

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. 91.
BUDAPEST, 2002-2004.

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: imreqnd@zpok.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: erti@savaria.hu

Soproni Kísérleti Állomás

9400 Sopron, Paprét 17.
Tel.: (36-99) 311-017; 311-991
Fax: (36-99) 311-891
E-mail: erti@matavnet.hu

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: gycsoka@mail.datanet.hu

FŐSZERKESZTŐ:

DR. FÜHRER ERNŐ

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG

A TUDOMÁNYOS TANÁCS TAGJAI:

DR. BONDOR ANTAL, CSERÉP JÁNOS, CSÓKA PÉTER,
DR. FÜHRER ERNŐ, DR. JÁRÓ ZOLTÁN, KÁLDY JÓZSEF,
DR. MÁRTON ISTVÁN, MÁTYÁS CSABA, DR. MÉSZÁROS KÁROLY,
DR. MOLNÁR SÁNDOR, DR. RÉDEI KÁROLY, SOLYMOS REZSŐ

JELLEN SZÁM LEKTORAI:

DR. ALBERT LEVENTE, DR. BONDOR ANTAL, DR. BOROVICS ATTILA,
DR. GERGÁ CZ JÓZSEF, DR. JÁRÓ ZOLTÁN, KOVÁCS GÁBOR
DR. MAGAS LÁSZLÓ, DR. MÁTYÁS CSABA, DR. RÉDEI KÁROLY,
DR. SZÁNTÓ MÁRIA, DR. SZEMERÉDI MIKLÓS, DR. SZONTAG PÁL,
DR. TÓTH BÉLA, DR. VARGA SZABOLCS, DR. VEPERDI GÁBOR

TECHNIKAI SZERKESZTŐK:

DR. SZÁNTÓ MÁRIA
ROZSNYAI ALADÁR

TÖRDELŐ SZERKESZTŐ:

ROZSNYAI ZSOLT

ISSN 0521-3851

Készült 600 példányban

TARTALOMJEGYZÉK

ERDÉSZETI ÖKOLÓGIA

<i>Kovács Emese, Führer Ernő, Horváth László: A kénvegyületek mérlegének meghatározása a légkör és egy lucfenyves állomány között;a közvetlenül mért és az állományonáthulló ülepedés összehasonlítása.....</i>	<i>11</i>
---	-----------

ERDŐMŰVELÉS ÉS FATERMÉSTAN

<i>Szabados Ildikó: A kocsánytalantölgy évgyűrűszélessége és a különféle csapadékösszegek kapcsolata.....</i>	<i>19</i>
---	-----------

ÜLTETVÉNYSZERŰ FATERMESZTÉS

<i>Bárány Gábor: Néhány nemesnyár klón fatermésének alakulása eltérő telepítési hálózatok esetén.....</i>	<i>29</i>
<i>Jakucs Erzsébet, Csiha Imre: Ektomikorrhiza vizsgálatok alföldi tölgyesekben.....</i>	<i>39</i>
<i>Rédei Károly, Veperdi Irina, Csiha Imre: Vöröstölgyesek fatermése a Nyírség erdőgazdasági tájban.....</i>	<i>51</i>
<i>Treczker Klára: Duna-Tisza közti fehér és szürke nyár származások fatermése és minősége.....</i>	<i>61</i>
<i>Veperdi Gábor, Veperdi Irina: Lucfenyő ültetési hálózati és erdőnevelési kísérleti terület (Pölöske 17c2,d2)aktuálisújrafelvételénekeredményei.....</i>	<i>77</i>

ERDŐVÉDELEM

<i>Hirka Anikó, Csóka György: A makkmoly és makkormányos lárvák kibújási időszakának vizsgálata és ennek gyakorlati vonatkozásai.....</i>	<i>97</i>
<i>Koltay András: Előzetes vizsgálati eredmények a hazaimérgáséger (Alnus glutinosa) állományok Phytophthora okozta betegségéről.....</i>	<i>107</i>
<i>Leskó Katalin, Szentkirályi Ferenc, Kádár Ferenc: Hosszútávú rovar-monitorozás a várgesztes erdészeti fénycsapdával. 1. A nagylepkeegyüttes ökológiai karakterisztikáinak változásai.....</i>	<i>115</i>
<i>Leskó Katalin, Szentkirályi Ferenc, Kádár Ferenc: Hosszútávú rovar-monitorozás a várgesztes erdészeti fénycsapdával. 2. A nagylepkeegyüttes fajdiverzitási mintázatának változásai.....</i>	<i>131</i>

<i>Albert Levente, Hofmann Tamás, Rétfalvi Tamás, Németh István, Koloszar József, Csepregi Imre: A bükkálgeszt kialakulásának kémiai folyamatai. A (+)-Katechin és (-)-Epikatechin szerepe.....</i>	145
---	-----

ERDÉSZETI NEMESÍTÉS

<i>Szántó Mária: Adatok az Armillaria gallica hazai előfordulásáról és patogenitásáról.....</i>	165
---	-----

ERDÉSZETI ÖKONÓMIA

<i>Gál János, Marosi György, Mózes Csaba: Innováció és vállalkozás az erdőgazdálkodásban.....</i>	183
---	-----

SZEMLE

<i>Mátyás Csaba: Veszélyeztetett fajok védelmének genetikai szempontjai.....</i>	205
<i>Solymos Rezső: A tudomány és a kutató, a kutatás és a kutatási metodika szempontjai.....</i>	215
<i>Szabados Ildikó: A dendrokronológiában alkalmazott néhány eljárás hazai felhasználása kocsánytalantölgyeken.....</i>	227
<i>Hahn Fülöp: Gyorsan növő amerikai fenyőfajok magyarországi telepítésének lehetősége.....</i>	235
<i>Illyés Benjamin.: Erdőgazdálkodás a ciszter rend szentgothárdi apátsági uradalomában 1920-1941.....</i>	245
<i>Führer Ernő: Hosszú távú stratégiák, célok az erdészeti kutatásban.....</i>	259

INTÉZETI HÍREK

<i>Személyi hírek.....</i>	271
<i>Nemzetközi együttműködés, utazások (2001-2004).....</i>	272
<i>Külföldi vendégek fogadása (2001-2003).....</i>	283

TABLE OF CONTENTS

FOREST ECOLOGY

- Kovács Emese, Führer Ernő, Horváth László*: Determination of the sulfur compounds between the atmosphere and a common spruce (*Picea abies*) stand; comparison of the directly measured deposition and throughfall deposition..... 11

SILVICULTURE AND FOREST YIELD

- Szabados Ildikó*: Correlation between tree ring widths of sessile oak (*Quercus petraea*) and different amounts of precipitation..... 19

PLANTATION-LIKE TREE GROWING

- Bárány Gábor*: Development of the yield of some more frequent hybrid poplar clones in case of different planting spacings..... 29
- Jakucs Erzsébet, Csiha Imre*: Ectomycorrhizal investigations in oak (*Quercus*) stands of lowland..... 39
- Rédei Károly, Veperdi Irina, Csiha Imre*: Yield of red oak (*Quercus rubra*) stands in the forest region Nyírség..... 51
- Treczker Klára*: Yield and quality of the white poplar and grey poplar provenances between the rivers Danube and Tisza..... 61
- Veperdi Gábor, Veperdi Irina*: Results of current remeasurements performed within the experimental block (Pölsöske 17 C2, D2) of norway spruce (*Picea abies*) spacing and forest tending..... 77

FOREST PROTECTION

- Hirka Anikó, Csóka György*: Examination of the emergence period of acorn weevil and acorn moth larvae and its practical relations..... 97
- Koltay András*: Preliminary results of injury on disease caused by phytophthora of home common alder (*Alnus glutinosa*) stands..... 107
- Leskó Katalin, Szentkirályi Ferenc, Kádár Ferenc*: Long-term insect monitoring with forestry light trap of Várgesztes. I. changes of ecological characteristics of the macrolepidopteron assemblage (1962-1999)..... 115

Leskó Katalin, Szentkirályi Ferenc, Kádár Ferenc: Long-term insect monitoring with forestry light trap of Várgesztes. 2. changes of patterns of species diversity of the macrolepidopteron assemblage (1962-1999).....131

Albert Levente, Hofmann Tamás, Rétfalvi Tamás, Németh István, Koloszar József, Csepregi Imre: The chemistry of the formation of red heart in beech (*Fagus sylvatica* L.). The role of (+)-Catechin and (-)-Epicatechin.....145

TREE BREEDING

Szántó Mária: Data on the home occurrence of the *armillaria gallica* and its pathogenity.....165

FOREST ECONOMY

Gál János, Marosi György, Mózes Csaba: Innovation and entrepreneurship in the forest management.....183

REVIEW

Mátyás Csaba: Genetic aspects of the protection of threatened species.....205

Solymos Rezső: The science and the researcher, the research and the research work.....215

Szabados Ildikó: Some methods applied in dendrochronology and their home use on sessile oak (*Quercus petraea*) trees.....227

Hahn Fülöp: Planting possibility of fast-growing american coniferous tree species in hungary.....235

Illyés Benjamin: Forest management in the estate of Szentgotthárd abbacy of the cistercian order 1920-1941.....245

Führer Ernő: Long-term strategies, objectives in the forest research.....259

INSTITUTE NEWS.....271

ERDÉSZETI ÖKOLÓGIA

**A KÉNVEGYÜLETEK MÉRLEGÉNEK MEGHATÁROZÁSA A LÉGKÖR
ÉS EGY LUCFENYVES ÁLLOMÁNY KÖZÖTT; A KÖZVETLENÜL MÉRT
ÉS AZ ÁLLOMÁNYON ÁTHULLÓ ÜLEPEDÉS ÖSSZEHASONLÍTÁSA**

**DETERMINATION OF THE SULFUR COMPOUNDS BETWEEN THE
ATMOSPHERE AND A COMMON SPRUCE (PICEA ABIES) STAND;
COMPARISON OF THE DIRECTLY MEASURED DEPOSITION
AND THROUGHFALL DEPOSITION**

KOVÁCS EMESE AMÁLIA¹, FÜHRER ERNŐ², HORVÁTH LÁSZLÓ³

ÖSSZEFOGLALÁS

Meghatároztuk a légköri kén-ülepedést egy magyarországi lucfenyves állományra. Két különböző módszert használtunk, egyrészt közvetlen nedves és száraz ülepedés méréseket végeztünk, másrészt az állományon áthulló csapadékból számítottuk az összes kénülepedést. Az eredmények alapján az összes kénülepedés 3,3 és 3,2 g S m⁻² év⁻¹ a közvetlen mérésekből, illetve az állományon áthulló csapadékból becsülve. A száraz ülepedés az összes kénülepedésnek mintegy 73 %-át teszi ki. A kétféle módszerrel meghatározott eredmények egyezése arra utal, hogy a légköri teljes kénterhelés becslése során nincs szükség bonyolult és költséges közvetlen ülepedés mérésekre, az összes és a száraz ülepedés mértéke meghatározható az állományon keresztül hulló ülepedés ismeretében.

KULCSSZAVAK: S-mérleg, száraz ülepedés, nedves ülepedés, állományon áthulló csapadék, törzsen lefolyó csapadék, erdei ökológiai rendszer

ABSTRACT

Total sulfur deposition was determined above a Norway spruce forest, in Hungary. Two methods were applied, on one hand direct deposition measurements and on the other, throughfall and stemflow deposition estimations have been carried out. Results show, the total depositions are 3.3 and 3.2 g S m⁻² yr⁻¹ determined by direct and throughfall methods, respectively. The share of the dry deposition in the total S-load is 73 per cent. The agreement between the results of the two different methods is good and suggests the needless of complicated direct flux measurements, i.e. the total and dry deposition of sulfur compounds to forests can be determined by simple throughfall and wet deposition measurements.

KEYWORDS: dry deposition, forest ecosystem, S-balance, throughfall deposition, wet deposition

BEVEZETÉS

Az erdei ökológiai rendszerek a légköri kénvegyületek számára nyelőként viselkednek. A kénvegyületek ülepedésének nagy jelentősége van mind a savasodás, mind a tápanyag-utánpótlás szempontjából. A légkörben két kénvegyület rendelkezik nagyobb koncentrációval, mely a légkör és az erdei ökológiai rendszerek közti kénmérleg szempontjából számottevő jelentőségű, még-

¹ Eötvös Loránd Tudományegyetem, Természettudományi Kar, 1177 Bp., Pázmány P.s. 1.

² Erdészeti Tudományos Intézet, 1023 Budapest, Frankel Leó u. 42-44.

³ Országos Meteorológiai Szolgálat, 1181 Bp., Gillice tér 39., E-mail: horvath.l@met.hu

pedig a gázfázisú kén-dioxid és a szulfát tartalmú aeroszol részecskék. Mivel az erdei ökológiai rendszerekből nem jutnak emisszió útján kénvegyületek a légkörbe, csak a kén-dioxid és a szulfát ülepedése határozza meg a két közeg közti kénmérleget. A kénvegyületek egyrészt nedves ülepedéssel (WD) kerülnek ki a légkörből, másrészt turbulens száraz ülepedési folyamatokkal (DD). A nedves ülepedés mértéke meghatározható a csapadékvízben mért szulfátion-koncentráció és a csapadékmennyiség szorzataként. A száraz ülepedés során, mind a gáznemű kén-dioxid, mind a szulfátrészecskék adszorbeálódhatnak az állomány felületén, illetve a talajon. A növényzet felületén (levélen, ágon, törzsön) adszorbeálódott kénvegyületek a következő csapadékhullás során lemosódnak a felületekről, majd a lombon keresztül hulló (TF), illetve törzsön lefolyó (SF) mintákban szulfátionként mutathatók ki.

Egy vegyületesoport mérlegét az erdőállomány és a légkör között a következőképpen írhatjuk le (l. *Ferm and Hultberg, 1999*):

$$TF+SF=WD+DD+IC-UP, \quad (1)$$

ahol IC a belső cirkuláció vagy az ion-kimosódás, UP az állomány által felvett anyag mennyisége. Kénvegyületek esetében az utóbbi két tag elhanyagolható, így az (1) egyenlet egyszerűsödik:

$$TF+SF=WD+DD(SO_2)+DD(SO_4^{2-}). \quad (2)$$

A (2) egyenlet szerint két lehetőség van a kénvegyületek teljes ülepedésének (TD), azaz a kénmérlegnek a meghatározására:

$$TD(1)=WD+DD(SO_2)+DD(SO_4^{2-}), \quad (3)$$

$$TD(2)=TF+SF. \quad (4)$$

A lombon keresztül hulló és törzsön lefolyó csapadék vizsgálata rutinszerűen történik. A nedves ülepedés meghatározása szintén alapfeladat a mérőhálózatok számára. A kén-dioxid és szulfát száraz ülepedését származtathatjuk a mért koncentráció (C) és a száraz ülepedési sebesség (v) szorzataként: $DD=C \cdot v$. A kén-dioxid száraz ülepedési mechanizmusa és ülepedési sebessége szintén jól ismert, tanulmányozott terület, az irodalomban meglehetősen bő információk állnak rendelkezésre ezekre vonatkozólag. A részecskék ülepedési sebességével kapcsolatban azonban nagyságrendi bizonytalanságok vannak az elméleti, laboratóriumi és a helyszíni mérések eredményeiben (*Ruijgork et al., 1993 és Borrell et al., 1997*).

Vizsgálatunk célja a kénvegyületek éves mérlegének meghatározása a légkör és egy lucfenyves állomány között, mind az állományon áthulló csapadékból, mind a közvetlen ülepedés-mérések alapján, azaz TD(1) és TD(2) külön-külön történő megállapítása.

MÉRÉSEK

A méréseket 1996 és 1998 között végeztük a Mátra-hegységben elhelyezkedő lucfenyvesben. A mérőállomás az Erdészeti Tudományos Intézet ökológiai bázisterületén helyezkedik el.

Az állományt 1963 és 1965 között telepítették a IUFRO származási kísérlet project keretében. Az állomány magassága 15-17 méter között volt (1996-1998), a levélfelületi index 3,3 (1994). A mérőhely földrajzi koordinátái: $\lambda=19^{\circ}57' E$, $\varphi=47^{\circ}54' N$, $h=560$ m. Az állomás egyben az Országos Meteorológiai Szolgálat háttér légszennyezettség-mérő hálózatának egyik tagja.

A kén-dioxid és a szulfát napi 24-órás mintavétele az EMEP (1996) által ajánlott három-fokozatú szűrős-módszerrel történt. A szűrők oldatában a szulfátiont ion-kromatográfias módszerrel határoztuk meg. Az SO_2 gáz száraz fluxusát négy, különböző évszakokban végrehajtott, kampányszerű mérések alapján 1992-1994, számítottuk, gradiens módszerrel (részletesebben I. Horváth *et al.*, 1997, 1998). A száraz fluxust az $F = -K_H dC/dz$ alapján számítottuk, ahol K_H a szenzibilis hőáram fluxusára vonatkozó turbulens diffúziós együttható, dC/dz a koncentráció-gradiens. A kén-dioxid koncentráció-gradiensét az állomány fölött, a talajfelszíntől számított különböző magasságokban (28, 23, 18 m), HORIBA gáz-monitorral végzett koncentráció-mérések alapján számítottuk (Horváth *et al.*, 1997). A kén-dioxid diffúziós együtthatóját a Monin-Obukhov-féle félempirikus hasonlósági elmélet alapján határoztuk meg (Weidinger *et al.*, 2000) a 28 és 18 m közti légrétegre vonatkozólag.

A szulfát nedves ülepedését (WD) a $WD=C$ p összefüggés alapján határoztuk meg, ahol C a szulfátion csapadékvízben mért koncentrációja, p a csapadékösszeg. Napi csapadékmintákat gyűjtöttünk az állományok kívül elhelyezett, csak csapadékhullás során nyitott csapadék-mintavető segítségével, 1996 és 1998 között. A szulfátiont ion-kromatográfias módszerrel határoztuk meg.

A lombon keresztül hulló (TF) és törzsön lefolyó (SF) mintákat a szabadtéri csapadék-mintavételekkel párhuzamosan az állomány alatt elhelyezett 5 db erdészeti csapadék-mintavetővel, illetve 10 kiválasztott törzsre erősített perem segítségével gyűjtöttük (1996-1998). A szulfátion koncentrációjának mérése az említett módon történt.

Az 1996-98 között végzett állandó mérések mellett egy 2001 nyarán végrehajtott rövid mérési sorozat alapján meghatároztuk a szulfátrészecskék méret szerinti eloszlását. Egy Gent-típusú kaszkád impaktort használtunk a részecskék $d < 2,5 \mu m$ és $2,5 \mu m < d < 10 \mu m$ mérettartományban történő felfogására. Összesen 12 mintavételt végeztünk.

EREDMÉNYEK

A TD(1) (teljes kénülepedés a közvetlen ülepedés mérésekből) meghatározásához a száraz és nedves ülepedés mérések eredményeit használtuk fel. A száraz ülepedés értékeket a mért koncentrációk átlagai (I. táblázat) és a száraz ülepedési sebesség segítségével számítottuk a $DD=C$ v összefüggés szerint. A száraz ülepedési sebességeket különböző évszakokban, különböző légrétegződési feltételek mellett határoztuk meg (Horváth, 1997). E mérések szerint a kén-dioxid átlagos száraz ülepedési sebessége $0,64 \text{ cm s}^{-1}$ (szezonális változása: $0,40-0,96 \text{ cm s}^{-1}$, mely $0,09-0,34$ és $0,60-1,57 \text{ cm s}^{-1}$ között változik, stabil és instabil légrétegződés esetén). A (szulfát)részecskék ülepedési sebességével kapcsolatban a bevezetésben említettek szerint nagy a bizonytalanság (Lopez, 1994). Borrell (1997) mintegy $>1 \text{ cm s}^{-1}$ ülepedési sebességet javasol a részecskék ülepedési sebességére az elméleti, szélcsatormás, illetve helyszíni mérések eredményeinek újraértékelése alapján (Ruijgork *et al.*, 1993). Számításainkhoz végül is 1 cm s^{-1}

üledési sebességet feltételeztünk a finom eloszlású szulfátrészecskékre, mint legvalószínűbb érték. A 12 kaszkád impaktoros mintavétel eredményei alapján az átlagos szulfátkoncentráció 0,14 és 1,66 $\mu\text{g S m}^{-3}$ a finom ($d < 2.5 \mu\text{m}$) és a durva eloszlású ($2.5 \mu\text{m} < d < 10 \mu\text{m}$) frakcióban. Ennek alapján, mérőállomásunkon a szulfát többsége a finom mérettartományba esik.

Meg kell jegyezni, hogy a szulfátrészecskék üledési sebességének becslése a legbizonytalanabb tényező számításaink során, hangsúlyozva az aeroszol részecskék üledésének mechanizmusára vonatkozó további vizsgálatok szükségességét.

A számított száraz fluxusok az 1. táblázatban láthatók. Ebben a táblázatban szerepel a számított nedves üledés és az összes üledés TD(1) is. Az 1. táblázat szerint az összes kénüledés 3,30 $\text{g S m}^{-2} \text{év}^{-1}$. Az üledési folyamatokban a száraz üledés dominál az összes üledésnek mintegy 73 %-át teszi ki, a közvetlen üledés mérések alapján.

1. táblázat A kénvegyületek száraz, nedves és összes üledése közvetlen mérések alapján

Table 1. Total deposition of sulfur compounds on the basis of direct measurements

1996-98	kén-dioxid (SO ₂)	szulfát (SO ₄ ²⁻)	teljes (SO ₂) ⁺ (SO ₄ ²⁻)
száraz üledés			
léggöri koncentráció ($\mu\text{g S m}^{-3}$)	9,6	1,50	
üledési sebesség (cm s^{-1})	0,64	1	
száraz üledés (DD, $\text{g S m}^{-2} \text{év}^{-1}$)	1,94	0,47	2,41±0,24
nedves üledés			
konc. a csapadékban (mg S l^{-1})		1,27	
csapadékmennyiség ($\text{l m}^{-2} \text{év}^{-1}$)		701	
nedves fluxus (WD, $\text{g S m}^{-2} \text{év}^{-1}$)		0,89	0,89±0,09
összes üledés			
TD(1)=DD+WD ($\text{g S m}^{-2} \text{év}^{-1}$)			3,30±0,33

A 2. táblázatban az állományon áthulló és a törzsön lefolyó mérések alapján számított üledés értékei láthatók. Az összes üledés TD(2) 3,22 $\text{g S m}^{-2} \text{év}^{-1}$ szemben a közvetlen mérésekkel meghatározott TD(1)=3,30 $\text{g S m}^{-2} \text{év}^{-1}$ értékkel.

2. táblázat A kénvegyületek összes ülepedése az állományon áthulló ülepedés mérések alapján

Table 2. Dry, wet and total deposition of sulfur compounds on the basis of direct measurements

1996-98	szulfát (SO ₄ ²⁻)
lombon áthulló ülepedés	
konc. a csapadékban (mg S l ⁻¹)	8,25
csapadékmennyiség (l m ⁻² év ⁻¹)	430
állományon áthulló ülepedés (TF) (g S m ⁻² év ⁻¹)	3,21±0,32
törzsön lefolyó ülepedés	
konc. a csapadékban (mg S l ⁻¹)	0,56
csapadékmennyiség (l m ⁻² év ⁻¹)	13,8
törzsön lefolyó ülepedés (SF) (g S m ⁻² év ⁻¹)	0,01±0,001
összes ülepedés	
TD(2)=TF+SF (g S m ⁻² év ⁻¹)	3,22±0,32
száraz ülepedés	
DD=TD(2)-WD (g S m ⁻² év ⁻¹)	2,33±0,23

A táblázatokat értékelve megállapíthatjuk, hogy az egyezés jónak mondható. A kétféle módszerrel meghatározott ülepedés értékek közötti különbség a mérések hibahatárán belül van. (A mérések és mintavételek becsült relatív hibája ±10%). A törzsön lefolyó ülepedés mértéke két nagyságrenddel kisebb a lombon áthulló ülepedésnél, így tulajdonképpen elhanyagolható. A száraz ülepedést is feltüntettük a táblázatban, melyet az állományon áthulló és a nedves ülepedés különbségeként számítottunk.

KÖVETKEZTETÉSEK

A kénvegyületek mérlege a vizsgált lucfenyves állomány és a légkör között 3,3 és 3,2 g S m⁻² év⁻¹ közvetlen ülepedés mérések, illetve állományon áthulló ülepedés mérések alapján. A száraz ülepedés aránya az összes (száraz + nedves) ülepedésben 73%. A kétféle módszerrel kapott eredmények közti egyezés jó, ami arra enged következtetni, hogy a légkör és az erdei ökológiai rendszerek közti kénmérleg meghatározásához nincs szükség bonyolult és költséges közvetlen ülepedés mérésekre. A kénvegyületek teljes ülepedése megfelelő pontossággal meghatározható a rutinszerűen végzett, állományon áthulló csapadék-vizsgálatokból, míg a száraz ülepedés meghatározását az állományon áthulló ülepedés és a szabadtéri csapadékmintákból számított nedves ülepedés különbségeként számíthatjuk.

Köszönetnyilvánítás:-A vizsgálatokat támogatta: OMFB 1996-97, PHARE TD&QM No. H-9305-02/1033; OMFB 1996-98, No. 6-97-45-1047; KöM, 1999 No. 063/T; Tét Magyar-Amerikai Kutatási Alap, 1996-99 No. 608/96; OMFB, 1998-1999, UNDP-HUN/95/002-0119; KöM, 2000, No. KAC-20834; KöM, 2001, KAC-27822; KöM, 2002, KAC-44146; OTKA 2000-2003, No. T-31927.

IRODALOMJEGYZÉK

- Borrell, P., Builtjes, J.H., Grennfelt, P., Høv, O. (eds.), 1997: *Transport and chemical transformation of pollutants in the troposphere*. Vol. 10. Photo-oxidants, acidification and tools: policy applications of EUROTRAC results. Springer, p. 116.
- EMEP, 1996: EMEP co-operative programme for monitoring and evaluation of the long-range transmission of air pollutants in Europe. *EMEP Manual for sampling and chemical analysis*. EMEP/CCC-Report 1/95, NILU, Kjeller, Norway.
- Fern, M. and Hultberg, H. 1999: Dry deposition and internal circulation of nitrogen, sulphur and base cations into a coniferous forest. *Atmospheric Environment* 33, 4421-4430.
- Horváth, L., Weidinger, T., Nagy, Z. and Führer, E. 1997: Measurement of dry deposition velocity of ozone, sulfur dioxide and nitrogen oxides above Pine forest and low vegetation in different seasons by the gradient method. In: Borrell PM, Borrell P, Cvitas T, Kelly K and Seiler W (eds.) *Proceedings of EUROTRAC Symposium '96 Garmisch-Partenkirchen, Germany 25-29 March 1996*, pp 315-318. Computational Mechanics Publications, Southampton.
- Horváth, L., Nagy, Z. and Weidinger, T. 1998: Determination of the dry flux of ozone and sulfur dioxide during the TRACT campaign. *Atmospheric Environment* 32, 1317-1322.
- Lopez, A., 1994: Biosphere atmosphere exchanges: ozone and aerosol dry deposition velocities over a pine forest. *EUROTRAC Annual Report part 4, BIATEX, EUROTRAC ISS, Garmisch-Partenkirchen*, p. 80.
- Ruijgork, W., Nicholson, K.W., Davidson, C.I., 1993: Dry deposition of particles. Models and methods for the quantification of atmospheric input to ecosystems. *Nordiske Seminar og Arbejdsrapporter 1993*: 573. Nordic Council of Ministers, Copenhagen, pp 145-161.
- Weidinger, T., Pinto, J. and Horváth, L. 2000: Effects of uncertainties in universal functions, roughness length, and displacement height on the calculation of surface layer fluxes. *Meteorologische Zeitschrift* 9, 139-154.

ERDŐMŰVELÉS ÉS FATERMÉSTAN

A KOCSÁNYTALAN TÖLGY ÉVGYŰRŰSZÉLESSÉGE ÉS A KÜLÖNFÉLE CSAPADÉKÖSSZEGEK KAPCSOLATA

CORRELATION BETWEEN TREE RING WIDTHS OF SESSILE OAK (*Quercus petraea*) AND DIFFERENT AMOUNTS OF PRECIPITATION

SZABADOS ILDIKÓ¹

ÖSSZEFOGLALÁS

A kilencvenes évek óta megjelenő gyakori aszályok a csapadék növekedésben betöltött szerepének tanulmányozására terelték a figyelmet. Az egyes időszakok csapadékösszegei kimutathatóan is eltérő mértékben járulnak hozzá az évgűrűszélességek kialakulásához. Ebben különösen nagy szerepet kapott a fő felhasználási időszaki és a súlyozott csapadékösszeg, a hónapok közül pedig a júniusi és a júliusi mutatott magas korrelációt az évgűrű méretével.

KULCSSZAVAK: évgűrű-szélesség, csapadékösszeg, korreláció

ABSTRACT

The dry periods appearing frequently since the nineties drew the attention to studying the role of precipitation in tree growth. The total precipitation of different periods contributes to the development of tree rings in a detectably different extent. Especially the total for the main consumption period and the weighted total play important roles, and tree ring widths strongly correlate with the amount of precipitation in June and July.

KEYWORDS: tree rings, precipitation, correlation

BEVEZETÉS

A fák növekedése az erdészet kialakulásának kezdeteitől foglalkoztatta a kutatókat és a gyakorlati szakembereket. Elsősorban arra a kérdésre keresték a választ, hogy adott körülmények között meddig és milyen gyorsan növekszenek az egyes fafajok egyedei, mert ezen ismeretek alapján nagyobb sikerrel lehetett az erdőgazdálkodás helyes gyakorlatát kialakítani. Az elmúlt évtizedekben azonban a természetes környezetben – elsősorban az emberi tevékenység káros mellékhatásai nyomán – beálló kedvezőtlen változások a régóta vizsgált kérdés új megfogalmazását igényelték. Fontossá vált annak ismerete, hogy mely tényezők, milyen mértékben befolyásolják a környezeti rendszerek működését, milyen hatással vannak az egyes faállományokra, fafajokra, egyedekre.

A fák növekedésének üteme visszatükrözi az adott termőhely jóságát (azaz az adott faj igényeinek való megfelelését), valamint mindazon hatásokat, melyek az egyedeket életük során érik, akár közvetlenül befolyásolva az életfolyamatokat (pl. károsítások), akár a környezeti viszonyok változásán keresztül (pl. csapadékvizonyok változása). Ma már azonban nem csak a növekedést gátló folyamatokra kell gondolni, hiszen a növekedéssel foglalkozó egyes újabb kutatások arról is beszámoltak, hogy a növekvő hőmérséklet, a levegő fokozódó széndioxid- és

¹ Erdészeti Tudományos Intézet, Erdőművelési és Fatermesi Osztály, szabadosi@erti.hu

nitrogénvegyület-tartalma miatt felgyorsult a fák növekedése, főleg azokon a területeken, ahol a klíma módosulása a csapadék mennyiségének emelkedésében is megnyilvánul. Hazánkban igényként jelentkezett a 90-es évek elején fellépő aszályos időszak okozta veszteségek meghatározása (Führer 1995a, Járó-Führer 1996), és ez az elvárás napjainkban is fennáll a klímaváltozás várható hatásainak előrejelzésénél. Ehhez a kérdéshez kapcsolódóan válik egyre fontosabbá, hogy az egyes növekedési vagy naptári időszakok csapadékának szerepével foglalkozunk.

Hogy a csapadéknak nagy szerepe van az évgűrűk alakulásában az egészen bizonyos, de lehet-e ezt a hatást számszerűsítve kifejezni, illetve mely hónapok vagy időszakok csapadéknak van meghatározó szerepe az évgűrűszélesség alakulásában? Erre a kérdésre kerestem a választ egészséges kocsánytalan tölgyek évgűrűi, évgűrű-indexei és a havi csapadékösszegek felhasználásával.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A csapadék és évgűrű-szélességek kapcsolatának vizsgálatához az ERTI hosszúlejárati kocsánytalan tölgy kísérleti parcelláin vett mintafákat használtam fel az alábbi erdőrészteltekéből: Pomáz 75C, Pilisszentkereszt 46A, Pilismarót 129A, Szentendre 77E, Szentendre 75H.

Előzetes bejárás során egészséges kimagasló, esetleg uralkodó fákat választottam ki, amelyeknél vélelmezhető, hogy növekedésükben - a többi fához képest - az időjárás játszotta a legnagyobb szerepet. Az állományszerkezeti jellemzőkön alapuló kijelölést követően egymásra merőleges irányból, mellmagasságban növedékcsoportokat vettünk. A csapok szerencsés esetben 70-80 évet öleltek fel, de előfordultak ennél rövidebbek is a csapok törése miatt.

Az évgűrűszélességek lemérése a Johann-féle mérőberendezéssel a DAS 1,5 program felhasználásával készült. Az adatok matematikai feldolgozásában elsőként során az idősorok indexsorokká való konvertálására került sor, amely során a mért adatokra egy függvény illeszthető, és évente a tényleges valamint függvényérték hányadosából egy indexsor képezhető. Ezek az értékek kortól függetlenek és az adott termőhelyre jellemzők. A számítás további részében ezen indexek felhasználásával végezhető el a korrelációs számítások..

EREDMÉNYEK

Az évgűrűszélesség és különféle csapadékösszegek kapcsolata

A havi csapadékösszegre vonatkozó adatokat az Országos Meteorológiai Szolgálat kiadványaiból és a Vízrajzi Évkönyvekből vettem (Hajósy-Kakas-Kéri 1975).

A külföldi szakirodalomban rendszeresen olvashatók a havonkénti csapadékösszegek és indexek közötti korrelációk, amelyek a klímarekonstrukciók alapjául is szolgálnak.(Fritts 1976, Kienast 1987, Schweingruber1996) Miután az egyes hónapokkal szignifikáns kapcsolat nem mindig volt felfedezhető, így egyéb összegeket képeztem, és ezek kapcsolatát is számoltam. A naptári évre vonatkozó éves csapadékösszeget, a vegetációs időszak, a fő növekedési, fenntartási, tárolási időszakok és a Pálfi-féle súlyozott csapadékösszegeket vettem számításba. Az agrometeorológiában terjedt el a súlyozott csapadékösszeg fogalma, amely az egyes hónapokban lehullott csapadék mennyiségét a növények vízigénye szerint súlyozza. Bár a fák, és ezen belül a tölgyek havonkénti vízszükséglete eltér a mezőgazdasági növények igényétől, a súlyozás azért kifejezi, hogy az egyes időszakok csapadékviszonyai eltérő jelentőségűek. Az agrár súlyszámok az alábbiak: október 0,1, november 0,4, december-január-február-március-április 0,5, május 0,8, június 1,2, július 1,6, augusztus 0,9. (Pálfi 1991).

A korrelációs elemzéseket valamennyi területre elvégezve a mellékelt táblázatok (2-5. táblázat) számolnak be a részletes kapcsolatokról, közülük példaként kiemelve azonban csak a Szentendre 77E eredményeit mutatom be.

a./ A szentendrei mérőállomás csapadékviszonyainak (1940-94) kapcsolata a évgyűrűszélességgel

A rendelkezésre álló csapadékadatok átlagait 1940-től vettem figyelembe. Sajnos, az idők folyamán a mérőhely többször áthelyezésre került, de szerencsére az átfedő adatok között csak minimális eltérés volt megfigyelhető. Az 1. táblázatban külön feltüntettem azokat az éveket, amelyek negatív rekordokat vagy attól alig eltérő értékeket hoztak a sorrendiség figyelembe vételével.

Mennyiség	Átlag csapadék (mm)	Minimum csapadék (mm)	Maximum csapadék (mm)	Alacsony csapadékú évek
Évi átl. csap.	579	347	891	1992,1961,1971,1986
Fő felh. idő	222	91	425	1992,1986,1952,1962
Fenntartási idő	138	28	328	1961,1962,1986
Tárolási idő	218	62	408	1949,1990
Vegetációs idő	312	124	574	1992,1986,1962
Súlyozott csap.	391	209	670	1962,1992,1990
Negatív mutatóévek az évgyűrűmenetben			1949, 1962, 1968, 1971, 1974, 1977, 1979, 1990, 1993	
Pozitív mutatóévek az évgyűrűmenetben			1944, 1955, 1958, 1965, 1975	

1. táblázat A szentendrei csapadékmérő állomás adataiból képzett jellemzők 1940-94 között és néhány jellegzetes év

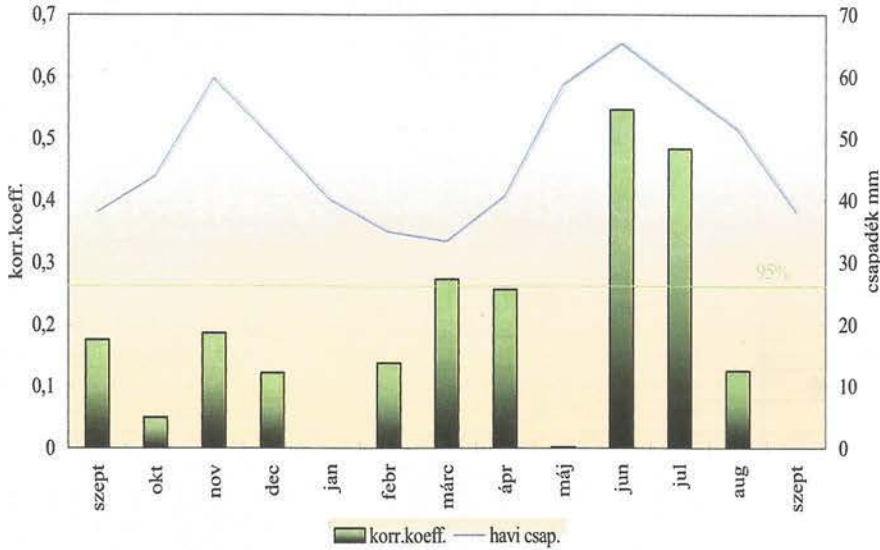
Table 1. Characteristics composed from data of the rain-measuring station in Szentendre between 1940 and 1994 years and some typical years

Az évgyűrűméretek alapján a kis növekedést mutató évek közül négy különösen kiemelkedő: **1962, 1974, 1990, 1993**. Vajon magyarázhatók-e ezek az évek az alacsony csapadékkal? Az 1962-es év kevés csapadéka valóban megerősíti azt a feltételezést, hogy a csapadéknak nagy szerepe lehetett a növedékek alakulásában. Ezt a hatást még az is növelte, hogy a megelőző év is már csapadékhiányos volt. Hasonló jelenség figyelhető meg a 90-es évek elején, hiszen a csapadékot tekintve 1992. volt a legextrémebb év, amelyet egy szintén száraz év követett, összegzett hatásuk ezért jelent meg főleg 1993-ban, de az 1990-es év keskeny évgyűrűi is betudhatók a kevés téli és súlyozott csapadéknak.

1986-ban, bár a vegetációs és fenntartási idő csapadéka is nagyon alacsony volt, nagyon magas volt viszont a téli csapadék, így a súlyozott csapadékösszeg már átlag körüli értéket adott, a növedékben ezért nem jelentkezhetett visszaesésként. Az 1974-es mutatóév azonban a csapadékösszegekkel nehezebben magyarázhatók. Fontos kérdéssé vált tehát a magyarázatkeresésben, hogy ne csak ötletszerűen válogassunk az állításaink alátámasztásához megfelelő értékek közül, hanem határozzuk meg, hogy mely tényezőkre kell a leginkább figyelemmel lenni, vagyis mely tényezők állnak a legszorosabb kapcsolatban az évgyűrűszélességgel. A következőkben erre a kérdésre igyekszem választ adni egy mérési sor részletes bemutatásával:

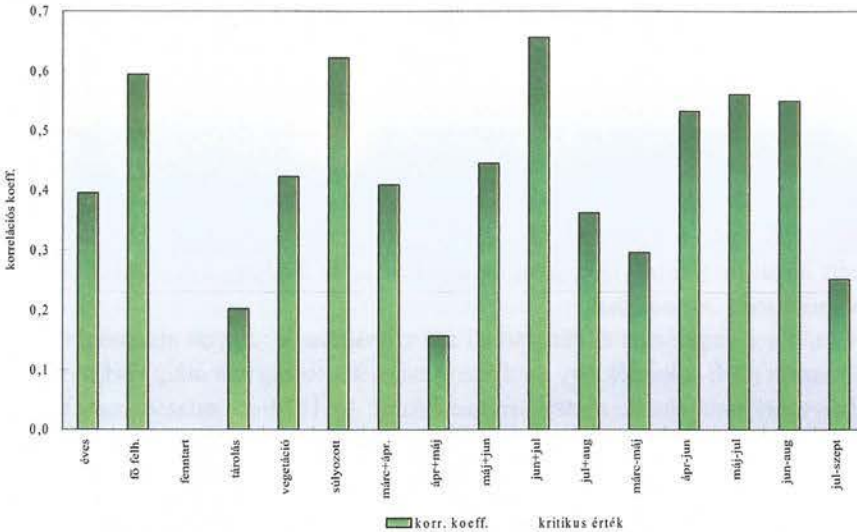
A Szentendre 75 H erdőrszlet mintafáinak évgyűrűszerkezete a havi csapadékösszegekkel a teljes mérési tartományban márciusban, áprilisban, júniusban és júliusban mutatott szigni-

fikáns kapcsolatot. (1. ábra) A két nyári hónap determinációs koefficiense elérte júniusban a 30%-ot, júliusban pedig a 23%-ot, ami azt jelenti, hogy ennek a két hónapnak a csapadéká hosszú évek (54 év) átlagában ilyen arányban határozta meg az éves évgyűrűszélességet.



1. ábra Szentendre 75H erdőrésztlet mintafáinak évgyűrűindexe és a havi csapadékszegek kapcsolata 1940-94

Fig. 1. Tree ring index of sample trees in 75H forest subcompartment (Szentendre) and the correlation of monthly precipitations from 1940 to 1994 years



2. ábra Szentendre 75 H erdőrésztlet mintafáinak az évgyűrűindex kapcsolata különböző csapadékösszegekkel

Fig. 2. Correlation of the tree ring index on sample trees of the 75H subcompartment (Szentendre) with different precipitations

A mérési idősort 20 éves intervallumokra bontva némileg eltérő szerepet játszottak az egyes hónapok csapadékai. 1940-60 között a februári–márciusi csapadék volt meghatározó, 1960-80 a június és július szerepe volt döntő, 1980 után március, május és június, de érdekes megjegyezni, hogy itt megjelent már az augusztus hónap is.

A havonkénti összegeken túl a többi csapadékösszeget elemezve nagyon szoros kapcsolatot találtam a fő fenntartási időszak, a június+júliusi és a súlyozott csapadékkal, szignifikáns kapcsolat volt még az éves és vegetációs csapadékkal, ugyanakkor alacsony volt a korrelációs együttható a tárolási időszakra, április+májusra és július-szeptemberre. A fenntartási időszakkal kimutatható kapcsolat nem állt fenn.(2. ábra)

A fentiekben 1974-re nem volt egyértelmű ok az átmérő csökkent növekedésére. Ha abból indulunk ki, hogy a legmagasabb korrelációs koefficiens Szentendrén a fő felhasználási idő és a júniusi és júliusi csapadékösszeg (43%) adta, vagyis ha ezek a hónapok a meghatározók az évgyűrűszélességben, akkor az állításnak fordítva is igaznak kell lenni. Ha bizonyos években van a legkisebb növekedés, akkor a júniusi és júliusi csapadékösszegnek is itt kell alacsonynak lenni. Szentendre 1974. évi minimumpontja így magyarázhatóvá vált az alacsony júniusi és júliusi csapadékösszeggel vagy az ezzel együttfutó fő felhasználási idő csapadékával. A fő felhasználási idő csapadéka amúgy magában foglalja a június-júliusi összeget is.

A fentiekben bemutatott számítási módszereket alkalmazva a többi kísérleti területen is hasonló eredményeket kaptam, kiemelhető eltérés csak a Pilisszentkereszt 46A erdőrészletben volt. Itt az autókorrelációs értékek alapján vélelmezhető, hogy valamilyen ciklikus hatás zavarja az évgyűrűmenetet. Ezért magas frekvenciájú, ún. high pass szűrővel - amely kizárja a hosszú periodicitású jeleket és felerősíti a rövid távú hatásokat -, újból elvégeztem a korrelációs számítást a csapadék és a szűrt évgyűrűadatok között. Az eredmény nem lett jobb, mint az indexekkel, ezek alapján mindenképpen megállapítható, hogy a növekedésben a csapadékon kívül más tényezőnek is meghatározó szerepe van, és itt meghatározóbb, mint a többi parcellánál.

b./ Az évgyűrűszélesség és a csapadék kapcsolatának összefoglaló jellemzése

Valamennyi parcella tapasztalatainak felhasználásával az évgyűrűméretek és a csapadék kapcsolata az alábbiakban foglalható össze: a kocsánytalantölgyek fejlődéséhez a naptári évben és a vegetációs időben lehullott csapadék optimális feltételeket biztosít, hiszen a 700 mm éves, ill. 400-450 mm vegetációs időszak csapadékészükséglet kielégül (Szodfridt 1993), vagy ha egyes területeken a csapadék mennyisége ettől a kívánalomtól el is tér, a csapadékgigény alsó határa alá nem esik, és a jó talajviszonyok ezt a csapadékhátrányt ellensúlyozzák.

- A havonkénti elemzésnél a növekedésben legfőbb szerepet játszó hónapként leggyakrabban a június, július fordult elő, ez a szerep 9-38%-ig terjedt, vagyis ekkora százalékban határozta meg egy hónap csapadéka az évgyűrűk szélességét.
- A kettő- és háromhavi összegek leggyakrabban májustól júliusig, augusztusig jelentek meg fontos tényezőként, valamennyi adat közül itt jelentek meg a legmagasabb korrelációs koefficiensek, a csapadék hatása elérte a 41-43%-os mértéket is.
- Az éves csapadékösszeggel való kapcsolat 9-18%-ot mutatott.
- A fő felhasználási időszak csapadéka 13-35%-ban volt meghatározó, és a szignifikáns kapcsolatot mindenütt ki lehetett mutatni.
- A fenntartási és tárolási időszak csapadéka nem volt meghatározó.
- A vegetációs időszak csapadékával az évgyűrűindex szignifikáns kapcsolatban állt. Az r^2 értéke itt – az éves csapadékhhoz hasonlóan - a 9-18%-ot érte el. 1962. év gyenge növekedésére minden területen megtalálható volt a magyarázat a nagyon alacsony vegetációs és fő felhasználási időszak csapadékában.

- A mutató évek magyarázata: a legtöbb ilyen év megjelenésére sikerült magyarázatot találni, de az 1974. év Pomázon és Pilismaróton kivétel volt. Vélhetőleg itt nem volt olyan kevés számú tényező, amelynek kiemelkedően magas koefficiense lett volna, ezért itt több együttes hatásnak kellett érvényesülni, és valószínűsíthető, hogy a csapadékon kívül más fontos tényező is jelen volt. Az alacsony hőmérsékletben vagy tavaszi fagyok keresésénél sem találtam magyarázatot: viszonylag meleg, csapadékos tavasz volt, az utolsó fagyos nap március 14-én volt, amikor a minimum hőmérséklet csak -1 fokig süllyedt. A külföldi szakirodalomban is számos példa van arra, hogy egyes kiugró évek magyarázatára a rendelkezésre álló információ mennyisége nem elégséges.
- Annak ellenére, hogy a súlyozott csapadékösszeg felhasznált formáját nem a kocsánytalan tölgyre dolgozták ki, mégis 18-39%-os mértékben. A maximális érték Szentendre 75 H-ban jelent meg 39%-kal, ami azt mutatja, hogy itt a csapadéknak nagy hatása volt a vastagsági növekedésre, az évgyűrűszélességét több mint harmad részben a súlyozott csapadék határozta meg. A Pálfai-féle súlyszámok célszerűen korrigálhatók a fákra vonatkozóan. Amennyiben a mérési helyszínek számának emelésével markánsabban megfogalmazhatók a rájuk jellemző korrelációs koefficiensek, úgy azok arányaiból a fanövekedéshez jobban illeszkedő súlyszámokat kaphatnánk. A vizsgált területeket figyelembe véve a márciusi és áprilisi súlyszám tűnik emelendőnek, a júniusi csapadék jelentősége is meghaladja a júliust, míg az augusztusié csökkentendő.
- A kísérleti parcellák közül a Szentendre 75H és 77E nagyon sok változóval állt szignifikáns kapcsolatban, és nagyon jó megbízhatósági szinten (95%, 99%, sőt 99, 9%-on is). A pilismaróti és a pilisszentkereszti kevés szignifikáns kapcsolatot mutatott a csapadékkal.

A fentiekben bemutatott korrelációk pontosabbak lehetnek volna, ha a csapadékadatok nem lennének mérési hibával terhelve, hiszen időközben több helyen került sor a mérési pontok áthelyezésére és a mechanikus leolvasások hibáját is magukban rejtik, továbbá a mérés nem az erdőállományban történt. A havi csapadékösszegek alkalmazása továbbá figyelmen kívül hagyja még azt is, hogy az egyszerre lehulló nagy mennyiségű eső nem hasznosulhat a növényzet számára a felszíni elfolyások miatt, és egyéb, az intercepciót meghatározó tényezővel sem számol. Mindezek ellenére a rendelkezésre álló hosszú idősorok lehetővé teszik a korrelációs vizsgálatot.

KÖVETKEZTETÉSEK

A fenti vizsgálat célja a csapadék évgyűrűszélességben betöltött szerepének valamilyen szintű számszerűsítése volt. A kirajzolódott kép alapján a súlyozott csapadékösszegnek és a fő növekedési időszak csapadékának különösen jól kimutatható, százalékosan megfogalmazható szerepe volt mindenütt. Ennél kevésbé volt meghatározó a naptári év, és a vegetációs idő csapadékösszege is. A közmondás szerinti aranyat érő májusi csapadék a fák vastagsági növekedésében – a vizsgált kísérleti területeken - nem játszott kitüntetett szerepet, helyette fontosabb volt a júniusi és júliusi eső.

IRODALOMJEGYZÉK

- Fritts H.C. 1976. Tree ring and climate. Academic Press, London, New York
- Führer, E. 1995a. Az időjárás változásának hatása az erdők fatermőképességére és egészségi állapotára. Erdészeti Lapok. CXXX: 176-178
- Hajósy, F., Kakas, J., Kéri, M. 1975. A csapadék havi és évi összegei Magyarországon. OMSZ Budapest
- Járó, Z., Führer, E. 1996. Az aszály hatása az erdőgazdálkodásban. Éghajlat, időjárás, aszály. MTA Aszály Bizottság
- Kienast, F. 1987. Jahrringe als ökologische Datenträger. Berichte von WSL 292.
- Pálfai, I. 1991. Az 1990. évi aszály Magyarországon. Vízügyi Közlemények, LXXIII: 2
- Schweingruber F-H. 1996. Tree Rings and Environment Dendroecology: WSL Bern, Stuttgart, Wien Haupt.
- Szodfridt, I. 1993. Erdészeti termőhely-ismerettan. Mezőgazda Kiadó 295 p.
- Vízrajzi Évkönyvek 1970-1995

ÜLTETVÉNYSZERŰ FATERMESZTÉS

**NÉHÁNY GYAKORIBB NEMESNYÁR KLÓN FATERMÉSÉNEK
ALAKULÁSA ELTÉRŐ TELEPÍTÉSI HÁLÓZATOK ESETÉN**

**DEVELOPMENT OF THE YIELD OF SOME MORE FREQUENT HYBRID
POPLAR CLONES IN CASE OF DIFFERENT PLANTING SPACINGS**

BÁRÁNY GÁBOR¹

ÖSSZEFOGLALÁS

A vizsgálat eltérő ültetési hálózatú nemesnyár klónok faállomány-szerkezeti és faterméstani eredményeit ismerteti. A bemutatott termesztés-technológiai kísérletek azt támasztják alá, hogy a faállomány átlagos mellmagassági átmérője és a rendelkezésre álló növényterület között közvetlen arányosság áll fenn. Ezért, ha csak célunk nem a minél nagyobb dendromassza előállítás, vagy meghatározott célválaszték termelése, akkor a minőségi méretes iparifa termelés érdekében a telepítési hálózatot is bővítenünk kell a jelenleg alkalmazott 3m×3m-es, illetve 4m×4m-es hálózatnál. Kutatási eredményeink és a piaci körülmények megváltozása alapján ma már kijelenthetjük, hogy a 12-16 m²-nél szűkebb növényterületű nemesnyárasokban gazdaságos fatermesztés nem folytatható.

KULCSSZAVAK: nemesnyár, telepítési hálózat, termesztés-technológia

ABSTRACT

The study analyses stand structure and yield results of hybrid poplar clones with different spacing. The evaluation of the cultivation-technology experiments confirm that there is a direct proportion between the average breast height diameter of the stand and the growing space. Therefore, unless we don't aim to produce maximum quantity of dendromass or a special kind of assortments, we have to aim at larger spacing than the 3m×3m or 4m×4m used at present to produce high quality thicker assortments.

On the basis of our results and with regard to the changing market circumstances we can declare that no profitable wood production can be made under 12-16 m² growing space in hybrid poplar stands.

KEYWORDS: hybrid poplar, growing space, cultivation-technology

BEVEZETÉS

A nemesnyárok hazánk erdőterületeinek 6,6 %-át foglalják el, ez összesen 111,8 ezer hektárt jelent (ÁESZ, 2001. jan. 1.). A fajcsoport fontossága azonban túlmutat ezen az adaton, hiszen az Európai Unió csatlakozását követően, a várhatóan egyre jobban kiszélesedő mezőgazdasági szerkezetváltás következtében a nemesnyárasok szerepe, és így területfoglalása is tovább fog növekedni. Különösen igaz ez, ha számításba vesszük, hogy a magán erdőgazdálkodók által telepítendő erdők, óvatos becslések szerint is, mintegy 12-15%-a szintén nemesnyáras lesz.

Éppen ezért kiemelkedő jelentőségű és így időszerű is a nyárfatermesztési technológiá-

¹ Erdészeti Tudományos Intézet, Ültetvényyszerű Fatermesztési Osztály, baranyg@erti.hu

ink továbbfejlesztése. A piaci tendenciák a méretes vastag választékok keresletének fokozódása irányába mutatnak. Ezzel szemben a gyérintések során kikerülő vékony választékok külföldön is egyre nehezebben értékesíthetőek, és ezek feldolgozása a hazai feldolgozóipar viszonylagos fejletlensége miatt sem megoldott. Ezekből a választékokból a jelenlegi piaci körülmények között jelentős túlkínálat mutatkozik, ami természetesen tartósan alacsony árat jelent. Adódik tehát a probléma megoldása: törekednünk kell a minőségi, vastag iparifa választékok arányának növelésére.

Nem szabad teret engednünk annak az elavult elképzelésnek, hogy a nemesnyárat olyan módszerekkel kezeljük, mint ahogyan az őshonos fafajokból álló természet-közeli erdőket. Csak akkor várhatunk ültetvényünkötől kielégítő eredményeket, ha pontosan és megfelelő minőségben végezzük el az előírt kezeléseket. Ha különböző költségkimelési elgondolások miatt elmulasztjuk a talaj-előkészítést, az évenkénti tárcsázásokat, valamint a nyeséseket, vagy – ha nem véghasználati törzsszámot telepítünk – rosszul határozzuk meg a nevelővágás idejét és mértékét, akkor az elvárható bevételünk számszerűsíthetően csökken. Hasonlóképpen drasztikusan csökken termelésünk, ha a korábbi elképzelések alapján megkíséreljük a nyárfatermesztés szempontjából határtermőhelynek tekinthető területek nemesnyárral való erdősítését. Köztudott tény ugyanis, hogy a nemesnyárok számára nélkülözhetetlen a megfelelő vízellátottságú, jó talajszellőztetésű és kellő tápanyagtartalmú termőhely megléte.

Mindezeket összegezve kijelenthetjük, hogy a nemesnyárasok termesztése során mindennek előtt a gazdaságossági kérdéseknek kell teret engednünk, és ezek alapján ültetvényszerűen kezelnünk, mind erdőművelési, mind fahasználati szempontból. Ennek érdekében törekednünk kell tehát az ilyen ültetvények kezelésének a mind belterjesebbé tételére, és a minél jobb minőségű, és minél méretesebb választékok előállítására.

Jelen publikáció az ültetvényszerűen kezelt faállományok termesztés-technológiájának egyik legmeghatározóbb elemével, az ültetési hálózattal foglalkozik behatóbban. Nemesnyárasok esetén a közelmúltig általánosan a 4m×4m-es ültetési hálózatot javasoltuk, azonban a szakmában gyakori volt az ennél szűkebb növőtér alkalmazása, így előfordult, hogy találkozunk kellett 3m×3m-es, vagy akár 2m×2m-es ültetési hálózattal is. Az ilyen ültetvények esetében a véghasználati tőszám beállítása csak több nevelővágással volt lehetséges, amely műveletek költségét a kikerülő vékony választékból nyert bevétel már akkor sem tudta mindig kompenzálni. Nem beszélve arról, hogy a sűrű hálózatban tartott fák között, a viszonylag csekély növőtér miatt, oly mértékű az egymás növekedését gátló konkurencia, hogy az egyedek képtelenek a genetikailag kódolt teljesítményüket nyújtani.

Vizsgálataink alapján az induló hálózatot maximálisan 36 m²-es véghasználati hálózatként is meg lehetne határozni. Az ilyen hálózatú nyárasokat Nyugat-Európában már bevett gyakorlat szerint telepítik. A módszer hátránya, hogy elesünk az előhasználati fatömegetől, és csak a véghasználati korban jutunk faanyaghoz. Bőségesen kárpótol azonban bennünket az, hogy fáink töretlenül tudnak növekedni, egymást nem akadályozzák, és így méretes, megfelelő nyesésekkel jobb minőségű, nagyobb fajlagos értékű, lemezipari, illetve fűrészipari felhasználásra alkalmas faanyaghoz juthatunk.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Az elmondottak alátámasztására két nemesnyár-termesztési kísérletből levonható tanulságokat kívánom bemutatni. A két vizsgálati terület a Debrecen 297 C erdőrészletben (2118. számú kísérlet), illetve az Újfehértó 200 A erdőrészletben található (2195. számú kísérlet). A területet, ahol a 2118. számú kísérlet állt, korábban akácartermesztéssel hasznosították, majd az ültetést megelőzően rövid ideig mezőgazdasági művelést folytattak. A nemesnyáras hálózati

kísérleti állomány telepítésére Kapusi Imre ERTI kutató irányításával 1979 tavaszán került sor. A kísérlet célja a homoki termőhelyeken különféle telepítési hálózatok összehasonlítása volt. A vizsgálathoz 5 klónt használtak fel: 'I-214', 'Blanc du Poitou', 'BL-Costanzo', 'Pannónia', 'I-273'. A fajtákat véletlen blokk elrendezésben, 5 ismétlésben, kétféle hálózatba telepítették. Az egyik hálózat a régebb óta használt $4\text{m} \times 4\text{m}$ -es vagyis 16m^2 -es, a másik pedig $5,65\text{m} \times 5,65\text{m}$, vagyis 32m^2 -es ún. véghasználati növényterület volt. Ez utóbbi hálózat megválasztása azért előnyös, mivel a $4\text{m} \times 4\text{m}$ -es hálózatba telepített faállományt egy átlós irányú felező jellegű gyéritéssel $5,65\text{m} \times 5,65\text{m}$ -essé – véghasználati növényterületévé – lehet alakítani, így a legalkalmasabb annak megállapítására, hogy vajon létezik-e olyan konkurencia a faállomány egyedei között, amely károsan befolyásolja az évi növedéket, és így a jövedelmezőséget. Ezt a gyéritést 1988-ban, az állomány 9 éves korában végezték el. Ekkor átlagosan $87\text{ m}^3/\text{ha}$ faanyagot nyertek. Az $5,65\text{m} \times 5,65\text{m}$ természetesen egy elméleti szám, a gyakorlatban ez megfelel a $4\text{m} \times 8\text{m}$ -es háromszögzötésű hálózatnak. (1. ábra.)



1. ábra A $4\text{m} \times 4\text{m}$ -es hálózat egy átlós irányú felező jellegű gyéritéssel $5,65\text{m} \times 5,65\text{m}$ -es hálózattá alakítható ($4\text{m} \times 8\text{m}$ -es háromszögzötés)

Fig. 1. The spacing of $4\text{m} \times 4\text{m}$ can be transformed into a spacing of $5,65\text{m} \times 5,65\text{m}$ with a diagonal, bisecting-like thinning (triangle joint of $4\text{m} \times 8\text{m}$)

A faállományt 21 éves korában 2000 telén véghasználták. Eddig az időpontig 7 állományfelvétel történt, így meglehetősen pontossággal követhető nyomon az ültetvény fejlődése.

A másik kísérleti területen, (Újfehértó 200 A erdőrésztlet) a kísérleti faállomány telepítése előtt mezőgazdasági művelés folyt. A jelenlegi faállomány telepítésére Gabnai Ernő ERTI kutató irányításával 1989 tavaszán került sor. A kísérlet célja egyes köztermesztésbe vont nyárfajták különböző telepítési hálózatainak összehasonlítása. A kísérleti terület a Nyírség erdőgazdasági tájban található, közép magas térszintű, többlet vízhatástól független, félszáraz, közép-mély termőrétegű, humuszos homoktalajú termőhelyen.

A kísérlethez 3 klónt használtak fel: 'I-214', 'BL-Costanzo', 'Pannónia'. Az ismétlések száma három, a telepítési hálózatok $3\text{m} \times 3\text{m}$, $3\text{m} \times 5\text{m}$, $4\text{m} \times 4\text{m}$, $3\text{m} \times 6\text{m}$. Ezen utóbbi hálózatú parcellákat döntően termőhelyi okok miatt kizártuk a vizsgálatból. Így a kezelések száma (fajták, telepítési hálózatok) $3 \times 3 = 9$. Az ültetéshez 1/1 éves gyökeres dugványt használtak fel, az ültetési mélység 60 cm volt.

Az állományfelvételi adatokból (famaasság, mellmagassági átmérő) a fatér fogatot Király László fatér fogat-függvényével számítottuk ki. Az adatok feldolgozása, értékelése, az összefüggések megállapítása céljából varianciaanalízist használtunk.

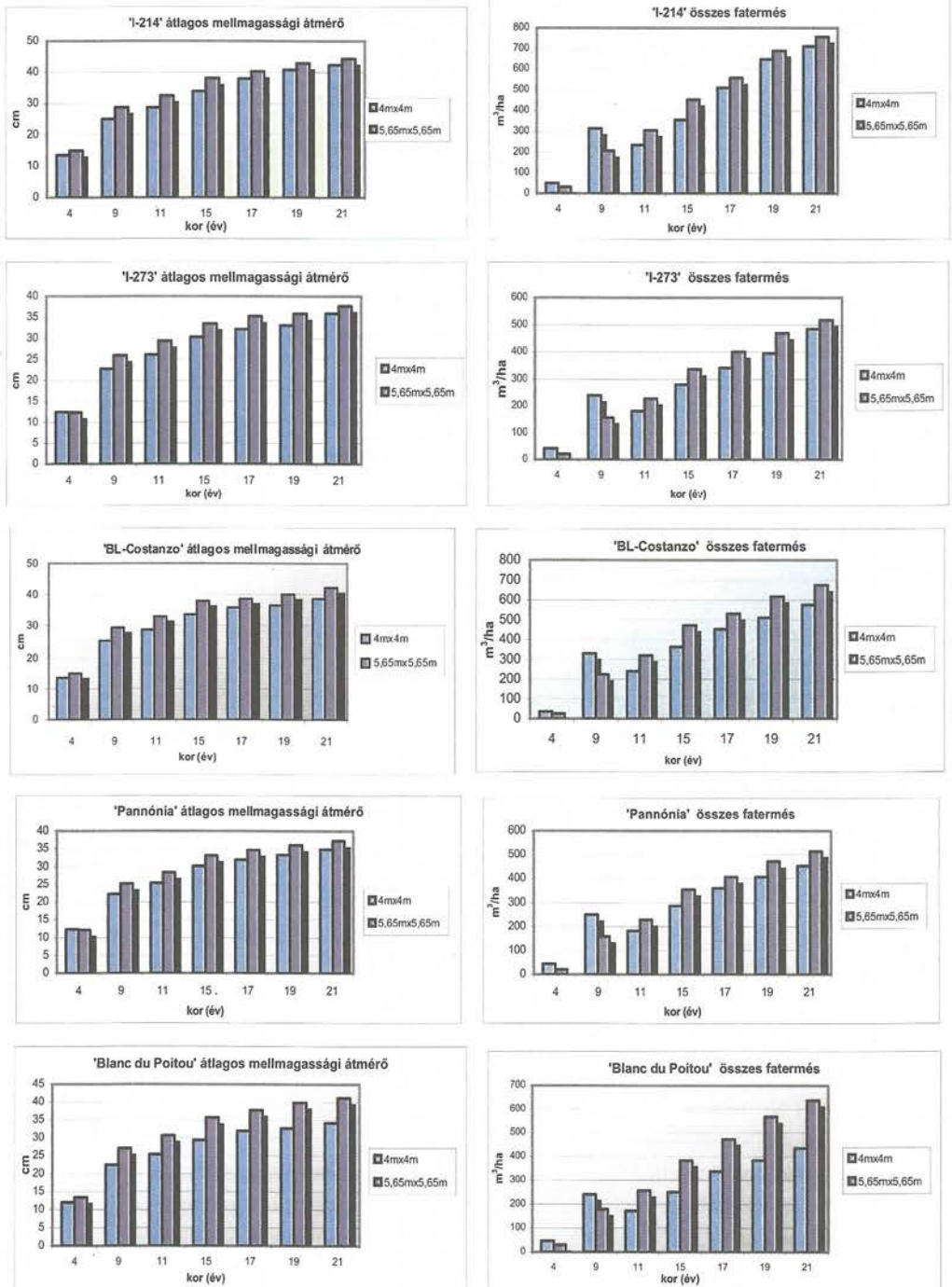
EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

A Debrecen 297 C erdőrésztletben található nemesnyáras fontosabb faállomány-szerkezeti adatai a 2. számú ábrán tanulmányozhatók. Az összes fatermés grafikonjain szembevetve, hogy a szűkebb hálózat 1988-ig (9 éves kor) nagyobb összes fatömeget produkál. Ennek oka, hogy eddig az időpontig a törzsszám duplája a tágabb hálózaténak. Mindezek ellenére fatérfogata nem ennek arányában haladja meg azt, azaz a többlet a vékonyabb, de nagyobb számú törzs következménye. Ebben a korban végezték el a törzsszámfelező gyérítést, amely után a hektáronkénti törzsszám megegyezik mindkét kezelésben. Megállapítható tehát, hogy a szűkebb növényterű nemesnyáras bizonyos életkorig magasabb összes fatermést produkál, azonban ez a hálózat a belőle nyerhető faanyag értéke révén kevésbé gazdaságos hasznosítást tesz csak lehetővé. Ez azonnal közérthetővé válik, ha megfigyeljük a vastagsági növekedés alakulását. A 2. ábrán jól látszik, hogy ezeket az egyedeket növekedésükben már a telepítésüket követő harmadik évben is gátolták szomszédai, és ez a hátrány a gyérítés után is megmaradt, azaz a később tágabb hálózatba került egyedek növekedésükben elmaradnak a kezdetektől ilyen hálózatban növekedett egyedektől. Véghasználati korra (1. táblázat) a mellmagassági átmérők különbsége átlagosan mintegy 3,4 cm-t tett ki. Levonható az a következtetés, hogy a rendelkezésre álló növényterű, és a mellmagassági átmérő alakulása között szoros kapcsolat áll fenn, minden vizsgált klón esetében.

1. táblázat A Debrecen 297 C erdőrésztletben található nemesnyár fajták fatermése illetve mellmagassági átmérője a véghasználati korban (21 év)

Table 1. Yield and breast height diameter of hybrid poplar cultivars to be found within 297C forest sub-compartment (Debrecen) at the harvest rotation age (21 years)

Klónok	Fatermés (m ³ /ha)		Átlagos mellmagassági átmérő (cm)		
	Hálózatok		Hálózatok		
	4m×4m	5,65m×5,65m	4m×4m	5,65m×5,65m	
I-214	712,0	754,7	42,3	44,2	
I-273	475,3	517,5	35,5	37,7	
BLANC POITOU	DU	433,1	638,6	34,2	41,2
BL - COSTANZO		574,9	674,3	38,5	42,0
PANNONIA		453,9	515,2	34,8	37,3
SZD _{5%}			118,78		3,86



2. ábra A Debrecen 297C erdőrésztletben található kísérletben szereplő nemesnyár fajták átlagos mellmagassági átmérőjének és összes fatermésének alakulása

Fig. 2. Development of the average breast height diameter and total yield of hybrid poplar cultivars being in the experiment to be found within 297C forest subcompartment (Debrecen)

A 2. és 3. táblázatban összefoglalt varianciaanalízis eredményeképpen kijelenthetjük, hogy az egyes növényterek (kezelések) között $P=0,1\%$ -os szint mellett szignifikáns különbségek adódnak.

2. táblázat A Debrecen 297 C erdőrésztletben található nemesnyár kísérlet véghasználatkori fatömegre vonatkozó varianciatáblázata

Table 2. Variance table concerning the volume of harvest rotation age of the hybrid poplar experiment to be found within the 297C forest subcompartment (Debrecen)

Tényező	SQ	FG	MQ
Összes	942125,5	42	22431,5606
Ismétlés	118251,4	4	29562,8413
Kezelés	582826,0	9	64758,4442
Hálózat	101722,3	1	101722,2570
Klón	434159,6	4	108539,9080
Hálózat x Klón	46944,1	4	11736,0268
Hiba	241048,2	29	8312,0062

3. táblázat A Debrecen 297 C erdőrésztletben található nemesnyár kísérlet véghasználatkori mellmagassági átmérőre vonatkozó varianciatáblázata

Table 3. Variance table concerning the harvest rotation age of the hybrid poplar experiment to be found within the 297C forest subcompartment (Debrecen)

Tényező	SQ	FG	MQ
Összes	945,8712	42	22,5207
Ismétlés	148,4892	4	37,1223
Kezelés	542,8832	9	60,3204
Hálózat	143,8208	1	143,8208
Klón	354,8932	4	88,7233
Hálózat x Klón	44,1692	4	11,0423
Hiba	254,4988	29	8,7758

Az Újfehértó 200 A erdőrésztletben található kísérlet elemzése során hasonló megállapításokat tehetünk. A fontosabb faállomány szerkezeti tényezők a 4. táblázatban illetve a 3. és 4. ábrán láthatóak. A kísérlet 12 éves adatsorából kitűnik, hogy a $3\text{m} \times 3\text{m}$ -es hálózatba ültetett fák mellmagassági átmérője átlagosan mintegy 4,9 cm-rel marad el a kísérletben szereplő legtágabb hálózatban mértétől. A 'BL-Costanzo' fajta esetében a $4\text{m} \times 4\text{m}$ -es hálózatban tapasztalható kisebb átmérőt döntően termőhelyi problémák okozzák. Ennek ellenére még ez is meghaladja a szűk hálózatban mért mellmagassági átmérőt mintegy 3,4 cm-rel.

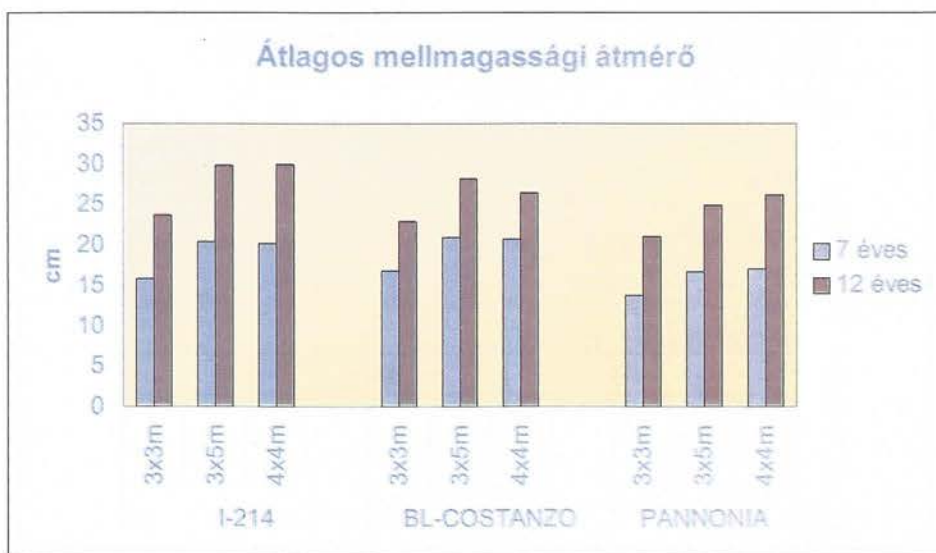
A korábban taglalt debreceni kísérlet gyérítés előtti állapotához hasonlóan a szűkebb hálózat összfatermése meghaladja a tágabb hálózatokét. Ennek oka itt is egyértelműen a nagyobb mennyiségű, de vékonyabb törzsekben keresendő. A kísérleti területen a tulajdonváltás (privatizáció) elhúzóódása miatt gyérítés egyáltalán nem történt, azonban a debreceni kísérlet tapasztalatait előrevetítve, várhatóan annak megtörténte után már nem lesz képes a szűkebb hálózatú faállományrész a tágabb hálózatú növekedési erélyét felülmúlni.

A varianciaanalízis eredményeképpen (5. táblázat) itt is kijelenthetjük, hogy az egyes növényterek (kezelések) között $P=1\%$ -os szint mellett szignifikáns különbségek vannak.

4. táblázat Az Újfehértó 200 A erdőrezsletben található nemesnyár fajták fatermeséje illetve mellmagassági átmérője 12 éves korban

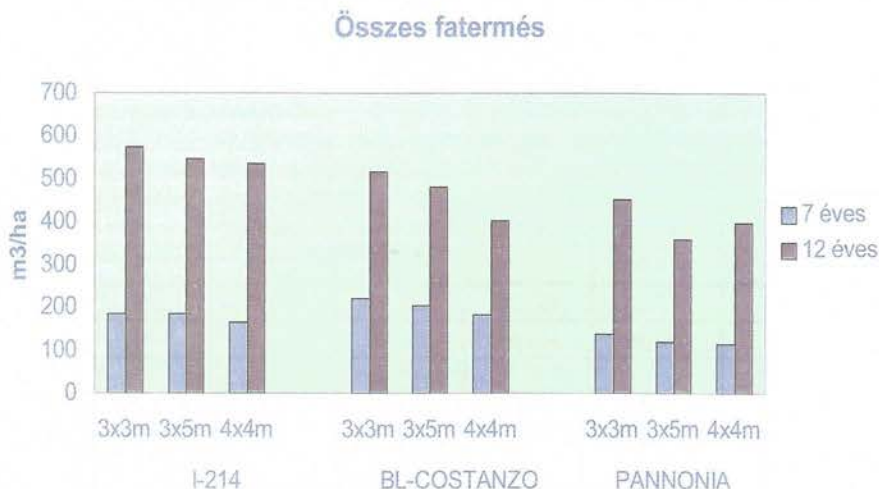
Table 4. Yield and breast height diameter of hybrid poplar cultivars to be found within the 200A forest subcompartment (Újfehértó) at the age of 12 years

Klónok	Fatermes (m ³ /ha)			Átlagos mellmagassági átmérő (cm)		
	Hálózatok			Hálózatok		
	3m×3m	3m×5m	4m×4m	3m×3m	3m×5m	4m×4m
I-214	574,05	546,94	534,86	23,7	29,9	30,0
BL - COSTANZO	517,10	482,50	403,16	23,0	28,2	26,4
PANNONIA	452,39	360,84	398,96	21,2	24,9	26,2
SZD _{5%}			156,79			3,41



3. ábra Az Újfehértó 200 A erdőrezsletben található nemesnyár fajták átlagos mellmagassági átmérőjének alakulása

Fig. 3. Development of the average breast height diameter of hybrid poplar cultivars to be found within the 200A forest subcompartment (Újfehértó)



4. ábra Az Újfehértó 200 A erdőrezsletben található nemesnyár fajták összes fatermésének alakulása.

Fig. 4. Development of the total yield of hybrid poplar cultivars to be found within the 200A forest sub-compartment (Újfehértó)

5. táblázat Az Újfehértó 200 A erdőrezsletben található kísérlet 12 éves mellmagassági átmérőre vonatkozó varianciatáblázata.

Table 5. Variance table concerning the breast height diameter 12 years old of the experiment to be found within the 200A subcompartment (Újfehértó)

Tényező	SQ	FG	MQ
Összes	330,0052	26	12,6925
Ismétlés	7,7207	2	3,8604
Kezelés	256,6052	8	32,0757
Hálózat	176,8896	2	88,4448
Klón	70,5985	2	35,2993
Hálózat x Klón	9,1170	4	2,2793
Hiba	65,6792	16	4,1050

KÖVETKEZTETÉSEK

A bemutatott hálózati kísérletek értékelése azt mutatja, hogy mindkét esetben a kezelések között az egyes fajták esetében szignifikáns különbségek vannak. Megállapíthatjuk, hogy a vizsgált kísérletekben a hálózat növelésével nő a véghasználatig megtermelt faanyag minősége, ami a kísérletek tanúbizonysága szerint ellensúlyozni képes a törzsszám csökkenéséből adódó fatérfogat kiesést.

Felvetődik hát a kérdés, ha a hálózat bővítése nagyobb hasznot eredményez, akkor a gazdasági érdekek függvényében meddig növelhetjük azt? A válasz a hazai és külföldi kutatási eredményekre alapozva adható meg. Telepítéseink során nem növelhetjük a hálózatot tetszés

szerint, mert a 32-36 m²-nél nagyobb növőtérre vonatkozó törzsszám (318-278 db/ha) már nem tudná kihasználni a termőhely potenciális fatermőképességét, és így a jövedelmezőségben is erős visszaesés mutatkozna. Ezt a kérdéskört taglaló kísérleteinket természetesen a jövőben is folytatni kívánjuk.

Tudjuk, hogy a kor növekedésével bizonyos határig nő a faegyedek növőtér- szükséglete, e nagyobb igény kielégítése érdekében történnek a gyérítések. A debreceni kísérlet elemzése során láthattuk, hogy már a korai időszakban (3 év) is lehet a faállomány egyedei között oly mértékű konkurencia, amely károsan befolyásolja a fatermés alakulását, és amely elmaradást a faállomány a gyérítés után, nagyobb növőtérbe kerülve sem képes kiegyenlíteni. Ehhez társul még, hogy a szűkebb indulóhálózatú faállományból kikerülő fák mérete is alatta marad a tágabb hálózatban lévőkének.

Telepítés előtt tehát fontos figyelembe vennünk a termesztési célt, valamint a várható piaci tendenciákat. Ha minőségi lemezipari alapanyagot akarunk előállítani, és a gazdaságossági kérdéseket szem előtt tartjuk, akkor a jelenleg alkalmazottaknál tágabb hálózatba kell a nemenyasainkat telepítenünk. Ezzel szemben, ha a minél nagyobb dendromassza, vagy meghatározott vékonyabb célválaszték előállítása a cél, akkor természetesen sűrűbben kell telepíteni ültetvényeinket.

IRODALOMJEGYZÉK

- Bárány G. 2002. A telepítési hálózat hatása egyes nemesnyár klónok hozamára, előadás, A Tudomány Napja, Kecskemét
- Führer E., Rédei K., Tóth B. (szerk.) 2003. Ültetvényszerű fatermesztés I., Mezőgazda Kiadó, Budapest, 203. pp.
- Gabnai E. 1995. Az új nyárfajták fatermőképességének összehasonlító vizsgálata, Erdészeti Tudományos Intézet Kiadványai I p: 25-28.
- Gabnai E., Tóth B. 1998. Magyar nyárfajták termesztési jellemzői és fatermésük vizsgálata, A Nemzetközi Nyárfa Bizottság 20. ülése és tanulmányútja Magyarországon, Erdészeti Tudományos Intézet Kiadványai 9. p: 146-155.
- Gabnai E. 2003. A nemesnyárok termesztési módszereinek vizsgálata Kelet-Magyarországon, Doktori értekezés, Sopron
- Halupa L., Szodfridt I., Tóth B. 1973. Nemesnyárasok nevelése, In: Danszky I. (szerk.): Erdőművelés II., Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. p: 173-183.
- Halupa L., Gabnai E. 1990. Az új nyárfajták hálózati kísérletei, Erdészeti Kutatások, Vol. 82-83./II. p:279-287.
- Tóth B., Erdős L. 1988. Nyár fajtaismertető, ÁGOK, Budapest
- Tóth B. 2001. A nemesnyárok termesztésének termőhelyi feltételei, Dél-Pest Megyei Mezőgazdasági Rt., Cegléd
- Sváb J. 1981. Biometriai módszerek a kutatásban, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest

EKTOMIKORRHIZA VIZSGÁLATOK ALFÖLDI TÖLGYESEKBEN
ECTOMYCORRHIZAL INVESTIGATIONS IN OAK (*Quercus*)
STANDS OF LOWLAND

JAKUCS ERZSÉBET¹, CSIHA IMRE²

ÖSSZEFOGLALÁS

Bár Európa atlanti és mediterrán térségei túlevelű és lombhullató erdeinek ektomikorrhizáit viszonylag alaposan tanulmányozták, úgyszólván alig van ilyen adat a szárazabb, kontinentális Közép-európai területek lombos erdeiből. Ezért választottuk témául néhány, a Hortobágyi Nemzeti Park területéhez tartozó, szolonyec talajon telepített tölgyes állomány ektomikorrhiza közösségeinek vizsgálatát. Az ERTI Püspökladányi Állomásának területéről 1998 és 2001 között három tölgyes erdőállományból, több alkalommal gyűjtöttünk talajmintákat, amelyekből az ektomikorrhizákat mikroszkópos morfológiai és anatómiai, valamint molekuláris taxonómiai módszerekkel azonosítottuk és jellemeztük. Vizsgálataink során összesen 27 talajmintából több, mint 30 ektomikorrhiza morfortípust különítettünk el, amelyeknek egyrészét fajra, vagy nemzetségre meghatároztuk. Kiszámítottuk a jellemző morfortípusok relatív gyakoriságát és könnyen vizsgálható mikromorfológiai tulajdonságok alapján mikorrhiza határozókulcsot készítettünk, ami alapot adhat a terület ektomikorrhizáinak részletesebb kvantitatív-ökológiai vizsgálatához.

KULCSSZAVAK: ektomikorrhiza, *Quercus*, határozókulcs

ABSTRACT

Although the ectomycorrhizae of needle and deciduous forests in the mediterranean and atlantic regions of Europe have been examined rather thoroughly, almost no such data are available from leafy forests of dry, continental Central-European territories. Therefore we focused our attention at the ectomycorrhizal community of an oak stand planted on solonch soil in the Hortobágy National Park, Hungary. Between 1998 and 2001, soil samples have been collected several times in the forests of the Püspökladány Experimental Station of the FRIH, to identify and characterize their ectomycorrhizae using microscopical morphological and molecular taxonomical methods. Altogether more, than 30 ectomycorrhizal morphotypes were detected in 27 soil samples, the majority of which could be identified to species or genus level. The relative abundance of the most characteristic morphotypes were calculated and an identification key, based on easily observable micro-morphological characteristics, was presented. This may serve as a found of more detailed quantitative-ecological investigations of ectomycorrhizae on this territory.

KEYWORDS: ectomycorrhiza, *Quercus*, identification key

¹ Eötvös Lóránd Tudományegyetem, Növényismereti Tanszék, 1117. Budapest Pázmány Péter sétány 1/c
Tel. 209-0555/8743, e-mail: jakucse@ludens.elte.hu

² Erdészeti Tudományos Intézet, Püspökladányi Kísérleti állomás.

BEVEZETÉS

A Földön élő ektomikorrhizas gombafajok számát 5-6 ezerre becsülik (Molina és mts. 1992), de mindössze alig több, mint 400 ektomikorrhizát írtak le és jellemeztek részletesen (Agerer 1989-2002, Agerer & Rambold 1998). Észak-Amerika, valamint Észak-, Nyugat- és Dél-Európa túlevelű erdeinek ektomikorrhiza közösségeit viszonylag intenzíven tanulmányozták az elmúlt évtizedben (Gardes & Bruns 1996, Comandini és mts. 1998, Dahlberg és mts. 1997, Gehring és mts. 1998, Jonsson és mts. 1999, Kernaghan 2001, Taylor & Bruns 1999), de a lombos erdőkről jóval kevesebb adatunk van. Elsősorban a bükk (Brand 1991), a nyír (Cuvelier 1991) és az éger fajok (Miller & Koo 1991, Pritsch et al. 1997) ektomikorrhizáit tanulmányozták részletesebben, de alig tudunk valamit Közép-Európa száraz, kontinentális éghajlatú erdeinek mikorrhiza viszonyairól. Erről a területről a Magyar Alföld Duna-Tisza-közi homoki nyárasaiban történt részletesebb felmérés (Jakucs 2002). Az európai lombos erdők legfontosabb társulásalkotói közé tartozó tölgyekről viszonylag sok ektomikorrhiza leírása jelent meg, például Q. ilexről (Montecchio és mts. 1998, 2001a, b, 2002, Fischer és Agerer 1996, de Roman és mts. 2002a, b), Q. robur-ról (Palfner 1994, Palfner és Agerer 1996a,b, Beenken 2001), Q. cerrisről és Q. pubescensről (Zambonelli és mts. 1993, 1997), de a mediterrán térségekben jelentős paratölgyesek kivételével (Azul és mts. 1999, 2001a, b, c, d, e) rendszeres, az állományokat jellemző ektomikorrhiza közösségek felmérésére kevés kísérlet történt.

