:65–66.
- Standovár, T. 1996a. Az erdőgazdálkodás hatása az erdők természetes sokféleségére. Természet Világa 127. évf. II. különszám:34–38.
- Standovár, T. 1996b. Növénytársulások dinamikája. In: Mátyás, Cs. (szerk.): Erdészeti ökológia. Mezőgazdasági Kiadó, Bp., 72–92.
- Standovár, T. 1998a. Diversity of ground-layer vegetation in beech forests. In: Bachman, P. et al. (eds.): Assessment of biodiversity for improved forest planning. European Forest Institute Proceedings N° 18:381–388., Kluwer Academic Publishers.
- Standovár, T. 1998b. Magyarországi erdők és védelmük. In: Kiszkel, V. (szerk.): Természetvédelem területhasználók számára. Göncöl Alapítvány, Természetvédelmi Csoport, Vác, 40–64. Kézirat.
- Stevens, V. 1997. The ecological role of coarse woody debris: an overview of the ecological importance of coarse woody debris in B.C. forests. Res. Br., B.C. Ministry of Forestry, Victoria, B.C. Working Paper 30.
- Swank, W. T., Waide, J. B. 1980. Interpretation of nutrient cycling research in a management context: Evaluating potential effects of alternative management strategies on site productivity. In: Waring, R. H. (ed.): Forests: Fresh Perspectives from Ecosystem Analysis. Oregon State University Press, Corvallis, OR. Cit.: Attiwill, 1994.
- Tóthmérész, B. 1997. Diverzitási rendezések. Scientia Kiadó, Bp.
- Utschik, H. 1991. Relations between abundance of dead woody material and bird populations in commercial forests. Forstwissenschaftliches Centralblatt 110.2:135–148.
- Varga, Z. (szerk.) 1998. A biológiai sokféleség állapota és védelme Magyarországon. Országtanulmány. Fenntartható Fejlődés Bizottság, Bp.
- Weber, M. G., Taylor, S. W., 1992. The use of prescribed burning in the management of Canada's forested lands. Forestry Chronicle 68:324–334.

ÚJ AKÁC SZELEKCIÓS PROGRAM A DUNA-TISZA KÖZÉN

RÉDEI KÁROLY

ÖSSZEFOGLALÓ

Az ismertetett akác szelekciós program a kiválasztott faállományok törzsfáinak többlépcsős utóvizsgálatán alapul. A program végső célja a szelektált klónokkal magtermelő ültetvény létrehozása, mely az eddigieknél gazdaságosabb módon tenné lehetővé magas genetikai értékű szaporítóanyag előállítását.

KULCSSZAVAK: akác, *Robinia pseudoacacia*, táji szelekció

ABSTRACT

The presented black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) selection programme is based on a manifold progeny test of the superior trees selected in black locust stands of good genetic characteristics. The final aim of the project is to establish a black locust seed orchard with the selected clones. It may allow producing propagation material of high genetic value in more profitable way than it happens at present.

KEYWORDS: black locust, *Robinia pseudoacacia* L., regional selection

BEVEZETÉS

Az akác termesztésével több mint két évszázada foglalkoznak Magyarországon, így *honosított* fafajnak tekinthető. Az akác biológiai sajátosságai többféle nemesítési eljárásra nyújtanak lehetőséget. Létrehozhatók egyklónú fajták, meghatározott klónokat tartalmazó klóncsoportok vagy klónkeverékek, létesíthetők továbbá klón- és magoncplántázatok is.

Az 1960-as évek elején Magyarországon az akác nemesítése irányított keresztezésekkel indult (*Kopecky, 1965*), a későbbiek folyamán azonban a *szelekciós nemesítés* vált szinte kizárólagossá. A jelenlegi, államilag minősített fajták ez utóbbi nemesítési eljárás eredményei, és döntő többségük fenotípus alapján kiválasztott 2...20 törzsfajta *klónkeveréke*. A klónok többsége zöld- vagy gyökérdugványról jól szaporítható, s oltásuk is viszonylag könnyen megoldható. Az akác nemesítés folyamán eddig 10 államilag elismert fajtát, illetve két fajtajelöltet állítottak elő (*Keresztesi, 1984*). Az államilag elismert fajták száma a későbbi felülvizsgálatok során hatra csökkent.

A felhasználók keveset tudnak a szelektált akác fajtákról. Szaporítóanyaguk magas előállítási költsége, mely nem érvényesíthető a jelenlegi erdőszítési egységárakban,

valamint a megfelelő referencia-erdősítések hiánya miatt jelentősen lecsökkent a fajták termesztésbe vonásának intenzitása.

Fentiekből következően kevés a fajtákkal létesített, rendszeresen vizsgált és értékelt termesztési-hálózati kísérlet és az azokból levonható eredmény. A köztermesztésre ajánlott akácfaajták egy része csak néhány éve, egy része pedig nem is került a gazdálkodókhoz, így tulajdonságaikról, alkalmazhatóságukról kevés a tapasztalatunk, csakúgy, mint a legtöbb akácfa fajta termőhelyi igényéről. Így előfordul, hogy ugyanazon fajták egyes termőhelytípusokon igen jó, másokon gyengébb tulajdonságokat mutatnak.

Vizsgálataink alapján, szelektált akácfaajtákkal – a közönséges akáccal összevetve – a faállományok hozama általában nem, minőségük azonban valamelyest fokozható. A faállomány-minőségre utaló mutatószámok 8–10 %-os javulást mutatnak a szelektált fajták esetében. Egy adott tájban a táji szelekciók általában mind hozam, mind pedig minőség tekintetében felülmúlják a nem ott szelektált fajtákat (Rédei, 1994).

A fentebb ismertetett akácnemelési program szinte kizárólag a vegetatív úton előállított fajtákra koncentrálódott. Az általunk követett szelekciós program a kiválasztott faállományok törzsfáinak többlépcsős utódvizsgálatán alapul, ahol a magas genetikai értékű szaporítóanyag előállításának alapját a táji magtermelő ültetvények (plantázások) jelentik.

A GENETIKAI VARIABILITÁS MEGŐRZÉSÉRE TÖREKVŐ AKÁC SZELEKCIÓS PROGRAM

Az akácnemelés bázisát a magyarországi akácállományok – egyébként gazdag – szelekciós lehetőségei képezik. A nemelés módjai lehetnek: egyed-szelekció (pluszfák, törzsfák kijelölése, törzskönyvezése); populáció-szelekció; magtermelő állományok kijelölése, fenntartása és üzemeltetése (maggyűjtés-forgalmazás); magtermelő állományokból származó, ún. kommersz magcsemetek, illetve ezekkel létesített nemelési ültetvények ismételt szelekciója; irányított hibridizációs nemelés.

Az általunk követett metodika a kiválasztott faállományok (faállomány-részek) fenotípusukat tekintve legjobb egyedeinek (törzsfák) kiválasztásán, illetve ezek utódnemzedékének szelekcióján alapul. Mivel a szelekciós bázist magcsemetek populációi képezik, az örökletes tulajdonságok vizsgálatához elengedhetetlen a törzsfák egyedenkénti értékelése. A klasszikus populáció-vizsgálatnál erre gyakorlatilag nincs lehetőség, mivel a maggyűjtés nem kijelölt törzsekről, hanem az avartakaróból, illetve a felső talajrétegből történik. Ebben az esetben a törzsfák egyértelmű beazonosítása nem lehetséges.

A szelekciós folyamat, majd az eredmények gyakorlati alkalmazásának lépései a következők: populációk kiválasztása – törzsfák kiválasztása – maggyűjtés a kiválasztott törzsfákról – magcsemete előállítása – az utódnemzedékek szelekciója fiatal korban is megkülönböztethető jellegek alapján – kiválasztott kategóriájú magcsemetek elkülönítése és vegetatív úton történő elszaporítása – utódvizsgálati és magtermelő ültetvények (plantázások) létesítése – magas genetikai értékű mag, illetve magcsemete előállítása – üzemi erdősítés.

TÁJI AKÁC SZELEKCIÓS PROGRAM A DUNA–TISZA KÖZÉN

Akácpopulációk kiválasztása és értékelése a Duna–Tisza közén

A szelekciós munka első lépcsőjét jó (kiváló) fenotípusú egyedekből álló akác-állományok, állományrészek kijelölése és faállomány-szerkezeti feltárása jelenti. E célra az alábbi kilenc erdőrészekben jelöltünk ki, illetve újítottunk fel egyenként 500–1000 m² területű mintaterületeket. Az egészállományra vonatkozó, törzsenkénti felvétel alapján számított legfontosabb faállomány-szerkezeti és fatermési adatokat az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat A kijelölt akácok egészállományra vonatkozó adatai

Község, tag, erdőrészlet	Kor	H	D _{1,3}	N	G	V
	(év)	(m)	(cm)	(db/ha)	(m ² /ha)	(m ³ /ha)
Pusztavacs 182 A	31	24,9	26,4	330	18,0	223,1
Pusztavacs 201 E	32	23,8	24,2	380	17,4	208,8
Pusztavacs 210 A	28	21,5	21,3	650	23,2	259,7
Pusztavacs 233 A	31	21,8	20,3	490	15,9	178,7
Mikebuda 15 A	28	18,3	18,0	520	13,2	132,4
Mikebuda 17 D	26	21,6	20,0	580	18,3	204,5
Mikebuda 27 G	28	22,7	22,7	640	26,0	301,6
Kéleshalom 56 A	14	15,6	12,1	1060	12,2	108,5
Császártöltés 61 A	50	23,4	23,0	1025	42,5	501,6

Itt kell megjegyeznünk, hogy a Pusztavacs 233 A és a Császártöltés 61 A erdőrészekben árbóc jellegű akácegyedek alkotják a mintaterületek faállományát.

Törzsfák kijelölése és értékelése

Az előzőekben felsorolt erdőrészekben kijelölt és értékelt mintaterületeken, illetve közvetlen környezetükben 29 db törzsfát jelöltünk ki maggyűjtés céljából a következők szerint:

Pusztavacs 182 A	erdőrészletben	2 törzsfá,
Pusztavacs 201 E	erdőrészletben	3 törzsfá,
Pusztavacs 210 A	erdőrészletben	3 törzsfá,
Pusztavacs 233 A	erdőrészletben	4 törzsfá,
Mikebuda 15 A	erdőrészletben	3 törzsfá,
Mikebuda 17 D	erdőrészletben	4 törzsfá,
Mikebuda 27 G	erdőrészletben	2 törzsfá,
Kéleshalom 56 A	erdőrészletben	4 törzsfá,
Császártöltés 61 A	erdőrészletben	4 törzsfá került kijelölésre.

A törzsfák értékelése törzsfafelvételi lapon történt, ahol a következő adatokat rögzítettük: fafaj, törzs sorszama, felvétel kelte, felvevő neve, felvétel helye, tengerszint feletti magasság, talaj és állománytípus; a törzsfá helyzete, eredete, kora, magassága, ágtszta törzs hossza, az élő korona hossza, mellmagassági átmérője, korona átmérője, törzse, kérge, koronája, ágai, megjegyzés. A törzsfák legfontosabb mért adatai a 2. táblázatban találhatók.

2. táblázat A kijelölt törzsfák legfontosabb mért adatai

Község, tag, erdőrészlet	Sorsz.	Kor	h	d ₁	d ₂	h _{törzs}	l _{kor}	ko ₁	ko ₂
		(év)	(m)	(cm)	(m)	(m)	(m)		
Pusztavacs 182 A	1	32	26,0	26,2	26,5	18,2	7,8	4,9	4,6
	2	32	27,5	28,2	29,5	17,5	10,0	5,2	4,0
Pusztavacs 201 E	1	33	24,8	28,0	27,8	16,2	8,6	6,5	6,0
	2	33	24,1	28,5	29,2	16,6	7,5	3,9	5,3
	3	33	22,2	21,3	21,4	14,8	7,4	3,9	3,4
Pusztavacs 210 A	1	29	22,0	24,6	23,7	14,5	7,5	4,9	4,8
	2	29	21,5	19,8	19,5	13,8	7,7	4,4	4,2
	3	29	23,0	24,4	23,5	17,0	6,0	4,2	4,5
Pusztavacs 233 A	1	32	21,3	22,0	22,3	14,6	6,7	3,6	4,7
	2	32	23,4	22,5	26,4	15,8	7,6	4,9	3,3
	3	32	22,8	23,2	25,3	15,3	7,5	4,0	4,2
	4	32	23,6	22,5	21,0	15,4	8,2	3,8	3,4
Mikebuda 15 A	1	29	21,0	20,8	21,0	14,0	7,0	5,2	4,6
	2	29	21,5	20,5	19,6	13,5	8,0	4,2	4,3
	3	29	20,0	23,1	23,4	11,5	8,5	4,9	4,0
Mikebuda 17 D	1	27	22,5	25,0	25,7	12,5	10,0	4,0	4,5
	2	27	22,5	23,5	23,7	13,5	9,0	5,2	5,6
	3	27	21,5	21,4	22,2	12,5	9,0	3,4	5,6
	4	27	22,0	23,7	25,3	14,0	8,0	4,8	5,5
Mikebuda 27 G	1	29	23,2	24,5	24,5	14,5	8,7	4,8	4,6
	2	29	23,8	22,3	23,5	14,5	9,3	4,1	5,1
Kéleshalom 56 A	1	14	16,0	16,8	16,0	12,0	4,0	2,8	2,3
	2	14	17,5	17,4	17,2	12,0	5,5	3,5	3,7
	3	14	17,7	16,6	16,5	12,3	5,4	3,0	3,6
	4	14	17,6	17,5	18,3	12,3	5,3	3,9	3,2
Császártöltés 61 A	1	50	26,0	25,4	26,0	18,5	7,5	2,5	2,9
	2	50	26,7	27,5	28,2	19,5	7,2	2,9	2,6
	3	50	26,2	29,0	27,5	17,0	9,2	2,5	4,1
	4	50	26,0	28,8	27,5	16,3	9,7	4,0	3,6

Megjegyzés: h_{törzs} = ágtszta törzshossz, l_{kor} = korona-hossz, ko₁, ko₂ = koronaátmérők.

Maggyűjtés a kiválasztott törzsfákról

A bevezető részben már említettük, hogy a szabatos utódnemzedék-vizsgálatokhoz, valamint az utódokban öröklődő, elsősorban fenotípusos tulajdonságok megítéléséhez elengedhetetlen, hogy a maggyűjtés közvetlenül a törzsfákról történjen. A maggyűjtést mászóvas segítségével végeztük, ügyelve arra, hogy minél kisebb sérülést okozzunk a fák törzsén.

A földfelszínről, illetve a feltalajból származó akác magkészetek szelekciós célra történő felhasználásának további hátrányai is lehetnek. Bizonyított tény ugyanis, amelyet saját megfigyeléseink is alátámasztanak, hogy általában a genetikailag értéktelenebb, rossz növekedésű akácegyedek magtermése a legbőségebb. Minél kedvezőbb az akác törzsének növekedése, annál később és ritkábban virágzik, mert a virágzás és a növekedés erélye egymásra ellentétesen ható tényezők.

Csemetenevelés a törzsfák utódnemzedékének szelekciójához

Az előző alfejezetben közölt táblázatban feltüntetett, a törzsfák magkészetéből nevelt egy éves magági csemetek mennyiségét (*Kecskemét, ERTI csemetekert*) a 3. táblázat tartalmazza (1996. IX. havi leltár alapján). A csemete-kihozatali százalék megállapításánál a magvak csírázóképeségét és tisztaságát – egyéb vizsgálatok hiányában – 100%-nak vettük. Az országos átlagot 15%-nak véve, kimagasló a Mikebuda 15 A erdőrésztlet 3. törzsfájának, a Mikebuda 17 D erdőrésztlet 1., 3. és 4. törzsfájának kihozatali %-a (20,6–39,1). Az országos átlagot ugyancsak meghaladja a Pusztavacs 201 E erdőrésztlet 3., a Pusztavacs 210 A erdőrésztlet 1. és 2., valamint a Mikebuda 27 G erdőrésztlet 1. törzsfájának vonatkozó értéke. A leggyengébb kihozatali % értékeket (0,1–6,9) a Pusztavacs 182 A, a Pusztavacs 233 A, illetve a Császártöltés 61 A erdőrésztletben lévő törzsfák esetében kaptuk. Az első esetben a begyűjtött mag egészségi állapota, az utóbbi két esetben pedig az árboc jellegű törzsek öröklött genetikai tulajdonságai okozhatták nagy valószínűséggel a gyenge csemetekihozatalt. Ez utóbbi megállapítás azt is valószínűsíti, hogy a determinánsan árboc jellegű akác-törzsek nagyobb tömegű elszaporítása csak vegetatív úton lehetséges.

Az utódnemzedékek populációinak vizsgálata a csemetek korai értékelése révén

Az utódnemzedékek populációinak első vizsgálatát az adott populációt alkotó csemetek korai értékelésének alapján végeztük el. Korai értékeléssel lehet vizsgálni a növekedés jellemzőit, a minőségi ismérveket (a törzs egyenességét, az ágak finomságát, a fa sűrűségét, a rostok hosszúságát stb.) és a biotikus, valamint abiotikus károsításokkal szembeni ellenállóképességet.

A csemetek méret szerinti számbavétele és osztályozása pozitív tömegkiválasztást is jelent egyúttal. A növekedés jellemzői közül a magassági növekedés mérhető a legkönnyebben. A leghosszabb csemetek kiválasztása a populációkban jó nemesítési hatást eredményezhet. Egyszeri kiválasztással a magassági teljesítmény 5–10 %-os megjavítását is elérhetjük. Ha ehhez ugyanilyen vastagságbeli többlet is hozzájön, az összes (térfogat-) növedéktöbblet 10–20 %-ra emelkedhet.

3. táblázat A törzsfák magkészletéből nevelt egy éves csemetemennyiség és kihozatali százalék

A törzsfa helye, sorszáma		Elvetett mag- mennyiség	Megnevelt csemete	Kihozatal
		(db)		(%)
Pusztavacs 182 A	1	300	-	-
	2	420	1	0,2
Pusztavacs 201 E	1	6	1	16,7
	2	1200	47	3,9
	3	140	23	16,4
Pusztavacs 210 A	1	316	67	21,2
	2	372	97	26,1
	3	500	35	7,0
Pusztavacs 233 A	1	128	4	3,1
	2	1000	2	0,2
	3	1515	-	-
	4	80	-	-
Mikebuda 15 A	1	108	7	6,5
	2	236	29	12,3
	3	700	257	36,7
Mikebuda 17 D	1	330	121	36,7
	2	128	8	6,3
	3	700	274	39,1
	4	68	14	20,6
Mikebuda 27 G	1	420	67	15,9
	2	600	15	2,5
Kéleshalom 56 A	1	1300	18	1,4
	2	640	44	6,9
	3	910	36	4,0
	4	405	31	7,7
Császártöltés 61 A	1	130	4	3,1
	2	245	9	3,7
	3	17	1	5,9
	4	29	2	6,9

Vizsgálataink során, az egyes populációk csemetéit a következő szempontok szerint osztályoztuk, illetve minősítettük:

- ✧ Növekedés jellemzői:
 - törzshossz (cm)
 - gyökfőátmérő (mm)
- ✧ Minőségi ismérvek:
 - törzs(szár)egyenesség:
 1. egyenes törzs (szár),
 2. kissé elhajló törzs (szár),
 3. közepesen elhajló törzs (szár),
 4. erősen elhajló törzs (szár).
 - egészségi állapot:
 1. egészséges,
 2. enyhe biotikus vagy abiotikus károsítás,
 3. közepes biotikus vagy abiotikus károsítás,
 4. erős biotikus vagy abiotikus károsítás,
 5. elszáradó vagy elszáradt csemete.

A fentiek alapján, 1996. IX. 11–12.-én felvett adatok utódnemzedékenkénti átlagértékeit a 4. táblázat tartalmazza.

Az utódnemzedékek törzsszámmal súlyozott átlagos magassági értékeinek egy-egy populációra (erdőrészletre) vetített átlaga alapján az alábbi sorrend állapítható meg (zárójelben a kísérleti átlagtól – 89 cm – való %-os eltérést tüntettük fel):

1. Kéleshalom 56 A	erdőrészlet törzsfáinak utódnemzedék-átlaga:	120 cm (135 %)
2. Császártöltés 61 A	"	105 cm (118 %)
3. Mikebuda 27 G	"	97 cm (109 %)
4. Pusztavacs 201 E	"	93 cm (104 %)
5. Pusztavacs 233 A	"	89 cm (100 %)
6. Mikebuda 17 D	"	76 cm (85 %)
7. Mikebuda 15 A	"	75 cm (84 %)
8. Pusztavacs 210 A	"	70 cm (79 %)
9. Pusztavacs 182 A	"	15 cm (17 %)

A kontrollként kezelt, pusztavacsi származású magból nevelt akáccsemeték a kísérleti átlag 87 %-át érték el (77 cm). Mindez azt bizonyítja, hogy a szelekciós munkának, ahogy fentebb már említettük, lényeges szerepe van már csemetekorban is a magassági növekedés-többlet elérésében.

A vastagsági növekedésre vonatkozó hasonló elemzést egyelőre nem érdemes elvégezni, mert e tényező alakulására nagyobb mértékben hat a fm-kénti csemetes szám, mint a csemeték öröklött tulajdonságai.

4. táblázat A populációk csemetéinek növekedési és minőségi jellemzői egy éves korban

A törzsfá helye, sorszáma		Vizsgált csemete	H	D _{gyökf}	Törzs- minőség	Egészségi állapot
		(db)	(cm)	(mm)	(1-4)	(1-5)
Pusztavacs 182 A	1	-	-	-	-	-
	2	1	15	0,3	3,0	3,0
Pusztavacs 201 E1	1	95	1,2	3,0	3,0	
	2	47	88	7,8	2,3	2,0
	3	23	105	7,9	1,9	1,9
Pusztavacs 210 A	1	67	72	5,6	1,9	1,8
	2	97	61	5,0	2,	1,9
	3	35	92	8,8	2,2	1,9
Pusztavacs 233 A1	4	90	8,7	1,8	1,8	
	2	2	87	7,7	2,0	2,0
	3	-	-	-	-	-
	4	-	-	-	-	-
Mikebuda 15 A	1	7	116	10,6	1,4	2,0
	2	29	78	6,3	1,4	1,9
	3	257	74	4,9	1,8	1,7
Mikebuda 17 D	1	121	82	5,9	1,8	1,7
	2	8	99	9,3	1,5	2,1
	3	274	70	4,9	1,5	1,6
	4	14	115	7,8	1,4	2,0
Mikebuda 27 G	1	67	93	7,0	1,7	1,9
	2	15	96	9,1	1,6	1,8
Kéleshalom 56 A	1	18	118	10,8	1,6	1,9
	2	44	116	8,4	1,3	1,9
	3	36	104	8,3	1,4	1,8
	4	31	106	7,3	1,6	1,9
Császártöltés 61 A	1	4	106	9,8	1,5	2,0
	2	9	93	8,9	1,9	2,0
	3	1	202	16,1	1,0	1,0
	4	2	109	9,4	1,5	2,0

Kiválasztott kategóriájú magcsemeték gyűjteményben történő elkülönítése, vegetatív úton történő szaporításuk beindítása

A törzsfák utódnemzedékéből 1997 tavaszán 109 db csemetét szelektáltunk magassági növekedésük és fenotípusuk alapján. 11 db csemetét szelektáltunk 'Nyírségi' akáccal létesített állomány magkészletéből nevelt utódnemzedék-populációban. A gyűjteményt 21 db kontroll (pusztavacsi származású közönséges akác) csemetével egé-

szítettük ki, így összesen 141 db egyed morfológiai leírását és fenológiai megfigyelését (törzsalak, lombfakadás intenzitása, levélnagyság, lombzat-sűrűség), valamint az egészségi állapotukra vonatkozó értékelést tudtuk elvégezni (5. táblázat).

A csemeték második éves korában mért magasságai (h_1 : vegetációs időszak elején, h_2 : vegetációs időszak végen) és vegetációs időszakbeli (1997. április 9–szeptember 30.) magasság szerinti folyó korszaki növedéke (I_h) a következők szerint alakult:

	h_1	h_2	I_h
	(cm)		
Összes csemete	127,0	327,9	200,9
Törzsfák utódnemzedékéből szelektált csemeték	127,2	332,8	205,6
Kontroll csemeték	125,7	302,3	174,8

A törzsfák utódnemzedékéből szelektált, valamint a kontroll csemeték I_h értéke $P=5\%$ -os szinten szignifikáns különbséget mutatott ($t_{\text{tábl.}}=1,98 < t_{\text{szám.}}=3,43$) (Sváb, 1981). Ez a szignifikáns különbség jól érzékelteti a magassági növekedésre gyakorolt szelekciós hatás mértékét.

Az előzőekben ismertetett értékelések alapján, 1997. júliusában mikroszaporítási kísérletek beindítása céljából a következő öt csemetéről gyűjtöttünk hajtásmintát:

Császártöltés 61 A	3. törzsfa	1. egyede,
Mikebuda 17 D	4. törzsfa	3. egyede,
Kéleshalom 56 A	2. törzsfa	5. egyede,
Kéleshalom 56 A	2. törzsfa	6. egyede,
Kéleshalom 56 A	2. törzsfa	10. egyede.

A szaporítási kísérleteket a Gyümölcsstermesztési Kutatóintézetrel közösen végezzük. A kísérletek első fázisa eredményesen zárult, így az elkövetkezőkben lehetőség lesz nagyobb mennyiségű, genetikailag teljesen azonos ültetési anyag előállítására, illetve újabb csemeték (fácskák) klónos elszaporítására. Az egyes klónok szárazságtűrés vizsgálatát ugyancsak a klóngyűjtemény kijelölt egyedein kezdtük meg.

5. táblázat Szelektált akácejedek morfológiai és fenológiai értékelése 2 éves korban (Kecskemét, ERTI csemetekert)

	a	b	c	d	e		a	b	c	d	e		a	b	c	d	e		a	b	c	d	e		a	b	c	d	e						
pvkon	3	2	3	2	2	pvkon	2	2	3	3	3	mb17d1tf	1	2	3	3	1	mb17d1tff	1	2	3	3	1	cst61a2tf	2	2	3	3	1	ma15a2td	2	3	3	3	1
pvkon	2	2	2	3	2	pvkon	3	2	2	3	2	mb17d1tf	2	2	3	3	1	mb17d1tf	2	3	3	3	1	cst612tf	2	3	3	3	1	mb15a2tf	2	2	3	3	1
pvkon	3	3	2	2	3	pvkon	2	2	3	2	2	mb17d1tf	2	2	3	3	2	mb17d1tf	2	1	2	3	1	cst61a2tf	1	2	3	3	1	mb15a2tf	2	2	2	3	1
pvkon	3	1	2	3	2	pvkon	3	2	3	2	2	mb17d1tf	2	2	3	3	2	kh56a1tf	2	1	2	3	1	mb17d4tf	3	2	3	3	1	mb15a2tf	2	2	3	3	1
pvkon	2	3	3	3	2	pvkon	2	2	3	3	2	mb17d1tf	3	2	3	2	2	kh56a1tf	1	2	3	3	2	mb17d4tf	2	2	3	3	1	mb15a2tf	3	0	3	3	1
pvkon	2	2	2	3	2	kh56a2tf	2	3	3	3	2	mb17d1tf	2	2	3	2	2	kh56a1tf	2	2	3	3	2	mb17d4tf	1	1	3	3	1	pv201e2tf	2	2	3	3	1
pvkon	2	2	2	2	2	kh56a2tf	2	3	2	2	2	mb17d1tf	2	2	3	3	2	kh56a1tf	2	2	3	3	1	mb27g1tf	1	1	3	3	2	pv201e2tf	2	2	4	2	2
pvkon	3	1	3	3	2	kh56a2tf	2	3	3	3	2	mb17d1tf	3	2	3	3	2	kh56a1tf	3	2	2	3	1	mb27g1tf	2	2	3	4	1	pv201e2tf	2	1	2	2	1
pvkon	2	3	3	3	2	kh56a2tf	2	2	2	3	2	kh56a4tf	2	2	3	2	2	kh56a1tf	2	2	3	2	2	mb27g1tf	2	2	3	3	2	pv201e2tf	2	2	3	3	1
pvkon	2	2	3	3	2	kh56a2tf	2	2	3	3	2	kh56a4tf	3	2	3	2	2	mb12dal1	2	3	2	2	3	mb27g1tf	2	3	3	1	pv201e2tf	2	3	2	2	1	
pvkon	3	2	2	3	2	kh56a2tf	2	1	3	3	2	kh56a4tf	3	2	3	3	1	mb12dal1	2	2	3	3	1	mb27g1tf	3	vv	3	3	1	pv201e2tf	2	1	3	3	2
pvkon	3	2	2	3	2	kh56a2tf	2	2	3	3	1	kh56a4tf	3	3	3	2	1	mb12dal1	3	3	3	2	3	mb27g1tf	2	3	3	3	2	pv210a2tf	3	0	3	3	1
pvkon	3	vv	3	3	3	kh56a2tf	2	2	3	2	1	kh56a4tf	2	2	3	3	2	mb12dal1	3	2	2	3	2	mb27g1tf	2	2	3	3	1	pv2140a2tf	3	1	3	3	1
pvkon	2	2	2	3	2	kh56a2tf	3	2	3	3	1	mb17d3tf	2	1	3	3	1	mb12dal1	1	2	2	2	2	mb15a3tf	2	2	3	3	1	pv210a2tf	2	2	3	3	2
pvkon	3	2	3	3	2	kh56a2tf	2	2	3	3	3	mb17d3tf	2	2	2	3	1	mb12dal1	2	1	2	3	2	mb15a3tf	3	3	3	3	1	pv210a2tf	2	0	3	3	1
pvkon	2	2	2	3	3	cst61a1tf	2	1	3	3	2	mb17d3tf	3	vv	3	2	2	mb12dal1	2	3	3	3	2	mb15a3tf	3	2	3	3	1	pv210a3tf	3	3	3	2	1
						kh56a3tf	2	2	2	3	2	mb17d3tf	1	0	2	3	1	mb12dal1	2	2	3	3	1	mb15a3tf	2	2	3	3	2	pv210a3tf	3	0	3	2	1
						kh56a3tf	3	vv	3	3	2	mb17d3tf	1	2	3	3	2	mb12dal1	2	3	3	2	3	mb15a3tf	3	1	3	3	1	pv210a1tf	2	2	3	4	1
						kh56a3tf	2	1	3	3	3	mb17d3tf	3	vv	3	2	2	mb12dal1	2	2	4	4	2	mb15a3tf	3	2	2	3	1	pv210a1tf	2	3	3	2	1
						kh56a3tf	2	2	2	3	2	mb17d3tf	3	vv	3	2	2	mb12dal1	2	2	3	3	2	mb15a1tf	2	2	3	3	1	pv182a2tf	2	3	3	2	1
						kh56a3tf	3	1	3	3	2	mb17d3tf	3	2	2	3	1	mb12dal1	2	3	3	2	3	mb15a1tf	3	vv	3	2	1	pv182a2tf	3	3	3	2	2
						kh56a3tf	3	2	3	3	2	mb17d3tf	3	1	4	3	2	mb27g2tf	2	1	2	3	2	mb15a1tf	3	2	3	4	2	pv182a2tf	2	2	2	1	2
						kh56a3tf	3	2	3	3	2	mb17d3tf	2	2	3	4	3	mb27g2tf	2	0	2	3	1	pv201e3tf	2	3	3	3	1	pv233a2tf	2	3	2	2	2
						mb17d2tf	2	2	2	3	2	mb17d3tf	3	1	2	3	2	mb27g2tf	1	1	3	3	2	pv201e3tf	2	3	2	3	1	pv233a1tf	2	1	2	3	2
						mb17d2tf	2	3	3	3	2	mb17d3tf	2	3	2	3	3	mb27g2tf	2	1	2	3	3	pv201e3tf	2	2	2	3	3	cst61a3tf	2	2	3	3	1

a.) Törzsalak (egyenesség)

1. Egyenes
2. Többé-kevésbé egyenes
3. Elhajló
4. Erősen elhajló

b.) Lombfakadás

1. Még nincs lombfakadás
2. Kezdeti lombfakadás
3. Intenzív lombfakadás
4. Visszavágásra

c.) Lombzat sűrűség

1. Sűrűn tömött
2. Tömött
3. Laza
4. Ritka

d.) Levelek nagysága

1. Igen nagy
2. Nagy
3. Közepes
4. Kicsi

e.) Egészségi állapot

1. Egészséges
2. Többé-kevésbé egészséges
3. Károsított
4. Erősen károsított

Utóvizsgálati kísérlet létesítése a szelektált törzsfák utódnemzedékével

1997 tavaszán, a Duna–Tisza közén 9 erdőrésztben szelektált 25 törzsfá utódnemzedékével (összes csemeteszám 835db) utóvizsgálati kísérletet létesítettünk *Balotaszállás 109 A* erdőrésztben. A tárgyév őszi bejárás alapján az erdősisítés eredményessége kb. 80 %-os volt, azonban szinte valamennyi csemetét erős vadragás ért. A magas eredményességi százalék ugyanakkor kellő garanciát nyújt a kísérlet későbbi szabatos értékeléséhez.

Az ismertetett szelekciós program fontos részét képezi a Duna–Tisza közén, a fatermesztés számára előnytelenül megváltozott ökológiai körülményekhez (talajvízszint mélyebbre húzódása, elégtelen csapadékmennyiség a vegetációs időszak alatt) is alkalmazkodni tudó akácfajták előállítására és azok alkalmazására irányuló átfogó kutatási koncepciónak.

KÖSZÖNETNYILVÁNYÍTÁS

Szerző e helyen mond köszönetet az OTKA (témaszám: T14653) és az Állami Erdészeti Szolgálat Kecskeméti Igazgatósága anyagi és szakmai támogatásáért, valamint *Bart Cuyper* úrnak (Institute for Forestry and Game Management, Geraardsbergen, Belgium) értékes szakmai tanácsaiért.

IRODALOM

- Keresztesi, B. (szerk.) 1984. Az akác. Akadémiai Kiadó, Budapest, 34–54.
Kopecky, F. 1965. Az akác nemesítése. In: Keresztesi, B. (szerk.) Az akác nemesítése. Akadémiai Kiadó, Budapest, 121–156.
Rédei, K. 1994. Szelektált akácfajták termesztési kísérleteinek értékelése. *Erdészeti Lapok*, 129:358–360.
Sváb, J. 1981. Biometriai módszerek a kutatásban. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

A FELSŐMAGASSÁG VÁLTOZÁSÁNAK VIZSGÁLATA FENYŐ ÜLTETÉSI HÁLÓZATI KÍSÉRLETEKBEN

VEPERDI GÁBOR, VEPERDI IRINA

ÖSSZEFOGLALÓ

Az 1970-es években létesített erdei-, fekete- és lucfenyő ültetési hálózati kísérletek (11 kísérleti blokk, 361 parcella) folyamatos elemzése során sok egyéb faállomány-szerkezeti tényező mellett az állományok felsőmagasságának vizsgálatára is sor került. A felsőmagasság döntő szerepet játszik a fatermési osztály megállapításában, és így módon bármely növekedés-előrejelzésben. Az eddigi megfigyelések arra utalnak, hogy a mesterséges fenyő erdősítések esetén a felsőmagasság különböző korokban eltérő jellegű összefüggést mutat az ültetési hálózattal, az átlagátmérővel, illetve a növtér index értékével. A jelen cikk a fenyő ültetési hálózati kísérletekben végzett ilyen irányú vizsgálatokat ismerteti.

KULCSSZAVAK: *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra*, *Picea abies*, felsőmagasság, átlagátmérő, növtér index, ültetési hálózat, fatermési osztály

ABSTRACT

Spacing trials established in the 1970s in the stands composed of *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra*, *Picea abies* include 11 experimental blocks of 361 plots. During the study numerous stand parameters were regularly assessed, among them the top height was also evaluated in 12–30 yr. old stands. Top height is a criterion commonly used to express the site quality. The results indicate that the top height of stands is significantly correlated, in various ways, with spacing, mean stand dbh, and spacing index of Hart-Becking. However, these correlations are considerably affected by the age of stand. The article covers the evaluation of relationships between these factors.

KEYWORDS: *Pinus sylvestris*, *P. nigra*, *Picea abies*, top height, mean stand diameter, spacing, site index, spacing index of Hart-Becking

BEVEZETÉS

A fenyő ültetési hálózati kísérletek magyarországi beindítása Dr. Szőnyi László és Dr. Solymos Rezső nevéhez fűződik. Az 1970-es években Az Erdészeti Tudományos Intézet Erdőművelési és Fatermési Osztálya számos fenyő ültetési hálózati kísérleti területet létesített. A kísérletek elsődleges célja az erdőnevelés racionalizálása

volt. E kísérletek kiértékelése során már eddig is kitűnt, hogy az ültetési hálózat optimális kialakításával kell kezdeni a termesztési technológiák, ezen belül az erdőnevelés továbbfejlesztését (Solymos, 1975).

Az akkor létesített kísérleti területek csaknem mindegyike napjainkig még fennmaradt: erdeifenyőből 7 kísérleti blokk 230 parcellával és 25 ültetési variációval, feketeenyőből 3 kísérleti blokk, 67 parcellával és 8 ültetési variációval, valamint lucfenyőből 1 kísérleti blokk, 64 parcellával, 4 ültetési variációval. Ezeknek a folyamatos kezelése és vizsgálata jelenleg is folyik.

A vizsgálatok kiterjedtek többek között a főbb faállományszerkezeti tényezők alakulására is az ültetési hálózat függvényében. A felsőmagasság (a hektáronkénti 100 legvastagabb fa átlagmagassága) és az állomány átlagos átmérője közötti összefüggés elemzésekor kitűnt, hogy mindhárom fenyőfaj esetén fiatal (12–16 éves) korban ez az összefüggés pozitív tendenciát mutat, vagyis a nagyobb átlagátmérőhöz magasabb felsőmagasság-értékek tartoznak. A faállományok korának előrehaladtával az összefüggés előjele fokozatosan megfordul, negatívvá válik, vagyis a nagyobb átlagátmérőjű állományok felsőmagassága alacsonyabb értéket mutat. E jelenség oka nyilvánvalóan az ültetési hálózat hatásában rejlik: a ritkább hálózatban az egyes törzsek közötti konkurencia (ami elsősorban a magassági növekedés erélyében mutatkozik) gyengébb, mint a sűrűbb állásban, a nagyobb növetér következtében viszont a vastagsági növekedés erőteljesebb.

A probléma lényege viszont abban rejlik, hogy az egyes erdőállományok fatermési osztályát kora és *felsőmagassága* alapján állapítják meg: minél nagyobb egy faállomány felsőmagassági értéke, annál jobb fatermési osztályú, vagyis általánosságban véve: jobb minőségi és mennyiségi mutatókkal rendelkező faállományról van szó. Az előző bekezdésben ismertetett megfigyelés ezzel szemben arra utalna, hogy a jobb fatermési osztályú (nagyobb felsőmagasságú) állományrészek átlagos átmérője egy bizonyos életkor után alacsonyabb.

A jelen cikk tárgyát e jelenség részletes vizsgálata képezi, a fenyő ültetési hálózati kísérleti területek értékelésének eddigi eredményei alapján.

A VIZSGÁLAT HELYE ÉS MÓDSZERE

A kísérleti területek ismertetése

A bevezetőben említett 11 kísérleti blokk 361 parcelláján végzett mérések alátámasztják a fenti jelenséget, a bizonyításra azonban az alábbi négy kísérleti blokk adatait értékeljük. Valamennyi itt ismertetett kísérleti blokk – a kunfehértói blokk kivételével, melyet Dr. Szőnyi László létesített – az 1970-es években, Dr. Solymos Rezső tervei szerint lett ültetve. A kísérleti blokkok ültetésekor valamennyi esetben alapelv volt az egyes hálózatok többszöri, nem közvetlenül egymás melletti ismétlése, a minimálisra csökkentve ezáltal az adott terület termőhelyének esetleges mozaikhatását.

Feketefenyő

Kunfehértó 13 F

Termőhely jellemzése: erdőssztyepp klíma, többletvízhatástól független; termőréteg vastagsága: középmeley; gyengén humuszos homok; fizikai talajféleség: homok.

Az erdőrészletben *Dr. Szőnyi László* 1965 márciusában létesített egy négyvariációs, három ismétléses (összesen tizenkét parcellás) feketefenyő kísérleti blokkot, az alábbi ültetési hálózatokkal:

Sor- és tőtávolság	Csometeszám (db/ha)
1 x 1 m	10 000
2 x 2 m	2 500
3 x 3 m	1 100
4 x 4 m	625

A kísérleti blokk első faállomány-felvételét 1989-ben, a faállomány 27 éves korában, a másodikat 1993 januárjában–februárjában, a faállomány 30 éves korában végeztük. A harmadik faállomány-felvételre 1997 őszén, a faállomány 35 éves korában került volna sor, de a területileg illetékes erdészet az ERTI értesítése nélkül átgyérítette, ezért kénytelenek voltunk megszüntetni az immár 35 éves tartó kísérletet.

Ruzsa 63 E

Termőhely jellemzése: erdőssztyepp klíma, többletvízhatástól független; termőréteg vastagsága: középmeley; gyengén humuszos homok; fizikai talajféleség: homok.

A területet 1977 márciusában kétszeri mélyszántás, gyökérfésülés és simítózás után helyi származású, másodéves magágyi csometével gépi ültetéssel erdősítették, az alábbi ültetési hálózatokkal (4 variáció, 10 ismétlés, összesen 40 parcella):

Sor- és tőtávolság	Csometeszám (db/ha)
2,8 x 0,7 m	5 000
1,4 x 0,7 m	10 000
2,8 x 1,4 m	2 500
1,4 x 1,4 m	5 000

A parcellákat 1986 novemberében–decemberében tűztük ki. A precíz parcellák mérete: 25 x 40 m, területe 0,1 ha, 5 m széles védőpáaszttával. Tisztításra csak a 0,7 m-es tőtávolságú hálózatokban volt szükség. A 2,8 m sortávolságú variációban válogató tisztítást terveztünk, meghatározott törzsszámok beállításával, két kontrollparcella fenntartásával. Az 1,4 m sortávolságú variációban minden harmadik sort kitermeltettünk, a fennmaradó sorokban pedig válogató tisztítást végeztettünk. A tisztítás-jelöléssel egyidőben (1986 őszén, a faállomány 12 éves korában) elvégeztük a parcellák első teljes faállomány-felvételét. 1990 őszén (a faállomány 16 éves korában) került sor a második faállomány-felvételre. A harmadik faállomány-felvételre és a második tisztítás-jelölésére 1997 tavaszán, a faállomány 22 éves korában került sor.

Erdeifenyő*Ásotthalom 311 D*

Termőhely jellemzése: erdőssztyepp klíma, többletvízhatástól független; termőréteg vastagsága: középmeley; gyengén humuszos homok; fizikai talajféleség: homok.

Ültetve: 1974 tavaszán, ásotthalmi elitfákról gyűjtött magból hidegágyban nevelt másodéves csemetével, az alább 13 ültetési hálózat alkalmazásával (48 parcella):

Sor- és tőtávolság	Csemeteszám (db/ha)	Ismétlések száma
1,4 x 0,4 m	18 000	2
2,8 x 0,4 m	9 000	4
2,5 x 2,0 m	2 000	4
2,0 x 1,0 m	5 000	4
1,4 x 0,7 m	10 000	4
1,4 x 0,5 m	12 000	4
(minden 6. sor kimarad)		
1,4 x 1,0 m	6 000	4
(minden 6. sor kimarad)		
1,4 x 0,4 m	12 000	4
(minden 3. sor kimarad)		
1,4 x 0,8 m	6 000	4
1,0 x 1,0 m	10 000	2
1,4 x 1,4 x 0,6 m	9 000	4
(ikersor, 2,2 m kimarad)		
1,5 x 1,0 m	5 500	4
(minden 6. sor kimarad)		
3,0 x 1,0 m	3 400	4

A precíz-parcellák 1985-ben kerültek kitűzésre. Az első faállomány-felvételre és tisztításra 1986 őszén, a faállomány 15 éves korában került sor. A második faállomány-felvételt 1991 őszén, a faállomány 20 éves korában végeztük el. A harmadik faállomány-felvételre és a második tisztításra 1996 őszén, a faállomány 25 éves korában került sor.

Lucfenyő*Pölöske 17 C, D*

Termőhely jellemzése: gyertyános klíma, többletvízhatástól független; genetikai talajtípus: agyagbemosódásos barna erdőtalaj; termőréteg vastagsága: mély; fizikai talajféleség: vályog; tengerszint feletti magasság: 200 m.

Ültetés: 1975 tavaszán. Felhasznált csemete: két éves iskolázott lucfenyő csemete. Ültetés: kézi, gödrös; az alábbi 4 ültetési hálózat alkalmazásával (64 parcella):

Sor- és tőtávolság	Csemeteszám (db/ha)
1,5 x 1,5 m	4 500
2,0 x 2,0 m	2 500
2,5 x 2,5 m	1 600
3,0 x 3,0 m	1 100

A fenti ültetési hálózati variációk négy blokkban, egy blokkon (16 parcella) belül négyszeri ismétléssel kerültek kialakításra, vagyis egy-egy hálózat összesen 16 parcellán került alkalmazásra, lehetőséget nyújtva a későbbi különböző erdőnevelési eljárások alkalmazására.

A parcellák állandósítására és első teljes faállomány-felvételére 1988 őszén, a faállomány 16 éves korában került sor. A második faállomány-felvételt, továbbá az első tisztítást 1993 őszén–1994 tavaszán, a faállomány 21 éves korában végeztük el. A tisztításra csak a legsűrűbb hálózatban (1,5 x 1,5 m) volt szükség.

A faállomány-szerkezeti tényezők meghatározása

A kísérleti területeken a többévtizedes metodika (*Birck és tsai, 1962*) szerint végeztük el a teljes faállomány-felvételt: a terepen megmértük a mellmagassági átmérőt, a magassági görbe szerkesztéséhez szükséges famagasságot, valamint minősítettük a fő- és mellkállományt. A kiszámított adatokból a jelen kiértékeléshez az egészállomány átlagátmérőjét, hektáronkénti törzsszámát, valamint felsőmagasságát használtuk fel.

A *felsőmagasság* értelmezése nem egyöntetű (*Fekete, 1951; Magyar, 1941; Rondeux, 1993*). A felsőmagasság – a fák egy bizonyos csoportjának az átlagmagassága. Az értelmezésbeli eltérések e bizonyos csoport mibenlétének meghatározásából adódnak, vagyis hogy valójában milyen fák csoportjáról van szó. A szakirodalomban lényegesen eltérő értelmezésekkel találkozhatunk (*Kramer, 1964; Rondeux, 1993*). A szakmai közvélemény azonban egységes abban a vonatkozásban, hogy a felsőmagasság jobban jellemzi egy adott állomány bonitását (fatermési osztályát), mint az átlagmagasság, mivel ez utóbbi erősen függ a pillanatnyi gyérintettségi állapottól.

A felsőmagasság definiálása terén két csoportot különböztethetünk meg: a *biológiai felsőmagasságot* és a *matematikai felsőmagasságot*.

A biológiai felsőmagasság meghatározása a fák szociális helyzetéből indul ki: a kimagasló (más szerzők szerint a kimagasló és uralkodó) fák számtani (vagy mértani, tehát körlappal súlyozott) átlaga.

A matematikai felsőmagasság – a legvastagabb vagy a legmagasabb fák meghatározott számának átlagmagassága. Egységes megállapodásra az Erdészeti Kutatóintézmények Nemzetközi Szövetségének (IUFRO) 1965. évi szekcióülésén sem jutott a szakma, pedig ennek kihangsúlyozott tárgya volt a dendrometriai fogalmak szabványosítása (*IUFRO, 1965*). A legtöbb javaslat a legvastagabb fák meghatározott számú (40–200 db/ha) csoportjára irányult. Több javaslat nem egy meghatározott hektáronkénti darabszámra vonatkozott, hanem a mindenkoriki hektáronkénti törzsszám egy bizonyos százalékára (10–20%). Olyan javaslat is született, amely szerint nem egy meghatározott számú fa átlagmagasságát, hanem az átlagátmérőjét célszerű kiszámítani,

és ebből az úgynevezett „domináns (vagy felső-) átmérőből” számítandó a felsőmagasság az adott faállomány magassági görbéjével. Általános egyetértés e téren csupán egy vonatkozásban született: a publikációkban közölni kell, hogy milyen módszerrel történt a felsőmagasság kiszámítása.

A matematikai felsőmagasság – a továbbiakban: *felsőmagasság* – számításának nemzetközi viszonylatban a leginkább elterjedt módja: *a hektáronkénti 100 legvastagabb fa magasságának mértani (körlappal súlyozott) átlaga* (Assmann, 1959; Hummel, 1955). A jelen cikkben ismertetett munka keretében ezt a módszert alkalmaztuk a felsőmagasság kiszámítására.

Az egyes faállományok növőterének értékelésére a *növőtér indexet* ($S\%$) alkalmaztuk, melyet a hektáronkénti törzsszám és a fenti módon meghatározott felsőmagasság függvényében számítottunk ki, az alábbi módon:

$$S\% = \frac{a}{H_f} \times 100$$

ahol:	S%	növőtér index
	a	a fák közötti átlagos távolság (m)
	H_f	felsőmagasság

A fák közötti átlagos távolság – egy meglehetősen elvont szám, amelynek közvetlen meghatározása eléggé bonyolult. Célszerűbb ezért az egy fára jutó átlagos növőtér meghatározása a *Hart-Becking-féle módszerhez* (Rondeux, 1993) hasonló, de attól kissé eltérő módon levezetett módszerrel. A fák valódi elhelyezkedésének a meghatározása munkaigényes feladat, ezért e módszer is fák egyenletes elhelyezkedését tekinti alapul. Módszerünkben egy fa *átlagosan* egy akkora „S” területet foglal el, amely egy „a/2” sugarú körhöz érintőlegesen szerkesztett egyenlő oldalú hatszög területe.

A szabályos hatszög területe:

$$S = \frac{a^2 \times \sqrt{3}}{2}$$

A hektáronkénti törzsszám (N):

$$N = \frac{10000}{S} = \frac{20000}{a^2 \sqrt{3}}$$

Ebből a képletből kifejezzük a fák közötti átlagos távolságot (a):

$$a = \sqrt{\frac{20000}{N \times \sqrt{3}}}$$

A növtér index képlete a hektáronkénti törzsszámból és a felsőmagasságból számítva:

$$S\% = \frac{a}{H_f} \times 100 = \frac{\sqrt{\frac{20000}{N \times \sqrt{3}}}}{H_f} \times 100 = \frac{10746}{H_f \times \sqrt{N}}$$

A növtér index – amint a fentiekből kitűnik – átlagadat, mivel a fák elhelyezkedése egy adott területen a valóságban nem teljesen egységes. Alkalmazása ezért elsősorban a többé-kevésbé homogén (egyenletes törzshálózatú) erdőállományokban célszerű, mint például az ültetvényszerű fenyőerdősítések esetén.

A növtér indexet külföldön gyakran alkalmazzák a nevelővágások értékelésére, illetve a nevelővágások erélyének előirányzására, ám a hazai gyakorlatban ez nem terjedt el.

E mutatószám nagy előnye viszont, hogy egyszerre tükrözi a hektáronkénti törzsszámot, valamint a felsőmagasság révén a fatermési osztályt.

EREDMÉNYEK ÉS MEGVITATÁSUK

A fenti ismertetett négy kísérleti blokkban az alábbi összefüggéseket vizsgáltuk:

- > a felsőmagasság az egészállomány átlagátmérőjének függvényében („A” jelű ábrák),
- > a felsőmagasság a növtér index függvényében („B” jelű ábrák),
- > az egészállomány átlagátmérőjének és a felsőmagasságnak a hányadosa a növtér index függvényében („C” jelű ábrák).

A kísérleti állományok különböző életkorában mért adatokat az ábrákon eltérő jelekkel ábrázoljuk.

Az összefüggések jellegét lineáris trendvonalakkal szemléltetjük. Ez alól csak az idősebb korú (30 éves) feketefenyő kísérleti blokknál tettünk kivételt (1.A., C. ábra), mivel az adatpontok szóródása jól kifejezett polinomiális összefüggésre utal.