Ez a dolgozat áttekintést ad néhány alföldi tölgyes erdőállomány leggyakoribb ektomikorrhizáinak előfordulásáról és relatív gyakoriságáról. A domináns ektomikorrhiza típusokról határozókulcs is készült, ami segítséget nyújthat ezen életközösségek ökológiai viszonyainak részletesebb feltárásához.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Mintavétel

Az ERTI Hotobágyi Nemzeti Parkhoz tartozó püspökladányi Kísérleti Állomásának területén három mintavételi pontot jelöltünk ki. A terület tengerszint feletti magassága 85-90m. Az átlagos évi csapadékmennyiség 526 mm. A vizsgált terület talaja szolonyeces réti csernozjom.

Az 1. sz. mintavételi pont egy 1954-ben telepített Quercus robur állományban volt, amelynek cserjeszintjében Ligustrum vulgare, Rosa ssp. és Fraxinus ssp. fordult elő. A 2. sz. mintavételi pont fiatal, 1976-ban telepített Q. robur állomány volt, főként Fraxinus fajokkal a cserjeszintben. A 3. mintavételi pontot egy 1934-ből származó csertölgy állományban (Q. cerris) jelöltük ki, ahol a Rosa spp. mellett a cserjéket nagyobb arányban Prunus spinosa képviselte.

1998 és 2001 között mindhárom helyszínen öt időpontban gyűjtöttünk talajmintákat (2. táblázat). Mindhárom területen egyazon 25x25 m-es négyzeten belül, random módon, alkalmanként 1-3 talajmintát (ismétlést) vettünk úgy, hogy ásóval 20x20x20 cm-es talajkockákat emeltünk ki az erdei talaj felső szintjéből. A négy év során összesen 27 talajmintát dolgoztunk föl. A laboratóriumba való szállítás után a talajmintákat feldolgozásig hűtőszekrényben 4°C-on maximum egy hétig tároltuk. A gyökereket a talajból 9 mm lyukméretű szita fölött csapvízzel kimostuk és a mikorrhizákat víz alatt tartva, sztereomikroszkóppal morfológizáltuk és szétválogattuk. Az ektomikorrhizált gyökércsúcsok egy részét egyes mikroszkopikus vizsgálatokhoz és a hisztokémiai reakciókhoz élve használtuk fel, más részét a további mikroszkópi vizsgálatokhoz FEA-ban fixáltuk (Agerer 1991). A DNS analízisek céljára három ektomikorrhizált csúcsot CTAB pufferben fixáltunk és a továbbiakban Agerer és mts. (1996) leírását követve dolgoztuk fel.

Morfológiai jellemzés

Az ektomikorrhizákat az Agerer (1991) által bevezetett, nemzetközileg elfogadott mikroszkópos morfológiai, anatómiai és hosztokémiai módszerek alapján jellemeztük. Az elágazási rendszert sztereomikroszkóppal vizsgáltuk. A köpeny szerkezetét, a kiágazó hifák és a rizomorfa jellegzetességeit differenciál-interferenciakontraszt (*Nomarski DIK*) mikroszkóppal, a Hartig-hálót Historesinbe beágyazott félvékony metszeteken fáziskontraszt mikroszkóppal vizsgáltuk. A meghatározást elsősorban morfológiai módszerekkel végeztük. Egy esetben a mikorrhiza és a termőtest között kialakult rizomorfa-kapcsolat követésével a mikorrhizát a termőtestek alapján sikerült meghatározni. A csak nemzetség szintjéig meghatározott taxonokat a mikorrhiza morfológiai tulajdonságai alapján a Colour Atlas of Ectomycorrhizae (Agerer 1989-2002) és a DEEMY CD-ROM (Agerer & Rambold 1998) segítségével soroltuk be.

DNS-analízis

Néhány ektomikorrhiza meghatározását molekuláris taxonómiai módszerekkel végeztük. A DNS-t a termőtestekből és a mikorrhizákból a CTAB-módszerrel vontuk ki és PCR-rel amplifikáltuk Gardes & Bruns (1993) szerint. A mikorrhizák feltételezett azonosságát termőtestükkel a riboszomális DNS ITS szakaszának RFLP analízisével igazoltuk ITS₁ és ITS₄ primert használva. A módszer részleteit máshol már ismertettük (Jakucs & Beenken 1999, Jakucs és mts 2000). Egy ektomikorrhizát rDNS ITS szekvenciájának termőtestből származó szekvenciákkal való összehasonlításával határoztunk meg (Köljalg és mts. 2001).

A relatív gyakoriság meghatározása

A talajmintákban előforduló leggyakoribb 12 ektomikorrhiza morfortípus relatív gyakoriságát Gardes & Bruns (1996) félkvantitatív módszerével határoztuk meg. Az egyes morfortípusok relatív gyakoriságát (az abundancia százalékot) az adott morfortípussal borított gyökérvégnek a talajmintában található összes mikorrhizált gyökérvégre vonatkoztatott százalékában fejeztük ki. A relatív abundancia (RA) értékeket a következők szerint osztályoztuk: A: minor komponens: (a talajminta összes mikorrhizált gyökérsúcsának <10%-a), B: kisebbségi kodomináns (a talajminta összes mikorrhizált gyökérsúcsának 10-50%-a), többségi kodomináns (a talajminta összes mikorrhizált gyökérsúcsának 50-90%-a), domináns: (a talajminta összes mikorrhizált gyökérsúcsának >90%-a). Az egyes mintavételi területek egy adott időpontban vizsgált ektomikorrhiza közösségére vonatkozó relatív gyakorisági értékeit az ismételt talajminták átlagában adtuk meg.

EREDMÉNYEK

A három mintavételi területről összesen több, mint 30 ektomikorrhiza morfortípust különítettünk el. Ezek közül csak 12-t határoztunk meg faji vagy nemzetségi szinten a fent leírt molekuláris vagy morfológiai módszerekkel. Egyes nemzetségeken belül több morfortípust is el tudtunk különíteni, ezeket itt most összevontan kezeljük.

A három mintavételi terület leggyakoribb 12 ektomikorrhiza típusának fő morfológiai jellemzőit az 1. táblázat tartalmazza. Ezeket a mikorrhizákat tekinthetjük a vizsgált terület tölgyeseiben az ektomikorrhiza közösségek legjellegzetesebb tagjainak. A területről származó mintákból két, a tudományra új ektomikorrhizát sikerült azonosítani ("Quercirhiza alboviolacea" és *Xerocomus lanatus*), amelyeknek a részletes morfológiai anatómiai leírását máshol már publikáltuk, ezért ezt itt nem szükséges megismételni (Jakucs & Beenken 2001, Jakucs 2001, Jakucs 2002a,b)

1. táblázat *A Quercus robur és Q. cerris leggyakoribb ektomikorrhizái a vizsgált hortobágyi erdőtársulásokban (ABC sorrendben)*

Table 1. *Most frequent ectomycorrhizae of Quercus robur and Quercus cerris in tested forest associations of Hortobágy (in ABC order)*

Ektomikorrhiza morfolópus/faj	Morfológiai jellemzők					Jellegzetesség
	Szín	Köpeny	Rhizomorfa	Cisztidium	Csat	
¹ <i>CENOCOCCUM GEOPHILUM</i>	Fk	Pl	-	-	-	Merev, fekete kiágazó hifák
¹ <i>Genea sp.</i>	B	Ps-A	-	-	-	Vastag, szemölcsös kiágazó hifák
¹ <i>Hebeloma sp.</i>	Fe, O	Pl	-	-	+	Vattás felszín
¹ <i>HYMENOSCYPHUS ERICAE</i>	B	Pl	-	-	-	Barna kiágazó hifák
¹ <i>Lactarius spp.</i>	Fe (S)	Ps	-	-	-	Tejcsövek
„ <i>Quercirhiza alboviolacea</i> ”	Fe	Ps-A	-	-	-	Lilás csúcsok, vattás felszín
¹ <i>Russula spp.</i>	O (S)	Pl	-	Palackalakú	-	Rövid tüskés felszín
¹ <i>Thelephoraceae-típus</i>	F (O)	Pl	ND	-	+	Sűrű felszíni hifahálózat
¹ <i>Tomentella spp.</i>	B (Fk)	Ps	-	-	+	Barna csatos kiágazó hifák
⁴ <i>Tomentella galzinii</i> Bourd.	S	Ps-A	ND	Csatos árszerű	+	Csatos többsejtű cisztidiumok
¹ <i>Tuber borchii-típus</i>	S	Ps-E	-	Árszerű	-	Hegyes cisztidiumok
^{2,3} <i>Xerocomus lanatus</i> (Rostk.) Sing.	Fe (S)	Pl	D	-	-	Köpenyen sárga foltok

Rövidítések: Színek (Fh: fehér, Fk: fekete, B: barna, S: sárga, O: okker; Köpeny: Pl (plektenhimatikus), Ps: pszeudoparenhimatikus, A: anguláris, E: epidermoid; Rhizomorfa: ND: nem differenciált, D: differenciált. A meghatározás módszere: ¹morfológiai alapon, ²ITS-RFLP analízissel, ³rizomorfa kapcsolattal, ⁴rDNS-ITS szekvencia-analízissel. + (van), - (nincs)

A 2. táblázat a legfontosabb ektomikorrhiza típusok előfordulását és relatív gyakoriságát mutatja az egyes mintavételi időpontok, a 3. táblázat pedig a mintavételi helyek szerint csoportosítva. A mintavételi időpontok sorrendben(1-5): 1998.04.08., 1998.06.02., 1999.06.07., 2000.04.24., 2001.06.10. RA értékek: A (<10%), B (10-50%), C (50-90%), D (>90%).

Az 1. táblázatban szereplő mikorrhiza típusokra a könnyen vizsgálható mikromorfológiai jellegzetességek alapján határozókulcsot állítottunk össze (4. táblázat), amely alapját képezheti a terület ektomikorrhiza-közösségei kvantitatív felmérésének és részletes ökológiai vizsgálatának.

2. táblázat A vizsgált erdőtürsulások leggyakoribb ektomikorrhizáinak relatív abundanciája a mintavételi időpontok szerint

Table 2. Relative abundance of most frequent ectomycorrhizae of tested forest associations according to sampling points of time

Mintavétel	Időpontja	1			2			3			4			5		
	Helye	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Mikorrhiza morfortípus/faj																
<i>Cenococcum geophilum</i>		-	-	-	A	-	-	A	-	-	B	A	-	B	-	-
<i>Genea spp</i>		-	-	B	B	-	C	-	-	-	B	-	-	B	-	B
<i>Hebeloma spp</i>		-	B	-	-	C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hymenoscyphus ericae</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	C	-
<i>Lactarius spp.</i>		-	-	A	-	-	-	-	-	A	-	-	-	-	-	-
„ <i>Quercirhiza alboviolacea</i> ”		-	-	-	-	-	-	-	B	-	-	-	-	-	-	-
<i>Russula spp.</i>		A	-	-	B	-	-	A	B	-	C	C	-	B	B	-
<i>Thelephoraceae-típus</i>		-	-	-	-	-	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tomentella spp.</i>		-	-	B	-	A	-	D	-	D	A	B	C	C	-	B
<i>Tomentella galzinii</i> Bourd.		-	-	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	B	-	-
<i>Tuber borchii-típus</i>		A	-	-	-	-	-	-	-	-	A	-	A	A	-	-
<i>Xerocomus lanatus</i> (Rostk.) Sing.		-	-	-	-	-	A	-	B	-	-	-	-	-	-	-

3. táblázat A vizsgált erdőtürsulások leggyakoribb ektomikorrhizáinak relatív abundanciája a mintavételi helyek szerint

Table 3. Relative abundance of most frequent ectomycorrhizae of tested forest associations according to sampling places

Mintavétel	Helye	1					2					3				
	Időpontja	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Mikorrhiza morfortípus/faj																
<i>Cenococcum geophilum</i>		-	A	B	-	-	-	-	-	A	-	B	C	-	-	B
<i>Genea spp</i>		-	B	-	B	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hebeloma spp</i>		-	-	-	-	-	B	C	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hymenoscyphus ericae</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	C	-	-	-	-	-
<i>Lactarius spp.</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A	-	A	-	-
„ <i>Quercirhiza alboviolacea</i> ”		-	-	-	-	-	-	-	B	-	-	-	-	-	-	-
<i>Russula spp.</i>		A	B	A	C	B	-	-	B	C	B	-	-	-	-	-
<i>Thelephoraceae-típus</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	B	-	-	-
<i>Tomentella spp.</i>		-	-	D	A	C	-	A	-	B	-	B	-	D	C	B
<i>Tomentella galzinii</i> Bourd.		-	-	-	-	B	-	-	-	-	-	A	-	-	-	-
<i>Tuber borchii-típus</i>		A	-	-	A	A	-	-	-	-	-	-	-	-	A	-
<i>Xerocomus lanatus</i> (Rostk.) Sing.		-	-	-	-	-	-	-	B	-	-	-	A	-	-	-

4. táblázat A vizsgált terület ektomikorrhizáinak határozókulcsa

Table 4. Identification key for ectomycorrhizae of tested place

1a A mikorrhiza köpenye fekete vagy barna	2
1b A köpeny fehér, sárgásfehér, sárga vagy okker	5
2a A köpeny szurokfekete, plektenhimatikus, parketta-mintázatú. A kiágazó hifák feketék, merevek, csat nélküliek.	<i>Cenococcum geophilum</i>
2b A köpeny feketésbarna vagy barna, a köpeny és a kiágazó hifák más milyenek	3
3a A köpeny barna, plektenhimatikus, sűrűn szeptált hifákból épül fel, a kiágazó hifák sima felszínűek	<i>Hymenoscyphus ericae</i>
3b A köpeny pszeudoparenhimatikus	4
4a A köpeny barna vagy sárgásbarna, pszeudoparenhimatikus, nagy, anguláris sejtekkel, a kiágazó hifák vastagok, csat nélküliek, szemölcsösek, hagymaszerű alapi sejttel	<i>Genea</i> sp.
4b A köpeny barna vagy feketésbarna, pszeudoparenhimatikus anguláris vagy epidermoid, a kiágazó hifák csatosak	<i>Tomentella</i> spp.
5a A köpeny plektenhimatikus	6
5b A pszeudoparenhimatikus	9
6a Rizomorfa van	7
6b Rizomorfa nincs	8
7a A rizomorfa nem differenciált, a köpenyt sűrű felszíni sejthálózat borítja, a kiágazó hifák csatosak	<i>Thelephoraceae-típus</i>
7b A rizomorfa erősen differenciált, vastag centrális hifával, a köpeny fehér, citromsárga foltokkal, felszíne síma, hifái nem csatosak	<i>Xerocomus lanatus</i>
8a A köpenyt sűrű, vattás hifahálózat borítja, a hifák csatosak	<i>Hebeloma</i> spp.
8b A köpeny felszíne rövid tüskés, palack alakú cisztidiumok borítják, csatok nincsenek	<i>Russula</i> spp.
9a A köpeny felszíne sűrűn vattás, a köpeny piszkosfehér, a csúcsok lilásak, a hifák nem csatosak	<i>“Quercirhiza alboviolacea</i>
9b A köpeny felszíne nem vattás	10
10a A köpeny felszíne síma, benne tejszővek vannak, a hifák nem csatosak	<i>actarius</i> spp
10b A köpeny sárga, pszeudoparenhimatikus-anguláris, többsejtű csatos cisztidiumokkal a felszínén. Differenciálatlan rizomorfája van	<i>Tomentella galzinii</i>

AZ EREDMÉNYEK MEGVITATÁSA

A vizsgált terület tölgyeseinek ektomikorrhiza közösségeit alkotó jellegzetes fajok gyakorisága a mintákban igen változó volt. Jelenlegi adataink az alacsony mintaszám miatt nem alkalmasak arra, hogy kvantitatív következtéseket vonjunk le a mikorrhizák térbeli és szezonális fajösszetétel-változásaira vonatkozóan. Munkánk célja nem is ez, hanem elsősorban az előforduló mikorrhizatípusok kvalitatív felmérése volt. A jellegzetes, gyakran előforduló típusok megismerése azonban előfeltétele egy esetleges későbbi részletes, kvantitatív vizsgálatnak.

Az egyazon időpontban gyűjtött mikorrhizák a mintavételi helyek szerint jelentősen különböztek egymástól, tehát előfordulásukat még ilyen viszonylag közeli helyszínek esetében sem elsősorban az évszakos, vagy időjárási tényezők szabják meg. A két áprilisi és a három júniusi mintavétel adatainak összehasonlítása azt tükrözi, hogy vannak olyan mikorrhizák, amelyek mind a tavaszi, mind a nyári mintákban előfordulnak, de olyanok is, amelyek csak a nyári mintákból mutathatók ki, a tavasziakból viszont nem. Nem találtunk azonban olyan mikorrhizát, amely csak tavasszal jelent volna meg.

A három mintavételi pont mikorrhiza-típusainak gyűjtési időponttól független összehasonlítása azt mutatja, hogy ugyanazon a helyen egyes típusok éveken keresztül rendszeresen előfordulnak, tehát a szűkebb környezet szabja meg elterjedésüket. A mintavételi pontok fajmintázatának különbségeit a területek talajának, a gazdanövénynek és az aljnövényzetnek a különbségeivel magyarázhatjuk.

A vizsgált mintavételi pontok között a fajok diverzitásában nem volt lényeges különbség, de fajösszetételük mutat bizonyos jellegzetességeket. Mindössze csak két olyan mikorrhiza típus volt, amely mindhárom helyszínen előfordult, de magasabb az aránya azoknak, amelyeket csak egy vagy két helyszínen lehetett kimutatni. Újabb és jóval nagyobb mintaszámú vizsgálatok lennének azonban szükségesek annak megállapításához, hogy az eddig csak egy-egy helyszínen megtalált mikorrhizák valóban nem fordulnak-e elő a többi területen, vagy csak nem kerültek bele az elégtelen számú mintákba.

A területről azonosított ektomikorrhizák közül a fekete-barna *Tomentella*-morfortípusok viszonylag kiegyenlített és magas arányú (esetenként többségi kodomináns vagy akár abszolút domináns) részvétele tűnik fel leginkább. (Mintáinkban ezt a típust több faj is képviselte, faji szintű azonosításuk molekuláris módszerekkel folyamatban van.) A *Tomentellák* mindhárom helyszínen és szinte minden időpontban kimutathatók voltak. Hasonló megfigyeléseket tettünk ezekre a morfortípusokra vonatkozóan a kiskunsági fehérynárasok vizsgálatai során is (Jakucs 2002), úgyhogy nem tűnik túlzottnak az a következtetés, hogy a *Tomentella* fajok alföldi erdeink életközösségeinek legfontosabb mikorrhiza-képzői közé tartoznak. Annál is indokoltabb ezt hangsúlyozni, mivel ezek a fajok ritkán képeznek termőtesteket és ezek alig észrevehetőek, tehát a gombafajok felmérésekor elkerülik a figyelmet. Mindez azt a többek által is hangsúlyozott következtetést erősíti meg (Dahlberg 2000), hogy a mikorrhizás gombák elterjedését nem lehet a termőtestek alapján felmérni, hanem közvetlenül a talajból történő mikroszkópos vizsgálatokra van szükség. A *Tomentellák* elterjedése a mérsékelt övben általános (Jülich & Stalpers 1980, Gardes & Bruns 1996, Köljalg 1999), és ismeretes, hogy ezek a tülevelű erdők mikrobiótájában is rendszeresen előfordulnak (Bradbury és mts 1998, Kranabetter és Wylie 1998). Köljalg és mts (2000) szerint a svédországi lucfenyvesek mikorrhizái között. 1-8%-os arányban fordulnak elő *Tomentellák*. Ilyen általános és domináns előfordulásról azonban, mint amit az erdős

sztyepp régióhoz tartozó Alföld kontinentális lombos erdeiben (nyárasokban és tölgyesekben) jelen vizsgálataink igazolnak, eddig sehol sem történt említés a szakirodalomban.

A gyakori, bár nem domináns ektomikorrhizák között kell említenünk a mintáinkban rendszeresen előforduló *Cenococcum geophilum*-ot, amely szintén ubikvista faj, a mérsékelt övben minden erdőtípusból kimutatható. Megjegyzendő azonban, hogy a Dél-alföldi nyárasokból ezt a mikorrhizát többéves vizsgálatok során sem tudtuk igazolni (*Jakucs 2002*). A gyakori, kodomináns mikorrhizák közé tartoznak még mintáinkban a különböző *Russula* fajok, amelyek közül több morfortípust sikerült elkülöníteni, elsősorban a *R. foetens* a *R. emetica* és a *R. fellea* fajcsoportok tagjait. A *Foetintinae* szekcióba tartozó fajok esetében gyakran figyelhető meg nyálka, vagy zselatinszerű réteg képződése a termőtesten és a mikorrhiza-köpenyen is, ami a kiszáradás elleni védekezés egyik jellemző bélyege. Ezek a gombák mint szárazságtűrő fajok ismeretek, amelyeknek a termőtestei az alföldi erdőkben száraz nyarakon is rendszeresen megjelennek. Meglepő, hogy *Russula*k egyáltalán nem fordultak elő a 3. mintaterületen (*Q. cerris* alatt), holott a tőle néhány tíz méterre elhelyezkedő 2. területen (*Q. robur* alatt) jelen voltak.

A ritkábban kimutatható mikorrhizák közül a *Tomentella galzinii* mindössze kétszer került elő, az 1. és 3. mintavételi ponton. Ez a faj a Dél-alföldi erdőkben nyárral kapcsolatosan is előfordult, de eredeti leírása tölgyről történt a Gödöllői-dombságból. Szintén az 1. és 3. ponton fordult elő egy *Tuber borchii*-típusú mikorrhiza, amely a kiskunsági nyárasokban is gyakori. A differenciált, nagy átmérőjű centrális hifát tartalmazó rizomorfával rendelkező mikorrhizák (pl. a *Boletaceae* család fajai) hosszú távú anyagszállításra képesek (*Raidl 1997*). Területünkön ezt az ökotípust az elsőként ezekből a mintákból leírt *Xerocomus lanatus* mikorrhiza képviselte, amely a 2. és a hozzá közel eső 3. ponton fordult elő. A kiskunsági nyárasokban hasonló gyakorisággal a *Xerocomus armeniacus* előfordulását tapasztaltuk. Úgy tűnik, a kontinentális éghajlatú erdőkben a szárazsághoz jobban alkalmazkodott *Xerocomus* fajok töltik be azt a szerepet, amit a csapadékosabb területeken a *Boletus*ok. A többi mikorrhizatípus (pl. az univerzálisnak mondható *Lactarius* és *Hebeloma* morfortípusok) csak egy-egy helyszínről volt kimutatható. Ezek közül viszonylag nagyobb arányban fordult elő az 1. helyszínen egy *Genea*-mikorrhiza, amely szintén jellemző volt a kiskunsági nyárasokra is. Egy alkalommal, de magas abundancia százalékban találtak a 2. területéről vett mintában az elsőként innen leírt "Quercirhiza alboviolacea" mikorrhiza-típust, amelynek faji azonosítása folyamatban van. Igazi meglepetés volt a 2. területen egy alkalommal talált különleges szerkezetű, barnaköpenyű tömlős ektomikorrhiza előfordulása, amit morfológiai alapon a *Hymenoscyphus ericae* fajcsoporthoz tartozónak határoztunk. Erről az egyébként a hangaféléken tipikus, ún. *ericoid* mikorrhizát képző fajról nemrég igazolták, hogy számos nyitva- és zárvatermő fával ektomikorrhizás kapcsolatot alakít ki (*Vralstad és mts. 2000*)

Vizsgálataink, amelyek a Hortobágy elszikesedett, volt mocsári talajára telepített tölgyes állományokban az ektomikorrhizák magas fokú diverzitását igazolták, az első lépését jelenthetik egy olyan széleskörű erdészeti-ökológiai vizsgálatsorozatnak, amely fényt deríthet ezen erdőtípusok környezethez való alkalmazkodásának sajátosságaira és stratégiájára.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezt a munkát az OTKA T 026627 és az FKFP 0249/2000 pályázatok keretében és támogatásával végeztük.

IRODALOMJEGYZÉK

- Agerer R 1991. Characterization of ectomycorrhiza. In J.R. Norris, D.J. Read, A.K. Varma (eds.) Techniques for the study of mycorrhiza. Methods in Microbiol. 23: 25-73
- Agerer R (ed.) 1989-2002 Colour Atlas of Ectomycorrhizae 1-11. Einhorn VI. Schwäbisch Gmünd.
- Agerer R, Müller W, Bahnweg G 1996. Ectomycorrhiza of *Rhizopogon subcaerulescens* on *Tsuga heterophylla*. Nova Hedwigia 63? 397-415
- Agerer R, Rambold G (1998) DEEMY, a delta based system for characterization and DEtermination of EctoMYcorrhizae. Version 1.1. Institute for Systematic Botany, University München
- Azul AM, Agerer R, Freitas H 1999. „Quercirhiza nodulosomorpha“ + *Quercus suber* L. Descr Ectomyc 4: 103-108
- Azul AM, Agerer R, Freitas H 2001a. „Quercirhiza russulocystidiata“ + *Quercus suber* L. Descr Ectomyc 5: 93-98
- Azul AM, Agerer R, Freitas H 2001b. „Quercirhiza ectendotrophica“ + *Quercus suber* L. Descr Ectomyc 5: 67-72
- Azul AM, Agerer R, Freitas H 2001c. „Quercirhiza pedicæa“ + *Quercus suber* L. Descr Ectomyc 5: 85-91
- Azul AM, Agerer R, Freitas H 2001d. „Quercirhiza sclerotiigea“ + *Quercus suber* L. Descr Ectomyc 5: 99-105
- Azul AM, Agerer R, Freitas H 2001e. „Quercirhiza internangularis“ + *Quercus suber* L. Descr Ectomyc 5: 79-83
- Beenken L 2001. *Russula virescens* (Schaeff.) Fr. + *Quercus robur* L. Descr Ectomyc 5: 199-203
- Bradbury SM, Danielson RM, Visser S 1998. Ectomycorrhizas of regenerating stands of lodge-pole pine (*Pinus contorta*). Can. J. Bot, 76: 218-227.
- Brand F 1991. Ektomykorrhizen an *Fagus sylvatica*. Charakterisierung und Identifizierung, Ökologische Kennzeichnung und unsterile Kultivierung. Libri Botanici 2: 1-229.
- Comandini O, Pacioni G, Rinaldi A 1998. Fungi in ectomycorrhizal associations of silver fir (*Abies alba* Miller) in Central Italy. Mycorrhiza 7: 323-328
- Cuvelier JJ 1991. Characterization of ectomycorrhizae grown on *Betula pendula*: (I.). *Cortinarius armillatus*, *Dermocybe phoenica* and *Amanita muscaria*. Belg J Bot 123; 73-91
- Dahlberg A, Jonsson L, Nylund J-E. 1997. Species diversity and distribution of biomass above and below ground among ectomycorrhizal fungi in an old-growth Norway spruce forest in south Sweden. Can. J. Bot. 75: 1323-1335.
- de Roman M, Agerer R, de Miguel A 2002a. „Quercirhiza cumulosa“ + *Quercus ilex* L. subsp. *ballota* (Desf.) Samp. Descr Ectomyc 6: 13-18
- de Roman M, Agerer R, de Miguel A 2002b. „Quercirhiza stellata“ + *Quercus ilex* L. subsp. *ballota* (Desf.) Samp. Descr Ectomyc 6: 19-24
- Gardes M, Bruns TD 1993. ITS primers with enhanced specificity for basidiomycetes – application to the identification of mycorrhizas and rusts. Molec. Ecol. 2: 113-118.
- Gardes M, Bruns TD 1996. Community structure of ectomycorrhizal fungi in a *Pinus muricata* forest: above- and below-ground views. Can J Bot 74: 1572-1583
- Gehring CA, Theimer TC, Witham TG, Keim P. 1998. Ectomycorrhizal community structure of Pinyon pine growing in two environmental extremes. Ecology 79: 1562-1572.

- Fischer C, Agerer R (1996) "Quercirhiza argenteobrunneola" + *Quercus ilex* L. *Descr Ectomyc* 1: 101-105
- Jakucs E. 2001. "Quercirhiza alboviolacea" + *Quercus robur* L. *Descr Ectomyc* 5: 61-65
- Jakucs, E. 2002. „Quercirhiza alboviolaceae”. In: Agerer, R. (ed.) *Colour Atlas of Ectomycorrhizae*. plate 148. Einhorn Vt. GmbH, Schwäbisch Gmünd
- Jakucs E. 2002. *Xerocomus lanatus*. In: Agerer, R. (ed.) *Colour Atlas of Ectomycorrhizae*. plate 149. Einhorn Vt. GmbH, Schwäbisch Gmünd
- Jakucs E 2002. Ectomycorrhizae of *Populus alba* L. in South Hungary. *Phyton* 42: 199-210
- Jakucs E, Beenken L 1999. *Russula amoenolens* Romagn. + *Populus alba* L. *Descr Ectomyc* 4: 115-119
- Jakucs E, Majoros É, Beenken L 2000. *Lactarius controversus* Pers. + *Populus alba* L. *Descr Ectomyc* 5: 55-59)
- Jakucs E., Beenken L 2001. *Xerocomus lanatus* (Rostk.) Sing. + *Quercus cerris* L. *Descr Ectomyc* 5: 221-225.
- Jonsson L, Dahlberg A, Nilsson M-C, Kårén O, Zackrisson O. 1999. Continuity of ectomycorrhizal fungi in self-regenerating boreal forests of *Pinus sylvestris*: comparative analysis of diversity of mycobionts of seedlings and old trees. *New Phytol.* 142: 151-162.
- Jülich W, Stalpers JA 1980. The resupinate non-poroid Aphyllorphorales of the temperate Northern Hemisphere. North-Holland, Amsterdam
- Kernaghan G. 2001. Ectomycorrhizal fungi at tree line in the Canadian Rockies II. Identification of ectomycorrhizae by anatomy and PCR. *Mycorrhiza* 10: 217-229
- Köljalg U, Dahlberg A, Taylor FS, Larsson E, Hallenberg N, Stenlid J, Larsson K-H, Fransson PM, Kårén O, Jonsson L. 2000. Diversity and abundance of resupinate theleporoid fungi as ectomycorrhizal symbionts in Swedish boreal forests. *Mol. Ecol.* 9: 1985-1996.
- Kranabetter JM, Wylie T 1998. Ectomycorrhizal community structure across forest openings on naturally regenerated western hemlock seedlings. *Can. J. Bot.* 76: 189-196.
- Miller SL, Koo CD 1991. Characterization of red alder ectomycorrhizae: a preface to monitoring belowground ecological responses. *Can J Bot* 69: 516-531
- Molina R, Massicotte H, Trappe JM 1992. Specificity phenomena in mycorrhizal symbiosis: community-ecological consequences and practical implications. In: (Allen ed.) *Mycorrhizal functioning: an integrative plant-fungal process*. Chapman & Hall, London pp. 357-423.
- Montecchio L, Rossi S, Grendene A, Causin R, Mutto Accordi S 1998. "Quercirhiza bicolor" + *Quercus ilex* L. *Descr Ectomyc* 4: 93-98
- Montecchio L, Rossi S, Grendene A, Causin R 2001a. *Cortinarius ionochlorus* R. Maire + *Quercus ilex* L. *Descr Ectomyc* 5: 35-40
- Montecchio L, Rossi S, Grendene A, Causin R 2001b. "Quercirhiza incrustata" + *Quercus ilex* L. *Descr Ectomyc* 5: 73-78
- Montecchio L, Rossi S, Grendene A, Causin 2002. *Amphinema byssoides* (Pers.: Fr.) J.Erikss. + *Quercus ilex* L. *Descr Ectomyc* 6: 1-6
- Palfner G 1994. Charakterisierung und Identifizierung einiger Ektomykorrhizen an Eiche (*Quercus robur* L.) in Slowenien Diplomarbeit Univ. München
- Palfner G, Agerer R 1996a. Die Ektomykorrhizen von *Lactarius chrysorrhoeus* und *L. seriffuus* an *Quercus robur*. *Sendtnera* 3: 119-136
- Palfner G, Agerer R 1996b. *Quercirhiza squamosa*, eine nichtidentifizierte Ektomykorrhiza an *Quercus robur*. *Sendtnera* 3: 137-145
- Pritsch K, Munch JC, Buscot F 1997. Morphological and anatomical characterisation of black alder *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. ectomycorrhizas. *Mycorrhiza* 7: 201-216

- Raidl S. (1997) Studien zur Ontogenie an Rhizomorphen von Ektomykorrhizen. J. Cramer, Berlin-Stuttgart
- Taylor DL, Bruns TD 1999. Community structure of ectomycorrhizal fungi in a *Pinus muricata* forest: minimal overlap between the mature forest and resistant propagule communities. *Molec. Ecol.* 8: 1837-1850.
- Vralstad T, Fossheim T, Schumacher T 2000. *Piceirhiza bicolorata* the ectomycorrhizal expression of the *Hymenoscyphus ericae* aggregate? *New Phytol.* 145: 549-563
- Zambonelli A, Salomoni S, Pisi A 1993. Caratterizzazione anatomo-morfologica delle micorrize di *Tuber* spp. su *Quercus pubescens* Willd. . *Mic Ital* 1993: 73-90
- Zambonelli A, Tibiletti E, Pisi A 1997. Anatomical-morphological characterization of *Tuber indicum* Cooke & Masse on *Pinus pinea* L. and *Quercus cerris* L. *Micol Ital* 28: 29-36

VÖRÖSTÖLGYESEK FATERMÉSE A NYÍRSÉG ERDŐGAZDASÁGI TÁJBAN

YIELD OF RED OAK (*Quercus rubra*) STANDS IN THE FOREST REGION NYÍRSÉG

RÉDEI KÁROLY¹, VEPERDI IRINA¹, CSIHA IMRE²

ÖSSZEFOGLALÁS

Magyarországon a vörös tölgy (*Quercus rubra* L.) az akác és a nemesnyárak után a legfontosabb állományalkotó exóta lombos fafaj. Kedvező erdőművelési és fatermési tulajdonságai, valamint fájának egyre bővülő felhasználási lehetőségei révén jelenlegi területe hazánkban megközelíti a 14 ezer hektárt. Termesztési körzetei közül meghatározó jelentőségű a Nyírség erdőgazdasági táj, ahol mintegy 2 ezer ha vöröstölgyes tenyészik. Növekedési menetének és fatermésének mind pontosabb meghatározására készült el a faállomány-felvételre épülő táji numerikus fatermési tábla, amely a szerkesztéséhez felhasznált alapadatok mennyiségét tekintve a vöröstölgyesek termesztés-technológiai elemzése során is jól hasznosítható.

KULCSSZAVAK: vörös tölgy, fatermési tábla, Nyírség

ABSTRACT

Besides the black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) and the hybrid poplar ssp., the red oak (*Quercus rubra* L.) can be considered as the third most important exotic stand-forming tree species in Hungary. Due to its favorite silvicultural and growth characteristics as well as its wood utilization possibilities the present area occupied by red oak stands amounts to 14, 000 hectares. Of its growing districts Nyírség (North-East Hungary) has a distinguished importance where the area of red oak stands is 2,000 hectares. To determine their growth rate and yield as exact as possible, a local numerical yield table has been constructed on the basis of surveys of it experimental plots. Considering the data used for constructing the yield table can be favourably used for analysis of the red oak stands management as well.

KEYWORDS: red oak (*Quercus rubra* L.), yield table, Nyírség

BEVEZETÉS

A 18. században Észak-Amerikából Európába került, s a 19. század közepén hazánkban is megjelent vörös tölgy (*Quercus rubra* L.) nagymértékben alkalmazkodott a magyarországi termőhelyi viszonyokhoz. Kedvező fatermési tulajdonságai folytán területaránya egyre nő. Az Állami Erdészeti Szolgálat adatai alapján (2002. január 01-i állapot) közel 14 ezer ha-on foglalkoznak hazánkban termesztésével. Jelentősebb területű vöröstölgyesek Baranya, Vas, Zala, Somogy és Szabolcs–Szatmár–Bereg megyékben találhatók.

A vörös tölgy változatai közül fatermesztési szempontból a *Q. rubra* L. var. *maxima* Sarg. (nagy-makkú vörös tölgy) a legjelentősebb, mivel a vörös tölgy faállományaiából ez utóbbi foglalja el a legnagyobb területet. A meglévő vörös tölgyesekben elegendőként gyakran fordul elő a *Q. coccinea* Münch (bíbortölgy) is.

¹ Erdészeti Tudományos Intézet, 1023 Budapest, Frankel Leó u. 42-44.

² Erdészeti Tudományos Intézet, Püspökladány, Farkassziget.

Ökológiai igényének megállapításánál figyelembe kell venni őshazájának, valamint európai elterjedésének klíma-jellemzőit, mely szerint a kiegyensúlyozott, atlanti jellegű klíma-vidék fafaja. A kései fagyot, a fagyzugot nem bírja. Jó termőerőben lévő, kedvező vízgazdálkodású, levegős és mérszentes talajokon gyors növekedésű. Kerüli a meszes és túlzottan savanyú, valamint a nedves és túl száraz talajokat. Optimális növekedését nálunk savanyú homokok réti erdőtalaján éri el, ahol a talajvíz mozgó és nincs túl mélyen. Jó növekedést mutat a rozsdabarna erdőtalajon és a mély termőrétegű barna erdőtalajon. Nem természetes az alacsony térszintű hullámtereken és ártereken. Kerüli a pangóvizet és a vele járó glejt.

Általános erdőművelési tulajdonságai közül kiemelendő, hogy gyorsan növő faj, csemetés és fiatalos korában hamar kinő a gyom konkurenciájából. A makkvetéssel vagy csemetével létesített erdősítések első éveiben szükséges a sor- és sorközi ápolás, valamint a sérült egyedek visszavágása.

Nevelése során igen fontos figyelembe venni, hogy populációi változatos genetikai értékű (genotípusú) egyedből állnak, korán és későn fakadó, fényigényesebb és árnytűrőbb egyedei egyaránt fellelhetők állományában. Fényigénye szempontjából figyelmet érdemel az a tény, hogy amíg rendkívül erőteljesen tör a fény felé, ugyanakkor az árnyékolást is kiválóan tűri. Lombzatának és kérgének jellegzetes színe folytán a vörös tölgy egyike a legmagasabb esztétikai értékű fafajainknak.

Gyors növekedésével – megfelelő termőhelyen – más fajjal alig tud lépést tartani. Ezért lehetőleg elegyetlenül neveljük. Egyenes, sudarlós, 8–10 m magasságig ágtszta hengeres törzset képez. Az egyes fák nagy genetikai variabilitása következtében jól záródó, kedvező differenciáltságú állományszerkezetet hoz létre. A nevelővágások lékeit jól hasznosítja. Gyors magassági növekedése miatt a gyakoribb törzsszámcsökkenésnél ily módon kedvezően kombinálható a sematikus – egyedi válogatásos módszer. Nevelésének átfogó rendszere még nem teljesen kidolgozott, mivel jelenleg csak igen kevés véghasználati korú (70 év körüli) vöröstölgyesünk van. A későbbiek során közölt újonnan szerkesztett fatermési tábla alapja lehet többek között a vöröstölgyesek nevelési modelljei kidolgozásának is.

Mint azt már az előzőekben említettük, a hazai vörös tölgy termesztés szempontjából a Nyírség meghatározó jelentőségű. Tácsik (1985) közlése nyomán, az első vörös tölgy erdősítések az 1920-as években létesültek a Nyírségben. Az 1950-es évek második felétől a vörös tölgy erdősítések aránya jelentősen megemelkedett, s az utóbbi három évtizedben elérte az évi 30 ha-t.

A Nyírerdő Rt. (Nyíregyháza) területén megközelítően 2 ezer ha-on található vöröstölgyesek, melyek fakészlete 393 ezer m³. Az utóbbi évtizedek jelentős vörös tölgy telepítését jelzi az, hogy 1–29 éves korosztályokba tartozik a vöröstölgyesek 75 %-a (területi arány szerint) és 58 %-a (fakészlet szerint). Az 1 ha-ra eső átlagos fakészlet 197 m³, ugyanakkor figyelmet érdemlő, hogy a 30–69 éves korosztályokba tartozó állományoknál ez az érték 322 m³/ha.

A Nyírség erdőgazdasági táj területére készített táji vörös tölgy fatermési tábla, jellegét tekintve az első a hazai vörös tölgy kutatás történetében. A programozható szerkesztésment lehetővé teszi a fatermési tábla információtartalmának igény szerinti bővítését, alaki és tartalmi változtatását is.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A táji fatermési tábla elkészítéséhez a Nyírerdő Rt. (a volt Felső-tiszai EFAG), Guthi, Nyírbátori, Debreceni, Nyíregyházi és Baktalórántházi Erdészeti Igazgatóságának területén első faállomány-felvételek céljából összesen 100 db, általában 500 és 1000 m² között változó mintaterületet (parcellát) jelöltünk ki vörös tölgy faállományokban.

A faállomány-felvételek során mértük, illetve a felvételi adatokból faállomány-szerkezeti alapösszefüggések alapján számítottuk a fő-, a mellék- és az egészállomány átlagos magasságát, mellmagassági átmérőjét, fatérfogatát, körlapösszegét és törzsszámát 1 ha-on. Jelen cikkben a számítások során Sopp László fatérfogat tábláját használtuk (Sopp, 1974).

A felvett faállományok korát az erdőtervi bejegyzések alapján határoztuk meg. Az ismételt felvételek során (5, illetve 10 évvel az első felvételek után) végeztünk újabb faállomány-felvételeket.

A FATERMÉSI TÁBLA JELLEGE, SZERKESZTÉSMENETE

Magyarországon Birk O. foglalkozott először a vöröstölgyesek fatermésével és új fatermési táblát szerkesztett A magassági növekedés modellezése a rendelkezésre álló saját és kiegészítő adatok – Birck fatermési táblája (1962) – alapján a kor és a főállomány átlagos magassága összefüggésének felhasználásával történt. A normatív jellegű numerikus fatermési tábla hat, azonos relatív magassági növekedési menetű, egyenlő sáv szélességű fatermési osztályra bontva (báziskor: 50 év) tartalmazza a fő-, a mellék- és az egészállományra vonatkozóan a legfontosabb állományszerkezeti és fatermési adatokat. A fatermési tábla adatsorait 5–70 éves korig 5 éves bontásban adtuk meg (1. táblázat).

A fatermési tábla szerkesztésmenete az oszlopok sorrendjében a következő:

1. a faállomány kora (jele később: A).
2. $H_{gf\bar{o}}$ = a főállomány körlappal súlyozott átlagos magassága

$$H_{gf\bar{o}} = 1,19619 [1 - e^{-0,038963 \cdot A}]^{1,16495}$$
3. $D_{gf\bar{o}}$ = a főállomány átlagos mellmagassági átmérője:

$$D_{gf\bar{o}} = 1,44498 + 0,47232 \cdot H_{gf\bar{o}} + 0,02017 \cdot H_{gf\bar{o}}^2$$
4. $V_{bf\bar{o}}$ = a főállomány bruttó összes fatérfogata:

$$V_{bf\bar{o}} = G_{f\bar{o}} \cdot HF_{f\bar{o}}$$

$$HF_{f\bar{o}} = \text{a főállomány alakmagassága:}$$

$$HF_{f\bar{o}} = 2,27002 + 0,43222 \cdot H_{gf\bar{o}}$$
5. $G_{f\bar{o}} = \frac{D_{gf\bar{o}}^2 \pi}{4 \cdot 10000} N_{f\bar{o}}$

6. $N_{f\ddot{o}} =$ a főállomány törzsszáma:

$$N_{f\ddot{o}} = e^{9,80220-1,12607 * \ln D_{gf\ddot{o}}}$$
7. $H_{gmell.} =$ a mellékállomány körlappal súlyozott átlagos magassága:

$$H_{gmell.} = 3,71090-0,08443 H_{gf\ddot{o}} + 0,02787 H_{gf\ddot{o}}^2$$
8. $D_{gmell.} =$ a mellékállomány átlagos mellmagassági átmérője:

$$D_{gmell.} = 1,07719+0,21482 H_{gf\ddot{o}} + 0,01523 H_{gf\ddot{o}}^2$$
9. $V_{b\text{ mell.}} =$ a mellékállomány bruttó összes fatérfogata:

$$V_{b\text{ mell.}} = G_{mell.} \cdot HF \text{ (HF számítása a 4. pontnál)}$$
10. $G_{mell.} =$ a mellékállomány körlapösszege:

$$G_{mell.} = \frac{D_{gmell.}^2 \pi}{4 * 10000} N_{mell.}$$
11. $N_{mell.} =$ a mellékállomány törzsszáma, a főállomány 5 évenkénti törzsszám-csökkenéséből számítva.
12. $H_{geg.} =$ az egészállomány körlappal súlyozott átlagos magassága:

$$H_{geg.} = - 0,37324 + 1,00148 H_{gf\ddot{o}}$$
13. $D_{geg.} =$ az egészállomány átlagos mellmagassági átmérője:

$$D_{geg.} = \sqrt{\frac{G_{eg.} * 10000}{N_{eg.} * \pi}} * 2$$
14. $V_{beg.} =$ az egészállomány bruttó összes fatérfogata:

$$V_{beg.} = V_{b\ddot{o}} + V_{b\text{ mell.}}$$
15. $G_{eg.} =$ az egészállomány körlapösszege:

$$G_{eg.} = G_{f\ddot{o}} + G_{mell.}$$
16. $N_{eg.} =$ az egészállomány törzsszáma:

$$N_{eg.} = N_{f\ddot{o}} + N_{mell.}$$
17. Összes előhasználat = a mellékállomány bruttó összes fatérfogatának összegzése.
18. Előhasználati részarány = $\frac{\text{összes előhasználat}}{\text{összes fatermés térfogata}} * 100$
19. Az összes fatermés = $V_{b\text{ összes}}$
20. Az összes fatermés átlagnövedéke = $\frac{V_{b\text{ szes}}}{A}$,
21. Az összes fatermés folyónövedéke = az összes fatermés 1 évi növekménye (5 éves intervallumokon belül).

A fatermési tábla használatánál, a tényleges fatérfogat (V) megállapításánál körlap-viszony-számmal dolgozzunk ($\frac{G}{G_0}$, ahol G = főállomány tényleges körlapösszege 1 ha-on, G_0 = a fatermési táblából a kor és a fatermési osztály függvényében kiolvasott körlapösszeg). Vagyis $V = V_0 \frac{G}{G_0}$, ahol V_0 = a fatermési táblából a körlapösszeghez hasonló módon kiolvasott fatérfogat.

A tényleges körlapösszeg meghatározása a hálózat (törzsszám) és a mellmagassági átmérő ($D_{1,3}$) ismeretében számítás útján, vagy pedig az ismert mérőeszközök valamelyikével (pl. Anucsin-prizma) közvetlen méréssel történhet. A fatermési tábla fontosabb összefüggéseit grafikus formában is közöljük. Az 1.a-e. ábrákon a főállomány átlagos magassága, átlagos átmérője és fatérfogata, továbbá összes fatermése és az összes fatermés átlagnövedéke látható.

1. táblázat Vöröstölgy fatermési tábla (Nyírség) (készítette Rédei K.)
Table 1. Yield table for the red oak (Nyírség) (compiled by K. Rédei)

1 ha

Kor	A főállomány					A mellékállomány					Az egészállomány					Összes előhasználat	Előhasználati részarány	Az összes fatermés		
	átlagos		fatér-fogata	körlap-összege	törzs-száma	átlagos		fatér-fogata	körlap-összege	törzs-száma	átlagos		fatér-fogata	körlap-összege	törzs-száma			fatér-fogata	átl. növe-déke	folyó növe-déke
	magas-sága	átmérője				magas-sága	átmé-rője				magas-sága	átmé-rője								
	H _a	D _a	V _b	G	N	H _a	D _a	V _b	G	N	H _a	D _a	V _b	G	N			V _b	m ³ /év	m ³ /év
év	m	cm	M ³	m ²	db	m	cm	m ³	m ²	db	m	cm	m ³	m ²	db	m ³	%	m ³	m ³ /év	m ³ /év
Fatermési osztály: I.																				
5	4,3	3,8	19	4,6	3964	3,9	2,3	3	0,6	1587	3,9	3,5	22	5,3	5551	3	12,3	22	4,3	0,0
10	8,6	7,0	47	7,8	2007	5,1	4,1	15	2,5	1957	8,3	5,8	62	10,4	3964	18	27,7	65	6,5	8,6
15	12,5	10,5	85	11,1	1280	7,0	6,1	17	2,2	727	12,1	9,2	101	13,2	2007	34	28,9	119	8,0	10,9
20	15,8	13,9	129	14,2	930	9,3	8,3	17	1,9	350	15,4	12,6	146	16,1	1280	52	28,6	181	9,0	12,3
25	18,6	17,2	176	17,0	734	11,8	10,3	17	1,6	196	18,2	16,0	193	18,7	930	69	28,1	244	9,8	12,7
30	20,9	20,2	222	19,6	613	14,2	12,3	16	1,4	121	20,6	19,1	238	21,0	734	85	27,6	306	10,2	12,4
35	22,9	22,8	265	21,8	533	16,4	14,0	15	1,2	80	22,6	21,9	280	23,0	613	100	27,3	365	10,4	11,7
40	24,5	25,2	306	32,8	478	18,4	15,5	13	1,0	55	24,2	24,3	319	24,8	533	113	27,0	419	10,5	10,7
45	25,9	27,2	342	25,4	438	20,2	16,8	12	0,9	40	25,5	26,5	354	26,3	478	125	26,8	467	10,4	9,6
50	27,0	28,9	374	26,8	409	21,7	18,0	10	0,7	29	26,7	28,3	384	27,6	438	135	26,6	509	10,2	8,5
55	27,9	30,4	402	28,0	387	23,1	19,0	5	0,6	22	27,6	29,9	411	28,6	409	144	26,4	546	9,9	7,4
60	28,7	31,6	426	29,0	370	24,2	19,8	8	0,5	17	28,4	31,2	433	29,5	387	152	26,3	577	9,6	6,3
65	29,3	32,6	445	29,8	356	25,2	20,5	7	0,5	14	29,0	32,3	452	30,2	370	159	26,3	604	9,3	5,3
70	29,9	33,5	463	30,5	346	26,0	21,1	5	0,3	10	29,5	33,2	468	30,9	356	164	26,2	627	9,0	4,6
Fatermési osztály: II.																				
5	3,9	3,6	17	4,3	4267	3,8	2,2	3	0,7	1802	3,5	3,2	20	5	6069	3	13,1	20	4,0	0,0
10	7,9	6,4	41	7,2	2227	4,8	3,7	13	2,2	2040	7,5	5,3	53	9,4	4267	15	27,0	56	5,6	7,2
15	11,4	9,4	73	10,1	1443	6,4	5,5	13	1,9	784	11,0	8,3	86	11,9	2227	29	28,2	101	6,7	9,0
20	14,4	12,4	109	12,8	1059	8,3	7,3	14	1,6	384	14,0	11,3	123	14,4	1443	42	27,9	151	7,6	10,0
25	16,9	15,2	147	15,3	841	10,3	9,1	14	1,4	218	16,6	14,2	160	16,7	1059	56	27,5	203	8,1	10,3
30	19,1	17,8	185	17,5	706	12,2	10,7	13	1,2	135	18,7	16,9	197	18,8	841	69	27,1	253	8,4	10,1
35	20,9	20,1	220	19,5	616	14,1	12,2	12	1,0	90	20,5	19,2	232	20,5	706	80	26,8	300	8,6	9,5
40	22,3	22,1	253	21,2	554	15,7	13,5	11	0,9	62	22,0	21,4	263	22,1	616	91	26,5	344	8,6	8,7
45	23,6	23,8	282	22,6	509	17,2	14,6	9	0,8	45	23,2	23,2	291	23,4	554	100	26,3	382	8,5	7,7
50	24,6	25,3	308	23,9	476	18,5	15,6	8	0,6	33	24,3	24,3	316	24,5	509	108	26,1	416	8,3	6,8
55	25,4	26,5	330	24,8	450	19,6	16,4	7	0,5	26	25,1	26,1	337	25,4	476	116	26,0	445	8,1	5,8
60	26,1	27,6	349	25,7	431	20,6	17,1	6	0,4	19	25,8	27,2	355	26,2	450	122	25,8	471	7,8	5,1
65	26,7	28,5	366	26,5	416	21,4	17,7	5	0,4	15	26,4	28,2	371	26,8	431	127	25,7	493	7,6	4,3
70	27,2	29,2	380	27,1	404	22,0	18,2	4	0,3	12	26,9	29,0	384	27,4	416	131	25,7	511	7,3	3,6

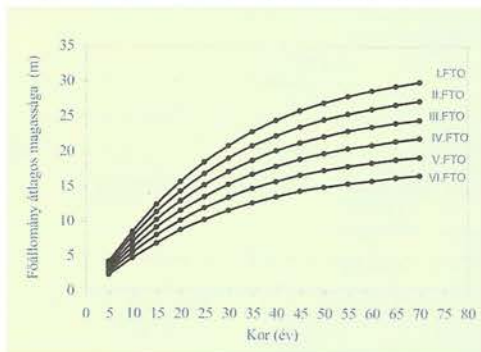
I táblázat. folytatása
Continuation of Table 1.

Kor	A főállomány					A mellékállomány					Az egészállomány					Összes előhasználat	Előhasználati részarány	Az összes fatermés		
	átlagos		fatér-fogata	körlap-összege	törzs-száma	átlagos		fatér-fogata	körlap-összege	törzs-száma	átlagos		fatér-fogata	körlap-összege	törzs-száma			fatér-fogata	átl. növe-déke	folyó növe-déke
	magas-sága	átmérője				magas-sága	átmérője				magas-sága	átmérője								
	H _a	D _a	V _b	G	N	H _a	D _a	V _b	G	N	H _a	D _a	V _b	G	N			V _b	m ³ /év	m ³ /év
év	m	cm	M ³	m ²	db	m	cm	m ³	m ²	db	m	cm	m ³	m ²	db	m ³	%	m ³	m ³ /év	m ³ /év
Fatermési osztály: III.																				
5	3,5	3,4	16	4,1	4608	3,8	2,0	3	0,7	2070	3,2	3,0	18	4,8	6678	3	14,0	18	3,6	0,0
10	7,1	5,8	35	6,6	2485	4,5	3,4	10	1,9	2123	6,7	4,9	45	8,5	4608	13	26,4	48	4,8	6,0
15	10,3	8,4	61	9,1	1639	5,8	4,9	11	1,6	846	9,9	7,4	72	10,7	2485	23	27,6	85	5,6	7,3
20	13,0	11,0	91	11,5	1216	7,3	6,4	11	1,4	423	12,6	10,0	102	12,9	1639	34	27,4	125	6,2	8,1
25	15,3	13,4	121	13,7	974	8,9	7,9	11	1,2	242	14,9	12,5	132	14,9	1216	45	26,9	166	6,6	8,3
30	17,2	15,6	152	15,6	822	10,5	9,3	10	1,0	152	16,9	14,8	162	16,6	974	55	26,5	206	6,9	8,0
35	18,8	17,5	180	17,3	720	12,0	10,5	9	0,9	102	18,5	16,8	189	18,2	822	64	26,2	244	7,0	7,5
40	20,2	19,2	206	18,7	649	13,3	11,6	8	0,8	71	19,8	18,6	214	19,5	720	72	26,0	278	6,9	6,8
45	21,3	20,6	229	20,0	598	14,5	12,5	7	0,6	51	20,9	20,1	236	20,6	649	79	25,8	308	6,9	6,1
50	22,2	21,9	250	21,0	560	15,6	13,4	6	0,5	38	21,9	21,4	256	21,6	598	86	25,6	335	6,7	5,4
55	23,0	22,9	267	21,9	531	16,5	14,0	5	0,4	29	22,6	22,6	273	22,4	560	91	25,5	358	6,5	4,6
60	23,6	23,8	282	22,6	508	17,2	14,6	5	0,4	23	23,3	23,5	287	23,0	531	96	25,4	378	6,3	3,9
65	24,1	24,6	295	23,3	491	17,9	15,1	4	0,3	17	23,8	24,3	299	23,6	508	100	25,3	395	6,1	3,4
70	24,5	25,2	306	23,8	477	18,4	15,5	3	0,3	14	24,2	25,0	309	24,0	491	103	25,2	409	5,8	2,8
Fatermési osztály: IV.																				
5	3,2	3,1	14	3,8	4994	3,7	1,9	3	0,7	2453	2,8	2,8	17	4,5	7447	3	15,4	17	3,3	0
10	6,3	5,3	30	6,0	2792	4,3	3,1	8	1,6	2202	6,0	4,4	38	7,7	4994	11	25,9	41	4,1	4,9
15	9,2	7,5	51	8,2	1878	5,3	4,3	8	1,3	914	8,8	6,6	60	9,6	2792	19	27,0	70	4,7	5,9
20	11,6	9,6	75	10,3	1411	6,5	5,6	8	1,2	467	11,2	8,8	83	11,4	1878	27	26,8	102	5,1	6,4
25	13,6	11,6	99	12,1	1140	7,7	6,8	8	1,0	271	13,3	10,9	107	13,1	1411	35	26,4	134	5,4	6,5
30	15,4	13,5	122	13,7	968	9,0	8,0	8	0,9	172	15,0	12,8	130	14,6	1140	43	26,0	166	5,5	6,2
35	16,8	15,1	145	15,2	852	10,1	9,0	7	0,7	116	16,4	14,5	152	15,9	968	50	25,7	195	5,6	5,8
40	18,0	16,5	165	16,4	771	11,2	9,9	6	0,6	81	17,8	16,0	171	17,0	852	56	25,5	221	5,5	5,3
45	19,0	17,7	183	17,5	712	12,1	10,6	5	0,5	59	18,6	17,2	188	18,0	771	62	25,3	245	5,4	4,7
50	19,8	18,7	198	18,3	667	13,0	11,3	5	0,5	45	19,5	18,3	203	18,8	712	67	25,2	265	5,3	4,1
55	20,5	19,6	212	19,1	634	13,7	11,9	4	0,4	33	20,1	19,3	216	19,4	667	71	25,0	283	5,1	3,6
60	21,0	20,3	224	19,7	608	14,3	12,3	4	0,3	26	20,7	20,1	227	20,0	634	74	24,9	298	5,0	3,0
65	21,5	20,9	234	20,2	588	14,8	12,7	3	0,3	20	21,2	20,7	237	20,5	608	77	24,8	311	4,8	2,6
70	21,9	21,4	242	20,7	572	15,2	13,1	3	0,2	16	21,5	21,3	245	20,9	588	80	24,8	322	4,6	2,2

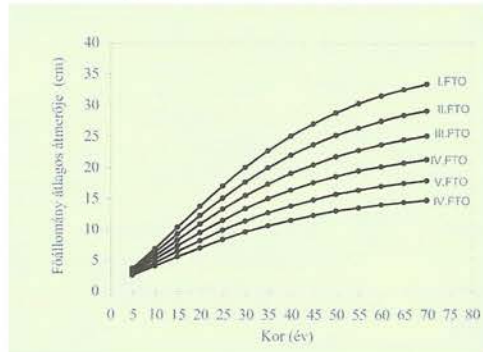
1. táblázat folytatása
 Continuation of Table 1.

Kor	A főállomány					A mellékállomány					Az egészállomány					Összes előhasználat	Előhasználati részarány	Az összes fatermés		
	átlagos		fatér-fogata	körlap-összege	törzs-száma	átlagos		fatér-fogata	körlap-összege	törzs-száma	átlagos		fatér-fogata	körlap-összege	törzs-száma			Vb	átll. növe-déke	folyó növe-déke
	magas-sága	átmérője				magas-sága	átmérője				magas-sága	átmérője								
	H _s	D _s	V _s	G	N	H _s	D _s	V _s	G	N	H _s	D _s	V _s	G	N					
m	cm	M ³	m ²	db	m	cm	m ³	m ²	db	m	cm	m ³	m ²	db	m ³	%	m ³	m ³ /év	m ³ /év	
Fatermési osztály: V.																				
5	2,8	2,9	12	3,6	5433	3,7	1,8	3	0,7	2964	2,4	2,6	15	4,3	8397	3	17,1	15	3,0	0
10	5,6	4,7	26	5,5	3160	4,1	2,7	6	1,3	2273	5,2	4,0	32	6,8	5433	9	25,7	35	3,5	3,9
15	8,1	6,6	42	7,3	2174	4,8	3,8	6	1,1	986	7,7	5,8	49	8,5	3160	15	26,6	57	3,8	4,6
20	10,2	8,3	60	9,1	1657	5,7	4,8	6	1	517	9,8	7,7	67	10,0	2174	22	26,4	82	4,1	4,9
25	12,0	10,0	79	10,6	1352	6,7	5,8	6	0,8	305	11,6	9,4	85	11,4	1657	28	26,0	107	4,3	4,9
30	13,5	11,5	97	12,0	1156	7,6	6,7	6	0,7	196	13,1	10,9	103	12,7	1352	33	25,6	130	4,3	4,7
35	14,8	12,8	114	13,2	1023	8,5	7,6	5	0,6	133	14,4	12,3	119	13,8	1156	39	25,3	152	4,4	4,4
40	15,8	13,9	129	14,2	929	9,3	8,3	5	0,5	94	15,5	13,5	134	14,7	1023	43	25,0	172	4,3	4,0
45	16,7	14,9	143	15,1	860	10,1	8,9	4	0,4	69	16,3	14,6	147	15,5	929	47	24,9	190	4,2	3,5
50	17,4	15,8	155	15,8	809	10,7	9,4	3	0,4	51	17,1	15,5	158	16,1	860	51	24,7	205	4,1	3,1
55	18,0	16,5	165	16,4	770	11,2	9,9	3	0,3	39	17,7	16,2	168	16,7	809	54	24,6	219	4,0	2,7
60	18,5	17,1	174	16,9	740	11,7	10,3	3	0,2	30	18,1	16,9	176	17,2	770	56	24,4	230	3,8	2,3
65	18,9	17,6	181	17,4	716	12,1	10,6	2	0,2	24	18,6	17,4	183	17,6	740	58	24,4	240	3,7	1,9
70	19,2	18,0	188	17,7	697	12,4	10,8	2	0,2	19	18,9	17,8	189	17,9	716	60	24,3	248	3,5	1,6
Fatermési osztály: VI.																				
5	2,4	2,7	11	3,4	5937	3,7	1,7	3	0,8	3742	2,0	2,3	14	4,2	9679	3	19,7	14	2,8	0,0
10	4,8	4,2	22	5,0	3610	3,9	2,5	5	1,1	2327	4,4	3,6	26	6,1	5937	8	25,9	29	2,9	3,0
15	6,9	5,7	34	6,5	2548	4,5	3,3	5	0,9	1062	6,6	5,1	39	7,4	3610	12	26,5	47	3,1	3,5
20	8,8	7,1	48	7,9	1974	5,1	4,1	5	0,8	574	8,4	6,6	53	8,7	2548	17	26,2	65	3,2	3,7
25	10,3	8,5	62	9,2	1628	5,8	4,9	4	0,7	346	10,0	8,0	66	9,8	1974	21	25,7	83	3,3	3,7
30	11,6	9,7	75	10,3	1404	6,5	5,6	4	0,6	224	11,3	9,2	79	10,9	1628	26	25,3	101	3,4	3,5
35	12,7	10,7	88	11,3	1250	7,1	6,3	4	0,5	154	12,4	10,3	91	11,7	1404	29	25,0	117	3,3	3,2
40	13,6	11,6	99	12,1	1141	7,7	6,8	3	0,4	109	13,3	11,3	102	12,5	1250	32	24,7	131	3,3	2,9
45	14,4	12,4	109	12,8	1060	8,3	7,3	3	0,3	81	14,0	12,1	112	13,1	1141	35	24,5	144	3,2	2,6
50	15,0	13,1	117	13,4	1000	8,7	7,7	2	0,3	60	14,6	12,8	120	13,7	1060	38	24,4	155	3,1	2,2
55	15,5	13,6	125	13,9	954	9,1	8,1	2	0,2	46	15,2	13,4	127	14,1	1000	40	24,2	165	3,0	1,9
60	15,9	14,1	131	14,3	918	9,4	8,4	2	0,2	36	15,6	13,9	133	14,5	954	42	24,1	173	2,9	1,6
65	16,3	14,5	137	14,7	870	9,7	8,6	2	0,2	28	15,9	14,4	138	14,8	918	43	24,0	180	2,8	1,4
70	16,6	14,8	141	15,0	867	10,0	8,8	1	0,1	23	16,2	14,7	142	15,1	890	45	24,0	186	2,7	1,2

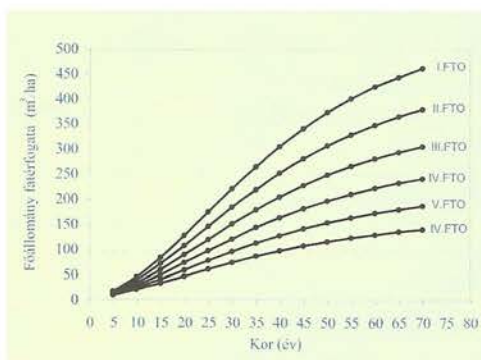
a.) a főállomány átlagos magassága a kor függvényében



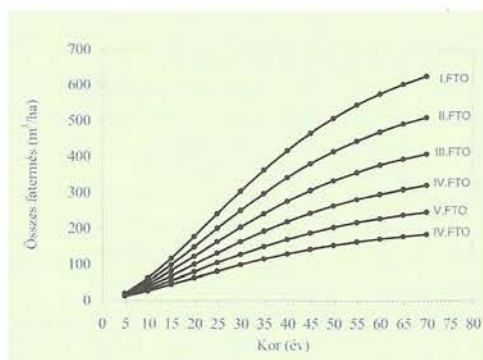
b.) a főállomány átlagos átmérője a kor függvényében



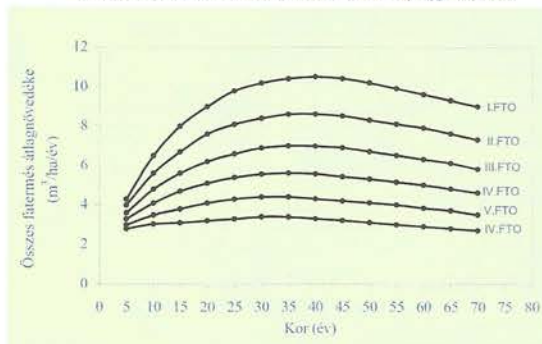
c.) a főállomány fatérfogata a kor függvényében



d.) az összes fatermés a kor függvényében



e.) az összes fatermés átlagnövedéke a kor függvényében



1.a-e. ábra Vöröstölgyesek faállomány-szerkezeti és fatermési adatai kor függvényében (Fatermési tábla: Rédei, 2002)

Fig. 1.a-e Data of stand structure and yield of red oak (*Quercus rubra*) stands as a function of the age (Yield table: Rédei, 2002)

a/ mean height of the main stand, plotted against the age

b/ mean diameter of the main stand, plotted against the age

c/ volume of the main stand, plotted against the age

d/ total yield, plotted against the age

e/ mean annual increment of the total yield, plotted against the age

A KUTATÁSI EREDMÉNYEK HASZNOSÍTÁSA

A közölt fatermési tábla elsősorban a következő területeken használható eredményesen:

- a vöröstölgyesek statisztikai jellegű számbavételénél (leltározásánál);
- a vöröstölgyesek vágásbesorolása során, a fatérfogat becslések elvégzésénél;
- a táji vörös tölgy erdőnevelési (fatermesztési) modellek kidolgozásánál, illetve továbbfejlesztésénél;
- a táji fafaj-politikai irányelvek kidolgozásánál és indoklásánál, valamint
- a vöröstölgyesek termesztésével kapcsolatos országos elemzések során.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A szerzők köszönetüket fejezik ki a NYÍRERDŐ Nyírségi Erdészeti Rt. (Nyíregyháza) mindazon dolgozóinak, akik a terepi felvételekben nyújtott közreműködésükkel hozzájárultak a fenti eredmények eléréséhez. Ugyancsak köszönet illeti a Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztériumot az ismertetett kutató-fejlesztő munka támogatásáért (témaszám: 31433/2002).

IRODALOM

- Birck O. (1962): Fatermési vizsgálatok vörös tölgyre, Erdészeti Kutatások, Vol. 58. 1–3: 261–311.
- Fekete L. (1881): Két új tölgyfajta. Erdészeti Lapok, 20: 346–349.
- Harkai L. (1964): Kocsánytalan- és vörös tölgy magtermő ültetvények létesítése. ERTI összefoglaló jelentés. Sárospatak.
- Járó Z. (1957): A vörös tölgy növekedési viszonyai. Az Erdő, 6.1:63–67.
- Lámfalussy S. (1950): A vörös tölgy magyarországi viszonylatban való telepítése, faanyagának kiértékelése és a hazai tölgyekkel és cserrel való összehasonlítása. Erdőmérnöki Kar Évkönyve 11.1:203–236.
- Sopp L. (1974): Fatömegszámítási táblázatok, fatermési táblákkal. Mezőgazdasági Kiadó, Bp.
- Szappanos A. (1978): Faállomány-szerkezeti vizsgálatok tisztítási korú vöröstölgyesekben. EFE. Tud. közl., 23–27.
- Tácsik M. (1985): A felső-tiszai vörös tölgy állományok termesztésének tapasztalatai. Erdő, 34.4:169–171.

**DUNA-TISZA KÖZI FEHÉR ÉS SZÜRKE NYÁR SZÁRMAZÁSOK
FATERMÉSE ÉS MINŐSÉGE**

**YIELD AND QUALITY OF THE WHITE POPLAR AND GREY POPLAR
PROVENANCES BETWEEN THE RIVERS DANUBE AND TISZA**

TRECZKER KLÁRA¹

ÖSSZEFOGLALÁS

A cikk egy az ERTI által létesített Duna-Tisza közti fehér és szürke nyár származási kísérlet faterméstani és faállomány-minőségi értékelését mutatja be az állomány 21 éves koráig végzett állomány-felvételi adatokra támaszkodva. A kísérleti terület Kunbaracs község határában található sekély termőrétegű humuszos homok talajon, amely határtermőhelyet jelent a nyárfatermesztés számára. A közölt adatok, valamint a terepi bejárás tapasztalatai alapján szóvegesen is értékeltük a kísérletben szereplő 8 származás jellemzőit. A leginkább ígéretes származásokkal ('Kerekegyháza-244', 'Kerekegyháza-245', 'Nyárlőrinc-258', 'Bugac-15', 'Homokhátság-13', 'Kunpeszér-11') további szelekció végzését tervezzük.

KULCSSZAVAK: származási kísérlet, Leuce nyárok, fatermési vizsgálatok

ABSTRACT

The paper presents the yield and stand quality assesment of a white poplar provenance experiment established by the Forest Research Institute between the rivers Danube and Tisza. The analysis is based on the data of the regular stand surveys up to the age of 21 years. The experimental area is situated near Kunbaracs village on shallow humous sandy soil, which represents a marginal site for poplar cultivation. Using the data and the experiences of field inspections we made a verbal estimation about the features of the 8 provenances involved in the trial. We plan to make more selection work using the most promising provenances.

KEYWORDS: provenance experiment, Leuce poplar ssp., yield studies

BEVEZETÉS

A Leuce-nyárok közül a legjelentősebb alapfafaj, a fehér nyár a 19. század közepéig az Alföld egyik legjelentősebb fafaja volt. Kiemelkedő szerepet játszott többek között a Duna-Tisza közti homok megkötésében, amit jelenlegi elterjedése is jól mutat. Átmeneti háttérbe szorulása után szerepe a jövőben várhatóan ismét növekedni fog, hiszen olyan őshonos fafajról van szó, mely ökológiailag stabil társulások képzésére is alkalmas.

Várhatóan növekvő szerepkörét számos tényező indokolja. Ilyenek pl. az ökológiai körülmények kedvezőtlenbé válása (talajvízszint süllyedése, nyári aszályok, stb...), az erdefenyvesek gyökérrontó táplóval való fertőzöttségének problémája, tájesztétikai és természetvédelmi szempontok, illetve hogy a mezőgazdasági szerkezetváltás nyomán várhatóan jelentősen megnő a gazdaságosan nem művelhető kedvezőtlen adottságú földterületek erdészeti hasznosításának igénye.

¹ Erdészeti Tudományos Intézet, Püspökladány, Farkassziget

Az Erdészeti Tudományos Intézet közel fél évszázada foglalkozik a fehér és szürke nyár nemesítési és termesztési kérdéseivel. A kísérletek jelenlegi bázisát a Duna-Tisza közti homokterületek alkotják. A fehér és szürke nyár táji termesztés-fejlesztésének egyik fő célkitűzése a sok esetben leromlott genetikai értékű állományok minőségi feljavítása. Az ERTI keretein belül több klónkísérlet illetve származási kísérlet is létesült e célból. A kísérleti állományok egy része mára eljutott abba a korba, hogy az eddigi felvételezések eredményeit értékelve megfelelő következtetések szűrhetők le az egyes származások/klónok tulajdonságaira vonatkozóan.

Az alábbiakban egy ilyen származási kísérlet faterméstani és állomány-minőségi elemzését mutatjuk be.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A vizsgált kísérleti terület a Kiskunsági EFAG Kerekegyházi Erdészetének 41D erdőrészelete, ahol 1982 tavaszán létesült ERTI fehér nyár származási kísérlet eredetileg 11 származással (termőhelyileg is elkülönült helyi populáció).

A kivitelezéskor hat ismétlést terveztek véletlen blokk elrendezésben, az ültetési hálózat 2,5x2,0 m volt, az egyes parcellák mérete 245 m². Az erdőrészet termőhelytípus-változata: erdőssztyepp klímájú, többletvízhatástól független, sekély termőrétegű humuszos homok. A telepítés mélyszántást követően 1 éves magági csemetével történt.

A későbbiek során a terület egy részén (a korábbi értékelések szerint döntően termőhelyi okok miatt) kipusztultak a fák, így néhány származást ki kellett hagyni a vizsgálatból, és a származásonként értékelhető ismétlések száma is csökkent. A jelenlegi kísérlet nyolc különböző származást foglal magában három ismétléssel, teljes véletlen elrendezéssel. A terület telepítési vázrajzát, valamint a vizsgált parcellák elhelyezkedését az 1. ábra szemlélteti. Az egyes származások elnevezésénél a helységnév a szelektálás helyét, a mögötte lévő szám pedig az ültetési anyag megtermelésére szolgáló törzsfajta számát jelöli.

A területen eddig négy alkalommal történt állományfelvétel: 10, 13, 15 és 21 éves korban. Minden esetben törzsenkénti felvételezést végeztek, a mellmagassági átmérő és a magasság mérése mellett a törzsmínőséget is osztályozva. A törzsmínőség meghatározására egy négyfokozatú skála szolgált a következők szerint:

- (1) egyenes, egészséges törzs,
- (2) enyhén síkgörbe, egészséges vagy kisebb mértékben károsodott törzs,
- (3) sík- és/vagy térgörbe, vagy maradandóan károsodott törzs (pl. fagyfűrés, cincérrágás, stb.),
- (4) száradófélben lévő vagy már elszáradt törzs.

	14		
	Kunpeszér-11		
	17		
	Homokhátság-13		
9		35	
Kunpeszér-11		Nyárlőrinc-259	
8	19	34	
Kerekegyh.-244	Izsák-243	Homokhátság-13	
7		33	
Izsák-243		Kerekegyh.-245	
6			
Bugac-15			
5	22	31	
Nyárlőrinc-258	Nyárlőrinc-259	Kerekegyh.-244	
4	23	30	
Homokhátság-13	Nyárlőrinc-258	Izsák-243	
	24	29	
	Kerekegyh.-244	Bugac-15	
	25	28	51
	Kerekegyh.-245	Kunpeszér-11	Kerekegyh.-245
	26	27	52
	Bugac-15	Nyárlőrinc-258	Nyárlőrinc-259

Kunbaracs 41D fehér nyár származási kísérlet jelenlegi parcelláinak elrendezési vázrajza (2002. évi állapot).

A vizsgált származások:

~Nyárlőrinc-258

~Nyárlőrinc-259

~Homokhátság-13

~Bugac-15

~Izsák-243

~Kerekegyháza-244

~Kerekegyháza-245

~Kunpeszér-11

I. ábra A kísérlet elrendezési vázlata a származások megnevezésével és a parcellák számolásával

Fig. 1. Pattern sketch of the experiment with denominating the provenances and with numbering the plots

Az adatok feldolgozása az ERTI által általánosan használt faállomány szerkezeti és fatermési számítógépes programmal történt.

Jelen munkánkban az eddigi adatsorokat összevetve és értékelve szeretnénk egy általános képet nyújtani a kísérleti terület állapotáról, valamint az egyes származások fatermési és minőségi jellemzőiről.

Ennek érdekében a korábbi felvételi adatokra alapozva (Rédei, 1990-91; Rédei, 2000) származásonként ábrázoltuk az egyes parcellák fatermési és állomány-minőségi adatainak időbeli változását. Ábrázoltuk a törzsszám alakulását, az átlagos magasság, az átlagos mellmagassági átmérő, a hektáronkénti körlepősszeg, a hektáronkénti fatérfogat, valamint az átlagfa térfogatának alakulását, illetve a faállomány-minőségi jelzőszám időbeli változását.

Viszonyítási alapként a Rédei (1993) által a Duna-Tisza közti homokháton tenyésztő fehér- és szürke nyárasokra kidolgozott táji fatermési tábla egészállomány adatait használtuk.

Vizsgáltuk a fenti mutatók időbeni alakulását a teljes kísérlet átlagára, a kapott értékeket összevetve a Rédei (2000) által kidolgozott táji erdőnevelési modell adataival. Ezután megvizsgáltuk az egyes származások ismétléseinek adatait, különös tekintettel az egyes mérőszámok között fennálló összefüggésekre, valamint a terepi bejárások tapasztalataira. Ezeket összevetve készítettük el az egyes származások szöveges értékelését.

Az értékeléshez az 1992., 1997. valamint a 2002. évi (10, 15 és 21 éves kori) felvételi adat-sorokat használtuk.

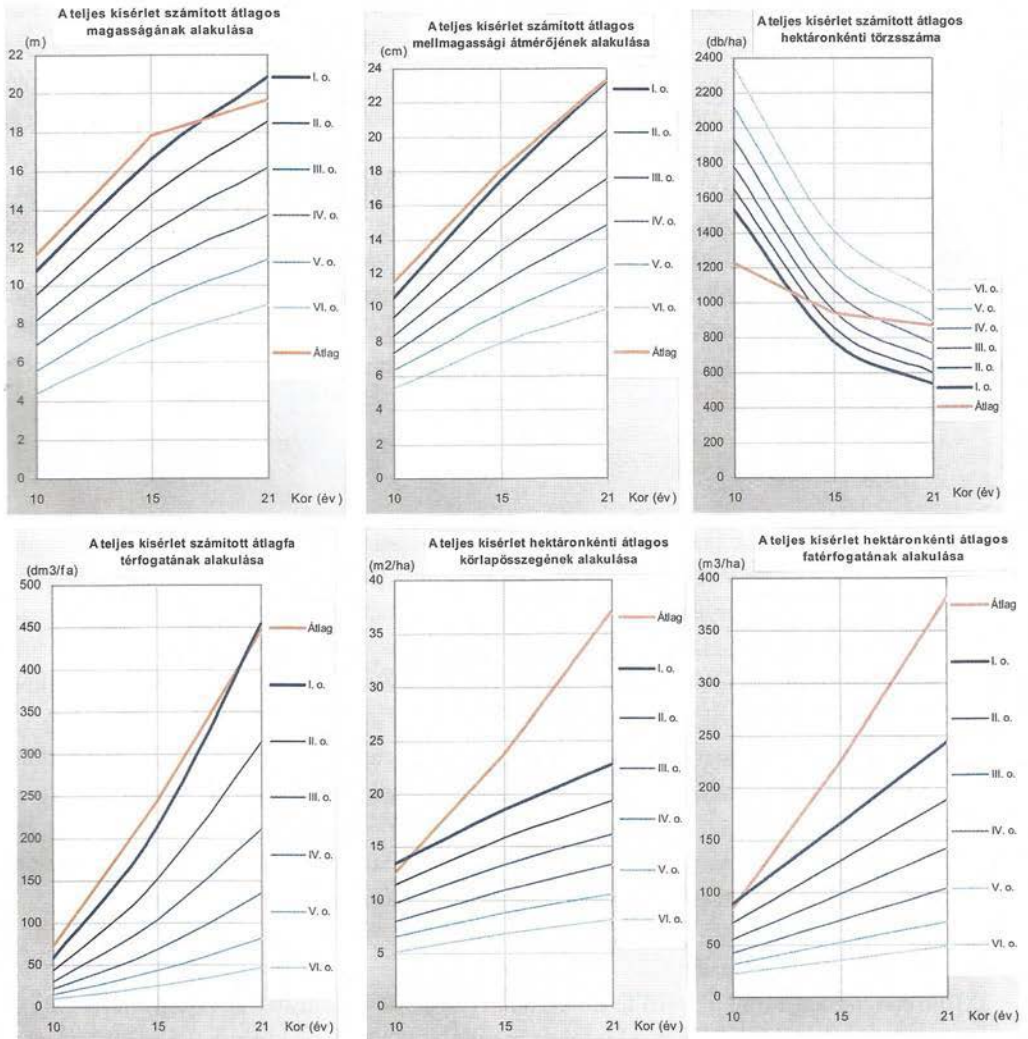
EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

Általános értékelés

A kísérleti területre általánosan jellemző faállomány-szerkezeti, fatermési és állomány-minőségi viszonyok időbeli alakulását a 2. ábra szemlélteti. Az itt látható kísérleti átlagértékeket az egyes származások mutatóinak számtani átlagaként határoztuk meg.

A teljes kísérlet *átlagos magasságának* alakulását a fatermési tábla görbéivel összevetve látható, hogy a terület a táji fatermési tábla I. fatermési osztályába esik. Az átlagos mellmagassági átmérő időbeni lefutása is egybeesik az I. fatermési osztály értékeivel.

A *hektáronkénti törzsszám* esetében - mivel szabályos hálózatba ültetett faállományról van szó - jól látható, hogy a 10 éves kori törzsszám jelentősen elmarad a fatermési tábla értékeitől. Az I. fatermési osztály táblai értékét kb. 13 éves korban érte el a faállomány, mára viszont határozottan sűrűnek mondható, mielőbbi gyérítésre szorul. Jól látható ez az erdőnevelési modell adataival való összehasonlításakor is. A legutóbbi (21 éves kori) adatok alapján mind a faállomány korát, mind magasságát figyelembe véve kb. 350-450 db/ha lenne a kívánatos törzsszám a jelenlegi közel 900 db/ha helyett.



2. ábra Átlagos magasság, átlagos mellmagassági átmérő, hektáronkénti törzsszám érték, köralapösszeg, fatérfogat, valamint az átlagfa térfogatának időbeli alakulása az állomány 10 és 21 éves kora között a Kunbaracs 41D kísérlet teljes kísérleti átlagára vonatkoztatva (a Rédei-féle táji fatermési tábla adataihoz viszonyítva)

Fig. 2. Chronological development of the mean height, mean breast height diameter, stem number value per hectare, basal-area, volume and average tree volume at the age of between 10 and 21 years of the stand, concerning the complete experimental average of the experiment in Kunbaracs 41D (in comparison with the Rédei regional yield table)

A kísérleti parcellák értékelésekor figyelembe kell vennünk mindemellett azt is, hogy a parcellákon kb. 5-10% elegyaránnyal akác is található (valószínűleg pótlásként alkalmazták a telepítést követően). A faállomány-felvételek során e törzsek nem kerültek felvételezésre, a növtér alakulását azonban jelentős mértékben befolyásolják. A növtér szűkösségének jelei jelenleg az állomány legnagyobb részén megfigyelhetők.

A hektáronkénti *körlep* és *fatérfogat* az utóbbi két felvételezésnél jelentősen meghaladja a hivatkozott fatermési tábla adatait. Ennek magyarázata elsősorban a magas hektáronkénti törzsszámban keresendő. Az átlagfa térfogatának alakulása a várakozással megegyezően igen jól közelíti a fatermési tábla egészállományából számított I. fatermési osztályra vonatkozó adatait.

Az átlagos törzsmínőség jelzőszáma a teljes vizsgálati szakaszban 2,0 és 2,5 között változott. E tekintetben inkább csak az egyes parcellák és származások esetén vonhatók le további következtetések.

AZ EGYES SZÁRMAZÁSOK ÉRTÉKELÉSE

Az egyes származások faállomány-szerkezeti mérőszámainak időbeli alakulását a 3-9. ábrák szemléltetik. A származásonkénti három ismétlés adatait a grafikonokon nem átlagoltuk, hanem három külön görbén tüntettük fel, mivel – mint látni fogjuk – az átlagolással igen lényeges összefüggések mosódtak volna össze.

Az egyes mutatószámok alakulását a kor függvényében – a jobb áttekinthetőség kedvéért - származásonként külön-külön ábráztuk, eltérő színű vonalakkal jelölve az egyes ismétlések parcelláinak adatait. A grafikonokon a szemléletesebb összehasonlítás kedvéért ábráztuk a Rédei-féle fatermési tábla egészállományra vonatkozó megfelelő értékeit is.