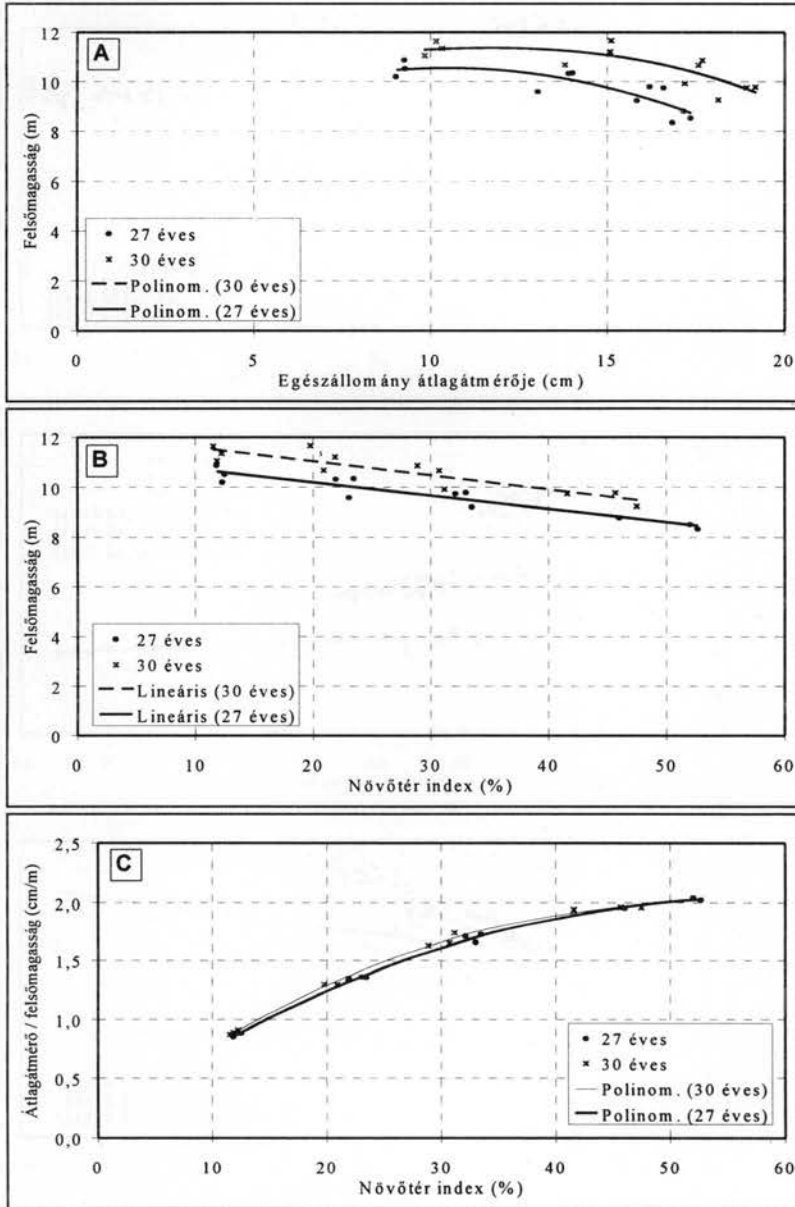
A bevezetésben már szó esett a **felsőmagasság és az átlagátmérő kapcsolatáról**, melyet az „A” ábrák szemléltetnek. Jól látható, hogy fiatalabb korban ez az összefüggés pozitív, vagyis az állományok kb. 15 éves koráig a magasabb átlagátmérőhöz nagyobb felsőmagasság-értékek tartoznak. 15 és 20 éves kor között ez az összefüggés fokozatosan eltűnik, majd kb. 20 éves kortól negatívvá válik, tehát a nagyobb átlagátmérőjű állományok felsőmagassága alacsonyabb értéket mutat. Ez egyaránt vonatkozik mindhárom fenyőfajra. Megjegyzendő azonban, hogy az erdőifenyő esetén (3.A. ábra) a fiatal (15 éves kori) pozitív összefüggés erősebb, mint a másik két fafaj esetén, és 25 éves korra sem fordul át negatívvá, a trendvonal csak ekkor válik vízszintessé.

Idősebb korú erdőifenyő ültetési hálózati kísérletről még nincs adatunk, de a trendek alakulását figyelve feltételezhetjük, hogy a felsőmagasság és az átlagátmérő kö-

zötti összefüggés kb. 30-35 éves korra lesz egyértelműen negatívvá. A lucfenyő esetében ez az „átfordulás” már 21 éves korra bekövetkezett (4.A. ábra). A feketefenyő esetében rendelkezésünkre állnak 30 éves kori adatok is, ráadásul egy olyan kísérleti blokkból (Kunfehértó 13 F), ahol az ültetési hálózatok markánsan eltérnek. Az összefüggés jellege egyértelműen negatív (1.A. ábra). Az egyes korcsoportokban jól elkülöníthetők a négy ültetési variáció három-három parcellájának adatai.

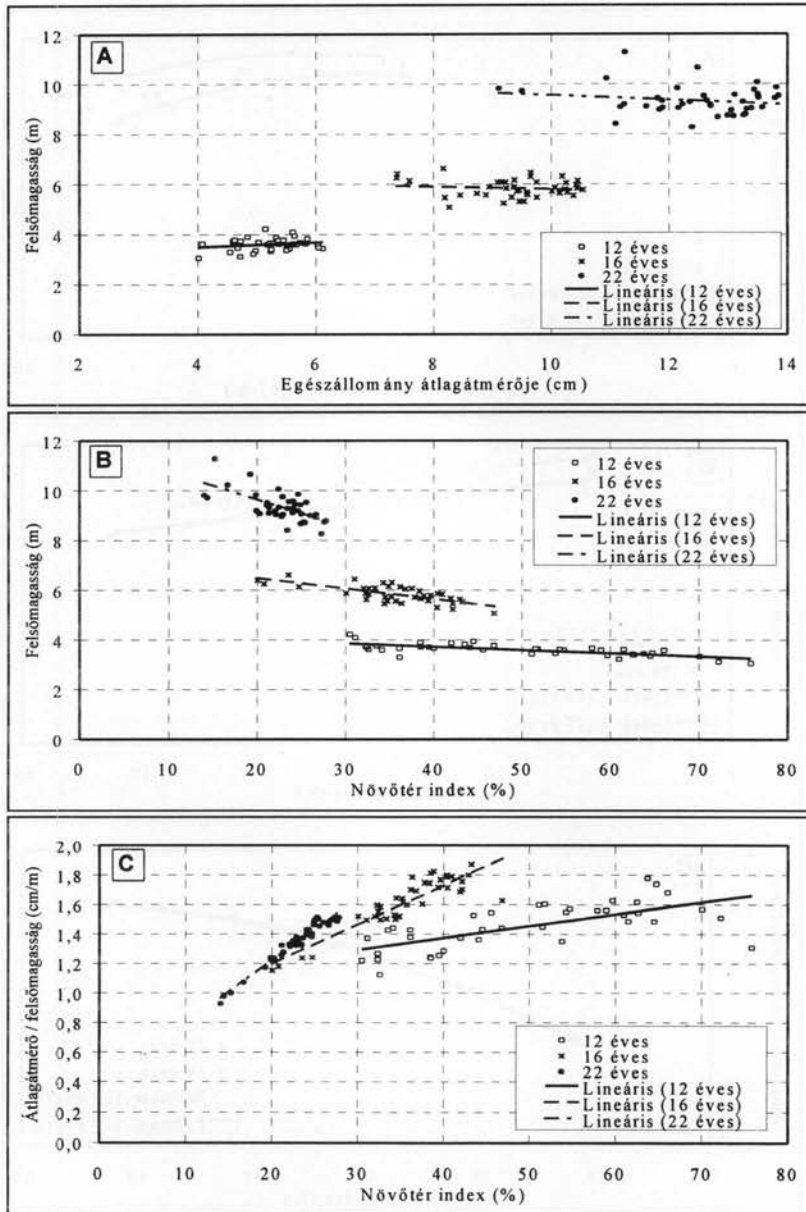
E jelenség – amint a bevezetésben említettük – az eltérő ültetési hálózatból, vagyis az eltérő növtérből adódik. A növteret a növtér index alkalmazásával jellemeztük. A „B” jelű ábrákon *a felsőmagasság és a növtér index közötti kapcsolatot* szemléltetjük. (A „B” és „C” jelű ábrákon, melyeken független változóként a növtér index szerepel, a tágabb ültetési hálózatok adatai az ábrák jobb oldalán, a sűrűbbek pedig a bal oldalon találhatóak.) Jól látható, hogy ez esetben is jellemző az összefüggés trendvonalának fokozatos negatívvá válása a kor előrehaladtával. Az előzőektől eltérően ez azonban fiatal korban sem pozitív előjelű, hanem inkább a vízszinteshez közelít. Ez azt jelenti, hogy fiatal korban a fák felsőmagassága kis mértékben függ a növtértől, ugyanis fiatal korban (kb. 10 éves korig) az egyes fák számára még kisebb növtér is elegendő, így a konkurencia-hatás még kisebb mértékben mutatkozik. Ez a hatás akkor lép föl, ha az egyes fák növtér igénye meghaladja a rendelkezésünkre álló (a fenyők esetében mesterségesen kialakított) növteret. Ezt két momentum is alátámasztja: egyrészt a legfiatalabb (12 éves) feketefenyő állományban (2.B. ábra), illetve a 16 éves lucfenyő állományban (4.B. ábra) a trendvonal csaknem vízszintes, vagyis gyakorlatilag ebben a korban nincs összefüggés a növtér index és a felsőmagasság között. (Megjegyzendő, hogy az egyes fafajoknál ez esetben is tapasztalhatók eltérések, ugyanis a 16 éves feketefenyő esetén már tapasztalható összefüggés e két tényező között.) Másrészt: valamennyi kísérleti blokk esetében – fafajtól függetlenül – megfigyelhető, hogy a növtér index értéktartománya a kor előre haladtával szűkebbé válik. Fiatal korban a felsőmagasság értékei a különböző hálózatokban még nem térnek el jelentős mértékben egymástól, és a növtér index értékére az ültetési hálózat (a hektáronkénti törzsszám révén) gyakorol döntő befolyást.

Azoknak a kísérleti blokkoknak az esetében, amelyeken az alkalmazott ültetési hálózatok markánsan eltérnek egymástól (Kunfehértó 13 F, feketefenyő, 1.B. ábra; Pölske 17 C, D, lucfenyő, 4.B. ábra) megfigyelhető, hogy az egyes hálózatokon belül a felsőmagasság értékek – az állomány életkorától függetlenül – szemmel láthatóan negatívan korrelálnak a növtér index értékével. Ennek oka: *a közel azonos törzsszám mellett* a növtér index értékét – osztó tényezőként – alapvetően a felsőmagasság befolyásolja. Minél nagyobb a felsőmagasság, annál kisebb értékű a növtér index.



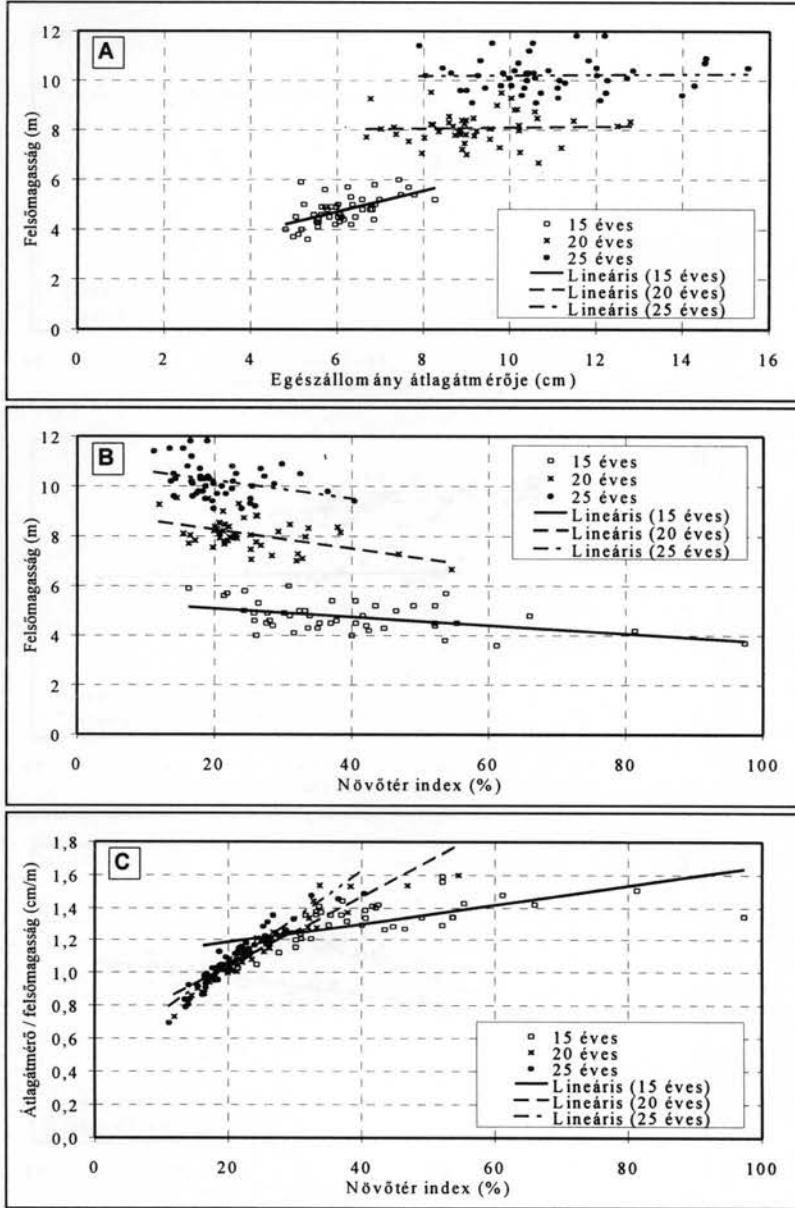
1. ábra. Kunfehértó 13 F erdőrészlet, feketeenyő kísérleti blokk (12 parcella)
 (A: felsőmagasság az átmérő függvényében, B: felsőmagasság a növőtér index függvényében,
 C: átmérő/felsőmagasság a növőtér index függvényében)

Fig. 1. Black pine experimental block consisting of 12 plots (Kunfehértó 13 F)
 (A: top height in the function of mean dbh, B: top height in the function of spacing index,
 C: mean dbh/top height in the function of spacing index)



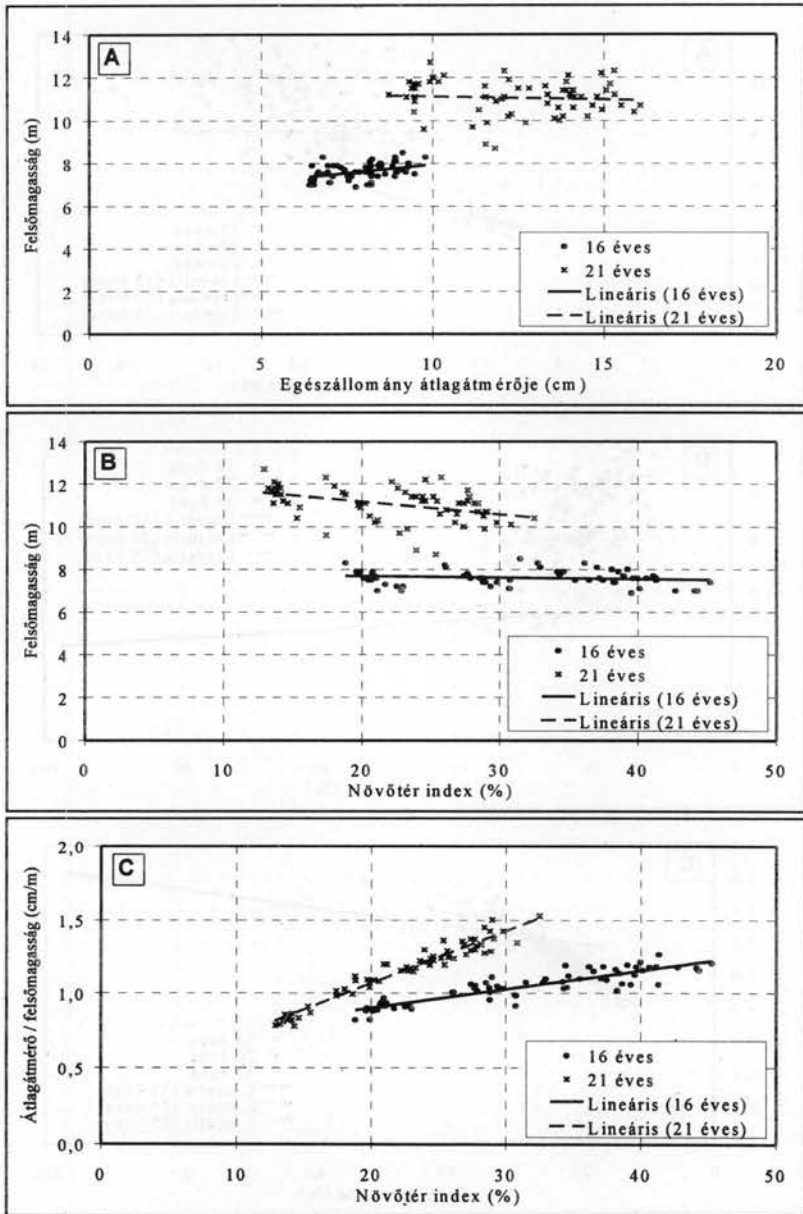
2. ábra. Ruzsa 63 E erdőrézlet, feketefenyő kísérleti blokk (40 parcella)
 (A: felsőmagasság az átmérő függvényében, B: felsőmagasság a növőtér index függvényében,
 C: átmérő/felsőmagasság a növőtér index függvényében)

Fig. 2. Black pine experimental block consisting of 40 plots (Ruzsa 63 E)
 (A: top height in the function of mean dbh, B: top height in the function of spacing index,
 C: mean dbh/top height in the function of spacing index)



3. ábra. Ásotthalom 311 D erdőrészlet, erdejenyő kísérleti blokk (48 parcella)
(A: felsőmagasság az átmérő függvényében, B: felsőmagasság a növőtér index függvényében,
C: átmérő/felsőmagasság a növőtér index függvényében)

Fig. 3. Scotch pine experimental block consisting of 48 plots (Ásotthalom 311 D)
(A: top height in the function of mean dbh, B: top height in the function of spacing index,
C: mean dbh/top height in the function of spacing index)



4. ábra. Pölöske 17 C, D erdőrézlet, lucfenyő kísérleti blokk
 (A: felsőmagasság az átmérő függvényében, B: felsőmagasság a növőtér index függvényében,
 C: átmérő/felsőmagasság a növőtér index függvényében)
Fig. 4. Spruce experimental block consisting of 64 plots (Pölöske 17 C, D)
 (A: top height in the function of mean dbh, B: top height in the function of spacing index,
 C: mean dbh/top height in the function of spacing index)

A felsőmagasság és növőtér index összefüggésének vizsgálatára éppen ezért ideálisak az ültetési hálózati kísérletek, mivel azok létesítésekor többféle növőterű állományokat alakítottak ki.

A „C” jelű ábrákon *az egészállomány átlagátmérője és a növőtér közötti összefüggést* vizsgáltuk. Az egyes parcellák értékeinek – a fatermési osztály terén mutatkozó esetleges eltérések miatti – korrekciója céljából az átlagátmérő-adatokat elosztottuk a felsőmagasság értékével. Az így kapott hányadosokat a növőtér index függvényében ábrázoltuk.

Az összefüggés szemmel láthatóan pozitív és az ábrák tanúsága szerint jól számszerűsíthető. Kihangsúlyozandó azonban, hogy a faállományok életkorának előrehaladtával ez az összefüggés egyre erősebb.

Külön figyelmet érdemel a Kunfehértó 13 F erdőrészletben lévő 30 éves feketefenyő állomány (*I.C. ábra*). A fiatalabb állományokban ez az összefüggés lineáris (vagyis az átlagátmérő alakulása egyenes arányban függ a növőtértől), ám ebben az idősebb állományban a legtágabb (4x4 m-es) hálózat adatai alacsonyabbak, mint azt lineárisan előre lehetne jelezni. Ennek oka: az egyes törzsek az átmérő növekedése terén nem tudják kihasználni a nagyobb növőtér előnyeit. Ez egyértelműen bizonyítja, hogy a túl tág hálózatok átmérő növedéke nem egyenes arányban növekszik a növőtér nagyságának függvényében. Az erdefenyő és a lucfenyő esetében sajnos még nem állnak rendelkezésünkre 30 éves (vagy idősebb) kori adatok, de feltehetően ugyanez a tendencia e fafajoknál is érvényesülni fog. Erre utal a 25 éves erdefenyő állomány adatainak szórásképe, amely a növőtér index 35-40% körüli intervallumában már egy enyhén lefelé hajló görbe formáját veszi föl.

Mint a fentiekből kitűnik, ültetési hálózati kísérleti adatok az állományok viszonylag nem túl idős koráig (feketefenyő: 30 év, erdefenyő: 25 év, lucfenyő: 21 év) állnak rendelkezésünkre. Általános érvényű végkövetkeztetések levonása ezért még nem lehetséges.

Az eddigi adatok azonban egyértelműen alátámasztják a vizsgált tendencia meglétét, vagyis azt hogy a tágabb ültetési hálózat, illetve növőtér alacsonyabb felsőmagasságot – és ezen keresztül alacsonyabb fatermési osztály megállapítását – eredményez a mesterséges eredetű fenyvesekben.

Mint láhattuk, az összefüggés jellege erősen függ a faállományok életkorától.

A vizsgált jelenség mindenképpen figyelmet érdemel azokon a szakterületeken, ahol az erdő (faállomány) fatermési osztályának meghatározása a felsőmagasság alapján történik, vagy a felsőmagassággal számításokat végeznek. Ide sorolhatók az erdőállományok növekedését szimuláló erdőnevelési és fatermési modellek is, amelyekben a fatermési osztály, a felsőmagasság vagy a növőtér index számítási tényezőként szerepel (*Dreyfus, Bonnet, 1995*). Az erdőgazdálkodók tervezési munkáinak megkönnyítése végett egyre sürgetőbbé válik az ilyen jellegű, számítástechnikán alapuló növekedés-előrejelző, illetve erdőnevelési eljárásokat szimuláló modellek elkészítése. Többek között e célból is indokolt az ültetési hálózati (komplex erdőnevelési) kísérletek további fenntartása, kezelése, rendszeres faállomány-felvétele. A fenyők esetében az alapfeltételek adottak, vagyis a kutatás rendelkezésére állnak azok a fenyő kísérleti blokkok, melyek – többek között – a jelen cikkben foglalt megállapítások alapjául

szolgáló adatbázist képezik. A további ezirányú vizsgálatok részét képezik a hosszú-lejáratú erdőnevelési és fatermési kutatásoknak.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A szerzők ez úton szeretnék köszönetüket kifejezni az Erdőművelési és Fatermési Osztály mindazon munkatársainak, kutatóinak és technikusainak, akik a cikkben említett kísérleti blokkok megtervezésében, kivitelezésében, valamint a több mint két évtizedes rendszeres faállomány-felvételben részt vettek. Lelkiismeretes és pontos munkájuk nélkül a kísérleti terület nem maradt volna fent napjainkig.

Köszönet illeti a Délalföldi Erdészeti Rt. Ásotthalmi Erdészetének, az Ásotthalmi Bedő Albert Erdészeti Szakiskolának, valamint a Zalai Erdészeti és Faipari Rt- Baki Erdészetének vezetőit, munkatársait, akik munkánkat messzemenően támogatták.

A hosszúlejáratú erdőnevelési és fatermési kutatásokat a Mezőgazdasági és Erdészeti Alap támogatja, amiért szintén köszönetünket fejezzük ki.

IRODALOMJEGYZÉK

- Assmann, E. 1959. Höhenbonität und wirkliche Ertragsleistung. Fortwiss. Centralbl. 78:1-64.
- Birck, O., Kiss, R., Márkus, L., Solymos, R., Tallós, P. 1962. A hosszúlejáratú erdőnevelési és fatermési kísérleti területek kitűzésének, felvételének és fenntartásának irányelvei Bp., Erdészeti Kutatások, Vol. 58:217-259.
- Dreyfus, Ph., Bonnet, F-R. 1995. CAPSIS: logiciel de simulation de conduites sylvicoles. Revue Forestiere Fr. Vol. XLVII:111-115.
- Fekete, Z. 1951. Erdőbecsléstan. Bp., Akadémiai Kiadó.
- Hummel, F.C. 1955. The volume-basal area line. Forest Record, N° 24. London, Forestry Commission.
- IUFRO 1965. The standardization of symbols in forest mensuration. Technical Bulletin 15. University of Maine, Agricultural Experimental Station.
- Magyar, J. 1941. Az egykorú állomány felsőmagassága. Bp., Erdészeti Lapok, LXXX. évf.:101-107.
- Rondeux, J. 1993. La mesure des arbres et des peuplements forestiers. Gembloux, Presses agronomiques de Gembloux.
- Solymos, R. 1975. Fenyőtermesztésünk fejlesztése és az ültetési hálózat. Bp., Erdőgazdaság és Faipar, 23. évf. 7 :16-20.
- Veperdi, G. 1990. Erdei- és feketefenyő ültetési hálózati kísérletek 1990. év végéig elért kutatási eredményei. ERTI kutatási jelentés.

ERDÉSZETI NEMESÍTÉS

KERESZTEZÉSI KÍSÉRLETEK ŐSHONOS TÖLGYFAJAINK KÖZÖTT

BOROVICS ATTILA

ÖSSZEFOGLALÓ

A kísérletek fő célja: a fajon belüli és a fajok közötti keresztezhetőség összehasonlítása. 1995-ben 804 *Q. robur*, 1996-ban 881 *Q. robur*, illetve 376 *Q. petraea* és 1997-ben 314 *Q. robur* nővirágot izoláltunk és poroztunk be ellenőrzött körülmények között a Szombathelyi Erdészeti Rt. bejcgtyányosi tölgy klónarchívumában és az Erdészeti Tudományos Intézet Sárvári Kísérleti Állomása Nemesítő Telepének üvegházában. A kocsányos tölgy pollen keverékkel történő fajon belüli keresztezés esetében a megtermékenyülés aránya szabadföldön (klónarchívum) 30 %, üvegházi körülmények között 53 % volt. A kocsányos tölgy nőivarú keresztezési partneren kocsánytalan tölgy pollen keverékkel történő keresztezések szabadföldön 14 %-os és üvegházban 27 %-os eredményt produkáltak. A szabadföldi kísérleteink során a *Q. robur* × *Q. pubescens* és a *Q. robur* × *Q. frainetto* irányú keresztezéseinkkel értük el a legmagasabb fajok közötti termékenyülési arányt (26 %, ill. 23 %). Az önbeporzásnak volt a legalacsonyabb sikeressége. Az üvegházi keresztezéseink eredményei cáfolják azt az általánosan elterjedt nézetet, miszerint a *Q. robur* × *Q. petraea* irányú keresztezési irány jelentősen magasabb termékenyülést eredményez, mint a reciprok irányú kombináció. Az eddigi publikációk csak szabadföldi, azaz izolálózacskókkal végzett keresztezésekről számoltak be. Feltételezhető, hogy a *Q. petraea* anyanövények érzékenyebben reagálnak az izolálás mikroklimatikus hatásaira, ill. a virágok fejlődésének összehangolása is jobban megoldható üvegházi körülmények között. Az ellenőrzött keresztezésekből származó csemeték juvenilis morfológiájuk miatt nem alkalmasak az időskori hibridekkel történő összehasonlításra. A *Q. robur* × *Q. pubescens* azonban már 1–2 évesen is köztes jellegű morfológiát mutat, a levél- és hajtásszőrőzöttség, valamint a levélkaréjok alakjának tekintetében.

KULCSSZAVAK: hibridizáció, keresztezés, *Quercus robur* L., *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. s. l., *Quercus pubescens* Willd. s. l., *Quercus frainetto* Ten.

ABSTRACT

The main aim of the study was to found out crossing possibilities within and between oak species. 804 *Q. robur* female flowers in 1995, 881 *Q. robur* and 376 *Q. petraea* flowers in 1996 and 314 *Q. robur* flowers in 1997 were isolated and control-pollinated in the clonal archive of the Szombathely Forestry Co. Ltd. in Bejcgtyányos and in the greenhouse of the Forest Research Institute, Sárvár. The fertilization rate of intraspecific crosses with pollen mixture was about 30 % in the clonal archive

and 53 % in the greenhouse for *Q. robur*. The rates of acorn production for interspecific crosses with *Q. robur* as female and *Q. petraea* as male parent showed 14 % and 27 % in the clonal archive and in the greenhouse. The combinations of *Q. robur* × *Q. pubescens* and *Q. robur* × *Q. frainetto* have resulted the highest interspecific success rates (26 % and 23 %) in the clonal archive. The selfing had the lowest success rate. The combination of *Q. robur* as female parents with *Q. petraea* as male parents in the greenhouse was not more successful than the reciprocal combination. The opinion that the reciprocal combination gives lower success rate may arise from the fact that crossing experiments were made up to now in the field, where the microclimate within the isolation bags may be more disadvantageous for *Q. petraea*. On the other hand, timing of male and female flowering can be easier synchronized in a greenhouse, than in the open area. It is too early to identify hybrids as intermediate forms due to their juvenile leaf morphology. However, plants (*Q. robur* × *Q. pubescens*) of 1–2 years old have already had transitory morphological traits (in leaf and shoot pilosity, form of lobes etc.).

KEYWORDS: hybridization, crossing, *Quercus robur* L., *Q. petraea* (Matt.) Liebl. s. l., *Q. pubescens* Willd. s. l., *Q. frainetto* Ten.

BEVEZETÉS

A tölgyek mintegy 450 fajjal Földünk egyik legnagyobb virágos nemzetségét alkotják (Jones, 1974), bár ezen értéket illetően meglehetősen szélsőséges adatok lehet találni a szakirodalomban. Ez egyrészt a hasonló terméfelépítésű trópusi alakköröktől történő problematikus leválasztás, másrészt a nemzetségen belül még ma is tapasztalható, ellentmondásokkal terhelt rendszertani felosztás következménye. A tradicionális fajkonceptió által fajnak minősített evolúciós egységek között, az esetek jelentős részében nem alakult ki hatékony reprodukciós gát, így a fajhibridizáció általánosan elterjedtnek tekinthető (Schwarz, 1936; Stebbins, 1950). Hardin (1975) véleménye szerint például Észak-Amerika valamennyi, *Quercus* alnemzetségébe tartozó faj között potenciálisan előfordulhat a gécseré. Az egyes tölgyfajok nagy morfológiai variabilitásán és gyakori elegyedésén túl, a fajmeghatározást legnagyobb mértékben a fajhibridizáció következményei nehezítik meg, azaz a tiszta fajú egyedek elkülönítése a hibrid formáktól.

A két (vagy több) faj introgresszáladott populációiban a ritka F₁-es hibridek mellett elsősorban a visszakereszteződött alakok fordulnak elő (Wingston, 1974), amelyek folyamatos átmenetet képeznek az intermedier F₁-es alakok és a tisztafajú egyedek között. Ezért nehéz megállapítani, hogy a fenotípusos tulajdonságok milyen variációja jellemző az adott fajra, és a változatosság mekkora része lehet egy másik fajból érkező génáramlás következménye.

Gyakran találkozni olyan véleményekkel, miszerint a tölgyhibridek meglehetősen gyakoriak a természetben. Bizonyítékként legtöbbször a köztes morfológiát mutató egyedek általános elterjedtségének közléseivel találkozhatunk (Krahl-Urban, 1959; Cousens, 1963; Carlisle és Brown, 1965; Olsson, 1975; Rushton, 1978; Mátyás 1986; Majer 1989; Gencsi és Vancsura; 1992). Kísérleti úton a tölgyfajok keresztezhetőségét csak meglehetősen ritkán vizsgálták.

A kocsányos és kocsánytalan tölgyek közötti első sikeres keresztezésekről Klotzsch (1854) és Geschwind (1876) számolt be (in: Dengler, 1941). Eredményeik és módszereik a keresztezhetőség mértékének elemzésre nem alkalmasak. Dengler (1941) volt az első, aki pontos kiértékelési és eredményvizsgálati módszerekkel végzett fajkeresztezéseket. A rendkívül rossz termékenyülési eredmény, valamint a vélhető vizsgálati hibák (nem kielégítő védelem a nővirágok idegenmegporzása ellen) következtében a szerző kételkedett eredményeinek általánosíthatóságában. Pjatnyitckij (1954) vizsgálataival arra az eredményre jutott, hogy a kocsányos és kocsánytalan tölgy egymással nem keresztezhető, míg a kocsányos tölgy más tölgyekkel (*Q. macranthera*, *Q. montana*) és akár eltérő szekcióba tartozó tölgyekkel is (*Q. macrocarpa*, *Q. rubra*, *Q. suber*) pozitív eredményt adott. Jovanović és tsai (1973) a *Q. robur*, *Q. pubescens* és *Q. alba* között végzett ellenőrzött keresztezéseik során 1–2 %-os sikerességet tapasztalt, míg a *Q. robur* × *Q. pedunculiflora* (hamvas tölgy, feltételezhetően hazánkban is megtalálható, molyhos fonákú, de egyéb jellegeiben a kocsányos tölgyre emlékeztető faj) 30,7 %-os eredménnyel a közelrokoni kapcsolat lehetőségére hívta fel a figyelmet.

Később Rushton (1977) és Aas (1991) végeztek hibridizációs kísérleteket, eltérő sikerrel. A kutatási eredményeik között jelentős különbségek tapasztalhatók (1. táblázat). Napjainkban az Alsószászországi Erdészeti Kutatóintézet Nemesítési Osztályán (Németország) folynak ellenőrzött keresztezési kísérletek, amelyet több fórumon is ismertettek (Steinhoff, 1993; Schüte, 1995; Kleinschmit és Kleinschmit, 1996). Az újabb vizsgálatok az interspecifikus keresztezhetőséget korlátozott mértékben, de lehetségesnek tartják, az intraspecifikus keresztezhetőségnél azonban minden esetben rosszabb termékenyüléssel (1. táblázat).

1. táblázat. Különböző szerzők *Q. robur* és *Q. petraea* között végzett keresztezési eredményeinek összehasonlítása

Table 1. Crossing experiments between *Q. robur* and *Q. petraea*: comparison of the results given by different authors

	<i>Q. robur</i> × <i>Q. robur</i>	<i>Q. petraea</i> × <i>Q. petraea</i>	<i>Q. robur</i> × <i>Q. petraea</i>	<i>Q. petraea</i> × <i>Q. robur</i>
Dengler (1941)	36,0	46,1	4,1	0,6
Rushton (1977)	51,4	43,6	0,7	0,5
Aas (1991)	22,7	9,8	7,6	0,1
Schüte (1995)	23,0	17,0	16,0	9,0

Hangsúlyozni kell a nyugat-európai szakirodalmi forrásokkal kapcsolatban, hogy a *Quercus robur* és *Quercus petraea* s. str. (*sensu stricto*-szűken értelmezett) közötti kapcsolatokat (hibridizáció, taxonómia, genetika) vizsgálták túlnyomóan, hiszen ott ezen két fajnak van vezető szerepe. A Kárpát-medencében az atlantikus, a mediterrán és a pontusi-balkáni hatások következtében a helyzet bonyolultabb, hiszen ha figyelembe vesszük a kocsánytalan- és molyhos tölgy „kisfajokat” is, akkor tölgyfajaink száma nyolc.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A keresztezések végrehajtásának helye

Az ellenőrzött beporzásokat szabadföldön 1995-ben és 1996-ban, a Szombathelyi Erdészeti Rt. bejegyertányosi csemetekertjének kocsányos tölgy klónarchívumában hajtottuk végre. A gyűjteményt 1989-ban telepítették 1, illetve 2 éves oltványokkal. 1996-ban és 1997-ben Erdészeti Tudományos Intézet Sárvári Kísérleti Állomása Nemesítő Telepén üvegházi körülmények között is történtek keresztezések, 4–5 éves, kis méretű, földlabdás, ezekből következően mozgatható kocsányos és kocsánytalan tölgy oltványokon. A kocsánytalan tölgy anyafák megléte lehetővé tette a reciprok irányú keresztezések tesztelését is.

Az izolált virágok és a nőivarú keresztezési partnerek számát évjáratonként és a keresztezés végrehajtásának helye szerint a 2. táblázat foglalja össze.

2. táblázat Az izolált virágok és a nőivarú keresztezési partnerek (zárójelben) száma
Table 2. Number of isolated flowers and mother trees (between brackets) by age-group and crossing type (in the field or in greenhouse)

Nőivarú keresztezési partner	Szabadföld		Üvegház	
	1995	1996	1996	1997
<i>Q. robur</i>	804 (12)	457 (5)	424 (8)	314 (6)
<i>Q. petraea</i>	-	-	376 (9)	-

A pollen gyűjtése és tárolása

A beporzásokhoz szükséges pollent erdőállományokból, idős példányokról gyűjtöttük. Pollen nyerésére csak azokat az egyedeket használtuk fel, amelyek fajazonosság, morfológiai bélyegek alapján, problémamentesen meghatározható volt. A kocsányos és molyhos tölgy fajcsoportok kisfajait nem különítettük el, *Q. petraea* s.l. (sensu lato -tágabban értelmezve) és *Q. pubescens* s.l. értelmeztük őket. A beporzásokat pollenkeveréssel végeztük, amely az eddigi keresztezési tapasztalatok szerint jobb eredményt ad, mint az egyedek virágporának elkülönített felhasználása (Steinhoff, 1993; Schütte, 1995). A pollen nyerésére 3–5 egyedről gyűjtött, közvetlenül virágzás előtt álló hímvirágos hajtások szolgáltak. A virágzási idő összehangolása a pollenadó gallyak hűtőkamrában történő tárolásával és vízkultúrában, üvegházi hajtással történt, szem előtt tartva a különböző fajok megfelelő izolációját.

Szabadföldi keresztezések

Rügyfakadás után az anyafák ágait, a hímvirágok előzetes eltávolításával, celofánzacskókkal izoláltuk. A zacskók végeit nem zártuk le véglegesen, hanem többszöri visszahajtás után gémkapcsokkal rögzítettük, amely lehetővé tette, hogy a beporzásokat a zacskók eltávolítása nélkül végezzük el (1. kép). Az érett barkákat egymástól izolálva, kémcsövekbe gyűjtöttük és a helyszínre hűtőtáskában szállítottuk.



1. kép. Szabadföldi keresztezések a Szombathelyi Erdészeti Rt. bejcgertyánosi tölgy klónarchívumában (1995)

Pic. 1. Crossing experiments in the clonal archive of the Szombathely Forestry Co. Ltd. in Bejcgertyános in 1995

A beporzást 20 cm hosszú csipesszel, érett barkákkal (hím virágzat) történő kenéssel hajtottuk végre. A nővirágokat, miután vörösre színeződtek, kb. 1 héten át naponta vagy a körülményektől függően kétnaponta poroztuk be, április 28. és május 6. között. A keresztezésekkel párhuzamosan a nőivarú keresztezési partneren önbeporzásokat végeztünk (kasztrálatlan gallyak izolálásával, ill. azonos klónokról történő pollen-gyűjtéssel és kenéssel). A nőivarú keresztezési partneren kontroll beporzózacskókat hagytunk, hogy a zacskók idegenmegporzás elleni védelmének hatékonyságát ellenőrizhessük. Ezen zacskókat egy-egy keresztezés elvégzéséhez szükséges ideig kinyitottuk, tesztelve a nem ellenőrzött kereszteződés bekövetkezésének lehetőségét. A kupacsból kinövő makkot a sok rovarkárosító közül különösen a tölgymakkormányos (*Curcolio glandium*) veszélyezteti. Ezért a gallyakat raschel-hálóval borítottuk, amely védett a rovarkárosítóktól, amelltt segített a makkok összegyűjtésében is. A munka természetesen itt összekapcsolódott a termésérés elemzésével.

A szabadföldi keresztezéseket az alábbi kombinációkban, a következő számú nőivarú keresztezési partneren végeztük el:

1995		1996	
1. <i>Q. robur</i> × <i>Q. robur</i>	7	1. <i>Q. robur</i> × <i>Q. robur</i>	3
2. <i>Q. robur</i> × <i>Q. petraea</i>	11	2. <i>Q. robur</i> × <i>Q. petraea</i>	5
3. <i>Q. robur</i> × <i>Q. pubescens</i>	6	3. <i>Q. robur</i> × <i>Q. pubescens</i>	5
4. <i>Q. robur</i> × <i>Q. frainetto</i>	3	4. Önbeporzás	2
5. Önbeporzás	2	5. Kontroll	2
6. Kontroll	2		

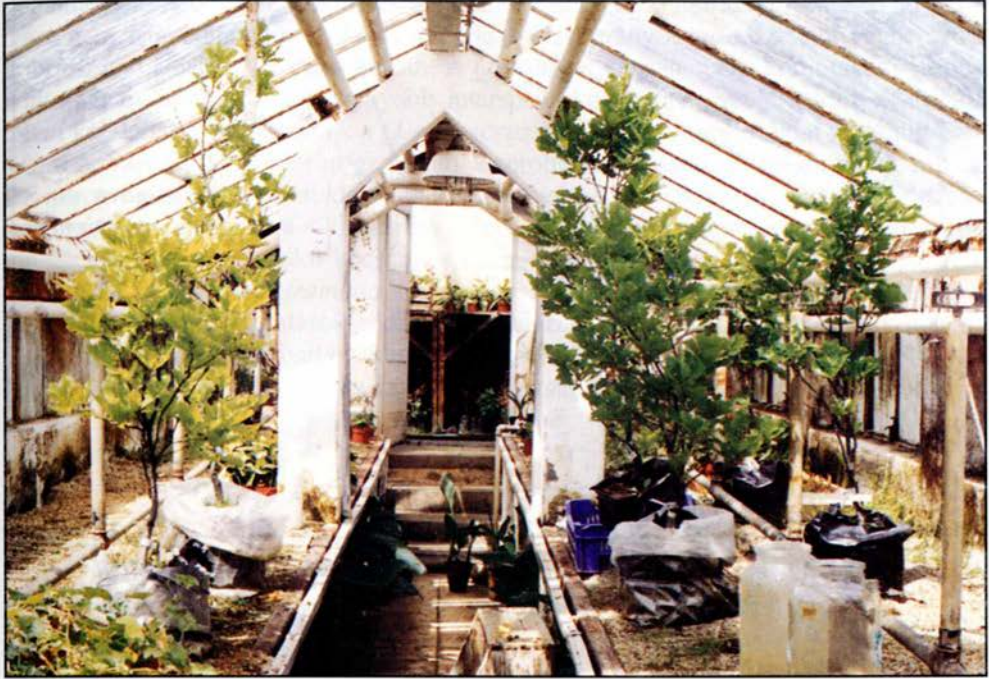
Üvegházi keresztezések

A nőivarú keresztezési partnereket üvegházakban megfelelően lehetett izolálni a nem ellenőrzött beporzástól, így zacskózás nélkül, nagy mennyiségű keresztezést lehetett végezni (2. kép). Ugyanakkor lehetőségünk volt a kocsánytalan tölgy nőivarú keresztezési partnerek keresztezhetőségét is tesztelni, ami azért is különösen érdekes, mivel a szakirodalom a kocsánytalan tölgy nővirág és kocsányos tölgy pollenadó kombinációban jelentősen kisebb sikerességről számol be, mint a fordított esetben (részleges reciprok inkompatibilitás). Az oltványokról eltávolítottuk valamennyi hímvirágot és együtt virágoztattuk őket a vízkultúrában hajtattott, megfelelő fajú pollenadó gallyakkal. A keresztezés sikerességének növelése érdekében a nővirágok egyenkénti kenését is elvégeztük az érett barkákkal.

Az üvegházi keresztezéseket az alábbi kombinációkban, a következő számú nőivarú keresztezési partneren végeztük el:

1996		1997	
1. <i>Q. robur</i> × <i>Q. robur</i>	2	1. <i>Q. robur</i> × <i>Q. petraea</i>	6
2. <i>Q. robur</i> × <i>Q. petraea</i>	6		
3. <i>Q. petraea</i> × <i>Q. petraea</i>	7		
4. <i>Q. petraea</i> × <i>Q. robur</i>	2		

1997-ben a keresztezéseket csak a *Q. robur* × *Q. petraea* kombinációban végeztük el. A kis méretű oltványokat ugyanis a szabadföldön történt téli teletetés során erős fagykárosodás érte, ezért valamennyi kocsánytalan tölgy nőivarú keresztezési partneren alapuló kombinációt el kellett vetnünk. Ugyanakkor azon kocsányos tölgy nőivarú keresztezési partnereket, amelyek megtartották termőképességüket, a hibrid növények minél nagyobb számban történő előállítására érdekében, más fajú pollennel poroztuk be.



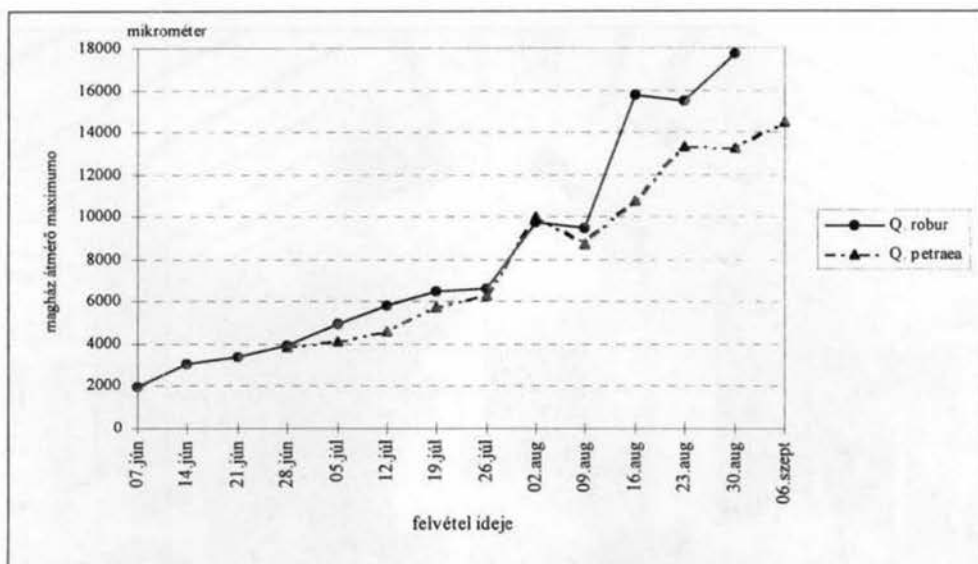
2. kép. Üvegházi keresztezések az ERTI Sárvár Nemesítő Telepén, 1997

Fig. 2. Crossing experiments in the greenhouse of the Forest Research Institute, Sárvár

Adatgyűjtés módja, ideje

Az izolálózacskóban a virágok 20–22 napig maradnak. Ezalatt a bibe biztonsággal elveszti receptivitását. Az izolálózacskók eltávolításával párhuzamosan megszámoltuk az összes izolált virágok számát. A kiértékelés során ez az adat adja a viszonyítási alapot. A keresztezhetőségi vizsgálatok lényegét az inter- és intraspecifikus keresztezési eredmények összehasonlítása képezi.

A tölgyeknél általánosan elfogadott nézet szerint késleltetett megtermékenyítés történik, azaz a beporzás és a megtermékenyülés között mintegy 6–8 hetes időszak telik el (Pjatnyickij, 1954; Wingston, 1974; Cecich, 1997). A kiértékelés biztonságának növelése érdekében a termések összeszámolását a beporzást követő 10. héttől, azaz július harmadik hetétől végeztük, miután a virág/terméskezdemény és a termés állapot egyértelműen elkülöníthetővé vált, a makkocskák kupacsból való kibújásával. Ugyanakkor erre az időszakra tehető a termés növekedésének intenzívebbé válása is, amelyet a magházátmérők folyamatos mérésével jól nyomon lehet követni (1. ábra). A grafikon gyűjtőfóliákra hullott termések mikroszkópos elemzésével kapott adatsorokból készült oly módon, hogy az előző felvétel óta összegyűlt termések közül a legnagyobb magházátmérő értéket ábrázoltuk a felvétel idejének függvényében.



1. ábra A termés fejlődésének folyamata a magházátmérő maximumok alapján
 Fig. 1. Process of crop forming from pericarp maximum diameter

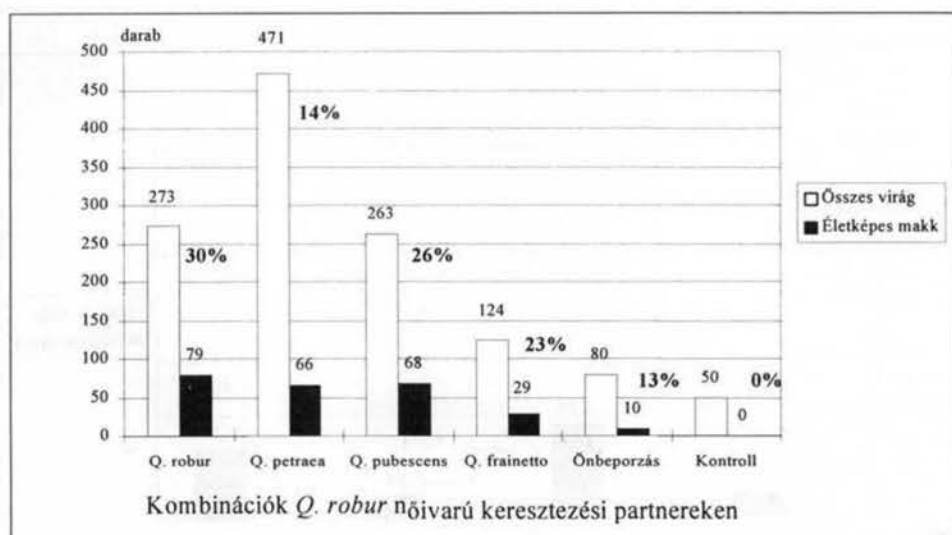
A termésszám korai vizsgálata szükséges az eredmények standardizálása miatt, hiszen a terméskárosítók korai és tömeges megjelenése következtében a termés mennyisége folyamatosan és jelentős mértékben csökken. A terméskárosítást ugyanakkor nem lehet valamennyi nőivarú keresztezési partneren azonos mértékűnek tekinteni. A másik ok, ami a korai értékelést szükségessé teszi, a nőivarú keresztezési partnerek különböző méretéből, kondíciójából és ennek következtében, eltérő termésmegtartó képességéből fakad. A szabadföldi megporzások esetében is jelentős különbség volt az egyes oltványok között, de az igazi problémát az üvegházi kísérleteknél használt kis méretű, 1–1,5 méteres oltványok jelentették. Ezek csak 5–10 makk felnevelésére képesek és a spontán abortálódás következtében, a makkok további része a teljes érés előtt lehull. A kiértékelést ezért valamennyi kombinációban, a termés állapot korai stádiumában végeztük.

EREDMÉNYEK

Szabadföldi keresztezések 1995/96

A szabadföldi keresztezések két év átlagára vonatkoztatott eredményeit a 2. ábra foglalja össze. A kísérletek során az intraspecifikus, azaz a *Q. robur* × *Q. robur* keresztezések produkálták a legnagyobb termékenyülést (30%). A legnagyobb számban a *Q. robur* × *Q. petraea* irányú keresztezéseket hajtottuk végre, egyrészt a hazai erdőgazdálkodásban betöltött vezető szerepük, másrészt az ilyen irányú hibridek esetleges gyakorlati jelentősége miatt, amelyet az átmeneti sík- és dombvidéki termőhelyeken

jelenthetnek. A 66 életképes makk azt mutatja, hogy ezen hibridkom-bináció létrehozása nem lehetetlen és a 14 %-os termékenyülési arány a természetben végbemenő hibridizáció lehetőségét valószínűsíti. A *Q. robur* × *Q. pubescens* kombináció produkálta két év átlagában a legnagyobb interspecifikus termékenyülési arányt (26 %). Nem kell tehát csodálkoznunk a *Q. pubescens* extrém nagy morfológiai variabilitásán (Otto Schwarz (1936) szerint az egyik "legproblematikusabb" tölgykomplex), hiszen az introgressziós folyamatokban feltételezhetően nagy mértékben vehetnek részt. Az eredmény magyarázhatja a klasszikus tölgyrendszerekben számos esetben leírt introgressziós, molyhos fonákú kocsányos tölgy alakok keletkezését is. Hasonló mondható el a *Q. robur* × *Q. frainetto* irányú keresztezésről (23 %), azzal a kiegészítéssel, hogy a morfológiai kutatások eddig is feltételezték a két faj közeli kapcsolatot. A *Q. robur* önbeporzásával életképes makkok nyerhetők, ugyanakkor a kontroll vizsgálatok céljából izolált 50 virág egyike sem termékenyült meg (0 % termékenyülés).



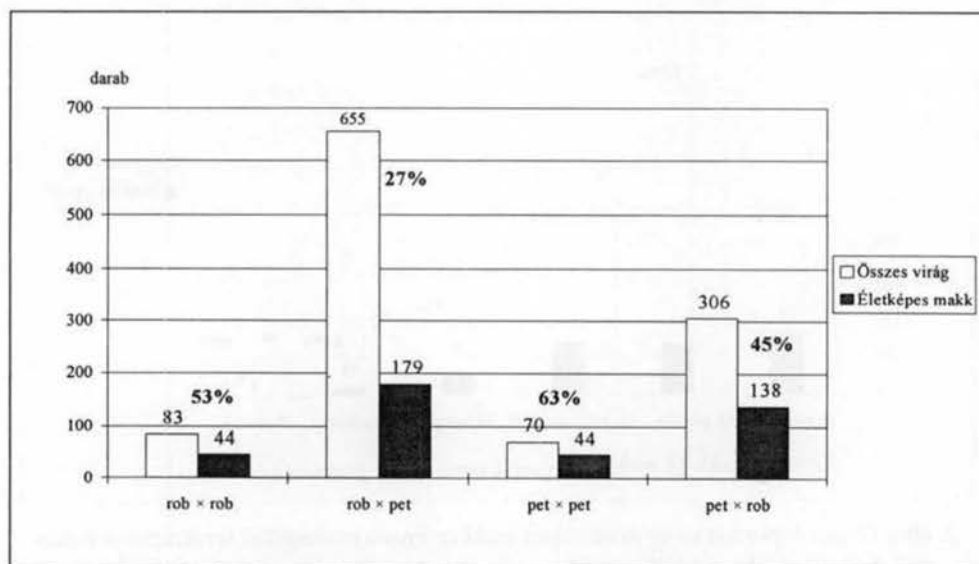
2. ábra Összes beporzott virág és életképes makk aránya a szabadföldi keresztezések során

Fig. 2. Total number of pollinated flowers and viable acorns in controlled crosses of a *Q. robur* as female and other oak species as male partners in the clonal archive 1995/96

Az eredmények egyedenkénti és évjáratonkénti értékelése során nehéz egyértelmű összefüggéseket találni. Így például az első évben interspecifikus inkompatibilitást mutató partner a következő évben életképes fajhibrideket produkált, viszont voltak következetesen alacsony termékenyülésű klónok is. A bizonytalanság a nehezen kontrollálható és változó környezeti feltételek mellett, a keresztezési partnerek alacsony számából is adódhat.