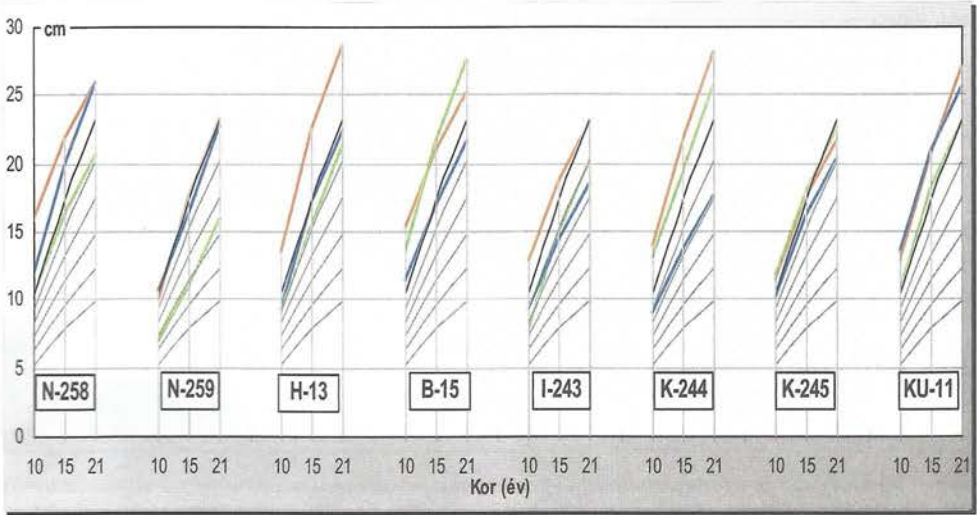
A feldolgozott adatok, valamint a terepi bejárás tapasztalatai alapján az egyes származások fatermési és faállomány-minőségi szempontból a következők szerint értékelhetők.

Nyárlőrinc-258 jelű származás

Mind magasság, mind átmérő tekintetében igen jó növekedésű. Az átlagfa térfogata az I. fatermési osztály táblai értékét jelentősen meghaladja, 21 éves korban 0,5 m³ fölött van.

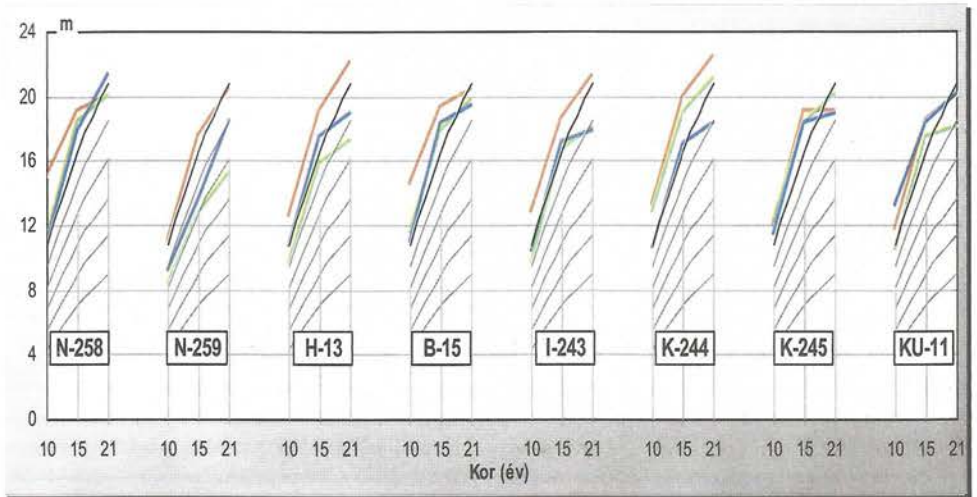
Az átlagos törzsmínőség a vizsgált időtartam alatt 1,5-2,5 között mozgott, kifejezetten jónak mondható. Különösen a legalacsonyabb egyedszámú parcella fáinak törzsmínősége kiemelkedő, de általánosan jellemző a jó törzsalak és egészségi állapot.

A fentiek értelmében egyértelműen *további szaporításra* érdemes származás.



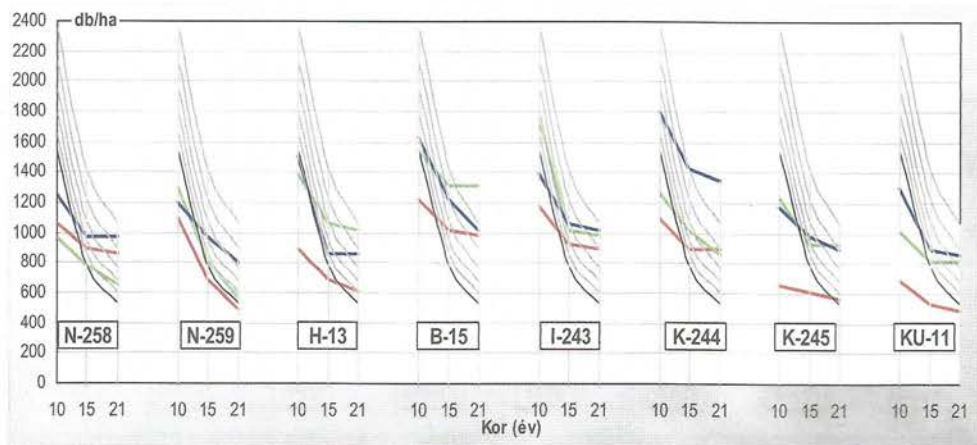
3. ábra Fehér és szürke nyár származások egészállományának átlagos magasságának alakulása (Kunbaracs 41D) (az egyes származások megnevezését kezdőbetűjük jelöli, származásonként a 3 ismétlés adatait ábrázoltuk, az egyes ábrákon az azonos parcellákat azonos színnel jelöltük)

Fig. 3. Development of the mean height in the whole stand of white and grey poplar provenances (Kunbaracs 41D) (denomination of different provenances is indicated with their initial letter, data of 3 repetitions were described as provenance, identical plots were indicated with identical colour on different figures)



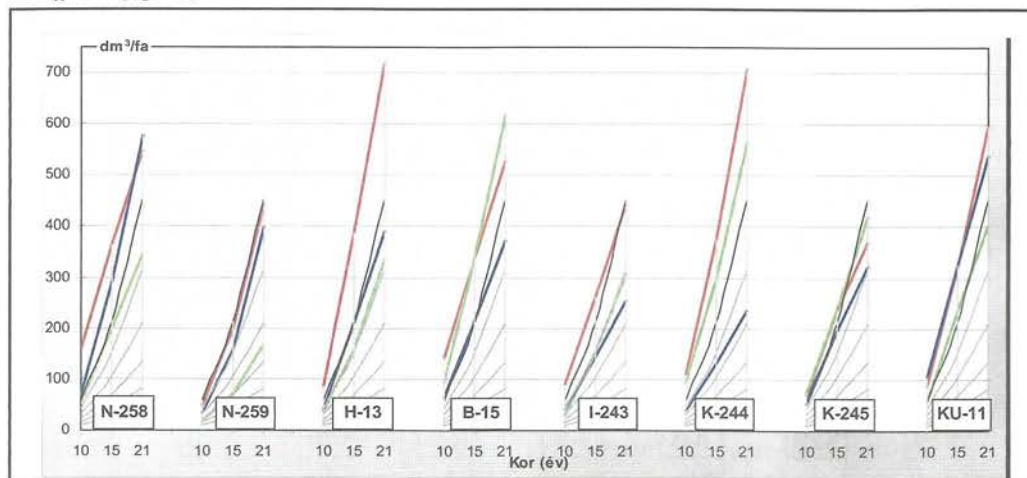
4. ábra Fehér és szürke nyár származások egészállományának átlagos mellmagassági átmérőjének alakulása (Kunbaracs 41D) (az egyes származások megnevezését kezdőbetűjük jelöli, származásonként a 3 ismétlés adatait ábrázoltuk, az egyes ábrákon az azonos parcellákat azonos színnel jelöltük)

Fig. 4. Development of the mean breast height diameter in the whole stand of white and grey poplar provenances (Kunbaracs 41D) (denomination of different provenances is indicated with their initial letter, data of 3 repetitions were described as provenance, identical plots were indicated with identical colour on different figures)



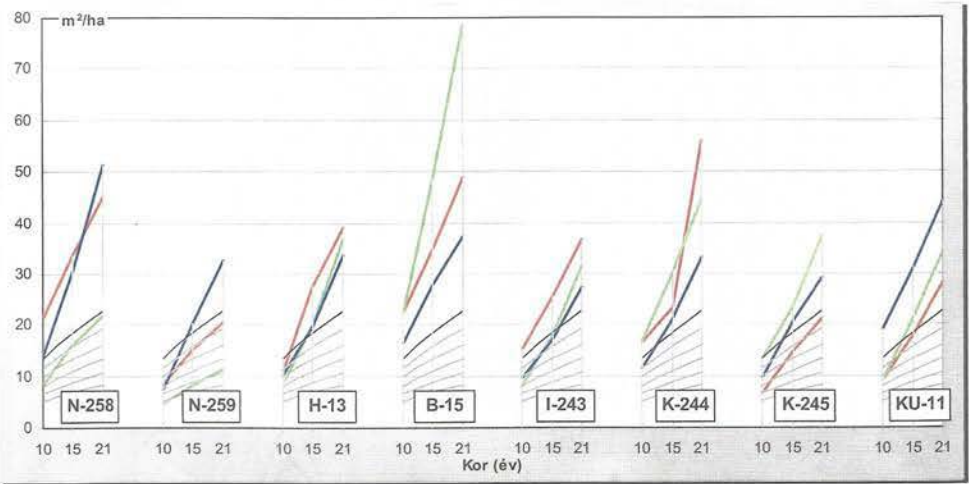
5. ábra Fehér és szürke nyár származások egészállományának hektáronkénti törzsszám értékeinek alakulása (Kunbaracs 41D) (az egyes származások megnevezését kezdőbetűjük jelöli, származásonként a 3 ismétlés adatait ábráztuk, az egyes ábrákon az azonos parcellákat azonos színnel jelöltük)

Fig. 5. Development of the stem number values per hectare in the whole stand of white and grey poplar provenances (Kunbaracs 41D) (denomination of different provenances is indicated with their initial letter; data of 3 repetitions were described as provenances, identical plots were indicated with identical colour on different figures)



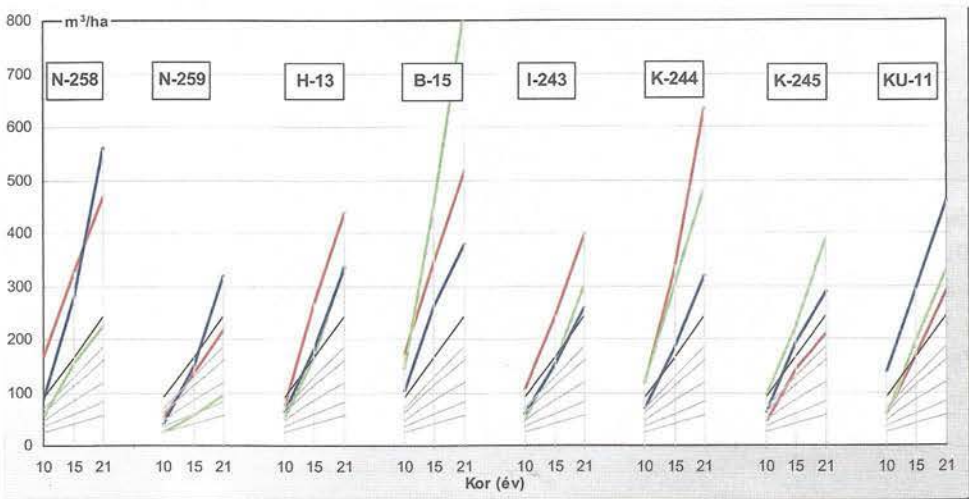
6. ábra Fehér és szürke nyár származások egészállományának átlagfa-térfogatának alakulása (Kunbaracs 41D) (az egyes származások megnevezését kezdőbetűjük jelöli, származásonként a 3 ismétlés adatait ábráztuk, az egyes ábrákon az azonos parcellákat azonos színnel jelöltük)

Fig. 6. Development of average tree volume in the whole stand of white and grey poplar provenances (Kunbaracs 41D) (denomination of different provenances is indicated with their initial letter; data of 3 repetitions were described as provenance, identical plots were indicated with identical colour on different figures)



7. ábra Fehér és szürke nyár származások egészállományának hektáronkénti körlapösszegének alakulása (Kunbaracs 41D) (az egyes származások megnevezését kezdőbetűjük jelöli, származásonként a 3 ismétlés adatait ábráztuk, az egyes ábrákon az azonos parcellákat azonos színnel jelöltük)

Fig. 6. Development of the basal-area per hectare in the whole stand of white and grey poplar provenances (Kunbaracs 41D) (denomination of different provenances is indicated with their initial letter; data of 3 repetitions were described as provenance, identical plots were indicated with identical colour on different figures)

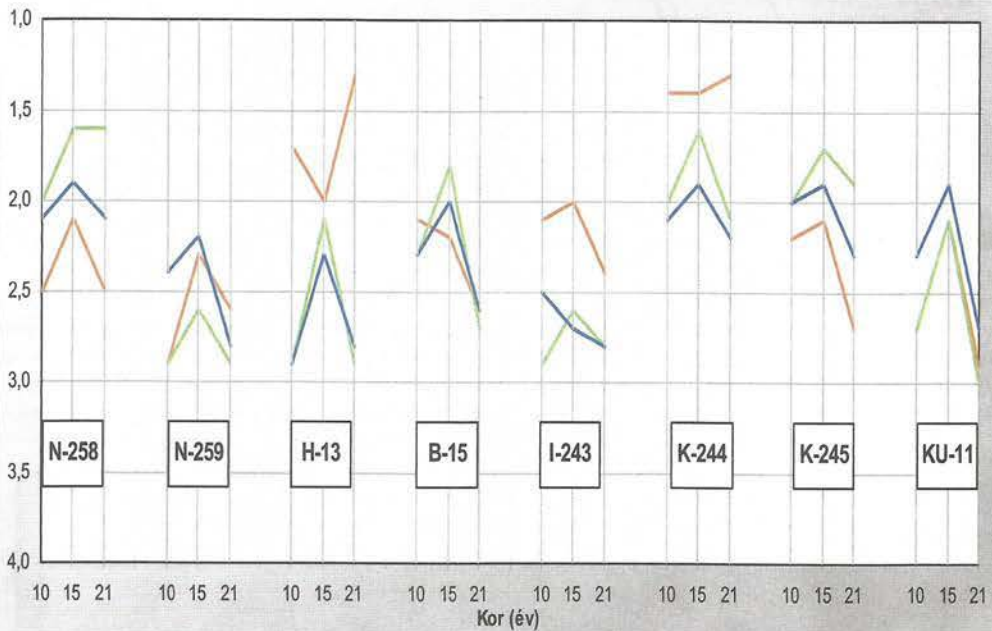


8. ábra Fehér és szürke nyár származások egészállományának hektáronkénti faterfogatának alakulása (Kunbaracs 41D) (az egyes származások megnevezését kezdőbetűjük jelöli, származásonként a 3 ismétlés adatait ábráztuk, az egyes ábrákon az azonos parcellákat azonos színnel jelöltük)

Fig. 8. Development of the volume per hectare in the whole stand of white and grey poplar provenances (Kunbaracs 41D) (denomination of different provenances is indicated with their initial letter; data of 3 repetitions were described as provenance, identical plots were indicated with identical colour on different figures)

A törzsmínőség meghatározására használt skála beosztása

- 1 - egyenes, egészséges törzs
- 2 - enyhén síkgörbe, egészséges vagy kisebb mértékben károsodott törzs
- 3 - sík- és/vagy térgörbe, maradandóan károsodott törzs
- 4 - száradófélben lévő vagy már elszáradt törzs



9. ábra Fehér és szürke nyár származások egészállományának átlagos faállomány-minősége (Kunbaracs 41D)(az egyes származások megnevezését kezdőbetűjük jelöli, származásonként a 3 ismétlés adatait ábrázoltuk, az egyes ábrákon az azonos parcellákat azonos színnel jelöltük)

Fig. 9. Average tree stand quality of the whole stand of white and grey poplar provenances (Kunbaracs 41D) (denomination of different provenances is indicated with their initial letter, data of 3 repetitions were described as provenance, identical plots were indicated with identical colour on different figures)

Nyárlőrinc-259 jelű származás

A magasság és az átmérő alakulása egyaránt igen eltérő a három parcellában. Nagyon erős az öngyérülés, jelenleg is sok a kiszáradófélben lévő egyed. Az átlagfa térfogata két parcella esetén megfelel az I. fatermési osztály értékének, míg a harmadiknál igen alacsony, alig haladja meg a IV. fatermési osztály átlagfa-térfogat szintjét. Ez utóbbi parcella egyébként szinte minden tekintetben a leggyengébb a teljes kísérletben. 21 éves korban a faegyedek nagy többsége kiszáradófélben volt.

A törzsmínőségi jelzőszám a másik két parcella esetén is elég kedvezőtlen értéket mutat, egyértelműen romló tendenciával az utóbbi időszakban. Sok a görbe vagy megdőlt egyed. Összességében továbbszaporításra nem javasolt.

Homokhátság-13 jelű származás

E származás mutatószámai igen ellentmondásosak, a parcellák pedig igen eltérő képet mutatnak. Az egyiknél mind a magassági, mind a vastagsági növekedés kiemelkedő a teljes időszak alatt, az átlagfa térfogata a teljes kísérletben itt a legmagasabb (21 éves korban $0,7 \text{ m}^3$ fölötti). A kiugró értékekhez valószínűleg hozzájárul egyrészt, hogy a törzszám már a korai időszaktól végig alacsony volt, másrészt pedig az a tény, hogy az egyébként is kisebb területű parcella a kísérleti terület szélén található, védőszegély nélkül, így a számítottnál lényegesen nagyobb növtér áll a fák rendelkezésére. Szinte csak kiváló törzsmínőségű, jó egészségi állapotú vastag fák találhatók a parcellán.

A másik két parcella lényegesen nagyobb törzszámú és igen kedvezőtlen képet mutat. A magassági növekedés az utóbbi időszakban visszaesett, aminek oka, hogy a fák szinte mind-egyike különböző irányba erősen megdőlt. Ezt valószínűleg egy erősebb hónyomás okozta, és az is segítette, hogy a koronában a törzs ágakra bomlik (a többi származás esetén a koronában a törzs végig követhető). A vastagsági növekedés alacsonyabb, az átlagfa térfogata I.- II. fatermési osztálynak megfelelő. A törzsmínőség romlott az utolsó időszakban. Összességében a származás értékelése további vizsgálatokat igényel.

Bugac-15 jelű származás

A származás vastagsági növekedése kiemelkedő. Magassági növekedése szintén igen erőteljes, bár az utóbbi időszakban ennek üteme csökkent. Az átlagfa térfogata is kiemelkedő (21 éves korban $0,5-0,6 \text{ m}^3$ körüli), csak az egyik kiugróan magas törzszámú parcella esetén mutat alacsonyabb értéket.

A valószínűtlenül magas hektáronkénti körlap és fatérfogat adatok feltehetően ismét a korábban említett „szegélyhatással” magyarázhatók. A parcellák közül kettő a terület védőszegély nélküli szélén található, ráadásul az egyik két oldalról is „nyitott”, így lényegesen nagyobb növtér áll a fák rendelkezésére, mint ami az adatokból látható, a hektárra vetített értékek tehát ebben az esetben erősen torzítottak.

A törzsmínőség átlagos ($2,0-2,5$ körüli), csak az egyik parcellánál talákoztunk kezdődő betegség tüneteivel (kisebb kéregfekély, cincérrágás).

Elsősorban gyors növekedése miatt *ajánlható továbbszaporításra*.

Izsák-243 jelű származás

A magassági növekedés kezdetben eléri vagy meghaladja a fatermési tábla I. fatermési osztályának szintjét, az utolsó vizsgálati szakaszban azonban két parcella esetében erősen visszaesett, döntően egészségügyi problémák miatt. A vastagsági növekedés mértéke e két parcellán végig alacsony, ami részben a kiugróan magas hektáronkénti törzsszámmal magyarázható (az

egyik esetben a törzsszám már 10 éves korban is jóval meghaladta az I. fatermési osztályra vonatkozó értékeket). Az átmérőhöz hasonló futású az átlagfa térfogatának alakulása is.

A faállomány minősége átlag alatti (elsősorban a fent említett két parcellán). Jellemző a jelenlegi (21 éves kori) állapotra a nagyon változatos törzsmínőség: néhány szép egyed mellett sok a beteg, erősen megdőlt (hónyomás), görbe, rossz alakú, száradófélben lévő törzs. Összességében továbbszaporításra nem javasolt származás.

Kerekegyháza-244 jelű származás

Mind a magasság, mind a mellmagassági átmérő növekedése többnyire igen erőteljes, az utolsó felvételezéskor már kiemelkedő. Az egyik parcella esetén a kiugróan magas hektáronkénti körlap és fatérfogat adatokhoz valószínűleg szintén a fentebb már említett „szegélyhatás” járul hozzá, hiszen ez esetben is szegély nélküli szélső parcelláról van szó. Valószínűleg ez okozza a kiugró átlagfa-térfogat adatot is, de az átlagfa térfogata a „normál” parcellán is igen magas (0,56 m³ 21 éves korban).

Az egyik ismétlés adatai jelentősen elmaradnak ugyan a fent említettől, ennek oka viszont a kezdettől fogva kiugróan magas törzsszámban és az ezzel összefüggő igen kicsi növénytérben keresendő. A fák jelenleg is itt a legsűrűbb állásúak a teljes kísérletben, ennek ellenére nagyon jó egészségi állapotú, szép törzsalakú parcelláról van szó.

A szép, egyenes, hengeres törzsalak, a vékony kéreg és a kimagasló egészségi állapot a származás egészére jellemző, ami a törzsmínőségi jelzőszámok alakulásából is látszik. Elsősorban kiváló alaki tulajdonságai és ellenálló képessége miatt *továbbszaporításra feltétlenül javasolt* származás.

Kerekegyháza-245 jelű származás

Jó magassági és vastagsági növekedés jellemzi. Az átlagfa térfogata az I. fatermési osztálynak megfelelő.

Egyenes, szép törzsalak, jó átlagos törzsmínőség jellemzi. Jelenleg sok az alászorult, éppen kiszektálódó egyed, ezért a törzsmínőségi jelzőszámok kissé csökkentek. Szintén feltétlenül *továbbszaporításra javasolt* származás, elsősorban kiváló alaki tulajdonságaira való tekintettel.

Kunpeszér-11 jelű származás

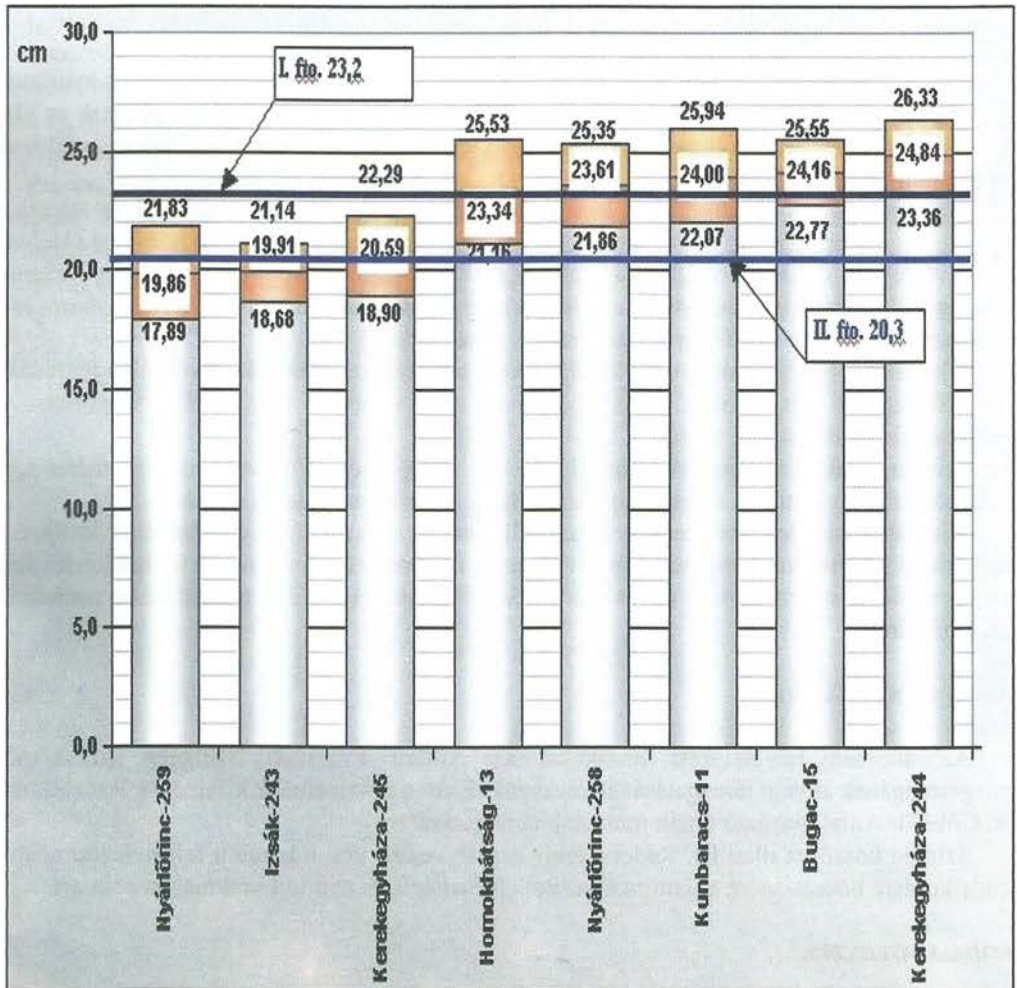
Átlag feletti vastagsági növekedésű származás, a kezdeti erőteljes magassági növekedése viszont kissé visszaesett. Az átlagfa térfogata 0,5 m³ körüli 21 éves korban.

A törzsmínőség átlagos (1,8-3,0), az utóbbi időszakban erősen visszaesett, elég sok a pusztuló egyed. Összességében a származás értékelése további vizsgálatokat igényel.

Külön-külön varianciaanalízist végeztünk a vizsgált három korhoz tartozó átlagos magasságra, átlagos mellmagassági átmérőre, valamint az átlagfa értékekre vonatkoztatva, de egyik esetben sem sikerült P=10%-os szinten szignifikáns eltérést kimutatni a származások között.

A törzsenkénti felvétel lehetővé tette, hogy kísérleti parcellától függetlenül összesítsük a származások összes egyedének mellmagassági átmérő adatait adott felvételezési időpontra vonatkozóan. Az így képzett átlag- és szórás adatokat felhasználva a származások valódi átlaga – a lényegesen nagyobb adatszám miatt – jobban becsülhető és így módon szignifikáns eltérések is mutatkoztak a származások között.

Az egyes származások 21 éves kori mellmagassági átmérő adatainak ily módon számított $P=5\%$ -os szinten becsült átlagai (konfidencia intervallumokkal ábrázolva) a 10. ábrán láthatók. Látszik, hogy öt származás (*Homokhátság-13*, *Nyárlőrinc-258*, *Kunbaracs-11*, *Bugac-15*, *Kerekegyháza-244*) átlagos mellmagassági átmérője 21 éves korban szignifikánsan meghaladja a fatermési tábla II. fatermési osztályának értékét, két származásé pedig az I. fatermési osztályét is (*Bugac-15*, *Kerekegyháza-244*). A szignifikáns eltérések megléte az egyes származások között a konfidencia intervallumok egybevetésével vizsgálható.



10. ábra Az egyes származások $P=5\%$ -os szignifikancia szinten becsült átlagos mellmagassági átmérői (min., max. és átlag) 21 éves korban a Rédei-féle táji fatermési tábla I. ill. II. fatermési osztályának adataihoz viszonyítva. (Az adatokat a kísérletben szereplő összes törzs mellmagassági átmérő értékeit felhasználva számoltuk.)

Fig. 10. Average breast height diameters (min., max. and average), estimated on $P = 5\%$ significance level, of different provenances at the age of 21 years in comparison with I. or II. class of the Rédei regional yield table. (Data were calculated by using the breast height diameter values of total stem being in the experiment.)

KÖVETKEZTETÉSEK

A faállomány-szerkezeti, faterméstani és a törzsmínőségi mutatószámok komplex értékelése alapján a vizsgált nyolc származásból a következők mutatkoznak a legígéretesebbnek:

- 'Kerekegyháza-244'
- 'Kerekegyháza-245'
- 'Nyárlőrinc-258'
- 'Bugac-15'

Ezen származások az adott termőhelyi viszonyok között (tehát összességében a nyárfatermesztés számára határtermőhelyet jelentő termőhelyen) igen jó növekedést mutattak az első 21 év során, és minőségi jellemzőik is magasan kiemelkednek a kommersz fehér nyár állományok jellemzőihez viszonyítva.

A származási és klónkísérletek kiegészítéseként *fatechnológiai vizsgálatok* is folytak a Nyugat-Magyarországi Egyetem Faanyagismeretani Tanszékének közreműködésével (Molnár, 2002). Az egyéb területekről származó minták mellett a kunbaracsi származások egy részének faanyag jellemzőit megvizsgálva kiemelkedő tulajdonságokat mutatott a 'Kerekegyháza-245' származás (homogén, kiváló faminőség, színes geszt nélküli).

A kísérlet folytatásának következő lépéseként törzsfák szelektálását tervezzük a fenti származások legjobb tulajdonságú egyedeiből, majd ezek vegetatív úton történő szaporításával újabb kísérletek beállítását tűzzük ki célul.

Szintén indokolt a 'Homokhátság-13' illetve a 'Kunpeszér-11' származásokból méretes, jó alakú törzsfák szelektálása és vegetatív szaporítása további vizsgálatok céljából.

A jelenlegi kísérleti területen egy törzskiválasztó gyérítés mielőbbi elvégzését javasoljuk. A faállomány felvételeket természetesen a jövőben is folytatni kívánjuk, hiszen ily módon további értékes adatokat nyerhetünk az egyes származások tulajdonságairól és termesztésbe vonásának lehetőségeiről.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Az állomány-felvételezési munkákat az Állami Erdészeti Szolgálat Kecskeméti Igazgatóságának anyagi támogatásával végezzük. Ezúton is szeretnénk kifejezni köszönetünket Dr. Göbölös Antal igazgató úrnak munkánk támogatásáért.

Szintén köszönet illeti Dr. Rédei Károly osztályvezető urat a korábbi felvételezési adatok rendelkezésre bocsátásáért, valamint a kézirat elkészítésében nyújtott szakmai tanácsaiért.

IRODALOMJEGYZÉK

- Keresztesi B. (szerk.) 1978. A nyárok és fűzek termesztése. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- Halupa L. - Tóth B. 1988. A nyár termesztése és hasznosítása. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- Molnár S., Német R., Paukó A., Göbölös P. 2002. A fehérnyár hibribek faanyagminőségének javítási lehetőségei. *Faipar*, L. évf., 24-26.
- Rédei K. 1990-91. A fehér (Populus alba) és a szürke nyár (Populus canescens) termesztésének fejlesztési lehetőségei Magyarországon. *Erdészeti Kutatások*, Vol. 82-83/II: 81-90.
- Rédei K. 1994. Ígéretes fehér nyár (Populus alba L.) származások a Duna-Tisza közti homokháton. *Erdészeti Kutatások*, Vol. 84: 81-90.

- Rédei, K. 2000/a. Yearly performance of promising white poplar (*Populus alba* L.) clones in sandy ridger between the rivers Danube and Tisza in Hungary. *Forestry*, Vol. 73. 4:407–413.
- Rédei, K. 2000/b. A fehér nyár termesztés-fejlesztésének újabb eredményei a Duna–Tisza közti homokháton. *ERTI Kiadványai*, Bp., 58 pp.
- Rédei, K. 2002. Stand structure and yield of the mixed white poplar and black locust plantations on sandy ridges between the Danube and Tisza rivers in Hungary. *Journal of Forestry Research*, 13.2:103–106.
- Scarascia, G. et al. 1992. Water stress effects on different clones of *Populus alba* grown in controlled environment. In: *Poplar and willow growing in combination with agriculture. Proceedings 19th Session of the International Poplar Commission, Zaragoza*. 557-559.
- Sváb J. 1981. *Biometriai módszerek a kutatásban*. Mezőgazdasági Kiadó, Bp.
- Vasev, I. et al. 2002. Poplar Cultivation – Close-to-nature and Cost Effective Suitable for Agroforestry Sector Development in Bulgaria. In: *Management of Fast Growing Plantations. Proceedings International IUFRO Meeting 11-13 September 2002, Izmit - Turkey*
- Veperdi G. 1995. Állományfelvételi adatok feldolgozása. Feldolgozó algoritmusok Excel 5.0 táblázatkezelő programra. Kezelési útmutató. ERTI.
- Veperdi G. 2002. *Faterméstan*. Egyetemi jegyzet kézirat, Sopron.

**LUCFENYŐ ÜLTETÉSI HÁLÓZATI ÉS ERDŐNEVELÉSI KÍSÉRLETI TERÜLET
(PÖLÖSKE 17 C2, D2) AKTUÁLIS ÚJRAFELVÉTELÉNEK EREDMÉNYEI**
**RESULTS OF CURRENT REMEASUREMENTS PERFORMED WITHIN THE
EXPERIMENTAL BLOCK (PÖLÖSKE 17 C2, D2) OF NORWAY SPRUCE
(PICEA ABIES) SPACING AND FOREST TENDING**

VEPERDI GÁBOR¹, VEPERDI IRINA²

ÖSSZEFOGLALÁS

Az 1975-ben az ERTI által létesített – Magyarországon, illetve Európában egyedülálló – lucfenyő ültetési hálózati kísérlet (4 ültetési hálózati variáció, 64 kísérleti parcella) aktuális újrafelvételére 1999 ősztől–2000 tavaszán sor került. A jelen cikk az újrafelvétel feldolgozása és kiértékelése során tett főbb megállapításokat tartalmazza.

KULCSSZAVAK: *Picea abies*, felsőmagasság, átlagátmérő, növtér index, ültetési hálózat, lucfenyő erdőnevelése.

ABSTRACT

A spacing trial of spruce was established in 1975 by Forest Research Institute at a different initial spacing ranged from 1.5x1.5m to 3.0x3.0 m. The trial consists of 16 experimental blocks (with identical treatments) with 4 combinations (together 64 plots.). The paper presents the results on spruce spacing studies including the evaluation of the latest data achieved within remeasurements performed in 1999–2000 completing with data achieved previously.

KEYWORDS: *Picea abies*, thinning, top height, spacing, site index, spacing index of Hart-Becking

BEVEZETÉS

A lucfenyő-állományokat Magyarországon mesterséges úton, csemeteültetéssel létesítik. Ezért a gyakorlat számára nagy jelentőségű a megfelelő erdősítési technológia kimunkálása. Az ültetési technológiának a meghatározó része a faállományok növekedése és fejlődése, illetve a gazdaságos erdőnevelési eljárások szempontjából optimális ültetési hálózat. Ennek kiválasztását segítik elő az ültetési hálózati és erdőnevelési kísérletek eredményei.

A lucfenyő ültetési hálózati kísérletek magyarországi beindítása, tervezése és létesítése Dr. Solymos Rezső nevéhez fűződik. Ő vezette az IUFRO által koordinált nemzetközi lucfenyő törzsszámtartási kísérletet. A témával kapcsolatos kutatások kezdetén (1970) kitűnt, hogy Magyarországon az IUFRO által előírt homogén lucfenyves a kívánt terület nagyságában nem áll rendelkezésre. Ez volt elsősorban az ösztönzője az elegendő területű lucfenyő állomány létesítésének. 1975-ben az Erdészeti Tudományos Intézet Erdőművelési és Fatermési Osztálya

¹ Nyugat-Magyarországi Egyetem, Sopron

² Erdészeti Tudományos Intézet, 1023 Budapest, Frankel Leó u. 42-44.

a Pölöske 17 C2, D2 erdőrészekben lucfenyő ültetési hálózati kísérleti területet hozott létre (1. ábra). A kísérleti tömb törzskönyvi száma: 802. A kísérleti faállomány 16 és 21 éves korában került sor a teljes adatfelvételre, 21 éves korában (1994 tavaszán) a legsűrűbb hálózati variációban a program szerint előírt nevelővágásokat hajtották végre. A harmadik faállomány-felvételt (és nevelővágást) 1999 őszén, illetve 2000 tavaszán végeztük el. (Ezt a munkát a program szerint egy vegetációs időszakkal előbb kellett volna elvégezni, azonban csak erre az időszakra sikerült hozzá pályázati úton támogatást nyerni.)

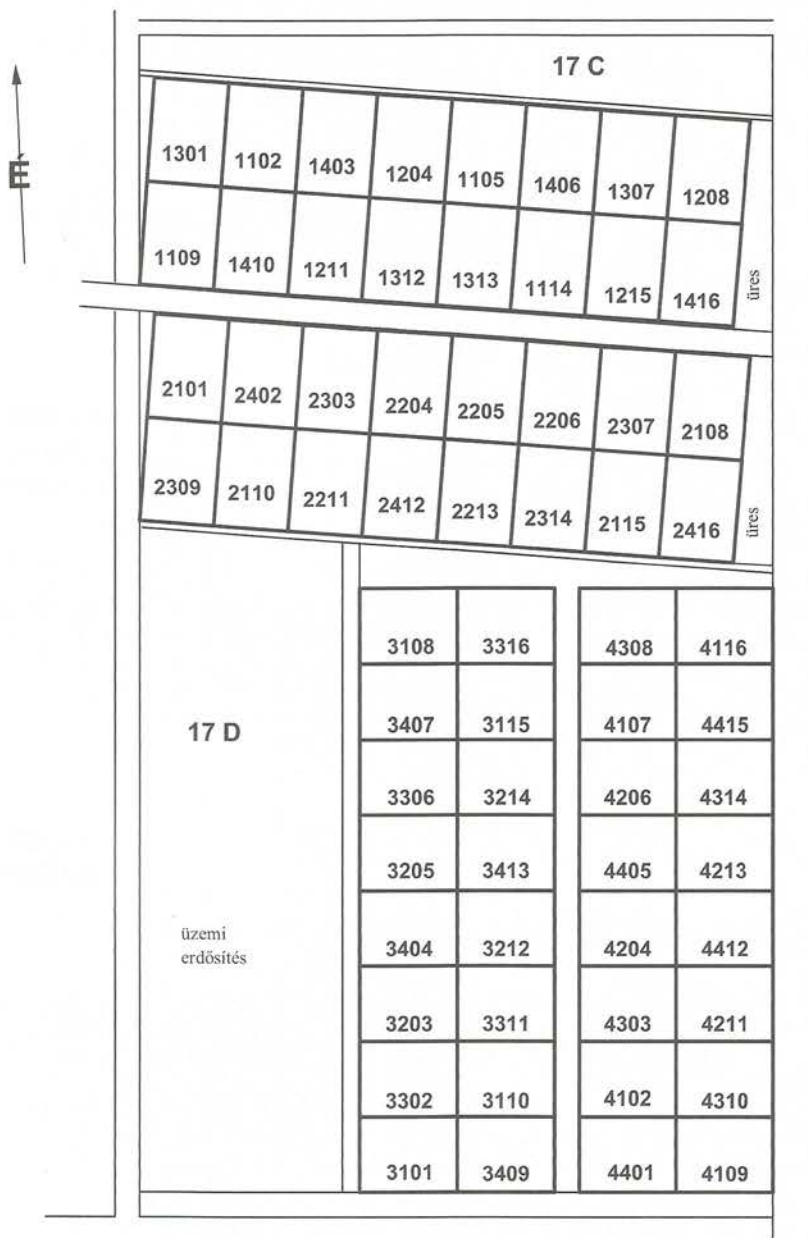
A jelen cikkben a faállomány-felvételi adatok feldolgozása és kiértékelése során tett megállapításokat ismertetjük.

A VIZSGÁLAT HELYE ÉS MÓDSZERE

A kísérlet célja: az optimális erdősítési (ültetési) hálózat kiválasztása, amely megfelel a lucfenyő biológiai sajátosságainak, az ültetés, ápolás és az erdőnevelés gépesítésének akkor, ha a termelési cél: 35 cm átmérő, 400 m³/ha véghasználati fatömeg.

Termőhely jellemzése: gyertyános-tölgyes klíma, többlet vízhatástól független; genetikai talajtípus: agyagbemosódásos barna erdőtalaj; termőréteg vastagsága: mély; fizikai talajféleség: vályog; tengerszint feletti magasság: 200 m. A kísérleti blokk faállományának fatermési osztálya a mért felsőmagassági értékek aktuális fatermési táblához (*Solymos, 1973*) való viszonyítása alapján: II. fto.

A parcellák tervezett nagysága: 25x40 m + 5 m védősáv volt. A különböző ültetési variációjú parcellák területe azonban változó, ugyanis parcellahatárként nem a 25x40 méteres kitűzött határvonalat, hanem a sorok közötti táv közepét tekintettük, az egyenletes növőtér elvét szem előtt tartva. Az 1,5x1,5 m és a 2,5x2,5 m ültetésű hálózati parcellákat ez lényegében nem érintette, ezek területe változatlanul 0,1 ha; a 2,0x2,0 m ültetési hálózati parcellák területe a számítások szerint: 0,1040 ha, a 3,0x3,0 m ültetési hálózati parcelláké pedig: 0,1134 ha. Az 1 hektárra történő átszámításokat e terület-adatok alapján végeztük el (lásd az 1. táblázatban). A parcellákat az 5 méteres védősávon kívül 3 m-es, vörösfenyőből kialakított sávok határolják. A kialakított utak szélessége: 4 méter. A kísérlet létesítésére 1975 tavaszán került sor *Dr. Solymos Rezső* tervei alapján, illetve irányításával és Szakács Csaba erdőfelügyelő, tud. külső munkatárs közreműködésével. Talaj-előkészítés: az 1–3. variáció esetén – kézi pásztás, a 4. variáció (3,0x3,0 m-es hálózat) esetén – kézi tányérozás. A kézi gödrös ültetés két éves iskolázott lucfenyő csemetével történt.



I. ábra Pölöske 17 C2, D2. Lucfenyő ültetési hálózati kísérleti terület vázrajza. (A parcellák azonosító-jának első számjegye a blokk sorszámát, a második számjegye a variációs számát, a harmadik és negyedik számjegye a parcella adott blokkon belüli sorszámát jelöli.)

Fig. 1. Scheme of the spacing trial in Pölöske 17 C2, D2. (Plot number comprise 4 figure: the first is an experimental 'block' number, the second is a combination 'number', the third and the fourth are the number of plots within the experimental block.)

1. táblázat A kísérleti terület ültetési variációi**Table 1.** Spacing variations of the experimental block

Variáció	Sor- és tőtávolság	Parcellák területe (ha)	Csemeteszám (db/ha)
1.	1,5 x 1,5 m	0,1000	4 500
2.	2,0 x 2,0 m	0,1040	2 500
3.	2,5 x 2,5 m	0,1000	1 600
4.	3,0 x 3,0 m	0,1134	1 100

A fenti ültetési hálózati variációk négy blokkban, egy blokkon (16 parcella) belül négy-szeri ismétléssel kerültek kialakításra. Eszerint egy-egy hálózati variáció összesen 16 parcellán szerepelt, lehetőséget nyújtva a későbbi különböző erdőnevelési eljárások alkalmazására. A kísérleti terület ily módon eredetileg összesen 64 parcellából állt, ám időközben egy parcellát (3101 sz.) szűkárósítás miatt 1994-ben le kellett termelni, két másik parcellának a területét pedig csökkenteni kellett. (A terület mellett húzóód földalatti olajvezeték törése következtében fellépő károsodás miatt 1991-ben a 3110 sz. parcelláét 0,1 hektárról 0,08 hektárra, illetve a 3409 sz. parcelláét 1999-ben 0,1134 ha-ról 0,0891 ha-ra, mivel a parcella nyugati szélén lévő három sort a legutóbbi felvétel óta kitermelték.)

A parcellák állandósítására és első teljes faállomány-felvételére 1988 őszén, a faállomány 16 éves korában került sor. Tisztítás elvégzésére ekkor még nem volt szükség. A második faállomány-felvételt, továbbá az első tisztítást 1993 őszén – 1994 tavaszán, a faállomány 21 éves korában végeztük el. A tisztításra csak a legsűrűbben ültetett (1,5x1,5 m) 1. variáció esetén volt szükség. A harmadik faállomány-felvételre 1999 őszén–2000 tavaszán került sor. A nevelővágások tervének (lásd lejjebb) megfelelően mind a négy kísérleti blokkban egy-egy (összesen 4 db) 2. variációjú (2,0x2,0 m hálózatu) parcella (1211, 2204, 3205, 4204 sz.) törzskiválasztó gyérítésének jelölését végeztük el, 1250 db/ha törzsszám-beállítással.

Nevelővágások terve**1. variáció** (ültetési hálózat: 1,5 x 1,5 m):

1/1. (1102, 2101, 3101, 4102 parcellák)

első nevelővágás 21 éves korban: 1,5x3,0 m-es hálózat kialakítása (2 200 db/ha)

második nevelővágás 35–40 éves korban: 3,0x3,0 m-es hálózat kialakítása (1 100 db/ha),

harmadik nevelővágás 50–55 éves korban: 6,0x3,0 m-es hálózat kialakítása (550 db/ha)

1/2. (1105, 2108, 3108, 4107 parcellák),

21 éves korban: üzemi, minden 6. sor kivágásra kerül, a visszamaradó sorokban: válogatás. A későbbiekben: válogatás.

1/3. (1109, 2110, 3110, 4109 parcellák)

21 éves korban: üzemi, minden 4. sor kivágásra kerül, a visszamaradó sorokban: válogatás. A későbbiekben: válogatás.

1/4. (1114, 2115, 3115, 4116 parcellák)

kontroll, a parcellák érintetlenül maradnak.

2. variáció (ültetési hálózat: 2,0 x 2,0 m):

első nevelővágás 25, 30, 35 éves korban (4–4 parcellánként, illetve 4 kontrollparcella meghagyásával): 4,0x2,0 m-es hálózat kialakítása (1 250 db/ha),
második nevelővágás 40, 45, 50 éves korban (4–4 parcellánként, illetve 4 kontrollparcella meghagyásával): 4,0x4,0 m-es hálózat kialakítása (625 db/ha).

3. variáció (ültetési hálózat: 2,5 x 2,5 m):

első nevelővágás 40 éves korban: 5,0x2,5 m-es hálózat kialakítása (800 db/ha) négy parcella így marad, további nyolc parcella esetén:
második nevelővágás 55 éves korban: 5,0x5,0 m-es hálózat kialakítása (400 db/ha) (négy parcella kontrollként érintetlenül marad).

4. variáció (ültetési hálózat: 3,0 x 3,0 m):

első nevelővágás 45, 50, 55 éves korban (4–4 parcellánként, illetve 4 kontrollparcella meghagyásával): 3,0x6,0 m-es hálózat kialakítása (550 db/ha).

A VIZSGÁLAT MÓDSZERE

A kísérleti parcellák faállományát a hosszúléjratú erdőnevelési és fatermési kísérletek több évtizedes metodikája (*Birck és tsai, 1962*) szerint vettük fel: a mellmagassági átmérőt két irányban, milliméter pontossággal átlaltuk, a magassági görbe szerkesztéséhez szükséges magasságot VERTEX FORESTOR magasságmérővel, deciméteres pontossággal mértük. Minősítettük a fő- és mellékállományt. (Eszmei fő- és mellékállományt azokon a parcellákon is minősítettünk, amelyeken nem végeztünk nevelővágást.) A felsőmagasságot a hektáronkénti 100 legvastagabb törzs átlagmagasságaként értelmeztük.

A fatérfogat kiszámításához a *Dr. Fadgyas Kálmán* által szerkesztett fatérfogat-függvényt alkalmaztuk:

$$v = (p_0 + p_1 \cdot d + p_2 \cdot h + p_3 \cdot d / h) \cdot d^2 / 100\ 000$$

A paraméterek értéke a lucfenyő esetén:

$p_0 =$	7.95895
$p_1 =$	-1.07308
$p_2 =$	4.65405
$p_3 =$	14.98655

Megjegyezzük, hogy az egyes fák fatérfogatának számítására a számítások elvégzése idején még nem jelent meg az egységes előírt fatérfogat-függvény (a Dr. Király László által szerkesztett függvény, amelyhez Dr. Király László és Dr. Fadgyas Kálmán közösen új paraméter-készletet számított ki a főbb fafajokra és fafaj-csoportokra.) A számítások elvégzésekor azért alkalmaztuk a Fadgyas-függvényt, mivel Dr. Véperdi Gábor idevonatkozó vizsgálatai szerint az e függvény által számított fatérfogat-értékek a lucfenyő esetén szorosabban illeszkednek a Sopp-tábla teljes adattartományához.

EREDMÉNYEK ÉS MEGVITATÁSUK

A feldolgozott faállomány-felvételi adatokat *fő- mellék- egészállomány, összfatermés, átlag- és folyónövedék*, valamint *száradék* megbontásban az elvégzett munkáról készített munkabeszámoló (Véperdi I., 2000) teljes terjedelmében – parcellánként – tartalmazza, ezért azokat a jelen cikk keretében nem közöljük. Az ERTI adattárában rendelkezésre állnak.

Az eddigi eredmények értékeléséhez szükséges azonban a variációk szerinti (hálózatonkénti), és ezen belül a kezelésenkénti átlagok ismerete (2. táblázat).

A táblázatban megjelenített adatokat a 3. és 4. variáció esetén – mivel ezekben a parcellákban eddig még nem történt nevelővágás – a 16 db azonos ültetési hálózatu parcella átlagából képeztük.

A 2. variáció esetén két kategóriát képeztünk (2/1; 2/2), mivel a jelen faállomány-felvétellel idejére négy parcella a nevelővágások tervének megfelelően elérte az első tisztítás korát (25 év). Törzsszámukat 1250 db/ha-ra csökkentettük, a többi 12 parcella érintetlenül maradt. (Ezeknek a nevelővágásoknak a hatása a jelen adatkiértékelés során természetesen még nem jelentkezhet, az eltérő kezelési változatok közötti különbség csak a következő faállomány-felvételkor mutatkozhat.)

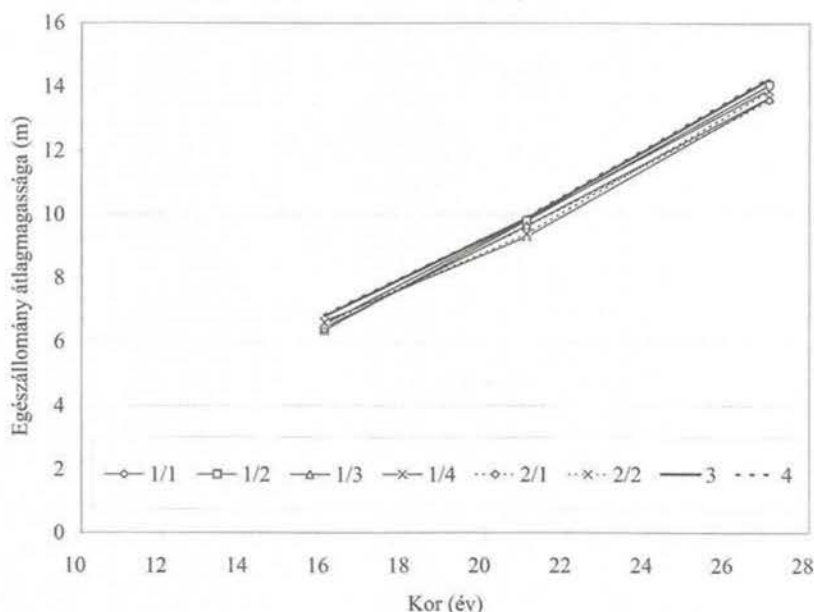
Az 1. variáció esetén a faállomány 21 éves korában 4 erdőnevelési beavatkozást alkalmaztunk, lásd fentebb a nevelővágások tervét.

A 2. táblázatban szereplő faállomány-szerkezeti tényezők alakulását a jobb áttekinthetőség céljából grafikusán is szemléltetjük (2–12. ábra).

2. táblázat Lucfenyő ültetési hálózati és erdőnevelési kísérlet: Pölöske 17 C2, D2; TKV: 802. Azonos kezelésű és ültetési hálózati parcellák adatai

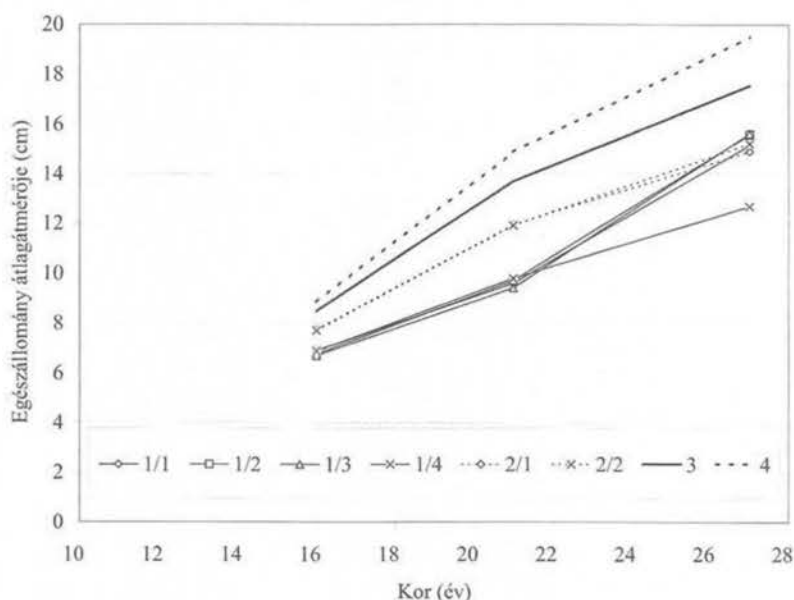
Table 2. Experiment of spruce spacing and forest tending: Pölöske 17 C2, D2; Average data of identical managing and spacing plots

Kor	H _f	Egészállomány					Összes fatermés				Száradék		
		H _g	D _g	N	G	V	V	Z _{átlag}	Z _{folyó}	H _g	D _g	N	
(év)	(m)	(m)	(cm)	(db/ha)	(m ² /ha)	(m ³ /ha)	(m ³ /ha)	(m ³ /ha/év)	(m ³ /ha/év)	(m)	(cm)	(db/ha)	
1. variáció: 1,5 x 1,5 m, (4 500 db/ha)													
<i>Nevelővágás 21 éves korban: 2200 db/ha (Jelölés az ábrákon: 1/1)</i>													
16	7,7	6,6	6,9	4 613	17,3	87,2	87,2	5,5		4,6	3,5	93	
21	11,9	9,8	9,6	4 435	32,0	219,9	219,9	10,5	26,5	3,2	2,6	237	
27	16,0	13,9	15,2	2 153	39,0	363,1	427,4	15,8	34,7	9,9	7,3	50	
<i>Nevelővágás 21 éves korban: minden 6. sor ki + válogatás (Jelölés az ábrákon: 1/2)</i>													
16	7,4	6,4	6,8	4 785	17,1	85,0	85,0	5,3		3,3	2,5	58	
21	11,7	9,8	9,7	4 555	33,5	228,3	228,3	10,9	28,7	4,9	2,9	230	
27	16,1	14,1	15,6	1 983	37,9	352,6	441,6	16,4	35,6	9,4	7,2	83	
<i>Nevelővágás 21 éves korban: minden 4. sor ki + válogatás (Jelölés az ábrákon: 1/3)</i>													
16	7,6	6,4	6,7	4 540	16,1	79,9	79,9	5,0		3,3	2,3	80	
21	11,7	9,6	9,4	4 360	30,3	203,8	203,8	9,7	24,8	3,7	2,6	180	
27	15,5	13,7	15,6	1 659	31,8	291,6	390,8	14,5	31,2	11,0	8,7	101	
<i>Kontroll (nevelővágás nem történt) (Jelölés az ábrákon: 1/4)</i>													
16	7,7	6,6	6,9	4 583	17,1	87,2	87,2	5,5		3,4	2,7	48	
21	11,0	9,3	9,8	4 298	32,3	209,7	209,7	10,0	24,5	3,3	2,7	285	
27	15,8	13,7	12,7	3 590	45,4	415,6	415,6	15,4	34,3	9,1	5,0	708	
2. variáció: 2,0 x 2,0 m, (2 500 db/ha)													
<i>Nevelővágás 27 éves korban: 1250 db/ha (Jelölés az ábrákon: 2/1)</i>													
16	7,6	6,5	7,7	2 416	11,4	63,8	63,8	4,0		3,3	2,8	17	
21	10,9	9,6	11,9	2 370	26,5	177,7	177,7	8,5	22,8	3,3	3,0	46	
27	15,2	13,6	14,9	2 255	39,4	359,7	359,7	13,3	30,3	8,5	4,8	115	
<i>Nevelővágás nem történt (Jelölés az ábrán: 2/2)</i>													
16	7,6	6,6	7,7	2 370	11,1	56,5	56,5	3,5		2,7	2,3	11	
21	10,6	9,4	11,9	2 325	26,0	170,6	170,6	8,1	22,8	3,4	3,1	46	
27	15,7	13,9	15,2	2 143	39,1	361,6	361,6	13,4	31,8	8,2	4,6	182	
3. variáció: 2,5 x 2,5 m, (1 600 db/ha) (Jelölés az ábrákon: 3)													
16	7,7	6,8	8,5	1 536	8,7	45,3	45,3	2,8		3,6	3,6	27	
21	11,1	9,9	13,7	1 517	22,4	152,9	152,9	7,3	21,5	3,4	3,2	22	
27	15,8	14,2	17,6	1 464	35,5	333,2	333,2	12,3	30,0	7,4	4,6	53	
4. variáció: 3,0 x 3,0 m, (1 100 db/ha) (Jelölés az ábrákon: 4)													
16	7,6	6,8	8,9	1 066	6,6	35,4	35,4	2,2		2,7	2,5	4	
21	11,0	9,9	14,9	1 053	18,3	125,3	125,3	6,0	18,0	3,9	4,0	14	
27	15,8	14,3	19,5	1 031	30,8	289,7	289,7	10,7	27,4	5,9	3,9	24	



2. ábra Az egészállomány átlagmagasságának alakulása az azonos kezeléssel és ültetési hálózattal rendelkező parcellák átlagadatai alapján

Fig. 2. Trends of the mean height of a total crop on the base of average values within identical experimental blocks



3. ábra Az egészállomány átlagátmérőjének alakulása az azonos kezeléssel és ültetési hálózattal rendelkező parcellák átlagadatai alapján

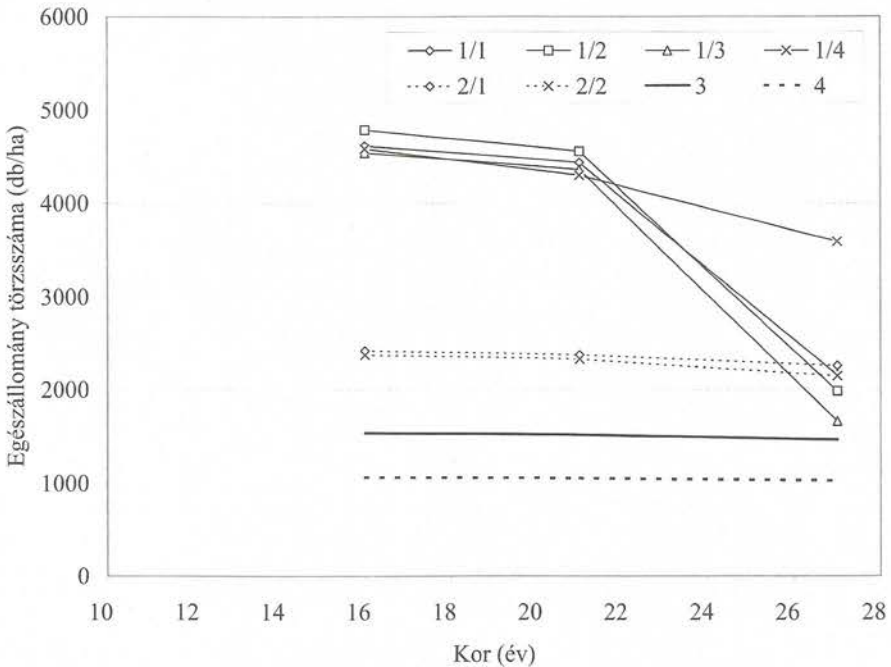
Fig. 3. Trends of the mean diameter of a total crop on the base of average values within identical experimental blocks

A 2. ábra jól szemlélteti, hogy 27 éves korig az egészállomány átlagmagassága terén nem tapasztalható szignifikáns eltérés a különböző ültetési hálózatok és erdőnevelési eljárások között. Az átlagmagasság alakulására tehát sem az ültetési hálózat, sem pedig a különböző erélyű nevelővágások nem gyakoroltak számottevő befolyást a lucfenyvesek közel 30 éves koráig.

Tekintsük át, hogy a vizsgált tényezők miként hatnak az egészállomány átlagátmérőjének és törzsszámának alakulására.

Az átlagátmérő vonatkozásában szignifikáns különbségek mutatkoznak az ültetési hálózatok, illetve az 1. variáció esetén a kezelt és a kezeletlen parcellák között (3. ábra). Amennyiben az 1. variáció esetén is a kezeletlen állapotot vetjük egybe a többi variációval, akkor a négy ültetési variáció növekedésmentei görbéi egyenletesen tágulnak. Minél tágabb a hálózat, annál magasabb az egészállomány átlagátmérőjének értéke, illetve *annál intenzívebb a vastagsági növedéke*. A 4. variáció esetén a legutóbbi 6 év folyamán a fák átlagosan 4,6 cm-t vastagodtak, míg az 1. variáció kontrollparcellái esetén alig 2,9 cm-t.

A vastagsági növedék a legnagyobb értéket az 1. variáció tisztított parcellái esetén érte el, mintegy 6 cm körüli értéket, ami 1 cm/év vastagsági folyónövedéknek felel meg. A nevelővágás hatására az átlagátmérő értékei elérték – esetenként csekély mértékben meg is haladták – a 2. variáció hasonló értékeit.



4. ábra Az egészállomány törzsszámának alakulása az azonos kezelésű és ültetési hálózati parcellák átlagadatai alapján

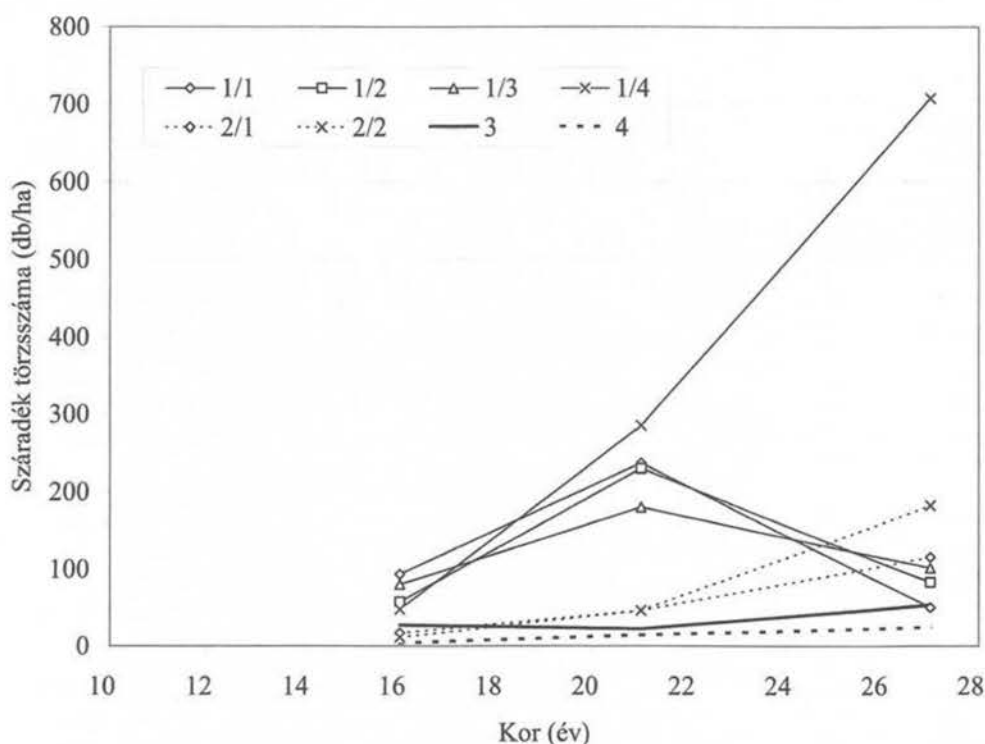
Fig. 4. Trends of stem number of a total crop on the base of average values within identical experimental blocks

Természetesen az átlagátmérőhöz hasonlóan az egészállomány törzsszámadatainak alakulása (4. ábra) is szoros összefüggésben áll az ültetési-hálózattal, illetve a kísérleti faállományok kezelésével. (E két faállomány-szerkezeti mutatószám kapcsolata nyilvánvaló. Végző soron ez a szoros korreláció nyújt lehetőséget arra, hogy a fatermési táblákban, illetve az erdőnevelési modellekben a törzsszámot az átlagátmérő függvényében határozzuk meg.)

A két legtágabb hálózatu variációban (3., 4.) az egészállomány hektáronkénti törzsszáma alig csökken. A 2. variáció törzsszámcsökkenése már gyengén kifejezettnek mondható, míg az 1. variáció kontrollparcelláinál az első és a harmadik faállomány-felvétel között eltelt 11 év során eléri az 1000 törzs/ha mértéket. Az 1. variációban a 21 éves korban elvégzett nevelővágások a hektáronkénti törzsszámot a 2. és 3. variáció értékei közé csökkentik.

Az egészállomány hektáronkénti törzsszámának alakulása kapcsán érdemes kitérni a száradék darabszámának, továbbá a növtér-indexnek a változására az ültetési hálózat, illetve a nevelővágások következtében.

A száradék darabszámának alakulását az 5. ábra szemlélteti. A faállomány 16 és 21 éves kora között számottevő száradék-képződés csupán a legsűrűbb hálózatu 1. variációban tapasztalható (természetes mortalitás, természetes sűrűség). 21 és 27 éves kor között az 1. variáció kontrollparcellái esetén (1/4) a száradék-képződés intenzívebbé válik, illetve a 2. variációban is meghaladja a 100 db/ha mértéket. Az 1. variációban a nevelővágások hatására a száradék-képződés a 2. és 3. variáció értékei közé csökken.



5. ábra A száradék törzsszámának alakulása az azonos kezeléű és ültetési hálózatu parcellák átlagadatai alapján

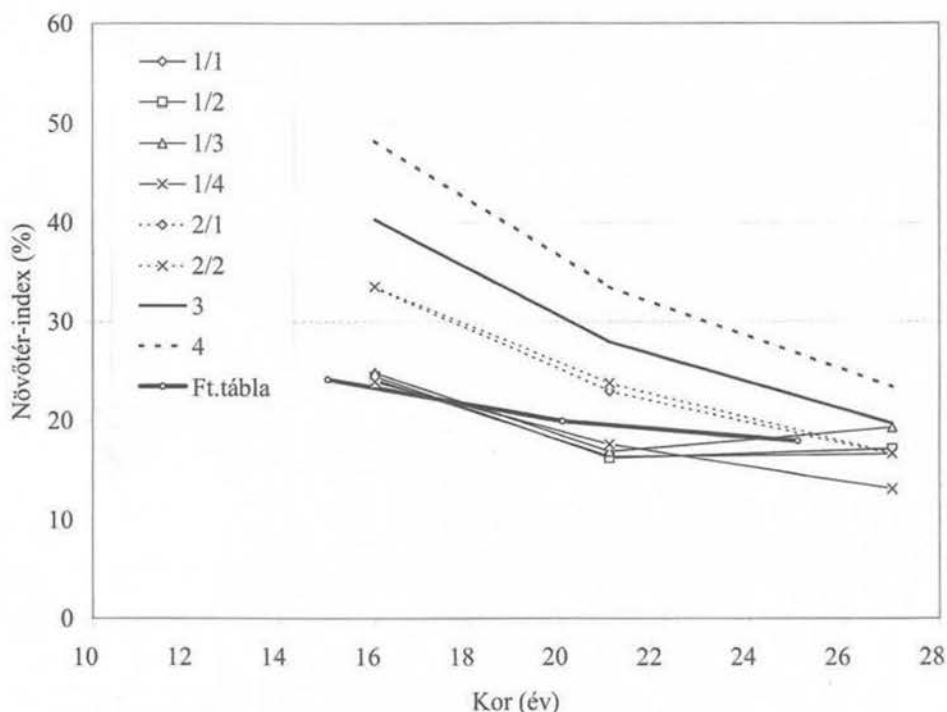
Fig. 5. Trends of stem number of a dead trees on the base of average values within identical experimental blocks

A legtágabb variáció (4.) esetén a száradék-képződés a 25 db/ha értéket sem éri el. Ebben a variációban az egyes faegyedek közötti magassági konkurenciaharc még nem öltött olyan mértéket, amely az esetlegesen közbe- és alászorult törzsek elszáradásához vezethetett volna.

A növtér-index fogalmával és meghatározásával egy korábbi publikációnkban már részletesen foglalkoztunk (Veperdi, G., Veperdi I. 1998), ezért erre most nem térünk ki részletesen. Mivel a jelen tanulmány keretében csupán az egészállomány adataival foglalkozunk, a növtér-indexet nem a felsőmagasság, hanem az egészállomány átlagmagasságának függvényében határoztuk meg. Az összehasonlítás végett hasonló módon számítottuk ki a lucfenyő fatermési tábla (Solymos, R. 1973) II. fatermési osztályához tartozó egészállomány törzsszám- és átlagmagasság-adataiból a megfelelő növtér-index értékeket, melyeket a 6. ábrán úgyszintén feltüntettünk.

A normatív jellegű fatermési tábla alapján számított növtér-index 15 és 25 éves kor között 22 % és 19 %. 16 éves korban csupán az 1. variáció mutat hasonló növtér-index értékeket. A legtágabb hálózatu 4. variáció 16 éves korban jelentős növtér-többlettel rendelkezik, az index értéke mintegy duplája a fatermési tábla alapján kijelölt normatívának.

21 éves korra a növtér-index értékei fokozatosan csökkennek, a hálózat nagyságának arányában, és az 1. variáció esetében a normatív százaléknál lejjebb süllyed, igazolva ezzel a nevelővágások szükségességét.



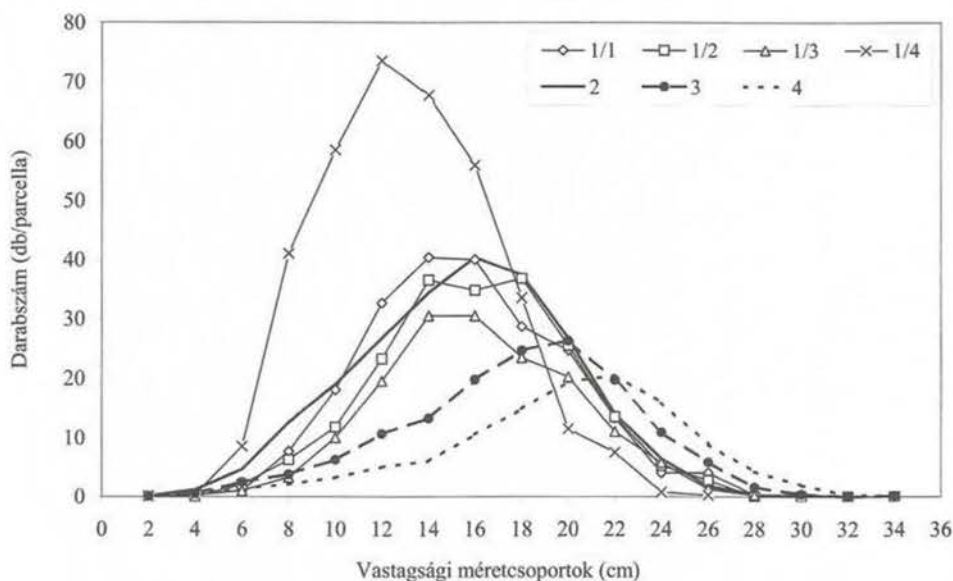
6. ábra A növtér-index alakulása az azonos kezelésű és ültetési hálózati parcellák átlagadatai alapján

Fig. 6. Spacing index on the base of average values within identical experimental blocks

27 éves korra az 1/1. (kontrollparcellák) és a 4. variáció kivételével a parcellák többsége a normatíva szerinti értéket érte el. Az 1. variáció kontrollparcelláin jelentős növőtér-hiány tapasztalható, ami a következő felvétel idejére minden bizonnyal jelentős mérvű száradék-képződést idéz majd elő. A 4 variáció esetében még mindig növőtér-többlet figyelhető meg. Figyelembe véve e variáció növőtér-index görbéjének tendenciáját, ez a többlet a faállomány 30–35 éves korára feltehetően megszűnik. Nincs kizárva, hogy a kezelési programban előírt 40 éves kori nevelővágást a parcellák egy részén előbbre kell hozni.

A 6. ábrát szemlélve megállapítható, hogy az eddigi erdőnevelési beavatkozások idejében kellő eréllyel történtek. Vonatkozik ez a 2. variációra is, mivel 27 éves korra, amikor sor került az első belenyúlásra, a növőtér-index százalék-értékei a normatív értékek alá kerültek.

A 7. ábrán a vastagsági méretcsoportok szerinti törzsszám-eloszlási görbék láthatók. A különböző hálózatu és kezelésű parcellák átlagadatait szerepeltettük (száradék nélkül) az összehasonlíthatóság céljából. Az azonos hálózatu és kezelésű parcellák átmérő-adatait összesítettük, kiszámítottuk azok gyakorisági értékeit, majd ezeket elosztottuk az adott hálózatu és kezelésű parcellák számával.



7. ábra Törzsszám eloszlása a vastagsági méretcsoportok szerint az azonos kezelésű és ültetési hálózatu parcellák átlagadatai alapján

Fig. 7. Trends of stem number by diameter groups on the base of average values within identical experimental blocks

A nevelővágással nem érintett parcellák (1/4, 2, 3, 4) görbéi jól szemléltetik a különböző hálózatok közötti eltéréseket. Valamennyi aszimmetrikus: az 1/4 variáció esetén balra, a tágabb variációk (2, 3, 4) esetén pedig jobbra történő eltolódással. A legtöbb vastag egyed természetesen a 4. variációra jellemző.

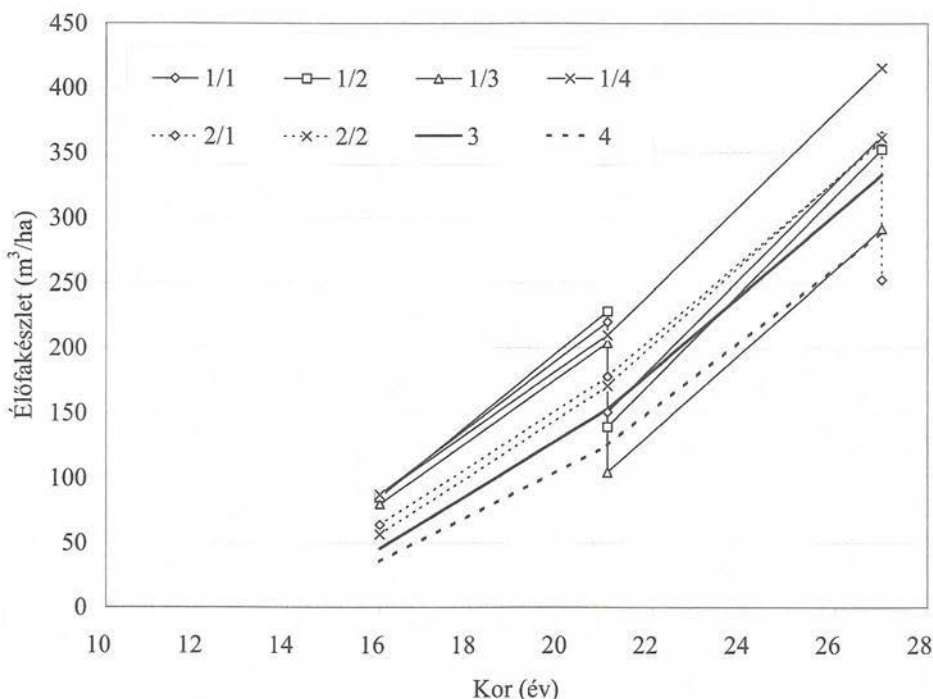
A 21 éves korban tisztított kísérleti variációk (1/1, 1/2, 1/3) esetén a 7. ábrán jól látható a nevelővágások által a vastagság szerinti törzsszám-eloszlásra gyakorolt hatás. E parcellák eloszlási görbéi a vastagabb méretcsoportoknál szorosan illeszkednek a 2. variáció eloszlási görbéjéhez. A 21 éves kori tisztítás eredményeként a vastagabb fák száma csaknem azonos a 2. variációéval. Tisztítás nélkül a vastag fák száma kevesebb, amint erről az 1/4 variáció adatai

tanúskodnak. A vékonyabb méretcsoportok esetén ez az illeszkedés kevésbé szoros, jobban tükrözi a tisztítások eltérő jellegét. A legjobban az 1/3 variáció (minden 4. sor ki + válogatás) tér el, ugyanis a nevelővágások erélye e parcellák esetén volt a legnagyobb.

A 7. ábra adatai alapján már megállapítható, hogy az 1. variáció (1,5 x 1,5 m) túl sűrűnek bizonyult. A 2. variáció (2,0 x 2,0 m) tisztítás nélkül is hasonló faállomány-szerkezeti képet mutat 27 éves korban, mint az 1. variáció tisztított parcellái. Amennyiben e két variáció közül az utóbbit a tágabbat alkalmazzuk, az első tisztítás elhagyható.

Tekintettel arra, hogy az első tisztítás során kitermelt faanyag kevésbé értékesíthető, e két ültetési hálózat közül a gyakorlat számára a tágabb javasolható.

A négy ültetési hálózat komplex kiértékelése a kísérlet jelenlegi szakaszában teljes megalapozottsággal még nem végezhető el. Ezt támasztja alá a hektáronkénti élőfa-készlet, az összfa-termés, illetve folyónövedékük egybevetése.



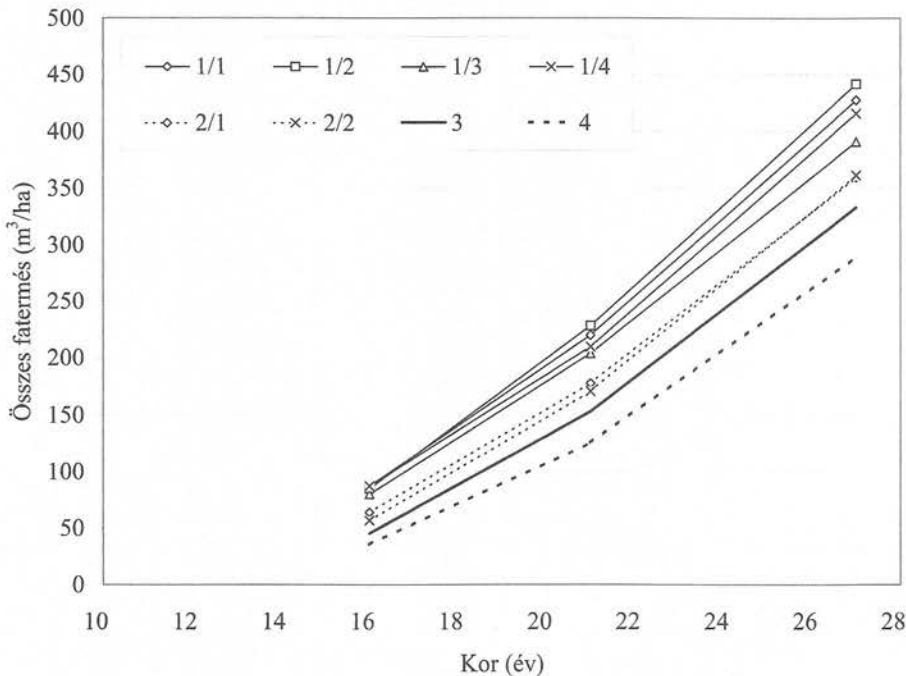
8. ábra Az élőfa-készlet alakulása az azonos kezelésű és ültetési hálózatu parcellák átlagadatai alapján
 Fig. 8. Trends of volume on the base of average values within identical experimental blocks

A 8. ábra szerint 27 éves korra az élőfa-készlet a legmagasabb értéket az 1. variáció kontrollparcellái esetén érte el. A 7. ábra alapján azonban nyilvánvaló, hogy ez a viszonylag nagyobb fatérfogat kevésbé értékes vékonyabb faegyedekből tevődik össze, vagyis a nagyobb fatérfogat a magasabb törzsszámnak köszönhető. Az élőfa-készlet növedéke a 8. ábra szerint azonban a tisztított parcellák faállományában a legnagyobb. E parcellák jelenlegi élőfa-készlete többé-kevésbé megegyezik a 2. variáció parcelláinak élőfa-készletével. A legnagyobb eréllyel tisztított parcellák (1/3) 27 éves kori élőfa-készlete a 4. variáció parcelláival egyezik meg, fontos azonban kiemelni, hogy fatérfogat-növedéke annál jóval intenzívebb.

Az összes fatermés alakulását a következő oldalon látható 9. ábra szemlélteti. Az összfa-

més esetünkben tartalmazza a mindenkori élőfa-készletet, a korábbiakban kitermelt előhasználati fatérfogatot, viszont nem tartalmazza a száradék fatérfogatát.

Az összfatermés vonatkozásában még nem látható lényeges eltérés a tisztított és a kontrollparcella értékei között. Tekintettel azonban arra, hogy a tisztított parcellák esetén az élőfa-készlet növedéke mindig nagyobb (a nevelővágások révén a visszamaradt faegyedek nagyobb növőtérhez jutnak), ezért összfatermésük néhány nevelővágás után várhatóan jelentősen meg fogja haladni a kontrollparcellák összfatermését.



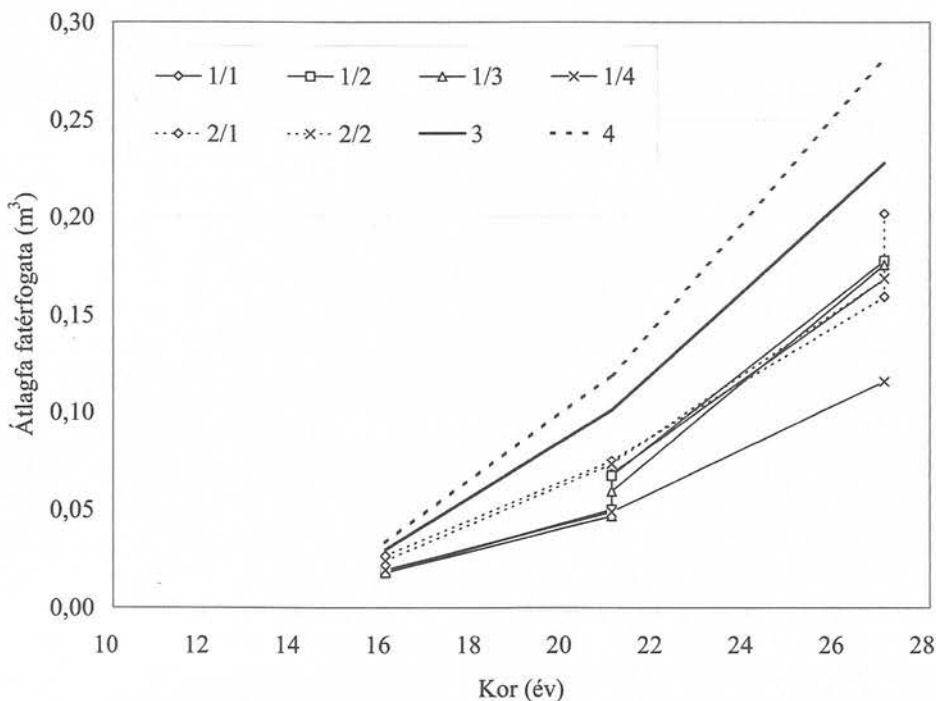
9. ábra Az összes fatermés alakulása az azonos kezelésű és ültetési hálózati parcellák átlagadatai alapján

Fig. 9. Trends of yield on the base of average values within identical experimental blocks

A 2, 3 és 4. variáció összfatermés adatai még azonosak az élőfa-készlet adataival, mivel e variációkban korábban nem végeztünk tisztítást. Tekintettel azonban a nevelővágásoknak az összfatermést illető hatására, a tágabb hálózati variációk esetén várhatóan kisebb lesz az összfatermés értékének emelkedése. Az összfatermés abszolút értéke – a lényegesen alacsonyabb törzsszám miatt – mindig alacsonyabb lesz, mint a sűrűbb hálózati (és gyakrabban gyéritett) parcelláké. A vastagsági méretcsoportok szerinti eloszlás tanúsága szerint azonban e faállományok várhatóan *több vastagabb és értékesebb faegyedet produkálnak*.