Üvegházi keresztezések 1996/97

A vizsgálatok során nemcsak *Q. robur*, hanem *Q. petraea* oltványok is rendelkezésünkre álltak, így lehetőségünk volt reciprok keresztezési kombinációkat is végrehajtani. Az üvegházi keresztezések mind az intra-, mind az interspecifikus keresztezési kombinációkban magasabb termékenyülési arányt eredményeztek (3. ábra). Ez véleményünk szerint abból következett, hogy az üvegházi körülmények kedvezőbbek voltak a megtermékenyítés és terméskötés szempontjából. A szabadföldi keresztezések során alkalmazott izolálózacskók a virágok számára ugyanis kedvezőtlen mikroklímát teremtettek. Ez megmutatkozott egyrészt abban, hogy az átlátszó celofán a napsugarakat átengedve, jelentős mértékben növelte a virágok környezetének hőmérsékletét, amely másrésztől társult a jelenséggel, hogy a növekvő hajtások párologtatása következtében, a celofánzacskók belsejében közel 100 %-os páratartalmú levegő alakult ki. Ezen okok miatt valószínűsíthetően számos virág, ill. terméskezdemény abortálódott.



3. ábra Összes beporzott virág és életképes makk aránya az üvegházi keresztezések során

Fig. 3. Total number of pollinated flowers and viable acorns in a controlled crossing with a *Q. robur* and *Q. petraea* as female individuals in the greenhouse in 1996/97

Az üvegházi keresztezéseink eredményei cáfolják azt az általánosan elterjedt nézetet, miszerint a *Q. robur* × *Q. petraea* irányú kereszteződési irány jelentősen magasabb termékenyülést eredményez, mint a reciprok irányú kombináció (Rushton, 1977; Aas, 1991; Steinhoff, 1993; Schüte, 1995; Kleinschmit és Kleinschmit, 1996). Az eddigi publikációk csak szabadföldi, azaz izolálózacskókkal végzett keresztezésekről szá-

moltak be. Feltételezhető, hogy a *Q. petraea* nőivarú keresztezési partnerek érzékenyebben reagálnak az izolálás mikroklimatikus hatásaira, ill. a virágok érési idejének összehangolása is jobban megoldható üvegházi körülmények között.

KÖVETKEZTETÉSEK

Az ellenőrzött keresztezésekből csak korlátozott mértékben és kellő óvatossággal lehet visszakövetkeztetni a természetben végbemenő hibridizációs folyamatokra. Véleményünk szerint természetes körülmények között a fajok közötti spontán hibridizálódás gyakorisága jelentősen alacsonyabb, mint azt a kísérleti körülmények között el lehet érni.

Gondoljunk a zigóta kialakulását megelőző, eltérő virágzási időből, vagy különböző termőhelyi igényből fakadó kereszteződési gátaakra (fenológiai és ökológiai izoláció). A virágzási idő tekintetében kísérleteink során is tapasztaltunk eltéréseket a vizsgálatba bevont fajok között, viszont megfigyelhetőek voltak rövidebb-hosszabb ideig tartó együttvirágzási fázisok is. Ezt nyilvánvalóan jelentősen befolyásolják az aktuális klimatikus hatások, amelyet *Mátyás (1967)* részletesen ismertetett. Az eltérő termőhelyi igényből fakadó térbeli elkülönülés szintén csökkentheti a fajhibridek keletkezésének valószínűségét. Sőt az elegyes állományokban is fel kell tételeznünk, a keresztezhetőségi eredmények tükrében, hogy abban az esetben, amikor a bibére idegenfajú és fajazonos pollen kerül egyidejűleg, a megtermékenyítést nagyobb valószínűséggel az utóbbi végzi el. Azt az esetet vizsgálva, amikor egy vagy csak szorványosan előforduló példányok találhatók más fajú állományban, az önbeporzási ráta legáltalában voltta miatt, a hibrid makkok kialakulását tartjuk a legvalószínűbbnek.

Vizsgálatainkkal egyértelműen sikerült kimutatni, hogy a kísérletekbe bevont tölgyfajok egymással keresztezhetőek, bár minden esetben alacsonyabb termékenyüléssel, mint a fajon belüli kombinációkban. Kísérleti módszereink nem elégségesek ugyanakkor a zigóta kialakulását követő inkompatibilitási folyamatok okainak, azaz a fajazonos és idegenfajú pollennel történő megtermékenyítési eredmények különbségeinek, magyarázatára. További kísérleteket igényel annak az általánosan elterjedt feltételezésnek a bizonyítása, hogy a két év alatt termést érlelő *Q. cerris* nem képes a többi, egy év alatt érő tölgyeinkkel kereszteződni.

Az ellenőrzött keresztezésekből származó csemeték juvenilis morfológiájuk miatt nem alkalmasak az időskori hibridekkel való összehasonlításra. A *Q. robur* × *Q. pubescens* azonban már 2 évesen is köztes jellegű morfológiát mutat, a levél- és hajtásszőrözöttség, valamint a levélkaréjok alakjának tekintetében (3. kép).



3. kép. Ellenőrzött keresztezéssel előállított 2 éves *Q. robur* × *Q. pubescens*
Pic. 3. 2 years old *Q. robur* × *Q. pubescens* produced by controlled crossing show
transitory morphological characters (in leaf and shoot pilosity, form of lobes etc.)

IRODALOMJEGYZÉK

- Aas, G. 1991. Kreuzungsversuche mit Stiel- und Traubeneichen (*Quercus robur* L. und *Q. petraea* (Matt.) Liebl.). Allg Forst Jagdztg 162:141–145.
- Carlisle, A., Brown, A. H. F. 1965. The assessment of the taxonomic status of mixed oak (*Quercus* spp.) populations. *Watsonia* 6:120–127.
- Cecich, R. A. 1997. Pollen tube growth in *Quercus*. *For Sci* 43:140–146.
- Cousens, J. E. 1963. Variation of some diagnostic characters of the sessile and pedunculate oaks and their hybrids in Scotland. *Watsonia* 5:273–286.
- Dengler, A. 1941. Bericht über Kreuzungsversuche zwischen Trauben- und Stieleiche (*Q. sessiliflora* Smith. und *Q. pedunculata* Ehrh. bzw. *robur* L.) und zwischen europäischer und japanischer Lärche (*Larix europaea* D. bzw. *decidua* Miller und *L. leptolepis* Murray bzw. *Kämpferi* Sargent.). *Mitt der H-Görling-Akad der Dt Forstwiss* 1: 87–109.
- Gencsi, L., Vancsura R. 1992. *Dendrológia, Erdészeti Növénytan II. Mezőgazda Kiadó, Budapest.*

- Hardin, J. W. 1975. Hybridization and introgression in *Quercus alba*. J Arnold Arbor 56: 336–363.
- Jones, E. W. 1974. Introduction. In: The British Oak (Morris, M. G., Perring, F. H. eds.) Bot. Soc. British Isles, London
- Jovanović, M., Tucović, A., Vuletić, D. 1973. Kontrolisana unutarvrsta i međuvrsta hibridizacija hrastova. Šumarstvo 9–10: 3–14.
- Kleinschmit, J. R. G., Kleinschmit, J. 1996. Interspecific hybridization between *Quercus robur* L. and *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. In: Inter- and Intraspecific Variation in European Oaks: Evolutionary Implications and Practical Consequences (Kremer, A., Muhs, H. J. eds.) Office for Official Publications of the European Communities, Brussels, 69–85.
- Krahl-Urban, J. 1959. Die Eichen. Forstliche Monographie der Traubeneiche und der Stieleiche. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.
- Majer, A. 1989. Beteiligung der Kleinarten der Traubeneiche (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) in den Populationen Ungarns. Folia dendrologica 16: 179–194.
- Mátyás, V. 1967. Vizsgálatok a tölgyek virágzás- és termésbiológiájáról. Kand. ért. kézirat, EFE Sopron.
- Mátyás, V. 1986. Tölgyfajok, -változatok és -hibridek Magyarországon. Az Erdő 10: 429–433.
- Olsson, U. 1975. A morphological analysis of phenotypes in populations of *Quercus* (*Fagaceae*) in Sweden. Bot. Not. 128: 55–68.
- Pjatznyickij, S. S. 1954. Szelekciya duba. Goszleszamizdat, Moszkva-Leningrad.
- Rushton, B. S. 1977. Artificial hybridization between *Quercus robur* L. and *Q. petraea* (Matt.) Liebl. Watsonia 11: 229–236.
- Rushton, B. S. 1978. *Quercus robur* L. and *Quercus petraea* (Matt.) Liebl.: a multivariate approach to the hybrid problem. I. Data acquisition, analysis and interpretation. Watsonia 12: 81–101.
- Schüte, G. 1995. Kontrollierte Kreuzungen und Entwicklung der Hybriden von Stiel- und Traubeneiche (*Quercus robur* L. und *Quercus petraea* (Matt.) Liebl.). Mitt Forstl Versuchsanstalt Rheinland-Pfalz 34: 38–49.
- Schwarz, O. 1936–37. Monographie der Eichen Europas und des Mittelmeergebietes. Feddes Repetorium, Dahlem-Berlin.
- Stebbins, G. L. 1950. Variation and evolution in plants. Columbia University Press, New York.
- Steinhoff, S. 1993. Results of species hybridization with *Quercus robur* L. and *Q. petraea* (Matt.) Liebl. Ann Sci For 50: 137–143.
- Wingston, D. L. 1974. Cytology and genetics of oaks. In: The British Oak (Morris, M. G., Perring, F. H. eds.) Bot Soc British Isles, London.

EGZÓTA FENYŐK HONOSÍTÁSÁNAK TAPASZTALATAI

GERGÁ CZ JÓZSEF

ÖSSZEFOGLALÓ

A vizsgált kísérleti egzóta telepítések tapasztalatai alapján hazai ökológiai viszonyaink közt az atlaszcédrus, duglaszfenyő és simafenyő honosítása járhat a legnagyobb sikerrel. A *Fomes annosus* és *Diplódia pinea* által sújtott erdei- és fekete fenyveseink alternatív fafajai lehetnek az atlaszcédrus és simafenyő. Míg a szúkárosítás miatt pusztuló lucfenyveseink legalkalmasabb alternatív fafajának a duglaszfenyő, esetleg a jegenyefenyő kínálkozik. A szaporítóanyag-források létrehozásánál támaszkodni kell az elődeink által létesített, természetes szelekción átesett kísérleti telepítésekre, melyek a honosítás első lépcsőfokát jelentik és a leggyorsabb eredményt biztosítják. Természetesen hosszabb távon nem nélkülözhetjük a származásvizsgálatok beindítását (pl. cédrus), illetve folytatását (pl. duglaszfenyő) a rendelkezésre álló genetikai alapanyagok bővítése céljából.

KULCSSZAVAK: honosítás, egzóta fenyők, fatermőképesség

ABSTRACT

Based on experience of investigated experimental exotic plantations the introduction of such exotic species as cedar (*Cedrus atlantica*), Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii*) and white pine (*Pinus strobus*) could provide the most success under the Hungarian ecological conditions. Cedar and white pine are considered as alternative tree species for stands and plantations occupied by *Pinus sylvestris* and *Pinus nigra* that have been damaged by *Fomes annosus* and *Diplodia pinea*. Douglas fir and probably white fir would be the most suitable alternative tree species for replacing Norway spruce (*Picea abies*) stands damaged by wood beetle. To improve new propagation material resources we have to rely on earlier experimental plantations which got over natural selection. Those plantations are to be considered as the first step in the introduction of coniferous species providing quick results. However, in the long run we need to start provenance investigations for *Cedrus atlantica* or continue them for *Pseudotsuga menziesii* in order to enlarge the available genetic basis.

KEYWORDS: introduction, *Cedrus atlantica*, *Picea abies*, *Pinus strobus*, *Pseudotsuga menziesii*, *Pinus*, productivity

BEVEZETÉS

Bevezetőül célszerűnek tartjuk tisztázni, mit értünk nemesítési értelemben honosításon.

Honosításról akkor beszélünk, ha egy növényfajt (változatot) elterjedési területén (áreáján) kívülre telepítenek. Tehát honosítás alatt értjük azt is, ha idegen országból, más földrésről származó növényeket vonunk termesztésbe, de azt is, ha az ország határain belül egy őshonos növényfajt más termőhelyi körülmények (táj) közé ültetünk. Pl. erdeifenyőt Nyugat-Dunántúlról a Duna–Tisza közti homokra, vagy a Trianon előtti Magyarország határain belül őshonos *Pinus cembra*-t, *Pinus mugo*-t, *Pinus nigra*-t a jelenlegi Magyarország területére. Az a termőhelyi körülmény a döntő, ahol a növények öröklékenysége kialakult.

Meghonosodottnak azt a növényfajt tekinthetjük, amely az új környezethez alkalmazkodott és ott szaporodása, tartós fennmaradása biztosított.

A következőkben tekintsük át az egzóta (adott helyen tájidegen) fenyőfélék körében szerzett közel három évtizedes erdészeti tapasztalatokat, lelkes szakembereink által létesített félüzemi és üzemi kísérletek értékelésével.

Az egzóták termesztésének hazai létjogosultsága már a 60-as évek elején megfogalmazódott (Bánó, 1964). A tapasztalatok közzététele a 80-as években felgyorsult (Harkai, 1983; 1984; 1985; Szőnyi, 1981; Bondor, Harkai, 1981). Azóta az érdeklődés kissé alábbhagyott, pedig a hazai és a környező országokban szerzett kellemetlen tapasztalatok (erdeifenyő-, lucfenyőpusztulás) indokolják esetleges alternatív fafajok szükségességét.

VIZSGÁLATI HELY, ANYAG ÉS MÓDSZER

Hazánkban az egzótákkal kapcsolatos munka három fő területre tagozódik:

- > Arborétumok
- > Kísérleti egzóta telepítések
- > Üzemi egzóta telepítések

Az arborétumokban a fafajok és változataik csupán 1–2 példánnyal vannak képviselve. A fő feladat itt a klímaállóság bizonyítása. Ilyen szempontból négy fontos arborétum van az ERTI kezelésében: Kámon, Sárovar, Püspökladány és Gödöllő.

A kísérleti egzóta telepítésekben a gazdasági jelentőség szempontjából szóba jöhető fajok kisebb csoportokban lettek telepítve. Fő feladat itt a termőhelyállóság bizonyítása. Ezek további két csoportra oszthatók:

- > Arborétum jellegűek, melyek 1951–63 között létesültek. Jellemzőjük, hogy elrendezésük szabálytalan, az ismétlések hiányoznak.
- > Un. Pinétumok, melyek 1964 után létesültek. Ezek többnyire szabályos elrendezéssel több ismétlésben lettek telepítve.

Üzemi egzóta telepítés alatt a már bevált fafajokkal folytatott erdőgazdálkodás értendő. Ilyenek a háromhuta és iharosi duglasz, a surdi és nádasdi simafenyő, a ruldolftanyai, őrtilos-zákányi vegyes egzótás.

Vizsgálatainkat a kísérleti egzóta telepítésekre koncentráltuk, különösen azokra, melyek a legtöbb fafajt tartalmazzák. Összehasonlításként az átmérő növekedés és hektáronkénti fatermés szolgált.

Az ismételések hiányában teljes felvételt alkalmaztunk. Mivel a kísérleti egzóta telepítések kiinduló anyaga, származása ismeretlen az itt szerzett tapasztalatok nem pótolják a fontosabb egzóta fafajokból létesített, illetve telepítendő gondosan tervezett származásvizsgálatokat.

AZ EREDMÉNYEK ÉS MEGVITATÁSUK

Vizsgálatainkba bevontuk az agostyáni-, neszmélyi arborétum jellegű és a bejgyertyános-, zalaerdői-, somogyfajsi-, budafai pinétum jellegű kísérleti egzóta telepítéseket. A fajonkénti fatermési adatokat és átmérő varianciaanalízisét az 1–7. táblázatok tartalmazzák.

Az agostyáni arborétumban (1. táblázat) levő kísérleti telepítésben a honosnak tekinthető lucfenyő és vörösfenyő mellett kiemelkedő teljesítményt mutat az atlaszcédrus 41 éves korban mind az átmérő növekedés (40 cm), mind a hektáronkénti fatermés (682 m³/ha) tekintetében. A legszebb egyedek kiválóan alkalmasak nemesítési célú törzsfajelölés, magtermő oltvány plantázs létesítése céljára. A duglaszfenyő közepes (34 cm; 386 m³/ha), míg a simafenyő gyengébb teljesítményt mutat a terület egységen található kisebb egyedszám miatt (32 cm; 220 m³/ha).

1. táblázat. Agostyáni kísérleti telep

Telepítés éve: 1955–1960.

Termőhely: gyertyános tölgyes klímájú, löszön kialakult rozsdabarna erdőtalaj

Elrendezés: szabálytalan, változó hálózat

Tengerszint feletti magasság: 250–300 m

Fafaj	Kor	Átlag		Átlagfa fatömege	Törzsszám	Fatömeg
		átmérő	magasság			
	év	cm	m	m ³	db/ha	m ³ /ha
Atlaszcédrus	41	40	21,5	1,482	460	682
Duglaszfenyő	42	34	26,0	1,170	330	386
Simafenyő	42	32	22,0	0,986	245	220
Vörösfenyő	37	29	22,0	0,715	676	483
Lucfenyő	42	27	18,5	0,622	520	323
Oregonciprus	39	19	13,8	0,240	1280	307
SZD _{5%} 4,7						

A neszélyi arborétumban (2. táblázat) ugyancsak az atlaszcédrus fatermése a legkiemelkedőbb 36 éves korban (20 cm; 533 m³/ha), a símafenyő közepes (19 cm; 204 m³/ha), a duglaszfenyő valamivel gyengébb teljesítményt mutat (25 cm; 220 m³/ha). A nemesítési célú törzsfajelölés különösen az atlaszcédrusnál kívánatos.

2. táblázat. Neszélyi kísérleti telepítés

Telepítés éve: 1961.

Elrendezés: szabálytalan, változó hálózat

Termőhely: kocsánytalan tölgyes klímájú, rozsdabarna erdőtalaj

Tengerszint feletti magasság: 300–350 m

Fafaj	Kor	Átlag		Átlagfa fatömege	Törzsszám	Fatömeg
		átmérő	magasság			
	év	cm	m	m ³	db/ha	m ³ /ha
Duglaszfenyő	36	25	20,5	0,550	400	220
Atlaszcédrus	36	20	20,0	0,378	1410	533
Vörösfenyő	36	22	20,5	0,373	360	134
Lucfenyő	36	20	20,0	0,357	810	297
Símafenyő	36	19	10,5	0,287	710	204
Oregonciprus	36	15	12,5	0,152	870	132
SZD _{5%} 3,5						

A bejagyertyánosi kísérleti telepítésben (3. táblázat) mindkét egzóta fafaj, a símafenyő (24 cm; 602 m³/ha) és a duglaszfenyő is (23 cm; 421 m³/ha) jó teljesítményt produkál 30 éves korban.

3. táblázat. Bejagyertyánosi kísérleti telepítés

Telepítés éve: 1965.

Hálózat: 1,0x1,0m

Termőhely: gyertyános tölgyes klímájú, rozsdabarna erdőtalaj

Fafaj	Kor	Átlag		Átlagfa fatömege	Törzsszám	Fatömeg
		átmérő	magasság			
	év	cm	m	m ³	db/ha	m ³ /ha
Duglaszfenyő	30	23	22,0	0,490	860	421
Símafenyő	30	24	21,0	0,433	1220	602

A zalaerdői kísérleti telepítésben (4. táblázat) a kontrollnak tekinthető erdei-fenyőt az itt található egzóta fajok közül csak a simafenyő szárnyalja túl 28 éves korban. (EF 267 m³/ha; SF 369 m³/ha). A duglaszfenyőt a fiatalkori vadkárosítás jelentős mértékben visszavetette.

4. táblázat. Zalaerdői kísérleti telepítés

Telepítés éve: 1968. Hálózat: 2,2x2,2 m

Termőhely: gyertyános tölgyes klímájú, agyagbemosódásos barna erdőtalaj

Tengerszint feletti magasság: 150 m

Fafaj	Kor	Átlag		Átlagfa fatömege	Törzsszám	Fatömeg
		átmérő	magasság			
		év	cm			
Duglaszfenyő	28	25	19,5	0,510	422	215
Simafenyő	28	24	17,5	0,427	863	369
Lucfenyő	28	20	18,0	0,380	996	359
Vörösfenyő	28	20	20,0	0,307	894	274
Erdeifenyő	28	19	16,0	0,244	1094	267
SZD _{5%} 2,8						

A somogyfajsi kísérleti telepítésben (5. táblázat) a simafenyő átmérőnövekedése (19 cm) és fatermése (374 m³/ha) a legnagyobb 26 éves korban. A duglaszfenyő eltérő ökológiai igénye miatt érhető módon itt lemarad (15 cm; 122 m³/ha).

5. táblázat. Somogyfajsi kísérleti telepítés

Telepítés éve: 1967

Hálózat: 1,0x1,0 m

Termőhely: gyertyános tölgyes klímájú, rozsdabarna erdőtalaj

Tengerszintfeletti magasság: 150 m

Fafaj	Kor	Átlag		Átlagfa fatömege	Törzsszám	Fatömeg
		átmérő	magasság			
		év	cm			
Simafenyő	26	19	15,0	0,236	1584	374
Lucfenyő	26	16	14,0	0,178	1216	216
Erdeifenyő	26	16	14,5	0,165	1699	279
Duglaszfenyő	26	15	13,0	0,146	832	122
Oregonciprus	26	14	10,0	0,104	2404	250
SZD _{5%} 3,6						

A budafai kísérleti telepítésben (6. táblázat) faprodukció tekintetében a duglaszfenyő (23 cm; 760 m³/ha) vezet 29 éves korban (1. kép). A simafenyő fatermése jó, 18 cm átmérőnövekedésével és 523 m³/ha faprodukciójával (2. kép). Kitűnik az istebnai lucfenyő származás (21 cm; 750 m³/ha) és a pótlásként ültetett mammutfenyő (34 cm; 481 m³/ha). Elbírálásukhoz további kísérleti telepítések szükségesek, a többi itt található fafajhoz hasonlóan. A cédrus itt közepes teljesítményt mutat (21 cm; 430 m³/ha), egyedei közt azonban számos oltványplántás létesítésére alkalmas jó fa- és magtermőképességű, genetikailag értékes törzsfá (pluszfá) található (3. ábra). Az itt lévő egyedek a badacsonyiorsói populációból származnak, melyek a hazai ökológiai viszonyokhoz már jól alkalmazkodtak, tehát hazai szaporítóanyag-forrás létesítésénél előnyben részesítendők. Az 1995. évi törzsfajelölés során a cédrus kísérleti parcellában és környékén nagyon szép természetes újulatot találtunk, ami a honosítás sikerét és további lehetőségeit támasztja alá ezen egzóta fafaj esetében. Az erdeifenyő számos egzóta fenyőfajjal megelőzi (4. kép).

6. táblázat. Budafai kísérleti telepítés

Telepítés éve: 1964.

Hálózat: 1,0x1,0m

Termőhely: bükkös klímájú, agyagbemosódásos rozsdabarna erdőtalaj

Tengerszint feletti magasság: 200–250 m

Fafaj	Kor	Átlag		Átlagfa fatömege	Törzsszám	Fatömeg
		átmérő	magasság			
	év	cm	m	m ³	db/ha	m ³ /ha
Mammutfenyő	27	34	14,0	0,791	608	481
Duglaszfenyő	30	23	22,0	0,480	1584	760
Istebnai lucfenyő	30	21	22,0	0,463	1620	750
Vörösfenyő	30	24	20,5	0,450	472	212
Atlaszcédrus	30	21	19,5	0,407	1056	430
Lucfenyő	30	19	20,0	0,336	1628	547
Simafenyő	30	18	20,5	0,264	1980	523
Erdeifenyő	30	19	17,0	0,259	1144	296
Oregonciprus	30	18	13,5	0,234	1896	444
SZD _{5%} 3,5						

A kőszegi kísérleti telepítésben (7. táblázat) az egzóták közül az óriás jegenyefenyő (20 cm; 376 m³/ha) és a duglaszfenyő (18 cm; 465 m³/ha) mutatott az erdeifenyőnél (17 cm; 322 m³/ha) nagyobb teljesítményt 31 éves korban.

7. táblázat. Kőszegi kísérleti telepítés

Telepítés éve: 1964.

Hálózat: 1,0x1,0 m

Termőhely: bükkös klímájú, agyagbemosódásos rozsdabarna erdőtalaj

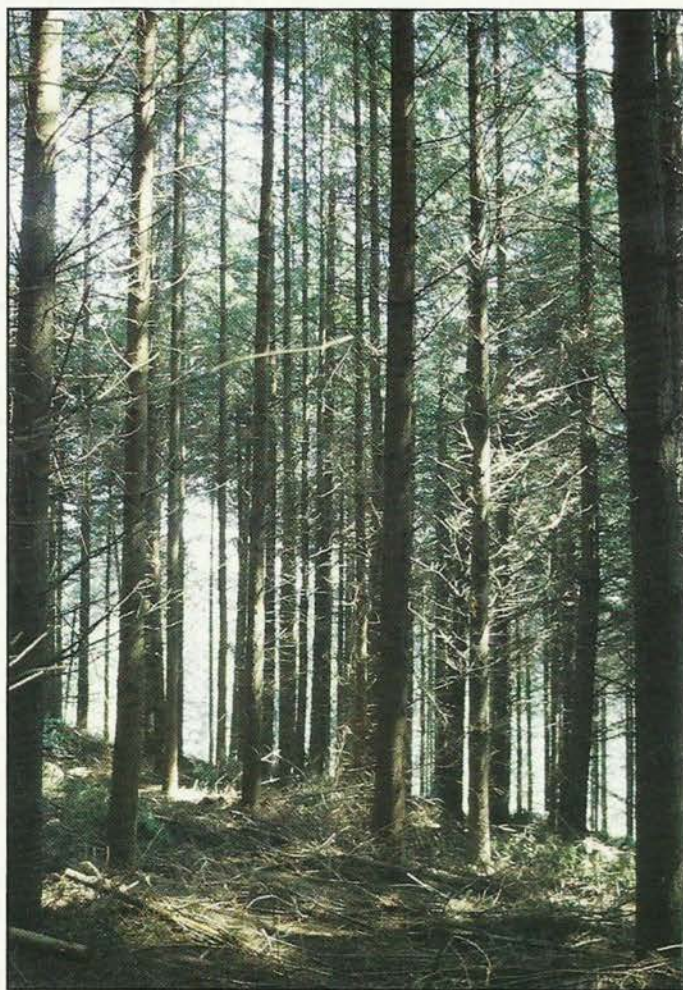
Tengerszint feletti magasság: 230 m

Fafaj	Kor	Átlag		Átlagfa fatömege	Törzsszám	Fatömeg
		átmérő	magasság			
	év	cm	m	m ³	db/ha	m ³ /ha
Óriás jegenyefenyő	31	20	18,5	0,350	1075	376
Duglaszfenyő	31	18	19,0	0,260	1787	465
Erdeifenyő	31	17	17,0	0,206	1562	322
Selyemfenyő	31	16	15,0	0,195	1125	219
Vörösfenyő	31	16	17,5	0,174	1944	338
Canada tsuga	31	12	12,5	0,101	2031	205
Lucfenyő	31	12	13,0	0,101	3181	321
Oregonciiprus.	31	13	9,0	0,092	1031	95
Criptomeria jap.	31	12	11,5	0,087	1125	98
SZD _{5%} 2,3						

Fentiek alapján látható, hogy a mezőgazdasági növényekhez hasonlóan az erdei fajok közt is találunk hazai ökológiai viszonyaink közt termeszthető külföldi fajtákat, melyek jól kiegészíthetik a hazai választékot.

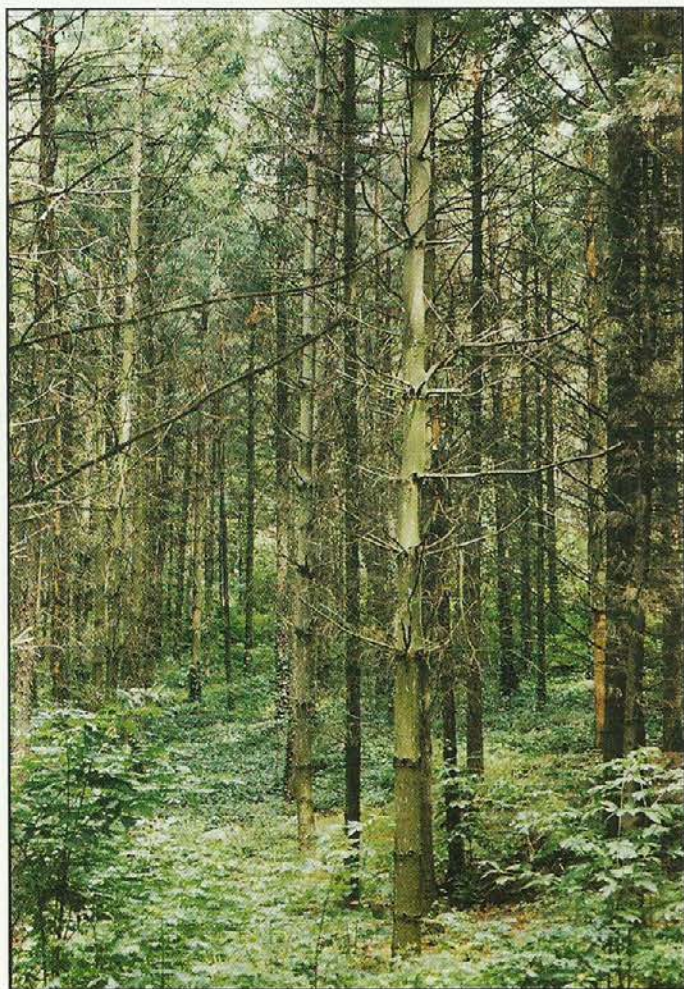
Nagy előnye ezeknek a termesztési kísérleteknek, hogy az eltelt évtizedek alatt már csak a hazai viszonyokhoz alkalmazkodott genotípusok maradtak meg a végbe ment természetes szelekció következtében. Ezek e telepítések értékes kiinduló anyagot szolgáltatnak a hazai szaporítóanyag-források létrehozására.

A cédrus vonatkozásában a munkát megkezdjük. Magtermesztő ültetvény (plantázs) létesítésére törzsfákat jelöltünk. Egy hektár ültetvény céljára az oltványokat elkészítettük. A munkát a többi fajtára vonatkozóan is kívánatos mielőbb kiterjeszteni.



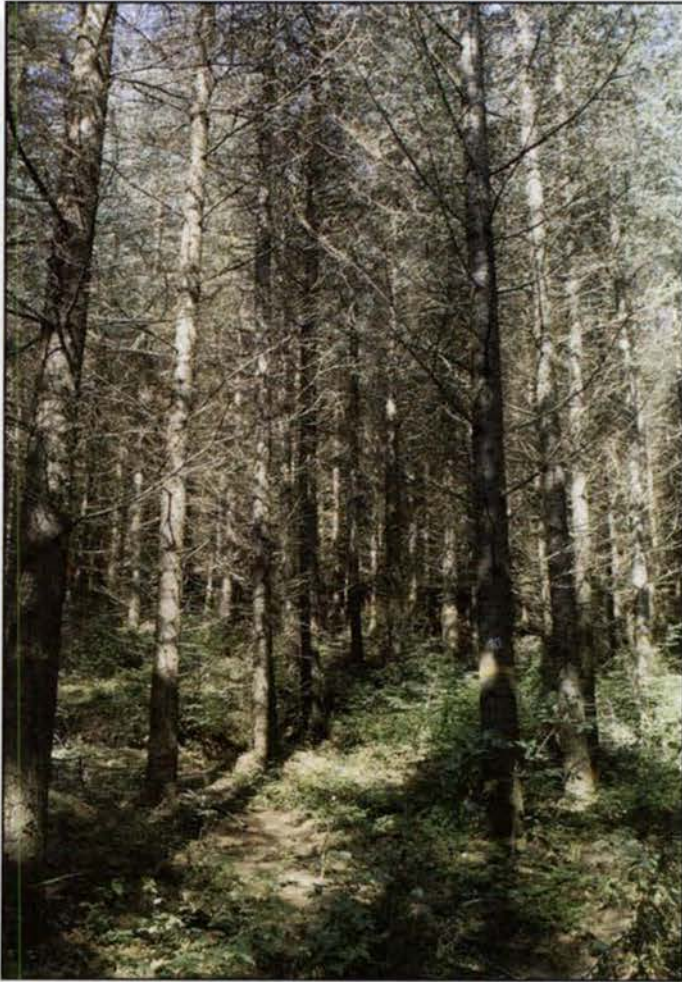
1. kép *Duglászfenyő a budafai kísérleti telepítésben*

Pic. 1. Douglas fir (Pseudotsuga menziesii) in an experimental plantation at Bufdafa



2. kép Simafenyő a budafai kísérleti telepítésben

Pic. 2. Eastern white pine (Pinus strobus) in an experimental plantation at Budaörs



3. kép Cédrus plusz fák Budafán

Pic. 3. Cedrus atlantica plus-trees at Budafa



4. kép Erdei fenyő parcella Budafán

Pic. 4. Experimental plot in Scotch pine (*Pinus sylvestris*) stand at Budafa

ERDŐVÉDELEM

**A FEKETEFE NYŐ HAJTÁSPUSZTULÁSÁT OKOZÓ
SPHAEROPSIS SAPINEA DYKO & SUTTON GOMBA BIOLÓGIÁJÁNAK
VIZSGÁLATI EREDMÉNYEI**

KOLTAY ANDRÁS

ÖSSZEFOGLALÓ

A kilencvenes évek kezdetén nagyobb arányú feketefenyő pusztulás lépett fel hazánkban. A hajtáselhalást a *Sphaeropsis sapinea* Dyko & Sutton (syn. *Diplodia pinea* /Desm./ Kickx) mikrogomba idézte elő. A kórokozó eddig nem lépett fel epidémia jelleggel Magyarországon és biológiájáról sem voltak pontos ismereteink. Egy négy éves kutatási program keretében feltártuk a gomba hazai biológiáját. Leírtuk a jellegzetes tüneteket és ezek időbeni megjelenését. Csemetéken és állományban végzett provokációs fertőzésekkel vizsgáltuk a kórokozó patogenitását. Négy éven keresztül folyamatosan mértük a spóraszóródást amit összevetettünk a csapadék és hőmérséklet adatokkal. Meghatároztuk a fő fertőzési időszakot, és így lehetőség nyílt a kórokozóval szemben alkalmazható védekezési technológia kidolgozására.

KULCSSZAVAK: *Sphaeropsis sapinea*, *Diplodia pinea*, feketefenyő, hajtáspusztulás

ABSTRACT

At the beginning of the nineties a large scale of Austrian pine damage occurred in Hungary. The shoot blight was caused by *Sphaeropsis sapinea* Dyko & Sutton (syn. *Diplodia pinea* /Desm./ Kickx). This pathogen has not appeared with an epidemic character, and its biology had not been known yet in Hungary before that time. In course of a four-year research program the local biology of this fungus, its specific symptoms and the periods of its appearance were studied. Its pathogenity by infections provoked on seedlings and stands, the quantity of the spore spreading during four years compared to the precipitation and temperature data as well as the major infection-period, which made possible to compose a protection technology against the pathogen were also studied.

KEYWORDS: *Sphaeropsis sapinea*, *Diplodia pinea*, Austrian pine, shoot blight

BEVEZETÉS

Az erdővédelmi szempontból viszonylag stabil kultúrának számító feketefenyvesekben a nyolcvanas évek végén nagyarányú hajtáspusztulás lépett fel. A részletes vizsgálatok során bebizonyosodott, hogy az Európában már korábbról ismert és széles

körben elterjedt, hajtáspusztulást előidéző kórokozó a *Sphaeropsis sapinea* Dyko & Sutton (syn. *Diplodia pinea* /Desm./ Kickx) jelent meg a hazai állományokban. (Koltay, 1990) Elterjedése rohamosan történt, mivel az első jelzések után 2–3 évvel már az egész ország területén észlelték. 1989-ben a jelentések szerint 667 hektár volt kisebb-nagyobb mértékben fertőzött, míg 1993-ra a hajtáspusztulással közepes vagy erős mértékben érintett területek nagysága meghaladta a 3000 hektárt (Leskó, 1993)(1. kép).

A kórokozó hazánkban eddig gyakorlatilag ismeretlen volt, így biológiájára, fertőzésmenetére vonatkozó ismeretekkel sem rendelkezünk. A gomba elterjedése és az általa előidézett károk mértéke indokolta egy részletes kutatás megindítását, amire az F 013130 sz. négy éves OTKA kutatási program keretében lehetőség nyílt 1994–1997 közötti időszakban.

Ennek során feltártuk a kórokozó teljes életciklusát, fertőzésmenetét. Vizsgáltuk patogenitását és a környezeti tényezőkkel való kapcsolatát. Az elért eredmények lehetőséget adnak arra, hogy a kórokozó ellen megfelelő védekezési eljárásokat alkalmazzunk a jövőben. Az alábbiakban az elért kutatási eredményeket mutatom be.

VIZSGALATI HELY, ANYAG ÉS MÓDSZER

A kórokozó tüneteinek leírása, megfigyelése

1994-től a Gödöllői Arborétum területén folyamatos megfigyeléseket végeztünk középkorú (30–40 éves) fertőzött feketefenyő állományokban. Május elsejétől október végéig hetente vizsgáltuk az egészséges és fertőzött hajtásokat, feljegyezve minden elváltozást, amely a tűleveleken, illetve a hajtásokon kialakult. E mellett a fertőzött, elhalt hajtásokon, illetve a fertőzött tobozokon vizsgáltuk a termőtestek megjelenését. A késő őszi, téli és kora tavaszi hónapokban kéthetente, majd a fagyok beállta után havonta végeztünk megfigyeléseket a kijelölt hajtásokon.

A gödöllői állandó megfigyelési pontokon kívül a Budai hegységben és a Balaton-felvidéken, valamint az Uzsai Erdészet területén és a Keszthelyi hegységben vizsgáltuk a jellegzetes tüneteket, alkalmanként a fertőzött, különböző korú feketefenyő állományokban. Hasonló részletes megfigyeléseket végeztünk a tünetek kialakulására és megjelenési formájára vonatkozóan laboratóriumi körülmények között az általunk fertőzött csemetéken.

Mintagyűjtés, a kórokozók meghatározása

A fentiekben felsorolt területeken és állományokban, valamint az ország más részein található különböző korú feketefenyvesekben pusztult hajtásokat, fertőzött tobozokat gyűjtöttünk a koronából és meghatároztuk a mintákon előforduló kórokozókat.



1. kép *Sphaeropsis s.* pusztulás feketefenyő állományban

Pic. 1. *Sphaeropsis* damage in Austrian pine stands

Provokációs fertőzési kísérletek, patogenitás vizsgálatok

A kórokozó patogenitásának és a tünetek megjelenésének vizsgálatára mesterséges oltásokat végeztünk csemetéken és állományban, szabadföldi körülmények között. Az oltásokhoz kétéves feketefenyő és erdeifenyő csemetéket használtunk, melyeket kora tavasszal cserépbe ültettünk. Az oltásokat különböző fenofázisban végeztük.

A csemetéket fertőzött tobozokkal (2–2 db), illetve fertőzött fenyőtűvel (20–20 db) oltottuk. A fertőző anyagot a csemeték köré helyeztük és nylon zacskót húztunk a növényekre, amelyet 15 nap múlva eltávolítottunk. E mellett közvetlenül spórákkal is végeztünk fertőzéseket. A tobozokon lévő termőtestekből kimosott spórákból desztvizes spórasuszpenziót állítottunk elő. A spórasuszpenziót ecseteléssel juttattuk a hajtásokra, tűlevelekre. Az oltást követően nylon zacskót helyeztünk a hajtásra, amit 3–5 nap múlva eltávolítottunk. A szabadföldi oltások esetében hasonló metodikát alkalmaztunk. Később a sikertelen szabadföldi oltások miatt a desztvizes spórasuszpenzióhoz vazelinolaj tartalmú "Agrol" készítményt kevertünk, a spórasuszpenzió fenyőtűn való jobb megmaradása érdekében. Ezen túlmenően petricsészés tenyészetekkel is végeztünk fertőzéseket, melyeknek során a kórokozó tiszta kultúráját közvetlenül juttattuk a tűlevelekre, hajtásokra. Ebben az esetben is alkalmaztuk a nylon zacskós inkubálást.

A szabadföldi oltások során körülbelül 3 cm átmérőjű sebzett és sebzés nélküli ágakat, továbbá zöld, még fejlődésben lévő 1 éves tobozokat, valamint többéves hajtásokat is fertőztünk hasonló módszerrel.

Fenológiai mérések

1994-től kezdődően minden évben a Gödöllői arborétum területén fenológiai méréseket végeztünk feketefenyő állományokban. A jelölt hajtásokon fejlődő tűlevelek hosszát május első hetétől szeptember végéig hetente mértük. Minden egyes hajtáson a csúcstól 3 cm-el fehér javító festékkel megjelöltük az adott tűlevelet a tűhüvely-nél, és a továbbiakban mindig ezt a tűlevelet mértük. A későbbiekben az összehasonlító vizsgálatok során az országos területbejárások és adatgyűjtések alkalmával is ezen a helyen mértük a hajtások tűhosszait.

Spóraszóródási vizsgálatok

Az ERTI Gödöllői arborétumának területén két, középkorú és *Sphaeropsis sapinea*-val közepesen fertőzött feketefenyő állományban helyeztünk ki erdőrészlentenként 4–4 db spóracspadát. A csapdák egyszerű drót keretben vízszintesen elhelyezett tárgy-lemezek voltak. Ezeket egy, illetve két méter magasságban raktuk ki, kettőt az állományok belsejében, kettőt az állományok szegélyén az ágakra függesztve. A tárgy-lemezek felületét kezdetben parafinnal kezeltük, de később e bevonat nélkül helyeztük ki azokat. A parafinos bevonatú lemezeken olyan tömegű szennyeződés is megtapadt, ami nagyon megnehezítette a spórák azonosítását, számlálását. A bevonat nélküli tiszta tárgylemezen a spórák, természetes tapadókéességük révén jól megmaradtak, ugyanakkor az egyéb szennyeződések mértéke jóval kisebb volt. A spóraszámolást binokuláris kutató mikroszkóppal végeztük 1 cm²-es területen, a tárgylemez közepére helyezett maszk segítségével.

A spóracspadákban május elejétől szeptember végéig – lehetőség szerint – hetente cseréltük a tárgylemezeket, míg a késő őszi és kora tavaszi időszakban kéthetente. A téli hónapokban általában havonta helyeztünk el tiszta lemezt a csapdáknak. A megfigyeléseket 1993-tól 1997-ig folyamatosan végeztük. A spóraszóródási adatokat összesítettük és grafikusán ábráztuk – az arborétumtól körülbelül 3 km távolságra lévő – GATE meteorológiai állomásán mért csapadék és hőmérséklet adatokkal együtt.

Pusztulási trendek meghatározása állományban

1994-ben a Veszprém–Tapolcai út mentén lévő középkorú, fertőzött feketefenyő állományban 18 db fát, valamint az ERTI Gödöllői arborétumának területén, öt különböző feketefenyő állományban összesen 43 db egyedet jelöltünk meg. A jelöléseket színes szigetelőlappal végeztük.

Valamennyi vizsgált egyedet a vörösödés százalékos mértéke szerint minősítettünk. Évről évre feljegyeztük, hogy az összkorona felületéhez képest hány százaléka fertőzött a koronának. A felvételeket októberben végeztük mivel ekkor már egyértelműen meghatározhatók a folyó évi fertőzések. A pusztulás mértékén túl feljegyeztük

az egyéb jellegzetességeket is, így a vörösödés helyzetét a koronán belül, valamint a termőtestek megjelenését, a hajtások elváltozásait, gyantásodását stb.

VIZSGALATI EREDMÉNYEK, KÖVETKEZTETÉSEK

Tünetek megjelenése, leírása

Az országos felmérések és az erdővédelmi jelzőlapok adatai alapján ismertté vált, hogy az egész ország területén, ahol feketefenyő állományok vannak, előfordul a *Sphaeropsis sapinea* Dyko & Sutton syn. *Diplodia pinea* (Desm.) Kickx kórokozó. Fertőzése és kártétele leginkább a Dunántúli középhegység mészkő és dolomit kopárain tenyésző feketefenyő állományokat érinti, de jelen van a Duna–Tisza közti homokvidékre telepített állományokban is. A területeken a fertőzés mértéke változó, mozaikos képet mutat. Legjelentősebb károkat a Budai hegység, Gerecse, valamint a Balaton-felvidék és Déli Bakony térségében tapasztaltunk. Lokális epidémiát okozott Pápa térségében a gyenge, kavicsos termőhelyre telepített erdeifenyő és feketefenyő állományokban. A Duna–Tisza közén tapasztalataink szerint a legnagyobb károkat Nyárlőrinc térségében idézte elő, de jelenlétével mindenütt számolnunk kell. A gombát nem csak feketefenyőn, hanem más fajokon is megtaláltuk. Erdeifenyőn első alkalommal 1993-ban Pápa térségében majd később másutt is. E mellett Jeffry fenyőn jegyeztük fel kártételét a Gödöllői arborétumban, de tiszafa pusztult hajtásából is sikerült kitenyészteni (Koltay, 1994).

Kezdetben úgy tűnt, hogy a kórokozó csak idős állományokat fertőz, de a későbbiek során azt tapasztaltuk, hogy 15–20 év feletti fenyvesekben mindenütt előfordul. Ugyanakkor csak elvétve mutatkozott a kórokozó ennél fiatalabb állományban. Ezekben az esetekben is inkább kiritkult ligetes állományok fái voltak azok, amelyek fertőzöttek. 15–20 évnél fiatalabb fenyvesben a kórokozóval egy-két kivételtől eltekintve soha nem találkoztunk.

A gomba minden esetben a fiatal, folyó évi hajtásokat, tűleveleket, valamint az 1 éves még zöld tobozokat fertőzi. Az irodalmi adatok szerint sebzéseken keresztül, sőt egyes szerzők szerint az épp kérgeken keresztül is képes a gomba a növényi részekbe hatolni és ott megtelepedni (Chou, 1987; Swart, 1985). Mi ezt egyetlen esetben sem tapasztaltuk, és a kéregfelületen alkalmazott provokációs oltási kísérletek során sem sikerült a gomba megtelepedése és a tünetek előidézése.

Mind a provokációs fertőzések, mind a szabadföldi megfigyelések azt mutatják, hogy a már kifejlődött, növekedésükben leállt hajtásokon a kórokozó nem képes megtelepedni. Ezt támasztja alá az a megfigyelés, miszerint az elhalt hajtások tűlevelei mindig rövidebbek, mint az egészségesek.

Az első fertőzések május végén, június elején következnek be és július végéig folyamatosan fenn áll a fertőzés veszélye. Augusztusban már nincsenek friss fertőzések. Az új, növekedésben lévő hajtások, tűlevelek a fertőzést követően teljes hosszukban egyenletesen halványodnak, fakó zölddé válnak, majd fokozatosan megsárgulnak, végül vöröses-barna színűek lesznek. Az elhalási folyamat általában 2–4 hét alatt játszódik le és végül az egész azévi hajtás elhal. A folyamatot gyakran kisebb-nagyobb mértékű gyantafolyás kíséri. A gomba támadása következtében elhalt rövidtűs, bojtos

hajtások jellegzetesek és a kórokozóra jellemzőek (2. kép). A fertőzés a hajtások túlevelek növekedési időszakában májustól július végéig bármikor bekövetkezhet, de gyakorisága a kezdeti növekedési fázisban a legnagyobb, amit a fertőzött elhalt tűhossz vizsgálatok bizonyítanak. A fertőzés időpontja a fogékony időszakon belül a csapadékviszonyoktól és a spóraszóródás intenzitásától függ.

A fertőzés az egész koronában mindenütt előfordulhat a friss hajtásokon. Nem találtunk arra utaló bizonyítékot, hogy a korona csúcsi vagy alsó részén gyakoribb lenne a fertőzés, ugyanakkor megfigyeltük, hogy az állományszegélyek és D-i kitettségi oldalak fertőzöttsége mindig nagyobb. A koronában elhelyezkedő valamennyi hajtás azonos mértékben fogékony a gombával szemben. Ugyanakkor megfigyeltük, hogy az erősen fertőzött fák illetve hajtások mellett lévő egészséges egyedeken először többnyire a fertőzött fával érintkező, vagy ahhoz közeli részeken jelentkezett az elhalás. Ez nyilvánvalóan a nagyobb fertőzési nyomás révén alakulhatott ki, de ez a hatás nem volt mindenütt egyértelműen kimutatható.

Az elhalt rövidtűs hajtások legalább egy éven keresztül az ágakon maradnak és rendszerint a fertőzést követő második év végén vagy csak azt követően hullanak le. Néhány esetben megfigyeltük, hogy a az elhalt részek tövénél regenerációs hajtások jelentek meg. Ez különösen a csemeték esetében volt gyakori, de szabadföldi körülmények között is többször előfordult. Ebben az esetben a fa az erős gyantásodás révén lokalizálni tudta a fertőzést és a következő évben az ág ismét fejlődésnek indult.

Az 1 éves még zöld, fertőzött tobozok az egészségesekhez képest némileg előbb megbarnulnak, de bennük a magok ugyanúgy kifejlődnek és később kihullanak. Ezt a provokációs fertőzési kísérletek során is tapasztaltunk. A kórokozó termőestei vagy piknidiumai a tobozokon már igen korán láthatóvá válnak a fertőzést követően. A szabadföldi megfigyelések szerint a gomba fejlődéséhez kedvező csapadékos, párás időjárás esetén már augusztus folyamán megjelenhetnek a termőestek, de ekkor még nincsenek bennük érett konídiumok. Szeptember, október folyamán minden fertőzött tobozon kifejlődnek a termőestek az epidermisz alatt. Általában a egész toboz felületén valamennyi tobozpikkelyen előtűnnek a kezdetben világosbarna, majd később feketére színeződő félgömb formájú termőestek. Kedvező időjárás esetén – hosszan elhúzódó, csapadékos, enyhe ősz – szeptember-október folyamán, áttörve az epidermiszt, megjelennek a tobozpikkelyek felületén is. A piknidiumok átmérője 0,4–1,0 mm között mozog, és mindig félgömb alakúak (3. kép).

Az elhalt, vörös túleveleken – a tobozokkal ellentétben – csak jóval később jelennek meg a termőestek. Legkorábban december folyamán figyeltük meg a piknidiumok megjelenését az azévből fertőzött tűkön, de tömegesen csak következő év márciusában–áprilisában tűnnek elő. A piknidiumok kifejlődése mindig a tűhüvely közelében kezdődik és általában a túlevelek felső 1/3-án nem is jelennek meg a későbbiek során sem. Ez a hosszabb 5–8 cm-es tűkre vonatkozik, mivel a korai fertőzöttségű, rövid 1–2 cm-es túlevelek teljes hosszában találhatunk piknideket.



2. kép *Sphaeropsis s.* fertőzés fiatal feketeenyő hajtáson
Pic. 2. *Sphaeropsis s.* infection on young Austrian pine shoot

Megfigyeléseink szerint a termőtestek az epidermiszt áttörve mindig a tűlevelek külső domború felszínén jelennek meg elszórtan. A termőtestek megjelenésekor a tűlevelek már nem vörösek hanem fakó sárgák, szalma színűek. Ritkán az elhalt hajtások kérgén is megjelenhetnek a termőtestek. Ebben az esetben mindig megfigyelhető volt a hajtás fás részeinek kékülése is amit a szakirodalom is említ (Peterson, 1981). A vastagabb ágakon, törzsön vagy a gyökéren soha nem találkoztunk a gomba piknidiumaival, bár egyes kutatók szerint fiatal és idős fák esetében ezeken a részeken is megtalálható a kórokozó (Palmer, 1985; Mörlet, 1975).

A konídiospórák hatalmas tömegben képződnek a termőtestekben, de csak az érett piknidiumban válnak sötét színűvé. Tapasztalataink szerint a tavaszi nyári spórák többnyire egy osztatúak és csak jóval később ősszel jelennek meg – akkor is csak kisebb számban – a két osztatú spórák. A konídiumok mérete $35\text{--}40 \times 15\text{--}20 \mu$. Színük kezdetben világos áttetsző, de az érett kiszabaduló spórák mindig kávébarna színűek és viszonylag vastag, enyhén rücskös falúak.

Az irodalmi adatok szerint, amit alátámasztanak saját laboratóriumi vizsgálataink is, az érett piknidiumból a spórákibocsátás egyértelműen a nedvességi viszonyoktól függ. Kezdetben a piknidek csordultig teltek spórával és kisebb mértékű nedvesség hatására kinyílnak és megindul a spórákilökődés. Laboratóriumban 3 órás áztatás után

illetve 20 órás 100 %-os relatív páratartalom mellett 22 °C-on már megindult a konídiumok nagytömegű kiáramlása. Hűtőszekrényben 5 °C-on hasonló nedvességi viszonyok mellett 72 óra múlva kezdődött a kilökődés. A folyamat a természetben már 3–5 mm csapadék mellett bekövetkezik amit a külföldi szakirodalom "szétcsattanó hatásnak" nevez. (Swart, 1987) A spórakilökődés során a piknídium felső része kinyílik és belőle hurkaszerűen tekeredik elő a spórák tömege.

Tapasztalataink szerint a tobozok sokkal érzékenyebbek a kórokozó fertőzésével szemben. Igen gyakran találtunk olyan fertőzött, piknídiumokkal teli tobozt az ágakon, amelyek tövében teljesen egészséges hajtások virultak. Ugyanakkor ennek ellenkezőjével soha nem találkoztunk, azaz a fertőzött hajtások tövében lévő tobozok is mindig fertőzöttek voltak. Az is gyakori jelenség, hogy a látszólag tünetmentes vagy igen gyengén fertőzött állományokban a tobozok egy jelentős része már fertőzött a kórokozóval. Ennek alapján azt a következtetést vonhatjuk le, hogy egy állományban a kórokozó megjelenése és felszaporodása a tobozok révén valósul meg. Egyes szerzők szerint ez az oka annak, hogy elsősorban idős, tobozokat nagyobb számban termő állományokban találkozhatunk a *Sphaeropsis sapinea* kártételével (Peterson, 1977). E véleménnyel többé-kevésbé egyet lehet érteni, mivel tény, hogy a fiatal még nem termőképes állományokban jóval ritkább a kórokozó előfordulása.



3. kép Egészséges és fertőzött toboz piknídiumokkal
Pic. 3. Healthy and infectioned cone with picnids

Mintagyűjtés, az elhalt hajtásokon lévő kórokozók meghatározása

Mintagyűjtést rendszeresen Gödöllőn és alkalmanként az egész ország területén végeztünk pusztuló feketefenyő állományokban. A mintagyűjtés során metszőollóval vagy ágnyesővel a koronák minden részéről vágunk elszíneződött, elhalt hajtásokat. Tobozokat a koronákból és a földről egyaránt gyűjtöttünk. A begyűjtött mintákat papírzacskóban tároltuk, majd vizsgálat előtt nedves papírvattára helyezve, petricsészében 100 %-os relatív páratartalom mellett inkubáltuk 22–24 °C-on. Az inkubálás időtartama 1–5 nap között változott attól függően, hogy mikor jelentek meg a termőestek, illetve mikor indult meg a sporuláció.

A jellegzetes rövidtűs, pamacsos vörös hajtásokon, tüleveleken minden esetben a *Sphaeropsis sapinea* Dyko & Sutton termőtesteit azonosítottuk. Hasonló tüneteket mutató, de teljesen kifejlődött tüleveleken többnyire a *Sclerophoma pithyophila* (Corda) Höhn. termőestei jelentek meg. E mellett az elhalt tüleveleken leggyakrabban előforduló kórokozó a *Dothistroma pini* Hulbary volt, melynek ivaros alakját (*Mycosphaerella pini* Rostrup) is megtaláltuk 1997-ben a Kisunyomi feketefenyő klóngyűjteményben szedett mintákon. A fentiekben említett három, tömegesen előforduló kórokozó mellett a *Nemaciclus minor* Butin, *Lophodermium pinastri* (Sachard.) Chev., *Cenangium ferruginosum* Fr. ex Fr. *Coleosporium* sp. *Pestalotia* sp. fajokat tudtam azonosítani. A begyűjtött mintákon előforduló kórokozókból tiszta tenyészetet készítettünk – kivéve a *Coleosporium* sp-t –, melyek egy részével provokációs fertőzéseket is végeztünk. A *Sphaeropsis sapinea*-ból 18 különböző helyről származó törzstenyészetet állítottuk elő melyeket a későbbiek során tovább vizsgálhatunk.

Patogenitás vizsgálatok, provokációs fertőzések

A provokációs fertőzéseket azzal a céllal végeztük, hogy megállapítsuk a kórokozó patogenitását, valamint a tünetek mesterséges előidézésével pontosan nyomon kövessük a tünetek kialakulásának kronológiáját, a betegség lefolyását. Az oltásokat 2 éves feketefenyő és erdefenyő csemetéken, valamint szabadföldi körülmények között a Gödöllői arborétum területén egy ligetes, középkorú feketefenyő állományban végeztük. Itt a körülbelül 1–1,5 m magasságban lévő hajtásokat fertőztük.

1994-ben négy eltérő fenofázisban végeztünk provokációs oltásokat 10–10 db feketefenyő és 5–5 db erdefenyő csemetén és esetenként 5–5 db csemete kontrollként szerepelt. Az oltásokat *Sphaeropsis sapinea*-val erősen fertőzött feketefenyő tobozról lemosott spóraszuszpenzióval végeztük. A szuszpenziót ecseteléssel juttattuk a hajtásokra, majd ezt követően nylon zacskót húztunk a növényekre, amit 3, illetve 5 nap múltán eltávolítottunk. A kontroll növényeket tiszta desztvízzel ecseteltem és ugyancsak fóliazacskóval borítottam a kezelt növényekhez hasonlóan.

Az első oltást április 26-án végeztük. Ekkor a csemeték azévi hajtásai még nem indultak növekedésnek, mindössze 2 cm nagyságú rügyek voltak a hajtásvégeken. Az oltott csemeték közül csak egy pusztult el, de erről patogént izolálni nem tudtam. Valószínűleg egyéb okok miatt halt el. A többi csemete a kontroll növényekkel együtt egészséges maradt.

A második oltást május 26-án végeztük. Ekkor a hajtások hossza már elérte az 5–10 cm-t, míg a tülevelek 0,5–1,0 cm nagyságúak voltak. Az oltott csemetéken az első pusztulási tünetek 06. 10-én azaz az oltást követő 15. napon jelentkeztek. A későbbiek során 9 db feketefenyő és mind az 5 erdeifenyő csemetén jelentkeztek elhalási tünetek, és csak egy oltott csemete, valamint a kontroll csemeték maradtak egészségesek. Őszre 8 csemete teljesen elpusztult, 6 csemetén csak az oltott azévi hajtások haltak el. Egy fenyő esetében az elhalt hajtás alatt még a nyár folyamán 3 db sarjhajtás fejlődött, amelyek egészségesek maradtak a későbbiek során is. Három oltott csemeténél a következő évben ugyancsak sarjhajtások jelentek meg, míg a többi csemete a következő évben elpusztult.

A harmadik fertőzést július 14-én végeztük. Ekkor a hajtások 10–15 cm, a tülevelek hossza 4–9 cm volt. Az oltást követően a tünetek 07. 21-én, azaz már 7 nap múlva jelentkeztek egyöntetű elszíneződés formájában. Valamennyi oltott csemetén jelentkezett elhalás. Egy növényen még július végén megindult a sarjhajtás-képződés. Valamennyi kontroll egészséges maradt. A következő év tavaszán a fertőzött elhalt tűkön megjelentek a kórokozó termőtestei, melyeket inkubálás után mikroszkopikusan is azonosítani lehetett.

Az utolsó azévi fertőzést szeptember 12-én végeztük. Ekkor már teljes egészében kifejlődtek a hajtások és a tülevelek hossznövekedése is leállt. Valamennyi csemete egészséges, tünetmentes maradt.

1995-ben 10 db feketefenyő csemetén történt fertőzési vizsgálat egy alkalommal, június 15-én. Ekkor a fertőzéseket elhalt és termőtestekkel borított tülevelekkel, valamint tobozokkal végeztük. 5 fejlődésben lévő feketefenyő csemete köré érett piknidiumokkal teli tüleveleket, míg másik 5 csemete köré 2–2 db fertőzött tobozt helyeztünk el. A fenyőkre nylon zacskót húztunk és ezeket 15 nap múlva eltávolítottuk. A fenyőtüvel fertőzött növények közül 3, míg a tobozzal fertőzött csemeték közül valamennyi elpusztult. Az elhalt részekből következő év tavaszán sikerült a patogént izolálni.

1997 tavaszán ismételtén végeztünk provokációs oltásokat csemetéken. Ekkor május 30-án 10–10 db feketefenyő csemetét oltottunk. Az első sorozatban *Sphaeropsis sapinea* spórasuszpenzióval, a másodikban *Sphaeropsis sapinea* petricsészában, 3 %-os malátás táptalajon előállított tisztatenyészetével, míg a harmadik sorozatban *Sclerophoma pithyophila* petricsészés tisztatenyészetével fertőztük a csemetéket.

A spórasuszpenzióval kezelt egyedek közül 6 db jellegzetes tüneteket mutatott 15 nappal a kezelést követően. A tisztatenyészetrel oltott csemeték közül 9 db sárgulni kezdett már 10 nappal a fertőzés után. A *Sclerophoma pithyophila* gombával kezelt csemeték közül 2 mutatta a jellegzetes tüneteket június 28-án. A kontroll növények egészségesek maradtak.

1995-ben a Gödöllői arborétum területén 4 fenofázisban végeztünk provokációs fertőzéseket *Sphaeropsis sapinea* spórasuszpenzióval. Minden esetben 10–10 hajtást kezeltünk és 3–3 hajtás szerepelt kontrollként.

Az első oltást április 22-én hajtottuk végre. Az ágakon fejlődő hajtások 3–4 cm, a tülevelek 0,3–1,5 mm hosszúak voltak. A tűket még teljes egészében tűhüvely borította. Az oltott hajtásokból mindössze 1 pusztult el június 14-én. A többi egészséges maradt.

A második fertőzést május 26-án végeztük. A hajtások ekkor 6–15 cm, a tűlevelek 3–4 cm hosszúak voltak. Három hajtáson 1 éves zöld tobozokat is kezeltem a spóraszuspenzióval. Július 15-én 2 hajtáson részleges vörösödést tapasztaltunk, míg a többi egészséges maradt. A későbbiekben a részlegesen elhalt tűlevelekről a patogént visszaizolálni nem tudtam, így valószínűleg nem az általam indukált fertőzés miatt következett be az elhalás. A tobozokon viszont már július 16-án barnulást figyeltünk meg, és augusztus végére a megbarnult tobozokon megjelentek a gomba termőest kezdeményei az epidermisz alatt.

A harmadik kísérletet július 05-én állítottuk be. Valamennyi oltott hajtás egészséges maradt hasonlóan az utolsó, szeptember 13-án végrehajtott fertőzésekhez.

1996-ban ismételten elvégeztük az oltásokat 3 eltérő fenofázisban május végén, július végén és augusztus közepén. Mivel megítélésünk szerint a szabadföldi oltások azért nem voltak eredményesek, mert a desztvizes spóraszuspenzió nem tapadt meg a csemetéknél sokkal viaszosabb tűleveleken, így vazelinolaj tartalmú Agrol készítményt kevertünk a spóraszuspenzióhoz. Ezzel növelve a tapadóképességét az oldatnak. Előzetesen az így előállított szuszpenzió életképességét laboratóriumban táptalajon való szélesztéssel vizsgáltuk és azt tapasztaltuk, hogy hasonló tiszta tenyészetet lehet belőle előállítani mint a tiszta desztvizes spóraszuspenzióból. Sajnálatos módon az oltások így is eredménytelenek maradtak. Mindössze három esetben jelentkeztek elhalási tünetek, de a tűhosszakat lemérve megállapítottuk, hogy természetes eredetű fertőzések következtében lépett fel a pusztulás.

1997-ben újabb provokációs kísérleteket állítottunk be, de ez alkalommal petricsészében előállított tisztatenyészetekkel. Az oltásokat május közepén végeztük. A hajtások 5–10 cm, a tűk 1,5–2,0 cm hosszúak voltak. 10 db hajtást *Sphaeropsis sapinea* tenyészetrel oltottunk, míg 10 hajtást *Sclerophoma pithyophila* ugyancsak petricsészés tenyészetével oltottuk be. A gomba szövetdarabkái – kb. 1–2 cm²-es csíkokat – a tűlevelekre fektettük és az egész ágat nylon zacskóval borítottuk. Ezeket 4 nap múlva eltávolítottuk. 3–3 db kontroll mintával dolgoztunk.

A *Sphaeropsis sapinea*-val fertőzött hajtások közül 8 elhalt, mutatva a jellegzetes tüneteket, 1 egészséges maradt, 1 minta eltűnt (valószínűleg letörték). Október közepén az elhalt tűkön 5 napos inkubálás után megjelentek a gomba termőestei melyekből tiszta tenyészetet is sikerült előállítani.

A *Sclerophoma pithyophila*-val fertőzött hajtások közül ugyancsak 8 db-on mutatkoztak a jellegzetes tünetek a tűleveleken. Októberben 4 napos inkubálást követően megjelentek a kórokozó termőestei az elhalt részekben. Mindkét esetben a kontroll minták egészségesek maradtak.

A provokációs fertőzési kísérletek eredményeit összegezve megállapítható, hogy a desztvizes spóraszuspenzióval való oltás 2 éves csemetéken eredményes, míg szabadföldi körülmények között, idős fák hajtásain nem értük el ezzel a módszerrel a kívánt eredményt. Ugyanakkor a kórokozó petricsészében előállított tenyészetével jó eredmények mutatkoztak mind a csemetéken, mind a szabadföldön végzett oltások nyomán. A hajtások és tűlevelek növekedése az oltásokat követően leállt és 7–15 nap múlva megjelentek az első tünetek. Az elhalt tűlevelekből már októberben 4–5 napos inkubálás után a kórokozó visszaizolálható volt. Természetes körülmények között a

következő év tavaszán a mintákon megjelentek a gomba termőestei. A szabadföldi kísérletek során beigazolódott, hogy a fertőzött egyéves zöld tobozok is fogékonyak a kórokozóval szemben. Az oltásokat követően 1–2 hónap múlva a tobozok megbarnulnak és a pikkelyeken az epidermisz alatt megjelentek a gomba termőtest kezdeményei.

1997 áprilisában fertőzött tobozokat gyűjtöttünk és ezekből a magokat kipergettük. A magokat petricsészében 100 %-os relatív páratartalomnál 24 °C-on 7 napon keresztül inkubáltuk. Az inkubálás során a magok repítőlemezen megjelentek a *Sphaeropsis sapinea* termőestei. A gyakorlatban a fenyőmagok repítőlemezei a pergetés során eltűnnek és az esetek többségében a magokat vetés előtt csávázzák. Így nem lehet egyértelműen választ adni arra, hogy a fertőzött magokból képes-e egészséges csemete fejlődni vagy a fertőtlenítő eljárás az, ami megóvjá a magokat? Az azonban tény, hogy eddig nem talákoztunk csemetekertben a kórokozó előfordulásával. E kérdés eldöntése további vizsgálatot igényel.

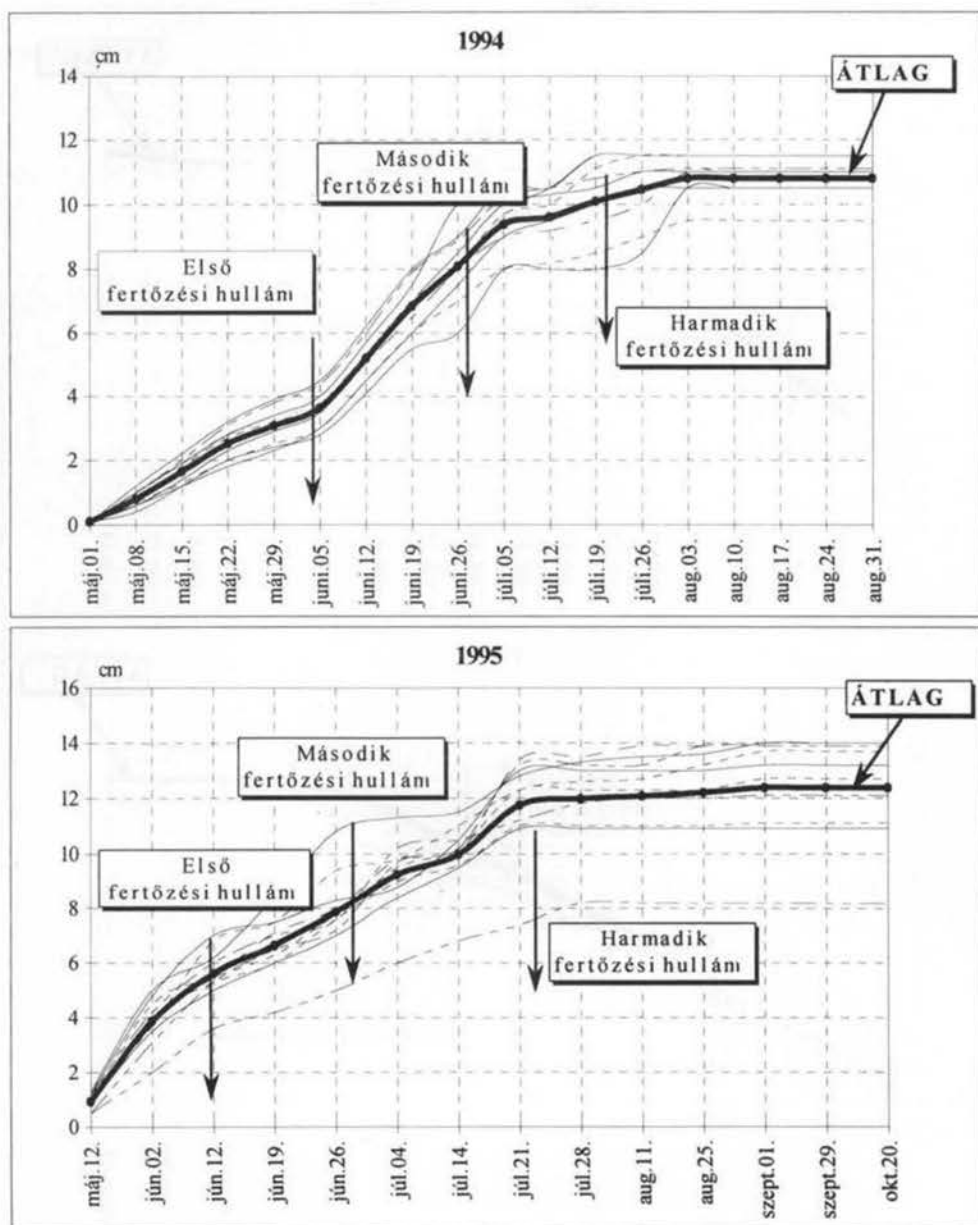
Mind a tobozokon, mind a fertőzött hajtásokon az oltásokat követően gyakori a kisebb-nagyobb mértékű gyantafolyás, ami a növény természetes védekezési reakciója a fertőzéssel szemben. A megfigyelések során azt tapasztaltuk, hogy az elhalt hajtások tövében megjelenhetnek új egészséges regenerációs hajtások még abban az évben vagy a következő év tavaszán. Ez a jelenség elsősorban a csemetékre jellemző, de szabadföldön, idősebb fákon is tapasztaltuk. A folyamat a fenyők természetes védekezési reakcióját mutatja és jelzi, hogy bizonyos esetekben a fa képes lokalizálni a fertőzött részeket.

Az irodalmi adatok szerint a kórokozó sebzett vagy egészséges ágak kérgén, illetve a törzsön keresztül is képes fertőzni a fákat (Chou, 1987). Vizsgálataim során ilyen esettel soha nem találkoztam. A kérdés tisztázása érdekében provokációs fertőzési kísérletet állítottunk be, amelynek során egy 4 cm átmérőjű ágat 10 cm hosszúságban, 3–4 mm mélyen, 15 helyen felsértettünk, majd spóraszuszpenzióval kezeltünk. Ugyanígy leecseteltünk sebzés nélkül is ágakat. A sebzett részekeken igen erős gyantafolyás következett be, de sem a kérgen, sem az ágon lévő hajtásokon elhalást nem tapasztaltunk egyik esetben sem. Mindezek arra engednek következtetni, hogy természetes körülmények között a kórokozó a kérgen keresztül nem képes fertőzni.

Fenológiai mérések eredményei

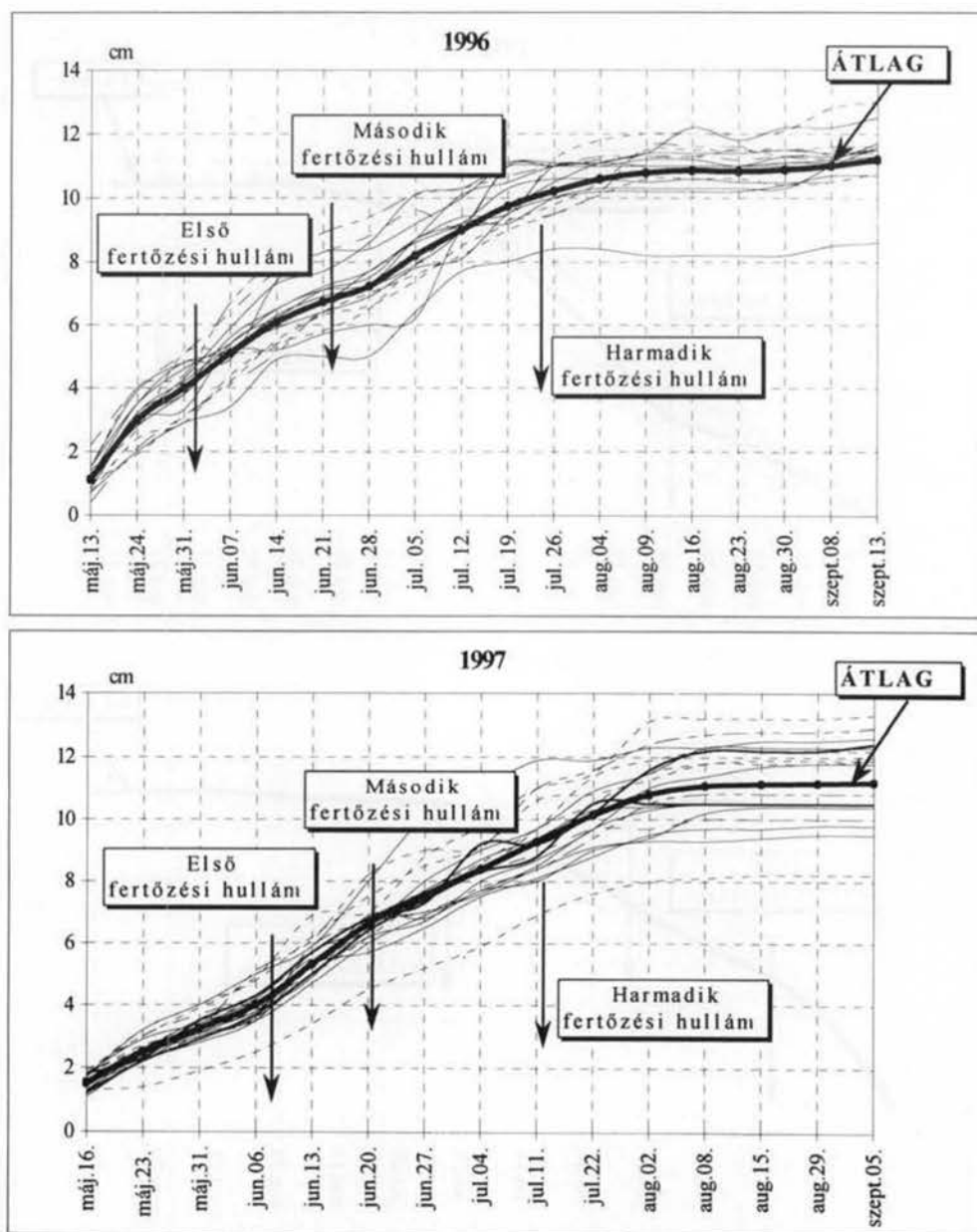
1994-től folyamatosan minden évben végeztünk fenológiai méréseket a gödöllői feketefenyő állományokban. Ennek során májustól szeptember végéig hetente lemértük a megjelölt tűleveleket és feljegyeztük a hossznövekedést. Ennek alapján növekedési görbéket szerkesztettünk minden évre vonatkozóan (1–2. ábra).

A fenológiai mérésekkel, illetve a fenyőtűk hossznövekedés vizsgálataival az volt a célunk, hogy pontosan megállapítsuk a bekövetkezett fertőzések idejét az arboretum területén. Ezt arra a korábban megfigyelt jelenségre alapoztuk, mely szerint a fertőzött tűlevelek mindig rövidebbek az egészséges tűknél (Koltay, 1990). Ez abból adódik, hogy a fertőzést követően a tűlevelek növekedése leáll. Ennek alapján az egészséges és fertőzött tűk hosszának összevetésével a későbbiek során is meghatározható egy adott állományban vagy régióban bekövetkezett fertőzések többé-kevésbé pontos ideje.



1. ábra Feketefernyő tűlevél hossznövekedés (Gödöllő, 1994–1995)

Fig. 1. Growing of Austrian pine needles (Gödöllő, 1994–1995)



2. ábra Feketefenyő tűlevél hossznövekedés (Gödöllő, 1996–1997)

Fig. 2. Growing of Austrian pine needles (Gödöllő, 1996–1997)

Ismerve egy adott állomány egészséges tűinek teljes hosszát és növekedési ütemét, az elhalt tűlevelek hosszából megállapítható a fertőzés bekövetkeztének ideje. Ezeket a számolt eredményeket összehasonlítottuk a Gödöllőn ténylegesen megfigyelt és feljegyzett friss fertőzések idejével és minden esetben jó egyezést tapasztaltunk. Mind a mért, mind a megfigyelt pusztulások alapján azonos időre datáltuk a fertőzések bekövetkezését.

A fenológiai görbéken jelölt időpontokat összevetettük a spóraszóródási és csapadék adatokkal. Szinte minden esetben kimutatható volt a kapcsolat. A fertőzés tüneteinek megjelenése előtti időszakban mindig jelentkezett egy intenzívebb spóraszóródás. A négy év adatait elemezve megállapítható, hogy május végén–június elején történik a hajtások első fertőzése. A további fertőzések kialakulása már némileg eltérő volt az egyes években, de többnyire június végén–július elején egy újabb, bár kisebb mértékű és elhúzódó fertőzési hullám lépett fel. Július közepén–végén jelentkezett az utolsó, de még széleskörű fertőzési hullám. Augusztusban az esetenkénti tömeges spóraszóródás ellenére sem következett már be friss fertőzés. Ekkor a mérési adatok szerint a tűlevelek növekedése már befejeződött, leállt. Ez is azt bizonyítja – a provokációs fertőzések eredményei mellett –, hogy a tűlevelek teljes kifejlődése után a gazdanövény már nem fogékony a kórokozóval szemben.

Spóraszóródási vizsgálatok eredményei a klimatikus viszonyok függvényében

1994-től folyamatosan vizsgáltuk a spóraszóródást, valamint csapadék és hőmérsékleti adatokat a gödöllői arborétum területén. A spórák befogása és az adatok értékelése a metodikai részben ismertetett módszerek szerint történt. A négy év összesített csapadék, hőmérséklet és spóraszám adatait grafikusán is ábráztuk (3. ábra). Az adatokat elemezve megállapítottuk, hogy spóraszóródás gyakorlatilag az egész évben lehetséges, kivéve a fagypont alatti időszakokat. Abban az esetben, ha a hőmérséklet átlaga eléri az 5 °C-t és a nedvességi viszonyok is megfelelőek – közel 100 %-os relatív páratartalom –, akkor beindulhat a spóraszóródás, igaz minimális szinten. Ezt bizonyítják az 1994-es év decemberi, januári spóracsapdázás eredményei, valamint az 1996-os, 1997-es év novemberi és decemberi adatai, amikor kismértékű, de kimutatható spóraszóródás jelentkezett.

A spórákibocsátás mértéke és időbeni alakulása évről évre változott. 1994-ben a viszonylag kisebb mennyiségű csapadék mellett hétről-hétre nagytömegű ülepedő spórát találtunk, míg 1995-ben a bő csapadékos időszak ellenére jóval kevesebb spórát fogtak a csapdák. Egyértelmű volt a kapcsolat a spórákibocsátás és a csapadékhullás között. Ugyanakkor a spóraszám és a csapadék mennyisége között nem mutatható ki szignifikáns összefüggés, azaz a kiszabaduló spórák mennyisége nem egyenesen arányosan növekszik a lehullott csapadék mennyiségével. A kutatások során az is beigazolódott, hogy minimum 3–5 mm csapadék mindenképpen szükséges a jelentősebb spórákibocsátáshoz, azaz spóraszóródás csak csapadékhullást követően alakulhat ki.

1994 májusának végén 10 mm-t alig haladta meg a csapadék mértéke, de a spóraszám kiugróan magas volt, az átlagos 3–4 szerese. E mellett sok esetben jelentős csapadékhullást követően a befogott spórák száma alatta maradt vagy csak megközelítette az átlagos értékeket. Az adatok elemzéséből kitűnt, hogy májusban és június

első felében mindig jelentős a spóraszóródás. Ettől egyedül az 1996-os esztendőben volt eltérés, amit egyértelműen a teljesen száraz, meleg júniusi időjárás idézett elő.

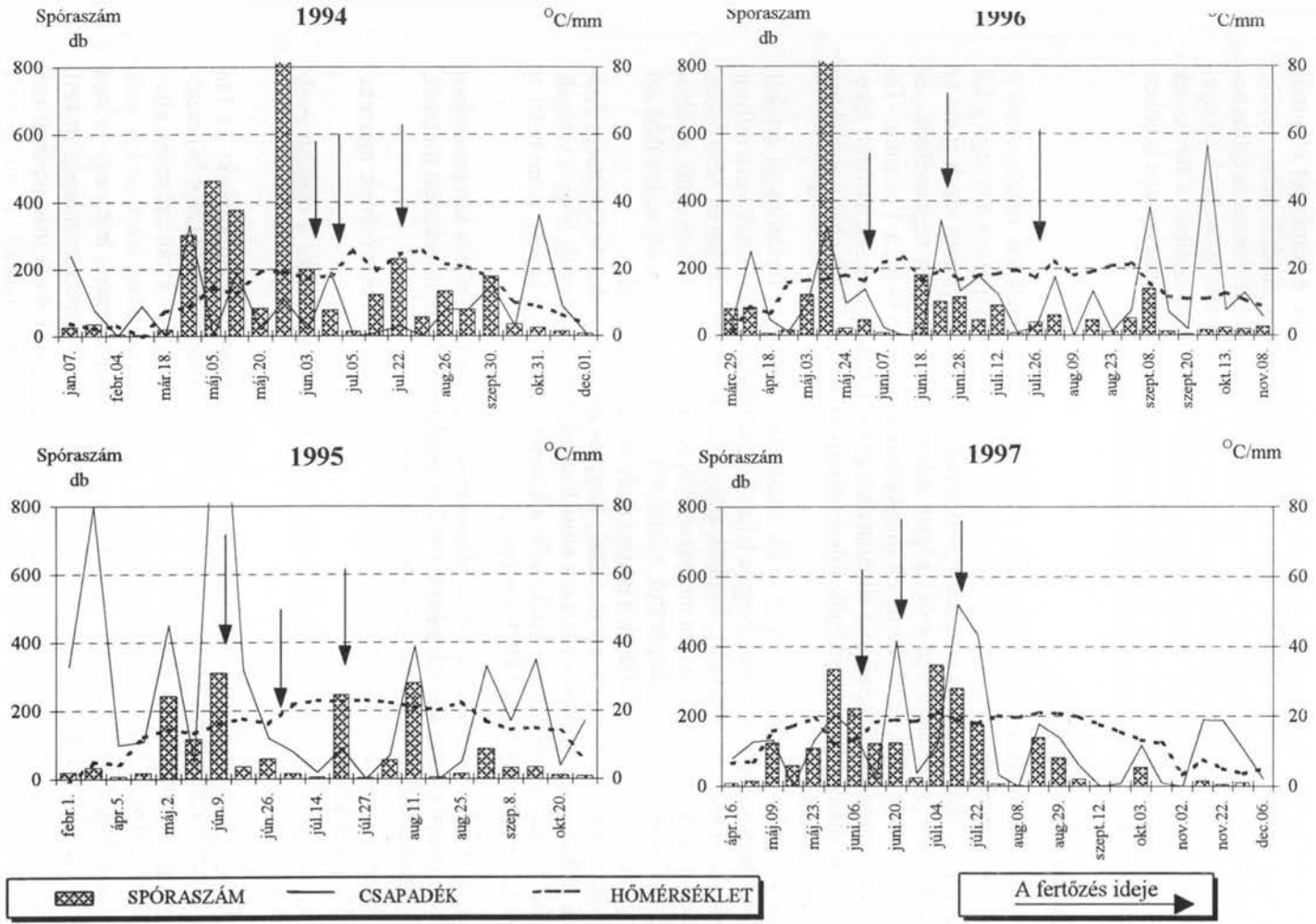
Május-június folyamán a középhőmérséklet már viszonylag magas, 15–20 °C körül mozog és a csapadék mennyisége is kielégítő. Ebben az időszakban következik be a külföldi szakirodalomban leírt úgynevezett "szétszóró hatás", amikor az érett spórákkal teli, még zárt piknidiumok már minimális nedvesség hatására is megduzzadnak, kinyílnak és a turgornyomás hatására belőlük nagytömegű spóra szabadul ki (Swart, 1987). Ez a hatás a későbbiek során fokozatosan csökken, ami a befogott spórák számában is megmutatkozott.

A spórákilökődést a csapadék eloszlása szabályozza, ami jól megfigyelhető a négy év adatai alapján. Egy-két kivételtől eltekintve, a csapadékhullást mindig jelentősebb spóraszóródás kísérte. A májusi, június eleji általános spóraszóródást követően kifejezettebbé válik a csapadék hatása a spórákilökődésre vonatkozóan. Kellő mennyiségű csapadék esetén jelentősebb spóraszóródás mutatkozik, de száraz időszakokban a spórázás is szünetel.

Eddigi tapasztalataink szerint a hőmérséklet a spóraszóródásra nincs jelentősebb hatással. Mint már utaltam rá 5 °C felett, kedvező csapadék és páratartalom mellett megindulhat a spórákibocsátás. A hőmérséklet emelkedésével csupán a folyamat gyorsasága változik. Laboratóriumi méréseink szerint 22 °C-on, 5 perces áztatás után nedves vattára helyezve a fertőzött tobozokat a spórákilökődés 2–3 óra alatt beindul, míg ugyanez a folyamat 5 °C-on 78 óra múlva következett be és sokkal gyengébb mértékben.

Az évenkénti fő fertőzési időszakokat vizsgálva megállapítható, hogy június elején következnek be az első nagyobb arányú fertőzések, ami mindig egybeesik a már említett jelentősebb, és évről-évre mutató spóraszóródási időszakokkal. Az első fertőzési hullámot általában követi június végén egy második. Ennek ideje már évenként némileg változó, de még mindig szezonálisnak mondható. Végül minden évben mutatkozik egy harmadik fertőzési hullám többnyire július közepén és végén. Ennek kialakulása azonban már kizárólag a környezeti hatások függvénye, az úgynevezett szétszóró hatás ekkor már egyáltalán nem érvényesül.

A spóraszóródási és a csapadék adatokat vizsgálva megállapítható, hogy már április-május folyamán jelentős spórákibocsátás történik, és a hőmérsékleti viszonyok is kedvezőek a gomba számára. Fertőzés ennek ellenére csak június elején következik be. Ez azzal magyarázható, hogy a májusban növekedésnek induló hajtások, tülevelek még nem fogékonyak a fertőzéssel szemben. Általában május közepén bújnak ki a tülevelek a vastag tühüvelyből és kezdenek gyors ütemben növekedni. Ez az állapot már kedvező a gomba megtelepedéséhez, amit bizonyít, hogy nem ritkán található 1–2 cm hosszú elhalt, fertőzött hajtás is. A korai spóraszóródás mellett augusztusban is jelentős még a spórákilökődés, különösen kedvező csapadékos időjárás esetén. Ekkor azonban a hajtások tülevelek már befejezték növekedésüket és ilyen állapotban már nem fogékonyak a kórokozóval szemben, amit a provokációs fertőzések is bizonyítanak.



3. ábra Spóraszám, csapadék és hőmérséklet adatok (Gödöllő, 1994–1997)
Fig. 3 Number of sporas, rainfall and temperature data (Gödöllő, 1994–1997)

Összefoglalva a klimatikus és spóraszóródási vizsgálatok eredményét elmondható, hogy a *Sphaeropsis sapinea* fő fertőzési időszaka június elejétől-július végéig tart. Ezen belül is a legveszélyesebb időszak június első felére esik. Június és július során a legintenzívebb a spóraszóródás és így legerősebb a fertőzési nyomás. A környezeti viszonyok (csapadék és hőmérséklet) is ekkor a legalkalmasabbak a fertőzések kialakulásához. És végül, de nem utolsó sorban a gazdanövény fogékonysága is ebben az időszakban a legrokozóval szemben.

Pusztulási trendvizsgálatok

Már a kutatások kezdetén felmerült a kérdés milyen mértékben veszélyezteteti a *Sphaeropsis sapinea* a feketefenyő állományokat, illetve milyen gyors a betegség kialakulása és folyamata? Azt is tisztázni kellett milyen mértékű fertőzés idézheti elő az egyedek teljes pusztulását, van-e és ha igen, akkor milyen jellegű a regenerálódás, és mennyi idő alatt zajlik le? E kérdések megválaszolásához 1994-től a Veszprém–Tapolcai út mentén lévő feketefenyő állományban és Gödöllőn ugyancsak fertőzött feketefenyő állományokban vizsgáltunk folyamatosan, összesen 61 db eltérő mértékben fertőzött egyedet.

A vizsgálatok kezdetén feljegyeztük valamennyi jelölt fa fertőzöttségi értékét 10 %-os pontossággal a szerint, hogy a teljes koronafelületet 100 %-nak véve milyen mértékű az elhalt vörös tűlevelek, hajtások aránya. Ezt követően minden év késő őszi, október–november folyamán újra megvizsgáltuk az egyedeket és feljegyeztük a változásokat. Ennek során megállapítottuk a fertőzött és elhalt részek arányát, továbbá azt is, hogy az elhalás vagy elhalások a korona mely részén találhatóak.

Már az első értékelések azt mutatták, hogy az egyes egyedek fertőzöttségi értékeinek alakulásában lényeges eltérések mutatkoznak. Megállapítottuk, hogy a vizsgált fák 55,7 %-nak a fertőzöttségi értéke nőtt a kiinduló állapothoz képest. Ezen belül is három különböző kategóriát különítettünk el:

- ◆ *erős romlás* – azoknál a fáknál állapítottuk meg ahol a fertőzés következtében jelentkező elhalás a kezdeti évtől 1997-re legalább 40 %-os növekedést mutatott, vagy az elhalt részek aránya meghaladta a 80 %-ot;
- ◆ *közepes romlás* – abban az esetben, ha az elhalás növekedésének mértéke 20–40 % között maradt;
- ◆ *gyenge romlás* – ahol 20 %-nál kisebb volt az elhalás mértéke a vizsgált évek során.

E kategóriákat figyelembe véve a következő eredményeket kaptuk: 21 fán (61,8 %) erős volt a pusztulás mértéke, 4 fán (11,8 %) közepes és 9 fa (26,4 %) esetében gyenge. A vizsgált egyedek 18 %-a stagnált, azaz a négy év során egészségi állapota nem változott. Ez vonatkozik a teljesen egészséges és beteg fákra is. Így volt olyan fa, amely a kezdetekkor is egészséges volt – annak ellenére, hogy egy erősen fertőzött egyed mellett állt – és a vizsgálat utolsó évére is tünetmentes maradt. Itt kell megjegyezni, hogy ezeken az egyedeken is megtaláltuk a *Sphaeropsis sapinea*-val fertőzött tobozokat, de a hajtásokon még nem mutatkoztak a tünetek. E mellet volt

olyan fa, amely a kezdetekkor tapasztalt 40 %-os fertőzöttségi értéket mutatta a vizsgálat utolsó évében is.

Az összes vizsgált egyed 26,2 %-án ugyanakkor egyértelmű javulást figyeltünk meg, azaz 1997-re a koronák elhalt, vörös, fertőzött részeinek aránya csökkent a kiinduló állapothoz képest. Ez a csemetéken tapasztaltakkal együtt azt látszik alátámasztani, hogy a fák képesek a kórokozó fertőzését lokalizálni és regenerálódni. A vizsgált esetek zömében a javulást 30–40 %-nál kisebb mértékben fertőzött egyedek mutatták. Az is bizonyossá vált, hogy az 50–60 %-nál erősebben fertőzött egyedek általában már kevésbé tudnak regenerálódni, állapotuk többnyire fokozatosan romlik vagy stagnál.

A javulás bekövetkezése az elhalt ágak lehullása és az új hajtások egészséges fejlődése révén következik be. Ha egy fa állapota évről évre változatlan, stagnál, akkor többnyire ez a folyamat kiegyenlítődik, azaz a friss fertőzések száma és mértéke nagyjából azonos az elhalt és lehullott ágak, hajtások számával, így az összkép évről évre változatlan. Állapotromlás esetén a friss fertőzések száma mindig meghaladja ezt az arányt.

A pusztulás menete, illetve gyorsasága némileg lassúbb mint kezdetben feltételeztük. A vizsgált négy év alatt nem találtunk olyan fát, amely a kezdetekkor teljesen egészséges volt és a 4. év végére elhalt volna. Ez azt jelenti, hogy a betegség elhatalmasodása nem olyan gyors, többnyire tovább tart mint négy év. Természetesen erős fertőzési nyomás, kedvezőtlen klimatikus viszonyok esetén a pusztulási folyamat felgyorsulhat, különösen akkor, ha a gyengültségi állapot miatt bekövetkezik egy kárláncolat kialakulása, például egy szűfertőzés formájában. Megfigyeléseink szerint ugyanis a fák végső elhalásában igen nagy szerepe van a másodlagos károsítóknak, elsősorban a különböző szű fajoknak.

A fertőzött részek koronán belüli elhelyezkedésében és a fertőzés terjedésében is igen nagy különbségeket találtunk. A vörösödés általában a korona alsó vagy középső részén jelentkezik először, de igen gyakran elszórtan a koronában. Azokon az egyedeken, amelyeken a vezérhajtás illetve a korona csúcsa fertőződött először, ott a betegség lefolyása gyorsabbnak mutatkozott és a regenerálódás mértéke is jóval kisebb volt.

AZ EREDMÉNYEK ÖSSZEFOGLALÁSA

A vizsgálatok során egyértelműen bebizonyosodott, hogy a feketefenyvesekben jelentkező hajtáselhalásokat elsősorban a *Sphaeropsis sapinea* mikrogomba idézi elő, de e mellett a *Sclerophoma pithyophila*, valamint a *Dothistroma pini* kórokozók is jelen vannak az állományokban, de az általuk kiváltott tünetek más jellegűek, jól elkülöníthetőek.

Mind az erdei, mind a feketefenyő hajtások és tobozok érzékenyek a fertőzéssel szemben, de a gomba piknosporái révén nem képes a kergén keresztül behatolni a növénybe. A kórokozó patogenitása egyértelműen igazolható volt, a szabadföldi és a csemetéken végzett visszafertőzésekkel egyaránt. A fertőzési időszak május végétől–július végéig tart, mivel a hajtások és a tobozok csak a növekedési időszak folyamán fogékonyak a kórokozóval szemben. A gomba spóraszóródása egész évben lehetséges, kivéve a fagypont alatti napokat, de intenzitása májustól–szeptemberig a legnagyobb.

A spóraszóródás beindulásához minimum 3–5 mm csapadék szükséges, de ezen túlmenően a kijutó spórák száma nincs egyenes arányban csapadék mennyiségével.

A kutatások során beigazolódott, hogy a fertőzést követően a fák bizonyos mértékű regenerálódásra is képesek. A pusztulás folyamata több éves, általában tovább tart, mint 4 év, és a fák végső elhalása többnyire kárláncolat kialakulásával következik be.

A kórokozó leküzdésére, és az általa okozott károk mértékének csökkentésére több megoldás is kínálkozik, de valamennyi további kutatást igényel, mivel a fentiekben ismertetett eredmények "csak" megalapozzák a lehetséges védekezési eljárások kidolgozását. Ilyen rövidtávú védekezés lehet a megfelelő egészségi termelés mértékének, idejének meghatározása, amelynek során a gyengén, közepesen vagy erősen fertőzött, beteg egyedeket vagy ezek egy részét el kell távolítani az állományból. E mellett a vegyszeres védekezés kidolgozására is lehetőség nyílt a kórokozó biológiájának ismeretében. Hosszú távú megoldást jelenthet a gomba fertőzésével szemben kevésbé érzékeny vagy rezisztens fenyő klónok kiválasztása, mivel gyakorlati tapasztalataink azt mutatják, hogy a különböző klónok eltérő mértékben érzékenyek a fertőzéssel szemben. Ezen eredmények tükrében a rezisztencia-nemesítés is megoldást jelenthet hosszú távon a kórokozó ellen.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

E téma kidolgozását az F 013130 sz. négy éves OTKA támogatás tette lehetővé, amiért ezúton is köszönetet mondunk.

IRODALOMJEGYZÉK

- Chou, C. K. S. 1987. Crown wilt of *Pinus radiata* associated with *Diplodia pinea* infection of woody stems. *European Journal of Forest Pathology*, №17:398–411.
- Koltay, A. 1990. A feketefenyő hajtáspusztulását okozó gomba, *Diplodia pinea* (Desm.) Kickx. (syn. *Sphaeropsis sapinea*) hazai előfordulása. *Növényvédelem*, XXVI. évf., 10: 448–450.
- Koltay, A. 1994. A környezeti tényezők hatása a feketefenyő hajtáspusztulás kialakulásában. *Erdészeti kutatások*, Vol. 84:157–162.
- Leskó, K. 1993. Az 1993 évi biotikus és abiotikus károk valamint az 1994-ben várható károsítások. *Erdővédelmi Figyelő- Jelzőszolgálati Rendszer*, Budapest.
- Morlet, M. 1975. Rapport annual 1974. Nancy: INRA Laboratoire de Pathologie Forestiere, 1–15.
- Palmer, M., A. Nicholis, T.H. 1985. Shoot blight and collar rot of *Pinus resinosa* caused by *Sphaeropsis sapinea* in forest trees nurseries. *Plant Disease*, № 69: 739–740.
- Peterson, G.W. 1977. Infection, epidemiology and control of *Diplodia blight* of Austrian, Ponderosa and Scots Pines. *Phytopathology*, № 67:511–514.
- Peterson, G.W. 1981. *Diplodia blight* of Pines. *Forest Insects and Disease*. Leaflet 161, USDA Forest Service.

- Swart, W.J. ET. AL. 1985. *Sphaeropsis sapinea* with special reference to its occurrence on *Pinus* ssp. in South Africa. South Africa Forestry Journal, № 35: 1–8.
- Swart W.J. ET. AL. 1987. Factors associated with *Sphaeropsis sapinea* infection of pine trees in South Africa. Phytophylactica, № 19:505–510.
- Andriescu, I. 1974. Chalcidoidiens (Chalcidoidea, Hym., Insecta), d'importance economique de Roumanie (catalogue hôte/parasite, parasite/hôte). Lucrarile Statiunii de cercetari biologice, geologice si geografice "Stejarul", Universitatea "Al. I. Cuza"- Iasi, 1972–1973:155–190.
- Boucek, Z. 1977. A faunistic review of the Yugoslavian Chalcidoidea (parasitic Hymenoptera). Acta Entomologica Jugoslavica, 13 (supplementum):146 .
- Diakontshuk, L. and Melika, G. 1994. A compilation of the oak galling cynipids (Hymenoptera: Cynipidae) in the Ukraine. In: The ecology and evolution of gall-forming insects [eds. Price, P. W., W. J. Mattson and Y. N. Baranchikov]. US Department of Agriculture, Forest Service. Gen. Techn. Report NC-174. Minnesota, 102–108.
- Fahringer, J. 1921. Beiträge zur Kenntnis der Lebensweise einiger Chalcididen. Zeitschrift für Wissenschaftliche Insektenbiologie, 16:228–235.
- Fulmek, L. 1968. Parasitinsekten der Insektengallen Europas. Beiträge für Entomologie, 18 (7/8):719–952.
- Györfi J. 1962. Beiträge zur Kenntnis der Lebensweise der Chalcididen-Arten in Ungarn. Zeitschrift für Angewandte Entomologie, 49:207–223.
- Graham, M. W. R. de V. 1994. The identity of some species of *Chalcidoidea* (Hym.) described by Geoffroy (in Fourcroy, 1785), with new synonymy. Entomologist's Monthly Magazine, 130:121–129.
- Ruschka, F. 1921. Chalcididenstudien I. Die Eupelmiden Europas und der Mittelmeerländer. Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien, 70 (1920):234–315.

SOPRON KÖRNYÉKÉNEK NAGYLEPKÉFAUNÁJA FÉNYCSAPDÁS GYŰJTÉSEK ALAPJÁN

LESKÓ KATALIN*, AMBRUS ANDRÁS**

ÖSSZEFOGLALÓ

A szerzők Sopron környékéről 784 nagylepkéfajt mutattak ki két erdészeti fénycsapda és egyedi lámpázások alapján. Sopron környéke a *Pannonicum* és a *Noricum* találkozási zónája. A táj növény-, és állatvilága változatos. Sopron környékéről még nem ismertettek nagylepke faunalistát, a szerzők ezt foglalták össze.

KULCSSZAVAK: nagylepkefauna, fénycsapda, növényföldrajz, állatföldrajz, *Noricum*, *Pannonicum*

ABSTRACT

784 macrolepidoptera species were identified by the authors based on collections by two forestry light traps and some lampings near Sopron in area of NW Hungary. In surroundings of Sopron two flora provinces are mixed, namely *Pannonicum* and *Noricum*, consequently the landscape has a diverse flora and fauna. The macrolepidoptera species list given by the authors is the first summary of moths living in the area of Sopron.

KEYWORDS: macrolepidoptera fauna, light trap, phytogeography, zoogeography, *Noricum*, *Pannonicum*

BEVEZETÉS

Az erdészeti fénycsapdák adatai nemcsak a kártevők előrejelzésére szolgálnak, hanem felbecsülhetetlenül értékes adatokat nyújtanak a tudomány számára is. Az adatok közvetlen prognosztikai célú gyakorlati felhasználása (rajzás-, és populációdinamika) mellett jelentősek a fénycsapdázásból származó faunisztikai, állatföldrajzi, ökológiai eredményei is.

Sopron környékéről még nem állítottak össze nagylepke faunalistát. E dolgozat elsődleges célja az, hogy az 1962–1991 között Fáberréten és az 1992–1995 között

* Erdészeti Tudományos Intézet

** Hortobágyi Nemzeti Park

Nagylózsón működött csapadék fogásai, valamint Ambrus András 1976–1985 között Sopron környékén végzett gyűjtésének eredményeit összefoglalja.

A nagylepke lista nem lehet teljes, mivel csak fénycsapdás gyűjtéseken alapul, így hiányoznak a felsorolásból a nappali lepkék és a fényre nem, vagy csak csekély mértékben repülő fajok.

Az erdészeti csapadék és Ambrus András gyűjtései alapján Sopron környékén 784 nagylepkefajt regisztráltunk. A legteljesebb a Soproni-hegyvidék listája, mivel itt működött 30 évig egy fénycsapda, és Ambrus András is ezen a vidéken gyűjtött a leggyakrabban. Soprontól délre az ország belseje felé eső területek listája hiányos, ezek az adatok Nagylózs kivételével Ambrus András egyedi gyűjtéseiből származnak.

SOPRON KÖRNYÉKÉNEK NÖVÉNY-, ÉS ÁLLATFÖLDRAJZI ÁTTEKINTÉSE

Sopron környéke növényföldrajzilag két flóratartományhoz és több flóravidekhez tartozik.

A Soproni-hegyvidék az Alpok legkeletibb nyúlványa. Tájrészei a Brennbergi-medence és a Várisi-hegyvidék. Az egész táj a kelet-alpesi flóratartomány (*Noricum*) soproni flórajárásába (*Ceticum*) tartozik. Ez a flórajárás az országhatár mellett osztrák területen folytatódik. Az ország belseje felé a Sopron-Fertőrákosi mészdombok a Lajta-hegység hazánkba átnyúló kiágazása. Tájrészei a Sopron-Fertőrákosi mészdombok és az Ikva menti kavicsterasz. Előbbit (Szárhalmi erdő, Dudlesz) a Haraki-kúp magasságáig erős pannon jellege miatt a magyar flóratartomány (*Pannonicum*) alpokaljai flóravideke (*Praenoricum*) lajtai flórajárásába (*Lajtaicum*) soroljuk. A Dalos-hegy, Harkai-kúptól délre a magyar flóratartomány átmeneti flóravideke (*Praenoricum*) az alpokaljai flórajárásba (*Castriferreicum*) tartozik. Az Ikva terasza zömében már a magyar Alföld (*Eupannonicum*) kisláti flórajárásához (*Arrabonicum*) sorolható.

A Soproni-hegyvidék növényfajai az európai elemcsoport tagjaiból kerülnek ki, néhány montán, alpin-kárpáti és atlanti-mediterrán fajjal.

Növénytársulásai közül a legjellegzetesebbek a Hidegvízvölgyben, Mészveremben, Vadkanároknban extrazonálisan előforduló természetes lucfenyvesek (*Abieti-Piceetum noricum*) (Soó, 1964) jegenyefenyő elegyes lucos erdőtársulások. Erdőtípusai főként a nedves termőhelyet kedvelő *Anthyrium filix femina*, *Petasites albus* társulások. Az acidofil bükkösök és tölgyesek helyén ma sok esetben kultúr lucosok *Piceetum excelsae cultum* *Vaccinium myrtillus*, *Luzula albida*, *Melica uniflora*, *Carex pilosa*, *Asperula odorata*, *Oxalis acetosella* erdőtípusai tenyésznek.