Mindez jól kitűnik a 10. ábra adataiból is, ahol az átlagfa térfogatának alakulása látható. (Az átlagfa térfogatának kiszámítása esetünkben: az élőfa-térfogatot elosztottuk ugyanezen faállomány-rész törzsszámával.) Minél tágabb a hálózat, annál nagyobb az átlagfa térfogata, továbbá: *annál intenzívebb az átlagfa fatérfogatának növekedése*. Többek között ez is az oka, hogy a különböző hálózati és kezelésű faállományok valós gazdasági értéke végső soron csak a véghasználati korhoz közel, továbbá a fatérfogat és a kitermelt választékok értékének együttes kiértékelésének útján lesz meghatározható.

A 10. ábrán egyébként jól nyomon követhető, hogy az 1. variáció tisztított parcelláinak (1/1, 1/2, 1/3) átlagfa-térfogat értékei a nevelővágás hatására elérték a 2. variáció átlagfa-térfogat értékét, és az elmúlt hat év folyamán azzal közel azonos ütemben (kissé intenzívebben) növekedtek.

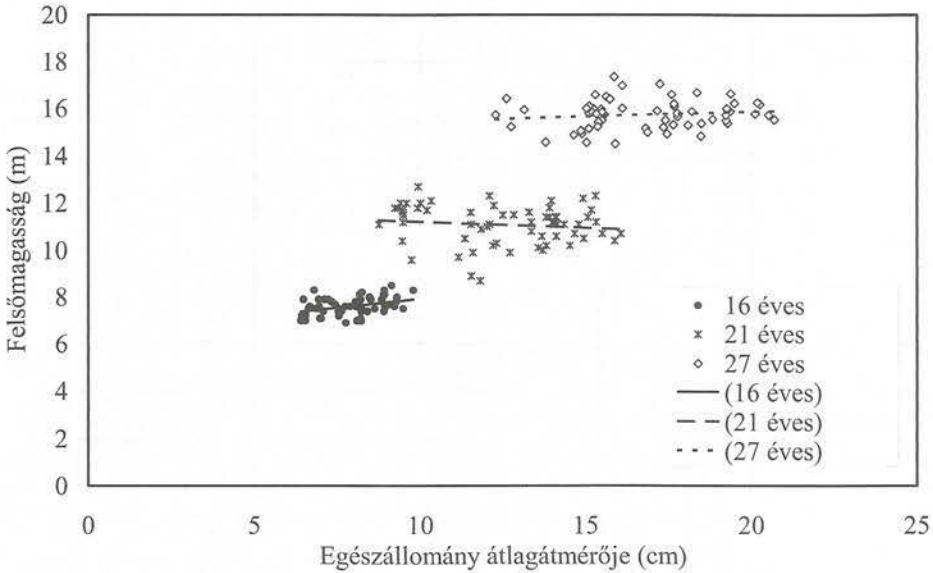


10. ábra Az átlagfa térfogatának alakulása az azonos kezelésű és ültetési hálózati parcellák átlagadatai alapján

Fig. 10. Trends of mean stem volume on the base of average values within identical experimental blocks

Egy korábbi cikkünkben (Veperdi, G., Veperdi I. 1998) részletesen elemeztük a felsőmagasság változását a fenyő (erdei-, fekete- és lucfenyő) ültetési hálózati kísérletekben. A cikkben kitértünk többek között a Pölöske 17 C2, D2 erdőrészletben lévő lucfenyő kísérleti terület első két faállomány-felvételének kiértékelése során nyert tapasztalatainkra. E kísérleti tömb újbóli felvétele és kiértékelése lehetőséget nyújt az említett cikkben közölt elemzés bővítésére.

Elsőként a *felsőmagasság és az átlagátmérő összefüggését* elemeztük (11. ábra). A vizsgálati eredmények szerint a fenyőkre általában jellemző, 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 átlag-átmérőjű állományok felsőmagassága alacsonyabb értéket mutat. Ez egyaránt vonatkozik mindhárom fenyőfajra. A lucfenyő esetében ez az „átfordulás” már 21 éves korra bekövetkezett. A 11. ábra alapján azonban megállapítható, hogy a lucfenyőnél ez a jelenség nem teljesen egyértelmű.



II. ábra A felsőmagasság az átlagátmérő függvényében

Fig. II. Top height in a function of mean diameter

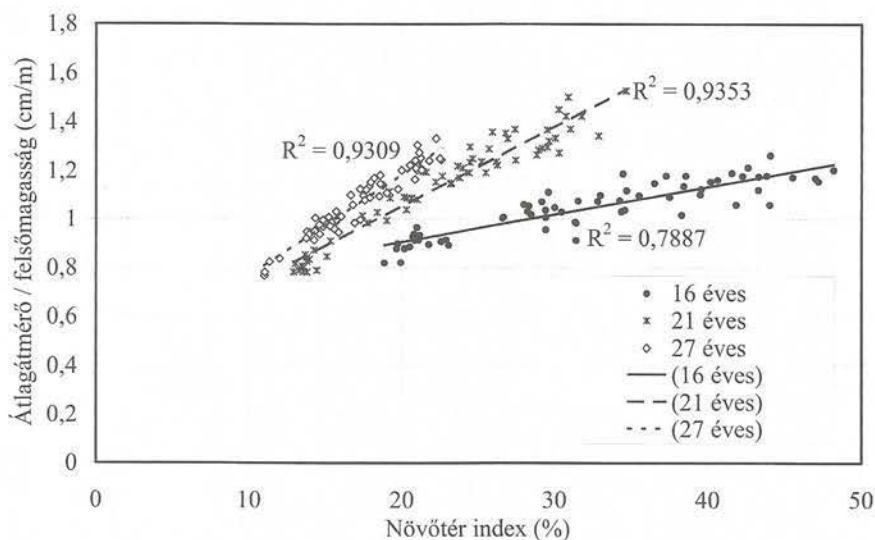
A faállomány 27 éves korára ez az összefüggés csaknem teljesen eltűnt, a korrelációs együttható (r) értéke ugyanis alig 0,146. Megállapítható tehát, hogy a lucfenyőnél – a jelen kísérleti terület tanúsága szerint – 27 éves korra nem alakult ki az a faállomány-szerkezeti kép, mint a *Pinus* fajok esetén, hogy azonos, vagy közel azonos termőhelyen a *felsőmagasság fordított arányban áll az átlagos mellmagassági átmérővel*.

A 12. ábrán az *egészállomány átlagátmérője és a növtér közötti összefüggést* vizsgáltuk. Az egyes parcellák értékeinek – a fatermesi osztály terén mutatkozó esetleges eltérések miatti – korrekciója céljából az átlagátmérő-adatokat elosztottuk a felsőmagasság értékével. Az így kapott hányadosokat a növtér index függvényében ábráztuk. (Ezen az ábrán független változóként a növtér index szerepel, a tágabb ültetési hálózatok adatai az ábra jobb oldalán, a sűrűbbek pedig a bal oldalon találhatóak.)

Az összefüggés szemmel láthatóan pozitív és az ábrák tanúsága szerint jól számszerűsíthető. Ki kell azonban hangsúlyozni, hogy a faállományok életkorának előrehaladtával ez az összefüggés egyre erősebb. A 12. ábrán az egyes adatsorokhoz hozzárendelt trendvonalak mellett feltüntettük azok determináltsági együtthatóinak az értékeit, amelyek a kor előrehaladtával meghaladják a 0,9 értéket, vagyis szoros összefüggésre utalnak.

A Pölöske 17 C2, D2 lucfenyő ültetési hálózati és erdőnevelési kísérleti terület eddigi faállomány-felvételi adatainak kiértékelése után – a faállomány 27 éves korában – *még korai lenne konkrét javaslatokat tenni* az optimális ültetési hálózat, illetve az erdőnevelési eljárások vonatkozásában. Amint a fentebb leírtakból kitűnik, csupán a két legsűrűbb hálózati variációt (1, 2) lehetséges érdemben összehasonlítani. Meg szükséges azonban jegyezni, hogy erre az esetre is vonatkozik a fentebb tett megállapításunk, hogy a végleges kiértékeléskor nem csupán a hektáronkénti élőfa-készletet és összes fatermést szükséges egybevetni, hanem az előhasználatok és a véghasználat során kitermelendő faválasztékok értékét is. Végző soron erre utal a kísérlet eredeti célkitűzéseiben megjelölt célátmérő (35 cm) is.

Magától értetődik a kísérleti terület további rendszeres felvételeinek és kezelésének a szükségessége. Különösen a legutóbbi adatfelvétel után vált nyilvánvalóvá, hogy a komplex



12. ábra Az átlagátmérő és a felsőmagasság hányadosa a növőtér-index függvényében

Fig. 12. Proportion of mean diameter and a top height in a function of spacing index of Hart-Becking

kiértékelés – beleértve az eltérő hálózati és kezelési parcellák vastagsági méretcsoportonkénti törzsszám-eloszlásának vizsgálatát – a faállomány korának előrehaladtával egyre árnyaltabb és bővebb ismereteket nyújt a lucfenyvesek növekedéséről a hálózat és a nevelővágások függvényében.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A szerzők ez úton szeretnék köszönetüket kifejezni az ERTI Erdőművelési és Fatermési Osztálya mindazon munkatársainak – *Török Miklós* csoportvezető technikusnak, *Hunyadi László* vezető technikusnak, *Szabó Gyula* technikusnak, – akik a cikkben említett kísérleti blokk faállomány-felvételben részt vettek. Lelkiismeretes és pontos munkájuk nélkül a szóban forgó terület néhány éven belül elveszítette volna kísérleti jellegét.

IRODALOMJEGYZÉK

- Birc O., Kiss R., Márkus L., Solymos R., Tallós P. 1962. A hosszúléjárati erdőnevelési és fatermési kísérleti területek kitérésének, felvételének és fenntartásának irányelvei Bp., Erdészeti Kutatások, Vol. 58:217–259. Bp.
- Solymos R. 1973. A lucfenyő-állományok szerkezetének és fatermésének vizsgálata. Bp., Erdészeti Kutatások, Vol. 69:125–143. Bp.
- Solymos R. 1975. Fenyőtermesztésünk fejlesztése és az ültetési hálózat. Erdőgazdaság és Faipar, 23. évf. 7 :16–20. Bp.
- Veperdi G., Veperdi I. 1998. A felsőmagasság változásának vizsgálata fenyő ültetési hálózati kísérletekben. Erdészeti Kutatások, Vol. 88:207–220. Bp.
- Veperdi I. 2000. Pölöske 17 C2, D2 Lucfenyő ültetési hálózati kísérlet. ERTI kutatási jelentés. Bp.

ERDŐVÉDELEM

A MAKKMOLY ÉS MAKKORMÁNYOS LÁRVÁK KIBÚJÁSI IDŐSZAKÁNAK VIZSGÁLATA ÉS ENNEK GYAKORLATI VONATKOZÁSAI

EXAMINATION OF THE EMERGENCE PERIOD OF ACORN WEEVIL AND ACORN MOTH LARVAE AND ITS PRACTICAL RELATIONS

HIRKA ANIKÓ¹, CSÓKA GYÖRGY¹

ÖSSZEFOGLALÁS

Az összel begyűjtött makkokból a makkmoly és makkormányos lárvák a korábbi véleményekkel ellentétben csak hosszú időn keresztül, 48-77 nap alatt távoznak. Kibújási időszakuk november végéig, december elejéig elhúzódik, így még november második felében is a rovarkárosított makkok jelentős része szemre épnek látszik. Azaz a begyűjtéskor szemrevételezéssel nem lehet a makk készlet rovarfertőzöttségét biztonsággal megállapítani, csupán a metszéses próba adhat elfogadható eredményt.

A makkban kifejlődő és azt elhagyó lárvák száma, valamint a makkon található kibújási nyílások száma között gyakorlatilag nincs összefüggés. Egyes esetekben akár 11 lárva is elhagyhatja a makkot egyetlen lyukon keresztül. E két vizsgálati eredmény alapján megfogalmazott ajánlások a gyakorlat számára is hasznosak lehetnek.

KULCSSZAVAK: tölgyek, *Quercus*, tölgymakk, makkormányosok, makkmolyok, kibújás, makkgyűjtés, maktárolás

ABSTRACT

Contrary to earlier opinions the larvae of acorn weevils and acorn moths leave the acorns a long time (48-77 days) after collection of the acorns. The emergence period can last until late November, early December. It means that a considerable part of the damaged acorns appear undamaged even in the second half of November. So at the time of collection (i.e. mid October) the ratio of damaged acorns can be correctly evaluated only by dissecting the acorns.

The number of larvae that developed in an acorn cannot be estimated by counting emergence holes, because no correlation between these two numbers has been found. In extreme cases even 11 larvae leave the acorn through a single emergence hole. Based on these two results recommendations are given for the forestry practice.

KEYWORDS: oaks, *Quercus*, acorn, acorn weevils, acorn moths, larva emergence, acorn collecting, acorn storing

BEVEZETÉS

A tölgyek (beleértve a csert is) a magyar erdők 32,4%-át teszik ki. Mesterséges felújításukhoz, illetve a pótlásokhoz a legszerényebb becslések szerint éves átlagban legalább 1000 tonna makkra van szükség (Hirka 2003). Mivel a tölgyek makktermése közismerten ingadozó, e makkmennyiség előteremtése gyakran jelentős nehézségekkel jár. Minden olyan ismeret, ami az összegyűjtött és tárolt makk készletek hatékonyabb felhasználását eredményezheti, számottevő és közvetlen gyakorlati jelentőséggel bír.

¹ Erdészeti Tudományos Intézet, Mátrafüredi Kísérleti Állomás

ANYAG ÉS MÓDSZER

A vizsgálatok 3 éven keresztül folytak. Helyszínenként és fafajonként (1. táblázat) 500-500 makkot gyűjtöttünk be a talajról szeptember végén, október elején.

1. táblázat Az egyedi nevelési minták év, fafaj és származási hely szerint

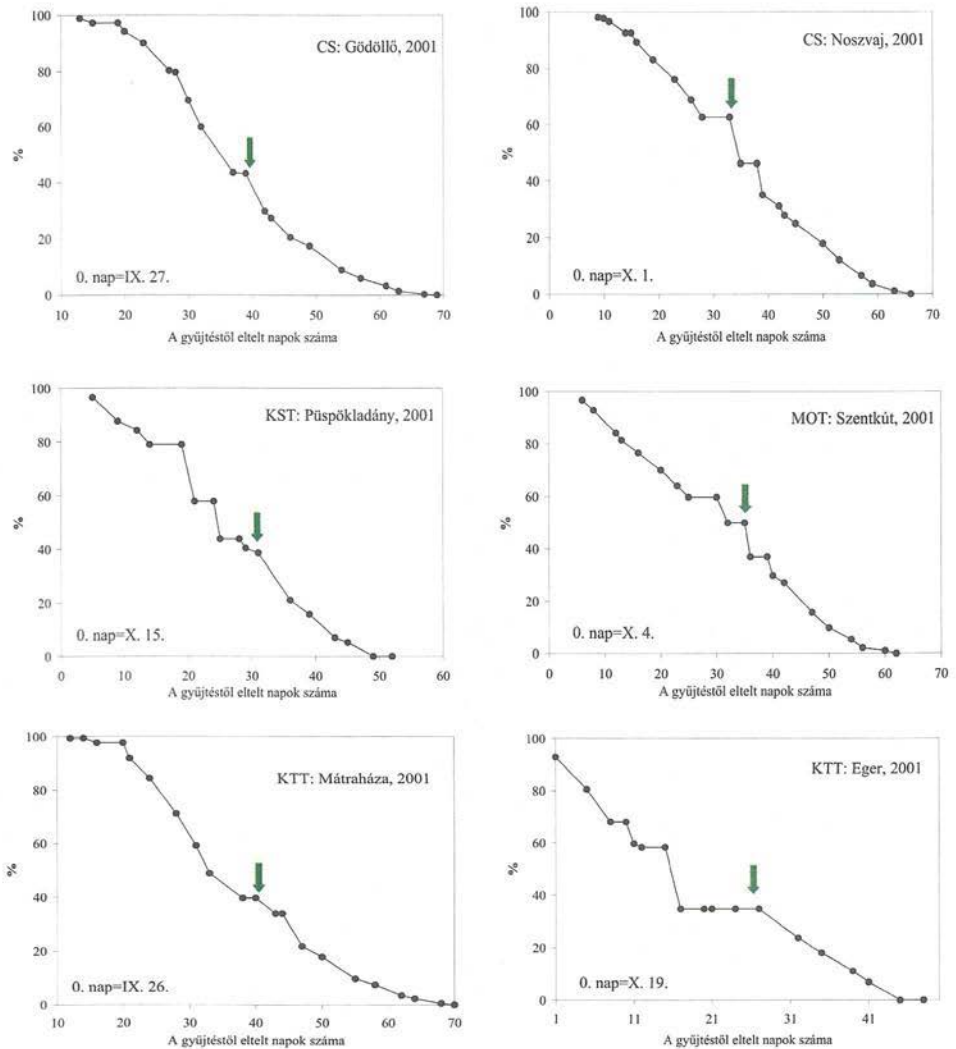
Table 1. Individual rearing samples according to the year, tree species and provenance

Hely/Fafaj	CS	KST	KTT	MOT
Asóthalom	-	2002	-	-
Csákvár	-	-	-	2000
Eger	-	-	2001	-
Füzér	-	-	2002	-
Gödöllő	2000, 2001, 2002	2000, 2001, 2002	-	-
Gyula	-	2000	-	-
Mátrafüred	2002	-	2000, 2002	-
Mátraháza	-	-	2001	-
Noszvaj	2000, 2001	-	2000	-
Püspökladány	-	2001	-	-
Szentkút	-	-	-	2000, 2001, 2002

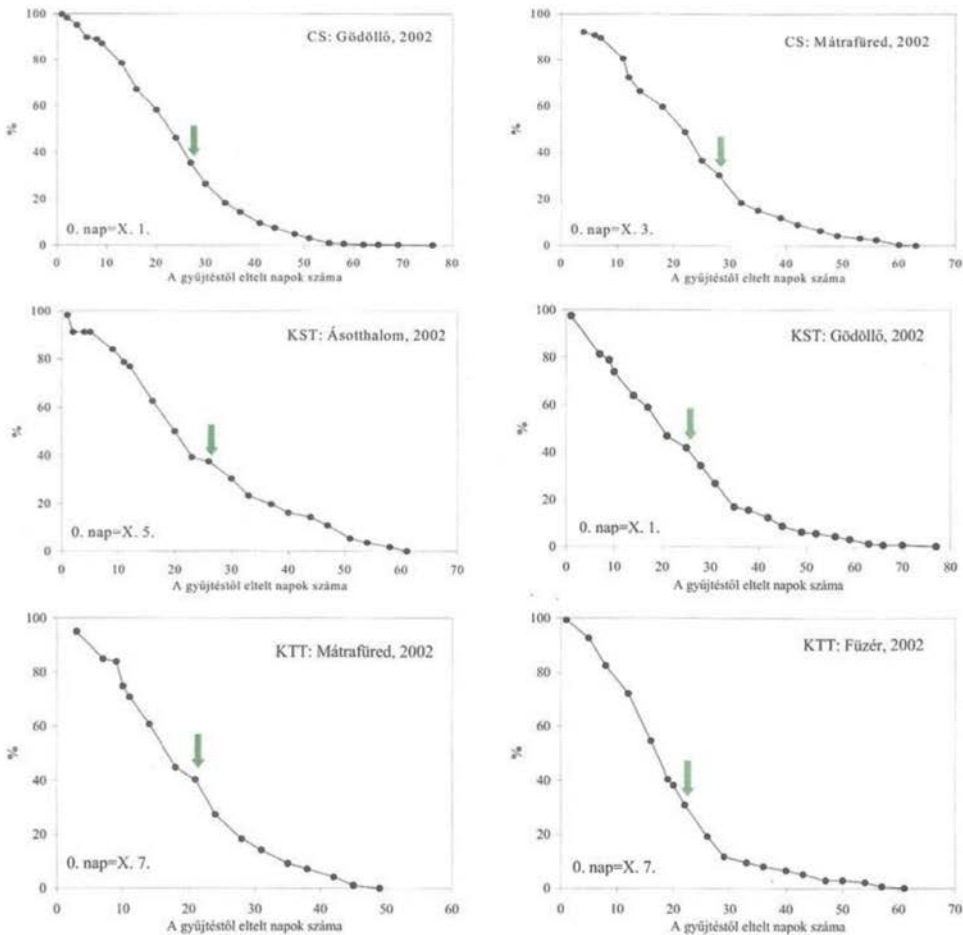
A makkokat egyenként, hálóval ellátott tetejű műanyag fiolákba, majd a jobb kezelhetőség érdekében 150-esével tároló rekeszekbe helyeztük, és a továbbiakban fűtetlen, fagymentes helyiségben tároltuk. A fiolákba helyezéskor mértük a makkok tömegét, hosszát, átmérőjét, feljegyeztük a rovarszúrások helyét és számát, majd hetente kétszer ellenőriztük a lárvakibújást, feljegyeztük a kibújás idejét, a lárvák számát, tömegét és faját (makkmolyok esetében), valamint a kibújási nyílások számát. Ebben a közleményben a kapott nagy mennyiségű információból csupán két eredmény bővebb kifejtésére kerül sor.

EREDMÉNYEK ÉS MEGVITATÁSUK

Lárvák kibújás-menete



1. ábra Épnek látszó, de „férges” makkok aránya a begyűjtéstől eltelt idő függvényében, 2001-ben
 Fig. 1. Ratio of looking as sound, but “wormy” acorns as a function of the time passed from the collection, in year 2001



2. ábra Épnek látszó, de „férges” makkok aránya a begyűjtéstől eltelt idő függvényében, 2002-ben
Fig. 2. Ratio of looking as sound, but “wormy” acorns as a function of the time passed from the collection, in year 2001

Az 1. és 2. ábrán 6, 2001. évi és 6, 2002. évi mintán mutatjuk be a karpofág lárvák kibújásmenetét. Szembetűnő, hogy a lárvák kibújása meglehetősen hosszú időintervallumban zajlik. 2001-ben a 6 minta átlagos kibújási intervalluma 62 nap (48-70 nap), 2002-ben pedig 65 nap (49-77 nap). Ezek az értékek lényegesen eltérnek a Vicze (1965) által megadott értékektől, aki szerint a makkormányos lárvák 50%-a a makk lehullását követő két nap alatt elhagyja a makkot. Néhány példa az ettől jelentősen eltérő adatokra (az ábrákon nyilak jelölik az alábbiakban példaként említett értékeket):

CS (Gödöllő, 2001): A mintát IX. 27-én gyűjtöttük. A gyűjtéstől eltelt 39. napon a férges makkok 43,3%-a még épnek látszik.

CS (Noszvaj, 2001): A mintát X. 1-én gyűjtöttük. A 33. napon a férges makkok 62,7%-a még épnek látszik.

MOT (Szentkút, 2001): A mintát X. 4-én gyűjtöttük. A 35. napon a férges makkok 50%-a még épnek látszik.

KTT (Mátraháza, 2001): A mintát IX. 26-án gyűjtöttük. A 40. napon a férges makkok 39,7%-a még épnek látszik.

KST (Ásotthalom, 2002): A mintát X. 5-én gyűjtöttük. A 26. napon a férges makkok 37,5%-a még épnek látszik.

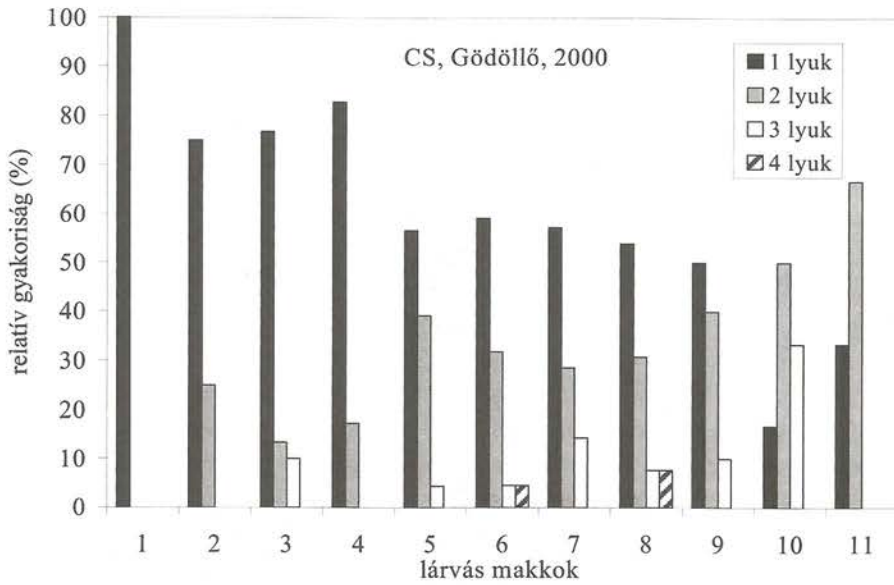
KST (Gödöllő, 2002): A mintát X. 1-én gyűjtöttük. A 25 napon a férges makkok 41,9%-a még épnek látszik.

Az általam tapasztalt kibújási intervallum némileg közelebb áll (de annál is jelentősen hosszabb) a *Mátyás* (1961) által megadott időtartamhoz, aki szerint az összes lárvá kibújása átlagosan 46 napot vesz igénybe. A lárvakibújások elhúzódásának legvalószínűbb oka az elhúzódó (júliustól szeptemberig tartó) peterakási időszak.

Ennek az igen hosszú és korábban jelentősen alábecsült kibújási intervallumnak egyébként számottevő közvetlen gyakorlati vonatkozásai is vannak. Közvetlenül a begyűjtést követően hiába válogatjuk át a lehető legnagyobb gondossággal makk készletünket, a rovarkárosítottság mértékét a leggondosabb mintavétellel sem tudjuk ebben az időszakban megállapítani. Makkhullásra vonatkozó, itt nem ismertetett eredményeink szerint (*Hirka 2003*), valamint irodalmi adatok alapján is (*Vicze 1966*), a rovarfertőzött makkok hullási ideje között nincs konzekvens, évről évre fennálló különbség, azaz, a rovarkárosított makkok hullhatnak az egészségesek előtt, azokkal együtt, sőt, azokat követően is. Így tehát a késleltetett makkgyűjtéssel (már ahol ez a vadállomány miatt egyáltalán szóba jöhet) sem tudjuk elegendő mértékben csökkenteni a begyűjtött makk készletben a rovarkárosított makkok arányát.

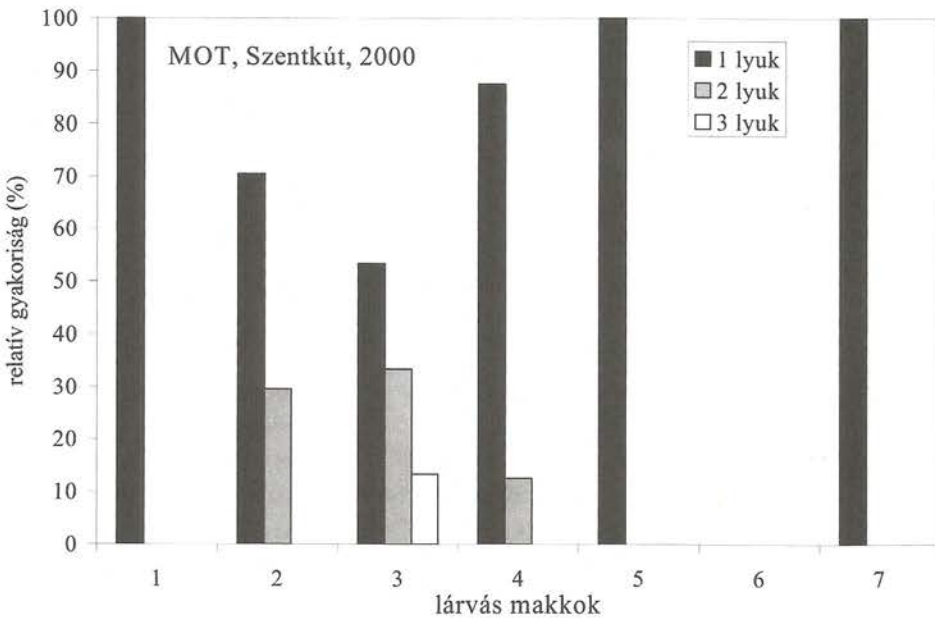
A begyűjtéskor 100%-ban épnek ítélt makk készletben tehát egészen november végéig, december elejéig „növekedni fog” a rovarkárosított, lyukas makkok aránya. Ennek pedig egyéb vizsgálataink szerint, jelentős közvetlen, illetve közvetett hatása is van a tárolt makk tavaszi csírázóképeségére (*Hirka és Csóka 2000, 2001a, b, 2002a, b*). A távozó lárvák kibújási nyílásaikkal mintegy „fertőzési kaput” nyitnak számos, a makk felületén élő gombafajnak (*Andersson 1992, Kristek 1973, Hrasovec és mtsai 1996, Hirka és Csóka 2001b, 2002a*). A fertőzési nyíláson keresztül a gomba bejut a makk belsejébe, és a tápanyagban dús közegen tömegesen elszaporodik, megfertőzheti és elpusztíthatja a csírá. Vizsgálataink szerint minél több rovarkárosított makk található a tárolt készletben, annál több, rovarok által meg nem támadott makk veszíti el csírázóképeségét gombafertőzés következtében. Csak egy november végi, december eleji átválogatással (illetve mintavétellel) nyerhetünk pontos információt a makk készlet rovarkárosítottságának mértékére vonatkozóan. Természetesen ezt kiválthatja egy, a gyűjtéssel egy időben, reprezentatív mintán végzett vágásos próba is. Ezt a próbát azonban a gyakorlatban általában nem túl gyakran végzik el, valamint ezzel még nem csökkentettük a makk készlet károsítottságát.

Összefüggés a makkban kifejlődött lárvák és a kibújási nyílások száma között



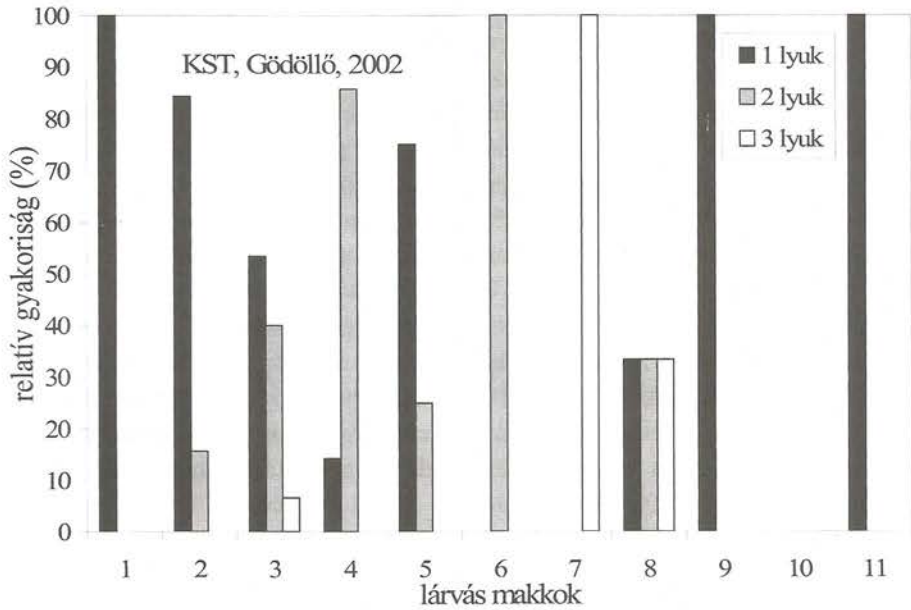
3. ábra A kibújási nyílások és a makkban kifejlődött karpofág lárvák száma (CS: Gödöllő, 2000)

Fig. 3. Number of emergence holes and carpophagous larvae developed in the *Quercus cerris* acorn (Gödöllő, 2000)

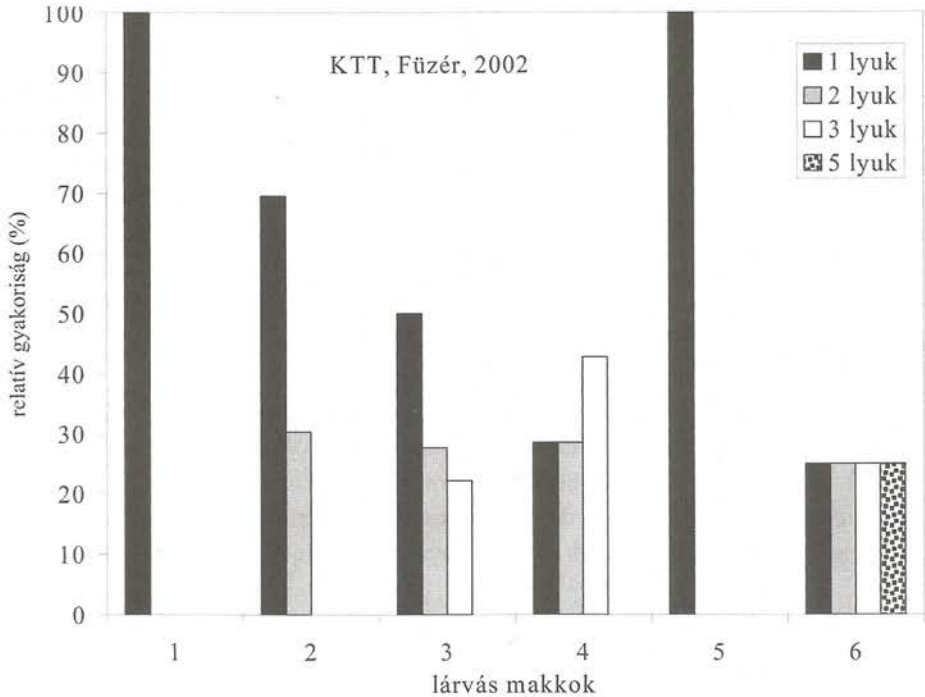


4. ábra A kibújási nyílások és a makkban kifejlődött karpofág lárvák száma (MOT: Szentkút, 2000)

Fig. 4. Number of emergence holes and carpophagous larvae developed in the *Quercus pubescens* acorn (Szentkút, 2000)



5. ábra A kibújási nyílások és a makkban kifejlődött karpofág lárvák száma (KST: Gödöllő, 2002)
Fig. 5. Number of emergence holes and carpophagous larvae developed in the *Quercus robur acorn* (Gödöllő, 2002)



6. ábra A kibújási nyílások és a makkban kifejlődött karpofág lárvák száma (KTT: Füzes, 2002)
Fig. 6. Number of emergence holes and carpophagous larvae developed in the *Quercus petraea acorn* (Füzes, 2002)

A makkok fertőzöttségét, illetve életképességüket gyakran a rajtuk lévő kibújási nyílások megléte, vagy hiánya alapján értékelik, feltételezve azt, hogy egy kibújási nyíláson egy lárva, kettőn keresztül két lárva, stb. bújt ki a makkból. Már *Vicze* (1965) is utal arra, hogy esetenként egy lyukon keresztül több lárva is elhagyhatja a makkot, de ezt a megfigyelést nem számszerűsíti. Vizsgálataink szerint, mint ahogyan azt a 3.-6. ábrák is érzékeltetik, a sziklevel károsodására, a csírák állapotára nem lehet, illetve nem érdemes következtetni a makkon lévő kibújási nyílások száma alapján. A makkban kifejlődő és később azt elhagyó lárvák száma és a makkon található kibújási nyílások száma között ugyanis gyakorlatilag nincs összefüggés.

Egyedül a cser esetében figyelhető meg némi összefüggés, nevezetesen az 1 lyukas makkok relatív gyakorisága csökken, a 2-3-4 lyukas makkok gyakorisága pedig értelemszerűen növekszik a lárvaszám növekedésével. Érdekességként megemlíthető, hogy egy cser, illetve kocsányos tölgy makkon lévő egyetlen kibújási nyíláson keresztül akár 11 lárva is elhagyhatja a makkot.

Molyhos tölgy, kocsányos tölgy, ill. kocsánytalan tölgy esetében semmilyen összefüggés nem ismerhető fel.

Javaslatok a makkok begyűjtésére vonatkozóan

A kifejlett egészséges és rovarfertőzött makkok hullási ideje között nincs konzekvens, évről évre fennálló különbség. Ennek ellenére a makk begyűjtését lehetőség szerint késleltetni célszerű, mert későbbi gyűjtésnél a kibújási nyílások jelenléte révén a károsított makkok egy része már jól elkülöníthető az egészségesektől.

Begyűjtéskor a makk készlet rovarfertőzöttségét csak reprezentatív metszéses próbával lehet megnyugtató módon megállapítani. A makkormányos lárvák elhúzódó kibújása miatt ugyanis a rovarfertőzött makkok jelentős része még egy hónapi tárolás után is épnek látszik, és az egy makkon lévő kibújási nyílások száma alapján nem lehet a makkban kifejlődő lárvák számára, illetve a csíra állapotára következtetni.

A begyűjtést követően, a tárolandó készletben a lehető legkevesebb lyukas makkot szabad hagyni, mert a tárolt készletben a lyukas makkok jelenléte növeli a gombafertőzés esélyét, csökkentve még az ép makkok tavaszi csírázóképeségét is.

Amennyiben lehetséges, a tárolt makk készlet november végi, december eleji újraválogatása célszerű. Ekkorra a makkormányos lárvák döntő többsége már kibújt. Az átválogatás nyilvánvalóan munka- és költségigényes, de drágán beszerzett, a szükségeshez képest kisebb mennyiségben rendelkezésre álló készletek (pl. kocsányos tölgy) esetében feltétlenül rentábilis.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönetet mondunk azoknak a kollégáknak, akik a mintákat rendelkezésünkre bocsátották. Köszönet illeti továbbá Kis Lászlónét és Kis Roland Andrást, akik a laboratóriumi vizsgálatokban nyújtottak segítséget. Vizsgálatainkat az OTKA T034774 sz. pályázata támogatta.

IRODALOMJEGYZÉK

- Andersson, C. 1992: The effect of weevil and fungal attacks on the germination of *Quercus robur* acorns. *Forest Ecology and Management*, 50: 247-251.
- Hirka A. 2003: Vizsgálatok a magyarországi tölgyek karpofág rovaraival. PhD értekezés, Sopron
- Hirka A., Csóka Gy. 2000: Indirect effects of carpophagous insects on germination success of stored acorns. Hlavac P.; Reinprecht L.; Gáper J. (eds) 2000: Proceedings of the conference on "Ochrana lesa a Lesnicka fytopatologia 2000" 51-56.
- Hirka A., Csóka Gy. 2001a: Egyes karpofág rovarok közvetett negatív hatása tárolt tölgyemlék csíráképességére. *Növényvédelmi Tudományos Napok Összefoglalói*, 50.
- Hirka A., Csóka Gy. 2001b: Új szempont a tölgyemlék téli tárolásának eredményességére vonatkozóan. In: Mátyás Cs., Führer E., Tóth J. (szerk.) 2001: Gondolatok az erdő-védelemről az ezredfordulón. Az MTA Erdészeti Bizottsága és az Erdészeti Tudományos Intézet jubileumi ülése Pagony Hubert és Szontagh Pál 75. születésnapja alkalmából. Az ERTI kiadványai 15. 81-86.
- Hirka A., Csóka Gy. 2002a: Egyes karpofág rovarok közvetett negatív hatása tárolt tölgyemlék csíráképességére. *Növényvédelem*, 38 (4), 157-161.
- Hirka A., Csóka Gy. 2002b: Adalékok a tölgy karpofág rovarok jelentőségének megítéléséhez. *Mag kutatás, fejlesztés és környezet*. XVI. (1.), december, 22-24.
- Hrašovec, B., Glavaš, M., Diminić, D., Margaletić, J. 1996: Štetnici i bolesti sjemena hrasta, obične jele, smreke i crnoga bora. *Pests and diseases of oak, fir, spruce and Austrian pine seed*. Hrvatsko Šumarsko društvo. 35-44.
- Kristek, J. 1973: The damage to acorns by forest insects. *Lesnictví* 19 (11), 1029-1054.
- Mátyás V. 1961: A magtermés fokozása. 111-2. Zárójelentés, ERTI
- Vicze E. 1965: A *Balaninus (Curculio)* fajok biológiájának vizsgálata a védekezési lehetőségek szempontjából. *Erdészeti Kutatások* 61: 291-307.
- Vicze E. 1966: A rovarkárosított tölgyemlék hullási periódusai. *Erdészeti Kutatások*, 62, 1-3. 327-333.

ELŐZETES VIZSGÁLATI EREDMÉNYEK A HAZAI MÉZGÁS ÉGER (*ALNUS GLUTINOSA*) ÁLLOMÁNYOK *PHYTOPHTHORA* OKOZTA BETEGSÉGÉRŐL

PRELIMINARY RESULTS OF INJURY ON DISEASE CAUSED BY *PHYTOPHTHORA* OF HOME COMMON ALDER (*ALNUS GLUTINOSA*) STANDS

KOLTAY ANDRÁS¹

ÖSSZEFOGLALÁS

2001-ben az ERTI erdővédelmi osztálya többéves kutatási programot indított az éger erdők fitoftórás pusztulásával kapcsolatosan. A hazai éger állományok nagyobb része ültetvényszerűen telepített síkvidéki lápi égeres és csak kisebb részben hegyvidéki patakmenti állomány. Az előzetes felmérések során 57 lápi égerest és közel 50 km hosszan patakmenti állományokat jártunk be. 2002-ben 20 mintapontot létesítettünk a hosszú távú vizsgálatok céljára. Az eddigi vizsgálatok eredményeként megállapítottuk, hogy a lápi égeresek 83 %-a, míg a patakmenti égeresek 78 %-a fertőzött a kórokozóval. Az állományok átlagos fertőzöttsége 1-5 %, de egyes esetekben elérte a 30-60 %-os értéket. A patakmenti égeresek esetében a fertőzött egyedek száma szignifikánsan csökkent a medertől távolodva, ugyanakkor a gombafertőzés a fák szociális helyzetével nem volt összefüggésben. Ezzel szemben a síkvidéki állományokban az alászorult egyedeken nagyobb számban fordult elő a kórokozó. A *Phytophthora*-val fertőzött egyedeken többnyire nem találtunk kéregsérüléseket, ami arra utal, hogy nem feltétlenül szükséges mechanikai sebzés a fertőzések bekövetkezéséhez. Az eddigi vizsgálatok alapján arra lehet következtetni, hogy hazánkban a *Phytophthora* okozta pusztulások 4-8 éve jelentek meg.

KULCSSZAVAK: *Phytophthora*, enyves éger, *Alnus glutinosa*, égerpusztulás

ABSTRACT

In 2001, the Department for Forestry Protection of the Forestry Research Institute launched a several-year-long research programme on the decay of common alder caused by *Phytophthora* sp. Majority of Hungarian alder groves are planted on flat bogs and only a smaller part can be found on raised bogs along brooks. During the preliminary surveys, 57 stands on flat bogs and groves along brooks at an almost 100 km length were scouted. We concluded from the data recorded up to now that 83% and 78% of the flat and raised bogs, respectively are infected with the pathogen. Average disease incidence was 1-5%, but in certain cases, it reached 30-60%. In case of alder trees along the brooks, the number of infected trees significantly decreased with the distance from the watercourse, at the same time, fungal infection was not related to the association of the trees. To the contrary, in case of alders on flat bogs, disease incidence was higher on trees growing below the others. No bark injuries were found on the majority of trees infected with *Phytophthora*, indicating that mechanical injuries are not obviously necessary for the infection. It can be concluded from the pre-liminary results that decay caused by *Phytophthora* appeared 4-8 years ago in Hungary.

KEYWORDS: *Phytophthora*, *Alnus glutinosa*, Alder decline

¹ Erdészeti Tudományos Intézet, 1023 Budapest, Frankel Leó u. 42-44.

BEVEZETÉS

Magyarországon a faállománnyal borított erdőterületeken belül az éger részaránya 2,9 %, ami 47 403 hektár erdőt jelent. (Szabó, 1996) Az állományokat túlnyomórészt mézgas éger (*Alnus glutinosa*) alkotja, míg a hamvas éger (*Alnus incana*) és a havasi éger (*Alnus viridis*) jóval ritkábban fordul elő. A mézgas éger mindenütt megtalálható, ahol megfelelő számára a talajvíz mennyisége. Jelentősebb erdőgazdasági szerepe a síksági láperdőkben van, így többek között a Hanságban, Belső-Somogyban, az Ócsai lápon, a Nyírségben és a Bodrogközben, ugyanakkor ártéren általában alig található. A síkvidéki nedves, lápos termőhelyek mellett a patakpartok szegélyei mentén is jelentős az előfordulása. (1. ábra) A domb és hegyvidéki patakok völgyében az úgynevezett patakparti égerek akár 800 m-ig is felhatolhatnak, kiváló ökológiai folyosót alkotva a síkvidéki területek és a magasabb régiók között. (Danzky, 1973, Bartha és Máttyás, 1995)

A múltban erdővédelmi problémák alig jelentkeztek a hazai éger állományokban, eltekintve néhány, az éger ökoszisztémákhoz szervesen hozzátartozó, és az állományokkal dinamikus egyensúlyi helyzetben lévő károsítótól. Ugyanakkor az utóbbi években a hagyományos kárformák mellett, a tölgypusztuláshoz hasonló, leromlásos tünetek észlelhetők szerte az országban. A kialakult helyzetet kezdetben az elmúlt időszak szélsőségesen száraz, meleg időjárás tényezőivel magyarázták. E magyarázat az esetek egy részében elfogadhatónak tűnik, ám a nedves időszak beköszöntével a helyzet sok esetben nem változott, sőt esetenként romlott, ami arra utal, hogy egyéb tényezők is szerepet játszanak a pusztulások kialakulásában. (Varga, 2000)

A '90-es évek második felében számos, tragikus hangvételű cikk jelent meg a külföldi neves szaklapokban, amely az égerek új típusú megbetegedését ismerteti. (Erwin, 1996, Gibbs, 1996) A jelenségre 1993-94-ben Anglia Déli területein, a patakparti égerekben figyeltek fel először, majd a pusztulási hullám rohamosan terjedt Nyugat-Európa más országaiban is. (Brasier és mtsai, 1995, Gibbs és mtsai, 1999) 1995-ben már Hollandiából, Belgiumból, Németországból, majd röviddel később Dániából, Svédországból és a szomszédos Ausztria Keleti területeiről is jelezték a pusztulásokat. (Cech, 1997, 1998) A vizsgálatok során megállapították, hogy egy eddig, az égerre nézve teljesen veszélytelennek tűnő gomba idézi elő a jellegzetes tünetek kialakulását. (Gibbs, 1995) A kórokozó a *Phytophthora* fajok közé tartozik, de az eddig ismert fajok egyikével sem azonosítható. A nemzetközi, és később a hazai kutatások is igazolták, hogy egy új, úgynevezett fajhibrid alakult ki, amely agresszív tulajdonságai révén kedvező életfeltételeket talált az égeren. (Brasier és mtsai, 1999, Érsek, 2000)

A kórokozó gyors, nyugat-európai terjedése alapján várható volt, hogy Magyarországon is felbukkan előbb-utóbb a gomba. A '90-es évek végére ez bizonyítottan be is következett, mivel több kutató egymástól függetlenül megtalálta a jellegzetes tüneteket és magát a kórokozót. (Varga, 2000, Nagy és mtsai, 2000, Koltay, 2002) Az eddigi kutatások elsősorban taxonómiai kérdésekre irányultak, mivel nagy volt a valószínűsége, hogy a hazai elhalásokat is az új *Phytophthora* fajhibrid váltja ki. A gyors vizsgálatok igazolták a feltevést miszerint a Nyugat-Európában rohamosan terjedő fajhibrid jelent meg hazánkban is. (Érsek, 2000)

A tünetek leírásán és a taxonómiai meghatározáson túl nem történtek részletesebb, állomány szintű vizsgálatok a kórokozóval kapcsolatban. Még becült adataink sincsenek országos elterjedéséről és az általa előidézett tényleges károk mértékéről. Nem tudjuk, hogy milyen állományokban és hogyan terjed a kórokozó? Előfordul-e a síkvidéki és a hegyvidéki égerekben egyaránt, illetve mutatkozik-e összefüggés az erdők szerkezete, ökológiai viszonyai és a fertőzések kialakulása között? A kórokozó agresszivitásáról sincsenek megbízható adataink, nem tudjuk képes-e elpusztítani a megtámadott egyedeket, és ha igen, akkor milyen gyors az elhalás

üteme? Mindezek mellett fel kell tárnunk az égerek erdőfelújítási, erdőművelési technológiáinak, és a pusztulások kialakulásának, terjedésének összefüggéseit is.

Számos hasonló, az égerek jövője szempontjából kiemelkedően fontos kérdésre keressük a választ, az ERTI és az OTKA (T038309) által támogatott, 2001-ben megindított kutatások keretében, mivel csak a rövid és hosszabbtávú megfigyelések és vizsgálatok eredményeinek birtokában vállalkozhatunk arra, hogy reálisan értékeljük az égerek jövőjét, és segítséget nyújtunk megmentésükhöz. Ezt a célt szolgálja a hazai éger állományokban megkezdett széleskörű kutatási program.

ANYAG ÉS MÓDSZER

2001-ben az égerpusztulásokkal kapcsolatos előzetes, tájékoztató, a következő évek kutatásait megalapozó vizsgálatokat végeztük. Ennek során a lehetőségeinkhez mérten igyekeztünk minél szélesebb körben felmérni, a fitoftórás égerpusztulás országos helyzetét, területi előfordulását, megvizsgálva milyen eredetű, korú, és helyzetű állományokban jelentkezik elsősorban. Mindemellett vizsgáltuk, hogy a *Phytophthora* gomba által előidézett jellegzetes tünetek, elhalások milyen mértékben érintik az egyes állományokat, azaz milyen gyakori egy adott területen a kórokozó által fertőzött egyedek aránya, és ezek a tünetek mely fákban jelentkeznek, figyelembe véve az állományban elfoglalt helyüket, szociális helyzetüket.

A felmérések során 57, különböző korú síkvidéki, lápi éger állományt és közel 50 km hosszan ugyancsak különböző korú patakmenti égerest jártunk be az ország különböző területein. Az állományok egy részét erdészeti üzemtervek, másik részét ennek hiányában Silva GPS vevőkészülékkel meghatározott helyzete alapján azonosítottuk.

A területbejárások során felmértük a *Phytophthora* gombával fertőzött egyedek arányát az állományon belül, illetve feljegyeztük a fertőzött fák szociális helyzetét. A pusztulás jellegzetes tünetei - a korona kiritkulása, aprólevelűség, sárgulás, vékony ágak elhalása - több okra is visszavezethető és önmagában nem egyértelműen utal *Phytophthora* fertőzésre. Ugyanakkor a gombafertőzést a fenti tünetek mellett egyértelműen jelzik a törzsön és a gyökfőben megjelenő, barnás-fekete ún. „kátrányfoltok”, kéregnekrózisok. Éppen ezért az állományfelvételek során csak azokat a pusztuló egyedeket vettük figyelembe a fitoftórás pusztulás előfordulásának meghatározásakor, amelyeken az elhalási tünetek mellett a jellegzetesen elszíneződött kéregnekrózis jelei is mutatkoztak. (1, 2. kép)



1. kép *Phytophthora* fertőzés következtében pusztuló éger

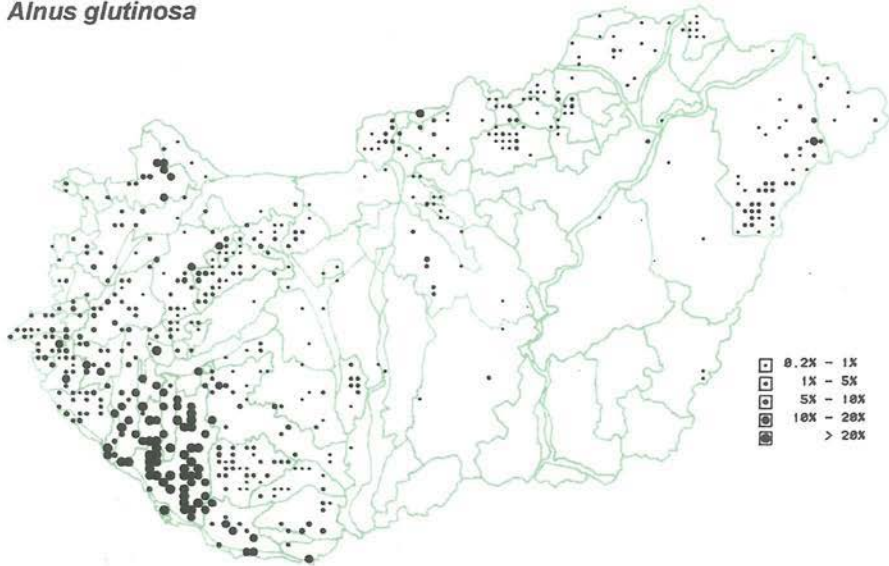
Pic. 1. *Phytophthora* infection and disease on Alder



2. kép A *Phytophthora* fertőzés nyomán kialakult jellegzetes „kátrányfoltok” alatt elhal a szíjács
Pic. 2. Tarry spots and died sapwood on *Phytophthora* infected trunk

2002-ben tovább folytattuk az országos állományfelvételeket, de ezen túlmenően a hosszabb távú vizsgálatok céljára 20 mintaterületet jelöltünk ki különböző korú és eredetű, *Phytophthora* gombával fertőzött éger állományokban. (1. ábra) A parcellákban 50 fát megszámoztunk, és egyedenkénti részletes vizsgálattal rögzítettük a fák egészségi állapotát. A jövőben évente két alkalommal - tavasszal és ősszel - ismételten elvégezzük a felvételeket. Az állandósított parcellákban végzett kutatások célja a kórokozó fertőzésmenetének feltárása, a tünetek megjelenésének és jellegzetességeinek leírása, valamint a pusztulások időbeni lefutásának a pontos megismerése. Mivel ezek a vizsgálatok ebben az évben indultak és a fentiekben vázolt kérdésekre csak több év adatait elemezve kaphatunk megbízható eredményeket, az alábbiakban csak a 2001-ben készült országos, előzetes felmérések eredményeiről számolunk be.

Alnus glutinosa



1. ábra A mézgas éger hazai elterjedése és a kijelölt mintaparcellák elhelyezkedése

Fig. 1. Investigation plots and distribution of Hungarian Alder stands

EREDMÉNYEK, KÖVETKEZTETÉSEK

Az előzetes vizsgálatok túlnyomó részét az ország nyugati felében a Dél-Dunántúlon, Zala és Somogy megyében végeztük. Itt található ugyanis a hazai éger állományok többsége, melyek zöme síkvidéki lápi égeres. E mellett az Északi középhegység területén több hegyvidéki, patakmenti égerest is bejártunk. (1. táblázat)

Valamennyi általam vizsgált régióban azonosítottuk a kórokozó által előidézett tüneteket, aminek alapján megállapítottuk, hogy a gomba - az éger állományok hazai elterjedését tekintve - országosan elterjedt. A területbejárások során a vizsgált 57 lápi éger állomány 83%-ában, míg a patakmenti égeresek 78%-ában találtunk jellegzetes tüneteket mutató, *Phytophthora* gomba által fertőzött vagy pusztult egyedeket. Megfigyeléseink szerint a fertőzések előfordulnak fiatal, középkorú és idős állományokban egyaránt, azaz megállapítottuk, hogy valamennyi korosztályú erdőt egyaránt érint a fitoftórás megbetegedés.

A területbejárások során vizsgáltuk az egyes állományok fertőzöttségi viszonyait, azaz megbecsültük az adott erdőrészleten belül a fertőzött egyedek arányát. A fertőzés mértéke területenként és erdőrészletenként is jelentős eltéréseket mutatott. Az összes vizsgált égerest tekintve az átlagos fertőzöttség 1-5 % körül mozog. Természetesen találtunk teljesen egészséges, és erősen fertőzött állományokat egyaránt. Egyes esetekben a *Phytophthora*-val fertőzött fák aránya elérte a 30-60 %-ot is. A fertőzéssel leginkább érintett állományokat a patakmenti égeres esetén a Börzsöny hegységben a Török patak mentén, míg a lápi égeresek közül Hévíz mellett valamint a Balatontól délre a Somogy megyei Kaszó pusztá térségében észleltük.

A beteg fák állományon belül elfoglalt helyzetét tekintve - hasonlóan a külföldi megfigyelésekhez - azt tapasztaltuk, hogy a patakmenti állományokban a medertől távolodva csökken a fertőzött egyedek száma, és nem mutatkozik összefüggés a fák szociális helyzete, valamint a fertőzöttség kialakulása között. Ugyanakkor a síkvidéki, lápi égeres esetében az alászorult, hármas vagy négyes szociális helyzetű egyedeken gyakrabban jelentkezett a fitoftórás fertőzés. Egyelőre nem tudjuk, hogy a fertőzés következtében maradt vissza növekedésében az egyed, vagy a kórokozó a már alászorult, feltehetően fiziológiailag gyengébb fát támadta e meg?

Az irodalmi adatok utalnak arra is, hogy a gomba esetleg sérüléseken keresztül fertőzi a fákat. Az eddigi megfigyeléseink ezt nem támasztják alá egyértelműen, mivel az általunk vizsgált beteg fákon csak néhány esetben figyeltünk meg kéregsérüléseket. Mindez természetesen nem jelenti azt, hogy a fertőzés bekövetkezése idején nem lehetett kisebb sérülés a kérgen illetve a gyökfőben, amely elősegítette a gomba behatolását, majd a későbbiek során a seb begyógyult, eltűnt. A kérdés tisztázása további vizsgálatokat kíván.

A kórokozóval fertőzött fákon, az esetek többségében egyértelműen mutatkoztak a koronában a jellegzetes, pusztulásra utaló tünetek, ugyanakkor néhány esetben a törzsön, illetve a gyökfőben megjelent sötét színű kéregnekroízisok mellett az adott egyed koronája még teljesen egészségesnek tűnt. Megítélésünk szerint ezeken a fákon a fertőzés még viszonylag friss lehetett, és a kéreg illetve a szállítószövet elhalása még nem volt olyan mértékű, amely megmutatkozott volna a korona elhalásában is. Ugyanakkor számos esetben talákoztunk olyan fákkal, amelyek koronája jellegzetesen leromlott állapotot tükrözött, de sem a törzsön sem a gyökfőben nem találtunk a kórokozóra jellemző kéregnekroízisokat. Mivel a pusztulási tüneteket a gombán kívül más biotikus és abiotikus tényező is előidézheti, ezeket az egyedeket nem tekintettük bizonyítottan *Phytophthora* gombával fertőzöttnek.

A vizsgálatok további célja volt adatokat gyűjteni a hazai fitoftórás égerpusztulás kezdeti megjelenésének, fellépésének meghatározásához. Egyelőre csak a helyi szakemberek megfigyeléseire, leírásaira támaszkodhatunk, melyek szerint a jellegzetes és nagyobb arányú fitoftórás elhalások a Börzsöny hegységben 4-6 éve, míg a somogyi területeken 7-8 éve, más vélemények szerint akár 10 éve is elkezdődhetnek. A kezdetek pontos meghatározása a jövő feladata. Reményeink szerint a tervezett évgyűri vizsgálatokkal viszonylag jól behatárolható lesz a kórokozó hazai megjelenése és szélesebb körben való elterjedése.

A következő években tovább folytatjuk az országos felvételeket a gomba elterjedése és az általa okozott károk pontosabb meghatározása céljából, de e mellett egyre nagyobb hangsúlyt kap a mélyebb összefüggések feltárása végzett intenzív kutatás a kijelölt mintaparcellákban.

IRODALOMJEGYZÉK

- Bartha D. és Mátyás Cs. (1995): Erdei fa- és cserjefajok előfordulása Magyarországon. Sopron, ISBN 963 7180 370.
- Brasier, C.M., Cooke, D.E.L. and Duncan, J.M. (1999): Origin of a new *Phytophthora* pathogen through interspecific hybridization. Proc. Natl. Acad. Sci. USA Vol. 96, pp. 5878-5883, May.
- Brasier, C.M., Rose, J. and Gibbs, J.N. (1995): An unusual *Phytophthora* associated with widespread alder mortality in Britain. Plant Pathology 44, 999-1007.
- Cech, T.L. (1997): *Phytophthora* - Krankheit der Erle in Österreich. Forstschutz Aktuell, 19/20: 14-16.
- Cech, T.L. (1998): Alder decline in Austria. Disease/Environment Interactions in Forest Decline. Proceedings, Viena Austria March 16-21.

- Danszky, I. (in szerk.) (1973): Erdőművelés. Mezőgazdasági könyvkiadó.
- Érsek T. (2000): Új kihívás a növényvédelemben: Fitoftóra-fajhibridek. Növényvédelmi Tanácsok, 9. (5) pp.18-20.
- Erwin, D.C., and Ribeiro, O.K. (1996): *Phytophthora* diseases worldwide. The American Phytopathological Society, St. Paul, MN. 562 pp.
- Gibbs, J., and Lonsdale, D. (1996): *Phytophthora* Disease of Alder: the situation in 1995. Research Information Note 277, For. Comm. UK.
- Gibbs, J.N. (1995): *Phytophthora* root disease of alder in Britain. EPPO Bull. 25. pp. 661-664.
- Gibbs, J.N., Lipscombe, M.A. and Peace, A.J. (1999): The impact of *Phytophthora* disease on riparian population of common alder (*Alnus glutinosa*) in Southern Britain. Eur. J. For. Path. 29. pp. 39-50.
- Koltay A. (2002): Előzetes vizsgálati eredmények a hazai mézgás éger állományok fitoftóras betegségéről. 48. Növényvédelmi Tudományos Napok, Budapest, Összefoglaló 82 o.
- Nagy Z.Á., Szabó I., Bakonyi J., Varga F. és Érsek T. (2000): A mézgás éger fitoftóras megbetegedése Magyarországon. Növényvédelem. 36 (11) 573-579.
- Szabó P. (in szerk.) (1997): Magyarország erdőállományainak főbb adatai 1996. Állami Erdészeti Szolgálat, Budapest.
- Varga F. (2000): A mézgás éger fitoftóras betegségének megjelenése Magyarországon. 46. Növ. Véd. Tud. Napok. Összefoglaló p. 126.

HOSSZÚ TÁVÚ ROVAR-MONITOROZÁS A VÁRGESZTESI ERDÉSZETI FÉNYCSAPDÁVAL. 1. A NAGYLEPKE-EGYÜTTES ÖKOLÓGIAI KARAKTERISZTIKÁINAK VÁLTOZÁSAI (1962–1999)

LONG-TERM INSECT MONITORING WITH FORESTRY LIGHT TRAP OF VÁRGESZTES. 1. CHANGES OF ECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE MACROLEPIDOPTERON ASSEMBLAGE (1962-1999)

LESKÓ KATALIN², SZENTKIRÁLYI FERENC¹, KÁDÁR FERENC¹

ÖSSZEFOGLALÁS

Az erdészeti fénycsapda hálózat 1962 óta üzemelő állomásain gyűjtött lepkék adatsorai jó lehetőséget nyújtanak a Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer-ben történő hasznosításukra. A szerzők jelen tanulmányukban arra tesznek kísérletet, hogy egyetlen mintaállomás adatsorain végzett elemzésekkel a fénycsapdáknak a hosszú távú rovar-monitorozásra való alkalmasságát alátámasszák. A kiválasztott csapda a Vértes-hegységben, Várgesztesnél működik folyamatosan 1962-től. Az itt csapdázott nagylepke együttes a 38 év alatt összegyűlt fogási adatsorai képezték az elemzések alapját. A fénycsapdázás egy fajban gazdag (751 spp.) teljes lepke-együttest mutatott ki. E nagy fajgazdagságért a csapdát környező változatos vegetációjú élőhelytípusok nagy száma a felelős. A zömében eurosibériai és különböző mediterrán faunaelemekből formálódott nagylepke-együttesre a következő volt a jellemző: (a) a fajok többsége tölgyes erdőtípusokhoz kötődik; (b) a fajok 47,2 %-a oligofág, a másik része pedig polifág táplálkozású lepke; (c) a fajok 44 %-a a gyepszintben, 31 %-a pedig a lombkoronaszintben él; (d) a fajok közel 40 %-a xerothermofil preferenciát mutatott.

KULCSSZAVAK: nagylepke együttes, Lepidoptera, fénycsapdázás, hosszú távú monitorozás, ökológiai karakterisztikák

ABSTRACT

The authors analysed the time series of yearly number of individuals and species of macrolepidopteran assemblage collected by a mountainous forestry light trap (Várgesztes) between 1962 and 1999, in order to use them for long-term insect monitoring. The greater number of vegetation and climate types of habitats was responsible for the significant species richness (751 spp) of total moth assemblage recorded over the period of 38 years. The distributions of number of individuals and species of yearly sampled moth assemblage among ecological characteristics (categories as degree of preference) were well corresponded with various habitat-types, vertical stratification of forests, types of food resources, or habitat-climate. The species of moth assemblage recruiting mainly from Eurosiberian and Mediterranean fauna elements had characteristics as it follows: (a) the majority of species are associated with oak forest types; (b) 47.2 % of species was oligophagous, 52.7 % of species was polyphagous; (c) 44 % of species lived in herb level, while 31 % was associated with foliage crown level; (d) approximately 40 % of species proved to be xero-thermophilous moth. The within-assemblage proportion of moths characterised with various ecological preferences can be use for indication of habitat quality. keywords: Macrolepidopteran assemblage, moths, light trapping, long-term monitoring, ecological characteristics

¹ Magyar Tudományos Akadémia, Növényvédelmi Kutató Intézet, Állattani Osztály

² Erdészeti Tudományos Intézet, Erdővédelmi Osztály, leskok@erti.hu

BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK

A Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszert kidolgozók (Láng és Török, 1997) számítanak a hazai fénycsapda hálózat, köztük az Erdészeti Fénycsapda Hálózat által 1962 óta gyűjtött rovar-adatsorokra, amelyek alapját képezhetik egyes ízeltlábú csoportok hosszú távú, országos szintű monitorozásának. Az Erdészeti Fénycsapda Hálózat által gyűjtött rovarok közül a nagylepkék együttesére vonatkozóan állnak rendelkezésre a leghosszabb idősorok (Leskó és Szabóky, 1998). A 90-es évek első felében OTKA kutatások keretében megkezdttük az akkor már 30 éves adatsorokon, a legfontosabb kártevő lepkefajok hosszú távú populációdinamikai elemzéseit (Leskó és mtsi, 1994, 1995, 1997, 1998, 1999), valamint egy-egy régió faunisztikai értékelését (Leskó és Szabóky, 1997; Leskó és Ambrus, 1998). A vizsgálatok ráirányították a figyelmet arra, hogy a fénycsapdás fogások éves ingadozásaihoz, valamint számos lepkefaj megjelenéséhez hozzájárultak az éghajlati hatások is, így az adatok felhasználhatók az esetleg folyamatban lévő klímaváltozás indikálásához is (Szentkirályi és mtsi, 1995, 1998).

Jelen munka célja az, hogy a leghosszabb idősorokkal rendelkező fénycsapdák közül egy állomásra, nevezetesen Várgesztesre vonatkozóan, az 1962 óta összegyűjtött teljes nagylepke-együttes több mint hétszáz fajának adatsorait elemezzük az élőhely ökológiai változásainak szempontjából, a kapott eredményekkel pedig alátámasszuk ennek használhatóságát a hosszú távú monitorozásban.

ANYAG ÉS MÓDSZEREK

A várgesztesi fénycsapda tágabb környezetének általános jellemzése

A várgesztesi fénycsapda a Vértes erdőgazdasági tájegység északi részén üzemel. Az OEF „Zöld könyvek” Magyarország erdőgazdasági tájai, Dunántúli-középhegység kötetet felhasználva jellemeztük a Vértes erdőgazdasági tájat. A Vértes a Dunántúli-középhegység része, amely összekötő láncszem a Dunazug-hegység és a Bakony-hegység között. Üledékes kőzetekből álló jellegzetes mészkő és dolomit hegység. A keskeny, átlagosan 10 km-széles és 30 km hosszú fennsíkot töréses szerkezet jellemzi. Az uralkodó törésvonalak DNY-ÉK-i irányúak, de erők az erre nagyjából merőlegesen futó ÉNY-DK-i törések is.

A Vértes-hegységben 603 mm az átlagos évi csapadék, az évi hőmérsékleti átlag 10 °C. A téli hőmérsékleti átlag 3,1 °C a nyári 18,9 °C. A júliusi és januári átlagos középhőmérséklet közötti különbség 22 °C-t tesz ki. Klímája más hegyvidékekhez hasonlítva csak gyengébb termőképességű erdők kialakulását teszi lehetővé, amelynek okát a csapadékhiányban (az évi csapadékösszeg a 400 m tszf-i magasságú részeken sem éri el a 650 mm-t) és a meszes alapkőzetén képződött talajtípusokban kereshetjük. Talajtípusai mészkő, dolomit, lösz vagy homok alapkőzetén alakultak ki. Áprilistól szeptemberig átlagosan 300 mm csapadék hullik le. A csapadékviszonyok csak az északi oldalakon és völgyekben teszik lehetővé extrazonálisan a gyertyános-tölgyesek és bükkösök kialakulását.

A táj növényföldrajzilag a magyar flóratartomány (*Pannonicum*) Dunántúli-középhegység flóraidéke (*Bakonyicum*) bakony-vértesi flórajárásába (*Vesprimense*) tartozik, s mint ilyen a Magyar-középhegység délnyugati szárnyának (*Praeillyrico-Matricum*) egy részét alkotja (Danszky, 1962). A vegetáció jellege középhegységi, a zömmel dolomitból és mészkőből álló déli sziklái fajokban rendkívül gazdag, melegkedvelő mediterrán, pontusmediterrán, pontusi növénytakaró borítja. A déli és keleti vonulatok sziklás részein a szukcesszió kezdeti állapotát jelentő nyílt dolomit sziklagyepek, az északi sziklás részeken zárt dolomit sziklagyepek találhatók. Az északi lejtőkön a zárt dolomit sziklagyepek beerdősülése után a legszárazabb karszt-

erdő társulás (*Fago-Ornetum*) jött létre (Jakucs, 1962). A hegység középső vonulatai erdősek. A gyertyános-kocsánytalan tölgyesek (*Quercu-petraeae Carpinetum*) csak a völgyfenékek jobb termőhelyein fordulnak elő. A zonális társulásokon kívül extra- és azonális társulások jelentkezők, pl. a hársas törmeléklető erdő (*Mercuriali-Tiliatum matricum*) és a mikroklímikus edafikus tényezők együttes hatásaként a bükkösökhöz, gyertyános-tölgyesekhez kapcsolódó szurdok erdők (*Phyllitidi-Aceretum*). A Vértes-hegység jellegzetes fás növényei közé tartoznak a lisztes berkenyék gazdag alaksorai.

A fénycsapda környékének erdőtársulásai és a növényzet változásai

Ahhoz, hogy a közel negyven év során a fénycsapda környezetében bekövetkezett növényzeti változásokat regisztrálhassuk, cönológiai vizsgálatokat végeztünk három különböző évben. Az első növény felvételeket Tallós Pál végezte 1964. augusztusában több mintaterületen (a felvétel jegyzetfüzetben maradt fent, kiadására nem került sor), a második és harmadik felvételt 1974-ben, illetve 2000-ben Leskó Katalin készítette, erdőrésztelenként, jellemző helyek kijelölésével. A növénycönológiai felvételek az erdőben 20x20 m-es mintaterületeken történtek. A fák, cserjék, lágyszárúak dominancia viszonyait 1–5 kategóriákba soroltuk, az ennél alacsonyabb előfordulást csak jelöltük.

E felvételek eredményeinek összehasonlítása, valamint a régi üzemtervek és vázrajzok alapján megállapítottuk a környezetben történt változásokat. A fénycsapda 500–800 m-es körzetében az erdőtársulások alábbi típusai fordultak elő Tallós Pál 1964-es felvételei alapján:

<i>Quercetum petraeae–Cerris</i>	<i>Poa nemoralis</i>
	<i>Chaerophyllum temulum</i>
<i>Quercu petraeae–Carpinetum</i>	
<i>Quercu petraeae–Carpinetum</i>	<i>Lamium galeobdolon</i>
	<i>Viola silvestris</i>
	<i>Hedera helix</i>
<i>Melitti–Fagetum</i>	<i>Carex alba</i>
<i>Melitti–Fagetum</i>	<i>Caricetosum pilosae</i>
<i>Melitti–Fagetum</i>	<i>Asperula odorata</i>
	<i>Aegopodium podagrariae</i>

Az 1974. és 2000. évi felvételek szerint az erdőtársulásokban az alábbi változások történtek:

A fénycsapdától NY-ra eső völgyben, a Vérteskozma felé vezető erdei út jobb oldalán, a csapdától mintegy 300 m-re a 3A erdőrésztelen 33 éve véghasználták és felújították (2,5 ha). Az erdőrésztelenbe 35 % elegyarányban *Quercus rubra* is került, az üzemterv előírása szerint a célállomány cseres-kocsánytalan tölgyes volt. A 3A erdőrésztelenben, 2000-ben tavaszi növényfelvétel is készült. A fénycsapda környékén más lényeges változás nem történt, csupán az állomány lett 36 évvel idősebb és emiatt a lombkorona záródási viszonyok lényegesen megváltoztak, azaz a nagyobb lombkorona-záródás miatt kevesebb fény kerül az erdő talajára, ami a lágyszárúak borítási mértékét lecsökkentette. Már az 1974-ben történt a növénycönológiai felvételek során megfigyeltük, hogy a *Quercetum petraeae-cerris* társulásokból a *Chaerophyllum temulum* csak szálszerűen, esetenként kisebb csoportokban fordult elő, 2000. április végén és június közepén ezzel a fajjal nem találkoztunk a felvételek során.

1974-ben a 7D erdőrészt völgy felé eső részét is felvettük (ez Tallós Pál felvételeiből hiányzik), ahol *Melliti-Fagetum silvaticae Aegopodium podagraria* társulás található. Ez a terület 1974-ben nagyon hasonlított egy szurdokerdő társuláshoz (*Phyllitidi-Aceretum*) annak jellegzetes fajaival. Ebben az erdőrészen, 1974-ben sok hölgyapáfrány és erdei pajzsika is volt, 2000. évben az április végi, június közepi felvételeink során e fajokkal nem találkoztunk az erdőrésztben, valószínűsíthetően a száraz évek miatt szorultak vissza. Nem találtuk meg a *Melliti-Fagetum Carex alba* típusát sem.

Tallós Pál felvételeiben másodlagosan kialakult gyep, és földibodzás terület is szerepel. Ez a terület az erdőszél mellett volt, amely 1977-től folyamatosan eltűnt a falu beépítése miatt. A falu a fénycsapda helyétől északra található. A fénycsapda felé eső része beépítetlen volt. Változatlanul megtalálhatók: a falu közepén ültetett *Populus canadensis* csoportok, több ültetett idős *Picea abies* példány, a falu kis vízfolyása növénytársulásával együtt, a templomtól északnyugatra elterülő nádas állomány és bokorfűzes *Salicetum triandrae* (*Salix cinerea*, *Salix purpurea*, *Salix triandra*), ettől Ny-ra a kis vízfolyás mentén az *Alnus glutinosa* liget (ami 36 évvel lett idősebb).

A fénycsapda közelében épült új falurészben több 15–20 éves *Betula pendula* található, és nagyon sok különféle örökzöld fa és díszcserje. A csapdától keletre eső völgyben nem volt növény-felvételezés. A területet június elején bejártuk, mivel nem tudtuk megmagyarázni a *Brachionica syriaca decipulae* előfordulását a fénycsapda rovaranyagában. Ezt a lepkét Makkoshotykárról írta le Kovács Lajos (Kovács, 1966) új fajként, ami a későbbiek során alfajnak bizonyult. Így derült ki, hogy a 12A, 12D, 12E erdőrészek gerince ma is véderdő (*Orno-Quercetum pubescenti-cerris*), és feltételezett élőhelye az említett fajnak, amelyek a csapdától légvonalban 600–800 m-re található. A faj tápnövénye valószínűleg a *Fraxinus ornus*.

A gyűjtési módszer: a fénycsapdázás

A várgesztesi erdőszeti fénycsapda Jermy-típusú, amely 1962-től 1992. végéig cseres-tölgyes erdőben volt felállítva 80 m-re az erdő szélétől, és folyamatosan 100 W-os normál, fémhéjú izzóval működött. 1993-ban a csapdát az erdő szélére helyeztük át, mivel azt a kirándulók több alkalommal megrongálták. 1993-tól a csapda 125 W-os HGLI lámpával világít. Ölöszerként kloroformot alkalmaztunk.

Nagylepke fajok vizsgált állatföldrajzi és ökológiai kategória-jellemzői

A nagylepke fajokat az alábbi kategóriák alapján jellemeztük: állatföldrajzi beosztás (faunaelemek), ökológiai besorolás, fontosabb és ismert tápnövények, tápnövény-preferencia (tápnövénykör), élőhely típus, nedvesség preferencia, hő preferencia, vertikális szintben való elhelyezkedés, évenkénti generációk száma.

A tápnövények esetén főleg a hazai irodalmat, ennek hiányában a román és a német irodalmat, valamint saját neveléseinket és megfigyeléseinket használtuk fel. Az állatföldrajzi beosztást és az ökológiai besorolást Peregovits László bocsátotta rendelkezésünkre (Magyar Természettudományi Múzeum, Lepkegyűjtemény), illetve a vonatkozó hazai irodalmat alkalmaztuk (Varga, 1963, 1964a,b; Varga és Gyulai, 1978). A generációk évi száma elsősorban a fénycsapda adatok feldolgozásának eredményeiből, valamint irodalmi adatok alapján készült. A tápnövény preferencia a következők szerint értendő: monofág csak egy növényfajjal táplálkozik. Oligofág kevés tápnövényű, vagy csak egy növény családjával táplálkozik, pl. pillangósok, keresztes virágúak, zuzmók stb. Polifág lombon: csak fás növényekkel táplálkozik, polifág lágyszárúakon: csak lágyszárú növényekkel táplálkozik. Szimplán polifág, ha a faj fás- és lágyszárú növényeket egyaránt fogyaszt. Az 1. táblázat tartalmazza a kialakított és vizsgált kategória-csoportokat. Számos esetben részbeni átfedések vannak, illetve egyes fajoknál az alkategória tulajdonságok kombináltan szerepelnek.

I. táblázat A nagylepkék állatföldrajzi és ökológiai jellemzésére használt kategóriák

Table 1. Categories used for the zoogeographical and ecological characterization of moths continuation of the table 1

Kódsz.	Állatföldrajzi beosztás	Kódsz.	Tápnövénykör
1	euroszibériai	1	M: monofág
2	szibériai	2	O: oligofág
3	szibériai-xeromontán	3	OF: oligofág-fenyő
4	holomediterrán	4	P: polifág
5	pontomediterrán	5	PL: polifág-lágyszárú
6	ponto-holomediterrán	6	PCs: polifág-cserje
7	atlantomediterrán	7	PLO: polifág-lombkorona
8	holarktikus	8	PA: polifág-avar
9	eurázsiai	9	PLCs: polifág-lágyszárú-cserje
10	európai		
11	turkesztáni	Kódsz	Táplálék-forrás típusa
12	nearktikus	1	L: lomb
13	Sybillia	2	A: avar
14	holomediterrán-iráni	3	LA: lomb-avar
15	holomediterrán-turkesztáni	4	V: virág
16	pontomediterrán-kászipi	5	T: termés
17	pontomediterrán-kászipi-turkesztáni	6	GY: gyökér
18	pontomediterrán-iráni-turkesztáni	7	M: moha
19	pontomediterrán-montán	8	G: gomba
20	vándor	9	Z: zuzmó
		10	GZ: gomba-zuzmó
Kódsz.	Ökológiai besorolás	11	LV: lomb-virág
1	silvicol	12	VM: virág-moha
2	nemoralis	13	AGYL: avar-gyökér-lomb
3	pinetalis	14	LZM: moha-zuzmó-lomb
4	quercetalis	15	LVT: lomb-virág-termés
5	quercetalis-montán	16	H: hajtás
6	pubescentalis	17	VR: virág-rügy
7	láperdei	18	VT: virág-termés
8	láprét	19	GYL: gyökér-lomb
9	láprét-láperdei		
10	arundifil	Kódsz.	Generációs szám évenként
11	sztyep	1	I: egy-generációs faj
12	lejtősztyep	2	II: két-generációs faj
13	pusztagyep	3	I vagy II: két-generációs faj
14	sziklagyep		
15	psammofil	Kódsz.	Nedvesség preferencia
16	altoherbosa	1	higrofil
17	vaccinetalis	2	mezo-higrofil
18	vándor	3	mezofil
19	adventív	4	mezo-xerofil
20	montán	5	xerofil
21	boreomontán	6	euryök
22	xeromontán		
23	subalpin	Kódsz.	Hő-preferencia
24	xeromontán-alpin	1	hűvös klímát kedvelő
25	euryök	2	mezo-termofil
26	silvicol-sztyep	3	termofil
27	quercetalis-sztyep	4	euryök
28	sztyep-sziklagyep		
29	sztyep-xeromontán		
30	sziklagyep-xeromontán		
31	nemoralis-altoherbosa		

I. táblázat folytatása

Kódsz	Vertikális szint-preferencia	Kódsz.	Gyep élőhelyek
1	T: talaj	10	gyep
2	Z: zuzmó	11	száraz, meleg sziklagyep lejtők
3	A: avar	12	lejtősztyep
4	M: moha	13	száraz, felszáraz gyep
5	GY: gyepszint	14	fűves puszták
6	CS: cserjeszint	15	nyílt gyep
7	F: fatörzs	16	szikések
8	L: lombkoronaszint		
9	L-CS	Kódsz.	Erdei élőhelyek
10	GY-CS	30	lomberdők
11	GY-A	31	bokorerdők
12	L-A (A-GY-L)	32	molyhos tölgyesek
13	GY-T	33	borókások
14	F-T	34	ritkás erdők
15	Z-L	35	parkok
16	L-GY-Cs	36	tölgyesek
17	Gy-L	37	bükkösök
		38	fenyvesek
Kódsz.	Nedves élőhelyek	40	üde, nedves erdők
20	rétek	41	ártéri, galéria erdők
21	nedves, vizes rétek	42	puhafa erdők (nyáras, fűzes)
22	fás rétek	43	nyíreszek
23	mocsaras területek	44	égeresek
24	lápok, láprétek	45	ligeterdők
25	láperdők (égerláp, nyírláp)	46	patakparti erdők
26	nádasok	47	szurdok-erdők
91	rétek, láprétek, lapok	50	erdőszélek, erdőszegélyek
92	rétek, láperdők	51	erdei vágások, nyiladékok
93	nedves, vizes rétek, mocsarak	52	erdei tisztások
94	nedves, vizes rétek, láprétek		
95	nedves, vizes rétek, láperdők	Kódsz.	Antropogén habitatok
96	mocsarak, lapok, láprétek	60	legelők
97	mocsarak, láperdők	70	mezőgazdasági területek
98	lápok, láprétek, láperdők	71	gyümölcsösök
99	nedves rét, láprét, láp, láperdő	72	szántók
		80	eurytop

Az alkalmazott adatértékelés

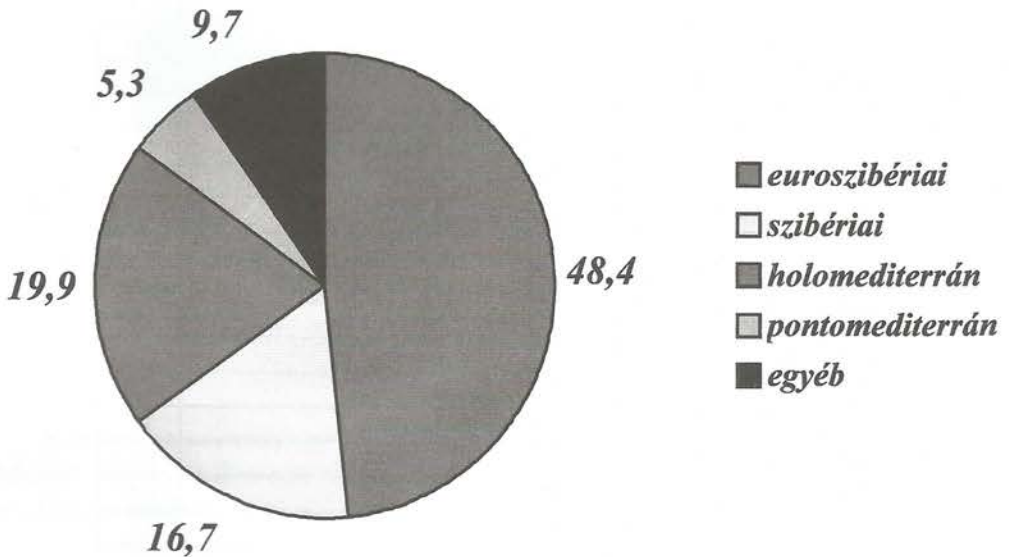
A fénycsapda nagylepkéit 1962–1971 között Kovács Lajos határozta meg (MTTM Állattára, Identifikációs csoport), ezt követően pedig az Erdővédelmi Figyelő-Jelzőszolgálat entomológus szakemberei.

A hosszú távú lepke adatsorokból 3 évet (1964, 1972/73) ki kellett zárunk a további elemzésekből. Ennek oka az volt, hogy 1964. évre vonatkozóan a Kovács Lajos határozásait tartalmazó várgesztesi fénycsapda-naplót nem találtuk meg a Magyar Természettudományi Múzeumban. Kovács Lajos halálát követő 1972. és 1973. évekre viszont nem határozták meg az összes lepkét. E 3 évből csak az előrejelzés szempontjai szerint kijelölt 76 kártevő lepkefaj határozásából származó adatok álltak rendelkezésünkre. A táblázatba rendezett minden egyes állatföldrajzi és ökológiai-életmódbeli jellemző gyakoriságát megállapítottuk az egész időszakra és évenként is, majd a gyakorisági megoszlás százalékos értékeit kiszámoltuk és grafikusán ábrázoltuk.