Zonális növénytársulása zömmel a gyertyános-kocsánytalan tölgyes (*Quercus petrae-Carpinetum*), és a Brennbergi-medencében már a gyertyánelegyes bükkös (*Melico-Fagetum*).

A táj őshonos fajai közé tartozik az erdeifenyő (amely állományai ma már mesterséges telepítések eredménye), míg a luc- és jegenyefenyő őshonossága máig vitatott.

A Soproni dombvidék területén megfigyelhetők az alpesi elemek, és a keleti, déli magasabb hőigényű szárazságtűrőbb, inkább meszes bázikus kémhatású talajt kedvelő xerotherm fajok fordulnak elő. Növénytársulásai közül legjellegzetesebbek a

molyhos-cseres tölgyesek (*Orno-Quercetum pubescenti-cerris*, ill. a *Quercetum pubescenti-cerris*), gazdag cserjeszinttel. Ezek az erdők termőhelyük miatt már egész közel állnak a karsztbokoreredőkhöz. Ezeket az erdőket a tájra jellemző sztyepprétek szakítják meg. A kedvezőbb termőhelyek növénytársulásai közül a cseres-kocsánytalan tölgyesek (*Quercetum petraeae-cerris-Potentillo Quercetum*) és a mészkedvelő gyertyános-kocsánytalan tölgyesek (*Quercus petraeae-Carpinetum*) fordulnak elő.

A terület állatföldrajzi besztása természetesen hasonló a növényföldrajzi besoroláshoz, bár az állatok (rovarok) mozgása miatt gyakran adódnak átfedések. A Soproni-hegység állatföldrajzilag Varga (1964) szerint a *Noricum*hoz tartozik jellegzetes nagylepkéi boreális és alpin elterjedési komponensek közül kerülnek ki. A *vaccinietalis-herbophil* (áfonyás) elemek közül az *Euoris occulta* Linnaeus, *Bomolocha crassalis* Fabricius, *Rheumaptera undulata* Linnaeus, *Entephria caesiata* Denis et Schiffermüller fordulnak elő, mint a *Noricum* karakterfajai. Ezen társulások cserje és lombkoronaszintjéhez kapcsolódnak a jellegzetes fenyves (*pinetalis*) komponensek, mint a *Panthea coenobita* Esper, *Thera obeliscata* Hübner, *Thera stragulata* Hübner, *Macaria signaria* Hübner. A *Puengeleria capreolaria* Denis et Schiffermüller az ezen a területen extrazonálisan előforduló jegenyefenyő elegyes állományokban dealpin karakterfajnak tekinthető. A boreomontán fajok közül említésre méltó még a *Chersotis cuprea* Denis et Schiffermüller. Több jellegzetes boreális-silvicol faj fordul elő még a Soproni-hegyvidéken mint pl. a *Cosmorhoe salicata* Hübner, *Epirrita autumnata* Borkhausen. Meglehetősen sok az eurosziberiai nemorális elem, ilyenek pl. az *Drymonia melagona* Borkhausen, *Diarsia brunnea* Denis et Schiffermüller, *Eugraphe sigma* Fabricius, *Anaplectoides prasina* Fabricius, *Blepharita adusta* Esper, *Cephis advenaria* Hübner, *Euphya unangulata* Haworth. E fajok elsősorban a lomb és fenyőelegyes állományok karakterfajai. Az alpin, dealpin gyepek komponensei közül a *Cerapterix graminis* Linnaeus mellett előkerült az *Euxoa decora* Denis et Schiffermüller is.

A Soproni-dombvidék állatföldrajzilag a *Pannonicum Praenoricum*nak nevezett részéhez tartozik. Jellemző karakterfajai a molyhostölgyes komponensek közül kerülnek ki mint pl. *Scotochrosta pulla* Denis et Schiffermüller, *Jodia croceago* Hübner, *Griposia convergens* Fabricius. Erdőssztyepp fajai közül a *Spatialia argentina* Denis et Schiffermüller, *Ocneria rubea* Fabricius, *Catephia alchymista* Denis et Schiffermüller.

A Fertő-tó közelségét jelzik az eurosziberiai arundifil feltöltődési társulások, nádasok, magassásosok, eurotherm, többé-kevésbé vagilis a magashegységek kivételével nálunk mindenütt elterjedt fajok (a Soproni-hegységben nem jött fényre) *Rhisedra lutosa* Hübner, *Archanara sparganii* Esper, *Nonargia thyhae* Thunberg, *Sedina buettneri* Hering *Celaena leucostigma* Hübner *Laelia coenosa* Hübner. A lápréti láperdei fajok közül gyakoribbak a *Simyra albovenosa* Goeze, *Deltote uncula* Clerck. A Soproni-dombvidéken a mediterrán, pontomediterrán, és atlanto mediterrán fajok száma megnövekszik mint pl. *Cataclisme riguata* Hübner, *Chesias legatella* Denis et Schiffermüller, *Acontia lucida* Hufnagel *Odice arcuinna* Hübner. A szubmediterrán, kontinentális quercetális fajok általánosan elterjedtek, de a Soproni-dombvidéken gyakoribbak, mint pl. *Harpya milhauseri* Fabricius, *Dicranura ulmi* Denis et Schiffen-

müller, *Drymonia querna* Denis et Schiffermüller, *Drymonia ruficornis* Hufnagel, *Drymonia dodonea* Denis et Schiffermüller, *Peroidea anceps* Goeze, *Thaumetopoea processionea* Linnaeus, *Drepana binaria* Hufnagel, *Eriogaster rimicola* Hübner.

A dolgozat keretén belül nem volt célunk sem növény, sem állatföldrajzi szempontból részletesen elemezni a tájegységet. Célunk elsősorban a nagylepkefauna felsorolása volt. Részletes állat- és növényföldrajzi elemzést nem végeztünk, csak igyekeztünk bemutatni a táj változatos növénytársulásaihoz kapcsolódó nagylepkefajokat. Érdekes és izgalmas lenne, ha mód és lehetőség nyílna a Soproni dombvidék lepkefaunájának részletesebb vizsgálatára.

Helységi rövidítések: Sf = Sopron Fáberrét, Sh = Sopron Hermes, Hb = Brennbergbánya és Hermes között, Szh = Sopron Szárhalom, Fr = Fertőrákos, Kh = Kóp háza, NI = Nagylózs csemetekert, Nc = Nagycenk, Pi = Pinye, Sr = Sarród, Fb = Fertőboz.

Bombycoidea							
Nola							
<i>cuculatella</i> Linnaeus 1758	Sf						
<i>cicatricalis</i> Treitschke 1835	Sf	Sh					
<i>confusalis</i> Herrich-Schäffer 1847		Sh					
<i>crisatula</i> Hübner 1793	Sf						
<i>aerugula</i> Hübner 1793	Sf						
Meganola							
<i>kolbi</i> Daniel	Sf						
<i>strigula</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf	Sh		Szh	Fr		
<i>togatulalis</i> Hübner 1796		Sh					
<i>albula</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf	Sh		Szh	Fr		NI
Thumata							
<i>senex</i> Hübner 1808		Sh			Fr		
Miltochrista							
<i>miniata</i> Forster 1771	Sf	Sh		Szh	Fr		NI
Setina							
<i>irrorella</i> Linnaeus 1758	Sf						
Cybosia							
<i>mesomella</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh					
Lithosia							
<i>quadra</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh	Hb				
Eilema							
<i>deplana</i> Esper 1787	Sf	Sh					
<i>griseola</i> Hübner 1803	Sf						NI
<i>sororcula</i> Hufnagel 1766	Sf						NI
<i>palliatella</i> Scopoli 1763	Sf						
<i>complanata</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh		Szh			NI
<i>lurideola</i> Zincken 1817	Sf			Szh			

<i>lutarella</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh					
<i>pallifrons</i> Zeller 1847	Sf						
Atolmis							
<i>rubricollis</i> Linnaeus 1758	Sf					Kh	
Pelosia							
<i>muscerda</i> Hufnagel 1766	Sf						
<i>obtusa</i> Herrich-Schäffer 1852	Sf				Fr		
Ocnogyna							
<i>parasita</i> Hübner 1790	Sf						
Chelis							
<i>maculosa</i> Gerning 1780	Sf						
Watsonarctia							
<i>deserta</i> Bartel 1902	Sf						
Phragmatobia							
<i>fuliginosa</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh		Szh	Fr		Nl
<i>caesarea</i> Goeze 1781	Sf			Szh	Fr		
Spilosoma							
<i>luteum</i> Hufnagel 1766	Sf	Sh		Szh	Fr		Nl
<i>lubricipedum</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh		Szh	Fr		Nl
<i>urticae</i> Esper 1789	Sf	Sh					
Hyphantria							
<i>cunea</i> Drury 1773	Sf						
Diaphora							
<i>mendica</i> Clerck 1759	Sf	Sh					Nl
Diacrisia							
<i>sannio</i> Linnaeus 1758	Sf			Szh			Nl
Rhyparia							
<i>purpurata</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh	Hb				
Arctia							
<i>caja</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh		Szh	Fr		Nl
<i>villica</i> L. Linnaeus 1758	Sf	Sh		Szh	Fr		Nl
Callimorpha							
<i>dominula</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh					Nl
Euplagia							
<i>quadripunctaria</i> Poda 1761	Sf	Sh		Szh	Fr		Nl
Syntomis							
<i>phegea</i> Linnaeus 1758		Sh		Szh			
Dysauxes							
<i>ancilla</i> Linnaeus 1767	Sf	Sh			Fr		
Furcula							
<i>bicuspis</i> Borkhausen 1790+	Sf						
<i>furcula</i> Clerck 1759		Sh					

<i>bifida</i> Brahm 1887	Sf			Szh	Fr		NI
Cerura							
<i>vinula</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh					
<i>erminea</i> Esper 1784		Sh					
Stauropus							
<i>fagi</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh		Szh			NI
Harpya							
<i>milhauseri</i> Fabricius 1775		Sh		Szh		Kh	NI
Dicranura							
<i>ulmi</i> Denis & Schiffermüller 1775				Szh			
Gluphisia							
<i>crenata</i> Esper 1785	Sf	Sh			Fr		
Pheosia							
<i>tremula</i> Clerck 1759	Sf	Sh		Szh	Fr		NI
<i>gnoma</i> Fabricius 1776 ++	Sf	Sh	Hb				NI
Drymonia							
<i>querna</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf	Sh		Szh			NI
<i>ruficornis</i> Hufnagel 1766	Sf			Szh			NI
<i>dodonea</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf	Sh		Szh	Fr		NI
<i>melagona</i> Borkhausen 1790	Sf	Sh	Hb				
Notodonta							
<i>dromedarius</i> Linnaeus 1767	Sf	Sh		Szh	Fr		
<i>tritophus</i> Esper 1786		Sh					NI
<i>ziczac</i> Linnaeus 1758	Sf				Fr		NI
Peridea							
<i>anceps</i> Goeze 1781	Sf	Sh		Szh			NI
Ochrostigma							
<i>velitaris</i> Hufnagel 1766	Sf						
Ptilodon							
<i>capucina</i> Linnaeus 1758	Sf			Szh	Fr		NI
<i>cucullina</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf	Sh		Szh	Fr		NI
Spatalia							
<i>argentina</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf	Sh		Szh	Fr		NI
Leucodonta							
<i>bicoloria</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf	Sh		Szh			
Odontosia							
<i>carmelita</i> Esper 1799		Sh	Hb				
Euchila							
<i>palpina</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh		Szh	Fr		NI
Ptilophora							
<i>plumigera</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf	Sh					NI

Clostera							
<i>anachoreta</i> Denis & Schiffermüller 1775		Sh					
<i>curtula</i> Linnaeus 1758	Sf				Fr		NI
<i>anastomosis</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh					
<i>pigra</i> Linnaeus 1758	Sf						NI
Phalera							
<i>bucephala</i> Linnaeus 1758	Sf			Szh			NI
Elkneria							
<i>pudibunda</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh		Szh			NI
Pentoptera							
<i>morio</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh		Szh	Fr		
Orgyia							
<i>antiqua</i> Linnaeus 1758		Sh					
Teia							
<i>recens</i> Hübner 1819						Nc	
Laelia							
<i>coenosa</i> Hübner 1808					Fr		Fh
Arctornis							
<i>l-nigrum</i>	Sf	Sh		Szh	Fr		NI
Lymantria							
<i>dispar</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh		Szh	Fr		NI
<i>monacha</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh	Hb				
Ocneria							
<i>rubea</i> Fabricius 1787	Sf	Sh		Szh			
Euproctis							
<i>similis</i> Fuessly 1775	Sf			Szh	Fr		NI
<i>chrysorrhoea</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh					
Leucoma							
<i>salicis</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh			Fr		
Diloba							
<i>caerulocephala</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh		Szh	Fr		NI
Thaumetopoea							
<i>processionaea</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh		Szh	Fr		
Habrosyne							
<i>pyritoides</i> Hufnagel 1766	Sf	Sh		Szh			NI
Thyatira							
<i>batis</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh		Szh	Fr		NI
Tethea							
<i>fluctuosa</i> Hübner 1803	Sf	Sh					NI
<i>duplaris</i> Linnaeus 1761	Sf						
<i>or</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf			Szh	Fr		NI
<i>ocularis</i> Linnaeus 1767	Sf						NI

Asphalia							
<i>ruficollis</i> Fabricius 1887	Sf			Szh		Kh	
<i>ridens</i> Fabricius 1787	Sf	Sh		Szh	Fr		NI
Achlya							
<i>flavicornis</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh					
Cymatophorima							
<i>diluta</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf	Sh		Szh			NI
Drepana							
<i>falcataria</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh		Szh	Fr		NI
<i>curvatula</i> Borkhausen 1790	Sf	Sh					
<i>cultraria</i> Fabricius 1775	Sf	Sh					NI
<i>binaria</i> Hufnagel 1767	Sf	Sh		Szh			NI
Sabra							
<i>harpagula</i> Esper 1786	Sf	Sh		Szh			
Falcaria							
<i>lacertinaria</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh					
Cilix							
<i>glaucatus</i> Scopoli 1763	Sf			Szh	Fr		NI
Saturnia							
<i>pyri</i> Denis & Schiffermüller 1775++	Sf			Szh		Kh	NI
Eudia							
<i>spini</i> Denis & Schiffermüller 1775++	Sf						
<i>pavonia</i> Linnaeus 1758	Sf			Szh			
Aglia							
<i>tau</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh	Hb				
Endromis							
<i>versicolora</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh					
Lemonia							
<i>taraxaci</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf						
<i>dumi</i> Linnaeus 1761	Sf						
Malacosoma							
<i>neustria</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh					
Trichiura							
<i>crataegi</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh					
Poecilocampa							
<i>populi</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh					
Eriogaster							
<i>rimicola</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf			Szh			
Lasiocampa							
<i>quercus</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh		Szh			
<i>trifolii</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf	Sh			Fr		
Macrothylacia							

<i>rubi</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh		Szh	Fr		NI
Euthrix							
<i>potatoria</i> Linnaeus 1758	Sf						
Odonestis							
<i>pruni</i> Linnaeus 1758	Sf			Szh	Fr		NI
Dendrolimus							
<i>pini</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh					NI
Phylodesma							
<i>tremulifolia</i> Hübner 1810	Sf	Sh		Szh			
Gastropacha							
<i>quercifolia</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh		Szh			
<i>populifolia</i> Esper 1781						Pi	NI
Acherontia							
<i>atropos</i> Linnaeus 1758 ++	Sf	Sh	Hb	Szh	Fr		
Agrias							
<i>convolvuli</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh		Szh	Fr		
Sphinx							
<i>ligustri</i> Linnaeus 1758	Sf			Szh			NI
Hylonicus							
<i>pinastri</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh	Hb	Szh			NI
Mimas							
<i>tiliae</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh	Fb	Szh	Fr		NI
Marumba							
<i>quercus</i> Linnaeus 1758 +	Sf			Szh			
Smerinthus							
<i>ocellata</i> Linnaeus 1758	Sf		Hb		Fr		NI
Laothoe							
<i>populi</i> Linnaeus 1758	Sf			Szh	Fr		NI
Macroglossum							
<i>stellatarum</i> Linnaeus 1758		Sh		Szh	Fr		
Hyles							
<i>euphorbiae</i> Linnaeus 1758					Fr		NI
<i>livornica</i> Esper 1780	Sf					Kh	
Deilephila							
<i>porcellus</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh		Szh	Fr		NI
<i>elpenor</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh		Szh	Fr		NI
Geometridae							
Archiearis							
<i>parthenias</i> Linnaeus 1761		Sh					
<i>nota</i> Hübner 1803		Sh					
Alsophila							
<i>quadripunctaria</i> Esper 1800	Sf	Sh		Szh			

<i>aescularia</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf	Sh		Szh			NI
Discoloxia							
<i>blomeri</i> Curtis 1832	Sf	Sh					
Euchoeca							
<i>obliterata</i> Hufnagel 1767	Sf	Sh					
Asthena							
<i>albulata</i> Hufnagel 1767	Sf	Sh		Szh			NI
<i>anseraria</i> Herrich-Schaeffer 1855				Szh			
Hydraelia							
<i>flammeolaria</i> Hufnagel 1767	Sf	Sh		Szh	Fr		
Epirrita							
<i>dilatata</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf	Sh		Szh			
<i>christyi</i> Prout 1906	Sf						
<i>autumnata</i> Borkhausen 1794	Sf	Sh		Szh			
Operophtera							
<i>brumata</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh		Szh			NI
<i>fagata</i> Scharfenberg 1805	Sf	Sh					
Entephria							
<i>caesiata</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf	Sh					
Larentia							
<i>clavaria</i> Haworth 1809	Sf						
Anticlea							
<i>badiata</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf						
<i>derivata</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf						
Pelurga							
<i>comitata</i> Linnaeus 1758	Sf				Fr		
Mesoleuca							
<i>albicillata</i> Linnaeus 1758	Sf						NI
Colostygia							
<i>olivata</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf	Sh					NI
<i>pectinataria</i> Knoch 1781	Sf	Sh		Szh			
Lampropteryx							
<i>suffumata</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf	Sh					
Cosmorhoe							
<i>ocellata</i> Linnaeus 1758	Sf			Szh	Fr		NI
<i>salicata</i> Hübner 1799	Sf						NI
Eulithis							
<i>mellinata</i> Fabricius 1787	Sf		Hb			Kh	
<i>pyraliata</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf	Sh		Szh	Fr		NI
Ecliptoptera							
<i>silaceata</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf	Sh					
<i>capitata</i> Herrich-Schaeffer 1839	Sf	Sh	Hb				

Chloroclysta							
<i>siterata</i> Hufnagel 1767	Sf	Sh		Szh			NI
<i>miata</i> Linnaeus 1758	Sf						
<i>truncata</i> Hufnagel 1767	Sf	Sh		Szh			NI
Cidaria							
<i>fulvata</i> Forster 1771	Sf		Hb				
Plenyria							
<i>rubiginata</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf	Sh					
Thera							
<i>firmata</i> Hübner 1822	Sf	Sh					
<i>obeliscata</i> Hübner 1787	Sf	Sh		Szh			NI
<i>variata</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf	Sh				Fb	NI
<i>stragulata</i> Hübner 1809	Sf	Sh					
<i>juniperata</i> Linnaeus 1758	Sf						Sr
<i>albonigrata</i> Höfner	Sf	Sh					
Eustroma							
<i>reticulata</i> Denis & Schiffermüller 1775		Sh					
Electrophaes							
<i>corylata</i> Thunberg 1792	Sf	Sh	Hb	Szh			
Hydriomena							
<i>furcata</i> Thunberg 1784	Sf	Sh	Hb				
<i>impluviata</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf	Sh	Hb				
Horisme							
<i>vitalbata</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf			Szh			NI
<i>tersata</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf			Szh	Fr		NI
<i>corticata</i> Treitschke 1835	Sf	Sh		Szh			
Melanthia							
<i>procellata</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf			Szh			NI
Pareulype							
<i>berberata</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf			Szh			
Rheumaptera							
<i>cervinalis</i> Scopoli 1763	Sf	Sh		Szh			
<i>undulata</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh	Hb				
Triphosa							
<i>dubitata</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh		Szh			
Philereme							
<i>transversata</i> Hufnagel 1767	Sf			Szh			
<i>vetulata</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf			Szh			
Perizoma							
<i>alchemillata</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh		Szh			NI
<i>hydrata</i> Treitschke 1828	Sf						
<i>lugdunaria</i> Herrich-Schaeffer 1856	Sf						

<i>bifasciata</i> Haworth 1809	Sf						
<i>blandiata</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf	Sh	Hb				
<i>flavofasciata</i> Thunberg 1792	Sf				Fr		
<i>sagittata</i> Fabricius 1887	Sf			Szh			
<i>paralellolineata</i> Retzius 1783	Sf	Sh					
Euphya							
<i>biangulata</i> Haworth 1809	Sf	Sh					
<i>unangulata</i> Haworth 1809	Sf	Sh					
Orthonama							
<i>obstipata</i> Fabricius 1794	Sf				Fr		
Xanthorrhoe							
<i>biriviata</i> Borkhausen 1794	Sf	Sh					
<i>designata</i> Hufnagel 1769	Sf	Sh					NI
<i>spadicearia</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf	Sh		Szh			NI
<i>ferrugata</i> Clerck 1759	Sf	Sh		Szh	Fr		NI
<i>quadrifasciaria</i> Clerck 1759	Sf	Sh		Szh	Fr		NI
<i>montanata</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf	Sh	Hb				
<i>fluctuata</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh		Szh			NI
Scotopteryx							
<i>moeniata</i> Scopoli 1763	Sf	Sh					
<i>bipunctaria</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf						
<i>chenopodiata</i> Linnaeus 1758	Sf			Szh	Fr		
<i>mucronata</i> Scopoli 1763	Sf						
<i>luridata</i> Hufnagel 1767 (<i>plumbaria</i>)	Sf			Szh	Fr		
Catarhoe							
<i>rubidata</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf	Sh		Szh			
<i>cuculata</i> Hufnagel 1767	Sf	Sh					NI
Epirrhoe Hübner 1825							
<i>hastulata</i> Hübner 1790		Sh-					
<i>tristata</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh		Szh			
<i>alternata</i> Müller 1764	Sf	Sh		Szh	Fr		
<i>rivata</i> Hübner 1813	Sf						
<i>molluginata</i> Hübner 1813	Sf						
<i>galiata</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf						
Costaconvexa							
<i>polygrammata</i> Borkhausen 1794	Sf	Sh		Szh			
Campogramma							
<i>bilineata</i> Linnaeus 1758	Sf						NI
Cataclysm							
<i>riguata</i> Hübner 1813					Fr		
Mesotype							
<i>virgata</i> Hufnagel 1867	Sf						

Chesias							
<i>legatella</i> Denis & Schiffermüller 1775 +						Sr	
Aplocera							
<i>praeformata</i> Hübner 1826	Sf	Sh	Hb				
<i>plagiata</i> Linnaeus 1758	Sf						Nl
<i>efformata</i> Guenée 1857	Sf						
Lithostege							
<i>farinata</i> Hufnagel 1767	Sf			Szh	Fr		
<i>griseata</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf				Fr		
Lythria							
<i>purpuraria</i> Linnaeus 1758	Sf						
Lobophora							
<i>halterata</i> Hufnagel 1767	Sf	Sh					
Pterapherapteryx							
<i>sexalata</i> Hübner 1786	Sf	Sh					
Acasis							
<i>viretata</i> Hübner 1799	Sf						
Trichopteryx							
<i>carpinata</i> Borkhausen 1764	Sf	Sh					
<i>sertata</i> Hübner 1817	Sf	Sh					
<i>polycommata</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf	Sh					Nl
Eupithecia							
<i>tenuiata</i> Hübner 1813	Sf						
<i>haworthiata</i> Doubleday 1856	Sf						
<i>plumbeolata</i> Haworth 1839	Sf						
<i>pini</i> Retzius 1783		Sh					
<i>linariata</i> Denis & Schiffermüller 1775		Sh		Sh		Kh	
<i>laquearia</i> Herrich-Schaeffer 1848	Sf						
<i>venosata</i> Fabricius 1787	Sf	Sh					
<i>egenaria</i> Herrich-Schaeffer 1848	Sf						
<i>centaureata</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf	Sh		Szh	Fr	Kh	
<i>extremata</i> Fabricius 1787		Sh					
<i>intricata</i> Zetterstedt 1839	Sf						
<i>veratraria</i> Herrich-Schaeffer 1848		Sh		Szh	Fr		
<i>satyrata</i> Hübner 1813	Sf						
<i>tripunctaria</i> Herrich-Schaeffer 1852	Sf						
<i>catharinae</i> Vojnits	Sf						
<i>absinthiata</i> Clerck 1759	Sf			Szh	Fr		
<i>assimilata</i> Doubleday 1856	Sf						
<i>vulgata</i> Haworth 1809	Sf						
<i>denotata</i> Hübner 1813	Sf						
<i>castigata</i> Hübner 1813	Sf						

<i>icterata</i> de Villers 1789	Sf			Szh	Fr		
<i>succenturiata</i> Linnaeus 1758				Szh	Fr		
<i>impurata</i> Hübner 1813	Sf						
<i>orphnata</i> Borkhausen (Petersen 1909)	Sf						
<i>millefoliata</i> Rössler 1866	Sf						
<i>distinctaria</i> Herrich-Schaeffer 1848	Sf						
<i>indigata</i> Hübner 1813	Sf	Sh					
<i>pimpinellata</i> Hübner 1813	Sf						
<i>nanata</i> Hübner 1813	Sf						
<i>innotata</i> Hufnagel 1767	Sf						
<i>virgaureata</i> Doubleday 1861	Sf						
<i>abbreviata</i> Stephens 1831	Sf						
<i>dodoneata</i> Guenee 1857	Sf						
<i>sobrinata</i> Hübner 1817	Sf						
<i>lariciata</i> Freyer 1842		Sh					
<i>lanceata</i> Hübner 1825	Sf	Sh					
<i>tantillaria</i> Boisduval 1840	Sf	Sh					
<i>Gymnoscelis</i>							
<i>rufifasciata</i> Haworth 1809	Sf						
<i>Chlorocystis</i>							
<i>v-ata</i> Haworth 1809	Sf						
<i>rectangulata</i> Linnaeus 1758	Sf			Szh	Fr		
<i>debiliata</i> Hübner 1817	Sf						
<i>Anticollix</i>							
<i>sparsata</i> Treitschke 1823	Sf						NI
<i>Rhodometra</i>							
<i>sacraría</i> Linnaeus 1775							NI
<i>Idaea</i>							
<i>rufaria</i> Hübner 1799	Sf						
<i>ochrata</i> Scopoli 1763	Sf			Szh	Fr		
<i>serpentata</i> Hufnagel 1767	Sf						
<i>aureolaria</i> Denis & Schiffenmüller 1775				Szh			
<i>muricata</i> Hufnagel 1767	Sf						
<i>rusticata</i> Denis & Schiffenmüller 1775	Sf				Fr		NI
<i>filicata</i> Hübner 1799	Sf						
<i>moniliata</i> Denis & Schiffenmüller 1775	Sf	Hb					
<i>sylvestraria</i> Hübner 1799	Sf						
<i>biselata</i> Hufnagel 1767	Sf	Sh		Szh	Fr		NI
<i>dilutaria</i> Hübner 1799	Sf			Szh			
<i>fuscovenosa</i> Goeze 1781	Sf						
<i>humiliata</i> Hufnagel 1767	Sf	Sh		Szh	Fr		
<i>politata</i> Hübner 1793	Sf						

<i>seriata</i> Schrank 1802	Sf						
<i>dimidiata</i> Hufnagel 1767	Sf	Sh		Szh	Fr		NI
<i>subsericeata</i> Haworth 1809	Sf				Fr		
<i>trigeminata</i> Hübner 1809	Sf						
<i>nitidata</i> Herrich-Schaeffer 1861	Sf			Szh			NI
<i>emarginata</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh					NI
<i>aversata</i> Linnaeus 1758	Sf			Szh			NI
<i>degeneraria</i> Hübner 1799	Sf			Szh			
<i>inornata</i> Haworth 1809	Sf			Szh			NI
<i>deversaria</i> Herrich-Schaeffer 1847	Sf			Szh			NI
Timandra							
<i>griseata</i> Petersen 1902	Sf	Sh		Szh	Fr		NI
Cyclophora							
<i>albipunctata</i> Hufnagel 1767	Sf	Sh					
<i>annulata</i> Schulze 1775	Sf			Szh	Fr		NI
<i>ruficiliaria</i> Herrich-Schaeffer 1855	Sf						
<i>quercimontaria</i> Bastelberger 1897	Sf						
<i>porata</i> Linnaeus 1767	Sf	Sh		Szh	Fr		
<i>punctaria</i> Linnaeus 1758	Sf						NI
<i>suppunctaria</i> Zeller 1847	Sf						
<i>linearia</i> Hübner 1799	Sf	Sh					NI
Scopula							
<i>inmorata</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh		Szh	Fr		
<i>umbelaria</i> Hübner 1813	Sf	Sh					
<i>nigropunctata</i> Hufnagel 1767	Sf	Sh		Szh			NI
<i>virgulata</i> Denis & Schiffenmüller 1775	Sf	Sh		Szh	Fr		NI
<i>ornata</i> Scopoli 1763	Sf	Sh					NI
<i>decorata</i> Denis & Schiffenmüller 1775	Sf						
<i>rubiginata</i> Hufnagel 1767	Sf						NI
<i>marginipunctata</i> Goeze	Sf						NI
<i>incanata</i> Linnaeus 1758	Sf						NI
<i>immutata</i> Linnaeus 1758	Sf				Fr		NI
<i>flaccidaria</i> Zeller 1852	Sf				Fr	Sr	
<i>floslactata</i> Haworth 1809	Sf						NI
<i>subpunctaria</i> Herrich-Schaeffer 1847	Sf						
Rhodostrophia							
<i>vibicaria</i> Clerck 1759	Sf	Sh	Hb	Szh	Fr		l
Abraxas							
<i>grossulariata</i> Linnaeus 1758	Sf			Szh	Fr		l
Lomaspilis							
<i>marginata</i> Linnaeus 1758	Sf			Szh	Fr		l

Ligdia							
<i>adustata</i> Fabricius 1775	Sf			Szh	Fr		I
Stegania							
<i>cararia</i> Hübner 1790			Hb				
<i>dilectaria</i> Hübner 1790					Fr		
Semiothisa							
<i>notata</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh		Szh			NI
<i>alternaria</i> Hübner 1799	Sf	Sh		Szh	Fr		NI
<i>signaria</i> Hübner 1809	Sf						
<i>liturata</i> Clerck 1759	Sf			Szh			NI
<i>clathrata</i> Linnaeus 1758	Sf			Szh	Fr		NI
<i>glarearia</i> Brahm 1791				Szh	Fr		
Diastictis							
<i>artesiaria</i> Denis & Schiffenmüller 1775	Sf						
Itame							
<i>wauaria</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh		Szh			
<i>fulvaria</i> de Villers 1789	Sf	Sh					
Narraga							
<i>tessularia</i> Metzner 1845					Fr		
Tephрина							
<i>murinaria</i> Denis & Schiffenmüller 1775					Fr		
<i>arenacearia</i> Denis & Schiffenmüller 1775	Sf				Fr		NI
Cepphis							
<i>advenaria</i> Hübner 1790	Sf	Sh					NI
Petrophora Hübner 1811							
<i>chlorosata</i> Scopoli 1763		Sh					
Plagodis							
<i>pulveraria</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh		Szh			NI
<i>dolabraria</i> Linnaeus 1758	Sf			Szh	Fr		NI
Opisthograptis							
<i>luteolata</i> Linnaeus 1758	Sf				Fr	Kh	NI
Epione Duponchel 1829							
<i>repandaria</i>	Sf	Sh	Hb				NL
Pseudopanthera							
<i>macularia</i> Linnaeus 1758		Sh		Szh			
Therapis							
<i>flavicaria</i> Denis & Schiffenmüller 1775	Sf			Szh			NI
Apeira							
<i>syringaria</i> Linnaeus 1758	Sf		Hb	Szh			NI
Epirranthis							
<i>diversata</i> Denis & Schiffenmüller 1775	Sf						

Ennomos							
<i>autumnarius</i> Werneburg 1859	Sf			Szh			NI
<i>quercinarius</i> Hufnagel 1767	Sf	Sh	Hb				NI
<i>alniarius</i> Linnaeus 1758	Sf						
<i>fuscantarius</i> Stephens 1809	Sf	Sh					NI
<i>quercarius</i> Hübner 1813 +	Sf						
<i>erosarius</i> Denis & Schiffenmüller 1775	Sf	Sh		Szh			
Selenia							
<i>dentaria</i> Fabricius 1775	Sf				Fr		
<i>lunularia</i> Hübner 1788	Sf			Szh			NI
<i>tetralunaria</i> Huufnagel 1767	Sf			Szh			NI
Artiora							
<i>evonymaria</i> Denis & Schiffermüller	Sf			Szh			NI
Odontopera							
<i>bidentata</i> Clerck 1759	Sf	Sh					
Crocallis							
<i>elinguiarius</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh					NI
<i>tusciarius</i> Borkhausen 1793	Sf						
Ourapteryx							
<i>sambucaria</i> Linnaeus 1758	Sf			Szh			
Colotois							
<i>pennaria</i> Linnaeus 1761	Sf	Sh		Szh	Fr	Kh	NI
Angerona							
<i>prunaria</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh		Szh			NI
Apocheima							
<i>hispidarium</i> Denis & Schiffermüller	Sf	Sh		Szh			NI
Phigalia							
<i>pilosaria</i> Denis & Schiffermüller	Sf	Sh		Szh			
Lycia							
<i>zonaria</i> Denis & Schiffermüller	Sf					Kh	NI
<i>hirtaria</i> Clerck 1759	Sf	Sh		Szh			NI
Biston							
<i>stratarius</i> Hufnagel 1767	Sf	Sh		Szh			NI
<i>betularius</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh		Szh	Fr	Kh	NI
Erannis							
<i>defoliaria</i> Clerck 1759	Sf	Sh		Szh			NI
Agriopis							
<i>leucophaearia</i> Denis & Schiffermüller	Sf	Sh		Szh			
<i>bajaria</i> Denis & Schiffermüller	Sf		Hb	Szh			
<i>aurantiaria</i> Hübner 1799	Sf	Sh					NI
<i>marginaria</i> Fabricius 1777	Sf	Sh		Szh			NI
Synopsia							

<i>sociaria</i> Hübner 1799	Sf			Szh			NI
Peribatodes							
<i>rhomboidarius</i> Denis & Schiffermüller	Sf	Sh		Szh	Fr		NI
<i>secundarius</i> Denis & Schiffermüller	Sf	Sh					
Selidosema							
<i>brunnearia</i> de Villers 1789	Sf	Sh					
Cleora							
<i>cinctaria</i> Denis & Schiffermüller	Sf	Sh					NI
Deileptenia							
<i>ribeata</i> Clerck 1759	Sf	Sh					
Alcis							
<i>repandata</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh		Szh			NI
<i>maculata</i> bastelbergeri Hirschke 1908	Sf	Sh	Hb				
Boarmia							
<i>danieli</i> Wehrli	Sf	Sh			Fr		NI
<i>punctinalis</i> Scopolo 1763	Sf						NI
<i>arenaria</i> Hufnagel 1767	Sf	Sh					NI
<i>viertlii</i> Bohatsch 1883	Sf						
Ascotis							
<i>selenarius</i> Denis & Schiffermüller	Sf	Sh		Szh	Fr		NI
Ectropis							
<i>bistortata</i> Goeze	Sf	Sh		Szh	Fr		NI
<i>extersaria</i> Hübner	Sf	Sh		Szh			NI
<i>consonaria</i> Hübner	Sf	Sh					
Aethalura							
<i>punctulata</i> Denis & Schiffermüller	Sf	Sh					
Ematurga							
<i>atomaria</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh		Szh	Fr		NI
Bupalus							
<i>piniarius</i> Linnaeus 1758	Sf			Szh	Fr		NI
Cabera							
<i>pusaria</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh			Fr		NI
<i>exanthemata</i> Scopoli 1763	Sf	Sh					
Lomographa							
<i>bimaculata</i> Fabricius 1775	Sf	Sh		Szh			NI
<i>temerata</i> Denis & Schiffermüller	Sf	Sh		Szh			NI
Theria							
<i>rupicaprararia</i> Denis & Schiffermüller	Sf						NI
Campaea							
<i>margaritata</i> Linnaeus 1767	Sf	Sh		Szh	Fr		NI
<i>honoraria</i> Denis & Schiffermüller	Sf	Sh					
Hylaea							

<i>fasciaria</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh	Hb					NI
Puengeleria								
<i>capreolaria</i> Denis & Schiffermüller	Sf	Sh						NI
Gnophos								
<i>furvatus</i> Linnaeus 1758	Sf							
<i>obscuratus</i> Denis & Schiffermüller	Sf							
Siona								
<i>lineata</i> Scopoli 1763	Sf							NI
Perconia								
<i>strigillaria</i> Hübner 1787 ++	Sf							
Pseudoterpna								
<i>pruinata</i> Hufnagel 1767	Sf		Hb					
Geometra								
<i>papilionaria</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh	Hb					
Comibaena								
<i>pustulata</i> Hufnagel 1767	Sf			Szh	Fr			NI
Thetidia								
<i>smaragdaria</i> Fabricius 1787	Sf		Hb	Szh				NI
Hemitea								
<i>aestivaria</i> Hübner 1799	Sf			Szh	Fr			
Chlorissa								
<i>viridata</i> Linnaeus 1758	Sf				Fr			NI
<i>cloraria</i> Hübner 1813	Sf							NI
Thalera								
<i>fimbrialis</i> Scopoli 1763	Sf			Szh	Fr			
Hemistola								
<i>chrysoprasaria</i> Esper 1794	Sf							NI
Jodis								
<i>lactearia</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh						
Noctuidae								
Heliothis								
<i>viriplaca</i> Hufnagel 1766	Sf							
<i>maritima</i> de Graslin 1855					Fr			NI
Pyrrhia								
<i>umbra</i> Hufnagel 1766	Sf			Szh	Fr			NI
Noctuinae								
Agrotis								
<i>cinerea</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf			Szh				NI
<i>segetum</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf			Szh	Fr			NI
<i>clavis</i> Hufnagel 1766	Sf							
<i>exclamationis</i> Linnaeus 1758	Sf			Szh	Fr			NI
<i>ipilon</i> Hufnagel 1766	Sf			Szh	Fr			NI

<i>crassa</i> Hübner 1803	Sf						
Euxoa							
<i>obelisca</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf	Sh					
<i>tritici</i> Linnaeus 1761		Sh					NI
<i>nigricans</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh					
<i>temera</i> Hübner 1808	Sf						
<i>aquilina</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf			Szh	Fr		
<i>decora</i> Denis & Schiffermüller 1775		Sh					
Rhyacia							
<i>simulans</i> Hufnagel 1766	Sf	Sh					
Chersotis							
<i>multangula</i> Hübner 1803		Sh					
<i>cuprea</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf						
Diarsia							
<i>mendica</i> Fabricius 1775	Sf						
<i>brunnea</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf	Sh					
<i>rubi</i> Vieweg 1790	Sf	Sh		Szh	Fr		
Peridroma							
<i>saucia</i> Hübner 1808		Hb					
Axylia							
<i>putris</i> Linnaeus 1861	Sf	Sh					NI
Ochropleura							
<i>plecta</i> Linnaeus 1761	Sf	Sh		Szh	Fr		NI
Noctua							
<i>promuba</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh		Szh	Fr		NI
<i>orbona</i> Hufnagel 1766				Szh	Fr		
<i>interposita</i> Hübner 1790	Sf			Szh	Fr		NI
<i>comes</i> Hübner 1813	Sf						NI
<i>fimbriata</i> Schreber 1759	Sf	Sh		Szh	Fr		NI
<i>janthe</i> Borkhausen 1792	Sf						
<i>janthina</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf	Sh		Szh			NI
Epilecta							
<i>linogrisea</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf	Sh					
Spaelotis							
<i>ravida</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf						
Opigena							
<i>polygona</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf	Sh	Hb	Szh	Fr		
Eugnorisma							
<i>depuncta</i> Linnaeus 1761	Sf	Sh		Szh	Fr		NI
Eugraphe							
<i>sigma</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf		Hb				

Lycophotia						
<i>porphyrea</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf					
Megasema						
<i>c-nigrum</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh		Szh	Fr	NI
<i>ditrapezium</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf					NI
<i>triangulum</i> Hufnagel 1766	Sf	Sh		Szh	Fr	NI
Xestia						
<i>baja</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf	Sh				NI
<i>rhomboidea</i> Esper 1790	Sf	Sh				NI
<i>castanea</i> Esper 1798	Sf	Sh				
<i>xanthographa</i> Denis & Schiffermüller	Sf	Sh		Szh	Fr	NI
Naenia						
<i>typica</i> Linnaeus 1758		Hb				
Eurois						
<i>occulta</i> Linnaeus 1758	Sf					
Anaplectoides						
<i>prasina</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf	Sh	Hb			
Cerastis						
<i>rubricosa</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf	Sh		Szh		NI
<i>leucographa</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf			Szh		
Cucullia						
<i>fraudatrix</i> Eversmann 1837					Fr	
<i>artemisiae</i> Hufnagel 1766		Hb			Fr	
<i>chamomillae</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf	Sh				
<i>lucifuga</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf					
<i>lactucae</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf	Sh				
<i>campanulae</i> Freyer 1831	Sf					
<i>umbratica</i> Linnaeus 1758	Sf			Szh	Fr	NI
Shargacucullia						
<i>scrophulariae</i> Denis & Schiffermüller	Sf	Sh		Szh		
<i>verbasci</i> Linnaeus 1758	Sf					
<i>prenanthis</i> Boisduval 1850	Sf	Sh				
Calophasia						
<i>lunula</i> Hufnagel 1766	Sf					NI
Omphalophana						
<i>antirrhinii</i> Hübner 1803	Sf					
Asteroscopus						
<i>sphinx</i> Hufnagel 1766	Sf	Sh		Szh		NI
Brachionycha						
<i>nubeculosa</i> Esper 1785	Sf	Sh				NI
Allophyes						
<i>oxyacanthae</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh		Szh		NI

Valeria							
<i>oleagina</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf	Sh					NI
Episema							
<i>tersa</i> Denis & Schiffermüller	Sf						
Cleoceris							
<i>scoriacea</i> Esper 1789	Sf						NI
Mythimna							
<i>turca</i> Linnaeus 1761	Sf	Sh		Szh	Fr		NI
Aletia							
<i>conigera</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf	Sh		Szh			NI
<i>ferrago</i> Fabricius 1787	Sf	Sh		Szh	Fr		NI
<i>albipuncta</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf	Sh		Szh	Fr		NI
<i>vitellina</i> Hübner 1808	Sf						
<i>pudorina</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf	Sh		Szh	Fr		NI
<i>straminea</i> Treitschke 1825	Sf	Sh		Szh	Fr		
<i>pallens</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh		Szh	Fr		
<i>impura</i> Hübner 1808	Sf	Sh		Szh	Fr		
<i>l-album</i> Linnaeus 1767	Sf			Szh	Fr		NI
Leucania							
<i>comma</i> Linnaeus 1761	Sf						
<i>obsoleta</i> Hübner 1803	Sf	Sh		Szh	Fr		NI
Discestra							
<i>trifolii</i> Hufnagel 1766	Sf	Sh			Fr		NI
Hada							
<i>nana</i> Hufnagel 1766	Sf	Sh					
Lasionycta							
<i>proxima</i> Hübner 1809			Hb				
Polia							
<i>bombycina</i> Hufnagel 1766	Sf						NI
<i>nebulosa</i> Hufnagel 1766	Sf	Sh					
Pachetra							
<i>sagittigera</i> Hufnagel 1766	Sf	Sh					
Heliophobus							
<i>reticulata</i> Goeze 1781	Sf				Fr		
Mamestra							
<i>brassicae</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh			Fr		NI
Melanchra							
<i>persicariae</i> Linnaeus 1761	Sf	Sh			Fr		NI
<i>pisi</i> Linnaeus 1758	Sf						
Lacanobia							
<i>w-latinum</i> Hufnagel 1766	Sf						
<i>aliena</i> Hübner 1809	Sf						

Diataraxia							
<i>contigua</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf	Sh			Fr		NI
<i>thalassina</i> Hufnagel 1766	Sf				Fr		NI
<i>suasa</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf			Szh	Fr		NI
<i>splendens</i> Hübner 1808				Szh			
<i>oleracea</i> Linnaeus 1758	Sf	Szh			Fr		NI
Hecatera							
<i>bicolorata</i> Hufnagel 1766	Sf						
Aneda							
<i>rivularis</i> Fabricius 1775	Sf				Fr		NI
Anepia							
<i>perplexa</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf				Fr		
Hadena							
<i>luteago</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf						NI
<i>confusa</i> Hufnagel, 1766	Sf			Szh			
<i>compta</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf		Hb				
<i>bicruris</i> Hufnagel 1766	Sf		Hb				
<i>filigrana</i> Esper 1788	Sf			Szh			
Cerapteryx							
<i>graminis</i> Linnaeus 1758	Sf						
Tholera							
<i>cespitis</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf	Sh		Szh	Fr		NI
<i>decimalis</i> Poda 1761	Sf	Sh		Szh	Fr		NI
Panolis							
<i>flammea</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf	Sh		Szh		Kh	NI
Semiophora							
<i>gothica</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf	Sh		Szh			NI
Anorthoa							
<i>munda</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf	Sh		Szh			NI
Microrthosia							
<i>cruda</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf	Sh		Szh			NI
Monima							
<i>miniosa</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf			Szh			NI
<i>opima</i> Hübner 1809	Sf	Sh					NI
<i>populeti</i> Fabricius 1781	Sf	Sh					NI
<i>cerasi</i> Fabricius 1775 (<i>stabilis</i>)	Sf			Szh			NI
Cororthosia							
<i>gracilis</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf			Szh			NI
Orthosia							
<i>incerta</i> Hufnagel 1766	Sf	Sh		Szh			NI
Egira							
<i>conspicillaris</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh		Szh			NI

Jodia							
<i>croceago</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf						NI
Conistra							
<i>vaccinii</i> Linnaeus 1761	Sf		Szh	Fr			NI
<i>ligula</i> Esper 1791	Sf						NI
<i>rubiginosa</i> Scopoli 1763	Sf		Szh				NI
<i>veronicae</i> Hübner 1813	Sf						
Dasycampa							
<i>rubiginea</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf	Sh	Szh				NI
<i>erythrocephala</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf	Sh					NI
Sunira							
<i>circellaris</i> Hufnagel 1766 (<i>Amathes c.</i>)	Sf		Szh	Fr			NI
Anchoscelis							
<i>nitida</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf		Szh				NI
<i>helvola</i> Linnaeus, 1758	Sf		Szh				NI
<i>humilis</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf		Szh	Fr			NI
Agrolitha							
<i>litura</i> Linnaeus 1758	Sf		Szh	Fr			NI
Agrochola							
<i>lychnidis</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf		Szh	Fr			NI
Propenistra							
<i>laevis</i> Hübner 1803	Sf	Sh					NI
Leptologia							
<i>lota</i> Clerck 1759	Sf						NI
<i>macilenta</i> Hübner 1809	Sf		Szh				NI
Atethmia							
<i>centrago</i> Haworth 1809 (<i>xerampelina</i>)	Sf						NI
Xanthia							
<i>togata</i> Esper 1788 (<i>Cosmia lutea</i>)	Sf		Hb				NI
Cirrhia							
<i>icteritia</i> Hufnagel 1766 (<i>fulvago</i>)	Sf	Sh	Hb	Szh	Fr		NI
<i>gilvago</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf						NI
<i>ocellaris</i> Borkhausen 1792	Sf	Sh					NI
Tiliacea							
<i>aurago</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf	Sh	Hb	Szh			NI
<i>fulvago</i> Clerck 1759	Sf	Sh		Szh			NI
<i>citrago</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh		Szh	Fr		NI
Mesogona							
<i>oxalina</i> Hübner 1803					Fr		NI
<i>acetosellae</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf	Sh					
Brachylomia							
<i>viminalis</i> Fabricius 1776	Sf		Hb				

Antitype							
<i>chi</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh					
Ammonoconia							
<i>caecimacula</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf	Sh		Szh	Fr		NI
Aporophila							
<i>lutulenta</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf						NI
Lithophane							
<i>semibrunnea</i> Haworth 1809	Sf						
<i>hepatica</i> Clerck 1759 (<i>L. socia</i>)	Sf	Sh					
<i>ornitopus</i> Hufnagel 1766	Sf	Sh		Szh			NI
<i>furcifera</i> Hufnagel 1766	Sf						
Eupsilia							
<i>transversa</i> Hufnagel 1766	Sf	Sh		Szh			NI
Xylena							
<i>vetusta</i> Hübner 1813	Sf	Sh					
<i>exsoleta</i> Linnaeus 1758	Sf						NI
Dichonia							
<i>aprilina</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh					NI
<i>convergens</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf	Sh		Szh			
Dryobotodes							
<i>eremita</i> Fabricius 1775	Sf		Hb				
<i>monochroma</i> Esper 1790	Sf						NI
Mniotype							
<i>adusta</i> Esper 1790	Sf						NI
<i>satura</i> Esper 1790	Sf			Szh	Fr		NI
Apamea							
<i>monoglypha</i> Hufnagel 1766	Sf	Sh		Szh	Fr		NI
<i>sicula tallosi</i> Kovács & Varga 1969	Sf						
<i>lithoxylea</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf			Szh			
<i>sublustris</i> Esper 1788	Sf			Szh	Fr		
<i>crenata</i> Hufnagel 1766	Sf	Sh					
<i>characteraea</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf						
<i>aquila</i> Donzel 1837			Hb				
<i>lateritia</i> Hufnagel 1766	Sf	Sh					
<i>furva</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf						
<i>remissa</i> Hübner 1809	Sf		Hb				
<i>unanimis</i> Hübner 1813	Sf						
<i>illyria</i> Freyer 1846	Sf						
<i>anceps</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf						
<i>sordens</i> Hufnagel 1766	Sf				Fr		NI
<i>scolopacina</i> Esper 1788	Sf	Sh	Hb				NI

<i>Pabulatrix</i>							
<i>pabulatricula</i> Brahm 1791	Sf						NI
<i>Leucapamea</i>							
<i>ophiogramma</i> Esper 1794 (<i>Parastichtis</i>)	Sf				Fr		NI
<i>Oligia</i>							
<i>strigilis</i> Linnaeus 1758	Sf			Szh	Fr		NI
<i>versicolor</i> Borkhausen 1792	Sf						
<i>latruncula</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf						
<i>Mesoligia</i>							
<i>furuncula</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf				Fr		
<i>literosa</i> Haworth 1809	Sf	Sh					
<i>Mesapamea</i>							
<i>secalis</i> Linnaeus 1758	Sf				Fr		NI
<i>Photedes</i>							
<i>minima</i> Haworth 1809	Sf						
<i>Chortodes</i>							
<i>extrema</i> Hübner 1809	Sf						NI
<i>morrisii</i> Morris 1837	Sf						
<i>fluxa</i> Hübner 1809 (<i>Arenostola f.</i>)	Sf		Hb	Szh	Fr		
<i>pygmina</i> Haworth 1809 (<i>Arenostola p.</i>)	Sf				Fr		NI
<i>Eremobia</i>							
<i>ochroleuca</i> Denis & Schiffermüller 1775				Szh	Fr	Fb	NI
<i>Luperina</i>							
<i>testacea</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf						NI
<i>Amphipoea</i>							
<i>oculea</i> Linnaeus 1761	Sf						
<i>fucosa</i> Freyer 1830	Sf						
<i>Hydraecia</i>							
<i>micacea</i> Esper 1789	Sf	Sh					NI
<i>Gortyna</i>							
<i>flavago</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf	Sh		Szh	Fr		NI
<i>Calamia</i>							
<i>tridens</i> Hufnagel 1766 (<i>C. virens</i>)	Sf					Kh	
<i>Celaena</i>							
<i>leucostigma</i> Hübner 1808 (<i>Gortyna l.</i>)					Fr	Fb	
<i>Nonagria</i>							
<i>typhae</i> Thunberg 1784					Fr		
<i>Archanara</i>							
<i>sparganii</i> Esper 1790					Fr	Kh	
<i>Rhizedra</i>							
<i>lutosa</i> Hübner 1803					Fr		NI

Sedina							
<i>buettneri</i> Hering 1858	Sf				Fr		
Arenostola							
<i>phragmitidis</i> Hübner 1803					Fr	Fb	
Oria							
<i>musculosa</i> Hübner 1808						Pi	
Charanyca							
<i>trigrammica</i> Hufnagel 1766 (<i>Meristis t.</i>)	Sf						
Dypterygia							
<i>scabriuscula</i> Linnaeus 1758	Sf						NI
Rusina							
<i>ferruginea</i> Esper 1785	Sf			Szh			NI
Thalophila							
<i>matura</i> Hufnagel 1766	Sf				Fr	Fb	NI
Trachea							
<i>atriplicis</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh		Szh	Fr		NI
Euplexia							
<i>lucipara</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh					
Phlogophora							
<i>meticulosa</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh		Szh	Fr		NI
Eucarta							
<i>virgo</i> Treitschke 1835 (<i>Callagonia v.</i>)	Sf				Fr		
Ipimorpha							
<i>retusa</i> Linnaeus 1761	Sf						
<i>subtusa</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf		Hb		Fr		
Enargia							
<i>paleacea</i> Esper 1788			Hb				
<i>ypsillon</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf						NI
Parastichtis							
<i>suspecta</i> Hübner 1817	Sf						
Cosmia							
<i>affinis</i> Linnaeus 1767	Sf						
<i>pyralina</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf	Sh		Szh			NI
<i>trapezina</i> Linnaeus 1758	Sf						
Actinotia							
<i>polyodon</i> Clerck 1759	Sf	Sh			Fr		NI
<i>hyperici</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf						
Caradrina							
<i>morpheus</i> Hufnagel 1766	Sf			Szh	Fr		NI
Platyperigea							
<i>terrea</i> Freyer 1840	Sf						
<i>aspersa</i> Rambur 1834	Sf						

<i>kadenii</i> Freyer 1836	Sf				Fr		
Paradrina							
<i>clavipalpis</i> Scopoli 1763	Sf	Sh			Fr		
Eremodrina							
<i>gilva</i> Donzel 1837	Sf						
Hoplodrina							
<i>octogenaria</i> Goeze 1781	Sf			Sz	Fr		NI
<i>blanda</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf	Sh					NI
<i>superstes</i> Ochseneimer 1816	Sf						
<i>respersa</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf						
<i>ambigua</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf	Sh		Szh			NI
Atypha							
<i>pulmonaris</i> Esper 1790	Sf		Hb	Szh	Fr		
Chilodes							
<i>maritima</i> Tauscher 1806					Fr		
Athetis							
<i>gluteosa</i> Treitschke 1835	Sf						
<i>pallustris</i> Hübner 1808	Sf						
<i>furvula</i> Hübner 1808	Sf						NI
<i>lepigone</i> Mäschler 1860	Sf	Sh					NI
Acosmetia							
<i>caliginosa</i> Hübner 1813	Sf						
Simyra							
<i>albovenosa</i> Goeze 1781				Szh	Fr		
Moma							
<i>alpium</i> Osbeck 1778	Sf						
Subacronicta							
<i>megacephala</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf				Fr		NI
Acronicta							
<i>aceris</i> Denis & Schiffermüller 1775		Hb					
<i>leporina</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf	Sh	Hb				
<i>alni</i> Linnaeus 1767		Sh	Hb				NI
<i>cuspis</i> Hübner 1813							NI
<i>tridens</i> Denis & Schiffermüller 1775		Sh					
<i>psi</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh					
Viminia							
<i>euphorbiae</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf						
<i>auricoma</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf	Sh		Szh			NI
<i>rumicis</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh		Szh	Fr		NI
Craniophora							
<i>ligustri</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sh			Szh			NI

Cryphia							
<i>receptricula</i> Hübner 1803	Sf						
<i>fraudatricula</i> Hübner 1803	Sf	Sh		Szh	Fr		
Bryoleuca Hampson 1908							
<i>ereptricula</i> Treitschke 1825	Sf	Sh					
<i>raptricula</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf						
Bryophila Treitschke 1825							
<i>domestica</i> Hufnagel 1766	Sf			Szh			
Odice							
<i>arcuinna</i> Hübner 1790 (<i>Eublemma a.</i>)		Sh					
Eublemma							
<i>repersa</i> Hübner 1790 (<i>Porphyrinia r.</i>)	Sf						
<i>purpurina</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf				Fr		NI
Protodeltote							
<i>pygarga</i> Hufnagel 1766 (<i>Jaspidia p.</i>)	Sf	Sh		Szh			NI
Pseudeustrotia							
<i>candidula</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf			Szh	Fr		NI
Deltote							
<i>uncula</i> Clerck 1759 (<i>Eustrotia u.</i>)	Sf				Fr		
<i>bankiana</i> Fabricius 1775 (<i>Eustrotia b.</i>)					Fr		
<i>deceptor</i> Scopoli 1763 (<i>Jaspidia d.</i>)	Sf	Sh					NI
Elaphria							
<i>venustula</i> Hübner 1790 (<i>Psylomonodes v.</i>)	Sf				Fr		NI
Emmelia Hübner 1821							
<i>trabealis</i> Scopoli 1863		Sh		Szh	Fr		NI
Acontia							
<i>lucida</i> Hufnagel 1766 (<i>Tarache l.</i>)				Szh			NI
Earias Hübner 1825							
<i>clorana</i> Linnaeus 1761	Sf				Fr		NI
<i>vernana</i> Fabricius 1787	Sf			Szh			NI
Bena							
<i>prasinana</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh		Szh			NI
Pseudoips							
<i>fagana</i> Fabricius 1781 (<i>Hylophila f.</i>)	Sf	Sh		Szh	Fr		NI
Nycteola							
<i>asiatica</i> Krulikovsky 1904					Fr		
<i>degenerana</i> Hübner 1799	Sf						
<i>revayana</i> Scopoli 1772	Sf						
Panthea							
<i>coenobita</i> Esper 1785	Sf	Sh	Hb				
Colocasia							
<i>coryli</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh		Szh	Fr		NI

Abrostola							
<i>triplasia</i> Linnaeus 1758	Sf			Szh	Fr		
<i>trigemina</i> Werneburg 1864	Sf			Szh			
<i>asclepiadis</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf						NI
Euchalcia							
<i>modestoides</i> Poole 1989 (<i>E. modesta</i>)	Sf	Sh				Kh	
Panchrysia							
<i>deaurata</i> Esper 1787	Sf						
Diachrysia Hübner 1821							
<i>chrysis</i> Linnaeus 1758 (<i>Plusia c.</i>)	Sf	Sh		Sh	Fr		NI
<i>chryson</i> Esper 1789 (<i>Plusia c.</i>)	Sf	Sh			Fr		NI
Plusia							
<i>festucae</i> Linnaeus 1758 (<i>Chryspidia f.</i>)				Szh			
Macdunnoughia							
<i>confusa</i> Stephens 1850	Sf	Sh		Szh	Fr		
Autographa							
<i>gamma</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh		Szh	Fr		NI
<i>pulchrina</i> Haworth 1809	Sf	Sh		Szh			
<i>jota</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh					
<i>bractea</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf	Sh	Hb				
Catocala							
<i>fraxini</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh	Hb				
<i>nupta</i> Linnaeus 1767	Sf		Hb				
<i>elocata</i> Esper 1787	Sf						NI
<i>puerpera</i> Gioma 1791	Sf						
<i>fulminea</i> Scopoli 1763 (<i>Ephesia paranympa</i>)				Szh	Fr		
Ephesia							
<i>hymenaea</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf						
Euclidia							
<i>glyphica</i> Linnaeus 1758 (<i>Ectypa g.</i>)	Sf	Sh		Szh	Fr		
Amphipyra							
<i>pyramidea</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh		Szh			
<i>berbera</i> Rungs 1949			Hb				
<i>tragopoginis</i> Clerck 1759	Sf				Fr		NI
Catephia							
<i>alchymista</i> Denis & Schiffermüller 1775						Kh	
Aedia							
<i>funesta</i> Esper 1766	Sf	Sh		Szh			
Tyta							
<i>luctuosa</i> Denis & Schiffermüller 1775	Sf			Szh	Fr		NI
Lygephila							
<i>lusoria</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh	Hb	Szh			

<i>pastinum</i> Treitschke 1825	Sf			Szh	Fr		NI
<i>viciae</i> Hübner 1822	Sf	Sh					
<i>cracca</i> Denis & Schiffmüller 1775	Sf	Sh					
Scoliopteryx							
<i>libatrix</i> Linnaeus 1758	Sf					Kh	NI
Minucia							
<i>lunaris</i> Denis & Schiffmüller 1775	Sf	Sh		Szh			NI
Laspeyria							
<i>flexula</i> Denis & Schiffmüller 1775	Sf						
Parascotia							
<i>fuliginaria</i> Linnaeus 1761	Sf				Fr		
Idia							
<i>calvaria</i> Denis & Schiffmüller 1775	Sf						
Phytometra							
<i>viridaria</i> Clerck 1759 (<i>Prothymia</i> v.)	Sf	Sh			Fr		NI
Colobochyla							
<i>salicalis</i> Denis & Schiffmüller 1775	Sf						
Rivula							
<i>sericealis</i> Scopoli 1763	Sf	Sh		Szh	Fr		NI
Simplicia							
<i>rectalis</i> Eversmann 1842	Sf					Pi	
Macrochilo Hübner 1821 (<i>Chytolitha</i>)							
<i>cribrumalis</i> Hübner 1790 (<i>Chytolitha</i> c.)	Sf				Fr		
Polygogon							
<i>terracularia</i> Linnaeus 1758 (<i>Macrochilo</i> t.)	Sf	Sh		Szh	Fr		
<i>gryphalis</i> Herrich-Schaeffer 1851	Sf						
<i>strigilata</i> Linnaeus 1758 (<i>Herminia barbalis</i>)	Sf	Sh					
<i>lunalis</i> Scopoli 1763 (<i>Zanclognatha</i> l.)	Sf						
Herminia							
<i>tarsipennalis</i> Treitschke 1835	Sf						NI
<i>tarsicrinalis</i> Knoch 1782 <i>Zanclognatha</i> t.	Sf	Sh					NI
<i>grisealis</i> Denis & Schiffmüller 1775	Sf	Sh		Szh	Fr		NI
<i>temialis</i> Rebel 1899 <i>Zanclognatha</i> t.	Sf						
Trisateles							
<i>emortualis</i> Denis & Schiffmüller 1775	Sf	Sh					NI
Paracolax							
<i>tristalis</i> Fabricius 1794 (<i>P. glaucinalis</i>)	Sf			Szh			NI
Bomolocha Hübner 1825							
<i>crassalis</i> Fabricius 1787	Sf	Sh					
Hypena							
<i>rostralis</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh		Szh	Fr		NI
<i>proboscidalis</i> Linnaeus 1758	Sf	Sh		Szh	Fr		

Schrankia							
<i>costaestrigalis</i> Stephens 1834 (<i>Hypenodes c.</i>)	Sf						
<i>taenialis</i> Hübner 1809 (<i>Hypenodes t.</i>)	Sf					Fb	

KÖSZÖNETNYILVÁNYÍTÁS

E dolgozat az OTKA T 023284 és T 023296 által támogatott.

IRODALOM:

- Danszky I. 1963: Nyugatdunántúl erdőgazdsági tájcsoport. OEF. Budapest.
Mayer A. 1968: Magyarország erdőtársulásai. Akadémia Kiadó, Budapest.
Soó R. 1966–1980: A magyar flóra és vegetáció rendszertani, növényföldrajzi
kézikönyve I–V. Akadémia kiadó, Budapest.
Varga Z. 1964: Magyarország állatföldrajzi beosztása a nagylepkefauna komponensei
alapján. Folia Ent. hung. 8:119–145.

VIZSGÁLATOK KOCSÁNYOS TÖLGYEK RÜGYFAKADÁSÁVAL KAPCSOLATBAN

CSÓKA GYÖRGY, HIRKA ANIKÓ, KMETTY LÁSZLÓ, KIS LÁSZLÓNÉ

ÖSSZEFOGLALÓ

Az ERTI Gödöllői Arborétumában 3 éven keresztül (1994–1996.) vizsgáltuk 50, két különböző származású kocsányos tölgy rügyfakadási jellegzetességeit. A két származás között a rügyfakadás idejét tekintve számottevő különbségek mutatkoztak. A legkorábban és a legkésőbb fakadó egyedek rügyfakadásában a három év átlagában 26,3 nap különbség adódott. Az egyedileg jellemző rügyfakadási idő minden egyednél nagyfokú állandóságot mutatott, a koránfakadó egyedek mindhárom évben korán, a későnfakadók mindhárom évben későn fakadtak.

KULCSSZAVAK: kocsányos tölgy, *Quercus robur*, rügyfakadási fenológia

ABSTRACT

Budburst characteristics of 50 sample oak trees from two different provenances were studied in three years (1994–1996.) in the Gödöllő Arboretum of the Forest Research Institute. Significant difference was found between the average budburst time of the trees of the different provenances. In average of the three years 26.3 days difference was found between the earliest and latest budburst trees. The individual trees keep their budburst characteristics strongly. The early budburst trees opened their buds early in every year and the late budburst trees late in every year.

KEYWORDS: pedunculate oak, *Quercus robur*, budburst phenology

BEVEZETÉS

A legtöbb növény – így az erdei fák is – igen jelentős fajon belüli változatosságot mutat legtöbb morfológiai és fiziológiai jellemzői vonatkozásában. Ezen eltérő tulajdonságok nagymértékben befolyásolhatják a környezethez való alkalmazkodást, ezáltal pedig növekedésüket, szaporodóképességüket.

Igen jelentős eltérések mutatkoznak például az azonos termőhelyen álló, azonos korú kocsányos tölgy faegyedek rügyfakadási idejében is. A legkorábban és a legkésőbb fakadó egyedek között akár több hetes eltérés is lehet. Ezek a különbségek igen jelentős mértékben befolyásolhatják például az egyedek fagyérzékenységét, a makktermés mennyiségét, illetve egyes herbivor rovarok elleni rezisztenciájukat (Crawley és Aktheruzzaman, 1988; Hunter, 1992; Csóka, 1994, 1997a,b; Csóka és Hirka,

1997). Vizsgálataink során arra kerestünk választ, hogy a rügyfakadási időt tekintve milyen különbségek vannak a koránfakadó és a későnfakadó egyedek között, illetve hogy a kocsányos tölgy egyedek milyen mértékben tartják egyedspecifikus rügyfakadási idejüket.

MÓDSZER

A vizsgálatokat az Erdészeti Tudományos Intézet Gödöllői Arborétumában létesített kocsányos tölgy makktermő plantázisban végeztük. 1994–1996 között 2 különböző származású, 50 azonos korú (30 éves) mintafán vizsgáltuk a rügyfakadás folyamatát, annak egyedspecifikus jellemzőit. 26 mintafa az 1-es származáshoz (Sopronkövesd), 24 fa pedig a 2-es származáshoz (Szany) tartozott. Március végétől június közepéig 1–3 naponként minden faegyedet egyedileg pontoztunk az alábbi rendszer szerint:

- 0: a rügyfakadásnak semmi jele nem látható,
- 1: a rügy pikkelyek fellazulnak, közöttük láthatóvá válik a zöld szín,
- 2: a rügy jelentősen megduzzad, megnyúlik, színe már túlnyomórészt zöldes,
- 3: a levelek, illetve a virágok a rügy csúcsánál kibukkannak,
- 4: a virágzati tengelyek, illetve a levelek különállva lógnak,
- 5: a pollen hullik, a porzók elszáradnak,
- 6: a levelek megkeményednek, eléri végleges színüket.

A fent bemutatott kategóriák néhány módosítással *Crawley és Aktheruzzaman (1988)* osztályozását követik. A teljes lombfakadást követően a faegyedekhez rendelt pontszámokat összegeztük, az így kapott összesített pontszámok segítségével az 50 mintafára rügyfakadási rangsort kaptunk. A legnagyobb pontértékű fát tekintjük a legkorábban fakadónak, a legkisebb pontszámút pedig a legkésőbbinek. Az egyes évekre kapott sorrendeket, illetve pontszámokat korrelálva kaptunk képet arra vonatkozóan, hogy a rügyfakadási idő mennyiben állandó egyedi jellege a fának. A rügyfakadási rangszámokat a két származásra külön-külön is átlagoltuk, így képet nyertünk azok rügyfakadásában mutatkozó különbségekre.

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

Rügyfakadás a két különböző származásnál

Az 1. és 2. táblázatok alapján látható, hogy a 2-es származás (Szany) egyedei jelentősen korábban fakadnak, mint az 1-es származás (Sopronkövesd) fái. A vizsgált 3 év átlagában a két származás átlagos rügyfakadási rangszámában igen jelentős, 9,6-es különbség adódik. Ugyanez a különbség rügyfakadási pontszámban kifejezve átlagosan 13,4-nek adódik. Ez gyakorlatilag azt jelenti, hogy a szanyi származás fái átlagosan mintegy 4–5 nappal korábban fakadnak, mint a sopronkövesdiek.

1. táblázat Átlagos rügyfakadási rangszámok a két származásnál

Év	1-es származás (Sopronkövesd)	2-es származás (Szany)
1994	32	19
1995	29	22
1996	30	21

2. táblázat Átlagos rügyfakadási pontszámok a két származásnál

Év	1-es származás (Sopronkövesd)	2-es származás (Szany)
1994	159	135
1995	132	126
1996	110	100

Az 1995-ös és az 1996-os évek alacsonyabb rügyfakadási pontszámai arra utalnak, hogy a rügyfakadás az időjárási viszonyok függvényében 1995-ben és 1996-ban rövidebb idő alatt zajlott le, mint 1994-ben. A rügyfakadás átlagos időtartama egyébként 1994-ben 44, 1995-ben 39, 1996-ban pedig 37 nap volt.

Eltérések a koránfakadó és későnfakadó egyedek között

A 3. táblázatban látható, hogy a legkorábbi és a legkésőbbi fák között a rügyfakadás kezdetében 1994-ben 31 nap, 1995-ben 29 nap, 1996-ban pedig 19 nap különbség volt. A rügyfakadást legkorábban, illetve legkésőbb befejező faegyedek közötti különbség 24, 43 és 32 nap volt. Ha mindegyik rügyfakadási stádiumban mutatkozó különbséget átlagoljuk, a vizsgált 3 év átlagában a legkorábbi és legkésőbbi fakadású fa között 26,3 nap, azaz közel 4 hét időbeli eltérést tapasztalunk.

3. táblázat Eltérések a legkorábbi és legkésőbbi fák egyes rügyfakadási stádiumaiban

RF stádium Év	1	2	3	4	5	6	ÁTLAG
1994	31	31	30	25	29	24	28,3
1995	29	15	19	33	31	43	28,3
1996	19	19	20	24	20	32	22,3
ÁTLAG	26,3	21,7	23,0	27,3	26,7	33	26,3

Rügyfakadási idő állandósága a vizsgált 50 fánál

Amint az a 4. és 5. táblázatból, illetve az 1. és 2. ábráról is látható, bármely vizsgált év rügyfakadási sorrendje, illetve a faegyedek rügyfakadási pontszáma rendkívül szoros pozitív korrelációt mutat az előző évek bármelyikének rügyfakadási sor-

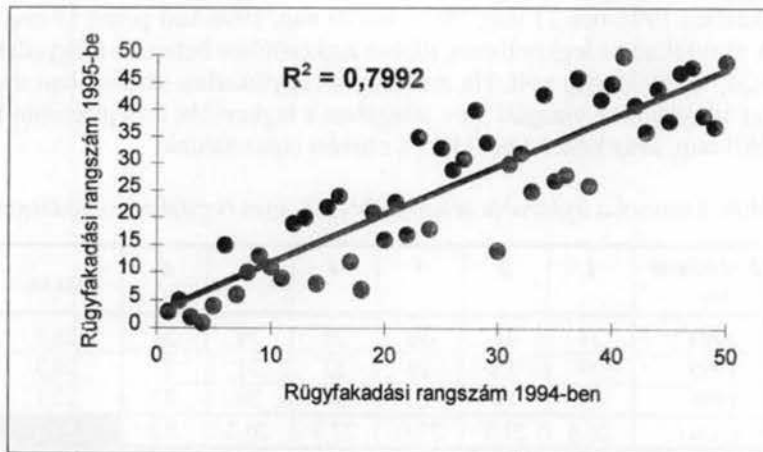
rendjével, illetve rügyfakadási pontszámával. Azaz a rügyfakadás idejét a faegyedek igen erősen tartották, tehát az 1994-ben korán fakadó egyedek a következő években is korán fakadtak, a későn fakadók pedig ennek megfelelően későn fakadtak a vizsgálat 2. és 3. évében is. Ezen a pozitív korrelációk szignifikancia-szintje minden esetben meghaladta a 99,9 %-os szintet.

4. táblázat r^2 értékek az egyes évek rügyfakadási rangsora közötti korrelációkra

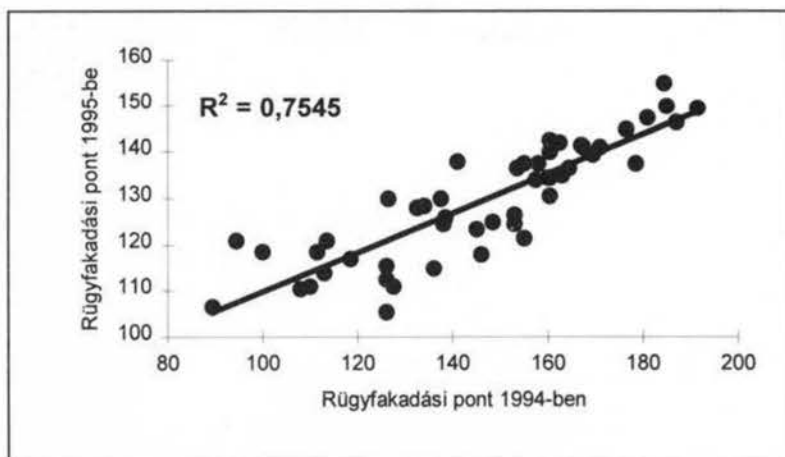
Év	1994	1995	1996
1994	X	0,7992	0,8365
1995		X	0,8510
1996			X

5. táblázat r^2 értékek az egyes évek rügyfakadási pontszáma közötti korrelációkra

Év	1994	1995	1996
1994	X	0,7545	0,8687
1995		X	0,8365
1996			X



1. ábra Összefüggés az egyes fák 1994. és 1995. évi rügyfakadási rangszáma között
Fig.1. Correlation between the budburst rank of the sample trees in 1994 and in 1995



2. ábra Összefüggés az egyes fák 1994. és 1995. évi rügyfakadási pontszáma között
Fig.1. Correlation between the budburst scores of the sample trees in 1994 and in 1995

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A vizsgálatokat az F 012729 számú OTKA pályázat támogatta, amiért ezúton is köszönetet mondunk.

IRODALOM

- Crawley, M.J. 1985. Reduction in oak fecundity by low-density herbivore populations. *Nature*, 314:163–164.
- Crawley, M.J., Aktheruzzaman, M. 1988. Individual variation in the phenology of oak trees and its consequences for herbivorous insects. *Functional Ecology*, 2: 409–415.
- Csóka, Gy. 1994. Variation in *Quercus robur* susceptibility to galling wasps (Hymenoptera: Cynipidae) linked to tree phenology. In: *Ecology and evolution of gall-forming insects* (eds: Price, P.P., Mattson, W.J., Baranchikov, Y.) USDA NC-174. 148–152.
- Csóka, Gy. 1997a. Gubacsok- Plant galls. AGROINFORM, Bp., 1997.
- Csóka, Gy. 1997b. Gall wasp manipulation of oak catkin structure and longevity. *Cecidology* 12.1. 9–10.
- Csóka, Gy., Hirka A. 1997. A kocsányos tölgy (*Quercus robur* L.) egyedspecifikus rügyfakadási ideje, és ennek hatása egyes herbivór rovarok denzitására. IV. Magyar Ökológus Kongresszus előadásainak és posztereinek összefoglalói.
- Hunter, M.D.1992. A variable insect-plant interaction: the relationship between tree budburst phenology and population levels of insect herbivores among trees. *Ecological Entomology*, 16:91–95.

A MAGYARORSZÁGON HONOS TÖLGYEK HERBIVOR ROVAREGYÜTTESE

CSÓKA GYÖRGY

ÖSSZEFOGLALÓ

Ez idáig 8 rendbe tartozó, 630 herbivor rovarfajról tudjuk, hogy nálunk honos tölgyeken, illetve azokon is táplálkozik. Ez egyben azt is jelenti, hogy a tölgyek kimagaslóan a legtöbb herbivor rovarfajt tartják el. A legnagyobb fajszámmal a *Lepidoptera* rend (292) képviselteti magát, ezt követi a *Hymenoptera* (132) és a *Coleoptera* (123). Ez a 3 rend adja a teljes fajszám 87 %-át. 277 faj (44 %) obligát tölgy specialista, azaz a tölgyeken kívül más tápnövényen nem képes megélni. A hazai tölgy fajok area nagysága pozitív korrelációban áll a rajtuk élő herbivor rovarfajok számával, azaz a legnagyobb elterjedési területtel bíró *Quercus robur* tartja el a leggazdagabb fajegyüttest. Ezt a *Q. petraea*, a *Q. pubescens* és a *Q. cerris* követi. A tölgy herbivor rovarok kb. 2/3-a táplálkozásában a lombhoz kötődik.

KEYWORDS: tölgyek, *Quercus*, herbivor rovarok

ABSTRACT

630 species of herbivore insects, belonging to 8 orders have been recorded to feed on oaks native to Hungary. This number of species is the far highest among the Hungarian tree genera. The order *Lepidoptera* is represented by 292 species, followed by *Hymenoptera* (132 species) and *Coleoptera* (123 species). These three orders give the 87 % of total species richness. 277 species (44 %) are strictly oak specialist, these species can only feed on oaks. The herbivore species richness of an oak species is in positive correlation with the size of native area of it. The highest number of species was recorded from *Q. robur*, followed by the *Q. petraea*, *Q. pubescens* and *Q. cerris*. 2/3 of the herbivore insect species feed on the foliage of the oaks.

KEYWORDS: oaks, *Quercus*, herbivore insects

BEVEZETÉS

A Magyarországon honos tölgyek igen magas fajszámú herbivor rovaregyüttest tartanak el. A tömegszaporodásra hajlamos fajok életmódját már hosszabb ideje vizsgálják, a fajok túlnyomó többségét jelentő, gazdaságilag közömbösről viszont alig tudunk valamit.

Jelen munka célja egy továbbfejleszthető adatkészlet megalapozása, mely a tölgyek, és egyedülállóan gazdag herbivor rovaregyüttesük ökológiai kapcsolatainak vizsgálatát segíti elő. Fő feladatomban tekintetem egy fajlista összeállítását, mely a hazai tölgyeken táplálkozó rovarok felsorolását adja. Az összeállított fajlista alapján néhány egyszerűbb elemzést végzek el, a tölgy herbivor rovarok taxonómiai megosztására, az egyes *Quercus* fajok herbivor faunájára, a herbivorok térbeli forrásfelosztására vonatkozóan. Jelen munkában a teljes fajlistát helykímélés céljából nem közlöm, az egy korábbi munkámban (*Csóka, 1994a*) megtalálható.

MÓDSZER

Az adatbázis összeállításához saját gyűjtési és nevelési adataimat, illetve irodalmi adatokat használtam fel. Saját adataim jelentős részét már korábban közöltem (*Csóka 1991a,b, 1994a,b*). Az irodalmi adatok vonatkozásában előnyben részesítettem az eredeti, magyarországi nevelési adatokat ismertető közleményeket, és csak ezek hiányában vettem figyelembe más jellegű adatokat. Azokat az irodalmi forrásokat, amelyekből a fajlista összeállításánál adatokat vettem át, a dolgozat végén felsorolom. Az összeállított adatbázis az alábbi információkat tartalmazza:

- A.** Az ismert *Quercus* tápnövények felsorolása. Ahol a tápnövény fajra nem ismert, ott értelemszerűen csak a *Quercus* megnevezés szerepel.
- B.** A tápnövény-specializáció foka. Ezen belül az alábbi kategóriákat határoztam meg:
1. Tápnövényeként csak egyetlen *Quercus* faj ismert.
 2. Az ismert tápnövények a *Quercus* genusz egyetlen szekciójába tartoznak.
 3. Csak *Quercus* tápnövény ismert.
 4. Csak *Fagaceae* családba tartozó tápnövény ismert.
 5. Csak *Fagales* rendbe tartozó tápnövény ismert.
 6. A *Fagales* renden kívül is ismert tápnövény.
- C.** Táplálkozási típus. Ezen belül az alábbi csoportokat különítettem el:

ÁR:	ágban rág	LR:	levelet rág
ÁS:	ágon szív	LS:	levélen szív
GG:	gyökérgubacs	MG:	makkgubacs
GR:	gyökéren rág	MR:	makkban rág
GS:	gyökéren szív	RG:	rüggubacs
HG:	hajtásgubacs	RR:	rügyben rág
HR:	hajtásban rág	RS:	rügyön szív
HS:	hajtáson szív	TR:	törzsben rág
INQ:	gubacs inquiline	TS:	törzsön szív
KR:	kéregben rág	VG:	virággubacs
LA:	levélen aknáz	VR:	virágon rág
LG:	levélgubacs	VS:	virágon szív

Nyilvánvaló, hogy számos faj több táplálkozási típusba is besorolható. Így például a *Neuroterus quercusbaccarum* biszexuális nemzedéke hím virágzaton és levélen egyaránt képezhet gubacsot, az *Operophtera brumata* rügyben, levélen és virágon is egyaránt rághat.

Némileg szokatlan és újszerű a gubacsdarazsak által képzett gubacsokban élő inquiline („társbérlet”) rovarok herbivorok közé sorolása, de mivel élő növényi szöveteket fogyasztanak, maradéktalanul kielégítik a definíciót.

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

A tölgy herbivor fajok rendenkénti és specializáció szerinti megoszlása

Ez idáig 8 rendbe tartozó 630, Magyarországon honos rovarfajról tudjuk, hogy *Quercus* fajokon (ill. azokon is) táplálkozik. Ez a fajszám lényegesen magasabb, mint bármely más fanemzetségen előforduló herbivor rovarfajok száma. A tölgyeken élő fajok száma például 37 %-kal haladja meg a *Salix*-okon, 98 %-kal a *Prunus*-okon, és 272 %-kal a *Pinus*-okon élő herbivor rovarfajok számát (Csóka, 1997). A fajok rendenkénti megoszlása, illetve a tölgy specialisták aránya az 1. táblázatban látható.

1. táblázat A tölgy herbivor rovarok fajszáma és a tölgy specialisták aránya rendenként

Rend	Fajszám	A specialisták aránya (%)
<i>Orthoptera</i>	4	0
<i>Thysanoptera</i>	5	0
<i>Heteroptera</i>	4	0
<i>Homoptera</i>	56	44,6
<i>Coleoptera</i>	123	15,3
<i>Lepidoptera</i>	292	32,3
<i>Diptera</i>	13	100,0
<i>Hymenoptera</i>	132	95,4
ÖSSZESEN:	630	44,0

Három rend (*Lepidoptera*, *Hymenoptera*, *Coleoptera*) adja az összes fajszám 87 %-át. A kisebb fajszámmal szereplő *Orthoptera*, *Thysanoptera*, *Heteroptera* rendekből csak polifág fajok táplálkoznak tölgyeken, míg a *Diptera* és *Hymenoptera* rendek esetében igen magas fokú a specializáció. A teljes fajegyüttes fajainak 44,0 %-a (277 faj) obligát tölgy specialista, azaz tölgyeken kívül más tápnövényen nem fordul elő. Az igen magas 630-as fajszám mellett a specialisták magas aránya is jól érzékelteti, hogy a tölgyeknek milyen kimagasló, és mással nem helyettesíthető szerepe van a herbivor rovarok fajgazdagságának fenntartásában.

2. táblázat A tölgy herbivor rovarok rendenkénti gyakorisága a specializáció foka szerint

REND	TS	1	2	3	4	5	6	ÖSSZES
<i>Orthoptera</i>		0	0	0	0	0	4	4
<i>Thysanoptera</i>		0	0	0	0	0	5	5
<i>Heteroptera</i>		0	0	0	0	0	4	4
<i>Homoptera</i>		9	4	12	3	2	26	56
<i>Coleoptera</i>		1	0	19	9	10	84	123
<i>Lepidoptera</i>		18	11	65	20	14	164	292
<i>Diptera</i>		9	1	3	0	0	0	13
<i>Hymenoptera</i>		39	77	40	0	0	6	162*
ÖSSZES		76	93	139	32	26	293	659*

Az 1. és a 2. táblázat „*Hymenoptera*” sorában eltérő számok szerepelnek (a 2. táblázatban ezeket *-gal jelöltem). Ennek oka az, hogy a 2. táblázatban a nemzedék-váltó gubacsdarazsak váltó nemzedékeit külön-külön vettem számításba.

A magas fajgazdagság okai

Egy növényfajon élő herbivor rovarfajok számát számos tényező együttes hatása determinálja. *Lawton és Schroeder (1977)*, valamint *Connor et al. (1980)* szerint az a növény, mely rokonfajaival együtt fordul elő, több fajt tart el, mint a „taxonómiailag izolált”. A Kárpát-medencében legalább 7 *Quercus* faj őshonos. Ezek gyakran egymással elegyes állományokban fordulnak elő, azaz általánosnak mondható, hogy a tölgy fajok közeli rokonaik közvetlen közelségében tenyésznek.

Feeny (1975), valamint *Lawton és Schroeder (1977)* szerint a hosszabb életű növények magasabb fajszámú herbivor együttest tartanak el, mint a rövid életűek. Ezt azzal indokolják, hogy evolúciós időtávlatokban a rövidebb életűeket sokkal nehezebb „megtalálni”, mint a hosszabb életűeket. Természetes körülmények között a tölgyek mindenképpen a hosszú élettartamú növények közé sorolhatók.

Ugyancsak pozitívan hat a herbivor guild fajszámára, hogy a nálunk honos tölgyek általában nagy elterjedési területtel bírnak. A nagyobb elterjedési területű növényfajok ugyanis számos szerző egybehangzó véleménye szerint magasabb fajszámú herbivor-együttest tartanak el (*Southwood 1961, Leather 1986, 1991*).

Az evolúciós értelemben idősebb növényfaj több rovarfajt tart el. Ennek oka nyilvánvalóan az, hogy a hosszabb evolúciós történelem során az adott növényen több rovarfaj tudott megtelepedni, illetve adaptálódni. Ugyancsak megemlítendő, hogy a tölgyek a Kárpát-medencében a Miocéntól kezdve tenyésznek. Ez a hosszú időtartam pedig ugyancsak pozitív korrelációban van az eltartott herbivor guild fajgazdagságával. Külön említést érdemel, hogy igen magas, 277 (44 %) a *Quercus* specialista fajok száma. Habár ezt a számot más fafajokra vonatkozó értékekkel lehet igazán összehasonlítani, azért önmagában is megér egy rövid elemzést. *Crawley (1983)* szerint a monofágia akkor előnyös, ha a tápnövény tömeges, illetve tömegessége hosszabb távon is közel állandónak mondható. E két feltételt a tölgyek, illetve a tölgyesek maradéka-

lanul kielégítik. A nagy volumenű erdőirtások kezdetéig a tölgyesek óriási kiterjedésű erdősegek formájában tenyésztek. Ezekben a fák igen hosszú kort értek meg. A hosszú életű fajokon pedig a fajgazdagság mellett általában magasabb a specialista fajok aránya is, mint a rövid életűeken (Lawton és Schroeder 1977). Ezentúl igen fontos a tölgyek igen összetett és változatos architektúrája is. Ez egyrészt pozitívan hat a herbivor guild fajsámára is, valamint evolúciós távlatokban szinte tálcán kínálja a specializáció lehetőségét, ezzel pedig a monofágia irányába hat.

A fajgazdagság okainak elemzésekor érdemes külön is kitérni a tölgyeken élő gubacsdarazsokra (Hymenoptera: Cynipinae). Ezek kivétel nélkül szigorúan a *Quercus*-okra specializálódtak, és gazdanövényükön fajspecifikus gubacsot képeznek. Jelen ismereteink szerint Magyarországon 112 fajuk él. Ez a fajsám jelentősen meghaladja a legtöbb európai ország Cynipinae fajgazdagságát. A nálunk honos fajok közül több nemzedékváltást és gazdaváltást is folytat. Számos esetben kétivarú nemzedékük kizárólag *Q. cerris*-en, aszexuális nemzedékük pedig a *Robur* szekcióba tartozó fajokon él. Jelenleg 6 fajjal kapcsolatosan bizonyított, hogy ilyen az életmódja. Ezzel együtt nagyon valószínű, hogy ennél jóval több fajra jellemző az obligát nemzedék-, és gazdaváltás. Számos *Q. cerris*-en élő biszexuális gubacs ismert a hozzátartozó aszexuális gubacs ismerete nélkül, ill. a *Robur* szekció fajain számos aszexuális gubacs a kétivarú váltónemzedék ismerete nélkül. Valószínű, hogy további kutatással közöttük számos esetben összefüggést lehetne találni. A fentebb leírtak ugyanakkor azt is jelentik, hogy ezek a nemzedék-, és gazdaváltó fajok csak ott képesek fennmaradni, ahol a *Q. cerris* és a *Robur* szekcióba tartozó egyéb tölgyek tömegesen együtt fordulnak elő. Nyugat-, és Észak-Európában, ahol a *Q. cerris* nem őshonos, és általában csak az utóbbi időkben, parkokban és arborétumokban jelent meg, ezek a fajok csak lassan képesek terjeszkedni. A Kárpát-medencében viszont, ahol számos *Quercus* faj, közöttük a *Q. cerris* természetes előfordulása átfedi egymást, ezek a fajok is honosak.

Herbivor rovarok fajsáma az egyes *Quercus* fajokon

A 3. táblázatban közölt értékek azt jelentik, hogy az egyes *Quercus* fajokon ez idáig hány rovarfaj táplálkozásáról sikerült adatot gyűjteni. Mivel a szakirodalomban a tápnövények igen gyakran nem fajra, csak közelebbi megjelölés nélkül, *Quercus* sp.-ként vannak megadva, e számoknál a valós értékek lényegesen magasabbak. A táblázatban felsorolt 9 *Quercus* faj közül további elemzésre csak 4 faj látszik alkalmasnak (*Q. cerris*, *Q. petraea*, *Q. pubescens*, *Q. robur*). A többi 5 faj ugyanis Magyarországon csak szórványosan, igen alacsony összterülettel fordul elő, így sokkal kisebb valószínűséggel válik „adatszolgáltatóvá”, mint az elterjedtebb fajok. A *Q. farnetto* és a *Q. virgiliana* alacsony fajsáma ebből fakadóan természetesen nem azt jelenti, hogy rajtuk ennyivel kevesebb herbivor rovar élne, csupán azt, hogy velük kapcsolatban igen kevés az adat. A *Q. virgiliana*-t például a legutóbbi időkig csak a botanikusok kezelték külön fajként, így a rá vonatkozó legrégebbi herbivor adat sem régebbi 4–5 évesnél. Valószínű, hogy e faj herbivor együttese fajsámában és összetételében is igen hasonló a *Q. pubescens*-éhez.

3. táblázat Herbivor rovarfajok száma rovarrendenként és *Quercus* fajonként

Rovarrend	Faj	<i>Quercus cerris</i>	<i>Quercus farnetto</i>	<i>Quercus petraea</i>	<i>Quercus pubescens</i>	<i>Quercus robur</i>	<i>Quercus virgiliana</i>
<i>Orthoptera</i>		0	0	0	0	0	0
<i>Thysanoptera</i>		0	0	0	1	0	0
<i>Heteroptera</i>		0	0	2	0	2	0
<i>Homoptera</i>		9	1	10	4	14	0
<i>Coleoptera</i>		9	0	14	5	20	0
<i>Lepidoptera</i>		47	0	67	45	68	3
<i>Diptera</i>		11	2	4	2	4	0
<i>Hymenoptera</i>		47	26	84	76	99	14
ÖSSZESEN:		123	29	181	133	207	17

A nálunk kiemelt jelentőséggel bíró 4 faj (*Q. robur*, *Q. petraea*, *Q. cerris*, *Q. pubescens*) viszont van annyira elterjedt, hogy összehasonlíthatók legyenek, illetve a rajtuk talált herbivorok száma reprezentálhassa tényleges herbivor fajsámukat, illetve az abban mutatkozó különbségeket. A négy fajra vonatkozó adatokkal ugyan komolyabb statisztikai elemzést nem érdemes végezni, az azonban nyilvánvaló, hogy elterjedési területük alapján felállított rangsoruk, illetve a rajtuk regisztrált herbivor fajsám szerinti rangsoruk megegyezik. Azaz a nagyobb elterjedési területű *Q. robur*-on több herbivor rovarfaj él, mint a kisebb elterjedési területű fajokon. Ezen összefüggés egyébként egybeesik az általános faj-area összefüggésekkel (Crawley, 1983).

Tölgy herbivor rovarok térbeli forrásfelosztása

Ahogy az a 4. táblázatból látható, a tölgyeken élő herbivor rovarfajok mintegy 2/3-a táplálkozásában a lombozathoz kötött (levelet rág, levélen szív, levélen aknáz vagy levélgubacsot okoz). A folivor fajok e túlnyomó többsége minden bizonnyal annak tudható be, hogy a tölgyeken a lombozat, mint megújuló táplálékforrás áll rendelkezésre a legnagyobb mennyiségben.

KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS

A fajlisták összeállításában Dr. Kozár Ferenc, Dr. George Melika és Kovács Tibor nyújtott segítséget, melyet ezúton is köszönök.

A tölgy herbivor rovarokkal kapcsolatos vizsgálatokat a F 012729-es számú OTKA pályázat támogatta.

4. táblázat Táplálkozási típusok (TT) megoszlása rovarrendenként

REND TT	ORT	THY	HET	HOM	COL	LEP	DIP	HYM	Σ
ÁR	0	0	0	0	7	0	0	0	7
ÁS	0	0	0	18	0	0	0	0	18
GG	0	0	0	0	0	0	0	2	2
GR	1	0	0	0	11	2	0	0	14
GS	0	0	0	1	0	0	0	0	1
HG	0	0	0	0	0	0	0	12	12
HR	0	0	0	0	2	3	0	1	6
HS	0	0	4	5	0	0	0	0	9
INQ	0	0	0	0	1	0	0	19	20
KR	0	0	0	0	0	2	0	0	2
LA	0	0	0	0	0	46	0	1	47
LG	0	0	0	0	0	0	13	34	47
LR	3	0	0	0	82	234	0	15	334
LS	0	4	0	23	0	0	0	0	27
MG	0	0	0	0	0	0	0	7	7
MR	0	0	0	0	4	3	0	0	7
RG	0	0	0	0	0	0	0	55	55
RR	0	0	0	0	5	4	0	0	9
RS	0	2	0	0	0	0	0	0	2
TR	0	0	0	0	27	3	0	0	30
TS	0	0	0	20	0	0	0	0	20
VG	0	0	0	0	0	0	0	20	20
VR	0	0	0	0	7	1	0	0	8
VS	0	2	0	0	0	0	0	0	2

IRODALOM

- Connor, E.F., Faeth, S.H., Simberloff, D., Opler, P.A. 1980. Taxonomic isolation and the accumulation of herbivorous insects: a comparison of introduced and native trees. *Ecol. Ent.* 205–211.
- Crawley, M.J. 1983. *Herbivory Studies in Ecology* 10. Blackwell Scientific Publications.
- Csóka, Gy. 1991a. *Macrolepidoptera* hernyók tölgy tápnövényeinek hazai adatai. *Erdészeti Kutatások*, 82–83.: 89–93.
- Csóka, Gy. 1991b. *Cynipida* gubacsok a Gödöllői Arborétum tölgyein. *Erd. Kut.*, 82–83.: 94–99.
- Csóka, Gy. 1994a. Adalékok a magyarországi *Quercus* fajok herbivor rovar guildjének ismeretéhez. Szakdolgozat - ELTE TTK, Posztgraduális Zoológus Szak.
- Csóka, Gy. 1994b. Adatok a tölgyeken élő gubacsdarazsak (*Hymenoptera: Cynipidae*) magyarországi elterjedésére és tápnövényválasztására vonatkozóan. *Erd. Kut.*, 84:139–156.
- Csóka, Gy. 1997. Fafajmegválasztás és a biodiverzitás. *Erdészeti Lapok*, CXXXII. 206–208.
- Emmet, A.M. 1988. A field guide to the smaller British *Lepidoptera*. *Br. Ent. Nat. Hist. Soc.*
- Endrődi, S. 1956. Lemezescsapú bogarak-*Lamellicornia*. *Fauna Hung.* 12. Ak. Kiadó, Bp.
- Endrődi, S. 1958. Eszelények-*Attelabidae*. *Fauna Hungariae*. 38. Ak. Kiadó, Bp.
- Endrődi, S. 1959. Szűbogarak-*Scolytidae*. *Fauna Hungariae*. 45. Ak. Kiadó, Bp.

- Endrődi, S. 1960. Ormányosbogarak II.-*Curculionidae*. II. Fauna Hung. 53. Ak. Kiadó, Bp.
- Endrődi, S. 1971. Ormányosbogarak V.-*Curculionidae* V. Fauna Hung. 103. Ak. Kiadó, Bp.
- Feeny, P. 1975. Biochemical coevolution between plants and their insect herbivores In: Gilbert, L.E. és Raven, P.H. (eds.) *Coevolution of animals and plants*, University of Texas Press, Austin 3–19.
- Herczig, B., Ronkay, L., Szabóky, Cs. 1980. Data to the knowledge of natural foodplants of *Lepidopterous* larvae in Hungary. FOLENT.HUNG.XXXIII. 67–73.
- Jenser, G. 1982. *Tripszek-Thysanoptera* Fauna Hungariae, 152. Ak. Kiadó, Bp.
- Kaszab, Z. 1962. Levélbogarak-*Chrysomelidae*. Fauna Hungariae, 63. Ak. Kiadó, Bp.
- Lawton, J.H., Schroeder, D. 1977. Effects of plant type, size of geographical range and taxonomic isolation on number of insect species associated with. Br. Plants Nat., 265.137–140.
- Leather, S.R. 1986. Insects species richness of the British *Rosaceae*: The importance of host range, plant architecture, age of establishment, taxonomic isolation and species-area relationship. J.Anim.Ecol. 55:841–860.
- Leather, S.R. 1991. Feeding specialisation and host distribution of British and Finnish *Prunus* feeding *Macrolepidoptera*. OIKOS 60:40–48
- Mészáros, Z. 1969. Adatok a lepkehernyők természetes tápnövényeihez, különös tekintettel a lucernára. FOLENT.HUNG. XXII:365–369.
- Mészáros Z. 1972. Adatok a magyarországi lepkehernyők természetes tápnövényeihez (Lep.). II. FOLENT.HUNG. XXV:473–480.
- Mészáros Z. 1974. Adatok a magyarországi lepkehernyők természetes tápnövényeihez (*Lepidoptera*) III. FOLENT.HUNG.XXVII:113–117.
- Mészáros Z. 1981. Data to the knowledge of natural foodplants of lepidopterous larvae with special regard to the apple. FOLENT.HUNG. XLII:139–143.
- Móczár, L., Zombori, L. 1973. Levéldarázs-alkatúak I.-*Tenthredinoidea* I. Fauna Hungariae 111. Ak. Kiadó, Bp.
- Patocka, J. 1980. Die Raupen und Puppen der Eichenschmetterlinge Mitteleuropas. Monographs to Journal of Applied Entomology. Verlag Paul Parey
- Pitkin, B.R. 1976. The host and distribution of British thrips. Ecol. Ent., 1:41–47.
- Southwood, T.R.E. 1961. The number of species of insects associated with various trees. J. Anim. Ecol., Vol. 30: 1–8.
- Szelegiewicz, H. 1977. Levéltetvek I.-*Aphidinea*. I. Fauna Hungariae, 128. Ak. Kiadó, Bp.
- Szeőke, K. 1982. Data to the foodplants of *Lepidopterous* larvae in Hungary. FOL. ENT. HUNG. XLIII. 1:169–173.
- Szöcs, J. 1963. A lepkehernyők természetes tápnövényei. FOL. ENT.HUNG. XVI. 83–120.
- Szöcs, J. 1971. A lepkehernyők természetes tápnövényei II. FOLENT.HUNG.XXIV.443–463.
- Szöcs, J. 1977. A lepkehernyők természetes tápnövényei III. FOLENT. HUNG. XXX. 143–150.
- Tallós, P. 1961. Hazai nagylepkék hernyóinak természetes tápnövényei. FOL. ENT. HUNG. XIV.413–422.
- Vásárhelyi, T. 1978. Poloskák V.-*Heteroptera* V. Fauna Hungariae, 132. Akad. Kiadó, Bp.
- Zombori, L. 1982. Levéldarázs-alkatúak II.-*Tenthredinoidea* II. Fauna Hungariae, 153. Ak. Kiadó, Bp.
- Zombori, L. 1990. Levéldarázs-alkatúak III. *Tenthredinoidea* III. Fauna Hungariae 165. Akad. Kiadó, Bp.

ARASZOLÓ LEPKEFAJOK FLUKTUÁCIÓ-MINTÁZATÁNAK ELEMZÉSE HOSSZÚ TÁVÚ (1961–1997) MAGYARORSZÁGI FÉNYCSAPDÁZÁSI ÉS KÁRTÉTELI IDŐSOROKON

LESKÓ KATALIN*, SZENTKIRÁLYI FERENC**, KÁDÁR FERENC**

ÖSSZEFOGLALÓ

Magyarországon az araszoló lepkefajok együttese gyakran nagy területeken okoz tarrágásokat főként tölgyerdőkben. A szerzők a téli (*Operophtera brumata* L., *Erannis defoliaria* Cl, *Colotois pennaria* Hübn., *Agriopsis aurantiaria* Hübn.) és tavaszi araszolók (*Agriopsis leucophaearia* Den. et Schiff, *Agriopsis marginaria* Fabr., *Alsophila aescularia* Den. et Schiff.) közül a fontosabb fajok populáció- és kártétel-dinamikáját vizsgálták az 1961–1997 közötti időszakban. Az elemzésekhez szükséges hosszú távú adatsorok az erdészeti fénycsapda-hálózat éves fogásaiból, valamint a területtel és erősségi fokozatokkal jellemzett kártételek mintavételezéséből származtak. A hosszú távú fluktuációk idősoranalízise nagymértékű szinkronitásokat mutatott ki az araszoló csoportokon belül a fajok populációdinamikája között, valamint a tájegységi kártételi mintázatok között. A vizsgált időszakban 4 araszoló gradáció volt (gradáció csúcs éve: 1962–63, 1972, 1983, 1993), amelyek folyamán legnagyobb mértékben a téli araszolók, főként az *O. brumata* és az *E. defoliaria*, károsítottak. Az autokorrelációs függvények az araszolók fluktuációiban egy 9–10 éves periodicitás tendenciáját mutatták ki. A szerzők ariditási indexek alkalmazásával szoros kapcsolatot találtak az aszályos évek és az araszoló gradációk kialakulása között.

KULCSSZAVAK: *Operophtera brumata* L., *Erannis defoliaria* Cl, araszolók, fénycsapdázás, fluktuációs mintázat, gradáció, idősoranalízis, szinkronitás, aszály

ABSTRACT

There are frequently extensive defoliations in Hungary – mainly in oak forests – caused by assemblage of geometrid moths. The authors investigated the dynamics of population and damages of most important winter (*Operophtera brumata* L., *Erannis defoliaria* Cl., *Colotois pennaria* Hübn., *Agriopsis aurantiaria* Hübn.) and spring geometrid moth species during the period 1961–97. For the analyses the long-term data series were based on yearly captures of forestry light trap network and yearly sam-

* ERTI Erdővédelmi Figyelő Jelzőszolgálat, Budapest

** MTA Növényvédelmi Kutatóintézet, Budapest

plings of area and scale of damages. By the time series analyses greater levels of synchrony were found between population dynamics of species within geometrid groups and between forest damage patterns of different regions. During the period studied 4 outbreaks were detected (years of outbreak peaks: 1962–63, 1972, 1983, 1993) in which the greatest damages were caused by winter geometrids, namely *O. brumata* and *E. defoliaria*. A tendency for 9–10 year long periodicity in fluctuation patterns of geometrids was indicated by the autocorrelation function analyses. Using aridity indices, a stronger relation was found between drought years and development of outbreaks.

KEYWORDS: *Operophtera brumata* L., *Erannis defoliaria* Cl, geometrids, light trapping, fluctuation pattern, outbreak, time series analysis, synchrony, drought effect

BEVEZETÉS

Az araszoló lepkék számos faja sorolható a legjelentősebb erdészeti kártételeket okozó rovarok közé. Erdővédelmi szempontból fontosságukra utal az a tény is, hogy volt olyan év, amikor országos szinten a bejelentett károsított erdők területe meghaladta a 70 000 hektárt. Az elmúlt 4 évtizedre eső, araszolók által okozott átlagos kártételi terület nagysága mintegy 8–10 000 ha között van. Ezek az adatok is alátámasztják az araszoló lepkék populáció-változásai monitorozásának és a gradációk előrejelzésének a gyakorlati fontosságát.

E kiemelt jelentőségű araszoló lepkék egynemzedékes, polifág fajok, amelyek részben fakadó rügyekkel, részben a fiatal lombbal táplálkoznak. Főbb tápnövényeik – jelentős mértékben azonosak az egyes araszoló fajoknál – a következők: kocsányos és kocsánytalan tölgy, cser, gyertyán, bükk, nyír, nyárfélék, fűzek, hárs, kökény, galagonya, számos egyéb vad és természetgyümölcsfa fajok. Két csoportra oszthatók a lepkék rajzásideje alapján: a főbb gradációkat és tarrágást okozó ún. "téli araszolók" lepkéi az időjárástól függően, ősszel és kora télen, októbertől december közepéig, míg a "tavaszi araszolók" február végétől április végéig rajzanak. A téli araszolók legfontosabb, gradáló fajai a kis (*Operophtera brumata* L.) és a nagy téli araszoló (*Erannis defoliaria* Cl). De az ugyancsak e csoportba tartozó tollascsapú araszoló (*Colotois pennaria* Hübn.), valamint az aranyos téli araszoló (*Agriopis aurantiaria* Hübn.) környezeti igényeik azonosak lévén, az előbbi fajokkal gyakran egyszerre érnek el tömegszaporodást. A legtömegesebben fellépő kis és nagy téli araszoló hernyói táplálkozásuk során a rügyek belsejét és a frissen kihajtott levélkéket részesítik előnyben, így kártételeik nagyobb mértékben inkább a korán fakadó tölgyesekben tapasztalhatók. A téli araszolók gradációi a hegy- dombvidéki és alföldi erdőkben egyaránt bekövetkeznek, azonban a súlyosabb és kiterjedtebb tarrágásaik inkább az előbbieken jellemzőek.