EREDMÉNYEK ÉS MEGVITATÁSUK

A nagylepkék állatföldrajzi jellemzése

A várgesztesi fénycsapda által a teljes vizsgált időszakra összesített nagylepke- együttes faunaelem összetételét (%) az 1. ábra mutatja be. Eszerint a fénycsapda által fogott lepkefajok mintegy fele (48,4 %) euroszibériai, 16,7 %-a szibériai, 25,2 %-a ponto- és holomediterrán faunaelem. Kászpai, turkesztáni és iráni faunaelemek aránya összesen 5,6 %. A szibériai elemek száma (16,7 %) magyarországi viszonylatban alacsonynak tűnik. A lepke-együttes egy negyedét kitevő mediterrán faunaelemek aránya magas, ami a terület klimatikus tényezőivel összhangban van.



1. ábra A Várgesztesnél csapdázott nagylepke- együttes faunaelem összetétele (%)

Fig. 1. Fauna composition (%) of macrolepidopteran assemblage caught near Várgesztes

A nagylepke-együttes ökológiai jellemzése

Az összes kimutatott nagylepke faj százalékos megoszlását az ökológiai besorolás kategóriái között a 2. táblázat foglalja össze. Eszerint a nemorális zárt erdőkre jellemző fajok 7,8 %-ban, a silvicol fajok 15,8 %-ban, a quercetalis fajok 12,8 %-ban fordultak elő a 38 év alatt. A nemorális komplexen belül (*Carpino-Fagetea asszociáció osztály*, Jakucs, 1962) a zárt lomberdei társulásokhoz kapcsolódó lepkék %-os aránya viszonylag alacsonynak tűnik, de e fajok közül néhány nagy egyedszámban jelent meg a csapdázott mintákban, pl. a *Drepana cultraria*, *Xantorhoe montanata*, *Jodis lactearia*.

A zárt tölgyes zónára jellemző fajok magas aránya jól megfelel a fénycsapda környékére jellemző klimatikus viszonyoknak, pl. *Operophtera brumata*, *Drymonia dodonea*, *Lymantria dispar*, *Orthosia miniosa*.

A szubmediterrán-szubkontinentális quercetalis (tölgyeken élő) fajok (amelyek a zárt tölgyes zónában is előfordulnak), mint pl. *Thaumetopoea processionea*, *Drymonia querna*, *Spatalia argentina*, *Peridea anceps*, *Drepana binaria*, *Eriogaster rimicola*, *Dryobotodes protea*, *Pseodoips bicolorana*, *Cosymbia quercimontaria*, *Eriogaster rimicola* általában nagyobb egyedszámban fordultak elő a fénycsapdában.

A szubmediterrán molyhostölgyes – pubescentális (főleg molyhostölgyön élő) fajok, a quercetális komplex származékai csak 0,6 %-ban képviseltek az együttesben, pl. *Dryobotodes monochroma*, *Ennomos quercaria*, *Ocneria rubea*, *Cosymbia suppuctaria*.

2. táblázat Az összes kimutatott nagylepke faj százalékos megoszlása ökológiai besorolási kategóriák szerint (Várgesztes, 1962–1999)

Table 2. Proportion (%) of the total indicated macrolepidopteran species according to ecological ranging categories (Várgesztes, 1962-1999)

Ökológiai kategória	%
nemoralis	7,8
silvicol	15,8
quercetális	12,8
pinetális	1,3
pubescentális	0,6
altoherbosa nemoralis	1,2
quercetális-silvicol	0,7
sztyep-silvicol	0,6
sztyep-quercetális	0,1
láperdő	6,0
nyár-fűz	5,1
nyír-éger	1,2
éger	0,7
fűz	0,7
nyár	0,9
galagonya	0,6
altoherbosa	3,9
arundifil	1,8
sztyep	9,5
lejtősztyep	3,2

Ökológiai kategória	%
láprét	1,8
láperdő-láprét	1,4
psammofil	1,0
pusztagyep	1,2
sziklagyep	1,4
sztyep-sziklagyep	0,6
zúzmóevő	1,6
euryök	9,7
mezofil	3,0
heliophil	0,2
xeromontan	0,2
boreomontan	0,3
szubalpin	0,2
vaccinetalis	0,2
gombaevő	0,3
higrofil	0,2
vándor	1,4
adventív	0,2
avarevő	0,6

A fénycsapda gyűjtéseiben viszonylag magas arányban (3,9 %) fordultak elő az altoherbosa (magaskórós) társulások lepkefajai, pl. *Itame fulvaria*, *Diarsia festiva*, *Cucullia prenanthis*, *Autographa jota*.

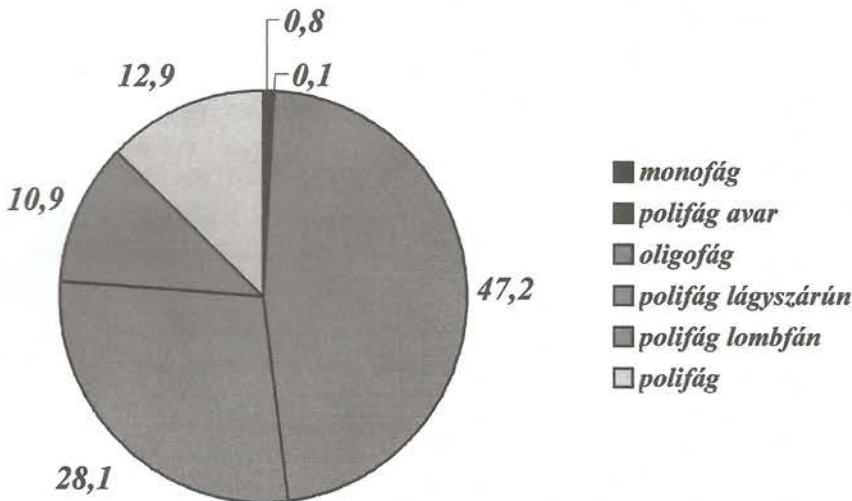
A feltöltődési (arundifil) társulásra jellemző fajok 1,8 %-ban fordultak elő. E fajok általában többé-kevésbé vagilissak, mint pl. *Rhyzodra lutosa*, *Archanara cannae*, *Archanara sparganii*, *Archanara dissoluta*, *Nonagria typhae*, *Sedina büttneri*. A fénycsapdától, mintegy 500–600 m-re nádas található, amely egyúttal valószínűleg élőhelyet is biztosít e fajoknak.

A sztyep fajok 9,5 %-os aránya a környező növénytársulások ismeretében magasnak tűnik. E lepkék jelentős részét azonban alacsony egyedszámban gyűjtötte a csapda.

A lejtősztyep és sziklagyep fajok (*Ogygia forcipula*, *Ogygia signifera*, *Chersotis multangula*, *Chersotis rectangula*, *Cryphia ereptricula*, *Caradrina aspersa*, *Cataclysmo riguata*, *Ocnogina parasaíta*, *Oxycesta geographica*, *Parexarnia fugax*) a fénycsapda környékén lévő gyepekből repültek a csapdába, de csak igen alacsony példányszámban.

A zúzmóevő fajok 1,6 %-os és a mezofil fajok 3,0 %-os aránya a környéken található humidabb erdőtársulásokra utalnak. Az euryök fajok közel egy tizedét alkották a kimutatott teljes lepke-együttesnek.

A nagylepkek táplálkozási típusainak %-os megoszlását a 2. ábra mutatja. Feltűnő, hogy a fogott lepkefajok mintegy fele (47,2%) az oligofág táplálkozási típusba tartozik. A nagylepkek másik fele a különböző polifág kategóriákba sorolható. Közülük egyharmad (28%) lágyszárú növényeken táplálkozik. Az igazi monofág fajok aránya igen csekély (0,1%).

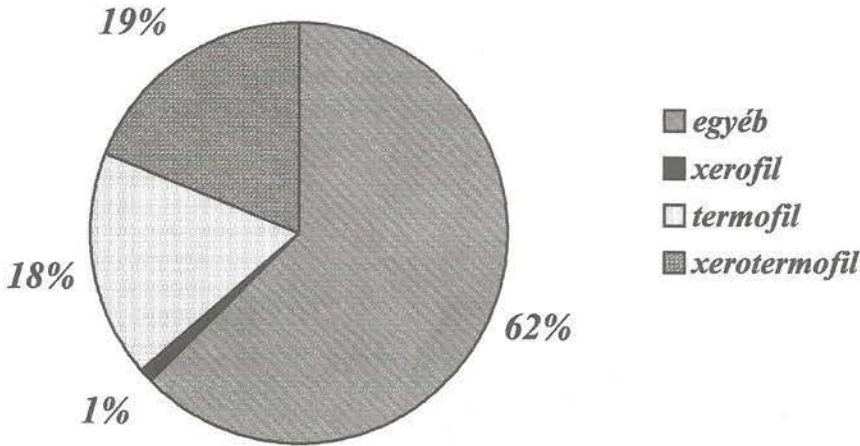


2. ábra Lepkek táplálkozási típusainak %-os megoszlása (Várgesztes 1962–1999)

Fig. 2. Proportion (%) of feeding types of moths (Várgesztes, 1962–1999)

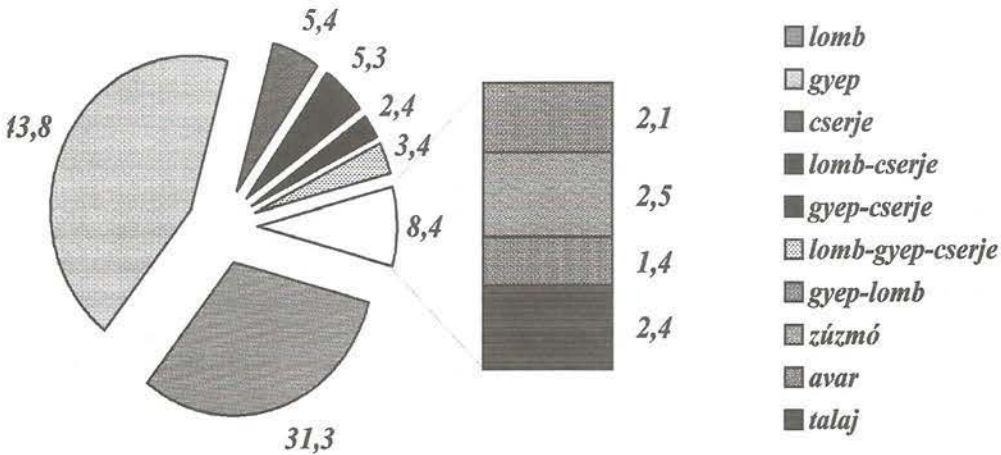
A meleg- és szárazságkedvelő nagylepke fajok arányát 3. ábrán tüntettük fel. A terület éghajlati viszonyainak megfelelően számos meleg és száraz klímájú erdei, erdőszéli, és gyepek élőhely található, amelynek következménye a xerotermofil fajok magas (összesen 38 %) részesedési aránya az együttesen belül. A nemorális, silvicol, és quercetalis fajokat vizsgálva, a következő eredményt kaptuk. A nemorális fajok közül (56 faj) 17,6 %, a silvicol fajok közül (106 faj) 40,7 %, a quercetalis fajok közül (98 faj) 58,3 % szárazság ill. melegkedvelő.

A nagylepkek növény szintenkénti %-os megoszlása (4. ábra) szerint a fajok 43,8 %-a a gyepszintben él, ami megfelel annak az adatnak, hogy a fajok egyharmada lágyszárú növényekkel táplálkozik. A gyepszinthez kötődő nagyszámú lepkepopuláció fontos szerepet tölt be a parazitoidjaik fennmaradása szempontjából is. A lombkoronaszintben élő fajok jelentős, 31,3 %-os aránya is jól tükrözi az erdő fajgazdagságát. Az avar, zuzmó, és a talajszinthez csupán a fajok egy kisebb hányada (6,3%) kapcsolódott.



3. ábra Meleg- és szárazságkedvelő lepkefajok %-os aránya (Várgesztes 1962–1999)

Fig. 3. Proportion (%) of thermophilous and xerophilous moth species (Várgesztes, 1962–1999)



4. ábra Nagylepkék növény szintenkénti %-os megoszlása (Várgesztes 1962–1999)

Fig. 4. Percentage distribution of moth species among vertical vegetation strata (Várgesztes, 1962–1999)

A fénycsapda által gyűjtött fajok ökológiai, természetvédelmi értékelése

A Várgesztesnél 1999-ig összesen 751 nagylepke fajt mutattunk ki. A fénycsapdás mintavételekben a 38 év során 61 fajból csak 1–1 példány, 32 fajból 2–2 példány, 25 fajból 3–3 példány, míg 79 fajból 4–9 példány fordult elő. Összesen 197 faj (26,7 %) fordult elő 10 alatti példányszámban, ami azt jelenti, hogy e fajok nagy valószínűséggel nem a fénycsapda közvetlen környezetének erdeiben élnek, hanem attól távolabb lévő társulásokban, a faluba telepített növényeken (pl. nyáron, égeren, fűzön, nyíren, fenyőkön), továbbá sziklagyepekben, karsztbokorerdőkben, nádasokban, egy részük pedig vándorlepkék. Ezek néhány példánya nagyobb távolságra kóborolva jutott el a fénycsapdába. A lepkék csapdába repülésének mértéke vagilitásuktól is függ, így került a mintákba többek között a *Brachyonica syriaca decipulae*, *Dyscia conspersaria*, *Apatele cuspis*, *Bupalus piniarius*, *Chilodes maritima*, *Cucullia xeranthemi*, *Cucullia artemisiae*, *Leucodonta bicoloria*, vagy a *Celerio livornica*.

A lepkék közül 17 faj védett (3. táblázat), amelyek a fénycsapda fogásokban igen alacsony 1–11 példánnyal voltak képviselve, kivéve a *Boarmia viertlii*, *Saturnia pyri* (egyedszáma örvendetes módon 1995 óta szépen emelkedik, mivel újabban kevesebb vegyszert használnak a gyümölcsösökben), és az *Ennomos quercinaria* fajokat. A védett lepkefajok közül érdekes a *Brachionica syriaca decipulae* története. E faj a makkoshotycai fénycsapda rovaranyagából került elő elsőként, és írták le új fajnak, ami a későbbiek során alfajnak bizonyult. A csapda összesen 3 példány fogott belőle Várgesztesen. Élőhelye az *Orno-quercetum pubescenti-cerris* társulás, mely a várgesztesi csapdától távolabb van, de 1 km-es körzeten belül. Tápnövénye valószínűleg a *Fraxinus ornus*.

3. táblázat Védett nagylepkefajok és csapdázott egyedszámaik (Várgesztes, 1962–1999)

Table 3. Protected macrolepidopteran species and their caught individual numbers (Várgesztes, 1962-1999)

Fajnév	Példányszám	Fajnév	Példányszám
<i>Cucullia xeranthemi</i>	1	<i>Pheosia gnoma</i>	1
<i>Brachyonica syriaca decipulae</i>	2	<i>Leucodonta bicoloria</i>	1
<i>Eupithecia graphata</i>	1	<i>Ocnogyna parasita</i>	7
<i>Boarmia viertlii</i>	52	<i>Euxoa vitta</i>	1
<i>Odontognophos dumetata</i>	10	<i>Porphyrinia pannonica</i>	11
<i>Dyscia conspersaria</i>	1	<i>Chrysoptera c-aureum</i>	11
<i>Lemonia dumi</i>	1	<i>Perconia strigillaria</i>	2
<i>Eudia spini</i>	2	<i>Ennomos quercinaria</i>	144
<i>Saturnia pyri</i>	16	Összes fajszám	17

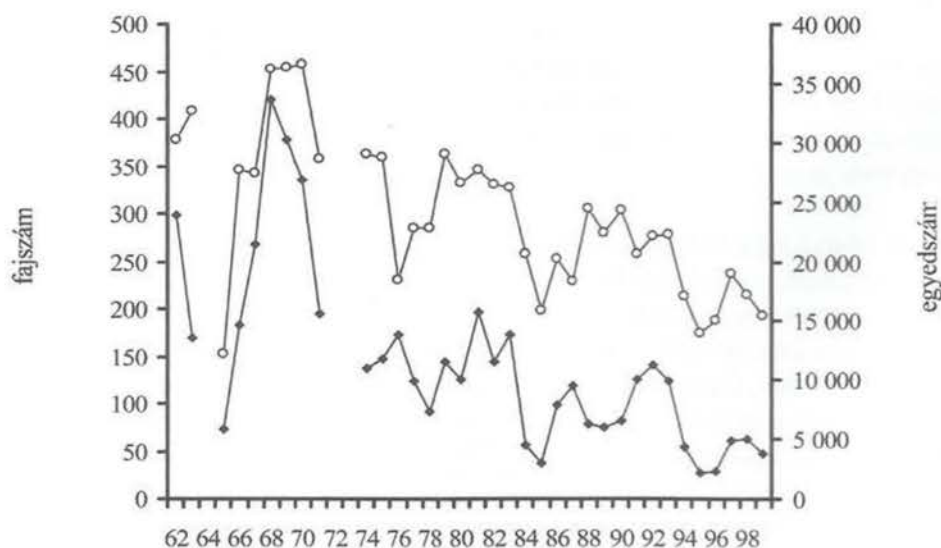
A regisztrált lepke-együttes fajainak 60–65 %-a a fénycsapda 300–500 méteres körzetében lévő növénytársulásokhoz kötődik. A fénycsapda környékén nagyon változatos, fajgazdag elegyes erdők találhatóak, amely élőhelyekben számottevő környezeti változás az utóbbi 38 év során nem történt, eltekintve azoktól, amelyekre már utaltunk. A habitatok minőségének, sokféleségének térbeli állandósága a csapda körzetében teszi lehetővé a magas fajdiverzitású nagylepke-együttes létezését.

Az ún. kártevő fajok országos szintű fluktuációs mintázata Várgesztesen is jól kimutatható. A fajok abundanciális változásai a középhegység fajainak populáció-dinamikáját követi (itt elsősorban az erdészeti károsnak minősített fajokról van szó), azzal a különbséggel, hogy a Vértes-hegység északi részének jelentős részén számarányuk a károsítási küszöb alatt maradt. A fénycsapda környékén, Várgesztes, Vértesomlói, Vérteskozma térségében 1962 óta számottevő rovarkárosítás nem fordult elő, még a *Lymantria dispar*-é sem, amely különösen 1993–94-ben országosan nagy tarrágásokat okozott. Az erdő rovarfaunája természetesen nem csak lepkékből áll, de különösen a tölgyesekben és bükkösökben, a rendszeresen ismétlődő tarrágásokat lepkehernyók okozzák. 1962 óta ezen a területen, mint már említettük, rovarkárosítás az aszályos évek ellenére sem következett be, ami azt jelzi, hogy az erdei ökoszisztéma stabilitása még megfelelő, a kedvezőtlenebb időszakokat is jól átvészelte. Azonban néhány hazánkban rendszeres tarrágásokat okozó lepkefaj hernyóinak populációmérete itt is megközelíti a károsítási küszöböt, ami azt is jelzi, hogy ez a stabilitás nagyon törekeny és könnyen eltolódhat.

A lepkék ökológiai csoportjainak hosszú távú változásai

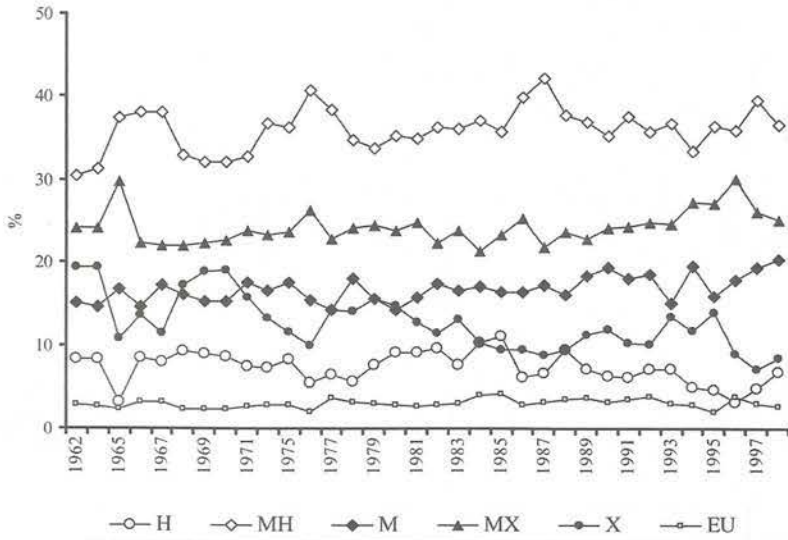
A nagylepkéknek a hosszú távú évenkénti fajszám-és egyedszám változásaira jellemző (5. ábra), hogy 38 év alatt jelentős mértékű ingadozások voltak egyes időszakokban és ugyanakkor határozottan csökkenő trendet mutattak (ezzel kapcsolatos elemzéseinket lásd egy másik cikkünkben a jelen kötetben). Az állatföldrajzi és a különböző ökológiai kategóriákhoz tartozó éves fajszámok és egyedszámok idősorai jól követték a teljes együttesre jellemző fluktuációs mintázatot és a csökkenő trendet. Ez azt jelenti, hogy többé-kevésbé függetlenül az ökológiai jellemzőktől, a fajok eltérő csoportjaiban ugyanaz volt a változások iránya. Ugyanakkor az ökológia-kategóriák közötti évi fajszám-megoszlási %-os arányok kisebb ingadozásoktól eltekintve viszonylag állandók voltak a teljes vizsgált időszakban, a csapda 1993. évi áthelyezéséig. A kategóriák közötti arányeltolódások inkább a populációdinamikát reprezentáló egyedszám-változásokban nyilvánultak meg. Erre közlünk az alábbiakban két példát az élőhely klímájával szembeni preferencia kapcsán.

Az élőhely klimatikus viszonyaival szemben különböző igényű, preferenciájú lepkék évenkénti faj- és egyedszámának megoszlását a 6–9. ábrák mutatják. A 6. és 8. ábra a fajok nedvesség-preferencia változására, míg a 7. és 9. ábra a fajok hő-preferencia arányainak hosszú távú ingadozásaira vonatkozik. Az egyes nedvességtartományokat preferáló lepkék fajszám aránya a 38 év alatt meglepően állandó, az ingadozások amplitudója 10 % alatt maradt. A 6. ábrán jól látható, hogy a fajok túlnyomó többsége a nedvességskála középső tartományait részesíti előnyben, azaz főként a mezo-higrofil, mezo-xerofil, illetve kisebb mértékben a mezofil kategóriákba sorolhatók, ezzel szemben az igazi higrofil és xerofil lepkék kevésbé képviseltek a várgesztesi együttesben. Egyes aszályos években (pl. 1962–63, 1968–70, 1979, 1990, 1993–94) a xerofil arány láthatóan kissé növekedett, ezzel párhuzamosan a mezo-higrofil arány pedig csökkent néhány százalékkal. A 8. ábra szerint az arid és nedvesebb évek hatásai inkább az egyedszám-ingadozásokban nyilvánultak meg.



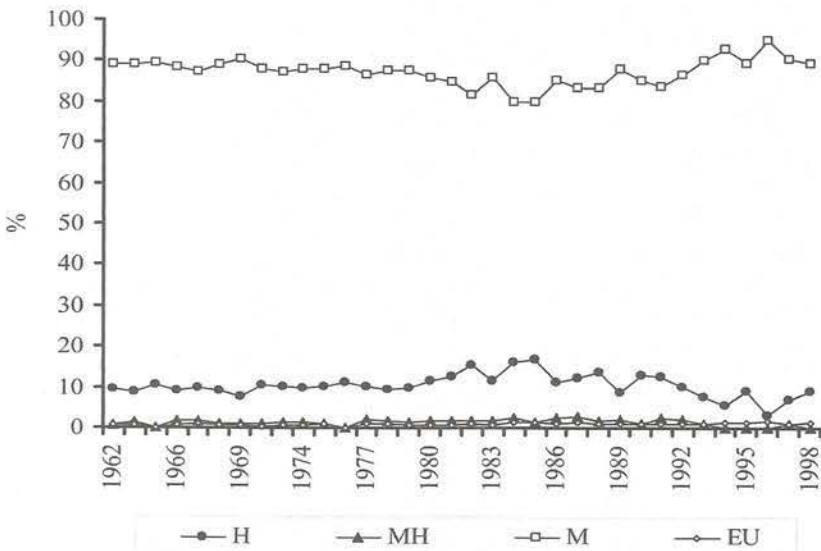
5. ábra Várgesztesi fénycsapda által gyűjtött nagylepke-együttes évenkénti összegyedszámának és fajszámának idősorai (1962–1999), (üres körök: fajszám, kitöltött négyzet: egyedszám)

Fig. 5. Time series of yearly total number of individuals and species of moth assemblage collected by light trap near Várgesztes (1962–1999), (empty circle: number of species, filled square: number of individuals)



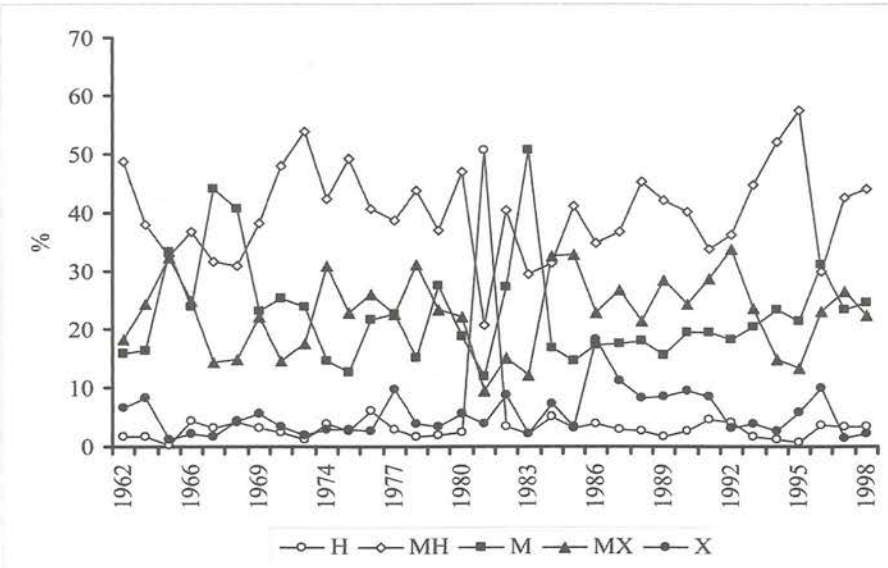
6. ábra A nedvesség-preferencia kategóriákba eső lepkefajok számának éven belüli, hosszú távú megoszlásai (Várgesztes, 1962–98), (H: higrofil, MH: mezo-higrofil, M: mezofil, MX: mezo-xerofil, X: xerofil, EU: euryök; az adatsorból 1964, 1972 és 1973 kizárva)

Fig. 6. Long-term patterns of yearly number of moth species sharing among habitat-humidity preferential categories (Várgesztes, 1962–98), (H: higrophilous, MH: meso-higrophilous, M: mesophilous, MX: meso-xerophilous, X: xerophilous, EU: euryoecic; from the data series 1964, 1972, and 1973 are excluded)



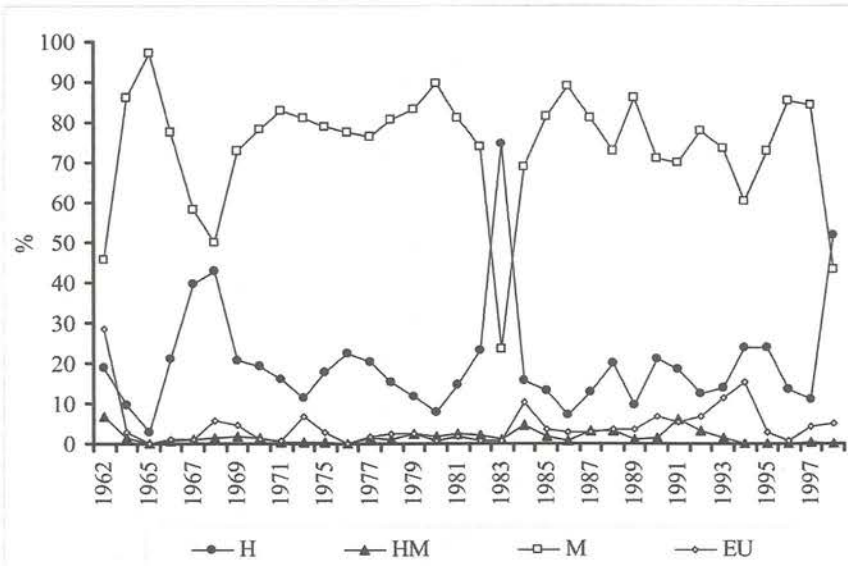
7. ábra A hőmérséklet-preferencia kategóriákba eső lepkefajok számának éven belüli, hosszú távú megoszlásai (Várgesztes, 1962–98), (H: hidegkedvelő, M: melegkedvelő, HM: átmeneti, EU: euryök; az adatsorból 1964, 1972 és 1973 kizárva)

Fig. 7. Long-term patterns of yearly number of moth species sharing among thermal preferential categories (Várgesztes, 1962–98), (H: cryophilous, M: thermophilous, HM: transitive, EU: euryoecic; from the data series 1964, 1972, and 1973 are excluded)



8. ábra A nedvesség-preferencia kategóriákba eső lepkefajok egyedszámának százalékos megoszlása az egyes években belül (Várgesztes, 1962–98), (H: higrofil, MH: mezo-higrofil, M: mezofil, MX: mezo-xerofil, X: xerofil; az adatsorból 1964, 1972 és 1973 kizárva)

Fig. 8. Long-term patterns of yearly number of moth individuals sharing among habitat-humidity preferential categories (Várgesztes, 1962–98), (H: hygrophilous, MH: meso-hygrophilous, M: mesophilous, MX: meso-xerophilous, X: xerophilous; from the data series 1964, 1972, and 1973 are excluded)



9. ábra A hő-preferencia kategóriákba eső lepkefajok egyedszámának százalékos megoszlása az egyes években belül (Várgesztes, 1962–98), (hidegkedvelő: kitöltött kör, melegkedvelő: üres négyzet, átmeneti: háromszög, euryök: rombusz; az adatsorból 1964, 1972 és 1973 kizárva)

Fig. 9. Long-term patterns of yearly number of moth individuals sharing among thermal preferential categories (Várgesztes, 1962–98), (H: cryophilous, M: thermophilous, HM: transitive, EU: euryoecic; from the data series 1964, 1972, and 1973 are excluded)

Az aszályos években (pl. 1967–68, 1981, 1983, 1986–87) a mezo-higrofil, mezo-xerofil lepkék egyedszámaránya lecsökkent, ezzel párhuzamosan a mezofileké részben növekedett (pl. 1967–68, 1983). A 80-as évek elején a nedvesség preferencia megoszlásban ugrásszerű ingadozások (1981 és 1983 évek egyaránt aszályosak voltak) léptek fel, ezt követően a halmozottan csapadékhányos szezonok hatására a xerofilek aránya a korábbi időszakhoz képest egy bizonyos mértékben magasabb szintet mutatott, a mezofilek ingadozása megszűnt, a mezo-higrofilek ingadozásának mértéke pedig a 90-es évekre megnőtt.

A hő-preferenciájukat tekintve túlnyomó többségben (80–95 %) a termofil lepkék repültek a csapdához végig a vizsgált években (7. ábra). A 80-as évek elejéig mind a melegkedvelők, mind a hidegkedvelők aránya nagyfokú állandóságot mutatott. Feltehetően a 80-as évek száraz, csapadékhányos időszakának hatására kisebb ingadozások figyelhetők meg az idősorok értékeiben, majd a 90-es években a termofilek kisebb növekedési, míg a hidegebb klímát preferáló fajok arányának csökkenő tendenciája figyelhető meg. Az egyedszám-arányok szerint is az évenként fogott egyedek többsége (mintegy 80 %) a melegkedvelő fajokhoz tartozott (9. ábra). Arányuk a hidegkedvelő fajok egyedszám-arányával együtt időnként jelentős mértékben ingadozott, de ezek a fluktuációk ellentétes irányúak voltak. A jelentősebb arányváltozások, amelyek az aszályos szezonokhoz kapcsolódtak (pl. 1962, 1967–68, 1983), meglepő módon nem a vártak megfelelően alakultak: a termofil fajok egyedszám-képvisellete lecsökkent, ehhez képest a hidegkedvelőké viszont megnőtt. Ez részben arra utalhat, hogy a többséget képviselő termofil lepkefajok populációnagyságára az erősen aszályos szezonok csökkenést előidézve már kedvezőtlenül hatnak. A hidegkedvelők arányának növekedése az aszályos, meleg években valószínűleg csak látszólagos, inkább arról lehet szó, hogy ezek egyedszáma nem változott jelentősen, csupán a termofilek arányának erősebb csökkenése miatt nagyobb a relatív részesedésük a mintákban.

KÖVETKEZTETÉSEK

- A hosszú távú fénycsapdás mintavételekkel kimutatott 751 faj szerint, a várgesztesi környezetre fajokban igen gazdag nagylepke-együttes a jellemző. E fajgazdagság ökológiai hátterében a változatos vegetációjú és klímájú élőhely-típusok nagy száma áll.
- Mind a teljes (sokéves), mind az évenként mintázott nagylepke-együttes ökológiai jellemzők (kategóriák) szerinti faj-összetételében és egyedszám-megoszlásában, viszonylag jól tükröződik a környezetben előforduló sokféle élőhely-típus (pl. szurdokerdő, lápos, nedves élőhely, száraz sziklagyep, erdőszéli ökotónok stb.), habitat-szerkezet (vertikális színteztettség), táplálékforrás típusok (fafajok, lágyszárúak), vagy az élőhely-klíma (nedvesség- és hőskálán való pozíciók aránya). Az ökológiai preferenciális megoszlások hasznosíthatók az élőhely minőség jellemzésére.
- Az együttes ökológiai jellemzők szerinti fajszámarányai hosszú távon viszonylagos állandóságot mutattak, a változások inkább az egyedszám-arányok ingadozásaiban nyilvánultak meg.
- A zömében eurosibériai és különböző mediterrán faunaelemekből álló nagylepke-együttesre a következők a jellemzőek: a fajok többsége tölgyes erdőtípusokhoz kötődik; a fajok fele oligofág, fele pedig polifág táplálkozású; a fajok 44%-a a gyepszintben, 31 %-a pedig a lombkoronaszintben él; a fajok közel 40%-a xerotherm élőhely-klímát preferál. A lepke-együttes legalább 60 %-a a fénycsapda 500 m sugarú körzetében lévő növénytársulásokhoz kötődik.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatás az OTKA (Témaszám: T 023284) és a KÖM Természetvédelmi Hivatala anyagi támogatásával történt.

IRODALOMJEGYZÉK

- Danszky I. szerk. 1962. Magyarország erdőgazdasági tájai: Dunántúli-középhegység. OEF Bp.
- Jakucs, P. 1962. Die phytozoölogischen Verhältnisse der Flaumeichen-buschwälder Südostmitteleuropa. Budapest.
- Kovács, L. 1966. Data to the knowledge of Hungarian *Macrolepidoptera* I. Ann.Hist-nat. Mus. Nat. Hung. 58: 454–468.
- Láng E. és Török K. (szerk) 1997. Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer III., Vácrátót.
- Leskó K. és Ambrus A. 1998. Sopron környékének nagylepkefaunája fénycsapdás gyűjtések alapján. Erdészeti Kutatások, Vol. 88:273–304.
- Leskó K. és Szabóky Cs. 1997. Az Alföld nagylepkefaunája az erdészeti fénycsapdák adatai alapján (1962–1996). Erdészeti Kutatások, Vol. 86–87:171–200.
- Leskó K. és Szabóky Cs. 1998. Az Erdővédelmi Figyelő-Jelzőszolgálati Rendszer története 1961–1998. Az ERTI kiadványai 8.
- Leskó, K., Szentkirályi, F. és Kádár, F. 1994. Gyapjaslepke (*Lymantria dispar* L.) populációk fluktuációs mintázatai 1963–1993 közötti időszakban Magyarországon. Erdészeti Kutatások, Vol. 85:163–176.
- Leskó K., Szentkirályi F. és Kádár F. 1995. 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.
- Leskó K., Szentkirályi F. és Kádár F. 1998. Araszoló lepkefajok fluktuáció-mintázatának elemzése hosszú távú (1961–1997) magyarországi fénycsapdázási és kártételi idősorokon. Erdészeti Kutatások, Vol. 88:319–333.
- Leskó K., Szentkirályi F. és Kádár F. 1999. A kis téli araszoló lepke (*Operophtera brumata* L.) hosszú távú (1962–1997) populáció-fluktuációinak jellemzése az erdészeti fénycsapda-hálózat mintavételei alapján. Erdészeti Kutatások, Vol. 89:169–182.
- Szentkirályi F., Leskó K. és Kádár F. 1995. Jeleznek-e klímaváltozást a fénycsapdás rovargyűjtések? In: Tar K. és mtsi. (szerk.) I. Erdő és Klíma. Konf. kötet, p. 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 Konf. kötet, 94–98.
- Varga, Z. 1963. Zoogeographische Analyse der Macrolepidopterenfauna Ungarns Teil I. Acta Biol. Debrecina, 2:147–180.
- Varga, Z. 1964a. Zoogeographische Analyse der Macrolepidopterenfauna Ungarns Teil II. Acta Biol. Debrecina, 3:147–180.
- Varga Z. 1964b. Magyarország állatföldrajzi beosztása a nagylepkefauna komponensei alapján. Folia ent. Hung., 29:119–167.
- Varga, Z. und I. Gyulai 1978. Die Faunenelemente – Einteilung der Noctuiden Ungarns und die Verteilung der Faunenelemente in der Lokalfauna. Acta Biol. Debrecina, 15:257–295.

**HOSSZÚ TÁVÚ ROVAR-MONITOROZÁS A VÁRGESZTESI ERDÉSZETI
FÉNYCSAPDÁVAL. 2. A NAGYLEPKE-EGYÜTTES FAJ-DIVERZITÁSI
MINTÁZATÁNAK VÁLTOZÁSAI (1962–1999)**

**LONG-TERM INSECT MONITORING WITH FORESTRY LIGHT TRAP OF
VÁRGESZTES. 2. CHANGES OF PATTERNS OF SPECIES DIVERSITY OF THE
MACROLEPIDOPTERAN ASSEMBLAGE (1962-1999)**

SZENTKIRÁLYI FERENC¹, LESKÓ KATALIN², KÁDÁR FERENC¹

ÖSSZEFOGLALÁS

Az esettanulmány a fénycsapdázásból származó hosszú távú adatsoroknak a biodiverzitás monitorozásban való hasznosítási lehetőségét vizsgálta a nagylepkék esetében. Az elemzésekben egy hegyvidéki erdészeti fénycsapda (Várgesztes) által, az 1962–1999 között években gyűjtött lepke-együttes évenkénti faj- és egyedszámainak idősorait használták fel. A vizsgált 38 éves időszak során, az ingadozások mértéke az abundancia esetében 15-szörös, a fajszám és fajdiverzitási jellemzők (alfa- és Q -diverzitás) esetében háromszoros volt. Az abundancia, a fajszám és diverzitási idősorokban, amelyek egymással szinkronban ingadoztak, nem volt szignifikáns periodicitás. Az ingadozásokhoz a száraz, aszályos évek a lepkék egyed- és fajszámának a növelésével járultak hozzá. Az analízisek valamennyi lepke idősorban szignifikáns csökkenő trendet mutattak ki, amely eredményeképpen, az évi fogási egyedszám a teljes időszak alatt negyedére, a fajszám és fajdiverzitás a felére csökkent. Bizonyos években a lepke-együttes időbeli átstrukturálódásaira utaló, ugrásszerű változások történtek a fajkompozícióban. A fluktuációk és csökkenő trendek ökológiai okainak megismeréséhez további fénycsapda állomások adatsorainak elemzése szükséges.

KULCSSZAVAK: nagylepke-együttes, fénycsapdázás, rovar-monitorozás, fajdiverzitás, hosszú távú trendek, aszály.

ABSTRACT

The case study examined the possibilities of application of long-term data sets in biodiversity monitoring resulting from light trapping of *Macrolepidoptera*. For the analyses the authors used the time series of yearly number of species and individuals of a moth assemblage collected by a mountainous forestry light trap (Várgesztes) during the years between 1962 and 1999. Over the examined 38 year period the degree of fluctuations were 15-times in case of abundance level, while 3-times for species richness and species diversity characteristics (alpha- and Q -diversity). No significant periodicity was detected in the time series of abundance, species number and diversity, which were synchronised with each other's. The arid, droughty years contributed to the fluctuations with increases of abundance level and number of species. The analyses showed significant decreasing trends in each of time series of moths, consequently the yearly number of individuals decreased to third, and the species richness and diversity to half of them during the whole period. In certain years sudden changes were detected in species composition reflecting to temporal restructurings of the moth assemblage. In order to know the ecological reasons responsible for the fluctuations and decreasing trends further analyses are requested on data sets of other light trap stations.

¹ Magyar Tudományos Akadémia, Növényvédelmi Kutató Intézete

² Erdészeti Tudományos Intézet, Erdővédelmi Osztály, leskok@erti.hu

KEYWORDS: macrolepidopteran assemblage, light trapping, insect monitoring, species diversity, long-term trends, drought

BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK

Az erdészeti fénycsapda hálózat által gyűjtött rovarok közül az egyik legfajgazdagabb csoportot a nagylepkék alkotják. A hálózat egyes csapdáinak közel négy évtizedes üzemelése során, egy-két évet leszámítva, a mintázott nagylepke-együttesek valamennyi fajáról igen hosszú fogási idősorok gyűltek össze. Éppen ezért a legrégebben (1962) felállított fénycsapda állomások lepke-adatsorait célszerű elemezni és összevetni az együttes hosszú távú faj-diverzitási mintázatának fluktuációit és trendjét a vizsgált időszakban bekövetkezett környezeti változásokkal. A lepke-együttes diverzitás-változásai adott esetben az élőhelyek minőségében bekövetkezett változásokra is felhívhatják a figyelmet. Korábbi, egyes lepkefajokkal kapcsolatos populáció-fluktuációs elemzéseink eredményei szerint (Leskó és mtsi., 1994, 1995, 1997, 1998, 1999) az éves klímaingadozások jelentős szerepet játszanak a rovarok populációdinamikájának alakulásában, és számos faj esetében egyértelmű szerepe van az aszályos klímájú éveknek a gradációk kitörésében. Így a lepke-diverzitási idősorok szintén felhasználhatók az esetlegesen hosszabb távon bekövetkező klímaváltozási trendek detektálására (Szentkirályi és mtsi., 1995, 1998). A Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszerben (NBmR) a hosszú távú monitorozások céljára a hazai hálózatból számos erdészeti fénycsapda állomást is kijelöltek (Láng és Török, 1997). Az NBmR, valamint az összegyűlt tapasztalatok alapján célszerűnek látszott a fénycsapda hálózat által összegyűjtött hatalmas mennyiségű rovaranyagot és az ebből származó adatmennyiséget a rovarok biodiverzitás monitorozása szempontjából is hasznosítani (Szentkirályi és mtsi., 1995, 1996).

A hosszú távú monitorozást megalapozandó, a 90-es években végzett OTKA kutatásaink keretében fontos kártevő lepkefajok hosszú távú populációdinamikai elemzését (Leskó és mtsi., 1994, 1995, 1997, 1998, 1999), valamint egy-egy régió lepke-funisztikai értékelését végeztük el (Leskó és Szabóky, 1997; Leskó és Ambrus, 1998). A lepkéken kívül 1981-től megkezdtük egyéb, főként ragadozó rovaresoportok komplett feldolgozását hosszú távú monitorozási célkitűzésekkel. Így például a futóbogarakra (Kádár and Szentkirályi, 1997, 1998), vagy a recésszárnnyú rovarokra (Szentkirályi, 1984, 1992, 1997, 1998, 1999) több hosszú távú elemzés történt.

Jelen munkánk előző részében (lásd az Erdészeti Kutatások e kötetében Leskó és mtsi cikét) mintaként egy erdészeti fénycsapda állomásról, nevezetesen Várgesztesről, közel 40 év (1962–1999) alatt gyűjtött nagylepkék együttesének ökológiai változásait vizsgáltuk. Jelen tanulmányunk célja az, hogy az évente mintázott nagylepke együttes (751 spp) szerkezetének, fajdiverzitási jellemzőinek ingadozásait, hosszú távú trendjeit elemezzük, a kapott eredményekkel pedig támogassuk a fénycsapdák használhatóságát a biodiverzitás monitorozásban.

ANYAG ÉS MÓDSZEREK

A gyűjtési hely és módszer

Várgesztesnél egy terelőlemez nélküli Jermy-típusú fénycsapda 1962-től 1992 év végéig, folyamatosan, 2 m magasságban elhelyezett 100 W-os normál, fehérfényű izzóval üzemelt. A csapdázások naponta, általában márciustól november végéig folytak, gyakran azonban csak a fagyos időszakokban nem működött az állomás. A várgesztesi csapda egy cseres-tölgyes erdőben, 80 m-re az erdő szélétől volt felállítva. Rongálások miatt 1993-ban a csapdát az erdő szélére kellett kihelyezni az erdészház közelébe. Ettől kezdve a csapda lecsökkent fogásszintjének

kompenzálására 125 W-os HGLI fényforrást használunk. A naponta gyűjtött rovarok ölöszerűen kloroform szolgált.

A fénycsapdák által gyűjtött nagylepkéket 1962–1971 között Kovács Lajos (MTTM, Állattár, Identifikációs csoport), ezt követően pedig az ERTI Erdővédelmi Osztályának szakemberei identifikálták.

A fénycsapda környékének vegetációs jellemzése

Három alkalommal történt növénycönológiai felvételezés a fénycsapda környéki erdőkben. Az első, 1964. évi felvételt Tallós Pál több 20x20 m-es mintaterületeken végezte. A második felvételt 1974-ben erdőrészenként, 1-1 jellemző mintaterület kijelölésével Leskó Katalin készítette. Ugyancsak ő hajtotta végre a harmadik, 2000. évi áprilisi felvételeket, amelyek erdőrészenként több mintaterület foglaltak magukba. A fák, cserjék, lágyszárúak dominancia viszonyait 1–5 kategóriákba soroltuk. A felvételek alkalmával leírtuk a fénycsapda környékén található erdőtípusokat. A felvételek eredményeit összehasonlítottuk és ennek, valamint a régi üzemtervek és vázrajzok alapján megállapítottuk a környezetben történt változásokat. A fénycsapda környékén mintegy 500–800 m-es körzetben, az 1964-es és a későbbi felvételek alapján, az alábbi cseres-tölgyes, gyertyános tölgyes, valamint bükkös erdőtársulások és azok változatai fordultak elő: *Quercetum petraea-cerris* (*Poa nemoralis*, *Chaerophyllum temulum*, *Asperula odorata*, *Melica uniflora*); *Quercus petraeae-Carpinetum* (*Lamium galeobdolon*, *Viola silvestris*, *Hedera helix*, *Mercurialis perennis*, *Asperula odorata*, *Poa nemoralis*); *Melitti Fagetum* (*caricetosum pilosae*, *Asperula odorata*, *Aegopodium podagraria*, *Lamium galeobdolon*).

Az 1974. és 2000. évi felvételek szerint az erdőtársulásokban csak kisebb változások történtek. A csapdától 300 m-re egy 2,5 ha erdőrészt (3/A) véghasználtak és felújítottak. Ebbe az erdőrésztbe 35 %-ban *Quercus rubra* is telepítésre került. A legfontosabb változásnak azt tekintjük, hogy a fénycsapda körzetében az erdő a második felvétel idején 36 évvel idősebb lett, ennek következtében a lombkoronaszint záródott, így egyre kevesebb fény jutott le a gyepszintbe. A felvételek alapján ennek hatása a gyepszint növényzetének borítás-csökkenésében (pl. a gyertyános tölgyesek esetében 60–95 %-ról 10–30 %-ra csökkent a lágyszárú borítás), részben fajösszetétel változásában jól kimutatható. Egyes lágyszárú növényfajok példányszáma csökkent a későbbi felvételek során, vagy a faj el is tűnt a 2000. évre. Ezek a fajok a 80-as és 90-es száraz, aszályos éveknél köszönhetően szorultak vissza (pl. páfrányfélék). További változásokat jelentett Várgesztes falu terjeszkedése. Ennek során 1977-től a fénycsapda körzetéből fokozatosan eltűnt egy másodlagos gyeperdő és földibodzás terület. A fénycsapda közelében épült falurészben számos örökzöld és dísznövény, nyírfa telepítés történt az elmúlt 15–20 évben, amely új tápnövényül szolgálhat egyes lepkefajoknak. A falu terjeszkedése miatt a környezetben az éjszakai fényviszonyok is fokozatosan megváltoztak, a fényszennyezés mértéke megnőtt, amely a fogások mértékét befolyásolhatja.

Az alkalmazott adatértékelő és -elemző eljárások

A hosszú távú lepke adatsorokból 3 évet ki kellett zárunk a további elemzésekből: 1964, 1972–73. Ennek oka az volt, hogy 1964 évre vonatkozóan a Kovács Lajos határozásait tartalmazó várgesztesi naplót nem találtuk meg a Magyar Természettudományi Múzeumban. Kovács Lajos halálát követő 1972 és 1973 évekre viszont nem határozták meg az összes lepkét. E 3 évből csak az előrejelzés szempontjai szerint kijelölt 76 kártevő fajra vonatkozó adatok álltak rendelkezésünkre.

Az elemzésekre a begyűjtött összes nagylepkefaj évenkénti egyedszámait használtuk fel. A fajdiverzitási vizsgálatokhoz a fénycsapdás fogásokra a szakirodalom szerint számos fajdiverzitási indexet, különböző mutatókat alkalmaznak. Jelen vizsgálatunk során mi az úgynevezett alfa- és a Q-diverzitást használtuk (Kempton and Taylor, 1976; Magurran, 1988; Williams, 1964). A hazai fejlesztésű diverzitás-rendezést (DivOrd) a nagy fajszám és azok számítástechnikai kezelésének korlátai miatt itt most nem tudtuk alkalmazni.

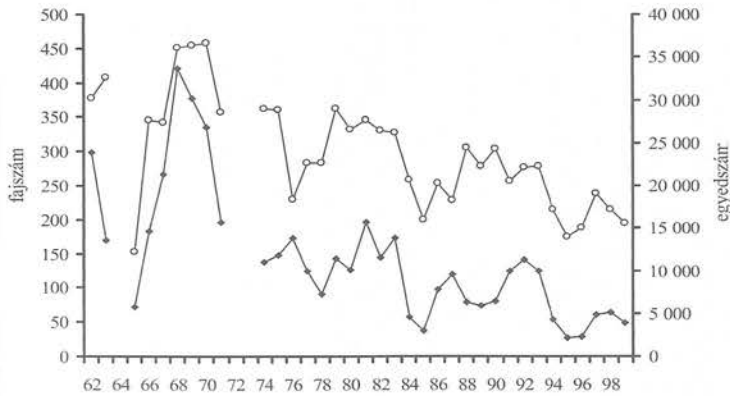
A hosszú távú adatok elemzését korábbi vizsgálatainkban már bevált idősoranalitikai eljárásokkal (trendanalízis, ACF: auto- és CCF: keresztkorrelációs függvények) végeztük (Szentkirályi és mtsi., 1995, 1998; Kádár and Szentkirályi, 1997). A fajhasonlósági bináris és mennyiségi cluster-elemzéseket a STATISTICA programcsomag eljárásaival készítettük.

Az aszályosság mértékére két indexet használtunk (Szentkirályi és mtsi., 1995, 1998; Leskó és mtsi., 1995, 1997, 1998). A Szeljanyinov-féle hidrotermikus hányadost (HTH) a Várgesztesnél mért meteorológiai adatokból számolva a lokális, a Pálfai-féle ariditást (PAI) pedig az országos aszály mértékének jellemzésére alkalmaztuk.

EREDMÉNYEK ÉS MEGVITATÁSUK

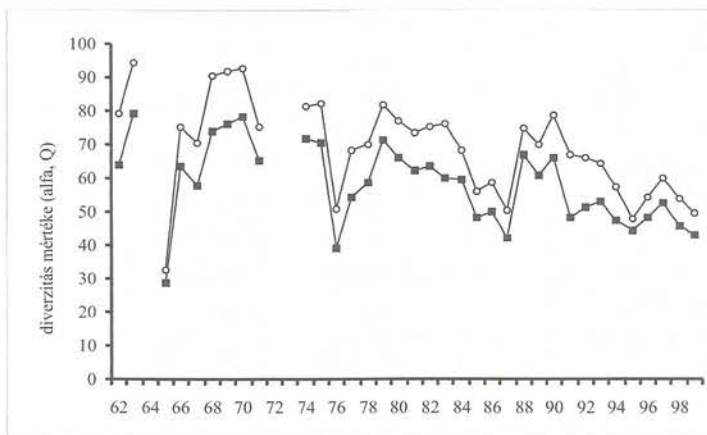
Hosszú távú mintázatváltozások: fajszám, egyedszám, és a fajdiverzitás fluktuációi

A várgesztesi fénycsapdás fogásokból származó nagylepke együttesek évenkénti faj- és egyedszámainak idősorait (1962–99) az 1. ábra mutatja. Mind az egyedszámban, mind a fajszámban jelentős éves ingadozások voltak a vizsgált 38 éves időszakban. A szélső értékek közötti különbség az abundancia esetében 15-szörös (1995-ben 2186 és 1968-ban 33649 példány között), míg az évenkénti fajszámoknál háromszoros (1965-ben 153 és 1970-ben 458 faj között) volt. A két idősor mintázataiban azonban nem volt kimutatható periodicitás. Ugyanakkor populációdinamikai jelentősége miatt fel kell figyelni arra a tendenciára, hogy elemzéseink szerint az autokorrelációs függvények az egyedszám esetében 5 és 10 éves, a fajszám esetében pedig 9 éves gyenge, nem szignifikáns periódikus ingadozásra utaltak. Ezeknek az értékeknek a kialakításában valószínűleg az abundánsabb lepkefajok hosszú távú dinamikája jelentősen részt vesz, mivel számos gradációra hajlamos fajnál ugyanilyen értékű szignifikáns periodicitást találtunk (Leskó és mtsi., 1994, 1995, 1997, 1998). Ugyanakkor jól láthatóan a faj- és egyedszám fluktuációk szinkronban voltak egymással, amelyet a keresztkorrelációs függvény-eltolás nélküli pozitív szignifikáns értéke ($r = 0,73$) is alátámasztott.



1. ábra Várgesztesi fénycsapda által gyűjtött nagylepke-együttes évenkénti össz-egyedszámának (négyzetek) és fajszámának (körök) idősorai (1962–1999)
Fig. 1. Time series of yearly total number of species and individuals of macrolepidopteran assemblage collected by the light trap operating at Várgesztes (1962–1999)

A lepkék fajdiverzitásának hosszú távú mintázatát jellemző idősorokat a 2. ábrán tüntettük fel. A két idősor teljesen szinkronban változott egymással, amelyet a keresztkorrelációs függvény 0 eltolásnál mutatott kiugróan magas ($r=0,95$) szignifikáns értékei is bizonyítottak. Az alfa- és Q-diverzitási karakterisztikák értékei egyaránt jelentős fluktuációkat mutattak egyes években (30–100 között, 2. ábra), amelyek a faj- és egyedszám együttes ingadozásaiból származnak. A keresztkorrelációs függvények szerint a két diverzitási mérték mind az éves fajgazdagsággal, mind a fogott egyedek számával erősen szinkronban változott. Hasonlóan a fajszámhoz, a diverzitási mértékek esetében is csak gyenge, nem-szignifikáns 9 évi periodicitás volt kimutatható.



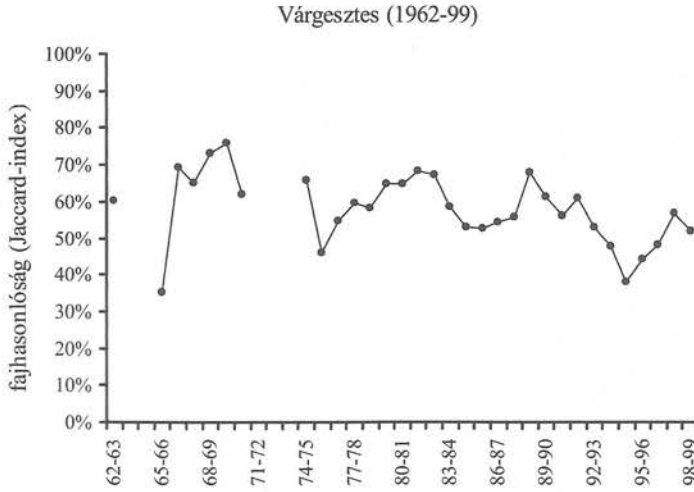
2. ábra Várgesztesi fénycsapda által gyűjtött nagylepke-együttes hosszú távú fajdiverzitás mintázatai (alpha-diverzitás: négyzetek, Q-diverzitás: körök)
Fig. 2. Long-term patterns of species diversity of moth assemblage collected by the light trap operating at Várgesztes (1962–1999)

Hosszú távú trendek

Az idősorokban rejlő változások irányát, hosszú távú tendenciáit trendanalízissel vizsgáltuk. Ennek eredményei szerint a lepke-együttesek idősorai közül a fajszám (trendegyenlet: $y=691,83-4,84x+C$), az abundancia ($y=51429,52-491,52x+C$) és a diverzitási karakterisztikák (alfára: $y=7101,35-0,532x+C$) egyaránt szignifikáns csökkenő trenddel jellemezhetők. A csökkenés mértékét – a trendfüggvények szerint is – ökológiai szempontból jelentősnek kell tekinteni. Az évi kimutatott fajszám a 38 év alatt a trend-egyenes szerint mintegy felére (közelítőleg 400-ról 200-ra) csökkent. Az évenkénti fénycsapdás fogások abundancia értékei ugyanezen időszak alatt kb. negyedére csökkentek (közelítőleg 20 000-ról 5 000 példány alá)! A diverzitási mutatók 70–80 értékről 45–50-re csökkentek le a 90-es évek végére. A csökkenő trend valamilyen rövidebb időszakban is kimutatható, még akkor is, ha a 60-as évek nagy ingadozásait kivesszük az idősorokból, valamint ha az 1993 utáni éveket elhagyjuk a fénycsapda erdőszélre való kihelyezése miatt. A csökkenő trendek biztos okainak felderítése céljából mindenképpen más hosszú idősorokkal rendelkező állomásoknál tapasztalható trendeket is meg kell vizsgálni. A csökkenés konzekvens folytonossága és mértéke valószínűleg nem magyarázható meg pusztán a település 80-as évektől egyre növekvő terjeszkedésével (ma már észak felől a vagilis fajok berepülése a “fényszennyezés” és az új falurész beépítése miatt jóval kisebb, mint 1964–1974 között volt), vagy egyes élőhelyek eltűnésével a csapda környékén. A csapda kezdettől fogva egészen 1993-ig erdő belsejében üzemelt, ahol zavaró egyéb fényforrás nem volt, továbbá a vizsgált időszakban a csapda térségében nem történt erdőkitermelés. A változásnak háttérben inkább nagyobb térléptékű (pl. klimatikus módosulások, illetve a környező erdők szukcessziós öregedése) folyamatok állhatnak. Feltehetően nagyobb léptékű regionális antropogén hatások, pl. tájhasználat változás is erősíthetik e folyamatokat. Természetesen nehezen prediktálható a trend jövőbeni alakulása, ez a csökkenés bármikor megfordulhat. A fajszám-csökkenés csakis a vizsgált, bár nem csekély hosszúságú időszakra érvényes!

A lepke-együttesek hasonlósági viszonyai az évenkénti mintavételek alapján

A 38 év alatt a fénycsapda állomáson kimutatott lepke-együttesek hasonlósági viszonyait a 3–5. ábrák foglalják össze. A 3. ábrán a szomszédos évek közötti bináris (Jaccard-index) fajhasonlóságok idősorát tüntettük fel, amely arra utal, hogy a hasonlósági értékek zöme a közép tartományba (60% körül) esik. Jelentős hasonlósággal (70 % felett) csak a 68–70 évek rendelkeztek. Hat esetben a szomszédos évek lepke-együtteseinek fajösszetétele még 50 %-ban sem hasonló. Mindez arra mutat, hogy az évi fajszám-ingadozások során jelentős fajkompozíciós változások is bekövetkezhetnek.



3. ábra Várgesztesi fénycsapda által gyűjtött nagylepke-együttes fajhasonlósága (Jaccard-index) a szomszédos években

Fig. 3. Long-term patterns of species similarity (Jaccard-index) of moth assemblage between consecutive years collected by the light trap operating at Várgesztes

A különböző, az egyedszámokat is figyelembe vevő módszerek szerint előállított hasonlósági csoportok, jellemzők és az eltérő eljárások (5 különböző módszer) ellenére számos esetben jó egyezést mutatnak (4–5. ábra). Ilyen karakterisztikus, egymáshoz hasonló együttesel jellemezhető évek csoportjai például: élesen elkülönül a 1967–71 közötti évek, különösen a 68–70, további csoportot képeznek a 70-es évek zöme 1983-ig, 1984–99 közötti időszak jól elkülönül a korábbi évektől, és két hasonlósági-csoportot alkotnak (1984–93, és 1994–99). Egyes évek is többé-kevésbé élesen elkülönültek, pl. 1962. A 38 év során a hasonló együttesek egymás utáni évek egy-egy sorozatára esnek, és ezek a csoportok elkülönülnek más időszakokétól. Ez arra utal, hogy néhány év elteltével kisebb-nagyobb ugrásszerű változásokkal átrendeződtek a lepkék faj-együttesei a vizsgált térségben.

A lepke-együttesek fajkompozíció-változási tendenciái

A lepke-együttesek előbbiekben vázolt időszakos átstrukturálódása abban nyilvánul meg, hogy az egymás után következő évek mintáiban újabb, korábban elő nem forduló fajok kerülnek elő („megjelenő” fajok), amelyeket több éven keresztül regisztrál a csapda (6a ábra). Ugyanakkor voltak lepkefajok, amelyek egy adott évtől kezdve a további vizsgált időszakban már nem fordultak elő a fénycsapdás gyűjtésekben („eltűnő” fajok, 6a ábra). Ez utóbbiakról nem feltétlenül állítható az, hogy esetleg kipusztultak az adott körzetben, inkább arról lehet szó, hogy a populációdinamikai változások következtében az abundancia szintjük a gyűjthetőségi küszöbérték alá csökkent. Természetesen a későbbiekben a populációméret növekedése következtében ismét megjelenhetnek a fénycsapdás fogásokban e fajok. Mindez persze nem zárja ki azt a lehetőséget, hogy a vagilissabb, illetve vándorló lepkék új fajokként megtelepedhettek az adott élőhelyeken, illetve egyes fajok lokális populációi ki is pusztulhattak időlegesen felépő kedvezőtlen környezeti hatások miatt. A vizsgált idősorra jellemző általános fajsza- és egyedszám-csökkenési trenddel összhangban a „megjelenő” és az „eltűnő” lepkék kumulatív

évi fajszámai sajátos lefutást mutatnak (6b. ábra). Az évenként megjelenő újabb fajok száma a 80-as évek elejéig (1983-ig) meghaladta az "eltűnő" fajok által okozott fajszám-csökkenést. Ezt követően újabb fajok már alig érkeztek (telítődési görbe), ugyanakkor a 80-as évek második felétől az "eltűnő" fajok száma rohamosan emelkedett, különösen a 90-es évek erősen aszályos periódusában (1990, 1992–94). A fajszám-növekedést és fajszám-csökkenést kifejező két kumulatív görbe különbsége jól mutatja a hosszú távú fajszám-csökkenési eredőt (7. ábra). A fajok évenkénti előfordulásának/hiányának megoszlását jól reprezentálja a 8. ábra. Eszerint a fajok többsége csak rövid időszakban, 1–6 évben volt kimutatható, a fajok egy további jelentős része 15 évnél hosszabb időszakban volt jelen a csapdázott anyagban, csak kisebb hányaduk volt többé-kevésbé állandó képviselője a lepke-együtteseknek.

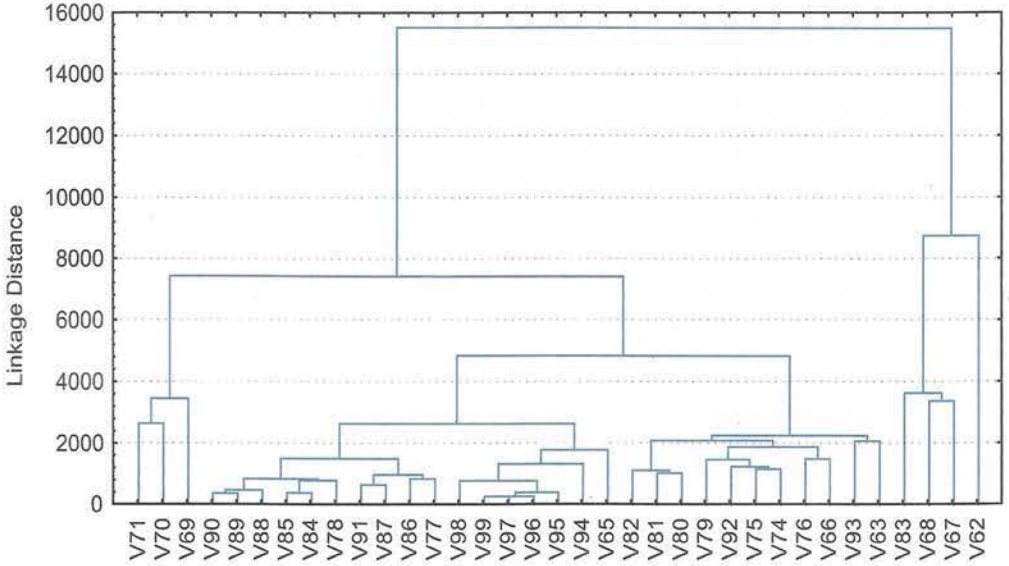
A mintázatváltozások és a klimatikus ingadozások

A fentiekben már utaltunk arra, hogy nagy térléptékű hatások, mint a klímaingadozás jelentős hatást gyakorolhatnak a populációdinamikai folyamatok befolyásolásán keresztül az egész lepke-együttes szerkezetére, így például a biodiverzitás mértékére is. A 9–10. ábrán a vizsgált időszakra jellemző hosszú távú csapadékhiány és aszályindex idősorokat tüntettük fel. A korábbi vizsgálataink alapján várható, hogy különösen a száraz, aszályos évek jelentős hatással bírnak a fitofág lepkepopulációkra. Az ábrák azt mutatják, hogy a 70-es évek végétől csapadékhiányos, sőt erősen aszályos évek sorozata következett egészen a 90-es évek közepéig. Ebben az időszakban az erősen arid években számos lepkekártevő komoly országos mértékű gradációja zajlott le. A várgesztesi meteorológiai mérésekből számolt SHT ariditási-index idősorának minimumai az aszályos éveket jelzik (10. ábra), amely értékek összevetéseinkben egybeestek a PAI maximumaival, azaz az országos szinten kimutatott aszályos szezonnokkal.

A SHT várgesztesi idősorának az abundanciával, a fajszámmal és a fajdiverzitással vett keresztkorrelációs függvényeit kiszámolva a 0-eltolás esetében szignifikáns korrelációt nem kaptunk, azonban a gyenge negatív érték mindhárom esetben utal a tendenciára, hogy az aszály mértékének növekedésével egyaránt nőhet az abundancia és a fajszám, valamint a fajdiverzitás is. Ennek pontosabb kimutatására további elemzésekre van szükség.

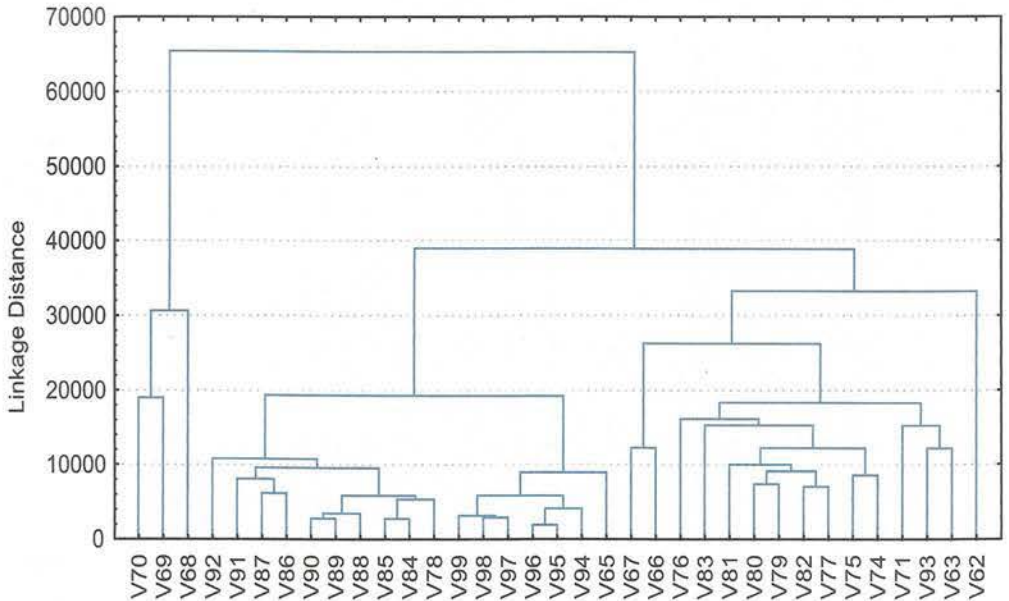
KÖVETKEZTETÉSEK

- A várgesztesi fénycsapdával mintavételezett nagylepke-együttesek biodiverzitási jellemzőiben (abundancia, fajszám, fajdiverzitás) egyaránt hosszú távú, jelentős mértékű csökkenési trendek figyelhetők meg.
- A megfigyelt mintázat-változásokért részben az időjárási elemek évenkénti ingadozásai, különösen az aszály a felelős.
- A lepke-együttesek fajkompozíciós idősoraiban hosszú távon ugrásszerű átrendeződések tapasztalhatók.
- Mindenképpen javasolható egyéb állomások adatsorainak feldolgozása, mivel csak így lehet megbízhatóbban és egyértelműbben kimutatni és elválasztani a helyi hatásoktól a regionális, vagy országos szintű háttérváltozókat. Csak további állomások adatainak hosszú távú trendanalízisével állapíthatjuk meg, hogy az itt kimutatott fajdiverzitási mintázatok, illetve együttes-szintű trendek helyi, vagy nagyobb térléptékű és azonos irányú változásokat jeleznek-e.



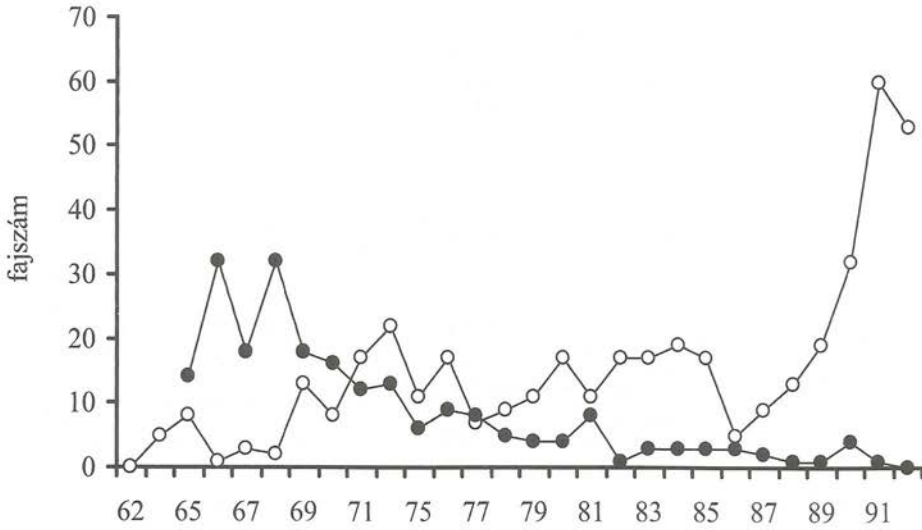
4. ábra Várgesztesi fénycsapda által gyűjtött nagylepke-együttes évenkénti mintáinak fajhasonlósági viszonyai (Ward-módszer, euklideszi távolság)

Fig. 4. Similarity relationships of yearly samples of moth assemblage collected by the light trap operating at Várgesztes (Ward's method, Euclidean distances)



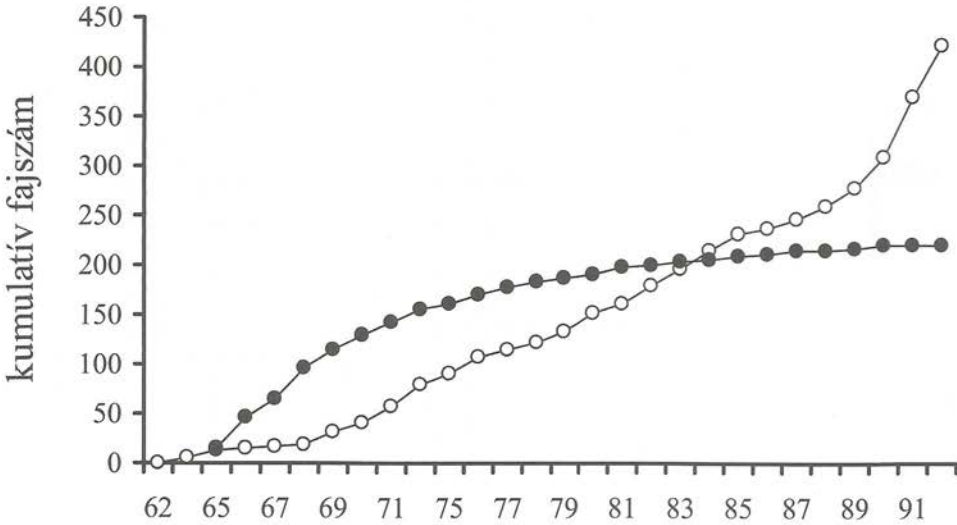
5. ábra Várgesztesi fénycsapda által különböző években gyűjtött nagylepke-együttes fajhasonlósági viszonyai (Ward-módszer, Manhattan-metrika)

Fig. 5. Similarity relationships of yearly samples of moth assemblage collected by the light trap operating at Várgesztes (Ward's method, Manhattan-metrics)



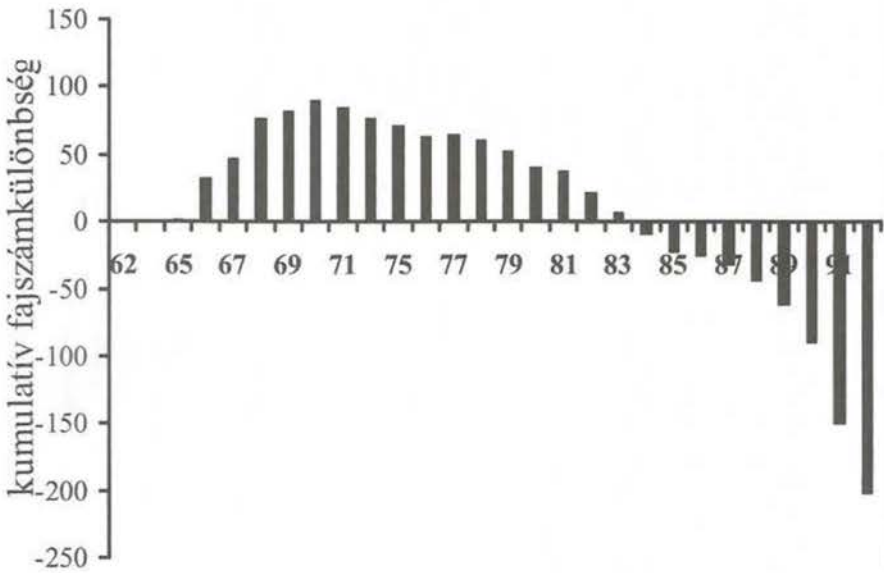
6a ábra Az évenként kimutatott újabb „megjelenő”, és az adott évtől a továbbiakban nem fogott, „eltűnő” nagylepke fajok száma (kitöltött körök: „megjelenő” fajok, üres körök: „eltűnő” fajok)

Fig. 6a Yearly number of new „appearing” and from the given year „disappearing” moth species (filled circle: „appearing” species, empty circle: „disappearing” species)



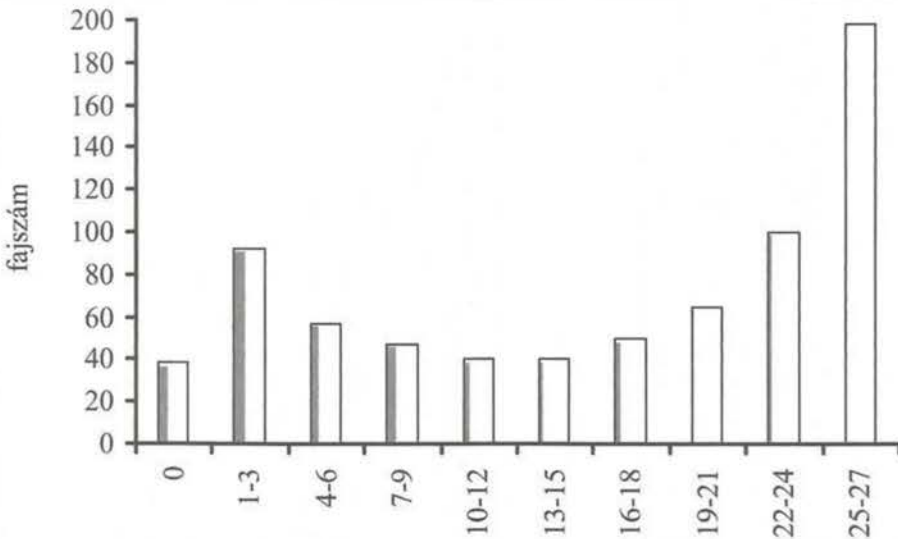
6b ábra A várgesztesi fénycsapdás fogásokban a „megjelenő” és „eltűnő” lepkefajok évi kumulatív fajszámai (kitöltött körök: „megjelenő” fajok, üres körök: „eltűnő” fajok)

Fig. 6b Yearly cumulative species numbers of „appearing” and „disappearing” moth species at Várgesztes. (filled circle: „appearing” species, empty circle: „disappearing” species)



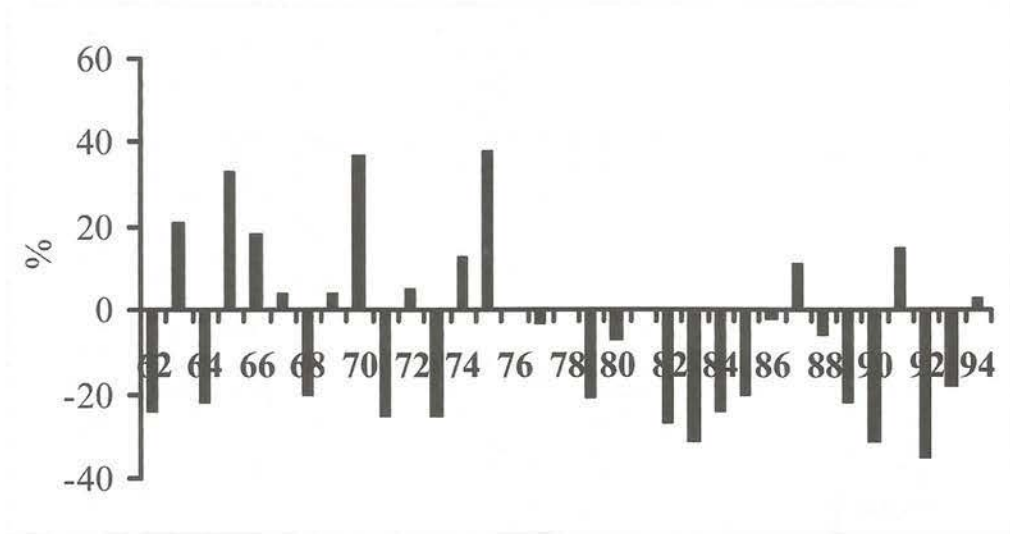
7. ábra A várgesztesi fénycsapdás fogásokban a „megjelenő” és „eltűnő” lepkefajok évi kumulatív fajszámainak különbsége

Fig. 7. The difference of yearly cumulative species numbers between „appearing” and „disappearing” moth species at Várgesztes

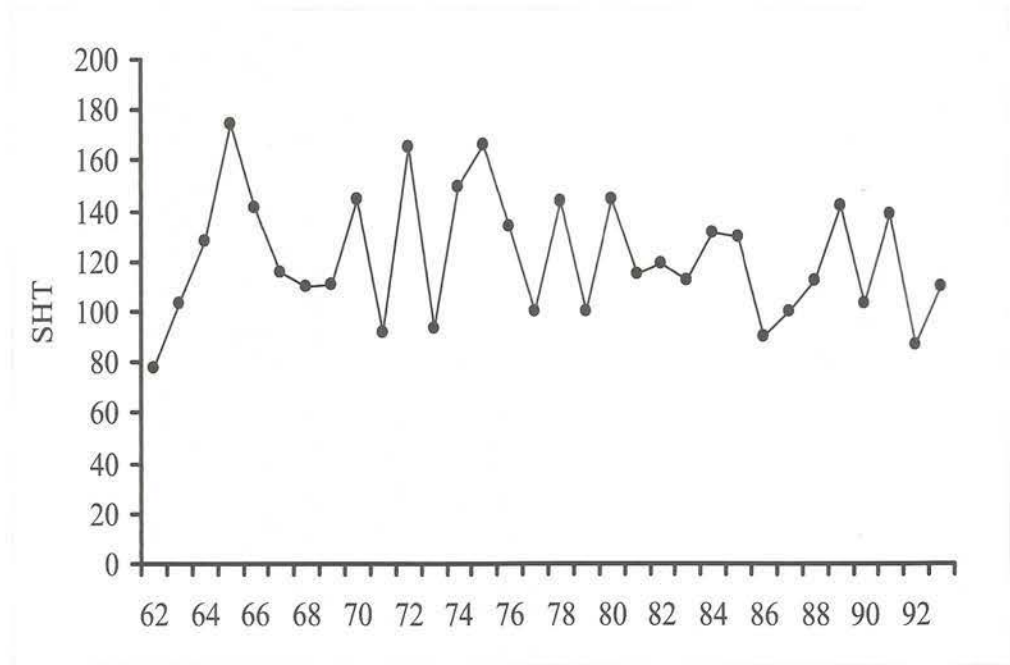


8. ábra A várgesztesi fénycsapda által kimutatott összes nagylepke fajszám gyakorisági megoszlása aszerint, hogy hány évben nem fordultak elő az 1962–1992 közötti 28 éves időszakban (x-tengely: 3 évenként növekvő időtartamok)

Fig. 8. Frequency distribution of species number of total moth assemblage recorded by the light trap at Várgesztes according to the number of those years when they were not occurred over the period between 1962 and 1992 (x-axis: 3-yearly increasing periods)



9. ábra Az országos évi csapadékösszeg %-os eltérései a sokéves átlagtól a vizsgált időszakban
Fig. 9. Percent deviations of yearly country-wide precipitation amounts from long-term mean in the studied period



10. ábra Az aszályosság mértékét kifejező index időszora a vizsgált időszakban Várgesztesnél (SHT: Szeljanyinov-féle hidrotermikus hányados)
Fig. 10. Time series of aridity index measuring drought level during the period of investigation at Várgesztes (SHT: values of the Selyaninov hydrothermic quotient)

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Kutatásainkat az OTKA (Témaszám: T 023284) és a KÖM Természetvédelmi Hivatala anyagi támogatásával végeztük.

IRODALOMJEGYZÉK

- Kádár, F. and Szentkirályi, F. 1997. Effects of climatic variations on long-term fluctuation patterns of ground beetles (Coleoptera, Carabidae) collected by light trapping in Hungary. *Acta Phytopathol. et Entomol. Hung.* 32, 185–203.
- Kádár, F. and F. Szentkirályi 1998. Seasonal flight pattern of *Harpalus rufipes* (De Geer) captured by light traps in Hungary (Coleoptera: Carabidae). *Acta Phytopathol. et Entomol. Hung.* 33, 367–377.
- Kempton, R. A. and Taylor, L. R. 1976. Models and statistics for species diversity. *Nature*, 262, 818–820.
- Láng E. és Török K. (szerk) 1997. Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer III., Vácrátót.
- Magurran, A. E. 1988. *Ecological Diversity and Its Measurement*. Croom Helm, London.
- Szentkirályi, F. 1984. Analysis of light trap catches of green and brown lacewings (Neuropteroidea: Planipennia, Chrysopidae, Hemerobiidae) in Hungary. *Verh. SIEEC* 10, 177–180.
- Szentkirályi, F. 1992. Spatio-temporal patterns of brown lacewings based on the Hungarian light trap network (Insecta: Neuroptera: Hemerobiidae). In: Canard, M. et al eds.) *Current Research in Neuropterology*, 349–357.
- Szentkirályi, F. 1997. Seasonal flight patterns of some common brown lacewing species (Neuroptera, Hemerobiidae) in Hungarian agricultural regions. *Biologia (Br.)*, 52, 291–302.
- Szentkirályi F. 1998. Fátyolka együttesek fénycsapdás monitorozása a Körös-Maros Nemzeti Park térségében. *Crisicum*, 1:151–167.
- Szentkirályi, F. 1999. Long-term Insect Monitoring System (LIMSYS) based on light trap network. *Long Term Ecological Research in the Kiskunság, Hungary*. (Eds. Kovács-Láng, E., Molnár, E., Kröel-Dulay, Gy. and Barabás, S.), pp. 22–24. Kiskun LTER, Institute of Ecology and Botany of the Hungarian Academy of Sciences, Vácrátót.
- Szentkirályi F., Leskó, K., Kádár, F. és Mohainé Madaras K. 1995. Hosszú távú fénycsapdás monitoring kutatások Magyarországon. MTA Biol. Oszt. Közgyűlése. Összogl.
- Szentkirályi F., Leskó K. és Mohainé Madaras K. 1996. A hazai fénycsapda-hálózat biomonitoring rendszerként való hasznosítása. A Magyar Biológiai Társaság XXII. vándorgyűlése, Előadások Összefoglalói, Gödöllő.
- Williams, C. B. 1964. *Patterns in the balance of nature and related problems in quantitative ecology*. Acad. Press, London.