A tavaszi araszolók csoportjának legfontosabb tagjai, a tölgy tavaszi araszoló (*Agriopis leucophaearia* Den. et Schiff.), a sárgás tavaszi araszoló (*Agriopis marginaria* Fabr.), a juhar tavaszi araszoló (*Alsophila aescularia* Den. et Schiff.), általában

együtt károsítanak a téli araszolókkal, de jelentőségük többnyire másodlagos, inkább kísérő fajoknak számítanak az együttes gradációk során. Tömegszaporodások alkalmával egyaránt előfordulnak a hegy-dombvidéki és síkvidéki régiók erdőiben, főként a tölgyesekben.

A két legfontosabb téli araszoló gradációiról és tarrágásairól már a múlt század óta tudósítanak az erdészek. Így a kis és a nagy téli araszoló tömegszaporodásáról és kártételeiről olvashatunk beszámolókat például az 1880-as évekből (*Piso, 1886*), vagy a századfordulóról (*Anonym, 1901*). Az erdővédelmi előrejelző hálózat megszervezését követően kezdődött el az araszoló lepkék rendszeres abundancia- (fénycsapdás monitorozás) és területi kár-felmérése. Az országosan gyűlt adatsorok alapján lehetővé vált az egyes araszoló fajok egyre hosszabb időszakokra vonatkozó populációdinamikai változásainak a leírása. Ennek nyomán számos publikáció született (*Szontagh, 1976, 1977, 1980, 1984, 1985, 1987a, b; Leskó, 1982*), amelyekben a fajok életmódját, gradációik időbeli és térbeli jellegzetességeit, a főbb károsítási periódusokat, a kárláncolatokban elfoglalt helyüket tárgyalták. Újabban Csóka tekintette át az araszoló együttes által okozott országos kártételi adatsor hosszú távú trendjét (*Csóka, 1994, 1995*), *Szentkirályi és mtsai (1998)* pedig az egyes araszoló fajok populációingadozásainak az aszálytól való függését vizsgálta lokális fénycsapdás adatsorokon.

Az araszolók gradációinak több-kevesebb rendszerességgel történő fellépései, területileg jelentős mértékű tarrágásai indokoltá teszik a meglévő hosszú távú adatsorok egy részletesebb statisztikai elemzését. Tanulmányunkban az Erdővédelmi Figyelő Jelzőszolgálat által nyomon követett, jelentősebb téli és tavaszi araszolók fénycsapdás fogásainak és tájegységenkénti károsítási mértékének 1961–1997 közötti adatait vizsgáljuk. Az elemzéseink célkitűzései a következők voltak: (1) A kiválasztott 7 araszoló faj országos szintű, hosszú távú fluktuációs mintázatának, valamint az összkártételi adatsornak a jellemzése (gradációk, fluktuációk periodicitásának vizsgálata); (2) a fluktuációs mintázatok fajok közötti szinkronitásának a kimutatása; (3) a tájegységi kártételi idősorok közötti szinkronitás mértékének vizsgálata; (4) az egyes fajok fénycsapdás idősora és az országos szintű kártételi mérték közötti időbeli szinkronitás jellemzése; (5) az aszályos évek és a gradációk közötti kapcsolatok vizsgálata.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Az araszolókra vonatkozó mintavételi eljárások

Fénycsapdázás: Az 1961-ben kiépülő erdészeti fénycsapda hálózat a Jermy-típusú csapdával üzemelt (terelő lemez nélküli csapda, 100 W-os normál, fehér fényű izzó, vagy 125 W Hgl izzó, a fényforrás 2 m-re a talaj felszíne felett). A csapdák naponta gyűjtöttek, gyakorlatilag az egész évben, leszámítva a fagyos időszakokat. A szezon késői és korai időszakában történő üzemelés éppen a téli és a tavaszi araszolók rajzásának nyomon követését szolgálja.

Kártételi adatok felvételezése: Az évenkénti károsítás mértékét az egyes erdészeti gazdálkodó egységek külön adták meg a károsított állományok hektárban kifejezett területi nagyságával és a kártétel erős, közepes és gyenge fokozatával. Ez utóbbi kate-

góriákhoz a hernyórágás által okozott lombvesztés megfelelő %-os értékei tartoznak. Például az erős kártétel már 80 % feletti, ún. tarrágást jelent.

A vizsgálatba vont tájegységek

Az elemzések első lépéseként a jelentésekben szereplő kártételi adatokat a legkisebb tájegységekre szétválogattuk. Az előzetes vizsgálatok szerint az idősorok között oly mértékű volt a szinkronitás, hogy nagyobb tájegységeket képezhettünk az elemzések számának csökkentése céljából. Ezek a területi egységek a következők voltak: Északi-középhegység, Dunántúli-középhegység, Alpokalja, Dunántúli-dombság és Mecsek-Villányi-hegység, Kisalföld, Dunántúl egyéb síkvidékei (Dráva melléke, Duna árter, Mezőföld), Nagyalföld. A kártételi adatok zöme tölgyesek állományaira vonatkoztak.

A vizsgált idősorok és statisztikai értékelések

Az elemzéseinkhez a fénycsapdás adatsorok 1962-től, míg a kártételi adatok 1961-től 1997-ig bezárólag álltak rendelkezésünkre. Az elemzések alapadataiként az egyes fajokra vonatkozó évenkénti fénycsapdás lokális fogások, valamint a tájegységi összes kártétel mértéke szerepelt. Ez utóbbi idősorokat az éves kártételi terület nagyságának a százalékos kártételi fokozattal történő súlyozásával állítottuk elő. Ezzel olyan adatokat kaptunk, amelyeknek nagysága a károsító együttesek populáció-nagyságával arányos, ugyanis az esetek többségében az egyszerre fellépő araszolók fajonkénti kártételét gyakorlatilag nem lehet elkülöníteni. A fénycsapdás helyek közül csak a leghosszabb idősorokat produkálókat vettük figyelembe, mint pl. Felsőtárkány, Répáshuta, Tompa, Tolna, Sopron, Várgesztes, Makkoshotyka, Gerla. Az egyes fajokra vonatkozóan most csak e helyekről származó lokális évi adatok országos átlagát használtuk a vizsgálatokban. Mind az imágók fénycsapdás idősoraira, mind a kártételi adatsorokra megállapítottuk a fogási, illetve kártételi csúcsok évenkénti gyakoriságát, amely értékeket a vizsgált fajok, valamint a tájegységek számának a százalékában fejeztük ki. Így az araszolókkal kapcsolatos populációdinamikai változások általános, vagy korlátozott voltáról lehetett mértéket kapni.

A fluktuációs mintázatok elemzéseit korábbi, hasonló célkitűzésű vizsgálatainkban (*Leskó és mtsai., 1995, 1996, 1997; Szentkirályi és mtsai, 1995, 1998*) kidolgozott módszerek és statisztikai eljárások felhasználásával végeztük. Az alkalmazott idősoranalitikai módszerek (auto- és keresztkorrelációs függvények a periodicitás és szinkronitás vizsgálatára) részletes leírását lásd a fent megadott cikkekben.

Az aszályosság vizsgálatára korábban bevált (*Szentkirályi és mtsai, 1995, 1998*), különböző ariditási indexeket (Szeljanyinov-féle hidrotermikus hányados, Pálfai-féle ariditási index, erdei aszálykár mértéke, talaj vízhiánya) használtunk fel, amelyek segítségével megállapíthattuk és jellemezhetjük az aszályos éveket.

EREDMÉNYEK

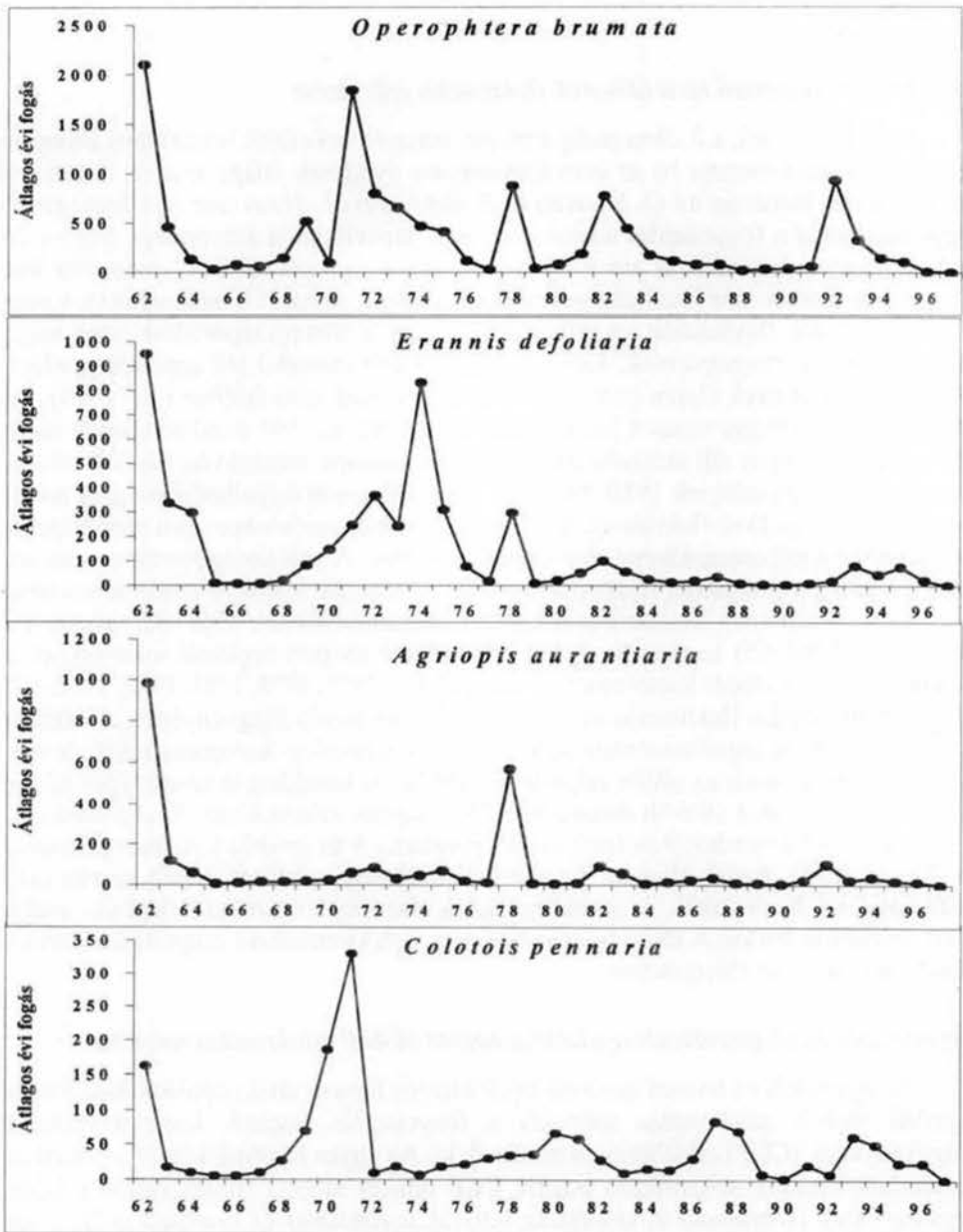
A fénycsapdás hosszú távú idősorok fluktuációs jellemzése

Az 1. ábra a téli, a 2. ábra pedig a tavaszi araszoló lepkefajok hosszú távú abundanciális változásait mutatja be az éves fénycsapdás gyűjtések átlaga szerint. A téli araszolók közül láthatóan az *O. brumata* és *E. defoliaria* (1. ábra) érte el a legnagyobb egyedszámokat a fénycsapdás adatok szerint. A tapasztalat is azt mutatja, hogy e fajok kártétele a domináns az araszolók között. Az *A. aurantiaria* és *C. pennaria* átlagos fogási értékei már jóval alacsonyabb szintűek (1. ábra). Összehasonlítva e négy faj hosszú távú fluktuációit, megfigyelhető, hogy a tömegszaporodást jelző fogási csúcsok időben megegyeznek. Eszerint két nagyobb mértékű téli araszoló gradáció volt a hatvanas évek elején (1962), és a hetvenes évek első felében (1971–74). További határozott fogási csúcsok jelentkeztek 1978, 1982, és 1992 években a kis és nagy, valamint az aranyos téli araszoló esetében. A tollascsápú araszoló lepkénél e másodrendű egyedszám-csúcsok 1980–81, 1987, 1993 folyamán figyelhetők meg. A tavaszi araszolók hosszú távú fluktuációs mintázatai (2. ábra) egymáshoz igen hasonlítanak, ugyanakkor a téli araszolókétól részben különböznek. A különbség részben a csúcsok eltérő relatív nagyságában, részben a hatvanas évek elején kialakult gradációhoz tartozó fogási csúcspontok későbbre tolódásában (téli araszolóknál: 1961–62, tavaszi araszolóknál: 1964–65) keresendő. A tavaszi araszoló csoport tagjainál a következő években volt fénycsapdás fogási csúcs: 1964–65, 1971, 1975, 1978, 1981, 1987, 1992–93.

A fénycsapdás fluktuációs mintázatok autokorrelációs függvényének előállításával elemeztük az ingadozásokban rejlő esetleges periódikus komponenseket. A vizsgált araszoló fajoknál az alábbi szignifikáns (95% -os konfidencia szinten) periódikus fluktuáció-hosszakat sikerült detektálni a fénycsapdás idősorokban: *E. defoliaria*: 12 év ($r=0,33$), *O. brumata*: 9 év ($r=0,37$), *C. pennaria*: 9 év ($r=0,31$), *A. leucophaearia*: 6–7 év ($r=0,33$). Annak ellenére, hogy e periodicitások az idősoranalízis szerint szignifikánsnak bizonyultak, az autokorrelációk alacsony volta miatt fellépésük inkább csak tendencia értékű. A többi faj esetében nem volt kimutatható szignifikáns periódikus komponens az idősorokban.

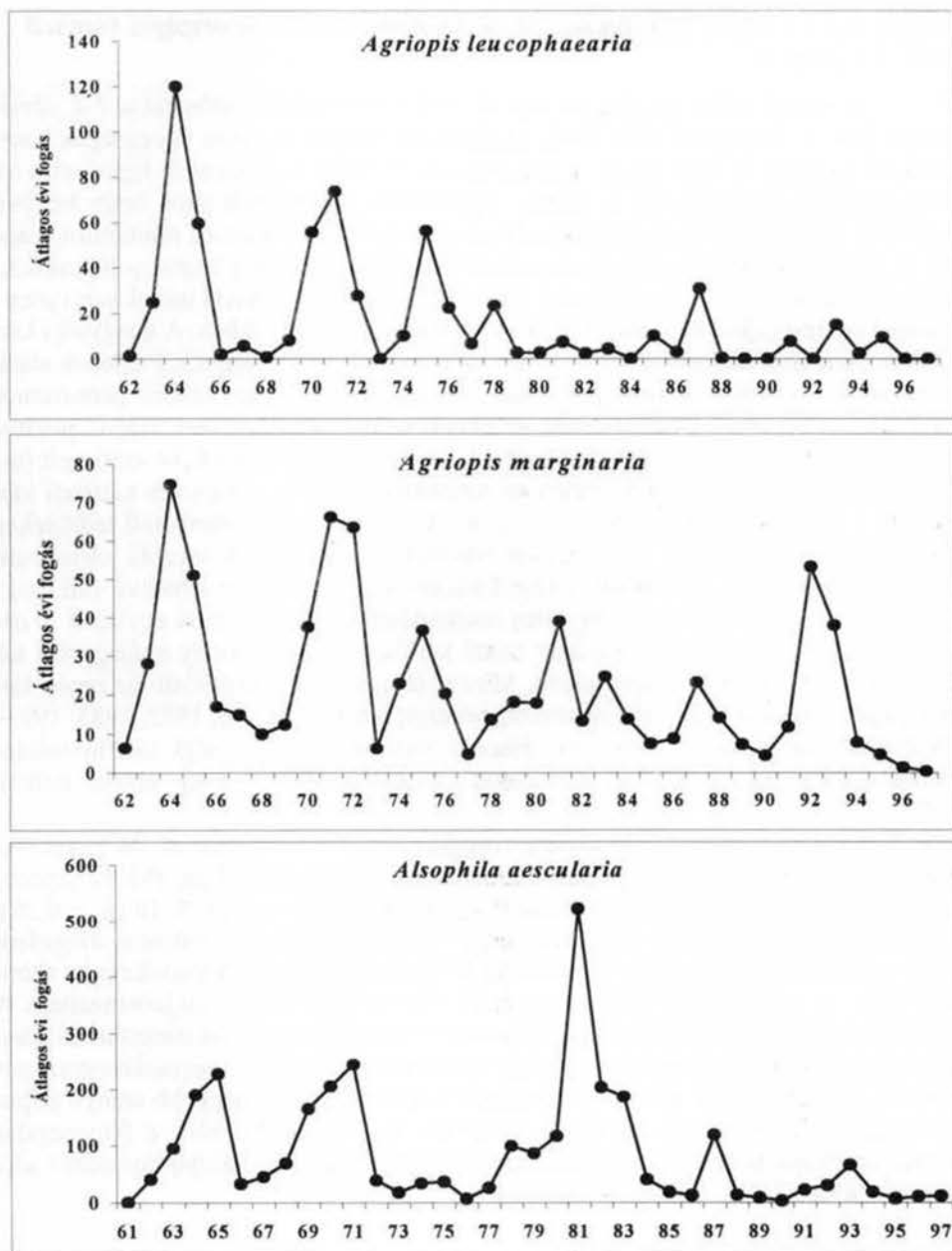
Az araszoló fajok populációingadozásai közötti időbeli szinkronitás mértéke

Az egyes téli és tavaszi araszoló fajok átlagos hosszú távú populációingadozásai közötti időbeli szinkronitás mértékét a fénycsapdás fogások keresztkorrelációs függvényének (CCF) előállításával mutattuk ki. Az egyes fajpárok között a következő esetekben kaptunk szignifikáns pozitív CCF értéket időbeli eltolás nélkül (eltolási egység 1 év): *O. brumata*–*E. defoliaria*: 0,67; *A. aurantiaria*–*O. brumata*: 0,71; *A. aurantiaria*–*E. defoliaria*: 0,68; *C. pennaria*–*O. brumata*: 0,59; *A. marginaria*–*A. leucophaearia*: 0,77; *A. leucophaearia*–*A. aescularia*: 0,38; *A. marginaria*–*A. aescularia*: 0,49; *A. aescularia*–*C. pennaria*: 0,36; *C. pennaria*–*A. leucophaearia*: 0,33. További fajpárosítások között nem volt szignifikáns CCF érték eltolás nélkül, csak egy éves különbségnél az *O. brumata*–*A. marginaria* és a *C. pennaria*–*A. marginaria* esetben.



I. ábra A kis és a nagy téli araszoló lepke, valamint az aranyos téli és a tollascsapú araszoló hosszú távú fluktuációs mintázata erdészeti fénycsapdák fogási átlaga alapján

Fig. 1. Long-term fluctuation pattern of *O. brumata*, *E. defoliaria*, *A. aurantiaria* and *C. pennaria* based on the average of yearly catches of forestry light traps



2. ábra A tölgy tavaszi araszoló, a sárgás tavaszi araszoló, valamint a juhar tavaszi araszoló hosszú távú fluktuációs mintázata erdészeti fénycsapdák fogási átlaga alapján

Fig. 2. Long-term fluctuation pattern of *A. leucophaearia*, *A. marginaria* and *A. aescularia* based on the average of yearly catches of forestry light traps

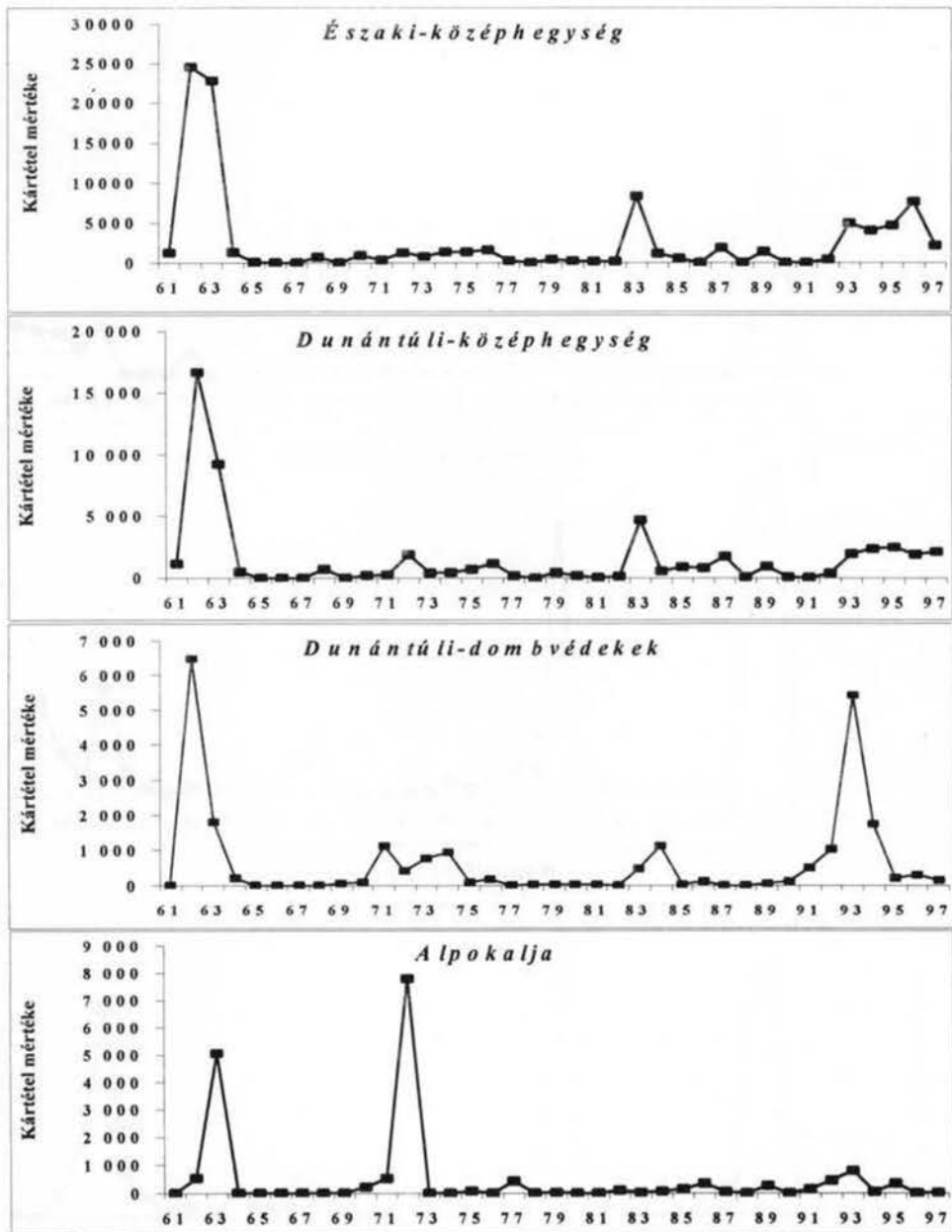
A tájegységek kártételi idősorai közötti szinkronitás mértéke, az országos kártételi mintázat jellemzése

Az araszolók által tájegységenként okozott összkártételek idősorai a 3-4. ábrákon található. Áttekintve ezen ábrák grafikonjait, feltűnő az egyes tájegységek hosszú távú kártételi mintázatainak a hasonlósága. Eszerint az araszolók legerősebb tömegszaporodásai országosan is időben egybeesnek, függetlenül attól, hogy hegyvidékről (3. ábra), vagy síkvidékről (4. ábra) van-e szó. A fluktuációs mintázatok alapján az araszoló lepkék együttese a következő években okozták a legnagyobb mértékű erdészeti károkat: 1962–63, 1971–72, 1983, 1993–94. Ezekon kívül még kisebb jelentőségű kártételi csúcsok voltak 1987, 1989, valamint 1996. években. A tájegységi kártételi hosszú távú idősorok közötti szinkronitás mértékéül használt CCF értékek alátámasztották a grafikonok szemrevételezésével tapasztalt jelentős időbeli párhuzamos változásokat. Amint az várható volt, az eltolás nélküli esetekre igen magas pozitív szignifikáns korrelációs értékeket kaptunk, amelyek terjedelme 0,34–0,95 volt (átlag $r=0,73$). Kivételt képezett csupán az Alpokalja tájegység, amelynek kártételi idősorában 1 évvel később jelentkeztek a csúcsok, mint az egyéb dunántúli területeken (Dunántúli-középhegység, Dunántúli-dombvidék, Kisalföld). A további elemzések számának redukálása érdekében, e nagyfokú szinkronitás alapján lehetővé vált, hogy az egyes tájegységi idősorokat egyetlen összkártételi idősorba vonjuk egybe. A 5. ábra tartalmazza az araszolók országos szintű kártételi idősorát, amely a tájegységi károsítások mértékének összegét jelenti. Mintázata ugyancsak megerősíti az egyes tájegységeknél talált 4 gradációs időszakot, nevezetesen az 1962–63, 1972, 1983, 1993–96 éveket. Az országos károsítási idősorral valamennyi tájegységi kár-fluktuációs mintázat igen erős szinkronitást mutatott (szignifikáns CCF érték eltolás nélkül, $r=0,53-0,95$).

A tájegységi kártételi idősorokra vonatkozóan is előállítottuk az ACF-eket. Az analízis során az alábbi tájegységekre tudtunk kimutatni szignifikáns (95 % szinten) periódus hosszakat: Alpokalja (9 év, $r=0,42$), Dunántúli síkvidékei (9–10 év, $r=0,28$), Nagyalföld (9 év, $r=0,29$). A 9 éves periodicitás, mint gyenge tendencia megjelent még a Dunántúli-dombvidék, valamint az országos összkártétel idősorában is, azonban alacsony és nem szignifikáns ACF értékekkel ($r=0,12-0,14$) volt jellemezhető. A 6. ábrán a tájegységi kártételi csúcsok évenkénti százalékos arányát tüntettük fel (lásd oszlopok nagyságát). A kártételi csúcsok százalékos gyakorisági megoszlása országos szinten igen jól mutatja az egyedi esetekben regisztrált kisebb-nagyobb arányú populáció-növekedéseket, csak az esetek zömében egy évvel eltolódva a fénycsapdás maximumokhoz képest, ami a téli araszolók előző szezónban lefolyó rajzásából adódik (pl. 1962–63, 1972, 1976, 1979, 1983–84, 1987, 1993).

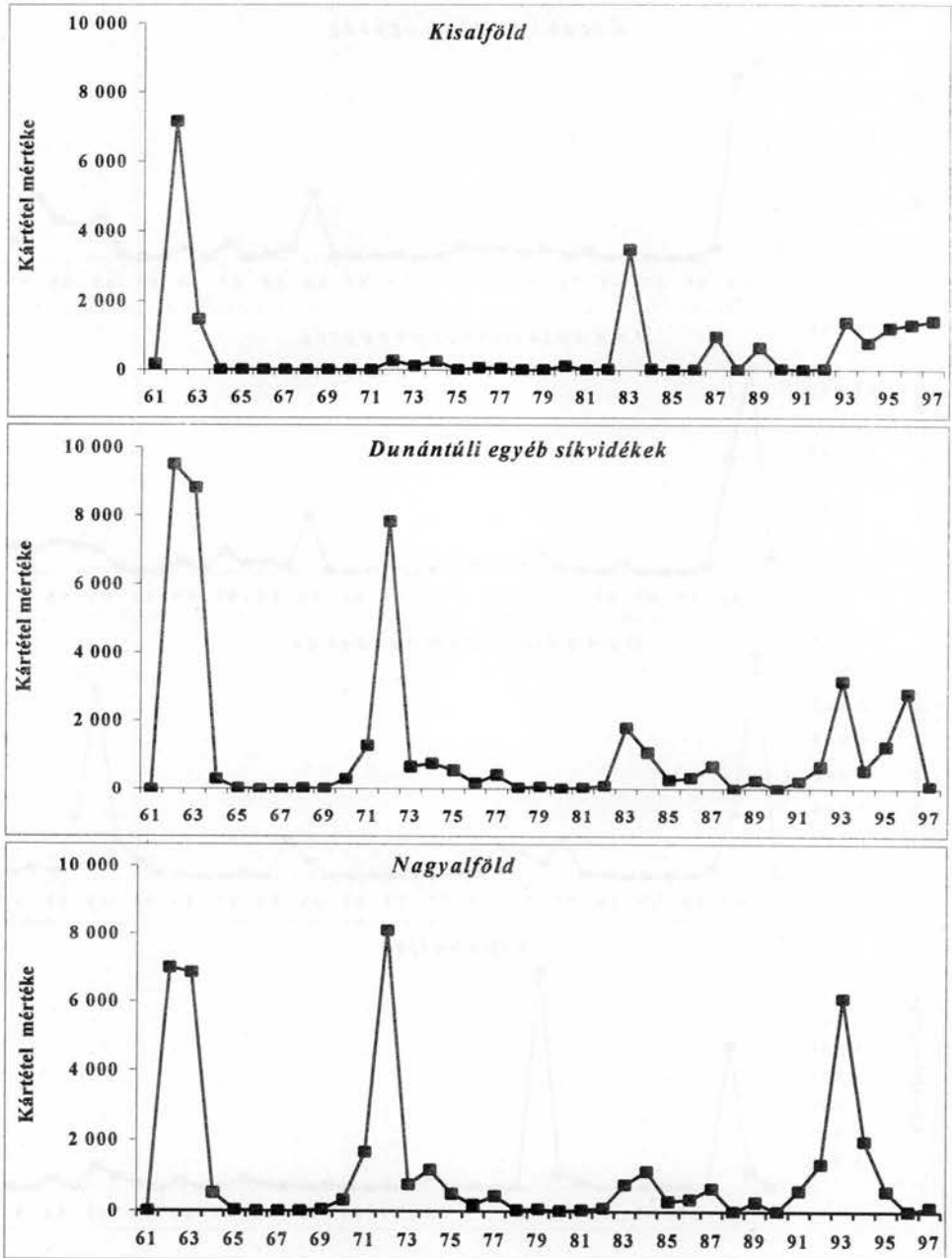
Szinkronitás mértéke a hosszú távú fénycsapdás fogások és az országos kártételi idősor között

Annak a kiderítésére, hogy a kártételek kialakításában milyen mértékben vettek részt az egyes fontosabb araszolók, a fajok fénycsapdás hosszú távú mintázatai és az országos kártétel idősora között keresztkorrelációs analízist végeztünk.



3. ábra Az araszoló lepkek összkártételének hosszú távú fluktuációs mintázatai a középhegységi erdőkben, a Dunántúl dombvidékein és az Alpokalján

Fig. 3. Long-term fluctuation patterns of total amount of damages caused by geometrid moth species in forests of mountainous regions, hilly lands of Dunántúl and Alpokalja



4. ábra Az araszoló lepkék összkártételének hosszú távú fluktuációs mintázatai síkvidéki erdőkben

Fig. 4. Long-term fluctuation patterns of total amount of damages caused by geometrid moth species in forests of lowland regions

Az összevetésekben a következő szinkronitásra utaló szignifikáns ($P=5\%$) CCF értékeket kaptunk az araszoló fajok esetében 0 év eltolásnál: *O. brumata*: 0,53; *E. defoliaria*: 0,61; *A. aurantiaria*: 0,64. Szignifikáns CCF értékek voltak +1 éves eltolásnál (az eltolást az araszoló fajok idősoraival végeztük): *C. pennaria*: 0,37; *O. brumata*: 0,57; *E. defoliaria*: 0,37; *A. aurantiaria*: 0,48. A tavaszi araszolók közül az *A. marginaria*, és az *A. leucophaearia* idősorai 2 éves eltolásnál mutattak szignifikáns pozitív korrelációs értékeket.

A 5. ábrán látható a fénycsapdás fogási csúcsok éves gyakoriságának százalékban kifejezett mértéke. Ennek idősora és a kártételi csúcsgyakoriság (6. ábra) közötti szinkronitás vizsgálat szerint az imágó egyedszám maximumok 1 évvel megelőzik a kármaximumokat (-1 év eltolás, $r=0,30$, $P=5\%$). Ez az egy éves eltolódás a 5. ábrán feltüntetett összkártételi mintázattal szemben is megfigyelhető.

Az aszályos évek és a gradációk kialakulása

A különböző ariditási jellemzők szerint a következő évek voltak többé-kevésbé aszályosak a vizsgált időszakban: 1962, 1964–65, 1967–69, 1971, 1973–74, 1976, 1979, 1981, 1983–84, 1986–87, 1988, 1990, 1992–93. Összevetve ezekkel az évekkel az araszoló együttes abundancia, illetve kártételi csúcsainak gyakoriságát (5–6. ábrák), szignifikáns ($P=5\%$) kapcsolatot lehetett közöttük kimutatni (χ^2 próba). Ez azt jelenti, hogy a fénycsapdás fogási idősorokból képzett populációcsúcs gyakoriságok maximumai 84,6 %-ban, míg a kártételi csúcsfrekvenciák maximális értékei 100 %-ban az aszályos, vagy a közvetlen azokat követő évben léptek fel. Különösen szembetűnő ez az összefüggés a jelentősebb gradációs éveknél (1962–63, 1971–72, 1983–84, 1993).

MEGVITATÁS ÉS KÖVETKEZTETÉS

Az araszoló lepkék populációdinamikai vizsgálatának, gradációs jellemzői elemzésének kiemelt jelentősége van az erdővédelmi kutatásokban. Ezt támasztja alá az a tény, hogy e csoport néhány faja országosan a legnagyobb területi tarrágásokat okozó rovarok közé sorolható. Noha az araszolók gradációinak sajátoságaival, kártétéleivel kapcsolatosan eddig is számos, a tapasztalatok által is igazolt megállapítás történt, jelen vizsgálatunk fontosságát abban látjuk, hogy egyrészt az eddig rendelkezésre álló leghosszabb adatsorokon (1961–97: 37 év!) végezhetjük elemzéseinket, másrészt az idősor-analízis eljárásainak alkalmazásával statisztikailag alátámasztott következtetéseket vonhattunk le. A mintavételi módszerek, amelyekből az elemzésekhez szükséges hosszú távú fluktuációs mintázatok előálltak, területi kárfelvételezések (a kár területe és fokozata) és fénycsapda-hálózati gyűjtések (éves összesített fogás/állomás) voltak. Összesen 7 araszoló lepkefajt vizsgáltunk, amelyek közül 4 a téli, 3 pedig a tavaszi araszolók csoportjába tartozott.

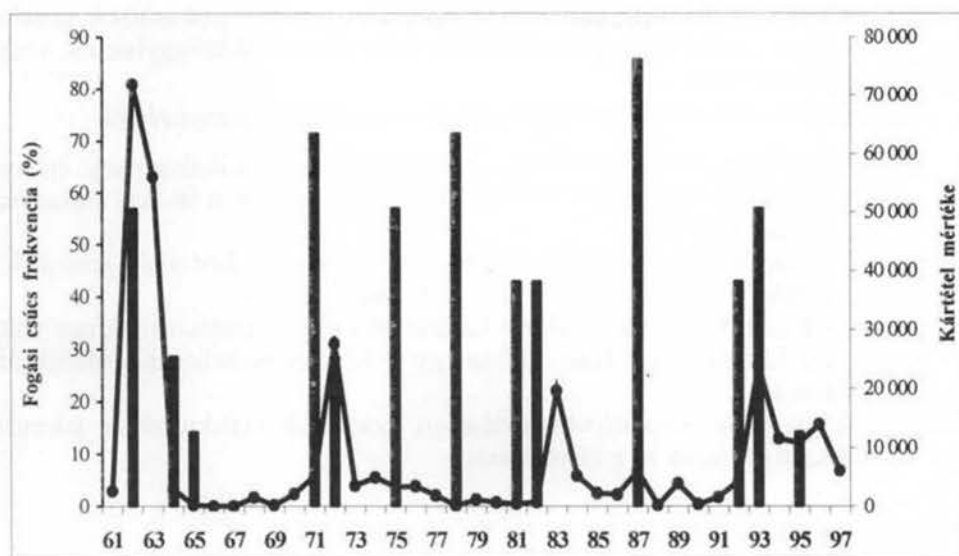
A keresztkorrelációs függvények segítségével egyrészt a fajok populáció-fluktuációi közötti szinkronitás mértékét, másrészt a tájegységi károsítások időbeli egybeesését jellemeztük. Megállapítható volt, hogy a fénycsapdázással nyert hosszú távú fluktuációs mintázatok interspecifikusan igen hasonlóak, vagyis a populációs ingadozások időben szinkronban (lásd a szignifikáns CCF értékeket eltolás nélkül) vannak egy-

mással a téli, és a tavaszi araszolók csoportjában is. Azonban a populáció-ingadozások a két csoport fajai között kevésbé összehangoltak, egyedül a *C pennaria* téli araszoló mutatott több-kevesebb szinkronitást mindkét araszoló társasággal. Mindez alátámasztja azt, hogy a két csoport populációdinamikája, ha nem is jelentősen, de egymástól különbözik. A tájegységi kártételi idősorok fluktuációs mintázatai igen erős hasonlóságot mutattak az elemzés szerint a hegyvidéki és síkvidéki területeken egyaránt. Az erős szinkronitásra utaló CCF értékek is alátámasztották az araszolók tömegszaporodásainak országos szintű egybeeséseit.

Fontos annak a kérdésnek a megválaszolása az erdővédelem számára, hogy a többnyire egyszerre fellépő araszoló komplexumból mely fajoknak milyen mértékű volt a részvételi aránya a gradációkban. Erre egyrészt a fénycsapdás fogások évi átlagos egyedszámából következtethetünk. A magas fogásszintek szerint (lásd 1–2. ábrákat) a gradációk kialakításában leginkább a téli araszolók vesznek részt, közülük is legnagyobb abundancia csúcsokat a kis és a nagy téli araszoló mutatta. Ezeket a részvételi arányokat támasztotta alá az araszoló fajok átlagos fénycsapdás idősorainak az országos károsítási idősorral képzett CCF elemzése is: csak a téli araszolók esetében (*O. brumata*, *E. defoliaria*, *A. aurantiaria*, *C. pennaria*) volt a populációs fluktuációknak kimutatható szignifikáns erős szinkronitása a kártétellel. A tavaszi araszolók szinkronitás hiánya gradációs szerepük másodlagosságára utal, amely egybevág a tapasztalattal, mely szerint inkább a téli araszolókat kísérő fajoknak számítanak.

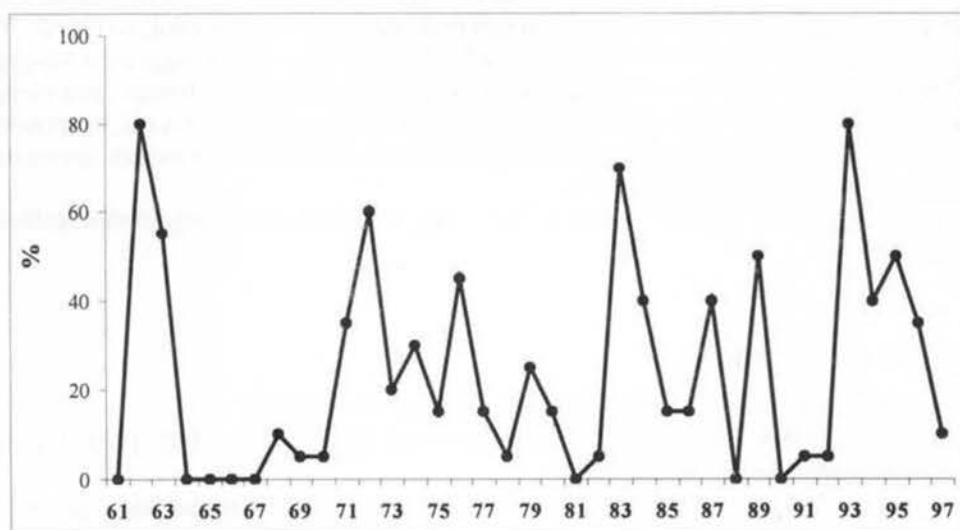
A fénycsapdás és a kártételi hosszú távú fluktuációs mintázatok elemzése szerint az araszolóknak 4 gradációja volt az elmúlt 37 év alatt. A gradáció-tetőzések éveit a kártételek szerint 1962–63, 1972, 1983, 1993 voltak (5. ábra). Már ezekből a mintázatokból leolvasható adatokból is látható, hogy a gradációk 9–10 évenként következtek be. Az autokorrelációs elemzések a főbb téli araszolók esetében 9 (*O. brumata*, *C. pennaria*) és 12 (*E. defoliaria*) éves periodicitásokat mutatott ki. Ugyancsak egy 9 éves periódikus tömegszaporodási tendencia regionális szintű (Dunántúl tájegységei, Nagyalföld) meglétére utalt a tájegységi kártételi idősorok ACF elemzése is. A kártételi mintázatok szerint a gradációs tetőzések csak egy, vagy két évig tartottak általában. Ugyanakkor az egyes fajok fénycsapdás idősoraiban (1–2. ábrák) jól megfigyelhetők a gradációk felfutó szakaszában a populációk több év alatti fokozatos növekedése. A fő gradációkon kívül a mintázatokban előfordultak másodrendű populációnövekedésekre utaló kisebb nagyobb csúcsok is. Különösen feltűnő, hogy a 80-as évek elejétől megnövekszik e rendszertelen kisebb ingadozások gyakorisága, és a 1992–96 közötti időszakban, több tájegységben magasabb szinten maradtak a károsítások. Ennek okát a vonatkozó periódusban tapasztalt erősen aszályos évek sorozatában látjuk.

Ezért vizsgáltuk az éves klímaingadozásnak az araszoló gradációk kialakulásában játszott szerepét. Korábbi, hosszú távú fénycsapdás elemzésünkben (Szentkirályi és mtsai, 1998) már kimutattuk lineáris autoregressziós modell segítségével azt, hogy az itt vizsgált araszoló fajok populációsintjét az aszályos évek megnövelik. Jelen munkánkban nem az egyes fajokra, hanem az araszoló együttesre vonatkozóan azt vizsgáltuk, hogy a populáció- és kártételi csúcsok, gradációk éveit mennyire kapcsolhatók az aszályos szezonokhoz.



5. ábra Az araszolók évenkénti fénycsapdás fogás-csúcs gyakoriságának (oszlopok) és országos szintű összkártételének (-●-) hosszú távú fluktuációs mintázatai

Fig. 5. Long-term fluctuation patterns of the frequency of yearly light trap peak captures (columns) and the total amount of country-wide damages (-●-).



6. ábra Az araszolók tájegységi kártételi-csúcs gyakoriságának (%) hosszú távú fluktuációs mintázata

Fig. 6. Long-term fluctuation pattern of the yearly frequency of damage-peaks (%) caused by geometrid species in various landscape units

Egyértelműen kimutatható volt, hogy mind a fénycsapdás fogási csúcsok, mind a kártételi csúcsok döntő többsége szignifikánsan az aszályos évekkel egybeesett, vagy közvetlen azokat követte.

Összefoglalva az alábbi konklúziók tehetők vizsgálati eredményeinkből:

- a.) Regionális és országos szinten is az araszolók populációdinamikája erősen szinkronizált, ugyanakkor lazább a kapcsolat a téli és a tavaszi araszolók fluktuációi között.
- b.) A gradációk folyamán a legnagyobb arányú károsításokért a téli araszolók, ezen belül is az *O. brumata* és az *E. defoliaria* a felelős.
- c.) A vizsgált 37 éves időszakban az araszolóknak 4 gradációs ciklusa volt, amely fluktuációkkal kapcsolatban egy 9–10 éves periodicitás tendenciáját mutattuk ki.
- d.) Az araszolók populációnövekedésében, gradációik kialakulásában jelentős szerepet játszanak az aszályos évek.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A szerzők köszönettel tartoznak mindazon erdész kollégának, akik a kárfelvételezésekben és a fénycsapdák üzemeltetésében vettek részt, valamint a begyűjtött rovaranyagok válogatását, számítógépes adatbevitelt végző asszisztenseknek. Sokéves kitaró munkájuk nélkülözhetetlen volt a hosszú távú adatsorok létrejöttéhez. Ugyancsak hálával tartoznak Tallós Pál, Dr. Szontagh Pál, Dr. Pagony Hubert szakembereknek, akik az erdészeti fénycsapda hálózat megszervezésében és irányításában elvülhetetlen érdemeket szereztek. A hálózat működésének első időszakában (1962–70) a lepkék határozását a Kovács Lajos vezette identifikációs csoport végezte a Magyar Természettudományi Múzeum Állattárában. Munkájuk nélkül a jelen hosszú távú elemzéseket nem végezhetjük volna el. Végül, de nem utolsósorban, a szerzők köszönetüket fejezik ki Dr. Tóth József osztályvezető úrnak az elemzések folyamatos támogatásáért, valamint a kézirat átnézéséért.

Jelen cikk a T 023284 számú OTKA téma keretében, annak anyagi támogatásával készült.

IRODALOMJEGYZÉK

- Anonym 1901. Hernyó károsítás. Erdészeti Lapok, 40: 620–621.
- Csóka, Gy. 1994. Hernyókárok a magyarországi tölgyesekben 1961–1993. között. Növényvédelem, 30:263–268.
- Csóka, Gy. 1995. Lombfogyasztó lepkék tömeges fellépései tölgyeseinkben az 1961–1993 közötti időszakban. Erdészeti Lapok, 130:331–333.
- Leskó, K. 1982. Tölgyállományok rovarfajta vizsgálata, különös tekintettel a fényre repülő fajokra. In: Munkabeszámoló a "Faállományok kórtani és rovarfajta vizsgálata nyárasokban, fűzesekben, erdei fenyvesekben, feketefenyvesekben, töl-

- gyesekben” című C/2 sz. MŰFA keretében végzett 1982. évi munkáról, ERTI, Budapest, pp. 1–24.
- Leskó, K., Szentkirályi, F. és Kádár, F. 1995. Gyapjaslepke (*Lymantria dispar* L.) populációk fluktuációs mintázatai 1963–1993 közötti időszakban Magyarországon. Erdészeti Kutatások, Vol. 84:163–176.
- Leskó, K., Szentkirályi, F. és Kádár, F. 1996. Aranyfarú szövőlepke (*Euproctis chrysorrhoea* L.) magyarországi populációinak hosszú távú fluktuációs mintázatai. Erdészeti Kutatások, Vol. 85:169–184.
- Leskó, K., Szentkirályi, F. és Kádár, F. 1997. A gyűrűsszövő (*Malacosoma neustria* L.) hosszú távú (1962–1996) populáció-ingadozásai Magyarországon. Erdészeti Kutatások, Vol. 86–87:207–220.
- Piso, K. 1886. Néhány kártékony erdei rovar Máramaros megyében. Rovartani Lapok, 3: 42–43.
- Szentkirályi, F., Leskó, K. és Kádár, F. 1995. Jeleznek-e klímaváltozást a fénycsapdás rovargyűjtések? In: Tar K. és mtsi. (szerk.): I. Erdő és Klíma c. konf. kötete, 171–177.
- Szentkirályi, F., Leskó, K. és Kádár, F. 1998. Aszályos évek hatása a rovarpopulációk hosszú távú fluktuációs mintázatára. In: Tar K. és mtsi. (szerk.): II. Erdő és Klíma c. konf. kötete (in press).
- Szontagh, P. 1976. Gradation conditions of oak damaging Macrolepidoptera species. Erdészeti Kutatások, 72:63–68.
- Szontagh, P. 1977. Tölgykárosító araszoló fajok (*Geometridae*) gradációs viszonyai Magyarországon. Rovartani Közl. 30:139–142.
- Szontagh, P. 1980. Gradiationverhältnisse der eichenschädligender Geometridenarten in Ungarn (*Lepidoptera*). Acta Mus. Reginae., 257–259.
- Szontagh, P. 1984. Tölgy lombfogyasztó rovarok kártétele 1962–1981. években. Az Erdő, 33:353–358.
- Szontagh, P. 1985. Tölgy nagylepke károsítóinak populáció dinamikája és a másodlagos károsító rovarok okozta kárláncolat. Erdészeti Kutatások, Vol. 76–77:305–314.
- Szontagh, P. 1987a. Die Rolle der Insektengradation in Verlauf der Krankheiten von Traubeneichenbeständen. Österreich. Forstzeitung, 3:65–66.
- Szontagh, P. 1987b. Tölgyeseink rovarok okozta problémái. Erdészeti Kutatások, Vol.79:243–245.

**AZ ÓRIÁS TERÜLŐGOMBA (*P. GIGANTEA* FR.) EGYES TÖRZSEINEK
KORHASZTÓ TEVÉKENYSÉGE LUC- ÉS ERDEIFENYŐ FAANYAGÁN;
ALKALMAZÁSUK LUCOSOKBAN A GYÖKÉRRONTÓ TAPLÓ (*H.*
ANNOSUM (FR.) BREF.) FÉKENTARTÁSÁRA**

PAGONY HUBERT

ÖSSZEFOGLALÓ

Négy hazai, valamint a finn Kemira cég által forgalmazott Rotstop fantázianevű *Phlebiopsis gigantea* törzsekkel 90 napos laboratóriumi korhasztási kísérleteket végeztünk luc- és erdeifenyő szíjácsával és gesztjével. A bontás mértékét súlyvesztéssel határoztuk meg a szabványosított 1x2x4 cm-es fakockákon. A próbakockás vizsgálatokkal megállapítottuk, hogy a lucfenyő szíjácsát maximálisan 11, az erdeifenyőét 13 %-ban bontották a vizsgált törzsek. Geszt esetében lucnál 10, erdeifenyőnél 8 % volt a legmagasabb. A vizsgált hazai *Phlebiopsis gigantea* törzsek bontási intenzitásában nem rosszabbak mint a Rotstop, sőt esetenként hatékonyságuk jobb. A 4 éven át folytatott szabadföldi tuskóoltások nem minden esetben igazoltak a laboratóriumi eredményeket. A *Pinus* fajokról szelektált *P. gigantea* törzsek spóráinak luctuskóra oltása gyenge megeredési százalékot adott. Csak luctuskóról izolált törzs spóráival lehetett elfogadható eredményt elérni. Ezzel is csak rosszabb kaptunk, mint a *Pinus sp.* tuskókon. Nyári időszakban a tuskóoltás bizonytalan. Akkor tudunk elfogadható eredményt elérni, ha a tuskóról korongot vágunk és a friss vágáslapra oltunk, majd a korongot a tuskóra visszazegezzük.

KULCSSZAVAK: óriás terülögomba, *Phlebiopsis gigantea*, luctuskó oltás, gyökérrontó tapló, *Heterobasidion annosum*

ABSTRACT

A 90 days laboratory putrefaction experiment has been done on spruce and pine sapwood and heartwood with four hungarian strains and with the Finnish commercial formula of *Phlebiopsis gigantea*, named "Rotstop". The measurement of putrefaction was determined with underweight of wood disks - dimension of disks was 1x2x4 cm. It was determined with the wood disk test that the measurement of the putrefaction in the case of spruce sapwood was 11%, in the case of pine sapwood was 13%. In the case of spruce heartwood it was 10, in the case of pine heartwood the highest result was 8%. We can say, that the Hungarian strains' decomposition intensity in some case was better than the Finnish strain. Results of trial stump infection experiments - four years experiments - were not justified by the laboratory results. The only suc-

cessful strains were isolated from spruce. In summer the result of stump infection is very questionable. We've got best results using stump disks.

KEYWORDS: *Phlebiopsis gigantea*, *Heterobasidion annosum*, stump infection, root Fomes

BEVEZETÉS

Az elmúlt években kedvező eredményeket értünk el a gyökérrontó tapló (*H. annosum*) visszaszorításában az óriás terülögombával. Szabadföldi kísérleteinkről, valamint a biológiai készítmény üzemi méretű előállításáról már a nyolcvanas években beszámoltunk (*Pagony, 1980, 1981, 1985*).

A biológiai védekezés gondolatát *Rishbeth (1952)* vetette fel, amikor tapasztalta, hogy az óriás terülögomba (*P. gigantea*) antagonistája a gyökérrontó taplóknak. Ugyancsak *Rishbeth (1963)* volt az, aki több gombafajról is megállapította annak antagonista hatását a *H. annosummal* szemben. Az ilyen jellegű vizsgálatokat – elsősorban a baziidumos gombák vonatkozásában – *Holdenrieder (1984)* is megismételte és kibővítette, sőt mi is végeztünk hasonló irányban kísérleteket részben in vitro körülmények között, részben szabadföldi kísérletben a nevelővágásra besorolt erdei- és feketefenyvesekben. A *Fungi imperfecti* csoportba tartozó gombák közül is több faj antagonista hatású volt a gyökérrontó taplóra, de ezek csak a tuskók felületén tudták hatásukat érvényesíteni. Olyan gombafajnak azonban, amely a faanyagba, azaz a tuskóba is mélyen be tud hatolni, antagonista hatást tud kifejteni a gyökérrontó taplóval szemben és emellett még nagyüzemi módon nagy tömegben ivartalan spóráképzésre is készíthető, a mai napig csak az óriás terülögomba bizonyult, amely mindhárom kritériumot ki tudja elégíteni. *Rishbeth (1952)* első kísérleteit követően *Meredith (1959, 1960)*, *Greig (1976)*, *Kallio és Hallaksela (1979)* közleményeikben jó eredményekről számoltak be az erdeifenyő vonatkozásában. Hazai kísérleteink is azt igazolták, hogy a *P. gigantea* jól alkalmazható a tapló leküzdésére (*Pagony, 1985*), a jól kiválasztott törzsek még aszályos években is eredményesen telepíthetők erdeifenyő tuskókra. A feketefenyőre már nehezebb megtelepítése, de találtunk olyan törzset, amelynek fermentált és liofilizált változatával még feketefenyőn is 100 %-os borítottságot értünk el. Lucfenyő esetében már nem sikerült minden évben kedvező eredményt elérnünk. Ezt elsősorban annak tulajdonítottuk, hogy a *P. gigantea*-nak csak egyes biotípusai alkalmasak a luc-tuskók eredményes kezelésére.

Miközben *Korhonen (1978)* módszerével tisztáztuk, hogy Magyarországon is megtalálható a gyökérrontó tapló három biotípusa (*Pagony, Szántó, 1995, 1996*), megkezdjük a *P. gigantea* egyes típusainak vizsgálatát in vitro és szabadföldi kísérletekben annak érdekében, hogy lucfenyő tuskókon is eredményesen végezhesünk oltásokat a *H. annosum* visszaszorítására, fékentartására.

A KÍSÉRLETEK ANYAGA ÉS MÓDSZERE

A laboratóriumi korhasztási kísérletekhez a Msz 13368-53 sz., a "Fatlítószerek gombák elleni védőértékének megállapítására" tárgyában kiadott szabványban előírta-

kat alkalmaztuk 1x2x4 cm-es luc- és erdeifenyő kockákon, külön választva a szijácsot és gesztet. A próbakockák korhasztását Kolle palackokban végeztük, palackonként 5–5 darabbal. A kockák behelyezését megelőzően különböző *Phlebiopsis gigantea* törzseket választottunk ki, mégpedig azokat, amelyek hossznövekedés és spóraprodukció szempontjából a legígéretesebbnek bizonyultak. Azt is szempontnak tekintettük, hogy lehetőleg más-más fajfaj tuskójáról izolált törzset használjunk. Eszerint a 15.19-es törzs Öriszentpéterről lucfenyőről, a 15.31-es erdeifenyőről és Debrecenből, a 15.32-es duglaszfenyőről és Kercaszomorról, a 15.33-as lucfenyőről és Újhutáról származott. A kísérlethez kontrollnak használtuk a finn Kemira cég által előállított Rotstop tenyészetét is, amelyből – hasonlóan a többihez – petricsészés anyagot állítottunk elő. Amikor a tenyészetek a Kolle palackokban a táptalajt teljesen beborították, steril üvegpálcákat helyeztünk a tenyészetek felületére és ezekre tettük a próbakockákat. A korhasztás időtartama 90 nap volt. A bontás intenzitását súlyvesztés alapján határoztuk meg. Egy-egy változathoz 20 kockát helyeztünk el a palackokba.

A szabadföldi tuskókezelési kísérleteket az Örség különböző korú lucosaiban, a nevelővágást követően állítottuk be 1994 novemberétől kezdve. 7 alkalommal, különböző évszakokban végeztük a tuskókezeléseket legalább 4x-es ismétlésben, különböző kezelési variációkban és ml-ként igen változó spóraszámmal. A tuskókat legalább 1 év elteltével korongoztuk meg. A tévedések elkerülését kizárandó, minden tuskót számozott alumínium lappal láttuk el (1. kép), amely utalt a kezelésre.



1. kép Kezelt luctuskó (alumínium lappal jelzett)

Pic. 1 Inoculated spruce stump

Egy-egy tuskóról 2–3 korongot (2–3 cm vastagságút) vágunk annak megállapítása érdekében, milyen mélyen hatolt be a *P. gigantea* a faanyagba. A korongokat papírzacskóba, majd PVC zacskóba helyeztük. 3–4 hetes inkubálást követően mikroszkópon ellenőriztük a megeredést, valamint a korongok borítottsági mértékét.

A KÍSÉRLET EREDMÉNYEI

Laboratóriumi korhasztási kísérletek

A korhasztási kísérleteket megelőzően a kiválasztott *Phlebiopsis* törzsek spóra-termelését is vizsgáltuk kétféle táptalajon: Korhonen-félén, valamint saját összeállításún. A *Korhonen* által javasolt táptalajon jóval kisebb volt az ivartalan spóráképződés. 3 hetes tenyésztésben az egyes törzsek spóráképződése a következő volt egy 9 cm-es petricsészében:

15.19 törzsnél	Korhonen táptalajon	12 x 10 ⁶	saját táptalajon	348 x 10 ⁶
15.31 törzsnél	- " -	20 x 10 ⁶	- " -	569 x 10 ⁶
15.32 törzsnél	- " -	68 x 10 ⁶	- " -	706 x 10 ⁶
15.33 törzsnél	- " -	116 x 10 ⁶	- " -	364 x 10 ⁶
Rotstop	- " -	23 x 10 ⁶	- " -	558 x 10 ⁶

20-szoros ismétlést alkalmazva a kockák súlyvesztését három féle módon értékeltük:

1. mind a 20 próbakocka eredményét összegeztük, kiszámítva a megfigyelések szórását;
2. csak a 10 legerőteljesebben korhasztott kocka %-os értékét vettük figyelembe és ezeknek számítottuk ki a megfigyelések szórását;
3. az 5 legjobb és az 5 leggyengébben korhasztott kocka értékeit mellőztük és csak a középső 10 kocka %-os adatait összegeztük. Ezeknek számítottuk ki a megfigyelések szórását.

A kapott eredményeket az 1. táblázatban foglaltuk össze.

A lucfenyő szijácsában, a 20 ismétlés figyelembevételével, legintenzívebb korhasztást a 15.32 és a 15.33-as törzseknél tapasztaltuk a legkisebb szórás mellett (9,5, illetve 9,0 %). A Rotstop bontási intenzitása 8,2 %-os volt, amelyenél csak a 15.31-es saját törzsünk mutatott kevesebbet (7,2 %).

A 2-es variáció esetében mind a 4 saját törzs jobb eredményt mutatott, mint a Rotstop. Csak a megfigyelések szórása volt magasabb.

A 3-ik variációnál, amikor az 5 legerősebben és az 5 leggyengébben korhasztott kocka értékeit kiejtettük, a 15.32-es törzs adta a legjobb eredményt, a 15.33-as törzs pedig csak 0,1 %-kal volt gyengébb a Rotstopnál. A 15.19 és a 15.31-es törzsek értékei alacsonyabbak voltak, a megfigyelések szórása pedig némileg magasabb volt az előző háromhoz viszonyítva.

1. táblázat Az alkalmazott *Peniophora* törzsek és azok bontása 90 nap alatt, a szárazanyag súlyszázalékában és a megfigyelések szórása

Jel	Fafaj, farész	Ismétlések száma	<i>Peniophora gigantea</i> törzsek jele				Rotstop
			15.19	15.31	15.32	15.33	
A	Lucfenyő szijács	20	8,6 ± 1,8	7,2 ± 4,1	9,5 ± 1,6	9,0 ± 1,7	8,2 ± 3,2
		10 (-10 alsó)	10,1 ± 1,3	10,8 ± 1,8	10,7 ± 1,1	10,4 ± 1,2	10,0 ± 0,7
		10 (-5 alsó és 5 felső)	8,3 ± 1,0	7,2 ± 2,3	9,5 ± 0,7	8,8 ± 0,8	8,9 ± 0,7
B	Lucfenyő geszt	20	8,4 ± 1,8	7,0 ± 4,1	8,2 ± 1,4	7,6 ± 2,1	7,6 ± 1,7
		10 (-10 alsó)	9,7 ± 2,7	10,2 ± 3,4	9,4 ± 0,6	9,1 ± 0,8	8,7 ± 1,4
		10 (-5 alsó és 5 felső)	8,5 ± 0,8	6,2 ± 4,2	8,3 ± 0,7	8,0 ± 0,6	7,8 ± 0,4
C	Erdeifenyő szijács	20	11,7 ± 1,6	10,7 ± 2,3	11,6 ± 2,4	11,5 ± 1,5	10,1 ± 1,8
		10 (-10 alsó)	13,0 ± 0,6	12,5 ± 1,5	13,6 ± 1,0	12,7 ± 0,4	11,7 ± 0,9
		10 (-5 alsó és 5 felső)	12,1 ± 0,4	10,5 ± 1,1	11,9 ± 1,2	11,6 ± 0,7	10,1 ± 1,0
D	Erdeifenyő geszt	20	2,1 ± 1,8	3,8 ± 4,6	4,3 ± 4,3	5,2 ± 3,7	5,5 ± 2,9
		10 (-10 alsó)	3,7 ± 2,0	6,1 ± 5,0	7,4 ± 4,2	7,9 ± 3,8	8,0 ± 1,8
		10 (-5 alsó és 5 felső)	1,6 ± 0,7	1,7 ± 1,3	3,7 ± 1,0	3,9 ± 0,7	5,2 ± 1,8

Ha a 2-es változatot tekintjük a leghitelesebbnek, akkor a lucfenyő szijácsát mind a négy hazai és a finn *Phlebiopsis* törzs 10, illetve 10 % feletti mértékben korhasztotta.

A lucfenyő gesztjét (érettfáját) minden vizsgált *Phlebiopsis* törzs valamivel nehezebben bontotta, mint a szijácsot. 20 ismétlést figyelembe véve a 15.19-es törzs bizonyult a leghatékonyabbnak 8,4 %-kal. 8 % felett bontott a 15.32-es törzs is, míg a többi 8 % alatt. Összehasonlítva a 15.33 és a Rotstop bontási intenzitását, azonos volt az érték 7,6 %-al.

A 2-es változat szerint leghatékonyabb volt a 15.31-es törzs 10,2 %-kal. 9 % feletti voltak a hazai törzsek, míg a Rotstop csak 8,7 %-ot ért el. A megfigyelések szórása a 15.32-nél volt a legkisebb.

A 3-as változat figyelembevételénél a 15.19-es mutatta a legkedvezőbb eredményt, 8,5 %-os bontási értékkel. 8 % feletti korhasztási eredményt értek el a 15.32 és a 15.33-as törzsek. A Rotstop csak 7,8, a 15.31-es törzs pedig 6,2 %-os értéket mutatott. Előbbinél a megfigyelések szórása kedvező, ±0,4 %-os volt.

Az erdeifenyő másképpen viselkedett a *Phlebiopsis* törzsekkel szemben. A szijács korhadása a geszthez viszonyítva sokkal erőteljesebb volt. Az értékelés első változata szerint (20-szoros ismétlés) a szijács esetén csökkenő sorrendben a 15.19, a 15.32, 15.33 törzsek 11,0 % feletti korhasztási értéket mutattak.

A 2-es variáció esetében a 15.32-es bizonyult a leghatékonyabbnak (13 %), de 13,0 % feletti értéket mutatott a 15.19-es törzs is. Közel azonos, 12,0 % feletti bontást értünk el a 15.31 és 15.33-as törzsekkel. A Rotstop adta a leggyengébb eredményt 11,7 %-kal.

A 3-ik változat szerint is meghaladta mindegyik hazai törzsünk korhasztási intenzitása a Rotstopét. Leghatékonyabbnak a 15.19-es törzs bizonyult.

Az erdeifenyő gesztjét a *P. gigantea* nehezebben bontja, mint a szijácsot. Ez látható volt a Rotstop esetében is. A 20 ismétlést figyelembe véve a Rotstop bizonyult a legjobbnak 5,5 %-kal. Ezt csak a 15.33-as hazai törzs közelítette meg (5,2 %). Leggyengébb volt a 15.19-es törzsünk.

A 10 leggyengébben korhasztott kocka elhagyásával (2-es változat) is a Rotstop mutatta a legjobb eredményt 8,0 %-kal. A 15.33-as törzs csak 0,1 %-kal maradt le (7,9 %). A többi törzsnek korhasztó hatása gyengébb volt és a 15.19-nél mindössze 3,7 %-ot ért el.

A 3-ik változat esetében még nagyobbak voltak a különbségek. A Rotstop a 4 vizsgált hazai törzset megelőzve 5,2 %-os súlyvesztést okozott. Alig bontotta a gesztet a 15.19-es törzs, mindössze 1,6 %-os értékkel.

A próbakockás vizsgálatok során megállapíthattuk, hogy alkalmazott *Phlebiopsis gigantea* törzseink sem az erdeifenyő, sem a lucfenyő esetében nem maradnak el bontási intenzitásban a finn Rotstop készítménytől, sőt esetenként hatékonyságuk jobbnak bizonyult. Különösen fontosnak tartottuk ezt az eredményt lucfenyő esetében, mivel a szabadföldi kísérletek során luctuskókra kívántuk ezeket megtelepíteni a *Heterobasidium annosum* visszaszorítása érdekében.

Szabadföldi tuskóoltási kísérletek

Már a 70-es évek végén kezdtünk tuskókezeléseket egyes *Phlebiopsis gigantea* törzsekkel, elsősorban erdeifenyvesekben (Pagony, 1980), majd a petricsészében nevelt és vízzel lemosott spóraszuszpenzió mellett 1981-től a "Penofil" elnevezésű fermentleves, valamint liofilizált készítmények alkalmazásával, a Dunántúlon, az Alföldön és a Nyírségben eredményes oltásokat végeztünk erdei- és feketefenyvesekben (Pagony, 1985). Lucfenyő esetében, mint a bevezetőben említettük, ritkán volt eredményes kísérletünk. Ezt annak tudtuk be elsősorban, hogy a *H. annosum* lucfenyőnél elsősorban az érettfát és nem a szijácsot bontja. A *P. gigantea* pedig kimondottan szijácskorhasztó.

A nevelővágásra érett lucosokban 1994-ben, szeptemberben kezdtük meg az ismételt próbaoltásokat *P. gigantea*-val. Az évszakonként megismételt különböző variációkat, valamint a *P. gigantea* törzseket változtatva, a tuskókezeléseket 1997 tavaszáig folytattuk. az eredmények nem bizonyultak minden esetben jónak, melyek következményeit a kísérletek eredményeinek alapján kívánjuk közölni.

Első alkalommal, azaz 1994 novemberében Bajánsegy 4 C-ben egy rudaskorú állományban végeztük el a tuskókezelést. A kezelésekhöz a meglévő összes (10) *P. gigantea* törzs petricsészére oltott és azokról 3 hetes korban lemosott spóráit használtuk fel 250–250 ml vízzel, viszonylag magas spórakoncentrációval. A spórák lemosását tiszta, valamint 2 %-os nádcukros vízzel végeztük. Utóbbi a spórák élettartamának meghosszabítására szántuk. A tuskók cm²-ére jutó spórák száma magas volt, mivel a kezelt tuskók mérete a 20 cm-es átmérőt nem haladta meg.

A laboratóriumi korhasztási kísérletek során már felsorolt *Phlebiopsis gigantea* törzseken kívül a következő törzsekkel rendelkezünk, melyeknek származása, valamint spóraprodukcója a következő volt:

Törzs	Származás	Korhonen táptalajon	Saját táptalajon
15. 7 EF	Finnország	40x10 ⁶	393x10 ⁶
15.12 EF	Kutas	19x10 ⁶	279x10 ⁶
15.18 EF	Őriszentpéter	83x10 ⁶	40x10 ⁶
15.20 LF	Őriszentpéter	320x10 ⁶	746x10 ⁶
15.21 EF	Kaszó	46x10 ⁶	648x10 ⁶
15.23 LF	Őriszentpéter	43x10 ⁶	355x10 ⁶
15.25 EF	Bejcgertyános	123x10 ⁶	758x10 ⁶
15.27 EF	Bejcgertyános	78x10 ⁶	560x10 ⁶

A tuskókezelés nem hozta meg a várt eredményt. Mind a tenyészetek megeredése, mind pedig a levágott korongok borítottsága nem volt kielégítő. Leghatékonyabb *P. gigantea* törzsünk a 15.19-es sorszámú volt, amit Őriszentpéteren luctuskóról izoláltunk. Azonban ezzel is csak 50 %-os megeredést értünk el. A meg nem eredt tuskókon számtalan egyéb gomba volt található, köztük többségében csatot képző bazi-diumos gombák és rizomorfat képző *Armillaria sp.*

1995 áprilisában ugyancsak a már alkalmazott 10 *P. gigantea* törzssel állítottunk be tuskókezeléseket. A kezelési változatok száma három lett: 1.) tiszta vízzel lemosott; 2.) szőlőcukros (2 %) vízzel lemosott és 3.) Agrollal lemosott spórákkal végeztük el a kezelés ugyancsak 250–250 ml víz felhasználásával. A tuskók mérete azonos volt, mint az előző év őszén, ugyanabban az erdőrésztben (Bajánsenye 4 C).

Egy év elteltével az inkubált korongok értékelése nem sokban különbözött az előző évi kezeléstől. Maximális megeredést a 15.7-es szőlőcukros kezeléssel értünk el, 75 %-ban. 50 %-os megeredést adott ugyanezen törzsnek vizes kezelése, valamint a két Bejcgertyánosról izolált 15.25 és 15.17-es törzseké. Az Agrollal lemosott és vízzel szuszpendált spórákkal nem értünk el eredményt.

Azokat a törzseket, amelyekkel nem értünk el még viszonylagosan sem jó eredményt, a további kísérletekből kizártuk. Így 1995 júniusában csak három törzset alkalmaztunk. Ezek közül az egyik (15.34) nem volt *P. gigantea* és ivartalan spórákat nem hozott. Csak abban reménykedtünk, hogy a petricsészéről lemosott fragmentumok alkalmasak lesznek megeredésre a vágáslapokon és a tuskók kérgén. Elképzelésünk nem vezetett eredményre. A 15.12-es törzset azért választottuk, mivel a *H. annosum* F, P és S típusaival szemben a laboratóriumi kísérletek során a legaktívabb volt. A másik *P. gigantea* törzs pedig Újhutáról, lucfenyő tuskóról származott (15.33) és vele még tuskókezelési kísérleteket nem végeztünk, jól vizsgázott viszont in vitro kísérletekben a *H. annosum* egyes biotípusaival szemben. A kezelési változatok, valamint a kísérleti hely azonos volt az előzővel. A cm²-kénti spóraszám itt is jóval meghaladta az üzemi gyakorlatra javasolt és bevált értéket. (Erdefenyőre 40 ezer spórákat javasoltunk ml-ként.)

A kezelést követően 1 év múlva ebben a sorozatban a 15.33-as törzssel értünk el 100 %-os megeredést, mégpedig a tiszta vizes, a szőlőcukros, valamint az Agrolal lemosással egyaránt. A tuskóknak majdnem mindegyikén megjelentek a *P. gigantea* termőtestek (2. kép).



2. kép Az óriás területgomba 15.33-as törzsének termőteste luctuskón
Pic. 2. Number 15,33 strain of *Phlebiopsis gigantea*, fruitbody on spruce stump

A 15.12-es törzssel is jobb eredményt értünk el, mint korábban. A tiszta vizes kezelésnél 100, a szőlőcukros és Agrolós kezelésnél pedig 75 és 50 %-os volt a megeredés. Ami kedvezőtlen volt a vizsgálatnál, hogy a 3-ik vágott korongban csak elvétve találtuk meg a *P. gigantea*-t, tehát a gomba növekedési intenzitása erősen lelassult.

1996 májusában újabb kísérleti sort állítottunk be. Bővítettük a kezelési változatok számát és módosítottunk is rajtuk. Így Agrol helyett parafint alkalmaztunk. Egyik változatban a lemosóvízbe 5 % ammónium-szulfátot kevertünk, mivel svéd tapasztalatok szerint ez fokozta a *P. gigantea* megtelepülését. Másik módosításunk az volt, hogy 20 % nátrium-nitritet kevertünk a vízbe (NaNO_2), amelyet Angliában alkalmaztak korábban a *H. annosum* ellen feketefenyvesben.

Az 1996 decemberi és 1997 évi májusi értékelés során a 15.7-es törzsnél a parafinos lemosásnál értékeltünk 75 %-os eredményességet, mint maximumot. A nátrium-nitrittel kezelt tuskók 50 %-án vegyes gombahifák tömegét találtuk.

A 15.25-ös törzs négy kezelési változatával 50–50 %-os megeredést értünk el. A korongok borítottsága meglehetősen gyenge volt. A 15.32-es törzssel kezelési változatonként 25–50–75 %-os megeredést tapasztaltunk. A korongok borítottsági értéke a szőlőcukros és parafinos kezeléseknél volt a legjobb.

A várakozásoknak megfelelően a 15.33-as újhutai törzsünkkel értük el ismételtén a legjobb eredményt. A parafinos kezelés (75 %-os) kivételével a megeredés 100 %-os és a korongok borítottsági értéke is teljes volt. Még a harmadik korongban is mindig megtaláltuk a *P. gigantea* telepeit.

Két éven át a 15.33-as újhutai törzs kiváló eredményt hozott. Ennek hatékonyságát kívántuk 1996 nyarán a finn Rotstop készítménnyel összehasonlítani. Luc- és erdeifenyő tuskókat kezeltünk, mindkét esetben a spóráknak vizes lemosásával. A következő év májusában, valamint novemberében végzett értékelés teljesen negatív eredményt hozott. Az eredménytelenség rámutatott arra, hogy aszályos periódusban sem az erdei-, sem a lucfenyőn nem lehet eredményesen megtelepíteni a *P. gigantea*-t.

A spórák gyors pusztulásának megakadályozása érdekében 1997 júliusában a 15.32, a 15.33 saját, valamint a finn Rotstop tenyészetekkel olyan tuskókezelést állítottunk be, ahol a kezelést megelőzően 2–3 cm vastag korongot vágunk le, majd a kezelést követően azokat visszazegeztük, a kezelt tuskók felét pedig csak alommal borítottuk. A cm²-kénti spóraszám 160–460 ezerig változott a tuskók méretétől függően.

A kezelést követően, novemberben ellenőriztük korongozással és inkubálással az eredményességet. A korong alá oltásnál a 15.32-es törzssel 86 %-os megeredést értünk el. A maximális borítottság 60 %-os volt. A csak tőalommal fedett tuskókban a megeredés mindössze 38 %-os lett. A 15.33-as törzs esetében a koronggal fedett tuskóknál a megeredés ugyancsak 86 % lett. A borítottsági érték legtöbb esetben 100 %-ot ért el. A csak alommal fedett tuskóknál is viszonylag jó eredményt értünk el 83 %-kal, a borítottsági érték viszont alacsony volt.

Rotstoppal a koronggal letakart tuskóknál 83 %-os volt a megeredés. A maximális borítottsági érték 50 % volt. A csak alommal takart tuskókon a megeredés 71 %-os lett és a borítottság nem haladta meg a 20 %-ot.

Az 1997-es nyári kísérlet két kérdésre adott egyértelműen választ:

- Hazai szelektált *P. gigantea* törzseinkkel azonos, vagy jobb eredményt érhetünk el, mint a Rotstoppal, amelyet egyaránt ajánlanak erdei- és luctuskók kezelésére.
- Általában, de különösen a nyári időszakban *P. gigantea*-val csak úgy lehet biztos eredményt elérni, ha korongvágással oltunk a tuskóra a kiszáradás megakadályozása érdekében.

KÖVETKEZTETÉSEK

A lefolytatott laboratóriumi korhasztási kísérletek azt igazolták, hogy a hazai szelektált *Phlebiopsis gigantea* törzseink mindegyike alkalmasnak látszik a *Heterobasidium annosum* elleni védőkezelésre. Összehasonlítva a Kemira cég által előállított Rotstop készítménnyel hatékonyságuk – bontási intenzitásban – azonos, vagy meghaladja azt.

Luc- és erdeifenyő szijácsának, gesztjének összehasonlításában általánosan a következő megállapítást tehetjük:

- A lucfenyő szijácsát minden *P. gigantea* törzs valamivel hatékonyabban tudja korhasztani, mint az érettfát. A különbség azonban jelentéktelen.

- Az erdeifenyő szíjácsát minden *P. gigantea* törzs erőteljesebben korhasztja, mint a lucfenyőét. A különbség 2–3 % is lehet.
- A lucfenyő érettfáját ugyan kisebb intenzitással tudja az óriás terülógomba korhasztani mint a szíjácsot, de az erdeifenyő gesztjéhez viszonyítva 2-szer, 3-szor magasabb %-ban azt meghaladja.

Az 1994 óta, négy éven át folytatott szabadföldi luctuskó oltási kísérletek nem igazolták minden esetben a laboratóriumi eredményeket. Ezek szerint:

- A *Pinus* fajok (erdei- és feketefenyő) tuskóira eredményesen oltható *Phlebiopsis* törzsek nem alkalmasak luctuskók oltására a gyenge megeredés miatt.
- Csak lucfenyőről izolált *P. gigantea* törzsekkel lehet hatékony tuskóoltást elérni megfelelő kezeléssel.
- A *P. gigantea* luctuskóra történő oltása jóval nehezebb, mint a *Pinus* fajokra.
- Nyári időszakban a tuskóoltás bizonytalan. Ilyenkor csak akkor tudunk elfogadható eredményt elérni, ha korongot vágunk és alá oltunk, amivel megakadályozzuk a spórák elpusztulását.
- A kísérlet időszakában nem találtunk olyan gombafajt a *P. gigantea* kivételével, amely a *H. annosum* antagonistája lett volna.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Megköszönöm Halász Gáborné és Hegedűs Péter vezető technikusok hatékony közreműködését a kísérletek aprólékos kivitelezésében és feldolgozásában.

A dolgozat az OTKA T 006128 sz. pályázat támogatásával készült.

IRODALOM

- Meredith, D.S. 1959. The infection of pine stumps by *Fomes annosus* and other fungi. Ann. Bot., London. 23:455–476.
- Meredith, D.S. 1960. Further observations on fungi inhabiting pine stumps. Ann. Bot., London. 24: 63–78.
- Slysh, A. R. 1960. The Genus *Peniophora* in New York State and adjacent regions. State Univ. Coll. of For. at Syracuse Univ. Tehn. Publ. N^o 83:1–95.
- Rishbeth, J. 1963. Stump protection against *Fomes annosus* III. Inoculation with *Peniophora gigantea*. Hnn. appl. Biol. 52: 63–77.
- Greig, B. J. W. 1976. Biological Control of *Fomes annosus* by *Peniophora gigantea*. Eur. J. For. Path. 6. 2: 65–71.
- Korhonen, K. 1978. Intersterility groups of *Heterobasidion annosum*. Comm. Inst. Forest Fenn. 94 (6):1–25.
- Kallio, T., Hallaksela, A., M. 1979. Biological control of *Heterobasidion annosum* (Fr.)Bref. /*Fomes annosus*/ in Finland. Eur. J. Forest Path. 9:298–300.

- Pagony H. 1980. Butt rot: a Dangerous Pest of Hungarian Scots Stands /*Fomes annosus* (Fr.) Cooke/ Erdészeti Kutatások, Vol. 73.2:13–20.
- Pagony H. 1981. The biological method of controlling *F. annosus* (Fr.) Cooke. Root and Butt Rots in Scots Pine Stands. Eur.Reg.Meet. JUFRO Work Party, Poznan. 34–37.
- Pagony H. 1983. Biological methods of controlling *Fomes annosus* (Fr.) Cooke in Scots an Austrian Pine Stands. Int. Conf. Integr. Prof.2:110–112. Bp., 4–9 th. Inty.
- Holdenrieder, O. 1984. Untersuchungen zur biologischen Bekämpfung von *Heterobasidion annosum* en Fichte (*Picea abies*) mit antagonistischen Pilzen. Eur. J. For. Path. 14. 1: 17–32.
- Holdenrieder, O. 1984. Untersuchungen zur biologische Bekämpfung von *Heterobasidion annosum* an Fichte (*Picea abies*) mit antagonistischen Pilze II. Interaktions auf Holz. Eur. J. For. Path. 14.3: 137–153.
- Pagony H. 1985. Az óriás területgomba /*Peniophora (Phlebia) gigantea* (FR.) Masse/ alkalmazási lehetősége a gyökérrontó tapló /*Fomes annosus* (FR.) Cooke/ leküzdésére erdei- és feketefenyveseinkben.
- Pagony H. 1987. Mentsük meg erdei- és feketefenyveseinket a korai pusztulástól. Az Erdő, XXXVI. 10:439–444.
- Pagony H., Szántó M. 1995. A gyökérrontó tapló (*Heterobasidion annosum*/FR/ Bref) biotípusai Magyarországon. Növényvédelem 33.1:11–17.
- Pagony H. 1996. Ismét a gyökérrontó taplóról és a hatékony védekezés lehetőségéről. Erdészeti Lapok, CXXXI. június:184–185.
- Pagony H., Szántó M. 1996. Adatok a gyökérrontó tapló biotípusainak hazai előfordulásáról. Mikológiai Közlemények, Vol.35., 1–2:9–20.

ERDÉSZETI ÖKONÓMIA

ÚJ ERDÉSZETI POLITIKA PIACGAZDASÁGI ALAPON MAGYARORSZÁGON

ILLYÉS BEJAMIN* , NIEBLEIN ERWIN**

ÖSSZEFOGLALÓ

Az Európai Unió által támogatott projekt (CIPA-CT93-0225) kutatási eredményeit foglalja össze a tanulmány. A szerzők jellemzik a magyar erdőgazdálkodás természeti, jogi és ökonomiai keretfeltételeit. Nemzetközi tapasztalatok alapján elemzik a magyar piacgazdasági átmenet időszakának jellegzetességeit, rámutatnak az elért eredményekre, az újonnan keletkezett konfliktusokra. A projekt záró jelentésének utolsó fejezete a piacgazdaság megerősödését szolgáló javaslatokat rögzíti.

KULCSSZAVAK: magánerdő-gazdaság, állami erdőgazdaság, erdőtörvény, erdőtelepítés

ZUSAMMENFASSUNG

Die Studie fasst die Forschungsergebnisse des von der Europäischen Union geförderten Projektes (CIPA-CT93-0225) zusammen. Von den Verfassern werden die natürlich/rechtlich/ökonomischen Rahmenbedingungen der ungarischen Forstwirtschaft dargestellt. Auch die spezifischen Merkmale des Übergangs in die Marktwirtschaft in Ungarn werden auf Grund internationaler Erfahrungen aufgeführt; erreichte Ergebnisse und neuerlich herbeigeführte Konflikte sind dabei dargelegt. Im letzten Kapitel des Projektschlussberichtes sind Vorschläge zum Durchsetzen der marktwirtschaftlichen Ordnung zusammengefasst.

SCHLÜSSELWÖRTER: Privatwaldwirtschaft, Staatswaldwirtschaft, Forstgesetz, Erstaufforstung

BEVEZETÉS

Magyarországon a központi tervgazdálkodás leépítését és a piacgazdaság működését szolgáló reform folyamatok már 1968-ban megkezdődtek. Az 1989-es politikai fordulat e fejlődést felgyorsította és minőségileg új pályára állította. Mindezek a változások átmenetileg gazdasági válságot okoztak. Az utóbbi években viszont már je-

* Erdészeti Tudományos Intézet

** Ludwig Egyetem, Freiburg

lentkeztek a stabilizáció jelei. Kialakultak a szabad piacgazdaság működési feltételei, melyek a gazdasági hatékonyságot növelték.

A tanulmány a magyar erdőgazdálkodás keretfeltételeiből kiindulva elemzi a változások főbb jellemzőit, rámutat az elért eredményekre, az újonnan keletkezett konfliktusokra és feloldásuk lehetőségeire.

AZ ERDŐGAZDÁLKODÁS KERETFELTÉTELEI MAGYARORSZÁGON

A magyar erdőgazdálkodás történelmi fejlődését 1990-ig összefoglalva a következők jellemzik:

- A természeti adottságok az európai átlagnál kedvezőbbek az elegyes lomberdők számára. Ez a sajátos szerkezet az iparosodás időszakában is lényegében megmaradt. Az 1945 utáni időszakban összességében az erdők összetétele, produktivitása javult.
- Az erdőtelepítés mintegy 200 éve szerepel az erdészeti célkitűzések között. Az 1945 után végzett 600 ezer ha erdőtelepítés nemzetközi megítélés szerint is kiemelkedő teljesítmény. A mai kritikai vélemények ezen belül a fenyők és nemesnyárák túlzott arányát jogosan vetik fel.
- A magyar erdészet jogi és intézményi feltételei az évszázadok folyamán szinkronban voltak az európai fejlődési folyamatokkal. Az 1945 utáni fejlődést is – a politikai korlátok ellenére – ez jellemezte. Ennek egyik jele a vállalkozói állami erdészet 1945–47 közötti, majd 1968 utáni megjelenése és fokozatos megerősödése. 1955-től a keleti blokk többi országától elvileg eltérő faárrendszer is lehetővé tette a piacgazdaság felé történő elmozdulást az erdészetben.
- A magyar faanyag feldolgozás helyzete ellentmondásos. 1960 táján, majd a 70-es években jelentős technológiai modernizáció történt. Ma is megoldatlan azonban mintegy 700 ezer m³ faanyag gazdaságilag racionális hasznosítása. Az erdőgazdálkodás távlati helyzetét alapvetően befolyásolja az új, korszerű fafeldolgozó bázis megteremtése.

Az 1990-es évek politikai és gazdasági keretfeltételei radikálisan megváltoztak. Ezek minőségileg más fejlődési pályára állították az erdőgazdálkodást is:

- A Parlament által hozott új törvények hatására a nemzetgazdasági tendenciáktól eltérően az erdőgazdálkodásban nőtt a hatósági, központi beavatkozások lehetősége. Az állami erdőrendezés és erdőfelügyelet összevonásával új hatósági szervezetet hoztak létre. Körülbelül 350 ezer ha erdőterületen a természetvédelmi hatóság került meghatározó szerepbe. A vadászati felügyelők a megyei tagoltságú állami igazgatási szervezet keretén belül dolgoznak. A hatósági beavatkozások lehetőségének bővítését nem kapcsolták össze a megfelelő finanszírozási háttér megteremtésével.
- A kárpótlási folyamat eredményeként az erdőterület cca. 45 %-án magánbirtokok jönnek létre. A széttagolt kis erdőbirtokok nehezítik a korszerű gazdál-

kodást. A birtokbaadás elhúzódása lassítja a feszültségek jelentkezését és megoldását. A magánbirtokosok országos, erős érdekképviselői szervezete még nem alakult meg. A tanácsadói hálózat sem működik még megfelelő színvonalon.

- A gazdálkodói és hatósági funkció elkülönítésének elve alapján vállalkozói jellegű állami erdészeti szervezetet hoztak létre. Az állami erdővagyon tulajdonosi jogait a Pénzügyminiszter, a termelő vagyont pedig a privatizációs és vagyonkezelő Rt. vezetője (kisebb részben a honvédelmi miniszter) gyakorolja. Az állami erdőszetben foglalkoztatottak száma 12 ezerre csökkent. Az erdészeti dolgozók közül 8–10 ezer fő magánvállalkozó lett. Műszaki gépparkjuk elavult, megújításuk a fejlődés egyik kulcskérdése.
- A fafeldolgozó üzemek nagy részét elválasztották az erdészeti Rt-ektől és részben privatizálták. A fafeldolgozás műszaki bázisa korszerűtlen, nem felel meg a hazai adottságoknak.

A projekt keretében megvalósult tanulmányutak főbb tapasztalatai:

- A magánerdők esetében a birtokosok tulajdonlási joga elsőbbséget kap a törvénykezésben. Az állam általában közvetett eszközökkel (támogatásokkal, ingyenes szaktanácsadással) éri el a társadalmi célokat. A törvényi keretfeltételek a lényeges szakmai követelményeket rögzítik csupán.
- A magánerdőbirtokosok társulásai általában nem a kezelendő terület összevonására, hanem a munkák műszaki hátterének megteremtésére és közös használatára, az értékesítés szervezettebbé tételére irányulnak. Fontos szerepük van a szakképzés megvalósításában is.
- Az erdőrendezési és hatósági funkció általában elkülönül. A hatósági feladatok újszerű tartalma a regionális tervezés megvalósítása, az országos erdőállapotot jellemző adatok begyűjtése és feldolgozása.
- Az erdőrendezés a tulajdonosok/kezelők érdekeit szolgálja elsősorban a törvényi keretek közt. E tevékenység szolgáltatás, mely magánvállalkozásként is végezhető. Kis erdőterületeken a szakszerű erdőgazdálkodást szaktanácsadással érik el.

Az állami erdőszet radikális átalakítása mindenütt időszerű. A változások főbb közös jellemzői a következők:

- ◆ A hatósági és gazdálkodói feladatok elkülönítése.
- ◆ A vállalkozásorientált gazdálkodói szervezet előtérbe kerülése.
- ◆ Az ökonómiai és ökológiai egységes szemléletű állami erdőgazdálkodás megvalósítása.
- ◆ A védelmi és üdülési teljesítmények szolgáltatásként történő kezelése a finanszírozásban és az üzemi elszámolásokban.
- ◆ A szubszidiaritás elvének érvényesítése a szervezeten belül.

ERDÉSZETPOLITIKAI KUTATÁSOK

A piacgazdaság az emberi szabadság érvényesülésével és a szabadpiac működésével kényszeríti ki az optimális megoldást. A neoliberalisták (Eucken és a freiburgi iskola) ismerték fel, hogy a piacgazdaság működését direkt beavatkozások nélkül, területpalánkok segítségével kell társadalmi szempontból kedvező irányba befolyásolni. Újabban merült fel, hogy a piac működését az ökológiai igények érvényesítése érdekében is szabályozni kell (Nießlein: *Humán piacgazdaság*, 1981). A magyar erdőgazdálkodás jövőjét is a piacgazdaság és az állami beavatkozások optimális összhangja határozza meg.

Az állami erdészeti szervezetek hatósági, tanácsadói és gazdálkodói feladatokat teljesítenek. Helyes az a magyar törekvés, mely elválasztotta a gazdálkodói és hatósági funkciókat egymástól.

A *hatósági funkció* a törvények betartásának ellenőrzésére irányuljon, nem avatkozhat be közvetlenül a termelési folyamatokba. A hatósági tevékenység legyen szektorsemleges, ne függjön a birtoknagyságtól. Az erdészeti hatóság a "segítségnyújtás az önsegélyezéshez" elv alapján segítse az erdőtulajdonosok saját felelősségén alapuló gazdálkodást.

Az erdészeti tanácsadás a szakszerű erdőgazdálkodás egyik fontos eszköze. Az állami támogatásnak nagy szerepe van a megerősödésében. Megvalósításában az állami erdészetek és a magánvállalkozások szakembereinek célszerű nagyobb lehetőséget adni.

Az *állami erdőgazdálkodás* részvénytársasági szervezete hozzájárult az átmeneti időszak nehézségeinek kezeléséhez. A jövőbeni eredményesebb működés érdekében szükséges intézkedések:

1. A tulajdonos és a gazdálkodó Rt-k közt egyértelműbb szerződéses kapcsolatot célszerű létesíteni.
2. A szerződés tartalmazza a felek jogi helyzetét és az ehhez kapcsolódó pénzügyi felelősségét részleteiben is.
3. A tulajdonos további beavatkozása a társasági jog keretén belül lehetséges csak (felügyelő bizottság, közgyűlés).
4. Az erdővagyon és a termelővagyon kezelését a tulajdonos és a kezelő együttes felelős döntése jellemezze.
5. A részvénytársaság veszteségének vagy nyereségének kezelését időben és egyértelműen tisztázni kell.
6. Az Rt-k számvitelükben két könyvelési területet alakítsanak ki. Pénzügyileg és gazdaságilag elkülönítve tartsák nyilván a termelést (fahasználat és egyéb piaci tevékenységek) valamint a szolgáltató üzemet (természetvédelem, üdülés, tájgondozás).
7. Az erdőrendezés és a vállalati ellenőrzés összhangja érdekében az Rt-k az üzemtervek készítését vegyék át az erdészeti hatóságoktól. A hatóság az üzemterveket csak törvényi szempontból ellenőrizze.

8. Nem célszerű olyan csúcsszervezet kialakítása, mely az egyes Rt-októl átvenne gazdálkodói feladatokat. Több társaság érdekét szolgáló tevékenységre különféle jogi szervezeteket létrehozhatnak az érdekelt Rt-ok (pl. erdőrendezési, számviteli feladatok).

Ezt kiegészíthetné az erdészeti portfólió mellett a vagyonkezelést támogató Erdészeti Tanács létrehozása. Tagjai megfelelő megválasztásával hidat képeznének a tulajdonosok és az Rt-ok, valamint a lakosság, a politikusok és az állami erdőgazdálkodás között. Egyúttal elősegítené a feladatok pénzügyileg stabil, eredményes teljesítését.

A *privát erdőgazdálkodás* 500 ezer ha szövetkezeti és 200 ezer ha állami erdő privatizációjával alakul ki. Jellemző, hogy az erdőtulajdonosok nagy része nem agrár tulajdonos. A tulajdonosok többségében hiányzik a hagyományos erdészeti szemléletmód. A magánerdők emellett kis területűek és szétaprózottak.

Az adott viszonyok közt igen jelentős a törvények betartását ellenőrző hatósági tevékenység. Igen sürgős a tanácsadói tevékenység megerősítése. Ennek egyik feltétele a tanácsadás állami támogatása. Az átmenet időszakában a *tanácsadónak* kell felkeresni az új erdőtulajdonosokat, és a szükséges erdőkezelést kezdeményezni. A tanácsadást a jövőben a magánszakértők és az állami erdőgazdasági részvénytársaságok szakemberei egyaránt végezhetnék. A Földművelésügyi Minisztérium a hatósági szervezetén keresztül szerződések megkötésével segítheti a tanácsadás konkrét tartalmának pénzügyi feltételeinek a meghatározását. Ebben szerepet kaphat az erdőbirtokosok regionális szervezete is.

A széttagolt kis erdőbirtokok miatt támogatni kell a közös gazdálkodás minden formáját, a közös képviselőtől a részvénytársaságig. A közös gazdálkodásért felelős személyt célszerű továbbképezni állami támogatással. Így fokozatosan alakulnak ki a magánerdőkben is az önálló, felelős gazdálkodás feltételei.

Politikai és pénzügyi támogatással kell elősegíteni a magánerdő-tulajdonosok valódi, országos érdekképviselői szervezetének megalakulását és eredményes működését.

Az 1996-ban elfogadott *új erdőtörvény* igen részletesen szabályozza a többcélú erdőgazdálkodást. A törvény azonban nem felel meg teljesen a piacgazdaságra orientált magyar erdőgazdálkodásnak. Helyes jogi szabályozás a szociális és ökológiai mozgásteret jelöli meg, sosem avatkozhat bele részletesen a termelési folyamatokba. Az új erdőtörvény számos rendelkezése túlzott állami beavatkozást őrizte meg (kötelező körzeti erdőrendezés és tervezés, az erdőrendezési tervezés birtoknagyságtól független előírása, az éves szakmai tervek előzetes engedélyezése, a hatóságok által 300 ha feletti erdészetek esetén szakemberek alkalmazásának előírása).

Az *Erdészeti szakszemélyzet* piacgazdasági ismereteit fejleszteni kell. A különféle szintű továbbképzések mellett ebben nagy szerepe lehet a nyugat-európai fejlett magánbirtokok tanulmányozásának. Állami erdészet szintjén célszerű ezt egy pénzügyi tanulmányi központi alap létrehozásával támogatni.

1997-től új hatósági szervezet jött létre, mely az erdőfelügyelet mellett erdőrendezéssel is foglalkozik. A szervezet készíti az un. Körzeti Erdőtervet (KET). Magyarországon még nem alakult ki a tájfejlesztés tervezési rendszere.

A jövőben célszerű támogatni az erdőtulajdonosok felé szolgáltatást nyújtó, nem hatósági jellegű erdőrendezést. Feladata: üzemtervezés, tájtervezés, erdészeti szaknácásadás stb.

Az erdészeti hatósági szervezet fő feladata: törvényi előírások betartásának ellenőrzése, az erdőállapot országos elemzés évente, támogatások adminisztrációja és ellenőrzése, különféle hatósági tevékenységek erdészeti szakmai koordinálása stb. Különösen az állami erdők vonatkozásában nagy jelentőségű a hatósági és tulajdonosi funkció egyértelmű elválasztása.

Magyarországon az erdőfelújítást egy központi *pénzügyi alapból* finanszírozzák évtizedeken keresztül. Piacgazdasági szempontból az erdőgazdálkodás finanszírozását új alapokra kell helyezni.

A *természetvédelmet* 1996-tól új törvény szabályozza. A védett területek szigorú korlátai 350 ezer ha erdőterületet érintenek. Az átmeneti időszakot szolgálja a 10 éves természetvédelmi kezelési tervek megfelelő elkészítése. Ezek során a védettség indokoltságát is célszerű felülvizsgálni. Helyes az az előírás, hogy új területek kijelölésénél a kezelés anyagi feltételeit is tisztázni kell.

Az erdőtelepítésekben – különösen magánterületeken – meg kell teremteni a biológiai és ökonómiai követelmények összehangolását a magántulajdonosok érdekében.

Magyarországon az *erdőtelepítések* a múltban és a jövőben is meghatározó jelentőségűek. 1945–95 között több mint 600 ezer ha-ral nőtt az ország erdőterülete. A magángazdaság szerkezeti átalakulásával kapcsolatban az elkövetkező évtizedekben további 700 ezer ha-ral növelhető Magyarország erdőterülete. Az erdőtelepítés egyes körzetekben hozzájárul a munkanélküliség csökkentéséhez is.

A tanulmány elemzi a németországi és EU erdőtelepítési koncepciókat. A tapasztalatok megerősítik a magyar erdőtelepítési törekvések helyességét.

A projekt keretében végzett *közvélemény kutatás* szerint a megkérdezettek 50 %-a a természetvédelem igényeit előnybe részesítette. A komplex erdőgazdálkodás hívei 40 %-ot jelentettek. A válaszadók 59 %-a egyetért azzal, hogy a természetvédelmi korlátozásokból származó veszteségeket az állami költségvetésből finanszírozni kell.

ZÁRÓÉRTÉKELÉS ÉS JAVASLAT

Magyarország természeti adottságai az erdőgazdálkodás számára kedvezőek. A II. Világháború után a szakmailag elismert erdőgazdálkodás eredményeként nagy területeken jöttek létre új erdők és a meglévők produktivitása is nőtt. A magyar reformok az erdőgazdálkodást is közelebb vitték a piacgazdasághoz. A politikai fordulat felgyorsította az ökológiai és ökonómiai szemléletű erdőgazdálkodás feltételeinek kialakítását.

Másrészt viszont piacgazdasági szempontból a magyar erdőgazdaságot központi-igazgatási gondolkodásmód is jellemzi. E nézetek képviselői a nyugati országok erdész szakemberei közt is megtalálhatók. Az új erdőtörvény az állam számára indokoltnál nagyobb beavatkozást tesz lehetővé egy központi tervezési és szabályozási rendszeren keresztül. A piacgazdasági fejlődés érdekében célszerű a körzeti erdőtervek ajánlás jellegét erősíteni, és egyes erdészeti tevékenységek hatósági engedélyez-

ését előzetes bejelentési kötelezettséggel felváltani. A részletes, országos erdőleltár adatrögzítés – különösen kis magánerdők esetében – indokolatlan és többletköltségekkel jár.

A magánerdők esetében koncepcióváltás szükséges. Mielőbb el kell indulni azon az úton, mely lehetővé teszi a tulajdonosok felelősségteljes, szakszerű erdőgazdálkodását, a hatósági tevékenységet pedig a törvényszerinti gazdálkodás ellenőrzésére korlátozza. Ebben a hosszú fejlődési folyamatban, különösen szerepe van az államilag támogatott tanácsadási tevékenységnek és a szakmai továbbképzés egységes rendszerének. Segíteni kell a magánerdő-birtokosok országos képviselői szervezetének megerősödését.

Az *Állami Erdészeti Szolgálat* feladatait a jövőben a hatósági tevékenységre célszerű összpontosítani. Az erdőrendezési tevékenységet privát mérnöki irodák és az állami Rt. szervezeti egységei teljesítsék.

Az *állami tulajdonú erdők* privát vállalatszerű gazdálkodása a piacgazdasággal konform, helyes törekvés. Az egységes tulajdonosi szemlélet kialakítását és megvalósítását elősegítené az erdészeti portfólió mellett egy erdészeti tanács szervezése. Ezen a szinten kell megteremteni a társadalmi teljesítmények (üdülés, természetvédelem) finanszírozási feltételeit, az eltérő természeti adottságokból származó ökonomiai problémák áthidalását. Az erdészeti munkák nagy részét magánvállalkozók végzik. Műszaki fejlesztésükhöz elkerülhetetlen hitel felvételét állami kamattámogatással, részvénytársaságokkal kötött középtávú szerződésekkel célszerű segíteni. Közös vállalatok létesítése összekötő kapocs lehet a vállalkozói állami erdészet és magánvállalkozás között.

Az erdőfelújítás finanszírozásában jelenleg jelentős szerepe van az *erdőfenntartási járuléknak*. Ennek szerepét a projekt résztvevői eltérően ítélték meg. Piacgazdasági nézőpontból nem kívánatos a tulajdonosok közti pénzügyi eszközök átcsoportosítása. Más oldalról viszont ez a módszer az átmenet időszakában stabilitást jelent az erdőfelújítás támogatásában. A norvég Erdőalap módszer adaptálása e két álláspont közelítését jelentheti. Az erdőfelújításra képzett pénzügyi alappal a tulajdonosok rendelkezzenek. Felhasználását az állam külön támogatási rendszerrel és adókedvezményekkel ösztönözzé.

Az erdőgazdálkodás jövőbeni helyzetét döntően befolyásolja a *fanyag hasznosításának* helyzete. Magyarországon az államnak korszerű fafeldolgozó üzemek létesítésével támogatni kell a hazai fanyersanyag értékének növelését.

A természetközeli erdőgazdálkodás lényegében megfelel a *természetvédelem* követelményeinek is. Az ezen túlmenő, speciális természetvédelmi igényekből származó veszteséget az elrendelőnek azonban meg kell térítenie. A természetvédelmi korlátozások kb. 350 ezer ha-t érintenek. Az átmeneti időszakban a kezelési tervek összeállításakor célszerű a gazdálkodás és természetvédelem konfliktusait feltárni és szakmai kompromisszumokkal az összhangot megteremteni.

Az *erdőtelepítés* a magyar erdészeti politika fontos célkitűzése marad a jövőben is. Figyelembe kell azonban venni, hogy a magántulajdonosok csak akkor erdősítik be földterületüket, ha abból hasznot remélhetnek. Nemzeti erdőtelepítési programmal célszerű kialakítani a megfelelő feltételeket. Ez tartalmazza a kitűzött célokkal össz-

hangban lévő pénzügyi támogatási rendszert, a tőkeerős beruházások bevonását ösztönző kedvezményeket (birtokkoncentráció, adókedvezmények).

INTÉZETI HIREK

AKTUÁLIS HAZAI ESEMÉNYEK

Intézetünk 1998-ban rendezvénysorozattal emlékezik meg alapításának 100 éves évfordulójáról. Az ezzel összefüggő első kiemelkedő esemény az Országos Erdészeti Egyesület éves Vándorgyűlése volt, melyet 1998. május 22–23-án rendeztek Nagykanizsán. Intézetünk – mint a rendezvény egyik közreműködője – részéről *Dr. Führer Ernő* főigazgató tartott előadást „100 éves az Erdészeti Tudományos Intézet” címmel.

Az erdészeti kutatás történetét méltató előadás után az Intézet főigazgatója Vadas Jenő Jubileumi Emlékérmét adományozott az erdészeti kísérlet- és kutatásügy fejlesztése érdekében végzett munkájuk elismeréseként **Dauner Márton, Feiszt Ottó, Dr. Göbölös Antal, Halász Gábor, Kovács Gábor, Dr. Pethő József, Schmotzer András és Sódar Pál** uraknak.

A centenáriumi rendezvénysorozat második kiemelkedő eseménye a Magyar Tudományos Akadémián 1998. szeptember 15-én tartott, az Intézet 100 éves fennállását köszöntő Jubileumi Emlékülés volt. A rendezvényen *Dr. Führer Ernő* főigazgató mondott ünnepi beszédet, majd köszöntők hangzottak el a Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium, a Magyar Tudományos Akadémia, az Országos Erdészeti Egyesület, valamint a hazai-, és külföldi társintézmények képviselői részéről. Az emlékülésen ERTI jubileumi emlékérmek és emléklapok átadására is sor került.

NEMZETKÖZI KAPCSOLATOK

Az Erdészeti Tudományos Intézet és a Szlovák Erdészeti Tudományos Intézet között 1997-óta fennálló kutatási-együttműködési szerződés alapján 1998. június 16-17-én Szlovákiában találkoztak a két intézmény vezetői, illetve vezető munkatársai.

A megbeszélések során az egyes témák felelősei értékelték a szerződés megkötése óta végzett közös kutatások eredményeit, illetve meghatározták az 1998–1999. évi feladatokat.

SZEMÉLYI HÍREK

Dr. Führer Ernő főigazgató 1998. augusztus 10-től újabb öt éves időszakra szóló főigazgatói megbízást kapott a Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztertől.

Illés Gábor erdőmérnök intézeti mérnök besorolással 1998. augusztus 17-től dolgozik az Erdőművelési és Fatermési Osztályon.

Dr. Csóka György tudományos főmunkatárs sikeresen habilitált a Soproni Egyetem Erdőmérnöki Karán 1998. március 6-án. Tudományos előadásának címe: Patterns of species richness of European oak gall wasps. Tanórájának címe: Erdei fák védekezése herbivor rovarok ellen. 1998. június 19-én a Soproni Egyetem egyetemi magántanári címet adományozott neki.