A BÜKKÁLGESZT KIALAKULÁSÁNAK KÉMIAI FOLYAMATAI.
A (+)-KATECHIN ÉS (-)-EPIKATECHIN SZEREPE
THE CHEMISTRY OF THE FORMATION OF RED HEART IN BEECH
(FAGUS SYLVATICA L.). THE ROLE OF (+)-CATECHIN AND (-)-EPICATECHIN

ALBERT LEVENTE¹, HOFMANN TAMÁS¹, RÉTFALVI TAMÁS¹,
NÉMETH ISTVÁN ZSOLT¹, KOLOSZÁR JÓZSEF², CSEPREGI IMRE²

ÖSSZEFOGLALÁS

Tanulmányoztuk a bükk fenoloidok, a fenoloidok oxidálásában szerepet játszó peroxidáz (POD) és polifenol-oxidáz (PPO), valamint a szöveti pH szerepét a bükk álgesztesedésében. Megállapítottuk, hogy a színhatár előtt magas a fenoloid koncentráció, emelkedik a szöveti pH és nagy az enzim aktivitás. A színhatár után a fenoloidok koncentrációja drámaian csökken, a pH és az enzim aktivitás magas marad. Álgesztmentes bükkben is folyamatos a fenoloid koncentráció sugárirányú emelkedése, de az érett fában nem mértünk csökkenést, nem emelkedik a pH, és alacsony a POD és PPO aktivitás. Az elválasztott fenoloidok közül a (+)-katechin és (-)-epikatechin álgesztesedésben játszott szerepét mutattuk ki. Az eredmények összehangolt értelmezése alapján bizonyítottnak tekinthető a fenoloidok enzimatis oxidációjának és a katechin epiméreknek a szerepe az álgesztesedésben. A bükk álgesztesedésének kémiája hasonlóságot mutat a Juglans-típusú kötelező gesztesedéssel.

KULCSSZAVAK: bükk, álgeszt, fenoloidok, (+)-katechin, (-)-epikatechin, peroxidáz, polifenol-oxidáz, szöveti pH, vékonyréteg kromatográfia.

ABSTRACT

The complex investigation on the role of beech phenols, peroxidase (POD) and polyphenol-oxidase (PPO) enzymes and the pH of the wood tissue in red heartwood formation of beech has been carried out. High concentrations of phenolic compounds, as well as increased pH values and enzyme activities could be detected just in front of the colour boundary. Right behind the heartwood border the concentration of the phenols decrease steeply, but the pH and the activities of POD and PPO remain high even in the inner red heartwood tissues. Out of the identified phenolic compounds the role of (+)-Catechin and (-)-Epicatechin could be evidenced in red heartwood formation. The phenoloid concentrations also increase in non-discoloured beech from the bark towards the pith, but do not decrease even in the inner ripewood tissues. Neither increased pH values nor increased POD and PPO activities could be detected in the inner ripewood tissues in the non-dicoloured beech disks. From the complex interpretation of the results the role of enzymatic oxidation of phenolic compounds and the role of the catechin epimers in red heartwood formation can be regarded as proven. The chemical processes of beech red heartwood formation show several analogies with Juglans-type obligatory heartwood formation.

KEYWORDS: Beech, Red heartwood, Phenolic compounds, (+)-Catechin, (-)-Epicatechin, Peroxidase, Polyphenol-oxidase, Tissue pH, Thin-Layer Chromatography

¹ Nyugat-Magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Kémiai Intézet,

² Nyugat-Magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Erdőművelés Tanszék

BEVEZETÉS

A színes gesztesedés az élő bükk (*Fagus sylvatica* L.) legfontosabb szerkezeti és szín anomáliája, amely a faállomány értékét fatermési osztályonként 23-27%-kal csökkenti. Részben ezzel magyarázható az erdészeti tudományokkal foglalkozó kutatók élénk érdeklődése a téma iránt, közöttük számos magyar tudós is jelentős eredményekkel büszkélkedhet. (Larsen et al., 1943; Paclt, 1953; Nečasny, 1958; Rácz et al., 1961; Dietrichs, 1964; Bosshard, 1967; Hillis, 1968; Horváth, 1998; Rumpf et al., 1994; Magel et al., 2001a.). Az elért tudományos eredmények ellenére a bükk színes gesztjének kialakulásában szerepet játszó molekuláris hordozókat, a lejátszódó kémiai, biokémiai folyamatokat, valamint a lerakódott és színesedést okozó anyagok kémiai összetételét csak részben sikerült felderíteni. Ismert szerkezetű anyagokat és kémiai egyenletekkel szimbolizált vegyi folyamatokat csak a kioldható szénhidrátok esetében rendeltek az álgesztesedés élettani folyamataihoz (Magel et al., 2001a; b). A kioldható szénhidrátok szerepe azonban közvetett, csak prekursorjai lehetnek a színeképző vegyületeknek, színhordozók nem.

A bükk színes gesztesedésének okai

Bár a megfigyelések száma nő és ezekkel együtt az álgesztesedéssel asszociált paraméterek száma is emelkedik, a kiváltó okok felderítése máig nyitott kérdés maradt. A legtöbb esetben a bükk színes gesztesedését fiziológiás és patológias okokra vezetik vissza (fiziológiás és patológias álgeszt), és feltételezik, hogy a színes geszt képződésében genetikai paraméterek is szerepet játszanak.

Összefüggést állapítottak meg a korona fejlettségével (Roloff, 1989; Richter, 1990; Walter et al., 1991), a gyökérzet állapotával és a fa vitalitásával (Seeling, 1991). Megfigyelték, hogy agyagos termőhelyeken, stagnáló koronánövedés esetén a vörös geszt képződése felgyorsul (Dobler et al., 1988), a tengerszint feletti magasság növekedésével - szilikátos termőhelyek esetén - nő a vörös gesztű törzsek aránya, meszes és dolomitos talajokon pedig csökken (Kotar, 1994a). Más szerzők szerint az állomány összetétele és sűrűsége szintén befolyásolja az álgesztesedés esélyét (Kotar, 1994a, b), sűrű, nagy törzsszámú, homogén bükk állományban valószínűbb a színes geszt megjelenése, mint az elegyes állományokban. Általánosan elfogadott megállapítás, hogy az előfordulás gyakorisága, és a kiterjedés mértéke a törzsön belül az életkorral, és a mellmagassági átmérővel arányosan nő (Vasiljevič, 1974), a színesedés általában a 80. év után kezd kialakulni, és a 110. év fölötti fákban már nagyon gyakori. Összefüggést állapítottak meg a törzs alsó részében kialakult álgeszt, és a törzs alját ért sérülések mértéke között is (Karadzič, 1981; Rieder, 1997). A gombák szerepét az álgesztesedésben szintén több szerző említi (Nečasny, 1956; Hosli et al., 1978), bár a vizsgált törzseknek csak egy hányadából mutatható ki egyértelműen farontó gombák jelenléte. A leggyakrabban izolált gombák a fehérkorhasztó *Pholiota Adiposa* és *Ustulina Deusta*. Ezeket általában olyan törzsekből mutatták ki, amelyek szabálytalan alakú álgesztet (csillagos, mozaikszerű, szabálytalan) tartalmaztak (Karadzič, 1981). Egyes szerzők a gombák mellett a baktériumok szerepét is bizonyítottan tekintik a színesedés kialakulásában, számos, csillagos álgesztet tartalmazó törzsből sikerült gazdag baktériumflórát elkülöníteni. Ezen baktériumok legtöbbször a frissen vágott bükk szijácsmintákon és fanedveken *in vitro* barna színeződést idézett elő (Schmidt et al., 1989). Több forrás foglalkozik az időjárási extrémumok (kemény fagy, szárazság) hatásával (Seeling, 1992; Larsen, 1943). Hosszan tartó, szokatlan hideg után megfigyelték, hogy az állományok tekintélyes hányadának faanyagában nagy kiterjedésű, sűrű elszíneződés jelenik meg a viszonylag fiatal (40-60 éves) fákban is. Az így kialakult "fagy-geszt" különbözik a hagyományos vörös gesztől, bár néhány év multával már nem lehet különbséget tenni a két típus között.

Összefoglalva: valószínűsíthető, hogy az általános fiziológiai leromlás állapotában, a környezeti stressz váltja ki azokat a bonyolult morfológiai, kémiai és biokémiai folyamatokat, amelyek összessége a bükk színes gesztesedéséhez vezet. A lejártszódó kémiai folyamatok felderítése, a színes anyagok szerkezetének tisztázása hozzájárulhat az álgesztesedés élettanának megismeréséhez és ezen keresztül közelebb kerülhetünk e nemkívánatos folyamat visszaszorításához, megelőzéséhez, illetve eljárásokat dolgozhatunk ki az álgesztes faanyag színének homogenizálására.

Színes geszt típusok

Az álgesztet a szín, alak és az elhelyezkedés alapján osztályozzák, megkülönböztetve vörös-, barna-, szürke-, felhős-, csillagos-, és abnormalis gesztet. Ezek a bél körül többé-kevésbé központosan helyezkednek el, szemben az aszimmetrikus és a pillangós geszttel, amelyek nem a bél körül alakulnak ki. Az egységes nevezéktan és osztályozási rendszer megteremtésére Sachsse tett kísérletet, a bükk színes gesztjét négy csoportba sorolva: vörös-, csillagos-, seb- és abnormalis vagy patológiás geszt (Sachsse, 1991).

Morfológiai és faanatómiai változások

A színes geszt képződési folyamatában mélyreható morfológiai és faanatómiai változások következnek be. A parenchima sejtek vitalitása csökken (Bosshard, 1967), egyes források szerint ennek mértéke arányos a fa pórusaiban mérhető levegő/víz arány értékével (Sachsse, 1991). A törzs belsejébe levegő jut, amely elősegíti a tilliszek képződését. Az axiális és radiális parenchima sejtek falára színes anyagok rakódnak le (Nečesany, 1956). Ezek következtében nyeri el a fa vörösesbarna színét. A színes anyagok nem hatolnak be a sejtfalba.

A bükk álgeszt visszaszorítására tett kísérletek

Az állomány értékcsökkenését célszerű erdőművelési eljárásokkal kívánták megelőzni, mint pl. a minőségi csoportos-, vagy célátmérőre gyérités (Gadow, 1989). Az egyik legfontosabb kutatási cél e téren a gazdaságilag optimálisnak tekinthető vágáskor meghatározása volt (Rieder, 1997; Chovanec, 1990). Ugyancsak fontos alapelv a minél rövidebb időn belüli célátmérő elérése az állományban, mely által a színesedés előfordulási valószínűsége visszaszorítható (Milescu et al., 1969; Naumann et al., 1997).

A BÜKK SZÍNES GESZTJÉNEK KÉMIAI VIZSGÁLATA

Általánosan elfogadott az a vélemény, hogy az álgeszt színanyagai a bükk fenoloidjainak (flavonoidok, antocianidinek) oxidatív polimerizációja nyomán keletkeznek. Ez a nézet növényélettani ismereteken alapszik, analógiákra épített, nem bizonyított. Mellette szólnak az alábbi érvek: (a) a flavonoidok és antocianidinek részt vesznek a színesen gesztesedő fák színes gesztjének, valamint a sebgeszt színanyagainak kialakulásában, (b) fontos szerepet játszanak a faszövetek más színváltozással járó folyamataiban is, (c) színmeghatározó, fotostabilizáló hatásuk van, (d) központi szereplői az erdei fák biotikus és abiotikus környezeti hatásokra adott biokémiai válaszreakcióinak. Bükk fenoloidokat levelekből és törzsekből (Dietrichs, 1964), valamint kéregből (Tissut, 1967; Dübler et al. 1997) izoláltak és azonosítottak. A bükk ál-

gesztesedésével kapcsolatban a kioldható szénhidrátok szerepét vizsgálták (Magel, 2001a, b) feltételezve, hogy a fehér és a színes faanyag határán, (vagy az előtt), a kioldható szénhidrátok átalakulnak az álgeszt színanyagainak prekursorjaivá, fenoloidokká. A bükk színes gesztesedésében szerepet játszó enzimfolyamatok közül csak a szénhidrátok képződését és hidrolízisét katalizáló enzimeket tanulmányozták, a fenolokat oxidáló enzimeket nem.

A Nyugat-Magyarországi Egyetem Erdőmérnöki Kar Kémiai Intézetének egy kutatócsoportja egy évtizede végez célirányos és szisztematikus kémiai és biokémiai vizsgálatokat a bükk álgesztesedésével kapcsolatban. Megállapítottuk, hogy:

1. a vörös geszt cellulóztartalma kisebb, hamutartalma magasabb mint a szíjácsé, a lignintartalom pedig azonos. Statisztikailag elemezve a makro- és mikroelem tartalmakat, nem találtunk különbséget a vörös geszt és a szíjács K, Mg, Al, Fe, Mn, Mo, Zn, Cu, S, N-tartalmában, de a vörös gesztben magasabb Ca és alacsonyabb P koncentrációt mértünk (Albert et al., 1998a). Szakirodalmi adatok szerint a foszfortartalom magas értékei élénk felépítő folyamatokra, fokozott szénhidrát anyagcserére utalnak.
2. A vörös gesztben alacsonyabb szabad savtartalmat és magasabb pH- értékeket határoztunk meg, mint a szíjácsban (Albert et al., 1998b), bár általánosan bizonyított, hogy egészséges fában a geszt pH-ja általában magasabb, mint a szíjácsé.
3. A vörös gesztben szignifikánsan kevesebb kioldható fenolt mértünk, mint a szíjácsban (Albert et al., 2002a, b). A mérési módszer a molekulákban lévő fenolos hidroxil-csoportok reakcióján alapszik, vagyis a színes gesztesedés folyamán a fenolos hidroxil-csoportok száma csökken.
4. Vizsgáltuk a korszerű felületvizsgálati módszerek alkalmazhatóságát. Megállapítottuk, hogy az atomerő spektroszkópia (AFM) alkalmazhatóságának korlátot szab a fa felületének „makro”-jellege, de jó eredmények várhatók a röntgenfotoelektron spektroszkópia (ESCA) alkalmazásától (Albert, 1999).
5. A vörösgesztű bükk szíjácsának és gesztjének IR spektrumait összevetve a gesztesedési folyamat kémiai változásait jelző különbségeket nem tapasztaltunk. A jellegzetes infravörös sávok és maximumok között szignifikáns eltérések nem észlelhetők (Albert et al., 1998a).
6. A totál fenol tartalom sugárirányú változásait mérve megállapítottuk, hogy az összfenol tartalom megemelkedik a színhatár előtt, majd a színhatár után csökken (Albert, 1999, 2003). A mérési eredmények azt bizonyítják, hogy a fenoloidok kémiai átalakulnak.
7. Az álgesztes faanyagban jelentős kataláz enzim aktivitás mérhető (Albert et al., 2000).
8. A fenoloidok (flavonolok) minőségi és mennyiségi változásai jelzik a környezeti hatásokat (Németh et al., 1998).

A fenoloidok álgesztesedésben játszott szerepének vizsgálata során elért újabb kutatási eredményeinket foglaltuk össze a jelen közleményben.

KUTATÁSI CÉLOK

1. A totálfenol tartalom sugárirányú változásainak mérése álgesztes és álgesztmentes bükkben.
2. A bükk fenoloidok kromatográfiás elválasztása és azonosítása. Az álgesztesedésben szerepet játszó fenoloidok kiválasztása, mennyiségük sugárirányú változásainak mérése.

3. A növényi fenoloidok oxidációjában központi szerepet játszó peroxidáz (POD) és polifenol-oxidáz (PPO) enzimek aktivitásának meghatározása: pH függés, aktivitásuk sugárirányú változásainak mérése álgesztes és álgesztmentes bükkben.
4. A pH sugárirányú változásainak mérése álgesztes és álgesztmentes bükk szövetekben. Bizonyítani, hogy az álgesztes bükk színhatár előtti szöveteinek magas pH értéke összefüggésben van a fenoloidokat oxidáló enzimek aktivitásával.
5. A kísérleti eredmények egymással összefüggő, szintetikus értelmezésével bizonyítani, vagy megcáfolni azt az irodalomban elterjedt hipotézist, hogy az álgeszt színanyagai a fenoloidok enzimatis oxidációjában keletkeznek. Felderíteni, hogy a folyamatban mely fenoloidok játszanak szerepet.

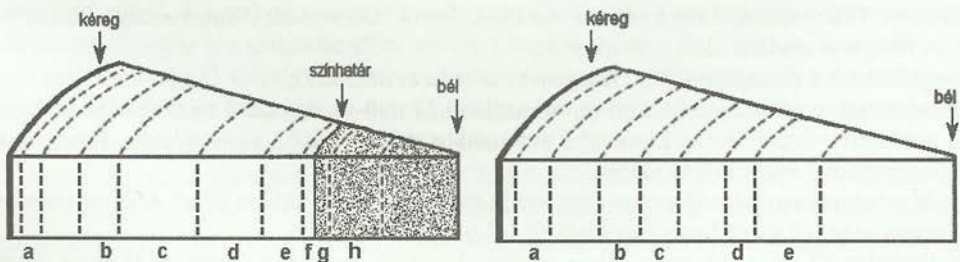
KÍSÉRLETI KÖRÜLMÉNYEK

Minták

A mintákat a kaposvári SEFAG Rt. bocsátotta rendelkezésünkre, a törzsek üzemterv szerinti kora 100 év volt. A döntés 2003. októberében történt. Mintavételi magasság: a vágáslaptól számítva 3 méter.

A fenoloidok mennyiségi és minőségi vizsgálatához, valamint a peroxidáz (POD, E.C. 1.11.1.7) és polifenol-oxidáz (PPO, E.C. 1.10.3.1) enzimek aktivitásának méréséhez 3 álgesztes (I-III) és 3 álgesztmentes (IV-VI) törzsből vett korongot használtunk. A vizsgált fakorongok és az álgeszt átmérői: I: 45 cm (15 cm álgeszt, felhős), II: 49 cm (22 cm álgeszt, felhős), III: 41 cm (12 cm álgeszt, felhős), IV: 47 cm, V: 41 cm, VI: 43 cm.

A mintakorongokat a kivágás után azonnal beszállítottuk és feldolgoztuk. A mintákat (a-h) a kijelölés után nyolcad korongokból vettük (1.ábra). A korongból kivágott sávok szélessége 3-4 cm volt, az álgeszt határ előtti és utáni faszövetekből vett mintáké 0.5 cm.



1.ábra Mintavételi helyek az álgesztes és álgesztmentes bükk korongokban

Fig. 1. Sampling positions in the red-heartwooded and in the white disks

Extrakció

1. A totálfenol tartalom meghatározásához 0,50 g fareszeléket 50 ml 80%-os vizes metanolal extraháltunk 6 óráig folyamatos extrakcióval mágneses keverővel. Az extraktumot Whatman GF/A üvegszálalás szűrőpapíron szűrtük.
2. A fenoloidok rétegekromatográfiás azonosításánál és mennyiségi meghatározásánál ugyanabból az extraktumból indultunk ki, amelyből a totálfenol tartalom meghatározást végeztük

(l. eredeti kivonat). A töményítéshez 15 ml eredeti kivonatot szárazra pároltunk rotációs bepárlóval (Büchi Rotavapor rotációs bepárló, 40 °C gőztérhőmérséklet, Büchi, Flawil, Svájc), és a maradékot 1.5 ml metanolba oldottuk vissza. Ezt az oldatot használtuk az egyes fenoloidok rétegekromatográfiás analíziséhez.

3. Az enzimaktivitás méréseknél a mintákat (a-h) felaprítottuk és mindegyikből pufferált kivonatot készítettünk: 0.4 g fa/10 ml puffer (pH=5.24). Az elegyet 10 percig kevertettük, majd 15 percig centrifugáltuk (4000/perc). A POD és PPO aktivitások pH függésének méréséhez a korongok fehér és a vörös faanyagaiból egy-egy homogén átlagmintát is készítettünk, és ezt mindig a mérési pH-nak (6,7 ábrák) megfelelő pufferrel extraháltuk (0.4 g/10 ml). Az aktivitási értékeket U/ml-ben adtuk meg, az eredmények 0.4 g száraz fatömegre vonatkoznak.
4. A pH mérésekhez 2,50g élőnedves fa /100 ml víz elegyet 24 órán keresztül szobahőmérsékleten állni hagytunk. A kivonatot szűrtük és a szűrlet pH-ját határoztuk meg.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A mérésénél analitikai tisztaságú vegyszereket használtunk (Merck, Sigma Aldrich, Reanal).

a. Totálfenol meghatározás

A totálfenol tartalmat Folin-Ciocalteu módszerével határoztuk meg (Singleton és Rossi, 1965), standardként quercetin-t használtunk. Mindegyik minta esetében három párhuzamos mérést végeztünk. A mérési eredményeket súlyállandóságig szárított faanyagra vonatkoztattuk. A meghatározáshoz Shimadzu UV-3101 PC spektrofotométert használtunk.

b. A fenoloidok rétegekromatográfiás meghatározása

A (+)-katechin-t és a (-)-epikatechin-t azonosítottuk és mennyiségüket meghatároztuk a bükk szövetekben. Ehhez vékonyréteg kromatográfiás módszert alkalmaztunk. Az analízis paraméterei a következők voltak:

Állófázis: TLC szilikagél réteg (Merck 1.05554, Merck, Darmstadt, Németország), 20 cm × 10 cm. A rétegeket analízis előtt nem mostuk;

Mozgófázis: 9:1 diizopropil éter : hangyasav (Fecka et al. 2001);

Mintafelvétel: a réteg aljától 6 mm-re, bal szélétől 22 mm-re. Sávyszerű mintafelvétel automatizált mintafelvívővel (Camag Linomat 5 automaikus mintafelvívő), sáv szélesség: 4 mm, mindegyik mintából 3 párhuzamos mérés;

Felvitt mintamennyiség: álgesztes faszövetek esetén 30 µl, egyébként 20 µl. A felvitt standardok mennyisége 0.1 mg/ml-es törzsoldatból: 1-7 µl (100-700 ng);

Kifejlesztés: 20 cm × 20 cm-es „twin trough chamber” kamrában (Camag, Muttenz, Svájc), mindegyik vályúba 8-8 ml mozgófázis. A kifejlesztésnél telítetlen gőzterű kamrát alkalmaztunk. Mindegyik kifejlesztéshez friss mozgófázis. Kifejlesztési távolság 10 cm;

Előhívás: kifejlesztett réteglapok szárítása meleg levegőáramban. Lefújás (Merck TLC Sprayer előhívó egység, Merck, Budapest) vanillin-kénsav reagenssel (Stahl, 1962), majd melegítés szárítószekrényben 5 percig 120°C-on;

Minőségi azonosítás: R_f érték alapján, illetve spektrummal való összehasonlítás alapján. A falvan-3-olok vörös foltként jelentek meg.

Mennyiségi kiértékelés: denzitométerrel abszorpciós módban (Camag TLC Scanner 3 denzitométer, WinCATS 1.2.3 szoftver), mindkét komponensre 513 nm-en 5 pontos kalibrációt és polinomiális regressziót alkalmaztunk a csúcsterület alapján.

c. Enzim aktivitás mérése

POD enzim. Szubsztrátum: 0.01 g/ml-es 3,3'-diaminobenzidin metanolban (20 μ l), 0.3%-os H_2O_2 (20 μ l), puffer: foszfát-puffer (1700 μ l), minta: (20 μ l). Abszorbancia mérése 480 nm-en. 0.01 A változás/perc -et vettünk 1 Unit-nak.

PPO enzim. Szubsztrátum: 0.2M-os katechol pufferben oldva (1000 μ l), puffer: foszfát-puffer (1000 μ l), minta: (500 μ l). Abszorbancia mérése 420 nm-en. 0.001A változás/perc -et vettünk 1 Unit-nak.

Mindegyik mintára 3 párhuzamos mérést végeztünk. Az enzimaktivitást Shimadzu UV-3101 PC spektrofotométerrel mértük.

d. pH meghatározás

A pH-méréseknél Radelkis OP211/2 digitális pH-mérőt és OP 0808P pH üvegelektrodát alkalmaztunk. A kalibráláshoz 4,00 és 9,00 pH-jú oldatokat, az oldatok homogenizáláshoz mágneses keverőt használtunk.

MÉRÉSI EREDMÉNYEK

1. Totálfenol tartalom sugárirányú változásai álgesztes és álgesztmentes bükkben

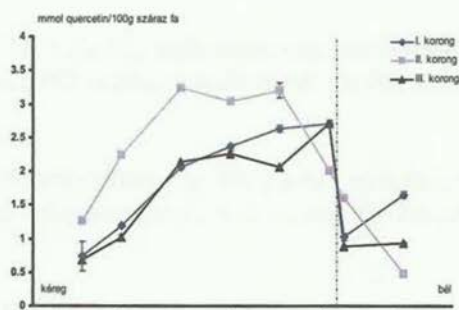
A totálfenol tartalom a faszövetekben fellelhető összes kioldható fenolos komponens mennyiségét fejezi ki, az egyes vegyületek minőségére vonatkozóan nem ad információt. Meghatározása az adott faszövetben fellelhető kioldható komponensek fenolos OH-csoportjainak mérésén alapszik.

Más mintákon végzett mérési eredményeinkkel összhangban (Albert *et al.*, 2005) a vizsgált minták esetében is azt állapítottuk meg, hogy a totálfenol tartalom az álgesztes bükk faszövetekben a szíjácstól a színhatárig növekszik, majd a színhatár közelében, és azután drámaian csökken (2. ábra). Egyes korongokban megfigyelhető a fenoloid koncentráció ugrásszerű, szignifikáns emelkedése is a színhatár előtti szövetekben (ld. 1. ábra, III. korong). Ez a szűk szöveti sávban bekövetkező fenolkoncentráció emelkedés képezi az alapját annak a feltételezésnek, hogy a faszövetekben a kumulatív fenolkoncentráció növekedés mellett kis mennyiségben *in situ* fenolszintézis is lejátszódik a színhatár előtt.

Hasonló tendenciák tapasztalhatók az ún. Juglans-típusú kötelező színes gesztesedés során is, ahol bizonyított, hogy a fenolok a szíjácstól a színhatárig folyamatosan akkumulálódnak a faszövetekben (Burtin *et al.*, 1998). A szíjácsból a geszthatár felé irányuló fenol-transzport mellett a határzónában kimutatták a flavonoidok kis mennyiségű *de novo* szintézisét is (Beritognolo *et al.*, 2002). A határzónában és közvetlenül utána a fenoloid koncentráció meredeken csökken, amit a fenolok enzimatiszta átalakulásával magyaráznak (Dehon *et al.*, 2001, 2002).

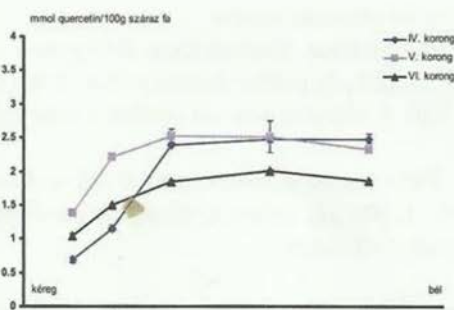
Álgesztmentes bükk korongokban a totálfenol tartalom a külső szíjácstól a belső érettfaszövetekig monoton növekvő, „telítődés szerű” koncentrációváltozást mutat. Az eredmények a fenolos komponensek akkumulációját igazolják a fehér törzsekben is (3. ábra), a belsőbb faszövetekben azonban nem tapasztalható ugrásszerű koncentráció csökkenés.

Az álgesztes és az álgesztmentes korongok szöveteinek totálfenol tartalma nagyságrendileg azonos tartományban mozog a vegetációs időszak mindegyik vizsgált időpontjában.



2. ábra A totálfenol tartalom sugár irányú változásai álgesztes bükk szövetekben (a-h). Hibasávok: 95%-os konfidencia intervallum

Fig. 2. The radial variation of the total phenol content in the tissues (a-h) of the red-heartwooded sample disks. Error bars represent the 95% confidence interval



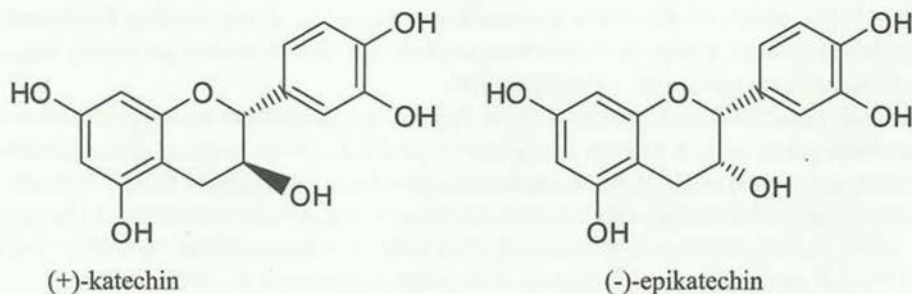
3. ábra A totálfenol tartalom sugár irányú változásai álgesztmentes bükk szövetekben (a-e). Hibasávok: 95%-os konfidencia intervallum

Fig. 3. The radial variation of the total phenol content in the tissues (a-e) of the non-discoloured sample disks. Error bars represent the 95% confidence interval

2. (+) katechin és (-) epikatechin mennyiségének sugárirányú változásai álgesztes és álgesztmentes bükkben

Az álgesztes és álgesztmentes bükk fenoloidjait megfelelő kromatográfiás felbontással elválasztottuk és elvégeztük a komponensek mennyiségi kiértékelését is. Quercetint, taxifolint, ezek öt glikozidját, (+) katechint és (-) epikatechint mutattunk ki. A méréseket ugyanazokból a mintákból végeztük mint a totálfenol meghatározásokat.

Külön vizsgáltuk a szabad quercetin és taxifolint, a glikozidjaik és a két katechin epimer mennyiségének sugárirányú változásait, és az eredményeket összevetettük az összfenol tartalom sugárirányú változásaival. A katechin-epimerek (4. ábra) koncentráció változásainak tendenciáival találtunk nagyfokú hasonlóságot. Emiatt fordult a figyelmünk a két katechin epimer felé.

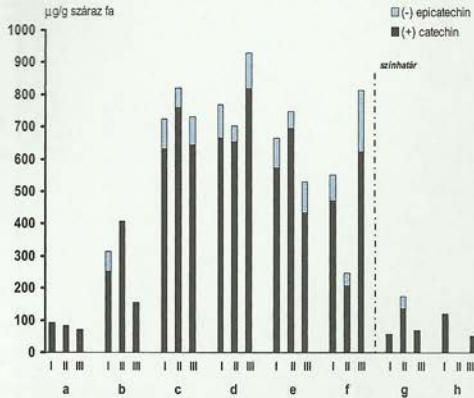


4. ábra A bükk álgesztesedésében szerepet játszó fenoloidok
Fig. 4. The phenolic compounds taking part in red heartwood formation

A (+)-katechin és a (-)-epikatechin koncentrációjának sugár irányú eloszlását az 5. és 6. ábrák szemléltetik. A (-)-epikatechin lényegesen kisebb mennyiségben van jelen mind az álgesztes, mind az álgesztmentes bükk szövetekben. Jelenléte a belső faszövetekre (c-f) jellemző.

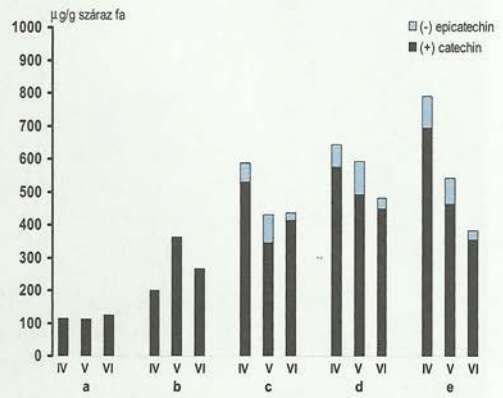
Az álgesztes bükkben a színhatár után a mennyisége csökken, míg az álgesztmentes bükkben koncentráció csökkenés nem tapasztalható (Hofmann et al., 2004).

A (+)-katechin mennyisége az álgesztes korongokban a kéregtől a színhatár irányába növekszik, nagy mennyiségben van jelen a belső szövetekben is. Mennyisége a színhatár után drasztikusan lecsökken. Az álgesztmentes bükkben is nő a (+)-katechin mennyisége a kéregtől a bél irányába, a belső szövetekben azonban nem mutatható ki az álgesztes korongoknál tapasztalt koncentráció- csökkenés.



5. ábra A (+)-katechin és a (-)-epikatechin koncentráció sugár irányú változásai a három álgesztes bükk korong (I.-III.) szöveteiben (a-h)

Fig. 5. The radial variation of the concentrations of (+)-catechin and (-)-epicatechin in the tissues (a-h) of the red-heartwooded disks (I.-III.)

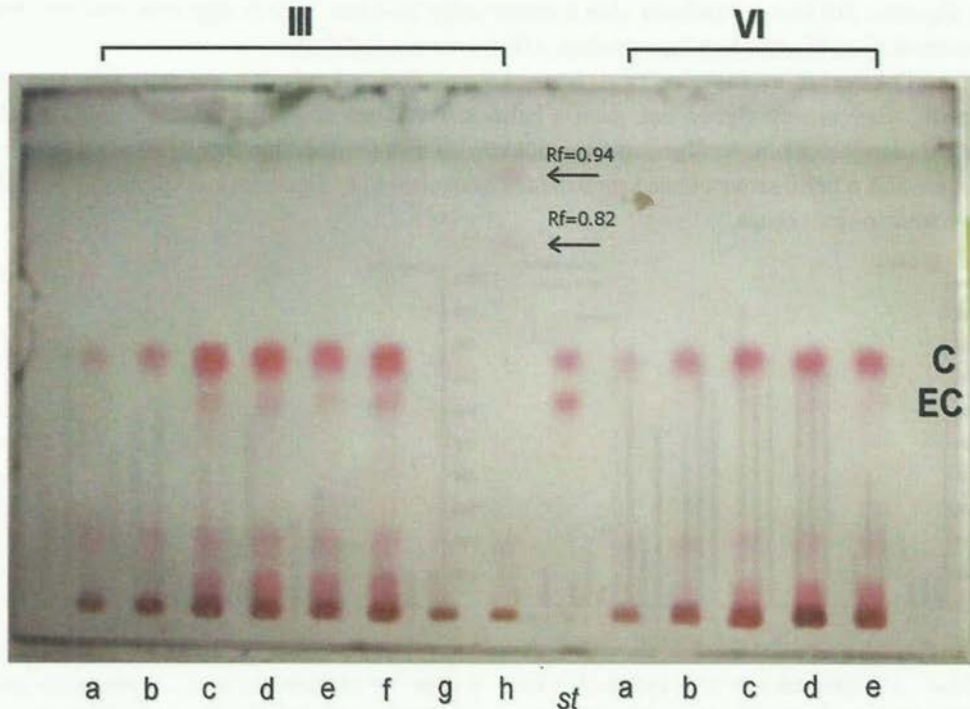


6. ábra A (+)-katechin és a (-)-epikatechin koncentráció sugár irányú változásai három álgesztmentes bükk korong (IV.-VI.) szöveteiben (a-e)

Fig. 6. The radial variation of the concentrations of (+)-catechin and (-)-epicatechin in the tissues (a-e) of the non-discoloured disks (IV.-VI.)

Az álgesztes bükkben tehát a külső faszövetekben kevés katechin epimer található, koncentrációjuk sugárirányban nő, magas a színhatár előtt, és meredeken csökken a színhatár után. Az eredmények bizonyítják a két epimer részvételét az álgesztesedés molekuláris folyamataiban. Dietrichs (1964a) hasonló tendenciát állapított a katechin-epimerék mennyiségének sugár irányú változásaira álgesztes és álgeszt mentes bükkben.

A flavan-3-olok sugár irányú minőségi és mennyiségi változásait álgesztes és álgesztmentes bükk törzsek szöveteiben vékonyréteg kromatográfias módszerrel vizsgáltuk. Az előhívott kromatogramon (5. ábra) a vörös színű folt a flavan-3-olokat jellemzi, de az előhívószert nem szelektív, más vegyületekkel is (főleg alkoholokkal és ketonokkal) színes terméket képezhet (Stahl, 1962). Standardok alkalmazásával azonosítottuk a (+)-katechint és a (-)-epikatechint. Mivel a többi folthoz nem rendelünk standard vegyületeket, ezekről csak a színük alapján lehet feltételezni, hogy flavan-3-típusúak. A feltételezést alátámasztja, hogy sugár irányú mennyiségi változásuk hasonló a két kimutatott epimeréhez. A radiális koncentráció-változás a kromatogramokon is jól követhető. A színhatár után a színes fában (g, h) megjelenik két új komponens ($R_f=0.82$ és $R_f=0.94$ -nél), melyek polaritása lényegesen kisebb a (+)-katechinénél. Előhívás után színük a katechinekhez hasonlóan vörös volt. Ezek a komponensek a II-es korongban már az f mintában is megjelennek (7. ábra). Ennek a két új komponensnek a jelenlétét a fehér törzsek egyikéből sem sikerült kimutatni (Hofmann et al., 2004).



7. ábra A flavan-3-olok sugár irányú minőségi és mennyiségi változásai álgesztes (III) és álgesztmentes (VI) bükk törzsek szövetekben (a-h és a-e). (Minta felvitel: 25 μ l; C: (+)-katechin; EC: (-)-epikatechin; Standard: 200 ng mindkét komponensre. Előhívott kromatogram)

Fig. 7. Radial variation of the amounts of (+)-catechin (C) and (-)-epicatechin (EC) in the beech disks with (III) and without (VI) red heartwood. Sample application 25 μ l. Standards 200 ng for both catechins. The chromatogram after derivatization

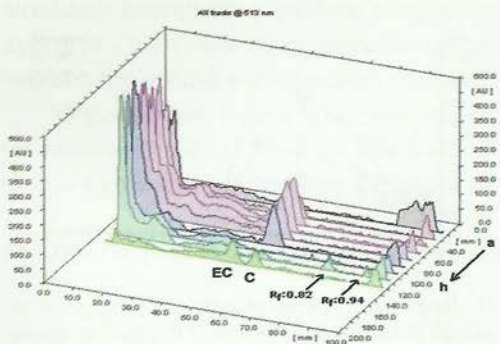
A kromatogramokon látszik, hogy a két nem azonosított komponens azokban a szöveti részekben jelenik meg (g, h szövetek, illetve f), ahol a két katechin-epimer, illetve a többi, a színreakció alapján vélhetően flavan-3-ol komponens „eltűnik”.

Megjegyezzük, hogy ugyanezen szövetekben a POD és PPO enzimek aktivitásának ugrászerű megemelkedését is tapasztaltuk. Feltételezhető, hogy a katechin epimerek enzimatis oxidációjának termékeit sikerült elválasztani, de a bizonyításhoz a két új komponens azonosítására, elválasztására és szerkezetük felderítésére lesz szükség.

Az I. korong szöveti esetén az előhívott kromatogramból kapott denzitogram a 8. ábrán látható.

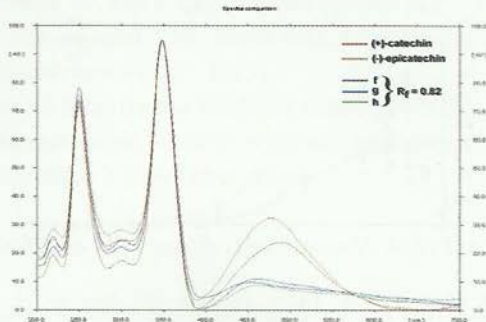
A 9. ábra a II. korong kromatografált és előhívott mintái esetében a (+)-katechin, a (-)-epikatechin, valamint az „f”, „g” és a „h” szövetek $R_f=0.82$ -nél detektált vörös foltjainak spektrumait mutatja.

A kísérleti eredmények előrevetítik a (+)-katechin, a (-)-epikatechin és a flavan-3-olok szintetizáló történő enzimatis átalakulását.



8. ábra Densitogram: a flavan-3-olok sugár irányú minőségi és mennyiségi változásai álgesztes bükk (I) szövetekben (a-h). A nyilak a színhatáron megjelenő két új komponenszt jelölik

Fig. 8. Densitogram: the qualitative and quantitative variation of flavan-3-ol compounds in the tissues (a-h) of the red-heartwooded disk I. Arrows indicate the two new compounds appearing at the colour-boundary



9. ábra Álgesztes bükk (II) szöveteiből (f-h) elválasztott, $R_f = 0.82$ -nél detektált komponens, valamint az azonos lemezre felvitt (+)-catechin és (-)-epicatechin standard-ek előhívás után mért UV-VIS spektruma. Mind az öt komponens vörös foltként jelent meg

Fig. 9. The UV-VIS spectras of the compound isolated and detected from disk II from the tissues f-h at $R_f = 0.82$, as well as of (+)-catechin and (-)-epicatechin standards after derivatization. All five compounds appeared as red spots on the chromatogram

3. A peroxidáz (POD) és polifenol-oxidáz (PPO) aktivitásának pH függése

A peroxidáz (POD) és polifenol-oxidáz (PPO) több funkcióval rendelkező, széles körben elterjedt oxidoreduktáz enzim, bizonyítottan szerepet játszanak a növényi szövetek elszíneződésében és a kötelezően színesen gesztesedő fajok gesztesedésében is (Ziegler, 1968; Laver et al., 1997; Dehon et al., 2001, 2002). Joggal feltételezhető, hogy a bükk álgesztesedése, során a sejtekben lerakódó színes anyagok prekursorjainak oxidálják.

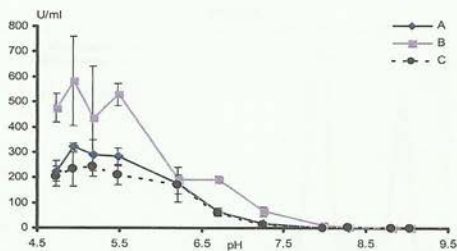
Összehasonlítottuk álgesztes és álgesztmentes bükk korongok szöveteinek POD és PPO aktivitását az álgesztes korongok fehér, vörös, valamint az álgesztmentes korongok szöveteiből vett átlagmintákra a 4.7-9 pH tartományon. A minták POD aktivitása a 10. ábrán, PPO aktivitása a 11. ábrán látható.

Mindkét enzim esetében jelentős aktivitás mutatható ki mindhárom szöveti részből. Figyelemre méltó, hogy mindkét enzim esetében a legmagasabb értékek az álgesztes korongok vörös szöveteiből mutathatók ki. Az álgesztes faanyagból nem sikerült gombákat kitenyészteni, tehát az álgesztben mérhető magas enzimaktivitás az álgesztes faszövetek sajátossága.

A mért két enzim aktivitásának pH függése mindhárom szöveti egységre hasonló tendenciát mutat.

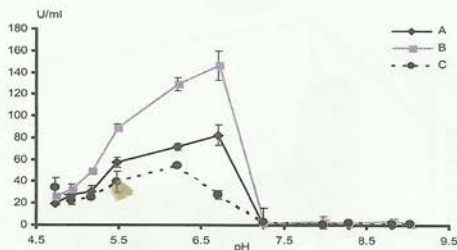
A POD aktivitási platóval rendelkezik 5.0-5.8 pH között. Ez a pH a „fehér” bükk szövetek fiziológiás pH-ja, magasabb pH értékeken az aktivitás meredeken csökken. A PPO szintén aktivitási platóval rendelkezik, de magasabb, 5.5-6.9 pH értékek között.

Megállapítható, hogy mindkét enzimnek kitüntetett szerepe van az álgesztesedésben, mivel az álgesztes szövetekben nagyobb az aktivitásuk, mint a fehér szövetekben. Az álgeszt pH értékein (6.1-6.8) a PPO enzim fajlagosan aktívabb, mint a POD.



10. ábra A POD enzim aktivitás pH függése. A: álgesztes korongok fehér szövetei; B: álgesztes korongok vörös szövetei; C: álgesztmentes korongok szövetei. Hibasávok: 95%-os konfidencia intervallum

Fig. 10. The pH dependence of the POD activity. A: white tissues of the red-heartwooded disks; B: red tissues of the red-heartwooded disks; C: tissues of the non-discoloured disks. Error bars represent the 95% confidence interval

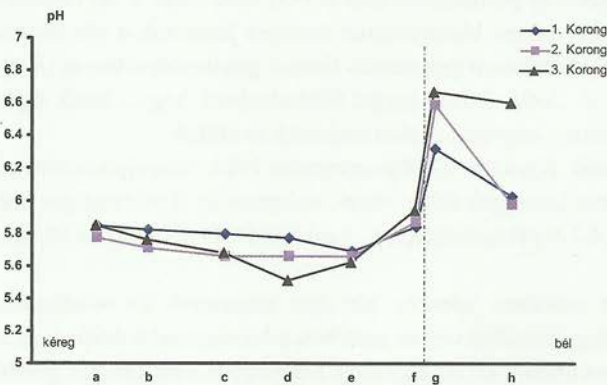


11. ábra A PPO enzim aktivitás pH függése. A: álgesztes korongok fehér szövetei; B: álgesztes korongok vörös szövetei; C: álgesztmentes korongok szövetei. Hibasávok: 95%-os konfidencia intervallum

Fig. 11. The pH dependence of the PPO activity. A: white tissues of the red-heartwooded disks; B: red tissues of the red-heartwooded disks; C: tissues of the non-discoloured disks. Error bars represent the 95% confidence interval

4. A pH sugárirányú változásai álgesztes és álgesztmentes bükkben

Álgesztes faszövetek pH-jának jellegzetes sugár irányú változásait a 10. ábra szemlélteti. A méréseket januárban vett mintakorongokból végeztük. Bizonyítottuk, hogy a színhatár mögött a pH megemelkedik (12. ábra).



12. ábra A pH sugár irányú változásai álgesztes bükk szövetekben. Mintavétel: 2002. január

Fig. 12. The radial variation of the pH in different tissues of the red-heartwooded disks. Sample collection: January 2002.

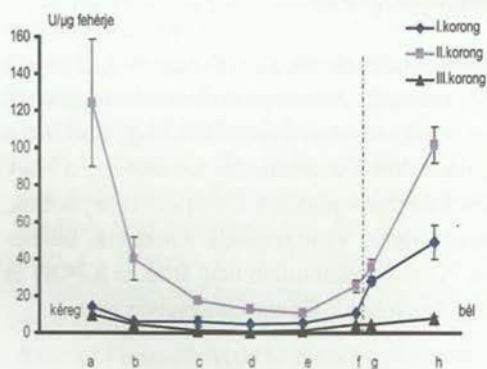
A pH sugár irányú változásainak hasonló tendenciáját tapasztaltuk a vegetációs időszak más időpontjaiban is (március, október), a pH mindegyik vizsgált korong esetében megemelkedik a színhatár mögötti szövetekben (g szövet). A növekedés mértéke 0.2-1.0 pH egység, így az álgesztes faanyag pH-ja 6-6.8 közötti. A fehér szövetek pH-ja alacsonyabb, általában 5.5-5.9 között változik. Az álgesztes bükkben a pH emelkedés a határzónában kezdődik, ugrásszerű

növekedés közvetlenül a színhatár mögött következik be, ami a megváltozott élettani körülményekre és a pH-t befolyásoló járulékos anyagok minőségének változására utal. Az eredmények összhangban vannak a szakirodalmi adatokkal (Sandermann et al., 1959).

Megjegyezzük, hogy a kötelezően színes gesztű fafajoknál a színhatár után a pH csökken (Sandermann et al., 1959). A pH emelkedés az álgesztesedés jellemző sajátosságának tekinthető, ami a színesedés molekuláris folyamataival közvetlen kapcsolatban áll.

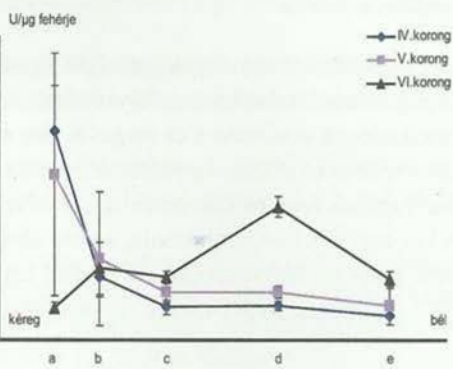
5. A POD és PPO aktivitásának sugárirányú változásai álgesztes és álgesztmentes bükkben

A POD enzim aktivitása a márciusban vett álgesztes (13. ábra) és álgesztmentes korongok (14. ábra) szíjács-szöveiteiben (a, b) egyaránt magas, sugár irányban csökken. A különbség abban áll, hogy az álgesztmentes szövetekben a csökkenési tendencia monoton, a béliig folytatódik, míg az álgesztes korongokban az aktivitás a színhatár előtt újra növekedni kezd, a színhatár után és az álgeszt belsejében ugrásszerűen emelkedik. Az álgesztes bükk g és h szöveiteiben a szíjácséval összevethető, esetenként még magasabb POD aktivitást mértünk.



13. ábra A POD enzimaktivitás sugár irányú változásai álgesztes bükk szövetekben (a-h). Mérési pH=5,48. Hibasávok: 95%-os konfidencia intervallum

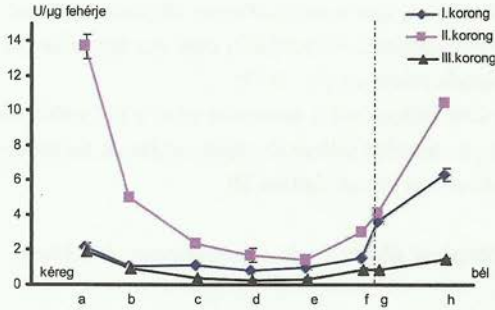
Fig. 13. The radial variation of the POD activity in tissues (a-h) of the red-heartwooded disks. Measurement pH=5,48. Error bars represent the 95% confidence interval



14. ábra A POD enzimaktivitás sugár irányú változásai álgesztmentes bükk szövetekben (a-e). Mérési pH=5,48. Hibasávok: 95%-os konfidencia intervallum

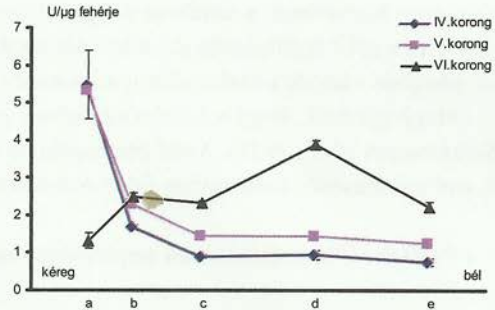
Fig. 14. The radial variation of the POD activity in tissues (a-e) of the non-discoloured disks. Measurement pH=5,48. Error bars represent the 95% confidence interval

Az azonos mintákból mért PPO enzim aktivitások a POD-éhoz nagymértékben hasonló sugár irányú változásokat mutatnak mind az álgesztes (15. ábra), mind az álgesztmentes (16. ábra) korongokban. A PPO aktivitás ugyanúgy megemelkedik az álgeszt határán (f, g szövetek), és az álgeszt belsejében esetenként még tovább nő.



15. ábra A PPO enzimaktivitás sugár irányú változásai álgesztes bükk szövetekben (a-h). Mérési pH=5,48. Hibasávok: 95%-os konfidencia intervallum

Fig. 15. The radial variation of the PPO activity in the tissues (a-h) of the red-heartwooded disks. Measurement pH=5,48. Error bars represent the 95% confidence interval



16. ábra A PPO enzimaktivitás sugár irányú változásai álgesztmentes szövetekben (a-e). Mérési pH=5,48. Hibasávok: 95%-os konfidencia intervallum

Fig. 16. The radial variation of the PPO activity in tissues (a-e) of the non-discoloured disks. Measurement pH=5,48. Error bars represent the 95% confidence interval

A kísérleti eredmények igazolják az oxidoreduktáz-enzimeknek, a POD-nak, és a PPO-nak az álgesztesedés biokémiai folyamataiban betöltött szerepét. Az enzimaktivitások ugrásszerű emelkedése a színhatáron és magas értéke az álgeszt belső szöveteiben arra utal, hogy ezekben a szövetekben oxidációs folyamatok mennek végbe, melyeknek szubsztrátjai feltehetőleg a bükk faanyagának fenolos komponensei, amelyek közül a katechin-epimérek szerepét bizonyítottuk. A két enzim feltűnően hasonló, szinte identikus sugár irányú változásainak tendenciái feltételezik a két enzim/enzimfunkció közötti kapcsolatot. A szakirodalomban nem írták le a POD és PPO enzimek szerepét a bükk életlani folyamataiban, így a bükk-álgesztesedésében sem.

AZ EREDMÉNYEK ÖSSZEFOGLALÁSA

Tanulmányoztuk a bükk fenoloidok, a fenoloidok oxidálásában szerepet játszó peroxidáz (POD) és polifenol-oxidáz (PPO), valamint a szöveti pH szerepét a bükk álgesztesedésében.

1. Megállapítottuk, hogy a színhatár előtt nagy a fenoloid koncentráció, emelkedik a szöveti pH és magas az enzim aktivitás. A színhatár után a fenoloidok koncentrációja drámaian csökken, a pH és az enzim aktivitás magas marad.
2. A fenoloid koncentráció a kéregtől a bélíg álgesztmentes bükkben is folyamatosan emelkedik, de az érettfában nem csökken. Az érettfá szövetek pH-ja, valamint POD és PPO aktivitása az álgesztes bükkhöz viszonyítva alacsony.
3. Az elválasztott fenoloidok közül bizonyítottuk a (+)-katechin és (-)-epikatechin szerepét az álgesztesedésben.
4. Az eredmények összehangolt értelmezése alapján bizonyítottnak tekinthető a fenoloidok enzim katalizált oxidációjának és a katechin epiméreknek a szerepe az álgesztesedésben.
5. A bükk álgesztesedésének kémiája hasonlóságot mutat a Juglans-típusú kötelező gesztésedéssel.

IRODALOMJEGYZÉK

- Albert, L. (1999) Habilitációs Tézisek, Soproni Egyetem.
- Albert, L., Hofmann, T., Németh, Zs., I., Rétfalvi, T., Koloszar, J., Varga, Sz., Csepregi, I. (2003): Radial variation of total phenol content in beech (*Fagus sylvatica* L.) wood with and without red heartwood, *Holz als Roh- und Werkstoff* 61 (3): 227–230
- Albert, L., Hofmann, T., Rétfalvi, T., Németh, Zs., I., Koloszar, J., Varga, Sz., Csepregi, I. (2005): A fenoloidok, a polifenol-oxidáz és a peroxidáz szerepe a bükkálgeszt kialakulásában, Erdő- és fagazdaságunk időserű kérdései – Tanulmánykötet a MTA Erdészeti Bizottsága rendezvényein elhangzott előadások alapján, 2003-2004, pp 161-176. Szerk: Solymos, R., Budapest, 2005.
- Albert, L., Hofmann, T., Visi-Rajczi, E., Rétfalvi, T., Németh, Zs., I. (2002): Relationships among total phenol and soluble carbohydrate contents and activities of peroxidase, and polyp-phenoloxidase in red-heartwooded Beech (*Fagus sylvatica* L.), Proc. 7th European Workshop on Lignocellulosics and Pulp Towards molecular-level understanding of wood, pulp and paper, Turku, 2002 august 26-29
- Albert, L., Németh, Zs., I., Halász, G., Bidló, A., Koloszar, J., Varga, Sz., Takács, L. (1998a): Eltérések a vörös gesztű bükk (*Fagus sylvatica* L.) faanyagának kémiai paramétereiben, *Faipar XLVI(1)*:36-37
- Albert, L., Németh, Zs., I., Halász, G., Koloszar, J., Varga, Sz., Takács, L. (1998b): A szabad és kötött savtartalom sugárirányú változása a vörös gesztű bükk (*Fagus sylvatica* L.) faanyagában, *Faipar XLVI(2)*:23-24
- Albert, L., Németh, Zs., I., Halász, G., Koloszar, J., Varga, Sz., Takács, L. (1999) Radial variation of pH and buffer capacity in the red-heartwooded beech (*Fagus sylvatica* L.) wood, *Holz als Roh- und Werkstoff* 57(1):75-76
- Albert, L., Németh, Zs., I., Hofmann, T., Koloszar, J., Varga, Sz., Csepregi, I. (2000): Variation of the Chemical Parameters, Endogenous Formaldehyde Content and Catalase Activity in the Red-Heartwooded Beech (*Fagus Sylvatica* L.) Wood, 5th International, Jubilee Conference on Role of Formaldehyde in Biological Systems, October 9-13, Sopron Hungary
- Albert, L., Rétfalvi, T., Hofmann, T., Visi-Rajczi, E., Németh, Zs., I., Börcsök, E., Koloszar, J., Varga, Sz., Csepregi, I. (2002): The radial and vertical alteration of the pH and the acidity in the red-jheartwooded beech (*Fagus sylvatica* L.), Water, Environment and Health EASA Conference, Arad Romania, October 18-19, 2002
- Bauch, J. (1984) Discoloration in the wood of living and cut trees, *IAWA-Bulletin* vol.5, 2, S.92-98
- Beritognolo, I., Magel, E., Abdel-Latif, A., Charpentier, J., P., Jay-Allemand, C., Breton, C. (2002): Are flavonoids de novo synthesised in *Juglans nigra* L. sapwood tissues being transformed into heartwood? *Tree Physiology* 22, 291-300
- Bosshard, H., H.(1967): Facultative formation of coloured heartwood, *Holz als Roh-und Werkstoff* 25(11), (409-16)
- Burtin, P., Jay-Allemand, C., Charpentier, J., P., Janin, G. (1998): Natural wood colouring process in *Juglans* sp.(*J.nigra*, *J.regia* and hybrid *J.nigra* 23 x *J.regia*) depends on native phenolic compounds accumulated in the transition zone between sapwood and heartwood, *Trees* 12:258-264
- Chovanec, D. (1990): Mozliwosci zapobiegania powstawania falszywej twardzieli w drewnie buka zwyczajnego, *Sprawozdania-nr-3-na-lata-1986-1990*, 1990, 8-10
- Dehon, L., Macheix, J., J., Durand, M. (2002): Involvement of peroxidases in the formation of

- the brown coloration of heartwood in *Juglans nigra*. *Journal of Experimental Botany* Vol. 53, No.367, 303-311.
- Dehon, L., Mondolot, L., Durand, M., Chaliés, C., Andary, C., Macheix, J.J. (2001): Differential compartmentation of o-diphenols and peroxidase activity in the internal sapwood of walnut tree (*Juglans nigra* L.). *Plant Physiol. Biochem.* 39:339-344.
- Dietrichs, H., H. (1964): Studies of the chemistry and physiology of the transformation of sapwood into heartwood in *Fagus sylvatica*. A contribution to the problem of heartwood formation, *Mitt. BundesforschAnst. Forst- u. Holzw.*, 58, pp.141 + 42 photos
- Dobler, D. et.al. (1988): Triebblängen - Messungen an Buchen, *Allgemeine Forstzeitschrift* 29, 811-812
- Dübler, A., Voltmer, G., Gora, V., Lunderstädt, J., Zeeck, A. (1997): Phenols from *Fagus Sylvatica* and their role in defence against *Cryptococcus Fagisuga*, *Phytochemistry*, 45 (1), 51-57
- Fecka, I., Cisowski, W., Luczkiewicz, M. (2001): TLC determination of Catechin and Epicatechin in an extract from *Uncaria tomentosa* bark by chemically modified stationary phases, *Planar Chromatography 2001, Lillafüred, Hungary, 2001*, pp. 201-209.
- Gadow, W. (1989): Zielstarkennutzung und Buchenrotkern, *Forst und Holz*, 44 (14), 364.
- Hillis, W., E. (1968) : Chemical Aspects of Heartwood Formation, *Wood Science and Technology* (2), 241-259
- Hofmann, T., Albert, L., Rétfalvi, T. (2004): Quantitative TLC analysis of (+)-catechin and (-)-epicatechin from *Fagus sylvatica* (L.) with and without red heartwood, *Journal of Planar Chromatography* 17, 350-354
- Horváth, Gy. (1998): A bakonyi bükkösök álgesztességével összefüggő ökonómiai követ-keztetések, *Erdészeti Lapok* 133 (2), 44-45
- Hosli, J., P., Osusky, A. (1978): Das Verhalten der verthyllten Randzone von rotkernigem Buchenholz beim Abbau durch *Coniophora puteana* (Schum.) Fr. und *Trametes versicolor* (L. ex Fr.) Pilat, *Material-und-Organismen* 13: 1, 51-58
- Karadzic, D. (1981): Proucavanje uzroka nastanka laznog (crvenog) srca bukve, *Sumarstvo* 34 (1), 3-18
- Kotar, M. (1994a): Gesetzmässigkeiten der Verbreitung des Rotkerns bei der Buche, *Deutscher Verband Forstlicher Forschungsanstalten, Sektion Forstliche Biometrie und Informatik. 7. Tagung, Ljubljana-Grosuplje, 20-24 September 1994* [herausgegeben von Kotar, M.; Quednau, H. D.]. 1995, 197-224
- Kotar, M. (1994b): Vpliv nekaterih rastiscnih dejavnikov, sestojnih kazalcev in drevesnih značilnosti na pojavnost rdecega srca pri bukvi *Gozdarski-Vestnik* 52: 9, 346-365
- Larsen, P. (1-&-3), Moller, C. M. (2), (1943): (1) Undersogelser over Dannelsen og Vaeksten af Rodkerne hos Bog. (2) Bogens Rodkernedannelse og Udhugningsstyrken. (3) Rodkerne og Udhugning, *Dansk Skovforen. Tidsskr* (1) 28 (10); (2 & 3) 28 (12), (1) (437-74); (2) (555-7); (3) (558-9)
- Larsen, P. (1943): Vinterkuldens Betydning for Kerneredannelse hos Bog, *Dansk Skovforen. Tidsskr.* 28 (4), (141-57)
- Laver, M., L., Musbah, D., A., A. (1997): Chemical brown staining of Douglas-fir wood: characterization of a wood enzyme extract. *Forest Products Journal* 47 (4): 93-98.
- Magel, A., E., Hillinger, C., Wagner, T., Höll, W. (2001a): Oxidative Pentose Phosphate Pathway and Pyridine Nucleotides in Relation of Heartwood Formation in *Robinia pseudoacacia* L., *Phytochemistry* (57) 1061-1068
- Magel, E., Abdel-Latif, A., Hampp, R. (2001b): Non-Structural Carbohydrates and Catalytic Activities of Sucrose Metabolizing Enzymes in Trunks of Two *Juglans* Species and their Role

- in Heartwood Formation, *Holzforschung* (55), 135-145
- Milescu, I., Alexe, I., Nicovescu, M., Suci, P. (1969): *Fagul*, Ed. Agrosilvica, Bucuresti.
- Murray, L., Shuping, W., A. (1996): Chemical brown staining of Douglas-fir wood: light and oxygen susceptibility of extractives, *For Prod J* 46(7/8):96-101
- Naumann, A., Julich, L. (1997): Berücksichtigung von Rot- und Spritzkernen bei der Holznutzung, *AFZ-Der-Wald* 52: 3, 156-159
- Necesany, V. (1956): Trideni bukových jader, *Drevo* 11 (4), (93-8)
- Necesany, V. (1958): Jádru Buku. Struktúra, vznik a vyvoj, Slovenská Akadémia Vied, Bratislava
- Németh, K., Varga, V., Albert, L. (1998): Differences Between the Modification of Flavonols Caused by Stress and Abiotic Effects, *Proc. 5th European Workshop on Lignocellulosic and Pulp*, p. 341, Aveiro (Portugália)
- Paclt, J. (1953): Kernbildung der Buche (*Fagus sylvatica* L.), *Phytopath. Z.* 20 (3), (255-9)
- Rácz, J., Schulz, H., Knigge, W. (1961): Untersuchungen über das Auftreten des Buchen-rotkernes, *Forst- und Holzwirt.* 16 (19), 413-417
- Richter (1990): Kronentypen bei der Rotbuche, *Allgemeine-Forst-und-Jagdzeitung* 161: 1, 11-15
- Rieder, A. (1997): Einflussmöglichkeiten auf die Farbkernausbildung bei Rotbuche, *Österreichische-Forstzeitung* 108: 5, 34-36
- Roloff, A., Romer, HP. (1989), Beziehungen zwischen Krone und Wurzel bei der Rotbuche (*Fagus sylvatica* L.), *Allgemeine-Forst-und-Jagdzeitung* 160: 9-10, 200-205
- Rumpf, J., Mihály, S., Tóth, F., Gólya, J., Hegyi, Gy., Jagodits, M. (1994): Bükk álgesztesedés vizsgálata a zirci erdészetenél, *Kutatási jelentés, Erdészeti és Faipari Egyetem, Erdőhasználati Tanszék, Sopron*
- Sachsse, H. (1991): Kerntypen der Rotbuche, *Forstarchiv* 62 (6), 238-242
- Sandermann, W., Rothkamm, M. (1959): The determination of pH value of commercial woods and its practical importance. *Holz als Roh- und Werkstoff* 17: 433-440
- Schmidt, O., Mehringer, H. (1989): Bakterien im Stammholz von Buchen aus Waldschadensgebieten und ihre Bedeutung für Holzverfärbungen, *Holz als Roh- und Werkstoff* 47: 7, 285-290
- Seeling, U. (1991): Abnorme Kernbildung bei Rotbuche (*Fagus sylvatica* L.) und ihr Einfluss auf holzbiologische und holztechnische Kenngrößen. *Dissertation* 142-144 Georg-August-Universität Göttingen
- Seeling, U., Sachsse, H. (1992): Abnorme Kernbildung bei Rotbuche und ihr Einfluss auf holzbiologische und holztechnologische Kenngrößen, *Forst-und-Holz* 47: 8, 210-217
- Singleton, V., L., Rossi, J., A., Jr. (1965): Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents, *Am. J. Enol. Vitic.* 16 (3), 144-158
- Stahl, E. (1962): *Dünnsicht-Chromatographie – Ein Laboratoriumshandbuch*, Springer, Heidelberg, 1962.
- Tissot, M. (1967): A spectrophotometric and chromatographic study of Beech flavonols, *Phytochemistry*, 6 (9), (1291-6)
- Vasiljevic, J. (1974): Heartwood formation in Beech in the Zrinjska Gora region, *Sumarski-List* 98: 12, 505-520
- Walter, M., Kucera, L., Bosen, K. (1991): Zur Frage der Nasskernbildung bei der Buche, (*Fagus sylvatica* L.), *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 142, 435-442
- Ziegler, H. (1968): Biologische Aspekte der Kernholzbildung. *Holz als Roh- und Werkstoff*, 26. Jg., Heft 2, S. 61-68

ERDÉSZETI NEMESÍTÉS

ADATOK AZ *ARMILLARIA GALLICA* HAZAI ELŐFORDULÁSÁRÓL
ÉS PATOGENITÁSÁRÓL

DATA ON THE HOME OCCURENCE OF THE *ARMILLARIA GALLICA*
AND ITS PATHOGENITY

SZÁNTÓ MÁRIA¹

ÖSSZEFOGLALÁS

A gyűrűs *Armillaria* fajok szerepének tisztázás jelentős problémája az erdészeti mikológiai kutatásoknak. A kérdéskör jelentősége megnőtt az első erdőpusztulások megjelenésével és még napjainkban is csak azt tudjuk teljes biztonsággal állítani, hogy az egészségünkben károsodott erdőrészekben a gombacsoport valamely fajának a termőteste vagy rizomorfa szinte kivétel nélkül megtalálható. A fajcsoport egyik képviselője az *Armillaria gallica*, elsősorban azért, mert hazai adatokkal nem rendelkezünk. Az irodalmi adatok alapján a fajt úgy ismerjük, mint egy nem túl gyakori fajt, amelynek patogenitása nem jelentős. Mivel azonban a nemzetközi szakirodalomban található előfordulási adatai nagyon hasonlóak a lombos állományokban igen patogén *Armillaria mellea* előfordulási adataival, egyes kutatók feltételezik, hogy szerepet vállalhat a fertőzés előidőzésében. Munkánk során fajcsoport egy populációjának a feldolgozásával hazai előfordulásával, illetve egy provokatív visszafertőzési kísérlet segítségével annak patogenitásával kapcsolatos kérdésekre kerestünk a választ.

KULCSSZAVAK : *Armillaria gallica*, előfordulás, patogenitás

ABSTRACT

To identify the importance of the *Armillaria* species is one of the main aim of the forest mycological works. These species are possible to find all attached forests also in pine and this is the only sure thing, we don't know for example which species are there. One European species in this important genus is *Armillaria gallica*, and we have no data about this species from Hungary. From the literature we know, that it's one of the most serious secondary pathogen in broadleaved forests. It's occurrence is not so high, but in some forest we can find it in the same measurement *Armillaria mellea*. In this case we would like to identify the occurrence and pathogenity of *Armillaria gallica* in Hungary through the investigation of a collected *Armillaria* population.

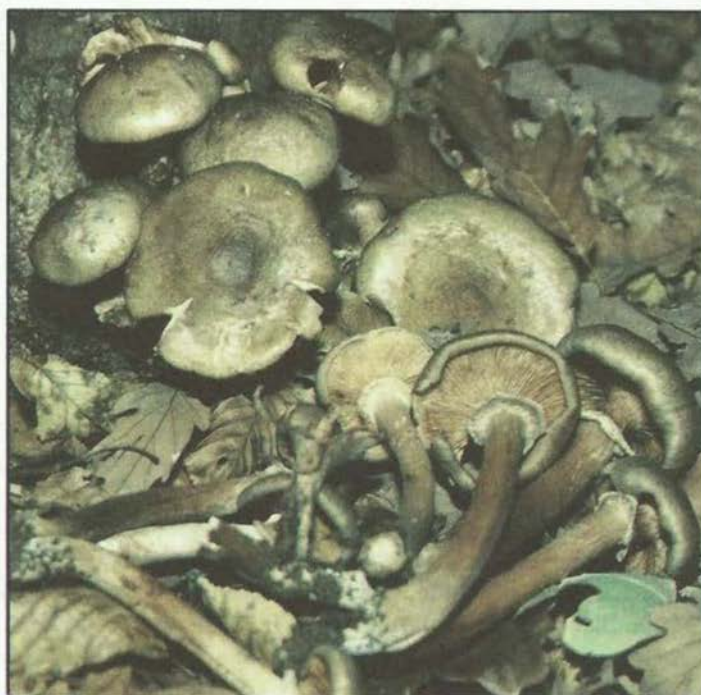
KEYWORDS : *Armillaria gallica*, occurrence, pathogenity

BEVEZETÉS

A nemzetség első nagy lélegzetvételű összefoglaló munkája 1991-ben készült el és azt a szerzők Robert Hartignak dedikálták, akit az 'erdészeti patológia atyjának' neveznek, és akinek munkái között szerepel az 1873-ben megjelent "Preliminary report on the parasitism of *Agaricus melleus* and its rhizomorphs." Mi sem bizonyítja jobban a kérdéskör jelentőségét, mint az a tény, hogy Hartig első munkái között éppen a gyűrűs *Armillaria*-k szerepének tisztázása

¹Erdészeti Tudományos Intézet, Sárvári Kísérleti Állomás

problémáját veti föl. Az első erdőpusztulások megjelenésével a kérdéskör jelentősége megnőtt és egyre több tudományos munka jelent meg ezzel kapcsolatosan. Ennek ellenére még napjainkban is csak azt tudjuk teljes biztonsággal állítani, hogy az egészségükben károsodott erdőrészekben a nemzetség valamely faja szinte kivétel nélkül megtalálható. A probléma jelentőségét csak aláhúzza az a tény - melyet számos hazai és külföldi adat és megfigyelés is igazol -, hogy ezek a fajok az erdő biocönózisának jellegzetes állandó képviselői. Ezen biocönózisok viszonylag stabil egyensúlyi állapotában szerepük még nem feltűnő. Problémát csak az alászorult, vagy egyéb okból károsodott egyedeknél okoznak. Napjainkban azonban - s ez alatt az utóbbi 30-50 évet kell értenünk - egyre gyakrabban tapasztaljuk, hogy ez a bizonyos viszonylag stabil egyensúlyi állapot valamilyen oknál fogva - például az utóbbi aszályos évek miatt - megbomlott. Már az egészségesnek mondott, kimagasló egyedek homeosztatikus képessége is megszűnt és valószínűsíthető, hogy az *Armillaria* fajok - és itt már nemcsak a gyűrűvel rendelkező fajokra kell gondolnunk - valamilyen módon részesei lehetnek a leromlási folyamatnak.



1. kép *Armillaria gallica* csoport

Pic. 1. *Armillaria gallica* colony

TUDOMÁNYOS HÁTTÉR

A nemzetség első nagy lélegzetvételű összefoglaló munkáját a szerzők 1991-ben Robert Hartignak dedikálták, akit az 'erdészeti patológiai atyjának' neveznek és akinek munkái között szerepel az 1873-ban megjelent "Preliminary report on the parasitism of *Agaricus melleus* and its rhizomorphs." Mi sem bizonyítja jobban, hogy az erdővédelemnek mindig és mindenkor jelentős problémája volt a gyűrűs *Armillaria*-k szerepének tisztázása. A kérdéskör jelentősége megnőtt az első erdőpusztulások megjelenésével és még napjainkban is csak azt tudjuk teljes

biztonsággal állítani, hogy az egészségükben károsodott erdőrészekben a gomba szinte kivétel nélkül megtalálható. A probléma felvetését különösen igazolja az a tény - melyet számos hazai és külföldi adat és megfigyelés is igazol - , hogy ezek a fajok az erdő biocönózisának jellegzetes állandó képviselői. Ezen biocönózisok viszonylag stabil egyensúlyi állapotában szerepük még nem feltűnő. Problémát csak az alászorult, vagy egyéb okból károsodott egyedeknél okoznak. Napjainkban azonban - s ez alatt az utóbbi 30-50 évet kell értenünk - egyre gyakrabban tapasztaljuk, hogy ez a bizonyos viszonylag stabil egyensúlyi állapot valamilyen oknál fogva - például az utóbbi aszályos évek miatt - megbomlott. Már az egészségesnek mondott, kimagasló egyedek homeosztatikus képessége is megszűnt és valószínűsíthető, hogy az *Armillaria* fajok - és itt már nemcsak a gyűrűvel rendelkező fajokra kell gondolnunk - valamilyen módon részesei lehetnek a leromlási folyamatnak.

A fentiekben nem mai probléma felvetésről van szó, de még mindig sok a megválaszolatlan kérdés a témakörben. Vajon miért? A válasz abban a közel 100 esztendő taxonómiai és nevezéktani vitában keresendő, amely a gyűrűs *Armillaria* nemzetség fajainak azonosítása körül zajlott és szinte még napjainkban sem zárult le teljesen. Ez pedig teljességgel elegendő magyarázat, hiszen egy nemzetségen belüli változatosság vizsgálatához elengedhetetlen a fajok azonosításának képessége. Az azonosítás pedig nem képzelhető el egy szilárd rendszertani keret és a típusfajok azonosítása nélkül.

A gyűrűs Armillaria fajok, nevezéktani kérdések

A gyűrűs *Armillaria* fajokat egy nem régi időpontig úgy tekintették, mint amelyek ugyanahhoz a fajhoz tartoznak és amelynek neve a szerzőktől függően eléggé változatos volt:

Agaricus melleus Vahl: Fr.
Armillaria mellea (Vahl ex Fr.) Kummel
Armillariella mellea (Vahl) Karsten
Clitocybe mellea (Vahl) Ricken

A faj mindenesetre igen nagy változatosságáról volt ismert, amely a termőtestek morfológiai bélyegeinek és biológiai viselkedésének sokféleségében nyilvánult meg. Ez utóbbi különösen érdekes, hiszen elhalt faanyagban élő szaprofiton szervezetként, az élő fákat károsító parazitaként, de még endomikorrhizás szinbiontaként is leírták (...). Többen megkísérelték, hogy ezen az együttesen belül néhány fajt különböztessenek meg. Ezek a kísérletek mindig a termőtestek morfológiáján alapultak. A legújabbak egyike Romagnesinek tulajdonítható, aki 1970-1973 között a francia gyűrűs *Armillaria* fajokat megkísérelte négy csoportra bontani, és azokat a Linnéi faj rangjára emelni. A munkájának eredményét azonban a gomba szexualitására vonatkozó adatok hiánya miatt nem lehetett bizonyítani. Egyáltalán nem volt ugyanis biztos, hogy az általa leírt morfológiai típusok az ivaros szaporodás szempontjából is eltérő egységeknek felelnek meg, vagyis valóságos fajok-e.

1973-ban Hintikka tisztázni tudta a gyűrűs *Armillaria* fajok karyológiai ciklusát, bizonyítva, hogy tetrapoláris heterothallikus gombákról van szó. Ez az eredmény tette lehetővé, hogy a ezen fajok megismerését ne csak morfológiai, hanem biológiai alapokra is helyezzük. 1973 és 1978 között Korhonennek sikerült nagyon különböző származású haploid törzsek között számos keresztezést végrehajtani, aminek az eredményeként az európai földrészre vonatkozóan öt intersteril csoportot különített el és ezeket A, B, C, D és E betűkkel jelölte. Innen már gyorsan ment az intersteril csoportok faj rangra emelése.

Az azóta eltelt időszak óta sem mutattak ki más intersteril csoportot Európában, úgy tűnik tehát, hogy az európai fajok tisztázódtak. Meg kell azonban jegyezni, hogy bár már 1982-ben megjelent Watling és Kile munkája, melyben a nevezéktani kérdéseket igen nagy gondossággal tisztázza, még mindig jelennek meg dolgozatok - bár inkább taxonómiai jellegű témákban - a gyűrűs *Armillaria* fajokról 'Armillariella' nemzetségnéven.

Ezek a következők: *Armillaria borealis* Marxmüller & Korhonen, *Armillaria cepistipes* Velenovsky, *Armillaria ostoye* (Romagnesi) Herink, *Armillaria gallica* Marxmüller & Romagnesi és az *Armillaria mellea* (Vahl.: Fr.) Kummer. A legfontosabb morfológiai bélyegeket összegyűjtve az 1. sz. táblázatban foglalhatjuk össze a fajok azonosítására alkalmas makromorfológiai jellemzőket:

1. táblázat A mellea csoportba tartozó fajok és a legfontosabb morfológiai bélyegek

Table 1. Species belonging to the mellea group and most important morphological marks

	<i>A. mellea</i> (Vahl.)Kum. "D"	<i>A. borealis</i> Marxm.et Korh. "A"	<i>A. ostoyae</i> Romagn. /= <i>A. obscura</i> (Seer.)Herink./ "C"	<i>A. gallica</i> Marxm. et Termor. /= <i>A. bulbosa</i> (Barla)Romagn./ "E" <i>A. cepistipes</i> Vel. "B"
a kalap színe	nagyon világos, sárga, mézszínű	világos, mézszínű	sötét, nagyon sötét, vöröses árnyalatokkal	gesztenyés színű, barna
a termőtestek megjelenése	nagy csokrokban, tuskó, vagy élő fa gyökfője körül	nagy csokrokban, inkább tuskó, de élő fa gyökfője körül is	nagy csokrokban, inkább tuskó, de élő fa gyökfője körül is	egyenként, talajon
a kalap pikkelyei	jóformán pikkely nélküli	vékonyak, korán elmúló-lehullók	számos nagy és sötét pikkely	alig észrevehető
a gyűrű	jellegzetes galérszerű	jellegzetesen rojtos, foszló	jellegzetesen rojtos, foszló	vékony, törékeny, hamarosan a tönkre simuló, pókhálószerű
a tönk töve	orsó alakú	hengeres	hengeres, kissé gumós	gumós
a tönk pikkelyei	nincsenek	alig vannak	vannak	alig vannak
befűződések a bazídiumok tövén	-	+	+	+

A legtöbb európai országban a fajok azonosítása, gazdanövénykörüik leírása megtörtént. Ezen ismeretek birtokában elvégezték a patogenitási tesztek, mely eredményekből jellemezni lehetett az egyes fajokat. A fajok ilyen teljes körű ismeretében pedig már el lehetett végezni a visszafertőzési kísérleteket, melyek után következtetni lehetett az egyes fajok lehetséges szerepére a leromlásos folyamatokban.

A fajok patogenitása, növénykórtani kérdések

Éppen az eddig leírtak az oka annak, hogy a fajok patogenitásával kapcsolatos növénykórtani kérdések vonatkozásában sokkal nagyobb volt a zűrzavar. Nagyon kevés volt ugyanis az az adat, amely pontos fajnévvel együtt jelent volna meg. A legtöbb helyen népies néven, vagy az illető ország nyelvén nevezik meg, másutt csak a nemzetségnév szerepel, megint másutt egy ma már nehezen azonosítható fajnevet olvashatunk csupán.

Falc véleménye szerint (..) a lomberdőben előforduló pusztulást okozhatja a szárazság, ugyanakkor megjegyzi, hogy a gyűrűs tuskógomba lehet alkalmi parazita, mivel rizomorfaít igen gyakran figyelte meg pusztuló területeken. Szerinte a gomba nem minden esetben szükségszerűen gyengültségi parazita. Baltz németországi vizsgálatai eredményeként azt állapítja meg, hogy (..) aktív kórokozó fajról van szó. Skoric (..) a jugoszláviai kocsányos tölgyesekben mindig megtalálta a gyűrűs tuskógomba rizomorfaít a pusztuló törzsek alsó részén. A betegnek látszó fákon megfigyelte, hogy a törzs és a gyökerek kiindulása egészséges, de a gyökérfeltárásoknál azt tapasztalta, hogy a gomba a kéreg alá hatolt és sok vékony gyökeret elpusztított. Franciaországban Turc (..) szerint a tölgylisztharmit felborítja a kocsányos tölgyesek biológiai egyensúlyát, fokozza a szárazság okozta legyengülést és ezt követően jelenik meg a gyűrűs tuskógomba a törzsek körül. Osmaston (..) Nagy-Britanniában pusztuló tölgyesekben tömegesen figyelte meg a gyűrűs tuskógombát. Lehetségesnek tartotta, hogy a gomba gyengültségi parazitaként okozza végül a fák pusztulását. Georgescu (..) egyedül a gyűrűs tuskógombát teszi felelőssé - Stolinához hasonlóan (..) - a tölgyesekben kialakuló pusztulásokért. Petrescu romániai megfigyelései szerint a gyűrűs tuskógomba igen gyakran fordul elő a pusztult tölgyek gyökfőjében. Azt azonban nem sikerült kísérleti úton igazolnia, hogy valóban szerepe lenne a tölgypusztulásban, ugyanis csak gyengült egyedekkel végzett provokatív fertőzési kísérlete okozott elhalást. Ez a dolgozat azért külön érdekes, mert a szerző mindezedig egyedül megpróbálkozik a faj határozásával, megnevezésével is, pedig még nem érkeztünk el Hintikka és Korhonen munkájának megjelenéséhez: Azt mondja, hogy a munkája során az *A. bulbosa* - val dolgozott és Delatour nevére hivatkozik a határozással kapcsolatban. Itt azt is ki kell emelnünk, hogy megállapításai igen korrektnek tűnnek mai ismereteink szerint is, hiszen a Korhonen szerinti "E" csoportba sorolt fajról - ma használatos fajneve *A. gallica* - úgy tudjuk, hogy nem tartozik az agresszív patogének közé. Az irodalmak közül igaz még ma is Prihoda felvetése, mely szerint igen fontos lenne az *Armillaria* fajok átfogó vizsgálata, mivel szerepük nem tisztázott az erdőpusztulásokban, míg tömeges előfordulása tény a pusztuló tölgyesekben.

Korhonen munkáját követően azután tömegesen jelentek meg a már letisztult fajokkal kapcsolatos, azok patogenitásával foglalkozó munkák. Ezen dolgozatok alapján az öt európai fajról a következő összegző jellemzést tehetjük - a jellemzésbe már bevontuk a gyűrű nélküli *A. socialis* is.

***Armillaria mellea* (Vahl.)Kum.**

A faj széles körben elterjedt Európában, adataink szinte a teljes elterjedésére vonatkozóan vannak. Ez érthető, hiszen az egyik legveszélyesebb károsítója a lombos állományoknak (Guillaumin et al. 1993). A közép-európai adatok szinte körülveszik hazánkat, vannak adatok Csehszlovákiából (Antonin 1988) és Szlovéniából is (Munda 1990). A faj patogenitásának jelentőségét csak aláhúzza az a tény, hogy adatokkal igazolt fellépése fenyvesekben is (Gregory et al. 1991, Tsopelas 1994).

***Armillaria gallica* Marxm. et Termor.**

A faj előfordulási adatai viszonylag közeliak a *A.Mella* hasonló adataihoz, egyaránt megtalálhatók lomb- és fenyőállományokban (Guillaumin et al. 1993). Patogenitásával kapcsolatosan az a nézet, hogy jóval kevésbé patogén, mint a *mellea*, bár érdekes módon előfordulási adatai nagyon hasonlóak (Guillaumin et al. 1993). Talán éppen ezért feltételezik egyes szerzők, hogy a faj patogenitása lehet, hogy megközelíti a *mellea*-ét, de mindenesetre igen veszélyes másodlagos kórokozónak kell tekintenünk (Gregory et al. 1991, Luisi et al. 1996).

***Armillaria cepistipes* Vel.**

A faj jellemzése során a *gallicahoz* hasonlítják, azaz patogenitásában, de morfológiájában is arra hasonlít. Viszonylag gyakori faj az északi területeken, közép- és dél-európai előfordulásáról csak kevés adatunk van (Guillaumin et al. 1993). Patogenitása vonatkozásában tehát az enyhén patogén a helyes kifejezés és azt is hozzátehetjük, hogy eddig egyetlen adat sem jelezte előfordulását fenyőben (Gregory et al. 1991).

***Armillaria borealis* Marxm.et Korh**

Igazából viszonylag északi fajról van szó, Skandináviában gyakori, Közép-Európában jóval ritkább. Az eddigi legészakibb adat az Alpok vidékéről származik (Guillaumin et al. 1993). belongs to the most southern ones in Europe. Parogenitásával kapcsolatban megjegyzik, hogy viszonylag veszélytelen, de van néhány érdekes adat lucosban történt fellépéséről (Gregory et al. 1991).

***Armillaria ostoyae* Romagn**

Égész Európában elterjedt faj (Guillaumin et al. 1993). A *mellea*val együtt a nemzetség legpatogénebb faja, amely igen gyakori Közép-Európában és a fenyők gyökérkorhadását okozza főleg homoki termőhelyű Pinus állományokban, de fellépésére a lucosokban is lehet számítani (Termorshuizen and Arnolds 1994).

***Armillaria socialis* (DC.:Fr.)Herink. / = *A. tabescens* (Scop.:Fr.)**

A nemzetség gyűrű nélküli fajanak adatai igen hiányosak. Mindesetre az eddigi adatok között nem szerepel egyetlen egy sem Közép-Európából (Guillaumin et al. 1993). Ez máris érdekessé teszi a várható vizsgálati eredményeket, hiszen a faj előfordulása teljesen természetes hazánkban, olyannyira, hogy az árusítható fajok listáján is szerepel. Patogenitásával kapcsolatosan azt mondhatjuk, hogy csupán szaprofita szervezetként van jelen elsősorban tölgyesekben, de egyes adatok szerint az Eucalyptus ültetvényekben patogénként is felléphet (Guillaumin et al. 1993, Luisi et al. 1996).

A fajok szétválasztása a nemzetségen belül, jellemzéstük, gazdanövénykörük tisztázódása után viszonylag hamar felmerült a kérdés, vajon beszélhetünk-e valamilyen szintű gazdanövény-ellenállóképességről a kórokozó károsításával szemben. Tapasztalatok igazolták ugyanis, hogy nem érkezik mindig azonos válasz a gazdaszervezet részéről. Gyakran tapasztalták ugyanis, hogy a lombfogyasztó rovarok egy-egy nagyobb gradációja következtében legyengült állományokban az általánosnak mondható stressz helyzet ellenére is voltak egyedek, melyek jobban 'ellenálltak' a kórokozó támadásának. A lehetséges magyarázatot Wargo (1984) hipotézise adja meg. Munkája során éveken át vizsgálta a fás növényeket érő stressz-hatások okozta anyag-cse-reváltásokat, amelyek elsősorban a gyökérben jelentkeznek.

Saját és más kutatók hasonló témában folytatott vizsgálatainak az eredményeit összegezte és ezek alapján próbálta megfogalmazni, hogy milyen tényezők és hogyan predisponálják a fákat az *Armillaria* fajok károsításával szemben. A jelenség főbb összetevői kikövetkeztethetők a növények és a gombák fiziológiai folyamataink ismerete nyomán:

- **Szénhidrát anyagcsere változása** bekövetkezhet a gyökerekben aszály és lombvesztés (pl. lombfogyasztó rovarok gradációja következtében) hatására
 - keményítő tartalom csökken, sok egyednél ki is merülhet
 - a szaharóz szintje csökken a külső falrészben és a kéregben
 - növekszik a glükóz és a fruktóz szintje

Ennek jelentősége ott van, hogy az *Armillaria* fajok kifejezetten preferálják például a glükózt, mint szénforrást, a magasabb glükóz tartalom mellett a gomba jobban tolerálja a gyökérben képződő gátló hatású fenol vegyületeket, sőt ezeket szénforrásként képes felhasználni.

- **Nitrogén anyagcsere változása** bekövetkezhet a stressz- hatások következtében. Hatása közel azonos értékű a magasabb glükóz tartalommal, az *Armillaria* fajok számára ugyanis az egyik legjobb N-forrás - in vitro tenyésztésnél - a casein hidrolizátum, amely közönséges aminosavak keveréke.
- **Litikus enzimek** a stressz- hatások kedvezőtlenül befolyásolják a gomba sejtfalát bontó kitináz és β 1,3 glukanáz enzimek működését (mindkét esetben igazolták, hogy ezek az enzimek képesek bontani a gomba sejtfalát)
- **Etanol** anaerob körülmények között keletkezik a gyökerekben - vízborítás, nedves talajokban lombvesztés, amely a transpirációt csökkenti, s tartósítja a talaj nedves, anaerob állapotát.

Az etanol jelentős növekedés stimuláló tényezője az *Armillaria* fajoknak, jelenléte segíti a fenol vegyületek szénforráskénti hasznosítását és növeli a kevésbé kedvező szénhidrát források hasznosítását.

Ezen legfontosabb ismereteket összegezve Wargo hipotézisének a lényege a következőkben foglalható össze:

- **Egészséges erdei populációban** a fák ellenállnak az *Armillaria* fajok támadásának. Bár a gomba rizomorfái jelen vannak és behálózzák a gyökérzetet, behatolnak a külső kéregszövetbe és behatolási kísérletet tesznek a mélyebb szöveti részekbe is, a növény litikus enzimjei segítségével folyamatosan oldja a behatoló hifák csúcsi részét. Ugyanakkor nem áll a gomba rendelkezésére könnyen metabolizálható N-forrás és glükóz. Tanninok és más fenol vegyületek a kéregszövetben gátolják a gomba további terjedését. A gomba fenol-oxidáz aktivitása alacsony így a kis mennyiségű oxidált fenol vegyület gyors redukció révén szintén visszaalakul nem metabolizálható fenol vegyületté, ami csak még tovább nehezíti a gomba számára a körülményeket a kéregszövetben.
- **Nem egészséges, stressz hatásnak kitett erdei populációban** a gyökérzetben a litikus enzim aktivitás - mint a védekezési mechanizmus része - csökken, ugyanakkor növekszik a gomba számára felvehető energiaforrás és képessé válik a gomba a gátló hatású vegyületek átalakítására és metabolizálására. A stressz hatás következtében legyengült szövet nem képes a gomba enzimjei által indukált biokémiai folyamatokat kompenzálni és bekövetkezik a gyökerek inváziója.

Azt gondolhatjuk, most már minden kérdésre választ kaptunk, pedig ha jól belegondolunk, még mindig maradtak megválaszolatlanok. Mivel magyarázható például adott esetben, hogy a kiterjedt és tartós stressz hatások ellenére az *Armillaria* fajok okozta megbetegedés alacsony szinten marad; vagy miért részesítenek előnyben egyes fafajokat másokkal szemben; vagy miért alakulhat ki intenzív gyökérfertőzés komoly stressz hatások eredményeként és látszólag minden ok nélkül is? Ezek azok a kérdések, amelyekre a választ a nemzetség teljes populációjának genetikai és fiziológiai diverzitása adhatja csak meg. És itt érkeztünk el arra a pontra, amely tervezett munkánk fontosságát igazán aláhúzza. Azaz a fajok azonosítása a legelső és legfontosabb feladatunk, hogy azután mielőbb továbbléphessünk az egyes fajok szerepének tisztázása kérdéskörében.

A nemzetség egyik gyűrűvel rendelkező európai képviselője az *Armillaria gallica* hazai előfordulási és patogenitási adataival nem rendelkezünk. Ez a közel 100 esztendő taxonómiai és nevezéktani vitával is magyarázható, amely az *Armillaria* nemzetség gyűrűs fajainak azonosítása körül zajlott és szinte még napjainkban sem zárult le teljesen. Ez pedig teljességgel elegendő magyarázat, hiszen egy nemzetségen belüli változatosság vizsgálatához elengedhetetlen a fajok azonosításának képessége. Az azonosítás pedig nem képzelhető el egy szilárd rendszertani keret és a típusfajok azonosítása nélkül.

A nemzetségen belüli fajok pontos leírására több évtizeden át tudományos vita zajlott a nemzetközi szakirodalomban. Ez a vita akkor zárult le, amikor 1973-ban Hintikka tisztázta a gyűrűs *Armillaria* fajok kariológiai ciklusát, bebizonyítva, hogy tetrapoláris heterothallikus gombákról van szó. Ez az eredmény tette lehetővé, hogy ezen fajok megismerését ne csak morfológiai, hanem biológiai alapokra is helyezzük. 1973 és 1978 között Korhonennek sikerült nagyon különböző származású haploid törzsek között számos keresztezést végrehajtani, aminek az eredményeként az európai földrészre vonatkozóan öt intersteril csoportot különített el. Innen már gyorsan ment az intersteril csoportok faj rangra emelése, így az *Armillaria gallica* Marxmüller & Romagnesi leírása is. A legtöbb európai országban a fajok azonosítása, gazdanövénykörük leírása megtörtént. Ezen ismeretek birtokában elvégezték a patogenitási tesztek, mely eredményekből jellemezni lehetett az egyes fajokat. A fajok ilyen teljes körű ismeretében

pedig már el lehetett végezni a visszafertőzési kísérleteket, melyek után következtetni lehetett az egyes fajok lehetséges szerepére a leromlásos folyamatokban. A faj Európai előfordulási adatai viszonylag közeliek az *A. mellea* hasonló adataihoz, egyaránt megtalálhatók lomb- és fenyőállományokban (Guillaumin et al. 1993). Patogenitásával kapcsolatban az a nézet, hogy jóval kevésbé patogén, mint a *mellea*, bár érdekes módon előfordulási adatai nagyon hasonlóak (Guillaumin et al. 1993). Talán éppen ezért feltételezik egyes szerzők, hogy a faj patogenitása lehet, hogy megközelíti a *mellea*-ét, de mindenesetre igen veszélyes másodlagos kórokozónak kell tekintünk (Gregory et al. 1991, Luisi et al. 1996).

ANYAG ÉS MÓDSZER

AZ ARMILLARIA FAJOKBÓL KÉSZÜLT GYŰJTEMÉNY

Az *Armillaria* törzsek begyűjtését az ország különböző részéről, tuskóról, beteg fáról, egészséges fáról, különböző gazdanövényekről végeztük el. A tenyészetek többsége termőtestből izolált diploid tenyészet, de haploid egyspórás tenyészet begyűjtésére is sor került.

Jelen dolgozatban a 74 izolátum feldolgozása, határozása és vizsgálata történt meg (2. táblázat.) és ezen eredményeket foglaljuk össze.

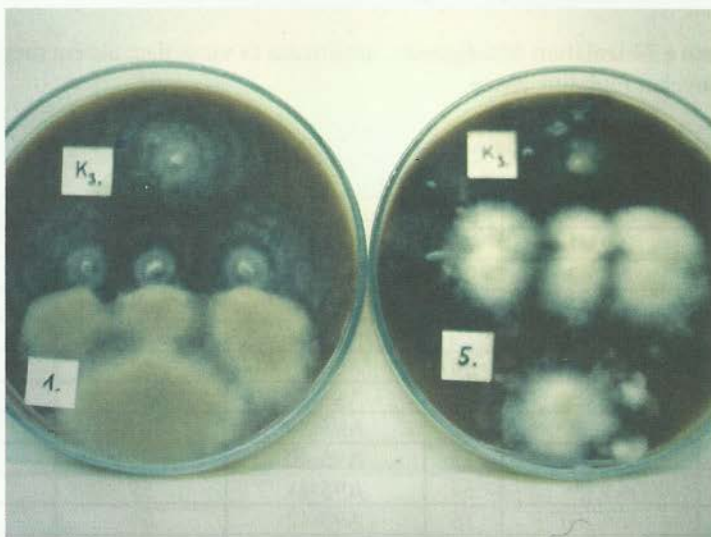
2. táblázat A munka során vizsgált izolátumok

Table 2. Isolated cultures tested during the work

Ssz.:	Izolátumszám:	Ssz.:	Izolátumszám:	Ssz.:	Izolátumszám:
1	A95/1	26	A95/32	51	A00/4
2	A95/2	27	A95/33	52	A00/5
3	A95/3	28	A95/34	53	A00/6
4	A95/4	29	A95/35	54	A00/7
5	A95/5	30	A95/36	55	A00/8
6	A95/6	31	A95/37	56	A00/9
7	A95/7	32	A95/39	57	A00/10
8	A95/8	33	A95/40	58	A00/1
9	A95/9	34	A95/41	59	A00/11
10	A95/10	35	A95/42	60	A00/12
11	A95/13	36	A95/43	61	A00/13
12	A95/14	37	A95/44	62	A00/14
13	A95/15	38	A95/45	63	A00/15
14	A95/16	39	A95/46	64	A00/16
15	A95/21	40	A95/47	65	A00/17
16	A95/22	41	A95/49	66	A00/18
17	A95/23	42	A95/50	67	A00/19
18	A95/24	43	A95/51	68	A00/20
19	A95/25	44	A95/52	69	A00/21
20	A95/26	45	A95/53	70	A00/22
21	A95/27	46	A95/54	71	A00/23
22	A95/28	47	A95/55	72	A00/24
23	A95/29	48	A00/1	73	A00/25
24	A95/30	49	A00/2	74	A00/26
25	A95/31	50	A00/3		

A GYŰJTEMÉNYBE KERÜLT IZOLÁTUMOK HATÁROZÁSA

A gyűjteménybe került izolátumok termőtestének a makroszkópikus leírása, határozása valamennyi esetben megtörtént. Ez az információ a fajról készült fotóval együtt bekerült az adatbankba. Valamennyi izolátumból herbáriumi gyűjtemény készült az esetleges későbbi visszaigazolások céljára. A laboratóriumi munkálatok során a tenyészetek Petri-csészés kultúráira jellemző bélyegek is lejegyzésre kerültek. A laboratóriumi módszerek közül legalkalmasabb határozási módszer az *Armillaria* fajok határozására egy kompatibilitási teszt, az ún. 'mating teszt', melynek során két laboratóriumi tenyészeztől eldönthető, hogy azok kompatibilisek-e, azaz azonosak-e. Munkánk során mi is ezt a módszert alkalmaztuk. A teszt során minden izolátumot párosítottunk az *A. borealis*, *A. cepistipes*, *A. ostoyae*, *A. gallica*, *A. mellea* és *A. tabescens* négy - négy haploid teszter törzsével. A teszt során 2%-os maláta kivonatos (Difco) táptalajra minden Petri-csészébe 2-2 pár kerül. Az inkubálás szobahőmérsékleten történt és három hét után került sor az első kiértékelésre, majd újabb két hét után a másodikra. A tesztet minden esetben legalább egyszer megismételtük, és csak az azonos eredményt fogadtuk el.



2. kép *A* 'mating' teszt
 Pic. 2. The "mating" test

A 2. képen illusztrált 'mating teszt' értékelésénél a laboratóriumi tenyészet morfológiai bélyegei alapján döntöttünk az izolátum hovatartozásáról. A bal oldali Petri-csészében lévő törzseknél a magánosan elkülönülő kis telep morfológiája azonos a középső sorban látható három telep morfológiájával, azaz az egymás mellé került két különböző törzs nem volt kompatibilis tehát a két faj nem azonos, a K3-as teszter és az ismeretlen '1' jelű más fajok. A másik Petri-csészében jól látható, hogy a középső három kisebb telep morfológiája eltérő a távolabbi magányosétól és teljesen azonos a mellette látható másik három telepével. Ebben az esetben az ismeretlen '5' jelű törzs 'átvette' a mellé oltott másik ismert (K3) izolátum morfológiáját, ez azt jelenti, hogy az haploid teszter törzs ('K3') kompatibilisnek mutatkozott az ismeretlen diploid tenyészetével és morfológiája megváltozott, ebben az esetben tehát két azonos fajt látunk.

A VISSZAFERTŐZÉSI KÍSÉRLET

A fajok közül elsősorban arra törekedtünk, hogy erdőgazdasági jelentőséggel is bíró fajokat válasszunk ki, de az is lényeges szempont volt, hogy olyan fajok legyenek, amelyek viszonylag jól tűrik az átültetési stressz. A kiválasztott fajok a kocsánytalantölgy és a cser-tölgy kétéves csemetéi voltak. A kísérletet üvegházi kontrollált körülmények között végeztük. A visszafertőzési kísérlet beállításához az *Armillaria gallica* izolátuma mellé kiválasztottuk egy gyorsnövekedésű, agresszívnek mondható *Armillaria mellea* izolátumot is, hogy a kapott eredményeket azzal összehasonlíthassuk. Az izolátumok kiválasztása során az volt a szempontunk, hogy lehetőleg gyorsan növekvő, agresszív törzsek legyenek. Mindkét *Armillaria* faj esetében az izolátumok növekedési görbéi alapján döntöttünk a jelzett A00/14 illetve az A00/19-es törzsek mellett. Munkánkban a mogoróvesszős inokulummal történő oltás módszerét alkalmaztuk. Ennek során a mogoróvesszős inokulumot a gyökfőben előidézett sebre Parafilmmel rögzítettük. A kiértékelésnél csak azokat az adatokat vettük figyelembe, amikor a fertőzés következtében történt meg a csemeték pusztulása.

EREDMÉNYEK

A begyűjtött és gyűjteménybe rendezett izolátumok 'maiting' teszttel történt határozásának az eredményét az alábbi 3. táblázat-ban foglalhatjuk össze:

3. táblázat Az *Armillaria* fajok gyakoriságaa vizsgált populációban
Table 3. Frequency of *Armillaria* species in the tested population

Fajnév:	Izolátumok	
	száma (db):	aránya (%)
<i>Armillaria gallica</i>	28	38
<i>Armillaria mellea</i>	22	30
<i>Armillaria cepistipes</i>	10	14
<i>Armillaria ostoyae</i>	8	11
<i>Armillaria borealis</i>	4	4,5
<i>Armillaria tabescens</i>	2	2,5



3. kép A kísérlet időtartama alatt (4 hónap) kialakult szöveti nekrozisok eltérő mértéke a fertőzés eredményeként. Az ábrán látható bal oldali nyíllal jelzett csemete a fertőzés következtében elpusztult

Pic. 3. Irregular degree of tissue necrosis developed during the experiment (4 months) as result of the infection. The seedling indicated with an arrow of left side, visible in the figure, decayed due to the infection

Az eredmények azt mutatják, hogy a jelen munka során vizsgált populációból a legnagyobb arányba az *A. gallica* került elő. Az eddigi tapasztalatok illetve adatok szerint a lombos erdőkben leggyakoribb hazai faj az *A. mellea* csak a második leggyakoribb fajnak bizonyult. Az *A. cepistipes* hazai előfordulási adatainak tulajdonképpen megfelelően csupán az izolátumok 14 %-át tették ki. Az *A. borealis* 4,5%-os előfordulást mutatott, míg az *A. ostoyae* 11% ban került elő a határozás eredményeként. Az *A. tabescens* csak 2,5%-a volt az összes vizsgált izolátumnak. (Itt meg kell jegyezni, hogy a gallér nélküli *Armillaria tabescens* / = *socialis*/ faj begyűjtése munkánk elején még nem szerepelt terveink között. Az irodalmi adatok és saját tapasztalataink alapján azonban munkánk során meg kellett változtatnunk véleményünket. Ugyanis egyre gyakrabban találkoztunk egészségükben meggyengült erdőrészekben a faj hatalmas termőtestcsokraival és az újabb irodalmi adatok is arra utaltak, hogy elképzelhető a faj *mellea*-éhoz hasonló patogenitása.)

Az izolátumok határozása során kapott 'fajlista' meglepőnek eredményt hozott. Eddig úgy tudtuk ugyanis, hogy a leggyakoribb hazai gyűrűs faj az *A. mellea*, és további adataink csupán egyetlen másik fajról, az *A. cepistipes*ről voltak. A *A. gallica* nagyobb arányú előfordulására a nemzetközi szakirodalomban voltak utalások, de hazai adatunk erről a fajról eddig nem volt. Azt, hogy jelen van a hazai erdőkben, tudtuk és az adatok hiánya magyarázható a határozás nehézségeivel. Az azonban, hogy egy véletlenszerű populáció vizsgálata eredményeként azt az eredményt kapjuk, hogy az eddigi leggyakoribbnak hitt *A. mellea* előfordulási adatai alapján csak a második, mindenképpen meglepő eredmény. Lehet, hogy a faj térfoglalása már ilyen méretet öltött? Ha ez igaz, akkor feltételezhető, hogy patogenitásában jelentősebb, mint ahogy azt eddig gondoltuk. Amennyiben a megbetegedésekben az *A. mellea* mellett az *A. gallica* is részt

vesz, úgy az esetleges védekezés is megnehezül. Hiszen ebben az esetben nemcsak egy, de két fajjal szemben kellene védekeznünk. Ezek a lehetőségek csak megerősítik annak fontosságát, hogy tudjuk mely faj okozza a problémákat erdeinkben.

A faj patogenitásának megállapítására beállított provokatív visszafertőzési kísérletet eredményét a fertőzést követő négy hónap elteltével értékeltük ki. Ennek eredményét a következő 4. táblázatban láthatjuk:

4. táblázat

Table 4.

Izolátumok:		Kst (db)	Csertölgy (db)
A00/14 = <i>A. mellea</i>	Fertőzött:	40	40
	Elpusztult:	5	-
A00/19 = <i>A. gallica</i>	Fertőzött:	40	40
	Elpusztult:	3	-

Egy kis magyarázat a táblázathoz...

AZ EREDMÉNYEK ÉRTÉKELÉSE, MEGVITATÁS

Az eredmények alapján elmondhatjuk, hogy a vizsgált populációban a leggyakoribb faj az *Armillaria gallica* volt. Előfordulása egyaránt gyakori volt mind lombos, mind pedig fenyő állományokban. A legtöbb alkalommal a leromlás tüneteit mutató lombos fajokról izoláltuk. Az adatok jelentőségét egyrészt kiemeli az a tény, hogy eddig úgy tudtuk, hogy a leggyakoribb gyűrűs *Armillaria* faj hazánkban az *A. mellea*. Másrészt ez az eredmény igen lényeges abból a szempontból, hogy az irodalomból tudjuk, hogy az *A. gallica* igen komoly patogenitással rendelkezik, egyes kutatók szerint igen veszélyes másodlagos kórokozó. Az *A. gallica* és *A. mellea* előfordulásával és patogenitásával kapcsolatosan a vonatkozó irodalmak egyetértenek abban, valószínűleg a nemzetség két legpatogénebb fajával állunk szemben, melyek főleg a lombos állományokban fordulnak elő. Jelen vizsgálati eredményekből máris két lehetséges következtetés merül fel. Az egyik, hogy hazai erdeinkben nem csupán az *Armillaria mellea* fordul elő. A másik pedig, hogy a megbetegedésekért sem csupán egy faj vonható felelősségre. Nagyon fontos lenne a feltételezések mielőbbi tisztázása, hiszen a védekezés lehetséges stratégiáját csak ismert fajra lehet kidolgozni.

Munkánk során fő célunk az volt, hogy az igen nagy erdészeti jelentőséggel bíró *Armillaria* fajcsoport hazai erdeinkben betöltött szerepének tisztázásához közelebb jussunk. A téma jelentőségét igen nagy irodalma is igazolja, és bár megjelentek összefoglaló munkák ezzel kapcsolatosan, de azok továbbra sem egyértelműek. Ha Wargo hipotézise nyomán nézzük a fajcsoport részvételét az erdei populációban, a következőt mondhatjuk:

- **Egészséges erdei populációban** a fák ellenállnak az *Armillaria* fajok támadásának. Bár a gomba rizomorfiái jelen vannak és behálózák a gyökérzetet, behatolnak a külső kéregszövetbe és behatolási kísérletet tesznek a mélyebb szöveti részekbe is, a növény litikus

enzimjei segítségével folyamatosan oldja a behatoló hifák csúcsi részét. Ugyanakkor nem áll a gomba rendelkezésére könnyen metabolizálható N-forrás és glükóz. Tanninok és más fenol vegyületek a kéregszővetben gátolják a gomba további terjedését. A gomba fenol-oxidáz aktivitása alacsony így a kis mennyiségű oxidált fenol vegyület gyors redukció révén szintén visszaalakul nem metabolizálható fenol vegyületté, ami csak még tovább nehezíti a gomba számára a körülményeket a kéregszővetben.

- **Nem egészséges, stressz hatásnak kitett erdei populációban** a gyökérzetben a litikus enzim aktivitás - mint a védekezési mechanizmus része - csökken, ugyanakkor növekszik a gomba számára felvehető energiaforrás és képessé válik a gomba a gátló hatású vegyületek átalakítására és metabolizálására. A stressz hatás következtében legyengült szövet nem képes a gomba enzimek által indukált biokémiai folyamatokat kompenzálni és bekövetkezik a gyökerek inváziója.

A hipotézissel a folyamat megértéséhez közelebb kerülhetünk, de ha meg akarjuk védeni erdeinket nem elegendő csupán a kórokozó nemzetség jelenlétét megállapítanunk. Az *Armillaria* fajok okozta megbetegedés megismerése, regisztrálása csak akkor adhat segítséget, hogy ha az faj szintű. Ismernünk kell tehát a megbetegedést okozó fajt. Mivel magyarázható például adott esetben, hogy a kiterjedt és tartós stressz hatások ellenére az *Armillaria* fajok okozta megbetegedés alacsony szinten marad; vagy miért részesítenek előnyben egyes fafajokat másokkal szemben; vagy miért alakulhat ki intenzív gyökérfertőzés komoly stressz hatások eredményeként és látszólag minden ok nélkül is? Lehetséges, hogy ezen kérdések esetében is közelebb jutnánk a válaszhoz, ha pontosan ismernénk a megbetegedést előidéző fajokat. Ennek érdekében....

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Munkánkat a Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium anyagi támogatásával végeztük (témaszámok: 103-a1/2001. 82-a1/ 2002, 33068/2003), mely segítséget ez úton is köszönünk.

IRODALOMJEGYZÉK

- GUILLAUMIN, J-J., ANDERSON, J.B., KORHONEN, K., 1991: Life cycle, interfertility, and biological species. In: Shaw, C.G. III & Kile, G.A. (ed.) *Armillaria* root disease. USDA Agriculture Handbook No. 691. Washington, D.C., pp. 10-20.
- HINTIKKA, V. 1974: Notes on the ecology of *Armillairella mellea* in Finland. *Karstenia*. 14: 12-31.
- KORHONEN, K. 1978: Interfertility and clonal size in the *Armillariella mella* complex. *Karstenia*. 18: 31-42.
- LUISI, N., SICOLI, G., LERARIO, P., 1996: Observations on *Armillaria* occurrence in declining oak woods of southern Italy. *Annales des Sciences Forestières* 53: 389-394.
- SHAW, C. G., KILE, G. A. 1991: *Armillaria* root disease. Agriculture Handbook No. 691. Forest Service United States Department of Agriculture. pp.:233.
- ANSELMINI, N., PUCCINELLI, P., 1993: Studies on *Armillaria* attacks on declining oak trees. In: Luisi, N., Lerario, P., Vannini, A. (ed.) Recent advances in studies on oak decline. Proceedings of an International Congress. IUFRO, Academia Italiana di Scienze Forestali, Firenze, pp. 23-29.
- ANTONIN, V., 1988: Studies in annulate species of the genus *Armillaria*. II. Ecology and geographical distribution of *Armillaria mellea* (Vahl: Fr.) Kummer s. str. in Czechoslovakia. *Acta Musei Moraviae, Sci. nat.* 73: 115-121.

- GREGORY, S.C., RISHBETH, J., SHAW, C.G. III., 1991: Pathogenicity and virulence. In: Shaw, C.G. III & Kile, G.A. (ed.) *Armillaria* root disease. USDA Agriculture Handbook No. 691. Washington, D.C., pp. 76-87.
- GUILLAUMIN, J-J., MOHAMMED, C., ANSELM, N., COURTECUISSÉ, R., GREGORY, S.C., HOLDENRIEDER, O., INTINI, M., LUNG, B., MARXMÜLLER, H., MORRISON, D., RISHBETH, J., TERMORSHUIZEN, A.J., TIRRÒ, A., VAN DAM, B., 1993: Geographical distribution and ecology of the *Armillaria* species in western Europe. *Eur. J. For. Path.* 23: 321-341.
- IGMÁNDY Z., PAGONY H., SZONTÁGH P., VARGA F., 1984: (Report about the occurrence of oak decline on sessile oaks in 1978-1983.) (Hun) *Erdő* XXXIII.8.sz. 334-341.
- MUNDA, A., 1990: (Recent investigations of taxonomy and biology of the honey fungus / *Armillaria* spp./.) (Slo, Eng) *Gozdarski Vestnik* 1990(1): 29-35.
- TERMORSHUIZEN, A.J., ARNOLDS, E.J.M., 1994: Geographical distribution of the *Armillaria* species in The Netherlands in relation to soil type and hosts. *Eur. J. For. Path.* 24: 129-136.
- TSOPELAS, P., 1994 : *Armillaria* species in the forests of Greece. In: Johansson, M. and Stenlid, J. (ed.) *Proceedings of the Eighth International Conference on Root and Butt Rots*. Swedish Univ. of Agric. Sci., Uppsala, pp. 470-478.
- VAJNA L., 1994: (Deterioration in the health status of European and Hungarian forests in the period 1970-80. IV. Results of mycological and pathological investigations: *Armillaria cepis-tipes* Vel. and its role in the sessile oak decline.) (Hun, Eng) *Növényvédelem* 30: 401-409.

ERDÉSZETI ÖKONÓMIA

INNOVÁCIÓ ÉS VÁLLALKOZÁS AZ ERDŐGAZDÁLKODÁSBAN INNOVATION AND ENTREPRENEURSHIP IN THE FOREST MANAGEMENT

GÁL JÁNOS¹, MAROSI GYÖRGY², MÓZES CSABA²

*„Az innováció kockázatos üzlet.
De még kockázatosabb mellőzni
az innovációt egy változó világban.”
(Kubeczko-Rametsteiner, 2002)*

ÖSSZEFOGLALÁS

A változó világban az erdőgazdálkodók új kihívással találják szembe magukat. Az eddigi alapvetően nyersanyag-termelő szemléletről át kell térniük egy sokoldalú szolgáltató tevékenységre való törekvésekre.

A sikeresség elősegítése érdekében javítani szükséges az erdészet innovációs (I) készségét és vállalkozói (V) eredményességét. Ezzel a céllal hívta életre az Európai Erdészeti Intézet a bécsi Regionális Kutató Központját, amelynek munkájában kilenc ország kutató intézményei vesznek részt. A cikk az eddigi eredményeket mutatja be.

KULCSSZAVAK: erdőgazdálkodás, innováció, vállalkozás

ABSTRACT

In the today changing world forest management are facing with new challenges all over the world. Basically the view of raw material producer of a forest management needs to be switched to a multifunctional public utility provider.

A better improvement of the forest innovation (I) and entrepreneurship (E) leads for the successfulness of it's activity. The main objective of the European Forest Institute (EFI) to establish a Regional Project Center (RPC) in Vienna was to take the advantage of the I&E in forestry. The RPC join the work of nine countries' research institutes. The article shows the findings in this field.

KEYWORDS: forest management, innovation, entrepreneurship

BEVEZETÉS

Az ezredforduló körüli években Európa a jelentős mértékű és hosszú távon ható változások korát éli. Az Európai Unió (EU) belső reformja és bővítése, az államszocializmus bukása utáni új demokráciák alakulása és a társadalmak környezettudatosságának növekedése mind-mind éreztetik hatásukat az erdészet területén is. Az erdőgazdálkodók új kihívással találják szembe magukat. Az eddigi alapvetően nyersanyag-termelő szemléletről át kell térniük egy sokoldalú szolgáltató tevékenységre való törekvésekre. Az információs technológia alkalmazási kényszere gyökeresen megváltoztatja a gazdálkodó szervezetek szervezési, ügykezelési gyakorlatát. A változásoknak szükségszerűen érinteniük kell a tartamos erdőgazdálkodás szabályozási, intézményi környezetét is.

¹ Nyugat-Magyarországi Egyetem, Erdővagyon-gazdálkodási Intézet

² Erdészeti Tudományos Intézet, Ökonómiai Osztály

Az erdészetben és az erdészetből élő emberek jövője nagyrészt attól függ, hogy ők maguk és a különböző intézmények milyen válaszokat adnak a fenti kihívásokra. A siker csak akkor remélhető, ha az új ismereteket a kutatás, emészthető formában, megalkotja, az az oktatási rendszeren keresztül eljut a *gyakorlatba*, és ott van kellő fogadókészség azok alkalmazására. Mindehhez persze megfelelő támogató intézményi rendszer is szükséges.

A sikeresség elősegítése érdekében javítani szükséges az erdészet innovációs (I) képességét és vállalkozói (V) eredményességét. Ezzel a céllal hívta életre az Európai Erdészeti Intézet (EFI) a bécsi Regionális Kutató Központját (RPC), amelynek munkájában kilenc ország (Ausztria, Csehország, Németország, Magyarország, Szlovákia, Szlovénia, Svájc és Norvégia) kutató intézményei vesznek részt.

Az EFI RPC 36 hónapra tervezett munkája, amelyre az INNOFORCE megjelölést használjuk, 3 feladat csomagból áll:

- Az első feladat a jelen helyzet felmérése a résztvevő országokban, és az innovációs magatartás meghatározó elemeinek feltérképezése különös tekintettel az intézményi tényezőkre. Az adatgyűjtés az erdőgazdálkodók megkérdezésével történik.
- A második feladat az egyes országok innovációs potenciáljának meghatározása az erdőgazdálkodásban.
- A harmadik feladatcsomag az előzőek eredményeire építve javaslatok kidolgozása.

A kutatás minden országban egységes, egyeztetett metodika szerint folyik. Ennek köszönhetően, az eredmények összehasonlíthatók, és az adaptálható külföldi tapasztalatok könnyebben hasznosíthatók.

Az INNOFORCE keretében megvalósuló törekvéseket az is indokolja, hogy az I és V kutatások a gazdaság más szektoraiban eléggé előrehaladtak. Az erdészet egyedi adottságait – a tartamos erdőgazdálkodás követelmény rendszerének megfelelően – ezen a területen is meg kell jeleníteni.

A 2001-ben kezdődött kutatómunka³ keretében eddig elkészített tanulmányok, értékelések, elemzések eredményeit foglaltuk össze ebben a cikkben.

Meghatározások

Az innováció és innovációs rendszerek

Általánosságban az innováció az újdonság sikeres bevezetését jelenti egy tevékenység esetében. Mind az újdonság, mind pedig a sikeresség elengedhetetlen ismérve az innovációnak. Az innováció megvalósításának keretfeltételeit az innovációs rendszerek biztosítják. Ez utóbbiak csoportosíthatók aszerint, hogy a hatásuk a területi elv szerint (országos, regionális), vagy gazdasági ágazat szerint (szektorális) különíthető el (pl. erdészet).

A vállalkozó, vállalkozás

A vállalkozó az új üzleti lehetőségek megvalósítás-orientált jelzőrendszere. A legfontosabb jellemzői az önbizalom és a döntési szabadság az általa ellenőrzött javakat illetően (Arzeni, 1998).

³ Az FVM Erdészeti Hivatala 2001-2002-ben anyagilag támogatta a kutatást.

A vállalkozás egy olyan folyamat, amelynek során a vállalkozó igyekszik a lehetőségeit a lehető legteljesebb mértékben kihasználni, és ebben a törekvésében nem feltétlenül jelent korlátot az általa ellenőrzött javak mennyisége.

Az I és V értékelés szintjei

Az értékelő vagy az értékelt helyzetéből adódóan eltérő megközelítési lehetőségek adódnak az I és V vizsgálata során (Kubeczko, Rametsteiner, 2002).

- *Intézményi szinten* a makrogazdaság szereplői, szervezetei és intézményei (pl. kormány-szervek, érdekeltségi csoportok, törvényes keretek) képezik az elemzés tárgyát.
- *A piaci szint (b2b)⁴* olyan megközelítést jelent, amely a vállalkozók közötti piaci és nem piaci kapcsolatokat, kölcsönhatásokat tárja fel.
- *A vállalati szinten* a vállalkozások szervezettsége, tanulási magatartásuk, szervezeti I és V készségük értékelhető.
- *A személyes szint* az egyén vállalkozói magatartásának vizsgálatát jelenti.

A négy szemlélet eltérő módszereket igényel, és az elemzéshez szükséges információk megszerzésének lehetősége és megbízhatósága is különbözik.

Az innováció típusai

Termék innováció a vállalkozás által előállított új anyagokra vonatkozik. Az erdészeti üzemek vizsgálata során célszerű a fa alapú és a nem fa alapú termékek elkülönítése.

A szolgáltatás innováció az erdőszetben a védelmi és a rekreációs teljesítmény javítását jelenti.

A folyamat innováció lehet technológiai vagy szervezeti. Az előbbi a termelési folyamat technológiáját újítja meg. Az utóbbi a termelési folyamatok keretét képező vállalati irányítási rendszer, vagy egyéb szervezeti struktúrák megújítását jelenti.

A radikális változtatás meghatározása a Porter szerinti értéklánc (Porter, 1985) definícióján alapul. Ezek szerint radikális a változás akkor, ha az a vállalkozás értékláncának több, mint egy lépését érinti.

A kutatás módszere

A kutatási programban kitűzött cél elérése érdekében igyekeztünk minden lehetőséget kihasználni.

Az EFI RPC koordinálásával kidolgoztuk az egységes szemlélet és fogalom-értelmezést lehetővé tevő elméleti alapokat.

A résztvevő országok együttműködését az évenként többször tartott teljes körű munkaértekezletek és az alkalmankénti kétoldalú információ cserék biztosítják.

A közösen összeállított és az erdőgazdálkodók által kitöltött kérdőívek feldolgozásával igyekeztünk megismerni az erdészeti gyakorlat I és V-ről alkotott véleményét. Ennek során az állami erdőgazdasági Rt.-k 70%-át értük el. Ennél lényegesen kisebb mintát sikerült biztosítani a magán erdőgazdálkodói körből. A Magán Erdőtulajdonosok és Gazdálkodók Országos Szövetségétől (MEGOSZ) kapott listán szereplők egyharmada tüntetett ki bennünket a bizalmával. A válaszadók területi elhelyezkedése és a meglehetősen összecsengő vélemények alapján azonban meglapozottnak ítéljük a következtetéseinket.

⁴ A b2b jelölés a vonatkozó szakirodalomban elterjedt a „business to business” rövidítésére.

Az I és V sikere jelentős mértékben függ attól, hogy az ezeket a területeket szabályozó állami rendelkezések és a végrehajtásban szerepet kapó intézményrendszer szereplői megfelelő mértékben támogatják-e a gazdálkodókat. Ezért kapott a programban kiemelt figyelmet az intézményrendszer helyzetének értékelése, amit egységes vezérfonal alapján elkészített interjúk segítségével mértünk fel.

A fentiekén túl igyekeztünk felhasználni minden olyan információt (kiadványok, statisztikai jelentések, internet, stb.), ami a valós kép kialakítását segítette.

Hasznosítottuk továbbá a korábbi munkáink tapasztalatait és a szakmai rendezvényeken, valamint a gyakorlatban dolgozó kollégákkal történő beszélgetések során szerzett információkat is.

EREDMÉNYEK

Az elemző, értékelő munka során elsősorban az erdőgazdálkodók innovációs és vállalkozási készségére, valamint az innovációs rendszerre és azok szereplőire koncentráltunk.

Az erdőgazdálkodók, mint innovátorok és vállalkozók

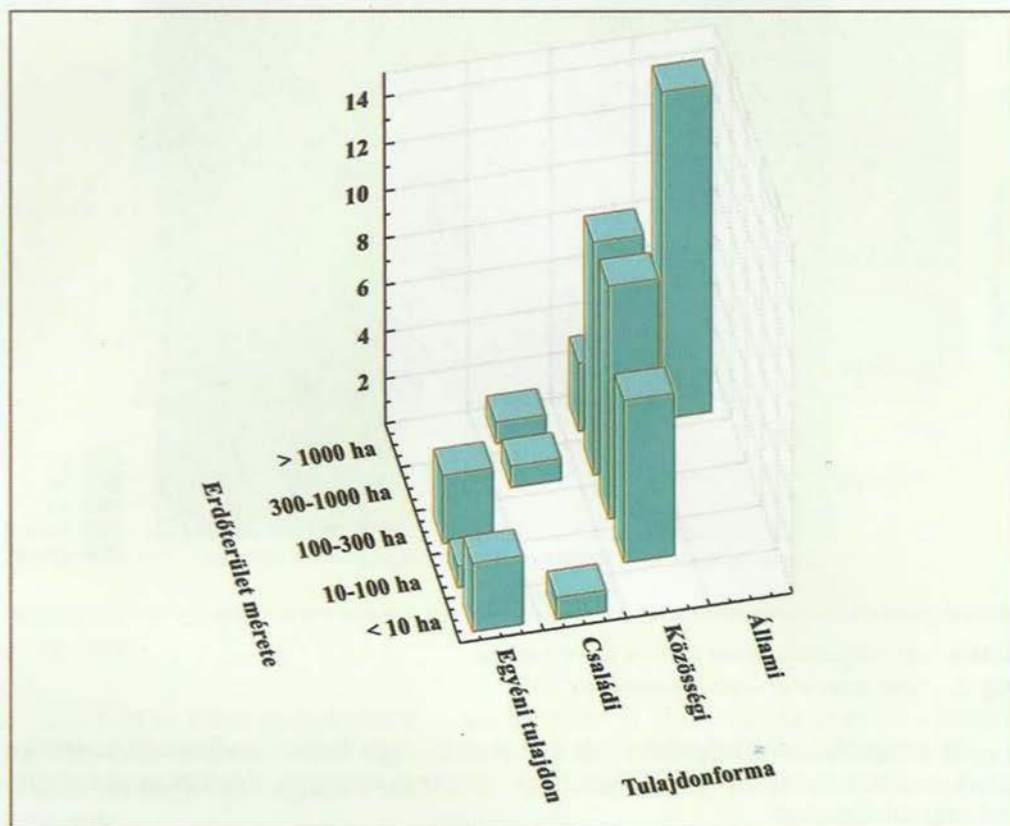
Az erdészeti innovációs és vállalkozási készség felmérése elsősorban a résztvevők által kitöltött kérdőívek kiértékelésén alapszik. A kérdőíves felmérés során a mintát igyekeztünk úgy kialakítani, hogy a lehetőségek szerint jól képviselje az alapsokaságot. A minta összetétele a kezelt erdőtest nagysága és a tulajdonforma alapján az alábbi (1. táblázat).

1. táblázat A kérdőívet kitöltők megoszlása területnagyság és tulajdonforma szerint

Table 1. Distribution of questionnaire-fillers by their properties' size and ownership

Erdőterület		Tulajdon	
Nagysága (ha)	Száma (db)	Száma (db)	Formája
< 10	4	7	Egyéni
11 – 100	8	3	Családi
101 – 500	13	30	Közösségi
501 – 1000	11	14	Állami
1000 >	18		

Az 1. táblázat szerinti kategóriákat az 1. ábra együtt mutatja.



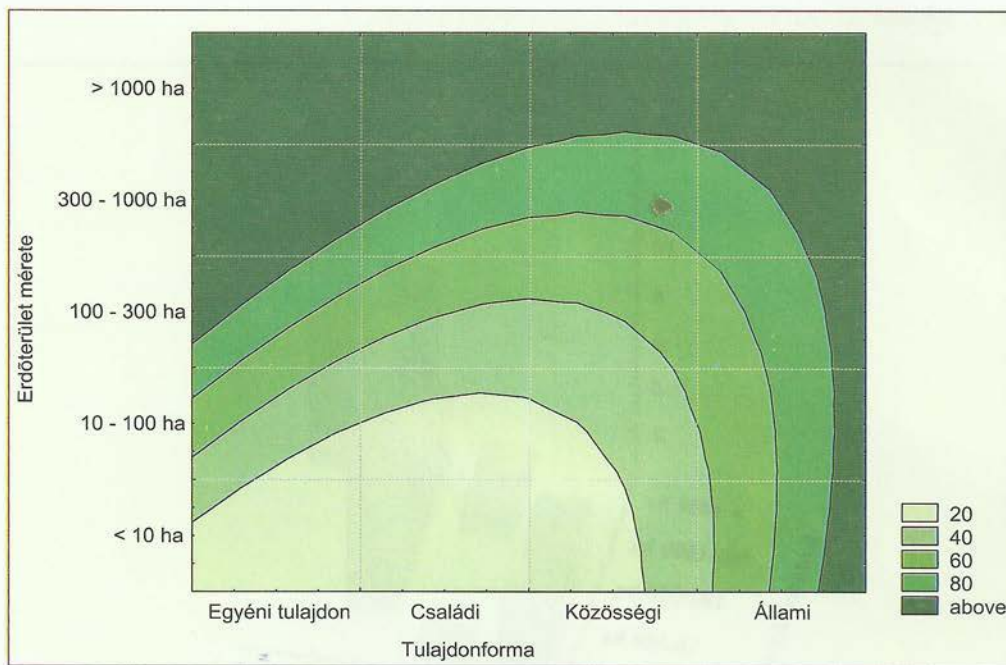
1. ábra Erdőterület és gazdálkodási forma szerinti megoszlás¹5

Fig. 1. Distribution by site and ownership of the property

A kérdésekre adott válaszok tanúsága szerint az erdőgazdálkodók 29%-a számolt be valamilyen innovációs tevékenységről. Közülük 85%-ot tesznek ki az 1000 ha-nál nagyobb területen gazdálkodók. Ez a tény is alátámasztja azt a más szempontból is fontos törekvést, miszerint az erdőtulajdon, vagy az együtt kezelt erdőterület növelése kívánatos az eredményesség szempontjából. Egy bizonyos „kritikus tömeg” szükséges minden olyan akcióhoz, amely lehetővé teszi a sodródás jellegű gazdálkodástól eltérő elképzelések megvalósítását. Az erdőgazdálkodásban az egyik ilyen feltétel az erdőterület nagysága.

Az erdőterület fenntartása és azon a tartamos erdőgazdálkodás megvalósítása Magyarországon is kisebb-nagyobb mértékű közösségi szerepvállalást (állami segítséget) igényel. Ennek a segítségnek a formája és a mértéke nem lehet független attól, hogy az erdőgazdálkodó a megélhetését biztosító, munkára fordított idejének hányad részét veszi igénybe az erdő művelése. A 2. ábra azt a fontos információt érzékelteti, hogy az erdészeti tevékenység részaránya nemcsak az erdőterület nagyságától, hanem a tulajdonformájától is függ. Ezt a logikai kapcsolatot persze az is erősíti, hogy a tulajdon kategóriákhoz a 2. ábra szerinti sorrendben, általában egyre nagyobb erdőterületek tartoznak.

¹ A kiértékelés és a megjelenítés „Statistica 5.5” program segítségével történt.

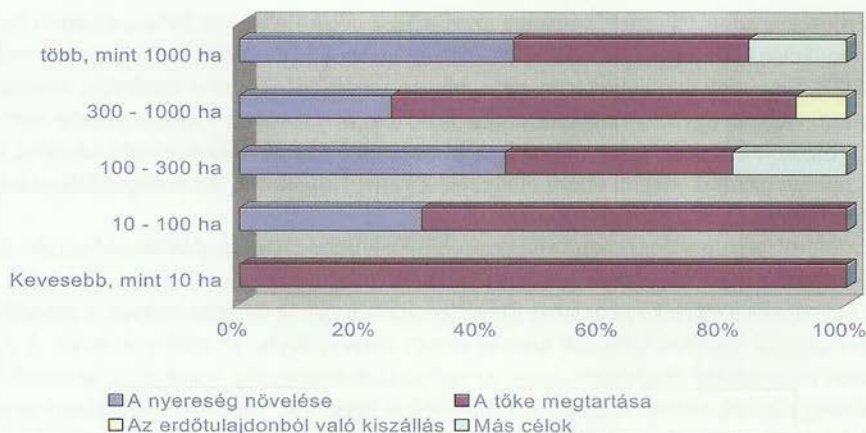


2. ábra Az erdőgazdálkodásra fordított idő részaránya

Fig. 2. Time spent with forest management

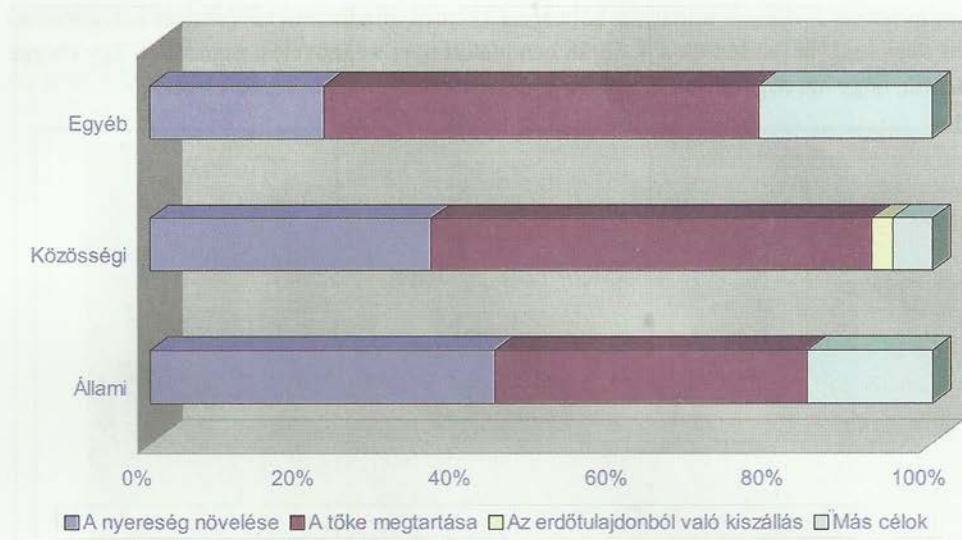
Az erdőgazdálkodók helyzetét egyéb szempontok – foglalkozás, döntéshozatal önállósága, külső munkaerő alkalmazása, gazdálkodási cél – szerint is elemeztük. Közülük az utóbbi érdekel nagyobb figyelmet.

A 3. és 4. ábrák mutatják a válaszadók véleményét ebben a témában.



3. ábra A gazdálkodási cél az erdőterület nagysága szerint

Fig. 3. The objective of the forest management by forest size



4. ábra A gazdálkodási cél a tulajdon formája szerint

Fig. 4. The objective of the forest management by ownership

Megjegyzés: Az egyéni és a családi válaszadók alacsony számuk miatt itt az egyéb kategóriában szerepelnek.

Az 1000 ha feletti gazdálkodóknál – ami nagyrészt az állami erdőgazdálkodás – valamivel több, mint 40%-ban jelenik meg célként a nyereség növelése. Figyelemre méltó, hogy a vélemények nagyobbik hányada a tartamos erdőgazdálkodást vagy annak valamelyik ismervét nevesítette.

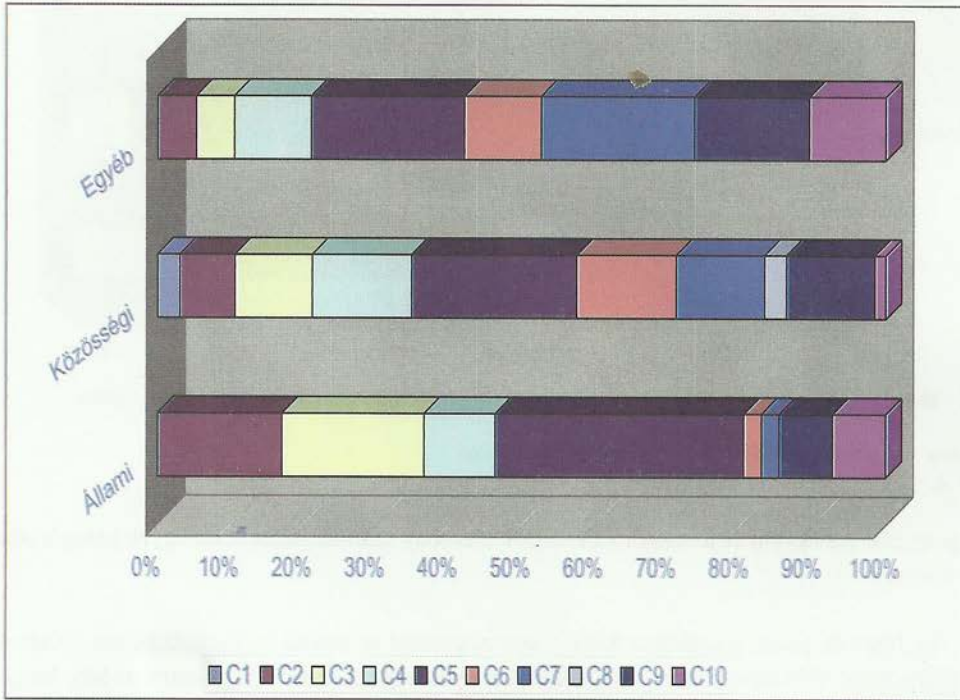
A legkisebb területi kategóriában egyöntetűen a tőke – vagyis az erdő – megtartását tekintik fő célnak a tulajdonosok. Ebből azonban nem következik az egész országra vonatkozóan ilyen szoros kötődés. A válaszadók ugyanis a MEGOSZ tagjai közül kerültek ki, tehát az aktív kisebbséget képviselik.

A gazdálkodók által kitűzött célok eléréséhez szükséges eszközöket az alábbiak szerint csoportosítottuk:

- C1. Egy, vagy néhány termékre való specializálódás
- C2. Minél szélesebb termék-skálára törekvés
- C3. Az egyes termékek mennyiségének növelése
- C4. Külső vállalkozók alkalmazása
- C5. Költségcsökkentés
- C6. Együtműködések más erdőgazdálkodókkal
- C7. Erdőterület vásárlás
- C8. Erdőterület eladás
- C9. A jelenlegi munkamódszer megtartása
- C10. Más módszerek alkalmazása

A válaszadóknak ezek közül kellett – akár többet is – megjelölni.

Amint azt az 5. ábra is mutatja a költségcsökkentés mindhárom tulajdonosi kategóriában jelentős törekvés. Ha felidézük a 4. ábrán bemutatott nyereségnövelési szándékot, úgy eléggé egyértelmű, hogy azt nagyrészt a költségek csökkentése révén igyekeznek elérni.



5. ábra A célok elérésének eszközei

Fig. 5. Instruments to react the objectives

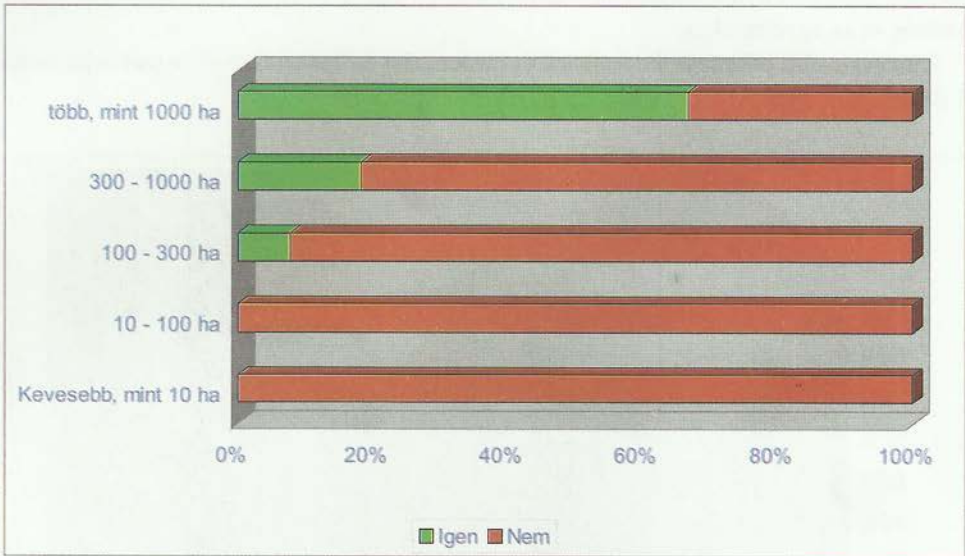
Az állami erdőgazdálkodásban ezen kívül a termékskála szélesítése és a termékek mennyiségének növelése áll a törekvések homlokterében. A rendelkezésre álló szellemi bázis, és az évek óta ki nem használt fakitermelési lehetőségek ismeretében ez természetesnek mondható.

A válaszadói körnek az erdőhöz való viszonyát jól mutatja az, hogy az erdő eladását (C8.) csak egy gazdálkodó fontolgatja. Ennél lényegesen nagyobb a vásárlási szándék, ami még az állami területen is – némi meglepetésre – megjelenik.

A nem állami tulajdonosok igen hasznos törekvése az együttműködések (C6.) keresése. Kevésbé érthető ugyanakkor, hogy az ebben rejlő lehetőségeket miért nem szorgalmazzák aktívabban az állami szférában.

Innovációs cselekedetek és viselkedések

Az elmúlt időszak innovációs aktivitását mutatja a 6. ábra.



6. ábra Innovációs aktivitás

Fig. 6. Innovation activity

Egyértelmű, hogy egy bizonyos birtokméret alatt nehezen képzelhető el bármiféle önálló innovációs tevékenység. Így nem véletlen, hogy ez 1000 ha felett jelenik meg érzékelhető mértékben. A nyugat-európai országokban az erdészeti innováció motorját a nagy magánbirtokok jelentik döntő mértékben. A magyarországi helyzet ettől még igen messze van. Hazánkban ezt a szerepet az államerdészetenek lehet és kell is felvállalni.

Az innovátorok által megnevezett akciók típus szerinti összetétele az alábbi:

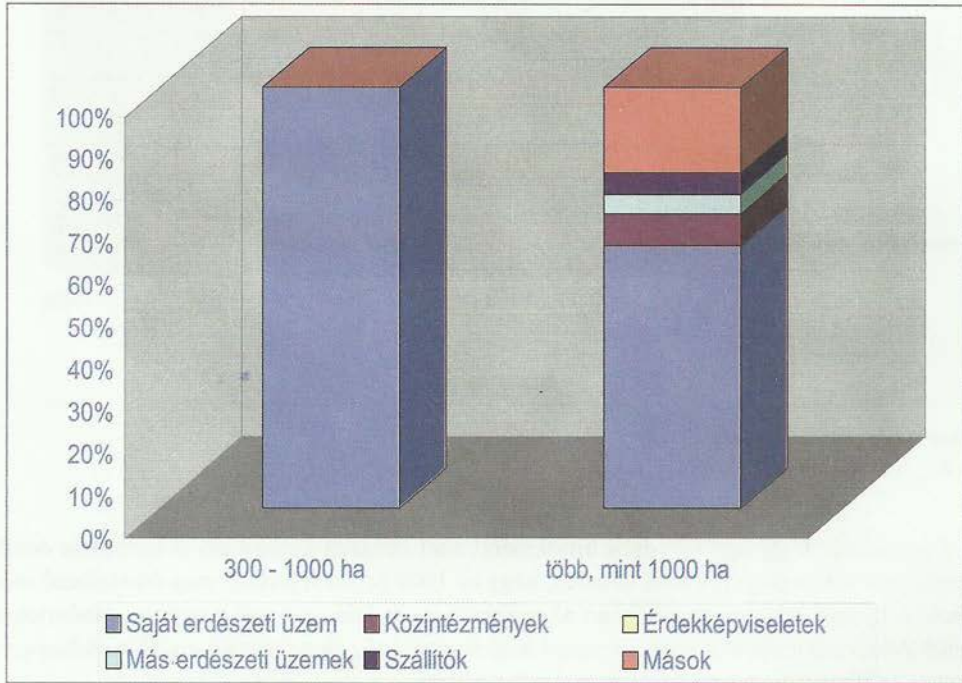
Termék innováció	20%
Szolgáltatás innováció	16%
Szervezet innováció	41%
Technológiai innováció	23%

A termék és szolgáltatás valamivel több, mint 1/3-os részaránya mutatja egyrészt a viszonylag kötött termék szerkezetet, mint adottságot. Másrészt arra hívja fel a figyelmet, hogy a gazdasági stabilitás érdekében keresni kell az új fahasznosítási módokat és bővíteni szükséges az erdőhöz kötődő szolgáltatások körét. További jó lehetőségek rejlenek a nem fa alapú termékek (pl. erdei melléktermék) növelésében is. Ezt alátámasztja az a tény is, hogy a sikeresnek ítélt termék innovációk fele ebből a körből került ki.

Az újítások döntő többsége (91%) csak a konkrét erdőgazdálkodónál jelentkezett ilyen formában, az erdészeten belül viszont már korábban is ismert volt.

Az erdészetben belüli innovációhoz is szükséges egy ötlet és a megvalósítást segítő információs források felhasználása. Az előbbiben fontos szerepet játszott a munkatárs és a szakmai képzés, de nem elhanyagolható a különböző szakmai rendezvények szerepe sem. A megvalósításhoz szükséges ismeretek nyújtásában a munkatárs mellett megjelentek a kutatóintézetek, az erdészeti hatóság és az egyetemek is.

A megvalósítás pénzügyi fedezetének és tanácsadási szolgáltatásainak összetételét mutatja a 7. ábra.



7. ábra Az innováció megvalósítás forrásai

Fig. 7. Sources for implement innovation

Jól látható, hogy a nagyobb erdőbirtoknak kedvezőbbek a lehetőségei ezen a területen, hiszen mintegy 40%-ban külső forrásokhoz is hozzájutott. A kisebb erdőterületen gazdálkodók adottságai és – vélhetően – hiányos ismeretei is hátrányként jelentkeznek. Az erdészeti szaktanácsadás aktivizálódása és kiszélesítése javíthatna ezen a helyzeten.

Az innovációra az esetek többségében pozitívan reagált a piac. Ám míg az új termékekre ez egyöntetűen igaz, addig az új szolgáltatások megítélése már nem ennyire egyértelmű. Ez utóbbiban szerepet játszhat az is, hogy az esetek nagy részében a hatás nehezen „behatárolható”.

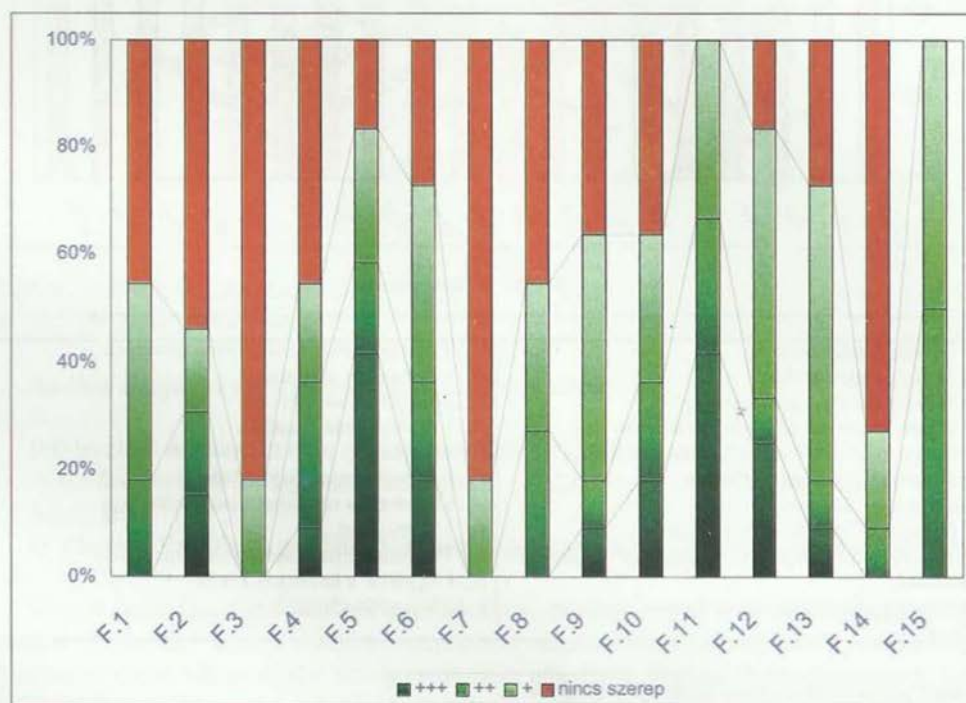
Az innovációt serkentő és gátló tényezők

Az innovációt elősegítő tényezők 33% - 33%-a tartozik gazdasági kategóriába és valamilyen támogatási körbe. A személyi adottságoknak 25%-os súlyarányt adtak a válaszadó erdőgazdálkodók. A maradék 9%-ot a különböző körből származók, információk teszik ki.

Az egyes tényezők egyenkénti fontosságát mutatja a 8. ábra.

Látható az ábráról, hogy a támogatások (F.5, F.6, F.15) mellett az együttműködések (F.11, F.12, F.13) és a szakmai és egyéb információk (F.9, F.10) a leginkább hasznosak az innovátorok számára.

Nem meglepő, hogy a kamaráknak és az erdészeti szaktanácsadásnak (F.3, F.7) nem tulajdonítanak túl nagy jelentőséget. Ezek a szervezetek még nem épültek ki teljesen, nem teremtették meg a hatékony érdekvégyesítő képességüket. Mindaddig, amíg a kamaráknak nem lesz lehetőségük érzékelhető mértékű anyagi támogatást nyújtani, és az állam nem fogadja el őket kikerülhetetlen partnernek a fontos döntések meghozatalánál, ez a helyzet nehezen fog változni. Nem szerencsés az innováció szempontjából az sem, hogy az erdőgazdálkodók alig érzékelnek együttműködést a hatóságok között (F.14).



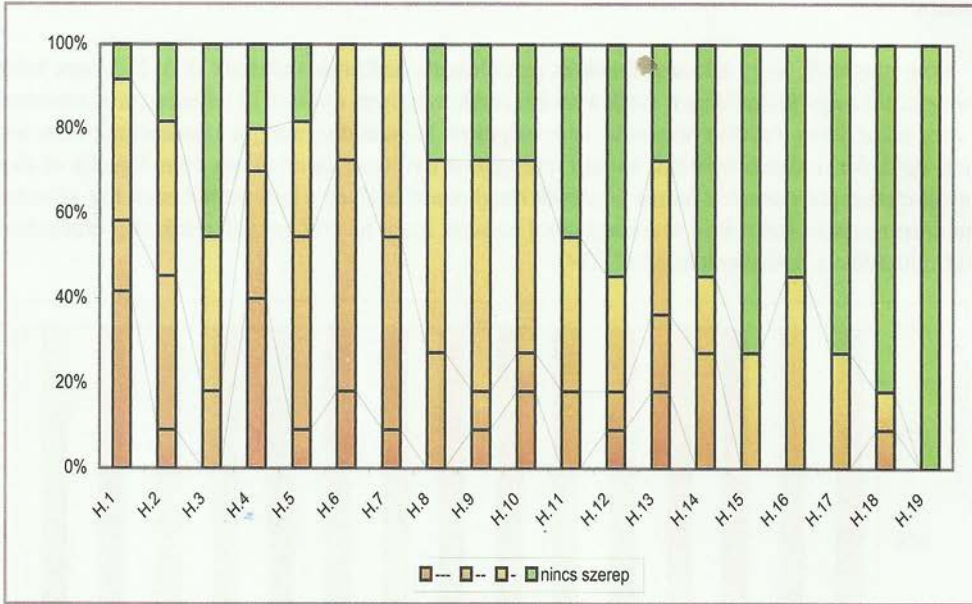
F.1 Pénzügyi szolgáltatások kínálata
 F.2 Tech./szerv. újításokkal kapcsolatos szolgáltatás kínálata
 F.3 Mezőgazd.kamara erd.szakt. tevékenysége
 F.4 Más tanácsadók tevékenysége
 F.5 Erdészettel kapcsolatos állami támogatások
 F.6 Állami tám. az inn. és a ter.fejl. számára
 F.7 Gazdasági kamarák támogatási kezdeményezései

F.8 Szakképzett munkaerő kínálata
 F.9 Képzési és továbbképzési lehetőségek
 F.10 Újítási információkkal kapcsolatos kínálat
 F.11 Szolgáltatókkal, szállítókkal, vevőkkel együttműködés
 F.12 Más erdőtulajdonosokkal való együttműködés
 F.13 Hatóságokkal és kamarákkal való együttműködés
 F.14 Hatóságok közötti együttműködés
 F.15 Más támogatások

8. ábra Az innovációt segítő tényezők fontossága

Fig. 8. The importance of the fostering factors for innovations

Az innováció megvalósítását 50%-ban gazdasági gondok hátráltatták. Az információ hiány és az intézményrendszer 23% - 23%-al szerepel ebben a körben. A technikaiak 3%-ot képviselnek. A 18 felsorolt tényező szerepének megítélését a 9. ábra mutatja.



H.1 Csekély saját eszköz	H.10 Környezet/természetvédelmi törvények
H.2 Csekély idegen eszköz	H.11 Az erdőterv utasításai
H.3 Szakképzett munkaerő hiánya	H.12 Foglalkoztatási törvény
H.4 Magas bevezetési költségek (beruházási ktsg,...)	H.13 Pénzügyi/adó járulékok
H.5 Magas működtetési költségek (bérköltségek,...)	H.14 Munkajog
H.6 A termék/szolgáltatás eladásával kapcsolatos kockázat	H.15 Technikai normák és előírások
H.7 Hiányos információ a felvevőpiacról	H.16 Együttm. a szolgáltatókkal, szállítókkal és vevőkkel
H.8 Hiányos inf. a lehets. új termékekről és szolgáltatásokról	H.17 Együttm. a hatóságokkal és kamarákkal
H.9 Hiányos inf. az újítások bev. kapcs. támogatásokról	H.18 Együttm. a hatóságok között
	H.19 Más gátló tényezők

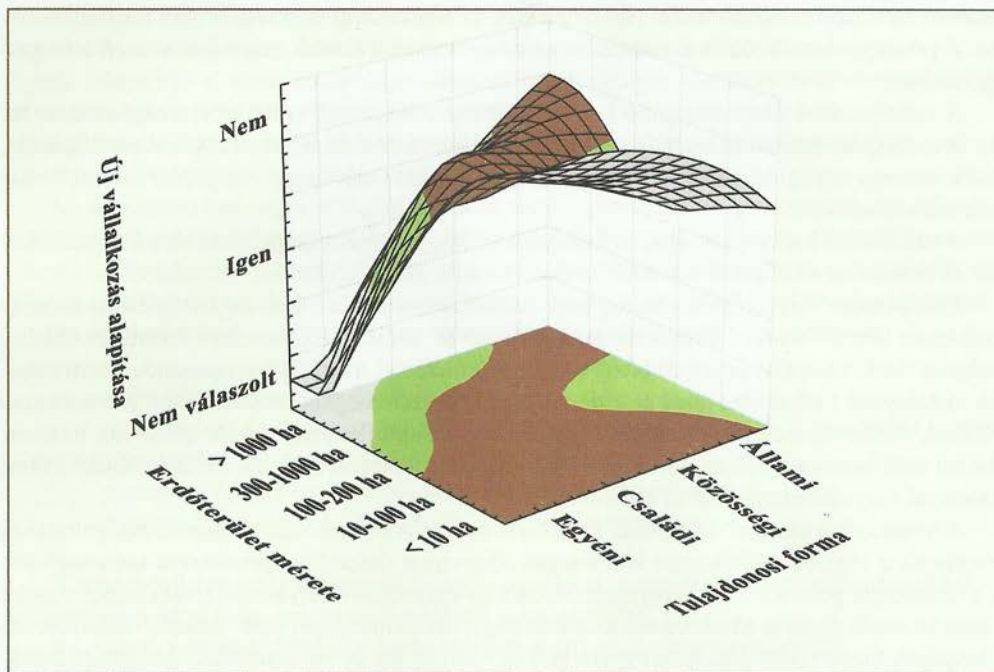
9. ábra Az innovációt gátló tényezők megítélése

Fig. 9. Impeding factors for innovations

Az innovációra vállalkozók leginkább a bizonytalanságtól (H.6, H.7, H.8, H.9) tartanak. A gyakorlatban sajnos alig-alig alkalmaznak kockázat értékelést, és nem alakultak ki az információ szerzés megbízható csatornái sem. Az anyagi lehetőségek (H.1, H.2, H.4, H.5) szűkös volta is „előkelő” helyet foglal el a listán. Nem segítik ezt a tevékenységet az adó- és járulékok terhek sem (H.13).

Vállalkozói cselekedetek és viselkedések

Az utóbbi 3 évben a felmérésben részt vevők 28%-a indított el új vállalkozást. Az erdőterület mérete és a tulajdonosi forma szerinti bontásban szemlélteti ezt a helyzetet a 10. ábra.



10. ábra Az új vállalkozások megoszlása

Fig. 10. The share of new ventures

Az ábra alapján az alábbi összefüggés valószínűsíthető:

- 100 ha alatti erdőterület nem ad elegendő háttérrel új vállalkozás indításához,
- minél összetettebb a tulajdonosi kör (egyéni → közösségi), annál inkább csökken a vállalkozói kedv,
- az állami erdőterületen gazdálkodók nem eléggé motiváltak új vállalkozások indításában.

Vegyük észre, hogy az utóbbi két következtetés „szemben megy” néhány jelenlegi szakmai-politikai törekvéssel. Szorgalmazzuk – egyébként minden bizonnyal helyesen –, a tulajdonosi közösségek alakítását, az együtt kezelt erdőterület növelését. Vannak olyan vélemények, hogy az államerdészeti társaságok gazdálkodását túlzott mértékben befolyásolják a piaci hatások.

Nyilvánvaló, hogy a vállalkozói hajlandóság növelése – felelősséggel vállalt ésszerű mértékű kockázat mellett – mindkét tulajdonosi kategóriában kedvezőbb feltételeket teremthet az erdőművelés számára. Sokkal ésszerűbb az ehhez szükséges feltételeket megteremteni, mint a gazdálkodás önállóságát csorbítani.

A vállalkozást serkentő és gátló tényezők

Az adatgyűjtést megelőző 3 évben (1999-2001) indított új vállalkozások a válaszadók 10%-át érintették, és döntő mértékben a nem állami erdőterületekhez kötődtek.

A vállalkozás indítás legfontosabb feltételének a személyi adottságok tekinthetők. A jól képzett szakgárda és szakmai gyakorlat nélkül nincs esély a sikerre. A nem állami erdőgazdálkodók

esetében az állami adminisztráció (ÁESZ, FVM) is érzékelhető segítséget nyújt a vállalkozóknak. A pénzügyi kondíciók és a természeti adottságok csak a fentiek után következnek a fontossági sorban.

A vállalkozások alapítását gátló tényezők között előkelő helyet foglal el az információ hiány és a szakmai gazdasági szabályozó rendszer, a hozzá kötődő bürokráciával. Az erdőgazdálkodók szerény anyagi helyzete és az elaprózódott tulajdoni szerkezet – megítélés szerint – csak ezek után következik.

A vállalkozói hajlandóságot az is befolyásolja, hogy milyen perspektívát látnak a gazdálkodók az erdővel és az erdőből kikerülő javakkal történő gazdálkodásban.

Középtávon (10 éven belül) legnagyobb fantázia továbbra is a faanyag termelésben és hasznosításban lehet. Növekvő várakozás tapasztalható az üdülés, turizmus és a természetvédelmi szolgáltatások, valamint az ivóvíz bázis védelme területén. A megfelelő propaganda miatti információ hiánynak tudható be, hogy az erdőnek a légköri szén megkötésében játszott szerepét nem értékelik fontosságának megfelelően. Még ennél is kisebb fantáziát látnak a faanyag bioenergiaként való hasznosításában. Az utóbbi 1-2 év történései (szénerőművek átállási szándéka fára) bizonyonnyal megváltoztatják ezt az értékítéletet.

A hosszú távú előrejelzésben már az üdülés, turizmus és a természetvédelmi szolgáltatások jelenthetik a legjobb vállalkozási lehetőséget. Figyelmet érdemlően javulnak a szénmegkötés és a bioenergia pozíciói is. A faanyagtermesztés és hasznosítás helyzete – a válaszadók szerint – nem változik. Ezek a várakozások azonban nagy valószínűséggel csak akkor válthatják be a hozzájuk fűzött reményeket, ha egyértelmű és – anyagilag is – kiszámítható gazdasági szabályozást valósítanak meg az erdő minden szolgáltatására.

Nem igazán bizakodó a válaszadók összesített véleménye az erdőgazdálkodás jövőjét illetően. Sőt az időtáv növelésével ez a kép egyre sötétebbé válik. Középtávon egyértelmű romlást vár a gazdálkodók 50%-a és legfeljebb a jelenlegi helyzet változatlanóságára számít 30%-uk. Ugyanezen a két csoporton belüli átrendeződés tapasztalható a hosszú távú várakozásoknál (70% és 10% az előbbi sorrendben). Ezek a vélemények bizonyára nem növelik a vállalkozói aktivitást, amire pedig igen nagy szükség lenne.

Az innováció intézmény rendszere

Szereplők

Az erdőszeten belüli innováció intézmény rendszerének szereplői az alábbiak:

- az adminisztráció (ÁESZ, FVM EH),
- érdekeltségi csoportok (pl. FAGOSZ, MEGOSZ),
- oktató és kutató intézetek (NyME EMK, ERTI),
- szaktanácsadók (pl. erdőszeti integrátorok, ERTI).

Az adminisztráció

Az adminisztrációnál dolgozók nemcsak a műszaki fejlesztés eszközökben megvalósuló eredményét értik innováció alatt, hanem az új termékek, szolgáltatások bevezetését, és a tudatos szervezeti változásokat is. Ez a felfogás teljes mértékben megfelel az INNOFORCE célkitűzéseinek. Az erdőszet hosszú-, közép-, és rövid távú kormányzati programjainak koordinálását az FVM Műszaki Fejlesztési Főosztálya végzi. Az állami támogatás szempontjából fontos tárcaszintű egyeztetések, elemző értékelő információs anyagok összeállítása az FVM Ágazati Kapcsolatok Főosztálya feladatai közé tartozik. Ezekhez az Erdészeti Hivatal csak előkészítő

munkát végez. Így az erdészet „feloldódik” a mezőgazdaság és az élelmiszeripar halmazában. Ugyanakkor a lehetőségek rendkívül korlátozottak. Igen fontos és állandó innovációs tevékenységnek tekinthető a tartamos erdőgazdálkodás erdőtörvényre alapozott feltétel-rendszerének hatósági megteremtése és a végrehajtás ellenőrzése.

Az innováció jelentőségét az Erdészeti Hivatal a súlyának megfelelő fontossággal kezeli, de a korlátok miatt igen nehezen tudja érvényesíteni az elképzeléseit.

Az adminisztráció, a helyzetéből adódóan nem fogalmazott meg az innovációt elősegítő, vagy konkrét innovatív programokat. A most készülő Nemzeti Erdőstratégia kidolgozásában viszont kezdeményező (megbízó) szerepet játszik. Az erdőtervben rögzített erdőgazdálkodási célok megvalósítása érdekében az éves erdészeti támogatási rendszert törekszik karbantartani.

Az adminisztráció kezdeményez és támogat az innovációt segítő programokat:

- erdei iskolák létesítése és fenntartása,
- az erdőgazdálkodást népszerűsítő– és megismertető tájékoztató füzet-sorozat kiadása,
- szakmai rendezvények erkölcsi és anyagi támogatása,
- a nemzetközi kapcsolatokból szerzett ismeretek közreadása,
- kutatási feladatok (pl. INNOFORCE) anyagi támogatása.

A különböző programok kapcsán állami szervekkel, oktatási, kutatási intézményekkel, érdekképviseletekkel és az erdőgazdálkodókkal is kooperálnak.

Az Állami Erdészeti Szolgálat tanácsadással segíti elő a programok sikerét.

A meghirdetett programok sikerét és a felkínált szolgáltatások igénybevételét segítik az agrárium fontosságának elismerése kormányzati szinten.

Ugyanezen megfontolásból komoly hátrányt jelent az, hogy:

- az erdészeti érdekérvényesítés gyenge,
- az erdészek konzervatív szemlélete nehézkesen módosul,
- a szakminisztériumban túlzott az agrár-orientáció az erdészet kárára,
- korlátozottak az anyagi források,
- a nemzetközi kezdeményezések (pl. Világbank) is elakadtak a pénzügyi kormányzati szerveknél.

A gondok kiküszöbölésére megfogalmazott igények:

- az államerdészeti Rt.-k holdingba tömörítése,
- az önkéntes tulajdonkoncentráció, vagy legalább közös erdőkezelés a magán-tulajdonosok körében,
- nagyobb önállóság biztosítása az erdőgazdálkodók részére.

A jövőben kiemelt fontosságot prognosztizálnak a faanyag bioenergiái célú felhasználásának és az erdő egyéb – termékeken túli – szolgáltatásainak. Magyarország sajátos földrajzi helyzetéből adódóan – a medence jelleg miatt – az ivóvíz minőségét és mennyiségét jelentős mértékben befolyásolja a szomszédos országok gazdasági tevékenysége. Az ebből adódó korlátokon belül a hazai vízbázis védelmében egyre fontosabb szerepet fog játszani az erdő.

A Kormányzat szándéka szerint az elkövetkező 50 év alatt mintegy 700 eha új erdő telepítése várható. Az ország CO₂ kibocsátás-elnyelés mérlege így tartósan kedvezően alakul. A genetikailag módosított növények elterjedését az adminisztráció nem támogatja. Komoly lehetőséget látnak viszont az erdő természetvédelmi szolgáltatásainak a piacosításában

Érdekeltségi csoportok

Az érdekeltségi csoportok alatt értjük a különböző tulajdonformák képviselőit és ezek érdekszövetségeit (pl. FAGOSZ, MEGOSZ, ... stb).

- Az erdőtulajdonosok körében meglehetősen tág határok között változik az innováció értelmezése. Nem ritka az a vélekedés, miszerint ez egyenlő egy új gép beszerzésével. Ez a szemlélet a tájékozatlanság mellett az innovációs rendszer hiányával és a napi gazdálkodási bizonytalanságok nyomásztó terhével magyarázható. Az innováció jelentőségét közepes fontosságúnak ítélik. Az innovatív tevékenységek egy részét a piac meg nem kerülhető kényszere motiválja.
- Az államerdészeti körben a tulajdonos elvárásának megfelelően készülnek legalább 3 évre szóló vállalati stratégiák. Ezek alapvető célkitűzése a cég működőképességének javítása úgy, hogy az erdőállomány-gazdálkodás a szakmai törvények kívánalmait is kielégítse. A stratégiák részeként innovációs elképzelések is megfogalmazódnak. Ezek azonban az esetek nagy részében csak a napi gondok megoldását segítő beruházási listát tartalmazzák. Átgondolt, a teljes folyamatot bemutató termék vagy szervezeti innováció ritkán jelenik meg. A magán-erdőgazdálkodási körben még ilyen elképzelések sem lelhetők fel, 1-2 két esettől eltekintve.
Az érdekképviseltek tevékenységét szinte teljes egészében az erdőgazdálkodás anyagi feltételeinek javítása motiválja. Ez nagyrészt a költségvetési támogatások növelésének és adózási feltételek javításának szorgalmazását jelenti.
- Az állami erdőgazdaságok létrehozta egy gépesítési-információs központot, amely az innováció e fontos területén koordináló szerepet szándékozik betölteni. Évente megrendezik az erdészeti és faipari szakmai konferenciát és gépbemutatót (WOOD-TECH), amely alkalmat ad az új termékek és eszközök megismerésére és tapasztalat cserére.

A magán-erdőgazdálkodói érdekképviseltek hasonló szakmai rendezvényeket tartanak.

Az állami tulajdonos alkalmanként pályázatok útján támogatja a különböző fejlesztési elképzeléseket (új erdőművelési technikák, faipari feldolgozás technológiai fejlesztése, vízsabályozási és erdőfeltárási munkák, vadaskertek létesítése).

Az érdekképviseltek a piaci információk szervezett összegyűjtésével és közreadásával segítik a tájékozottság növelését. Az innovációs elképzelések megvalósításában különösen a magán-erdőgazdálkodókat támogatta értékelhető mértékben az Állami Erdészeti Szolgálat.

- Az innovációt segítő tényezők között az államerdeszetben kiemelkedő szerepet játszik a jól képzett szakgárda. Segíti az innovációt a gazdasági kényszer, hiszen a magyarországi fakitermelés jelentős hányada nehezen értékesíthető, alacsony értékű sarangolt választék. Különböző kormányprogramok, pályázatok is segítik a fejlődést. Ennek mértékét az érdekeltségi csoportok nem tartják kielégítőnek.

Az innovációt gátló belső tényezők sorában megemlíthető az ágazat magas élömunika igénye és a lombos faanyag magas részaránya, hiszen ezt az alapanyagot bonyolult

feldolgozással lehet értékesíteni. A magán-erdőgazdálkodói körben hátrányt jelent a szaktudás hiánya és a szakmai érdekképviselők nem egyértelműen elfogadott státusza az állam részéről. Jelentős mértékben hátráltatják az erdészeti innovációt a különböző korlátozások is (pl. természetvédelem).

A helyzetet javítaná az erdészet érdekérvényesítő képességének növelése, a korlátozások „piacosítása”, a magán-erdőgazdálkodás szakmai megerősítése és az alacsony értékű, lombos faanyag feldolgozása.

- Az érdekeltségi csoportok piaci elvárásai a bioenergetikai hasznosítás és az erdő faanyagon kívüli szolgáltatásai tekintetében egybeesnek az adminisztráció elképzeléseivel. Fontosabbnak ítélik meg a természetvédelmi korlátozások következményeinek egyértelmű szabályozását. Kevésbé érzékelik azonban az erdőnek a CO₂ megkötésben játszott szerepét.

Oktató és kutató intézetek

Az értékelés a Nyugat-Magyarországi Egyetem Erdőmérnöki Karától és az Erdészeti Tudományos Intézettől kapott információkra épül.

- Az intézmények egyértelműen az INNOFORCE programban megfogalmazott kategóriaként használják az innováció megnevezést. Az oktatásban és a kutatásban is igyekeznek azt a komplex megközelítési módot alkalmazni, miszerint minden új termék vagy szolgáltatás illetve technikai, szervezeti változás valamilyen mértékben kapcsolódik a vállalkozás minden eleméhez. Az e területen ható ok-okozati összefüggések feltárását az oktató- és kutató munkában egyaránt fontosnak tartják.
- Alapvető célként fogalmazódik olyan szemléletmód kialakítása, amelyik az erdőművelés hosszú távú céljai és a napi gazdálkodás összeegyeztetésének kényszere által meghatározott környezetbe illeszti bele az innovációs tevékenységet is. Hasonlóan fontos cél a stabil, élő kapcsolat kialakítása a gyakorlattal. Ez mindig újabb információk megszerzésére ad lehetőséget, és egyúttal tesztelhetők az elért kutatási eredmények.
- Az intézmények dolgozói rendszeres előadói a szakmai rendezvényeknek és konferenciáknak. Aktív szerepet vállalnak különböző tájékoztató, ismeretterjesztő anyagok összeállításában.
Az Erdőmérnöki Kar a posztgraduális képzés keretében rendszeresen kínál ismeretbővítő, ismeret-aktualizáló programokat.
Az Erdészeti Tudományos Intézet sorozat kiadványban jelenteti meg az elért kutatási eredményeket.
Az új erdőgazdálkodási módszerek, eljárások megismertetése és elfogadtatása érdekében az intézmények vállalják a „tervezői művezetést”. Az innovációs folyamatokat is segítő oktató-kutató munka során szoros az együttműködés a gyakorlattal és az adminisztrációval is.
- Az oktatás és kutatás innovációt segítő munkájában komoly jelentősége van az intézmények közötti és az intézményeken belül az egyes szakterületek közötti kooperációnak. Megkönnyíti a munkát a folyamatosan a kívánt szinten tartott számítástechnikai háttér.

A külső segítő tényezők közül kiemelésre érdemesek a jó és élő hazai és külföldi kapcsolatok, a pályázatok lehetőségeinek kihasználása és a különböző programokban való részvétel.

A belső gátló tényező az intézmények egzisztenciális bizonytalansága, ami az erdészet jellegéből adódóan szükségszerűen meghatározó költségvetési források szűkösségére vezethető vissza.

Nem segíti az oktatás és kutatás eredményeinek hasznosítását az erdészeti konzervatívizmus, az erdészet gyenge érdekérvényesítő képessége és a természetvédelem társadalmi túlsúlya sem. Az erdészet társadalmi megítélését ez utóbbi erősen befolyásolja. Az igazán pozitív irányú változást az jelentené, ha a társadalmi akaratot érvényesítő állami apparátus egyértelműen meghatározná az erdészeti oktatással és kutatással szembeni elvárását. Az így megszabott feladathoz viszont meg kellene teremteni az anyagi fedezetet. Ennek eredményeként számottevő idő és energia szabadulna fel az intézményeknél, amit az erdőgazdálkodás hasznára lehetne fordítani.

A legközelebbi konkrét feladat az erdészet érdekérvényesítésének erősítése és a szakterület helyzetének és kapcsolatrendszerének reális feltárása.

- Az oktatás és kutatás véleménye szerint a jövőben kiemelt fontossága lesz a faanyag-termelés mellett – a szénmegkötésből adódó piaci lehetőségeknek, a szerződésen alapuló természetvédelmi tevékenységnek és az erdő egyéb szolgáltatásai elismertetésének. Fontosnak ítélik a fa bioenergetikai hasznosításának növelését és az erdőnek az ivóvíz bázis védelmében játszott szerepét is. Kevésbé látják fantáziát a genetikailag módosított növények hasznosításában. Fontosabbnak tartják a fafajok genetikai sokféleségének megőrzését.

Szaktanácsadás

Szaktanácsadói tevékenységet az alábbiak végeznek:

- mérnöki vállalkozások,
- erdészeti integrátorok,
- egyetem, ERTI, ÁESZ.

Az utóbbiaknak az innovációban játszott szerepét már bemutattuk, ezért itt most a mérnöki vállalkozásokkal és az integrátorokkal foglalkozunk.

Az erdészeti integrátorok gyakorlatilag a napi gazdálkodás egyes mozzanatait segítik szakmai tanácsokkal vagy teljes körű erdészeti „művezetést” végeznek. Az innováció területén elméletileg lehet szerepük, azonban erre még példát nem találtunk. A különböző mérnöki vállalkozások egyrészt generálhatnak egy innovációs tevékenységet, pl. új fahasznosítási mód, új fafajta, számítógépes program, stb. ajánlásával. Másrészt részt vehetnek egy-egy elhatározott innováció megvalósításában.

- Ezek a vállalkozások tisztában vannak az innováció jelentésével és tökéletesen meg vannak győződve a fontosságáról is.
- Meghatározott tevékenységre alakult vállalkozások (pl. a faanyag bioenergetikai hasznosításának növelése) egyértelmű célokkal és stratégiával rendelkeznek. Az általuk ajánlott szolgáltatás általában kiterjed a teljes innovációs folyamatra.

- Tevékenységüket leginkább az ügyfeleiket motiváló gazdasági kényszer és a saját szellemi kapacitásuk, jól informáltságuk segíti.

A hátráltató tényezők között főleg a gyakorlat fogadókészségének és egy egyértelmű innovációs rendszernek a hiányát lehet megemlíteni.

Az innovációs rendszer

Önálló erdészeti innovációs rendszerről nem beszélhetünk. Néhány, a szakterületre jellemző költségvetési támogatási címen túl, az általános gazdasági feltételek között működik az erdőgazdálkodás.

Az Európai Unióhoz való csatlakozás kapcsán most készülő Nemzeti Fejlesztési Tervben – az előzetes információk szerint – meg sem említik az erdészetet. A jövőt illetően némi bizakodásra adhat azonban okot az, hogy az erdészet a szakminisztériumban a vidékfejlesztési területhez kötődik, és a Nemzeti Erdőstratégiát az országgyűlés törvényben fogja szentesíteni.

Hozhatók azonban jó példák az elmúlt időszakban végbement innovációkra is:

- Az államerdészetben teljes körűvé vált a számítástechnikai eszközök és programok alkalmazása.
Ha lassan is, de növekszik az elegyes, őshonos fajokból álló faállományok részaránya, ami felfogható az erdő innovációjaként.
- A magán-erdőgazdálkodásban terjedő integrátori rendszer komoly lehetőségeket hordozó szervezeti integráció. Ennek kiteljesedése csökkentheti a kis üzemméretből és tőkehiányból eredő problémát.

Az **országos általános innováció-szabályozást** célszerű lenne törvényi szinten megoldani. Ebben az irányban történtek már kezdeményezések. Elkészült 1992-ben „A kutatás és innováció” c. törvény tervezete. Több fórumon megtárgyalták és jóváhagyták, de a kormány elé még nem került, így az országgyűlés sem foglalkozhatott vele.

Pedig meglehetősen nagy és riasztó az elmaradásunk ezen a területen. A helyzet súlyosságát jól érzékelteti az EU-val történő összehasonlítás (Rakusz, 2003).

„Az EU-ban évtizedeken át erősítették az innováció pozícióit a kormányzati munkában, nálunk leépítették. Ők egyre több pénzt adtak a szférának – mi egyre kevesebbet. Ők a régiók (a helyi kezdeményezések) szerepét növelték – mi a centrális irányítását. Ők minden eszközzel támogatták a vállalkozásokat – mi többnyire csak a multikat, a hazaiakat legfeljebb a látszat szintjén. Ők a szellemi szféra számára keresleti piacot teremtettek – mi maradtunk a kínálati piacnál, amikor a kutató próbálja hasznosítani eredményeit. Ők rendszert építettek – mi egyedileg, szektoronként akarjuk a feladatokat megoldani.”

Ebben a helyzetben egyértelmű a feladat:

„LÉTRE KELL HOZNI A NEMZETI INNOVÁCIÓS RENDSZERT”.

IRODALOMJEGYZÉK

- Arzeni, S. 1998. Entrepreneurship. The OECD OBSERVER, No. 209, 1998. január.
- Edquist, Ch.(ed.) 1997. Systems of Innovation-Technologies, Institutions and Organisations; Cassell Academic, London.
- Kubeczko, K., Rametsteiner, E 2002. Innovation and Entrepreneurship. A New Topic for Forest related Research? EFI-INNOFORCE-Discussion Paper I., Vienna.
- Porter, M. E. 1985. Competitive Advantage. The Free Press. New York.
- Rakusz, L. 2003. Innováció – vagy amit akartok? Népszabadság, 2003. március 6., 11.p.

SZEMLE

**VESZÉLYEZTETETT FAJOK VÉDELMEK
GENETIKAI SZEMPONTJAI**
**GENETIC ASPECTS OF THE PROTECTION
OF THREATENED SPECIES**

MÁTYÁS CSABA¹

ÖSSZEFOGLALÁS

A konzervációbiológia stratégiai feladatai közül a védelemre szoruló populációk kiválasztása és kezelése feltételezi a fajon belüli genetikai változatosság ismeretét. A megőrizni szándékozott populáció fennmaradását az élőhely és a szükséges egyedszám megőrzése önmagában nem szavatolja. A kipusztulást a populáción belüli párosodás zavarai, a fajok közötti kölcsönkapcsolatok megszakadása (pl. beporzó vektor hiánya vagy megfogyatkozása) és a génkészlet erodálódása is kiválthatja. A genetikai szempontok figyelembevételét az is indokolja, hogy a faji áréán belül általában evolúciósan kialakult térbeli genetikai mintázat létezik, amelynek fenntartása ugyanazon indokokkal támasztható alá, mint a faji diverzitásé.

A konzerváció stratégiájának kidolgozása szempontjából a legkisebb életképes populációméret (LÉP) nagysága a legfontosabb paraméter. A LÉP nagyságát nem lehet sematikusan megadni, mert azt a fajra jellemző genetikai rendszer, továbbá a demográfiai viszonyok és a környezeti feltételek, ill. azok fluktuációja határozza meg.

KULCSSZAVAK: genetikai erőforrások, génmegőrzés, genetikai mintázat, genetikai diverzitás, alkalmazkodóképesség, legkisebb életképes populációméret

ABSTRACT

From among the strategic tasks of conservation biology, the selection and management of threatened populations assumes some knowledge of the within-species genetic variation conditions. Conservation of the habitat, as well as of a sufficient number of individuals do not warrant automatically the survival of a population.

Extinction may be triggered by disturbances in the mating process, by the discontinuation of biotic interactions between species (e.g. disappearance of pollinating vectors), and erosion of genetic resources. The consideration of genetic aspects is further emphasized by the fact that the within-species (geographic) pattern of genetic diversity should be preserved on the basis of arguments identic with those about preservation of species diversity.

Minimum viable population (MVP) size is a crucial parameter when planning strategy of conservation. However MVP numbers cannot be determined schematically because they depend strongly on the genetic system of the species, and on demographic and environmental conditions and their fluctuation.

KEYWORDS: genetic resources, conservation genetics, genetic pattern, genetic diversity, adaptive potential, minimum viable population size

¹ Nyugat-Magyarországi Egyetem, Környezettudományi Intézet, cm@emk.nyme.hu

GENETIKA ÉS A KONZERVÁCIÓBIOLÓGIA VISZONYA

A biodiverzitás-védelem tengernyi irodalmában aránylag nagyon szerény helyet kapnak a genetikai szempontok. Még a legfrissebb állat- és növényfajok védelmével foglalkozó publikációk között is nem egy akad, amelyben a genetika említésre sem kerül, annak ellenére, hogy a veszélyeztetett fajok és populációk problémái döntően genetikai természetűek (fragmentáció, populációk közötti génáramlás elapadása, beltenyésztés, alkalmazkodóképesség csökkenése stb.).

A genetikai szempontok elhanyagolhatónak tűnő szerepe a konzervációbiológiai megfontolásokban több okra vezethető vissza. Egyrészt „tudománytörténeti fáziskésésben” van a genetika, hiszen csak az utóbbi 1--2 évtizedben jelentek meg olyan eredmények, amelyek igazolják fontosságát a természetes szabályozó folyamatokban. A genetikai eredmények nehéz hozzáférhetőségéhez a tudományterület enigmatikus eszköztára és nyelveze is hozzájárul. A genetikai megfontolások emellett az igen hosszú időperspektíva miatt nem tartoznak az azonnal eredményt hozó szempontokhoz. Kétségtelenül a legfontosabb szempont azonban a genetikai vizsgálatok idő- ill. költségigénye, amely nem tette eddig lehetővé, hogy a konzervációs stratégiák tervezésénél általános legyen a genetikai információk felhasználása.

Az általános természetvédelmi biológiai elveken túl a genetikai szempontok figyelembevételét a következő okok indokolják:

- A megőrizni szándékozott populáció fennmaradását az élőhely és a szükséges egyedszám megőrzése önmagában nem szavatolja. A kipusztulást a populáción belüli párosodás zavarai, a fajok közötti kölcsönkapcsolatok megszakadása (pl. beporzó vektor hiánya vagy megfogyatkozása) és a génkészlet erodálódása is kiválthatják.
- A populációk jól jellemezhető genetikai struktúrával (heterozigózis, allélgyakoriság) rendelkeznek, amelynek fenntartása a rátermettség és alkalmazkodóképesség megőrzése érdekében fontos.
- A faji áreán belül általában evolúciósan kialakult térbeli genetikai mintázat létezik, amelynek fenntartása ugyanazon indokokkal támasztható alá, mint a faji.

Ezen írás célja elsősorban arra felhívni a figyelmet, hogy a fajok, életközösségek védelme nem szűkíthető le a demográfia kérdéskörére, sőt az alkalmasint felmerülő genetikai elvek (legkisebb életképes populációméret, mint munkahipotézis) is árnyaltabb megközelítést kívánnak.

Nem fér hozzá kétség, hogy a veszélyeztetett életközösségek és fajok természetes körülmények közötti, hosszú távú megőrzése a biodiverzitás faji és genetikai szintű fenntartását egyaránt megkívánja. Csak a diverzitás által biztosított rugalmasság teszi lehetővé az alkalmazkodás, az evolúcióképeség, végső soron az ökoszisztéma működőképességének megőrzését. Nem véletlen, hogy a fajdiverzitás és a genetikai diverzitás között számos analógia fedezhető fel, amelyekből csak néhányat emelek ki:

- Az élet- ill. szaporodási közösség fő jellemzőinek hosszú távú alkalmazkodó-képességét (stabilitását, reszilienciáját) az állandóan változó környezetben ugyanúgy a fajdiverzitás teszi lehetővé az ökoszisztémában, mint ahogy a faji adaptációs potenciál fenntartását a genetikai diverzitás (allélikus diverzitás) biztosítja.
- Az élőhely kiterjedésének és minőségének közismerten szoros korrelációja a fajdiverzitással. Ugyanez a kapcsolat igazolható genetikailag a faj előfordulásai (populációméret) szintjén is.

- Ugyancsak vitathatatlan a fajdiverzitás függése evolúciós, paleobiológiai (történeti) tényezőktől. Az intraspecifikus genetikai diverzitás szintjén a stochasztikus, történeti hatások fennmaradására ma már számos bizonyíték hozható.
- Nagyobb térségeket tekintve, a kardinalis ökológiai tényezők változása jól kivethető tagolódást idéz elő az életközösségek szintjén (zonáció). Ugyanilyen tagolódás figyelhető meg a nagy áréával rendelkező fajok genetikai struktúráltóságában is (klínek, ökotípusok térbeli mintázata).
- Az antropogén hatások a természetes rendszerekben fajsztinten ugyanúgy diverzitáscsökkenést idéznek elő, mint ahogy azt a fajon belüli genetikai diverzitás szintjén is ki lehet mutatni.

Az analógiák egyértelműen arra mutatnak, hogy a faji és genetikai diverzitás természetes szabályozó rendszerének működési elve hasonló, a két biológiai organizációs szint szétválaszthatatlanul összefügg.

GENETIKAI SZEMPONTOK FIGYELEMBEVÉTELE A VESZÉLYEZTETETT FAJOK, POPULÁCIÓK VÉDELMEÉNEK TERVEZÉSEKOR

A konzervációbiológia gyakorlata a fajvédelem szintjén az alábbi fő stratégiai kérdésekre összpontosít:

- az adott faj élőhelyének megőrzése, védelme;
- a védelemre legmegfelelőbb populációk ill. rezervátum-területek kiválasztása;
- életképes populációméretek fenntartása.

A felsoroltak közül az élőhely-megőrzés genetikai információt nem igényel. A megfelelő, védelemre leginkább rászoruló populációk kiválasztása viszont már feltételezi a fajon belüli, populációk közötti genetikai változatosság ismeretét.

Az életképes populációméret meghatározása viszont, ahogy arra a későbbiekben részletebben rátérünk, alapos tájékozottságot feltételez az adott faj genetikai viszonyairól, ami a legritkább esetben áll rendelkezésre.

A genetikai jellemzők figyelmen kívül hagyását általában azzal indokolják, hogy az egyedszám és más demográfiai jellemzők implicite a genetikai viszonyokra is kielégítően utalnak. Világosan látni kell azonban, hogy különösen veszélyeztetett, kisméretű populációkban a számba vehető egyedszám önmagában nem ad felvilágosítást a párosodási viszonyokról, az effektív populációméretéről¹, és a genetikai változatosságot befolyásoló véletlen hatások (sodródás, génáramlás, beltenyésztés) nagyságrendjéről.

A genetikai diverzitás fajon belüli adaptív és stochasztikus eredetű mintázatának védelme és megőrzése ugyancsak megkívánja a genetikai információkat. Hasonló a helyzet azon fajok esetében, amelyek közeli rokonai vagy domesztikált fajtái természetben vannak, és a génáramlás révén a védendő faj identitását introgresszióval veszélyeztetik.

¹ Az effektív populációméret (N_e) a párosodási feltételek sarkalatos jellemzője. Genetikai vonatkozásban a *reproduktívan effektív méret* értelmezésben használjuk. Ez alatt azt az elméleti populációméretet értjük, amely az utódnemzedékben tapasztalt genetikai jellemzőket (allélgyakoriság, beltenyésztettség stb.) hozza létre. Az effektív populációban tehát csak az utódnemzedék létrejöttéhez hozzájáruló egyedek szerepelnek, figyelembe véve hozzájárulásuk eltérő arányait is (Mátyás 2002)

FAJ SZINTŰ GENETIKAI JELLEGZETESSÉGEK FIGYELEMBEVÉTELE

Egy adott faj megőrzése, változatosságának fenntartása szempontjából több körülmény mérlegelése lényeges, így a fajt alkotó populációk létszáma, a faj evolúciós múltja, valamint a faj szaporodásbiológiai jellegzetességei.

A *faj evolúciós múltja* a beltenyésztés ill. a genetikai teher nagysága szempontjából játszik szerepet. Amennyiben a faj természetből diszperz előfordulású, valószínűleg kisebb életképes populációméret mellett is fenntartható.

A megőrzendő faj *szaporodásbiológiája* alapvetően meghatározza az alkalmazandó eljárást. E tekintetben elsősorban a populáción belüli párosodás módja, a génáramlás feltételei populáción belül ill. populációk között, valamint esetlegesen fajok között (idegen faj hibridizálásának, introgressziójának lehetősége) érdemel fokozott figyelmet.

Az elterjedés és a faji genetikai rendszer² jelentőségét a genetikai változatosság szempontjából a továbbiakban fás növények példáján mutatjuk be. Az elemzés alapján megállapítható, hogy a szaporodás viszonyainak, és az elterjedés mintázatának ismeretében bizonyos genetikai következtetésekre van mód akkor is, ha a tételes paraméterek nagyságáról nincsenek információk.

A *diverzitás különbségei* a földrajzi áreanagyság és a párosodási típus tekintetében minden fontosabb genetikai paraméterre szignifikánsak (1. táblázat). Láthatólag ez az a két tényező, amely a fajn belüli diverzitásra a legnagyobb hatással van. Pl. az endemikus fajok genetikai diverzitása csak harmada a nagy áreájú fajokénak.

A párosodási rendszert tekintve, az *öntermékenyülő és a vegyes megporzású fajok diverzitása alacsony, csak töredéke az idegentermékenyülő fajokénak. A különbséget elsősorban a polimorf lokuszok számában mutatkozó eltérés okozza.*

A *fajon belüli, populációk közötti különbségek* tekintetében is jelentős az *áreanagyság* hatása. A populációk közötti különbségek okozta diverzitás-részarány (G_{ST}) határozottan nagyobb az endemikus és szűk elterjedésű fajok esetében, míg a közepes és nagy elterjedésű fajok G_{ST} értékei csekélyek. Az endemikus fajok esetében erre az adhat magyarázatot, hogy a populációk gyakorta kicsik és izoláltak, ami akadályozza a génáramlást és a drifthatás révén populációk között nagyobb különbségeket eredményez.

Öntermékenyülő, vegetatívan is szaporodó, ill. apomiktikus fajok esetében populációk között nagyobb genetikai differenciáltságot feltételezhetünk, mint az idegentermékenyülőknél. A génáramlás gyengesége egyúttal a helyi alkalmazkodást is erősíti, illetve gyorsítja.

Az *elterjedési mintázat* jelentőségére indirekt adatot szolgáltat a zonális előfordulás szerinti csoportosítás. A boreális fajok esetében ui. összefüggő elterjedésű, nagy létszámú populációk alkotják a faji áreát, dél felé haladva a populációk mérete csökken, az előfordulások egyre diszperzebbek, végül a trópusokon az egyedsűrűség szélsőségesen alacsonnyá válik. A párosodó létszám csökkenésének következménye elsősorban a polimorfizmusban és az átlagos allélszámban mutatkozik meg (1. táblázat).

Hamrick és tsai (1992) elemzése megerősíti, hogy a széles elterjedésű, nagy egyedsűrűségű, idegentermékenyülő, jó migrációs képességgel rendelkező fajok (pl. fenyők) fajon belüli diverzitása nagy, de a populációk közötti eltérések az erős génáramlás miatt kisebbek, mint más csoportokban. A rovarporzó fajok esetében kevésbé hatékony génáramlást feltételezhetnénk, de ezt Hamrick adatai nem igazolják.

² Genetikai rendszer alatt a genetikai információ fajra jellemző szervezettségét, valamint a szaporodás, párosodás jellemzőit értjük.

A rövid életű lágyszárú fajok és az erdei fafajok egybevetése (Mátyás, 2002) azt mutatja, hogy a rövid élet és a kis termet kis effektív populáció méretet, erősebb drifthatást, gyengébb migrációt eredményez. A magas termet önmagában is hozzájárul ahhoz, hogy a fás növények virágpora nagy távolságokat képes megtenni.

Befejezésül emlékeztetni kell arra, hogy a fás fajok csoportosításához használt életmód-jellemzők a diverzitásban mutatkozó különbségek mindössze 34 százalékát magyarázzák fajszinten. A fennmaradó eltérések magyarázatát elsősorban a faj evolúciós múltjában kell keresni. Így azok a fajok, amelyek életmódjukhoz képest aránylag csekély diverzitást mutatnak fel, nagy valószínűséggel evolúciós „palacknyakon” mentek keresztül a geológiai múltban.

A szaporodásbiológiai szempontokból következik, hogy a génmegőrzés stratégiájának kidolgozásakor ismerni kellene az *effektív* és az *életképes populációméretet* is, amely hosszú távon fenntartható; ez adott esetben a vizsgált populáció határain messze túlterjedő környezet figyelembevételét is szükségessé teszi.

A HELYSZÍN-KIVÁLASZTÁS GENETIKAI SZEMPONTJAI

A *termőhely változatossága* összefügg a genetikai változatosság fenntarthatóságával. Szélsőségesen kedvezőtlen hatások beszűkítik, elszegényítik a génkészletet. Általában a kedvezőbb, változatos feltételek nagyobb, kedvezőtlenebbek kisebb diverzitás fenntartását teszik lehetővé (Mátyás, 1986; 1996).

A teljes ökoszisztémát tekintve a *fajgazdagság* (fajdiverzitás) hasonló hatású, mint a termőhelyi változatosság, és a genetikai változatosság növelése irányába hat. Ennek az a magyarázata, hogy a kölcsönhatások sokrétűsége és kiszámíthatatlansága nagyobb változatosságot tart fenn. Ebben a fajt tápnövényként fogyasztó szervezetek (konzumensek), valamint kompetíciót jelentő növényfajok egyaránt szerepet játszanak. A társulás fajgazdagsága szerepet játszik a faj diszpergáltságának mértékében (egyedsűrűség, elegyarány), amely az egyedszám mellett a párosodási feltételekre is kihat.

A *génmegőrzés szempontjából legkedvezőbb adottságok tehát aránylag kedvező, változatos termőhelyi viszonyok között tenyésző, nagy egyedszámú populációk esetében vannak meg, ahol nemcsak a faji sokféleség nagymértékű (ún. kompozicionális és trofikus diverzitás), hanem kedvezően változatos az életközösség térbeli struktúrája (szinteztettség, mozaikosság).*

VÉDENDŐ POPULÁCIÓK KIVÁLASZTÁSÁNAK GENETIKAI SZEMPONTJAI

A genetikai szempontok érvényesítéséhez kívánatos lenne nemcsak a fajon belüli változatosság, hanem a faj evolúciós/történeti hátterének ismerete. A kiválasztás szempontjai lehetnek:

- a legfontosabb ökológiai tényezőkkel kapcsolatos adaptív mintázat feltétlen megőrizendő, pl. növények esetében azonosítandók a genetikai klíneket, ökotípusokat képviselő populációk;
- törekedni kell a történetileg, pl. fajvándorlás, helyi génsodródás következtében kialakult, vagy természetes introgresszió hatását őrző térbeli genetikai mintázat fenntartására;
- különös figyelmet érdemelnek az área peremén, esetleg messze az összefüggő áreaszegélyen kívül izolálódott populációk, amelyek gyakorta erős drifthatást, csökkent kompetitív készséget mutatnak, de különösen az előre jelzett környezetváltozáshoz alkalmazkodás szempontjából értékesek lehetnek;
- a spontán antropogén hatásokat hordozó populációk általában alkalmazkodóképességüket korlátozó génerózió estek át, megőrzésük természetvédelmi szempontból nem különösebben indokolt. Más a helyzet a célzatos szelekcióról átesett populációkkal -- de ezek megőrzése inkább nemesítési-termesztési feladat.

ADAPTÍVAN EGYSÉGES KÖRZETEK KIJELÖLÉSE GÉNMEGŐRZÉS TERVEZÉSÉHEZ

A génmegőrzés egyik központi problémája (és ez nemcsak a fákra érvényes), hogy nagyon nehéz definiálni az área azon részterületeit, amelyeken belül megőrzési egységeket érdemes létrehozni. Erre a célra az adaptívan egységes körzetek elve a legalkalmasabb.

Adaptívan egységes körzet alatt azt a populáció-kollektívumot értjük, amelyen belül a alkalmazkodottságot meghatározó környezeti tényezők nagyjából egységesek, és feltételezhető, hogy a populációk génkészlete is hasonló. A körzetnagyság meghatározására legtöbbször genetikai markereket alkalmaznak, és a megállapítható genetikai távolság alapján határozzák meg azokat a populációkat, amelyek már eléggé eltérőek ahhoz, hogy külön gondoskodjanak megőrzésükről. Ez a módszer azonban nem feltétlenül célravezető, mert elsősorban a véletlen genetikai hatásokra érzékeny, az adaptív tulajdonságok változatossági mintázatával viszont alig van összefüggésben. A markerekkel kimutatott távolságok ezért inkább a lehetséges maximális körzetsméreteket érzékeltethetik.

A LEGKISEBB ÉLETKÉPES POPULÁCIÓMÉRET MEGHATÁROZÁSÁNAK ÁLTALÁNOS SZEMPONTJAI

A legkisebb életképes populáció („LÉP”; MVP: minimum viable population) az az egyed-szám, amely elegendő a populáció tartós fennmaradására egy adott élőhelyen (NRC, 1991). Genetikai értelmezésben ez magában foglalja az alkalmazkodóképesség hosszú távú fennmaradását is. A „LÉP” elegendő nagy kell legyen mind az evolúcióképességnek, mind pedig a genetikai diverzitásnak a megőrzéséhez. A legkisebb életképes populáció nagyságát a fajra jellemző genetikai rendszer, a demográfiai viszonyok és a sok tekintetben jóslhatatlan környezeti feltételek határozzák meg.

A LEGKISEBB ÉLETKÉPES POPULÁCIÓMÉRET (LÉP) LEVEZETÉSE GENETIKAI ADATOKBÓL

Az életképes populációméret meghatározása genetikai paraméterekkel többféle módon vezethető le, valamennyit elsősorban gyors generációváltást produkáló állatfajokra dolgozták ki (Loeschke et al., 1994).

- Kiszámítható a heterozigózis csökkenése alapján (*beltenyészési LÉP-méret, N_i*), amikor a heterozigóta egyedek fogyását veszik figyelembe adott populáció-létszám mellett.
- Kiszámítható a variancia ill. diverzitás alapján (*variancia LÉP-méret, N_{var}*); ez a módszer az allélvesztést, a genetikai variancia fogyását veszi figyelembe. Amennyiben a cél a géndiverzitás megőrzése, ez a létszám az, amelyet figyelembe kell venni.
- Kiszámítható a populáció fennmaradása, perzisztenciája alapján (*kihalási effektív méret, N_{ext}*); ez esetben a szegregálódó, azaz még polimorfizmust felmutató lokuszok számának csökkenését veszik alapul (ezt a lehetőséget a továbbiakban nem tárgyaljuk).

A többféle megközelítés hasonló eredményeket szolgáltat.

Természetesen a körülményektől függ a diverzitás fogyás még elfogadható mértékének megállapítása. Általában a feltétlen megőrzendő allélok gyakorisági határát legfeljebb 5%-nál, megőrzésük valószínűségét 95-99%-nál szokás meghúzni. A beltenyésztettség generációnkénti növekedése pedig 0,5% alatt kell maradjon.

Meg kell azonban azt is említeni, hogy valamennyi esetben az érintett génhelyeket semleges hatásúnak tételezzük fel. Ha adaptív hatású génhelyek változatosságára is kiterjed az értékelés, ez utóbbiak minden bizonnyal nagyobb súllyal kell latba essenek (pl. rezisztencia-lokuszek változatossága).

A LÉP-méret számításával kapcsolatban ki kell térni még arra is, hogy a populáció genetikai identitása megőrzésének az is feltétele, hogy a *génkészletet külső genetikai hatások se torzítsák* migráció, introgresszió révén. Mindazon fajok esetében, ahol a génáramlás számottevő, ezzel a tényezővel is komolyan számolni kell.

1. táblázat Hosszú életű fás növényfajok enzimlokuszokra számított diverzitása különböző csoportosításokban (Hamrick et al. 1992 nyomán, egyszerűsítve)

Table 1. Genetic diversity of long-lived woody species based on isoenzyme loci

Kategória	N	P	A	H_e	G_{ST}
		***	*	***	*
Elterjedés (área)	20	42,5	1,82	0,08	0,141
Endemikus	45	61,5	2,08	0,17	0,124
Szűk	115	55,7	1,87	0,17	0,065
Közepes	11	67,8	2,11	0,26	0,033
Nagy		**	**	NSz	
Zonális előfordulás	26	82,5	2,58	0,21	
Boreális	122	63,5	2,27	0,17	
Mérsékelt övi	5	62,2	1,89	0,17	
Szubtrópusi	38	57,9	1,87	0,19	
Trópusi		***	**	***	NSz
Párosodási típus	1	11,0	1,15	0,03	—
Öntermékenyülő	11	29,9	1,51	0,08	0,122
Vegyes/állat	51	63,2	2,18	0,21	0,099
Idegenporzó/állat	128	69,1	2,31	0,17	0,077
Idegenporzó/szél					

Jelmagyarázat: N = a vizsgált fajok száma; P = polimorf génhelyek százaléka; A = génhelyenkénti átlagos allélszám; H_e = genetikai diverzitás; G_{ST} = a fajon belül, populációk között mért differenciáltság. Az alcím-sorokban az osztályok közötti különbségek szignifikanciaszintje van feltüntetve (* = 5%, ** = 1 %, *** = 0,1 %; NSz = nem szignifikáns).

A LÉP-MÉRET MEGHATÁROZÁSA A BELTENYÉSZTÉS ALAPJÁN

A beltenyészési koefficiens segítségével különböző populációméretekre kiszámítható a várható beltenyészettesség adott számú generáció múlva (2. táblázat).

Eszerint -- szigorúan csak a beltenyészést figyelembe véve - 10 generációra számolva már 100-200 egyed nagyságú effektív populáció elegendő, különösen ha számolhatunk külső eredetű génáramlással is.

2. táblázat A beltenyésztési koefficiens (F) nagysága 10, ill. 100 generáció után az effektív populációméret (N_e) függvényében

Table 2. Magnitude of inbreeding coefficient (F) after 10, respectively 100 generations, for different effective population sizes (N_e)

N_e	10	100
	generáció után	
5	0,65	0,99
10	0,40	0,99
25	0,18	0,86
50	0,09	0,63
100	0,05	0,39
250	0,01	0,18

Az állattenyésztésben a heterozigózis csökkenésének figyelembevételével a minimális populációméretet megközelítőleg 200 körüli, egymással nem rokonságban álló egyednek adják meg. Ez esetben a beltenyésztettség elhanyagolható, mintegy 0,2 százalékos ütemben növekszik generációról generációra. A beltenyésztettség viszont már generációnként 0,5, 0,9, illetve 1,8 százalékkal növekszik, ha a populáció létszáma 100, 50 illetve 25 egyedre csökken (2. táblázat).

Terepi vizsgálatok a konzervációbiológiailag elfogadható minimum-létszámokra általában állatfajokra állnak rendelkezésre. Ezek a számok meglehetősen alacsonyak; a kanadai vadjuhra pl. már 100 egyed feletti létszámot megfelelőnek találtak egy 70 éves vizsgálatokban, azonban genetikai elemzések nélkül (Standovár és Primack, 2001). Ugyanez a forrás azonban ismerteti Lande eredményeit is, aki gerincesekre az 5000-es létszámot tartja hosszú távon valóban reálisnak, a természetből erősen hullámzó egyedszámú gerinctelen fajokra és egynyáriakra pedig 10.000 darabot tart biztonságos egyedszámnak.

LÉP-MÉRET MEGHATÁROZÁSA ALLÉLVESZTÉS-VALÓSZÍNŰSÉG ALAPJÁN

A populációban létrejövő utódnemzedék génkészlete a szülő-nemzedék génkészletéből vett véletlen „genetikai minta”. Minél kisebb a populáció létszáma, annál inkább nő a „mintavételi hiba”, azaz a véletlen sodródás, allélvesztés valószínűsége. Az életképes populáció nagysága tehát levezethető az allélok elvesztésének statisztikai valószínűségéből is.

A hatásos génmegőrzéshez szükséges terület nagysága és a megőrzött genetikai változatosság közötti exponenciális kapcsolat lehetetlenné teszi a „teljes” variancia megőrzését. Látni kell azonban azt is, hogy ezt a természet sem teszi: a természetes genetikai sodródás nem más, mint az elégtelen mintavétel okozta génkészlet-vesztés. Egy adott allél fenntartásához szükséges effektív populációlétszám az allélgyakoróság (p) csökkenésével exponenciálisan nő (1. ábra).

Krusche és Geburek (1990) szerint az allélvesztés- valószínűség alapján kalkulált legkisebb életképes populáció nagysága a következő képlet szerint alakul (3. táblázat):

$$N_{\text{var}} = \log(1 - [1 - P]^{1/M}) / \log(1 - q),$$

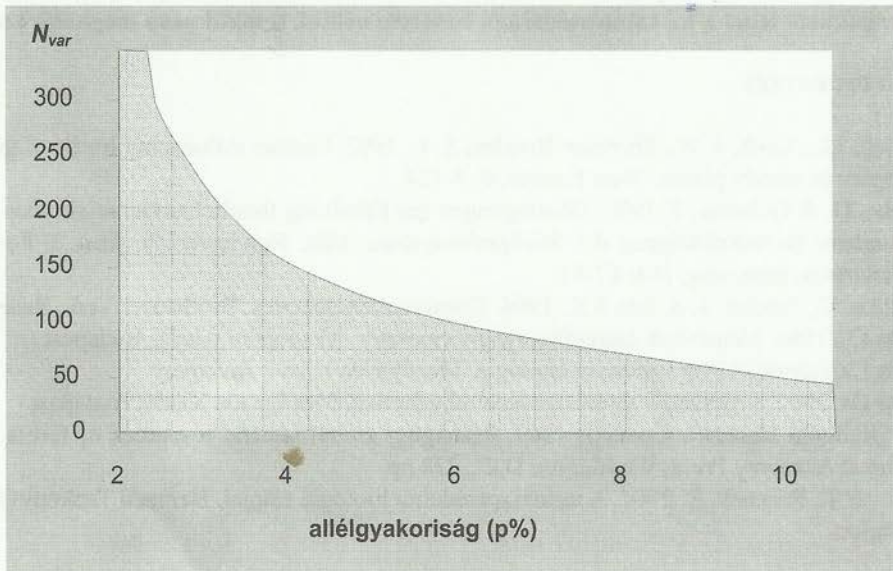
ahol:

- 1 - P = annak valószínűsége, hogy a mintában a q -nál gyakoribb allélek legalább egyszer előfordulnak,
 M = a ritka allélek összege (valamennyi számításba vett génhelyen), és
 q = a ritka allélek gyakorisági határa.

3. táblázat Legkisebb életképes populációméret (N_{var}) meghatározása P allélvesztési valószínűségekre
Table 3. Minimum viable population size (N_{var}) for two allele loss probabilities (P) at different levels of allele frequency minimum (q), and rare allele numbers (M) respectively (Krusche — Geburek 1990)

P	q	Egyedszám (N_{var})			
		M = 1	M = 10	M = 100	M = 1000
0,01	0,05	90	135	180	225
	0,01	459	687	916	1146
	0,005	919	1378	1837	2296
0,005	0,05	104	149	193	238
	0,01	528	757	986	1243
	0,005	1058	1516	1976	2435

A táblázat három gyakorisági minimumra (q) adja meg az egyedszámot, eltérő számú ritka allél (M) esetére. Előfeltétel, hogy valamennyi genotípus homozigóta a populációban. Amennyiben Hardy–Weinberg-egyensúly áll fenn, az egyedszámok felezendők



1. ábra Adott gyakoriságú allél egyetlen generáció alatti, 95%-os valószínűségű fennmaradásához szükséges életképes populáció effektív létszáma (N_{var})

Fig. 1. Size of minimum viable population (N_{var}) for maintaining an allele in one generation with 95 % probability at various frequency levels (p) (Mátyás, 2002)

A 3. táblázat alapján megállapítható, hogy aránylag szigorú feltételek mellett is néhány ezer egyed nagy számú ritka allél megőrzésére képes.

A többféle megközelítés alapján megállapítható, hogy a meghatározott kockázati tényezőktől és előfeltételektől függően, effektív populációméretben számítva is *több százra tehető az életképes populáció minimum-létszáma*. Az effektív populációmérettel kapcsolatos számításokból tudjuk, hogy a kiegyensúlyozatlan párosodási feltételek miatt a figyelembe vehető effektív egyedszámok a tényleges (ivarérett) egyedszámnál egy nagyságrenddel kisebbek. *Ezért természetes populációk esetén a „LÉP”-nél egy nagyságrenddel nagyobb tényleges létszámmal számolhatunk.*

Ehhez még hozzátehetjük a következőket:

- a stratégia megválasztásánál tekintettel kell legyünk a génáramlás (migráció) mértékéből levezethető kiegyenlítő hatásra. Korlátozott génáramlás esetén a diszperz előfordulások között nagyobb genetikai differenciálódásra lehet számítani;
- génáramlási adatok hiányában maga az elterjedés mintázata, az egyes populációk természetes egyedszáma is eligazítást adhat a fajban meglévő genetikai teher mértékéről. Erdei fákon végzett elemzések kimutatták, hogy természetből kis egyedszámban előforduló fajok genetikai terhe kisebb, és a rokonpárosodásra, beltenyésztesre kevésbé érzékenyek.
- a beltenyésztest, rokonpárosodást hatékonyan kizáró, obligát idegenbeporzó fajok általában nagyobb populációméretet kívánnak meg, a magas polimorfizmus, allélszám és diverzitás értékek megőrzése érdekében.

Az ismertetett összefüggések alapján megállapítható, hogy a genetikai viszonyok tekintetében a fajok között lényeges különbségek lehetnek. **Ezért az életképes populációméret nagyságát nem lehet a faj sajátosságainak ismerete nélkül, sematikusán meghatározni.**

IRODALOMJEGYZÉK

- Hamrick, J.L., Godt, J. W., Sherman-Broyles, S. L. 1992. Factors influencing levels of genetic diversity in woody plants. *New Forests*, 6: 9-124
- Krusche, D. & Geburek, T. 1990. Überlegungen zur Erhaltung forstlicher Genressourcen unter besonderer Berücksichtigung der Stichprobengröße. *Mitt. Bundesforsch. Anst. f. Forst- u. Holzwirtschaft*. Hamburg, 164: 67-81.
- Loeschke, V., Tomiuk, J. & Jain S.K. 1994. *Conservation genetics*. Birkhäuser Verl., Basel
- Mátyás Cs. 1986. *Nemesített szaporítóanyag-termesztés*. Akadémiai Kiadó, Budapest
- Mátyás Cs. (szerk.) 1996. *Erdészeti ökológia*. Mezőgazda Kiadó, Budapest
- Mátyás Cs. 2002. *Erdészeti – természetvédelmi genetika*. Mezőgazda Kiadó, Budapest
- NRC [National Research Council] 1991. *Managing global genetic resources of forest trees*. National Academy Press, Washington D.C., 228 pp.
- Standovár T., Primack, R. 2001. *A természetvédelmi biológia alapjai*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest

A TUDOMÁNY ÉS A KUTATÓ, A KUTATÁS ÉS A KUTATÁSI METODIKA **THE SCIENCE AND THE RESEARCHER, THE RESEARCH AND THE** **RESEARCH WORK**

SOLYMOS REZSŐ¹

ÖSSZEFOGLALÁS

Az erdészettudomány szerepe a magyar erdészet történetében meghatározó jelentőségű volt. Napjainkban ez a szerep tovább növekedett és várhatóan az eddigieknél is nagyobb jelentőségű lesz a 21. században, amikor a tudás, az informatika a mindennapi élet nélkülözhetetlen tartozékává válik. Az erdészeti kutatás az erdészettudomány legjelentősebb forrása. A kutatási eredmények az erdészet fejlesztésének alapját és előfeltételét képezik. Az erdészeti kutatással szemben is követelmény a minőség, a magas tudományos színvonal fenntartása, illetve elérése.

Megbízható, kellő színvonalú eredmény, csak a jól képzett kutatótól várható, akinek a jellemvonásai megfelelnek a tudományos követelményeknek, aki képes az adott kutatási téma kitűzött feladatait hatékony és korszerű metodika alkalmazásával megoldani. Ezt kívánja elősegíteni ez a tanulmány is.

KULCSSZAVAK: tudomány, tudományos kutató, tudás alapú társadalom, metodika,

ABSTRACT

The role of the forest science was determinant importance in the history of the Hungarian forestry. In our time this role continued to increase and probably it will have a greater importance in the twenty first century, when the knowledge and informatics turn into indispensable attachment of the everyday life. The forest research is the most important resource of the forest science. The research results form the basis and prerequisite for the forestry development. The quality, maintaining or obtaining the high scientific standard are also a requirement against the forest research.

A reliable and high-level result is to be expected only from a well skilled researcher whose characteristics meet scientific requirements and who is able to carry out tasks set by a given research topic by adapting an effective and up-to-date methodology. Also this study wishes to promote that.

KEYWORDS: science, scientific researcher, society of knowledge basis, methodology.

A TUDOMÁNY ÉS A TUDÁS A 21. SZÁZAD KEZDETÉN.

Gyakran hangoztatott igazság, hogy a 21. század a tudás alapú társadalom felépítésének az időszaka lesz. A 20. század erőforrásfüggő társadalmának át kell alakulnia tudásfüggő társadalommá, mert erőforrásaink végesek, a tudomány forrásai viszont nem apadnak ki. Napjaink kérdése: talál-e kimeríthetetlen erőforrást az egyre szaporodó emberiség? Egyetlen ilyen erőforrást ismerünk: a felhalmozott és halmozódó emberi tudást, amelynek megőrzésére, átadására, csak

¹ Erdészeti Tudományos Intézet; fuhrere@erti.hu

az információval bánni tudók képesek. Ezért az új évszázad kezdetén bizton állíthatjuk, hogy a 21. század az információn alapuló tudomány és technika százada lesz. A tudomány a tudás, az ismeret bővítése, munkája a kutatás, amelynek az ismeretalkotás az eredménye. A magas színvonalú informatika birtokában felgyorsult az információk, az újabb ismeretek létrehozása és továbbítása. A tudományos eredmények megszületése és társadalmi méretű megismertetése közötti út és idő hossza lerövidült, a kiművelt ember látóköre és tudásának mélysége robbanásszerűen fejlődött. Elegendő itt arra utalni, hogy a 14.-15. században műveltnek tartott személy képes volt a kor valamennyi tudományát áttekinteni és megismerni. Ekkor a latin nyelvben még a tudás és a tudomány kifejezést sem választották ketté. Napjainkra viszont a tudomány és a tudás megkülönböztetése követelménnyé vált, mert már egyetlen tudós elme sem képes a tudomány egészének befogadására. A szakértők és a szaktudósok csak egy-egy szaktudomány megismerésére és művelésére képesek. A tudományos információk korunkban exponenciális mértékben szaporodnak. A tudomány szakterületekre, diszciplínákra oszlott, tudományágakra tagozódott. Az új évezred küszöbén viszont egyre erősödött a törekvés, amely szerint az ágakra felosztott tudományt rendszerbe kell foglalni, mert a tudomány analízis funkciója mellett a szintézis egyre inkább főszereplővé válik.

A jelen időszakot az interdiszciplinaritás igénye jellemzi. Jó példa erre az erdészettudomány integráló jellege, ahol a kémia, a fizika, a biológia, a matematika különböző módon és mértékben kap szerepet. Az interdiszciplinaritás igényének a kialakulását érthetővé teszik a 20. és a 21. század közötti különbségek is. A 20. századot a tudomány nagy századának is szokták nevezni, amikor a tudományos eredmények hasznosítása felgyorsult, nőtt a fajlagos energia fogyasztás, szaporodott a hulladék, amelyet költséges rehabilitáció követett. A két évszázad fordulóján a "nyugati életforma" iránti igény világméretűvé vált, amelynek jogossága nem vitatható. Az energia felhasználás robbanásszerű növekedése krízishez vezetett. Ebbe tartozik a tiszta víz és a levegő, valamint tágabb értelemben véve környezetünk védelme is. A környezeti krízis feloldását és a megoldást a kutatásnak kell megtalálnia. Például olyan technológiák kidolgozásával, amelyek számottevő energia megtakarítás révén lehetővé teszik a mai életforma fenntartását. Ezzel kapcsolódtunk a fenntarthatósághoz való átmenethez, amely új viszony kialakítását igényli az emberiség és a természet között. A fenntarthatóság értelmezése szerint úgy kell az emberiség jelen szükségleteit biztosítani, hogy a környezetet és a természeti erőforrásokat megőrizzük a következő generációk számára. Manapság még a világ nem így működik, mert a jelenlegi termelés és fogyasztás nem tartható fenn az erőforrások elhasználódásának üteme, a gazdasági egyenlőtlenségek növekedése és a környezet romlása miatt. Az erdészettudomány és gyakorlat már jó két évszázada felismerte a fenntarthatóság jelentőségét, amelyet tartamosságnak nevezett el. Tény, hogy elsősorban ökonómiai okok, a jövedelem és a gazdasági igények fával való folyamatos kielégítése volt ennek az indító rugója, amelyet a jelen évszázadra az ökológiai tartamosság követelménye egészített ki. Az erdészettudomány és gyakorlat számára az ökológiai tényezők növekvő mértékű alapul vétele tovább bővítette az alkalmazott diszciplínák palettáját. Ez abból is következik, hogy az ökológiának - amely magába foglalja az élőlényeknek a környezetükhöz való viszonyát - olyan sok oldala van, mint a csiszolt gyémántnak. Ennek a viszonyoknak megfelelően a környezeti tényezők világméretű romlása nem kímélte az erdőket sem.

A kutatás szerepe a világméretű gondok megoldásában

Az élővilágban jelentkező súlyos gondok megoldásához mindenekelőtt a tények kendőzetlen ismeretére van szükség. A fenntarthatóság elérése a cél. A hozzá vezető stratégia központi eleme a problémák keletkezésének és okainak a feltárása, amelynek érdekében bővíteni kell a tudományos kutatásokat, a kutatási kapacitásokat világ viszonylatban növelni kell. A világ tudományosságának olyan mérőszámokat kell kidolgoznia, amelyekkel a fenntarthatóság állapotának a megközelítését mérni lehet. Ezeknek a mutatóknak az emberi szükségletek és a környezeti rendszerek állapotának meghatározására, a környezeti sebezhetőség regionális mértékének megállapítására, a tájtípusok és ökoszisztémák helyi értékelésére, valamint az egészség, a víz-, a levegő-tisztaság és az energiahatékonyság mérésére kell elsősorban vonatkozniuk. A tudománynak, a kutatásnak elő kell segítenie a világméretű megértést és együttműködést, a kialakult konfliktusok kezelési költségeinek bemutatását és kihangsúlyozását, valamint a konfliktusok forrásainak a kiküszöbölését. Erre készíti és kötelezi a tudományt a 4,5 milliárd éves Föld és a földi élet fenntartása. Ez az élet rendkívül sok oxigént igényel, amely régóta köztudott, mégis csak az 1900-as években jöttek rá arra, hogy az atmoszféra oxigén tartalma biológiai eredetű. Ha a Földön az élet megszűnne, geológiai skálán teljesen átalakulna, szén-dioxid kerülne a légkörbe és a hőmérséklet 100 C fok fölé emelkedne. Ezzel szemben a bioszféra fenntartható fejlődést tudott produkálni, amelyhez hozzájárult a diverzitás, a növekedés és annak szabályozása, valamint a zárt anyagciklusok léte. A társadalmi gazdasági fejlődés a természetes folyamatokba való beavatkozást is eredményezett, amelynek során az ökonómiai szempontok túlsúlya okozott felmérhetetlen károkat. Az erdőgazdálkodás már kezdeti szakaszában beavatkozást jelentett az erdei életközösségbe. Az erdészeti kutatásoknak köszönhetően az erdei ökoszisztéma tagjai közötti kölcsönhatások jelentős részét sikertült megismerni ott, ahol a gyakorlatban a feltárt természeti törvényekhez való igazodás helyett a jövedelem szerepe vált döntővé, súlyos erdészeti problémák alakultak ki. Az ezredforduló tudománya figyelmeztetett erre, amelynek nyomán kialakulóban van a harmóniára törekvő ún. ökológiai ökonómia. Az elnevezés egy kaliforniai kutatócsoporttól származik.

A felsorolt példák közül is következik, hogy a tudományos kutatás feltárta a különböző természetes folyamatokat, az emberi beavatkozások kedvező és kedvezőtlen hatásait, ugyanakkor megoldást is keres a hibák ellensúlyozására. Nem túlzok tehát akkor, amikor a kutatás bővítésének és a kutatási előfeltételek megteremtésének jelentőségét a földi élet és ezen belül az erdők fennmaradásához kapcsolom. Ebben az új információt létrehozó primér kutatásnak és a meglévőket hasznosító szekundér kutatásnak egyaránt fontos a szerepe. A legfontosabb kutatási előfeltételnek a jól képzett kutatógárda létrehozását és működtetését tekintem. Ezért a továbbiakban elsősorban ezzel a kérdéssel kívánok foglalkozni.

A tudományos kutató és a kutatás

A kutatás - fejlesztés emberi előfeltételei, - az új felfedezésekre és ismeretek bővítésére alkalmas kutatók számának és főleg színvonalának növekedése -, a 20. század folyamán számottevően emelkedtek. Ennek köszönhető többek között, hogy a legnagyobb létszámú és eredményes kutatóval rendelkező országok a világ gazdasági, technikai élvonalába kerültek. Elegendő Japánra, az USA-ra vagy Németországra utalnom.

Magyarországon a kutatás támogatása, a kutatók létszáma az elmúlt két évtizedben jelentősen csökkent. Napjainkban ismételten emelkedőben van. A tarthatatlan visszafejlesztés után reményteljesen gyors növekedéssel számolhatunk, amelynek az egyik mozgató rugója az EU - csatlakozás közeli lehetősége is. Az EU célja a területén élő lakosság versenyképességének a fenntartása a termelési és kulturális világpiacon, az életminőség biztosítása, a nemzeti kultúra és szokásrend megőrzése, modernizációja. Csatlakozni kívánunk tehát egy olyan területigazgatási egységhez, amelynek önálló világstratégiában kell gondolkodnia. Sajnálatosan lassan megy ez végbe az EU területén, és nálunk sincsen másként, mert a kutatás a múlttal sokat, a jövővel még mindig nem eleget foglalkozik. Márpedig a jövőre vonatkozó stratégiai alternatívákat a tudós szakértelmiségnek kell megfogalmaznia. A politikusok dolga, hogy válasszanak a lehetséges alternatívák között. A tudós szakértelmiséggel, a tudományos kutatók létszámának növelésén túl, gondoskodni kell a kutatói utánpótlás kineveléséről. A kutató nem születik, hanem ki kell fejleszteni a vele született emberi képességet, hogy megfeleljen a követelményeknek. Erről lesz szó a következőkben.

Az eddigiekből világosan kitűnik, hogy újabb tudományos eredmények nélkül a 21. század kulcskérdéseit megoldani nem lehet. Az eredményes kutatás kulcskérdése, hogy van-e, lesz-e elegendő elhivatott, magas színvonalú kutató, és a jövő kutatójának milyen követelményeknek kell megfelelnie? A feltett kérdés számos továbbitól függ össze, amelyre megfelelő választ kell adnunk. Érdeemes többek között azt vizsgálunk, hogy miért választ valaki napjainkban tudományos pályát, kiből legyen kutató, melyek a jövő kutatási témái, miként célszerű a felmerülő témákat rangsorolni, milyen a kutatás számára kedvező légkör, és végül hogyan kutassunk, ha már adott a feladat.

A tudományos pálya az erdészettudomány területén hosszú időn át nélkülözte a legkiválóbb, kellő gyakorlattal rendelkező szakembereket. Ennek egyik döntő oka a megélhetési gondokban keresendő. A kutatói jövedelmek az utóbbi évtizedek folyamán nem érték el az erdészeti gyakorlatban dolgozó erdőmérnökök jövedelmének átlagát. Az erkölcsi és anyagi megbecsülés nem érte el a joggal elvárt mértéket. Kétségtelen, hogy az igazi tudóst a pénz, a hatalom és a társadalmi pozíció döntően nem befolyásolja, megkívánhatja viszont teljesítményének társadalmi elismerését. A tudomány varázsa mégsem abban rejlik, hogy dicsőséget hoz, hanem, hogy művelője számára a tiszta öröm forrása. Nehéz ezt magyarázni. Valahogy úgy vagyunk vele, mint a csókkal. Aki még nem tapasztalta, annak hiábavaló, aki már tapasztalta, annak fölösleges magyarázni. Az öröm ösztönös előérzete már a csók, illetve a tudományos felfedezés előtt tapasztalható és valószínűleg ez az egyik döntő indítéka annak, hogy az ember tudományos pályára lépjen. Sellye János szerint a következő motívumok elég erősek ahhoz, hogy a szakmailag jól felkészült embert a kutatói pályán sikerhez juttassák.

A természet és az igazság elfogulatlan szeretete.

Gyönyörködés a törvényszerűség szépségében.

Puszta kíváncsiság.

A hasznosság vágya.

Az elismertetés vágya.

A siker dicsősége.

Ch. Richet szerint: *“A tudósokban hibáik ellenére, többé-kevésbé hasonló lélek lakozik. Mindnyájan az öncélú igazság kultuszának adóznak. A tudomány számukra vallás.”*

A kutatói pálya választásakor az ember felteszi a kérdést: - rendelkezik e a hozzá szükséges tulajdonságokkal? Közülük néhányat kiemelek! Mindenekelőtt hinni kell az embernek abban, hogy alkalmas erre a pályára. Értelmesség, képzelőerő, kíváncsiság, kitartás, megfigyelőképesség, absztrakciós képesség, kezdeményezés, technikai ügyesség és több más hasonló tulajdonságra van a kutatónak szüksége. A középszerű kutatótól a zseniig terjedő széles sávban mindenki nyerhet azzal, ha felméri képességeit. Sokféle típusú személyiséggel találkozhatunk a tudományos pályán. Közülük valamennyit nem lehet példaképnek tekinteni. Ízelítőül említek meg néhányat. - A tények halmozója, akit csak az új tények felfedezése érdekel. - A bütykölődő, aki állandóan tökéletesíteni igyekszik a módszereket és eszközöket, és ez annyira leköti, hogy használatukig már nem jut el. - A könyvmoly, a teoretikus legtisztább formája. - Az osztályozó, aki mindent gyűjt és rendez, benne igazi tudományos lélek él, a természet törvényszerűségét szemléli, ennél ritkán kutat tovább. Jellemzésük nélkül folytatnom tovább még néhány típusal - azt remélve, hogy megnevezésükből jellemvonásaikra is lehet következtetni. - A boncolgató. - Az összegező. - A nagyfőnök. - A mitugrasz. - A halvérű. - A mimóza-lélek. - A kötekedő torreador. - Az agresszív vitakozó. - A törtető. - A szent. - A mintagyerek.

A felsoroltak fogyatékosága vagy a túlzott önmeztagadásban, vagy az egocentrizmusban és az exhibicionizmusban keresendő.

Feltehető kérdés, mik ezekkel a nemkívánatos jellemvonású személyekkel szemben az eszmények? Minden bizonnyal az irodalomból jól ismert *Faust, az eszményi tanító és vezető*. A tiszta filozófus tudós, aki vallásos áhitattal szemléli a természetet, és él benne az alázatos tudat, hogy a titkok kifürkészésében korlátozott az ember képessége. A kudarc nem töri meg, a siker nem rontja el. *A famulus az eszményi fiatal tanítvány és munkatárs*. Sokféle típus keveréke. Világi hajlamai és egészséges étvágya teszik őt alkalmassá a világ mohó és eredményes vizsgálatára.

Ezeket az eszményeket azért soroltam fel, mert olyan utat mutatnak, amelyet követni célszerű.

A kutató életútját a választott eszmények befolyásolják, de döntően a következő tulajdonságok határozzák meg. - Lelkesedés és kitartás. - Eredetiség. - Intelligencia. - Etika. - Kapcsolat a természettel. - Kapcsolat az emberekkel. Nehéz arra válaszolni, hogy a felsoroltak közül melyik a legfontosabb? Valószínű, hogy a kutatói környezettől és a kutatott témától függ az, hogy melyiknek a szerepe nagyobb. Ezekhez kapcsolódik W. Cannon megállapítása, amely szerint: - "Az életerő, egészség éppoly előnyös a kutatásban, mint minden más tevékenységben."

Kutatási témák, kutatási módszerek

A kutatási témák jelentős részét a megrendelő határozza meg. Újabb jelentős szerepe van a pályázatoknak, amelyeket a pályázati kiírásnak megfelelően kell elkészíteni. A kutató személyes tulajdonságai és a kutatott témák között viszont magas fokú korrelációnak kell léteznie. Volt idő - a 70-es években például -, amikor parancsszóra kellett az Erdészeti Tudományos Intézetben biológiával, erdőműveléssel foglalkozó kutatóknak üzemszervezési és hasonló témák kutatására átváltani. Az eredmény később meg is mutatkozott. Annak érdekében, hogy a kutató speciális érdeklődése, képzettsége és törekvései, valamint az adott téma közötti kapcsolat valóban létezzen, világosan meg kell fogalmazni a kutatott téma legfontosabb kérdéseit, amint ezt az intuitív gondolkodással foglalkozó irodalom is kiemeli. A probléma egyértelmű definícióját meg kell, hogy előzze azoknak a tényeknek az összegyűjtése, amelyek a tervezett kutatásokra vonatkoznak.

Kiemelt jelentősége van ebben a szakirodalom feldolgozásának. A témától és a kutató egyéniségétől függ, mennyit kell olvasnia ahhoz, hogy a megismert szakirodalom elegendő legyen a kutatási téma beindításához. Alapvető szabály, hogy nem helyes emlékezetben tartani olyan dolgokat, amelyekre közvetlenül nincs szükség. Azt viszont nyilván kell tartani, hogy hol, melyik könyvben vagy tanulmányban található. A szakirodalom feldolgozásában jelentős szerepe van az adott téma vezérlő szempontjainak, amelyeket célszerű a kutatóhely, a kutatói környezet érdeklődő szakértőivel is megvitatni. A szakirodalom-kutatás és a tudományos alkotás egymástól elválaszthatatlan. Ennek során külön hangsúlyozni kell az intelligencia szerepét, amely általában a megértés képességét jelenti. A képzelőerőhöz és az intuíciónak hasonlóan, logikus elemzésekkel az intelligencia is a tények kombinálásával dolgozik.

Így juthatunk el a kutatás számára feltett kérdések világos megfogalmazásához, amely a kutatási terv alapja. Különleges szerepe van a gyakorlati kérdéseknek, amelyek egy meghatározott probléma megoldása érdekében logikusan felépíthetők, és jól megfogalmazva célravezető kísérleti terv összeállítását segítik elő. Hangsúlyozottan kell rámutatnunk arra, hogy először a probléma konkrét leírását kell a kutatás kezdetén elvégezni, és utána kerülhet sor a problémának megfelelő módszer kidolgozására, és nem fordítva. Nyilvánvalóan más-más megközelítést igényelnek ezen a téren is az alapkutatások és az alkalmazott kutatások. Az erdészeti kutatásban a biológiai, ökológiai, a műszaki, technikai és az ökonómiai témakörök kutatása az alapkutatásokra épül, és nagyobb részben alkalmazott kutatás. Az alapkutatásokhoz jelentős segítséget nyújt a szakirodalom és a külföldi kutatókkal való kapcsolattartás, továbbá a szakterület nemzetközi mezőnyének munkájában való részvétel. Az alkalmazott kutatásokhoz nélkülözhetetlenek az alapkutatások eredményei, mert ezeket figyelembe véve lehet versenyképes kutatási eredményeket elérni és a nemzeti kutatási problémákat gazdaságosan megoldani.

A kutatási terv eredményessége attól is függ, hogy mikor kerül megvalósításra. Ez vonatkozik az adott történelmi időre és a kutató életkorára, valamint magas fokú szakismereteire egyaránt. Jó példa erre a hazai erdőnevelési és fatermési kutatások országos méretű beindítása, amikor a 60-as évekre az erdészeti termelésfejlesztés egyik gátjává vált az, hogy kellő pontossággal nem ismertük erdeink fakészletét, növedékét, a kitermelhető elő- és véghasználati famennyiségét. A hiány pótlása érdekében ennek a témakörnek a kutatása nem csak az Erdészeti Tudományos Intézetben, hanem főhatósági szinten is kiemelt támogatást kapott. A támogatásnak is köszönhető, hogy másfél évtized alatt létrehoztuk Magyarországon Európa legkiterjedtebb hosszúlejárátú erdőnevelési és fatermési kísérleti hálózatát. A kísérletek adataira építve - nemzetközileg is először - készültek el az erdőnevelési modell táblák és a fatermési táblák valamennyi fő fafajunkra, továbbá az erdőnevelési technológiák és irányelvek. Mindezekre a kísérleti metodikák rövid összefoglalásakor még visszatérek.

Ami a kutatói életkort illeti, nehéz általánosan érvényes megállapítást tenni. Van olyan tudományos munka, amely inkább a fiatal kutatóknak való, és van olyan, amely tapasztaltabb, idősebb tudóst igényel. Az átfogó, korrelatív kutatásokat általában az idősebbek eredményesebben végzik. A fiatal kutatóknak arra kell törekednie, hogy tehetségét mielőbb bizonyítsa. Eme tehetség kibontakoztatásához, a tudományos munkát illető képesség növeléséhez járul hozzá a doktorandusz képzés, a tudományos fokozat vagy az akadémiai doktori cím megszerzésére való törekvés, amely a kutatói továbbképzés egyik mozgató rugója. Ennek során kiemelt szerepe van a doktori értekezés elkészítésének, amelynek összeállításáról a későbbiekben még lesz szó. Akár fiatal, akár öreg vagy fiatal kutatóról van szó, az alkotó elme ott érvényesül a legjobban,

ahol az alkotást tisztelet övezi. Egyedül csak az érdem döntheti el azt, hogy kit választanak ki az alkotó pályára, amely a későbbi tisztelet, elismerés alapja lehet. Ennek megtartása és növelése fegyelmezett, szinte kolostori életet kíván a kutatótól, akinek a számára biztosítani kell, hogy egyéb gondoktól mentesen munkájának szentelhesse magát és örömét lelje benne. Ez az öröm kellő mértéktartás, odaadás és sikerézés esetén jöhet létre

A jövő számos kutatási témában nem egy kutató, hanem kutatócsoport, illetve tudományos iskola keretében végzett munkáé. A kutatói együttműködés megvalósítása azonban meglehetősen nehéz és sok bonyodalommal járó feladat. A csoport, team kialakulásának, illetve létrehozásának alapja a tagok kölcsönös bizalma, a közös munka iránti elkötelezett érdeklődés, a megfelelő légkör, a munkát összehangoló szervezet. Kulcsszerepe van ebben a vezető kutatónak. Bármilyen szimpatikus személy lehet valaki, de ki kell zárni a vezetőségből azt, aki mellett a csoport azt csinálhat, amit akar. A kutatócsoportok együttműködése sok esetben kutatóintézetek közötti együttműködéssé bővül. Itt a siker előfeltétele, hogy a két intézmény igazgatásilag egymástól független, de tudományosan egymástól függő legyen. (Pld. NKFP NYME – ERTI). Az együttműködés szintje a továbbiakban országos vagy nemzetközi keretek közé emelkedhet. Ez az együttműködés az új elméletek döntő forrása lehet. Tekintettel arra, hogy az elmélet a tények összetartó fonala, megalkotója egy vagy több személy, intézet vagy ország lehet. A konfliktusok sorozatához vezethet, ha a különböző elméletek, eredmények kidolgozóit az említett együttműködési formák keretében nem kíséri az őt joggal megillető elismerés.

Az új ismeretek publikálása írásban vagy szóban

Akár egyéni, akár csoportos vagy szélesebb körű együttműködés keretében végzett kutatásról legyen szó, különböző módon kell és lehet tájékoztatást adni vagy beszámolni, jelentést készíteni a végzett munkáról. A kutató és a kutatás elismertségének egyik biztosítója az elvégzett kutatások *írásban vagy előadás formájában való közreadása.* A kutató szakirodalmi, vagy más néven publikációs tevékenysége biztosíthatja többek között a szerzői jogot, az új eredmény létrehozásának elsőbbőségét is. A szakirodalmi munkásság, a megjelent cikkek, tanulmányok és könyvek a szerző számára erkölcsi, tudományos elismerést és a pályán való előbbre jutáshoz további alapot nyújtanak.

Az írás formájában való tájékoztatás megkezdése előtt kezdő és gyakorlott kutatónak egyaránt alaposan át kell gondolnia, hogy kinek és milyen céllal ír, ki olvassa majd a leírtakat. Tudományos közlemény írását csak kellő előkészítés, az adatok megfelelő összegyűjtése és rendszerezése után helyes elkezdni. Az előkészítés során gyakran fordul elő, hogy egyik vagy másik adat hiányos, ezért kiegészítő kísérletekre lehet szükség.

Abban az esetben, ha az egyes kísérletekről és eredményekről folyamatosan írásbeli feljegyzések készülnek, a kézirat elkészítése gyorsabb és főleg alaposabb lesz. Az eredményes íráshoz legtöbbször célszerű az egész napot felhasználni. A szellemi alkotómunka nehezen mérhető idővel, mégis indokolt előre meghatározni a napi penzumot, amit teljesíteni akarunk. Természetesen az írás nem időarányos tevékenység, néha gyorsan, máskor lassan megy, döcög. Ma már nagy segítséget jelent az írásművek megalkotásában a *számítógép.* A *szövegszerkesztő* nélkülözhetetlen írószerszámunkká vált, a számítógéppel dokumentálunk, szerkesztünk és tároljuk az információkat. Az internet segít új források felkutatásában, sőt segítségével dokumentumok is beszerezhetők.

A tudományos dolgozat címe legyen rövid és kellően érzékeltesse tartalmát. Jó, ha azok számára is érthető, kiknek a téma nem szakterülete. Ez függ a tudományos munka szóhasználatától és stílusától is. Kerülni kell a felesleges szavak használatát és a szóismétléseket. A fogalmaknak csak egy neve legyen, egy szó csak egy fogalomra vonatkozzon. A fogalom a nyelvben megtestesült gondolat egyik formája. Az általunk bevezetett fogalmaknak nevet kell adnunk. A tudás fejlesztése új fogalmak felismerésén, kapcsolataik ismeretén és helyes értelmezésén múlik. Ehhez a tudományos dolgozatban szükség lehet új szóhasználatra is. Erdészeti szakíróink is szembesülnek a szakmai követelményekkel együtt a nyelvi követelményekkel. A szakismeretek és a szaknyelv fejlődése egymással szorosan összefügg. Az elmúlt években az Akadémián, napjainkban az Erdészeti Tudományos Intézetben készült, illetve készül el az erdészeti szakkifejezések gyűjteménye és jelentésének magyarázata. Alapvető követelmény, hogy a terminológia a helyén legyen, és az egy nyelven "beszélés" előfeltételeit megteremtjük.

A tudományos dolgozattal szemben nem csak a szaknyelv helyes használata, hanem megfelelő stílusának, szerkezetének a kialakítása is követelmény. A hagyományos "négyes" szerkezeti beosztás a következő. A kutatás tárgya és módszere. – Eredmények. – Megvitatás. – Összefoglalás. Átlagos terjedelem esetén ritkán van szükség alcímekre. A stílus legyen egyszerű és pontos, soha ne legyen dagályos vagy modoros. Táblázatok és ábrák közzlése a legtöbb esetben növeli a mondanivaló érthetőségét és értékét.

A dolgozatok, tanulmányok publikálásának szokásos formái:

- különböző tudományos üléseken előszóval előadott tanulmány,
- szaklapokba készült tanulmány,
- különböző céllal készített disszertáció (PhD, DSc)
- szemle – cikk,
- könyv.

Külön kell mindezekhez kapcsolódón szólni a kutatási jelentésekről, amelyeket a kutató a végzett munka eredményeiről a megrendelő számára készít. Könnyű a feladat akkor, ha menet közben az eredmények publikálása megtörtént, mert ezek a rövid áttekintő jelentéshez csatolva, igazolják a kutatás eredményességét. A gond akkor jelentkezik, ha nincsen eredmény és oldalon keresztül kell magyarázni a semmit.

A tudományos dolgozatok egyik jelentős képviselője a különböző céllal készített *disszertáció*. Tekintettel arra, hogy a tudományos elismertség első lépcsője a PhD fokozat, és várhatóan egyre többen töreksenek ennek elérésére, célszerű a disszertáció elkészítésének folyamatát áttekinteni. Az első feladat a téma pontos meghatározása, amelyben az illetékes vezető segítségével legtöbbször szükség van. Ehhez kapcsolódik az anyaggyűjtés, a begyűjtött kutatási anyag rendszerezése, értékelése, a levonható következtetések megfogalmazása és összefoglalása. A terjedelem a témától függően lehetőleg ne lépje túl a 120 oldalt. A disszertáció szerkezetére vonatkozóan előírás nincsen, ez legtöbb esetben az adott témához sajátosan igazodik. A doktori disszertáció általában nem publikus, de nem is titkos, mert a kijelölt szakkönyvtárakban legtöbbször megtekinthető. A doktori disszertációhoz hasonlóak, bár követelményeiket tekintve enyhébbek azok a tudományos dolgozatok, amelyeket az egyetemi hallgatók tanulmányaik folyamán (TDK dolgozatok) vagy azok lezárásakor diplomatervként készítenek. Ezekből önálló elmélet vagy eredetiség nem várható, annál inkább az adott elméletek idézete és az alkotókra való hivatkozás. A tapasztalatok szerint a diplomatervek többsége jó vagy elfogadható. Minősítésük a legtöbb esetben magas. Sajnos a szakirodalmi összefoglaló és értékelés gyakran csak szerény mértékű.

A kutatási eredmények közlésének gyakori módja és lehetősége az előadás, az elkészített dolgozat felolvasó ülésen való ismertetése. Az erdőmérnöknek, az erdészeti kutatónak is rendkívül nagy szüksége van arra, hogy hatásosan tudjon beszélni. A beszéd művészete olyan fontos, mint az írásé. A diploma megszerzéséig számos vizsga sikere a jó előadás módon is múlik. Sajnos a záróvizsgák többségén, vagy a PhD disszertációk védésén, esetleg a habilitáció alkalmával az erdőmérnök-jelöltek számottevő részének előadásmódja, kifejezőkészsége alig közelíti meg a kívánt színvonalat. A beszéd mellett a kommunikáció fontos eszköze a megjelenés, a testtartás, a gesztusok, a mimika és a hanghordozás. A kutatói beszéd, a szakemberek szakmai témájú előadása mint műfaj is egységet képez. A szónoklásnak a hagyományos művészetétől szerényebb de hatásos megnyilvánulásával különbözik, és soha nem hatásvadász.

A beszédben közölteknek olyan igazságokat kell tartalmazni, amelyek a hallgatóság számára újak. A tudományos előadáson a bevezető rész általában hosszabb, a tárgyalásban több a vita-elem és a befejezés a lényegét megisméltő. Az indító szakaszban a megszólítás ne legyen hosszú és ne hagyjon ki senkit. A bevezetés tételesen sorolja fel miről lesz szó. A tárgyalás pontról pontra haladva tárja fel a problémákat. Az ismerttől kell az ismeretlen felé haladni. A befejezés lehetőleg mindig tömör összefoglalás legyen. A mondanivalót be kell szorítani a rendelkezésre álló időbe. A tömörség feltétele a gazdag szókincs. A tábla és a kréta helyére ma már a vetítés lépett. Az elmondottak bemutatásával az előadás effektusa audio-vizuális szintre emelkedik.

Sajnos, a különböző előadások alkalmával kutatóink, szakelőadóink számos hibát, mondhatni bűnt követnek el. Külön szeretném kiemelni a következőket: - a felkészületlenség, - a bőbeszédűség, - a tagolatlan beszéd, - a befelé fordulás, - a modorosság. Természetesen a felsoroltak vonatkoznak az egyetemi katedrán tartott előadásokra is. A felkészületlenséget kell az egyik legnagyobb hibának tekinteni. Az előadások témakörében kell a rövid tudományos közlésekről megemlékezni, amelyek szerepe jelentős. Ennek során - tíz perces előadás keretében - kell tudományos rendezvényen a kutatásokról számot adni.

Az eredményes kutatót, az elismert szakembert, gyakran hívják meg előadás tartására. Az ilyen, általában egy óráig tartó előadás a tudományos gondolatok szóbeli közlésének az egyik legnehezebb formája. Nehéz a hallgatóság követelményeihez igazodni, ha a szónoknak a hallgatósággal eddig még nem volt kapcsolata. Itt a feladott lecke az alkalmazkodóképesség. Más-más előadói magatartást igényel a kerekasztal-megbeszélés, a tudományos beszélgetés, vagy a klubösszejevetel és a bizottsági ülés. Bármely előadásról legyen is szó, törekedni kell arra, hogy az előadás egyes részei arányosak legyenek.

Különös figyelemmel kell lenni a különböző bizottsági ülésekre és tagságra. A bizottsági vitákra készített szóbeli tájékoztatók szerepe igen fontos lehet. Hasznuk legtöbb esetben a végzett munka értékelésében és a további iránymutatásban nyilvánul meg. Sajnos, a különböző bizottságok időszakonként túlzott mértékben szaporodnak. Ügyelni kell arra hogy a bizottsági tagságokat korlátok közé szorítsuk annak ellenére, hogy az ilyen tagság a szakemberek számára megtiszteltetést jelentene. Túlméretezett számú bizottsági tagság vállalása esetén hamarosan adminisztrátor válhat a tudósból, vagy a szakemberből, aki kapkodó munkával sem tud soha kellő színvonalon eleget tenni feladatainak.

A kutatói, kutatási tájékoztatás és kapcsolat fontos eszköze az internet, a rádió, a televízió és az oktatófilm. Ezek szerepe a jövőben tovább növekszik. A kutatás területén való hasznosításuk külön szakértelmet és készséget követel. Itt kell kiemelni a PR tevékenységet, amelynek a tudományos életben is megvan a jelentősége, amely a jövőben az erdészeti szakemberek számára is fontos és újszerű feladatok vállalását, teljesítését jelenti.

Az erdészeti kutatás feladatainak és módszereik rövid áttekintése

Az eddigiekben összefoglaltak gyakorlatilag az erdészeti kutatásra is vonatkoznak, még ha valamennyi témánál erre külön nem is hivatkoztam. Az erdő összetétele, az erdő életében működő bonyolult kapcsolati és önszabályozó rendszer, a sokrétű és irányú törvényszerűségek egyaránt azt indokolják, hogy az erdészeti kutatás ehhez igazodjon, ezek alapos feltárását és megismerését segítse elő. A kérdés bonyolultságát mi sem bizonyítja jobban, mint az erdőnek az általunk megfogalmazott értelmezése. Eszerint az erdő egy adott területen élő növények és állatok biocönózisa, ahol az életközösség tagjai kölcsönösen hatnak egymásra és környezetükre. Csak az erdőre vonatkozó alapos és átfogó ismeretek birtokában lehet az emberiség, a társadalom és az egész élővilág sokoldalú hasznát szolgáló korszerű erdőgazdálkodás irányelveit, módszereit kidolgozni és a gyakorlatban megvalósítani.

Az erdészettudomány négy alappilléret az ökológia, a biológia, a technika és az ökonómia alkotja. Ezek a pillérek tartják fenn az erdőművelés (erdőfenntartás), és az erdőhasználat (hasznosítás) rendkívül szerteágazó építményeit, amelyek stabil fennmaradását és továbbfejlesztését az erdészeti kutatás és műszaki fejlesztés határozza meg. Az erdővel szemben jelentkező társadalmi igények bővülésével együtt jött létre az erdészeti kutatás és ezzel arányosan fogalmazták meg a kutatás feladatait. A jó kétszáz éves múltra visszatekintve megállapítható, hogy az első feladatok az erdők hozadékának tartamos biztosítására vonatkoztak. Államilag szervezett és intézeti keretben végzett erdészeti kutatás alig több, mint egy évszázada kezdődött el Magyarországon. Az első világháború előtti időben, amikor még Selmecbánya volt az erdészeti kutatás központja, a fakitermelés és faanyagmozgatás, valamint a természetes felújítások és kisebb mértékben a gyérítések alkották a főbb kutatási témacsoportokat. Trianon után, a két világháború között Sopron lett az erdészeti kutatás központja. Ekkor az erdősítések és erdőtelepítések, általában az erdőművelés témaköréhez tartoztak a főbb kutatási feladatok. A második világháborút követően, amikor 1949-ben budapesti központtal létrehozták az Erdészeti Tudományos Intézetet, az erdészeti kutatás gyors fejlődésnek indult, és 1960-1980 között elérte eddigi történetének legeredményesebb időszakát. Ekkor úgyszólván valamennyi jelentős erdészeti feladathoz kutatási témakörök társultak és a termőhely feltárás, a fafajok termőhely igénye, az erdőművelés teljes témaköre: a szaporítóanyag, az erdősítés az erdőnevelés és a fatermésztan, az erdővédelem, az erdészeti gépesítés, az erdők többcélú hasznosítása: fahasználat, üdülés, erdei szolgáltatások és az erdészeti ökonómia, valamint a vadgazdálkodás és később a környezetvédelem és tájfejlesztés képezték az Erdészeti Tudományos Intézet (ERTI) főbb feladatait. Ki kell emelni azt is, hogy a főhivatású kutatóhelyen kívül számottevő, főleg alapkutatás jellegű munka az erdészeti felsőoktatási tanszékeken a felsőoktatás egész története folyamán jellemző volt. Professzoraink, oktatóink a lehetőségekhez mérten mindig törekedtek tantárgyaik témáinak kutatására is.

Az 1990. évi rendszerváltás után radikális visszafejlesztésnek voltunk a tanúi, amely az ezredfordulóra megszűnt és az erdészeti kutatás ismét fejlődési pályára állt. Javultak az anyagi és technikai előfeltételek, valamint a kutatók anyagi megbecsülése is. A kutatott témák köre egyre bővült. Jellemző, hogy az ökológiai, és az erdővédelmi kutatási feladatok száma és súlya növekedett, az erdőművelési, nevelési és fatermési kutatás viszont még a korábbi szintet sem érte el. Az erdőhasználati, az ökonómiai és a gépesítési kutatások úgyszólván teljesen átkerültek az Egyetem Erdőmérnöki Karához (EMK). Jelentősen megjavult viszont a kutatóhelyek, az ERTI, valamint az EMK és a FMK közötti együttműködés. Ez egyrészt az illetékes vezetők helyes törekvéseinek köszönhető, másrészt döntő szerepe volt ebben a kutatási pályázatoknak, amelyek

közül a Nemzeti Kutatási Fejlesztési Program (NKFP) keretében több projekt kidolgozására intézményeink együttesen vállalkoztak. Ezen túlmenően az erdészeti és faipari társaságokkal, vállalatokkal konzorciumok létrehozásával növelték kutatási kapcsolataikat. A pályázatok között a 20. század utolsó évtizedében jelentős lehetőségeket ígért és nyújtott az erdészeti kutatás számára az Országos Kutatási és Fejlesztési Alap (OTKA), valamint több más főhatóság és vállalat (Rt.) is.

Erre a rövid, de korántsem teljes áttekintésre azért volt szükség, mert egyértelműen kitűnik belőle, hogy az újabb kutatási témák sajátos módszertanát (metodikáját) külön-külön kell meghatározni. Az előzőekben ismertetett általános irányelvek azonban itt is érvényesek, amelyeket az adott témához az illetékes kutatóknak kell hozzáigazítani. Az erdészeti kutatás területén a jövőben is döntő, kiemelt jelentőségűnek tartom a következő általános tervezési és kutatás módszertani irányelvek és szempontok betartását:

1. A kutatási téma pontos megjelölése és a feladatok körülhatárolása.
2. Kutatási alapterv készítése, amely tartalmazza:
 - a téma-dokumentációt, a szakirodalmi áttekintést és értékelést,
 - a részfeladatokat és a hozzájuk kapcsolódó kísérleteket,
 - a kísérletek metodikájának pontos leírását a kutatás kezdetétől a kiértékelésig.
 - a feladatok ütemezését és a várható eredmények előre jelzését,
 - a kutatási eredményeknek, valamint a végzett munkával kapcsolatos tájékoztatásoknak a közlési módját és időpontját.
3. A személyi, a műszaki (műszer, infrastruktúra) és az anyagi (pénzügyi) előfeltételek és azok teljesítésének meghatározása.

Befejezésül csupán egy témacsoportnak, az erdőnevelési és fatermési kutatásoknak a metodikájára vonatkozó vázlattal szeretném bemutatni azt hogy bár az erdészeti kutatásoknak egy részét képezik, mégis sok olyan sajátos metodikai megoldást kell a munka során alkalmazni, amely más erdészeti témák kutatásakor nem jelentkezik.

Az erdőnevelési és fatermési kutatások metodikájának vázlata

- A kutatási feladat: erdőnevelési és fatermési kutatások.
- Cél: természet-közeli erdőnevelési irányelvek és eljárások kidolgozása, ezek hatásának vizsgálata a faállományok fatermésére és az erdő egész élővilágára vonatkozóan.
- A feladat megoldásához szükséges kísérletek: hosszúlejárátú kísérleti területek és sorok létesítése, fenntartása és kiértékelése a fő célállomány típusokban.
- A kísérletek módszerének vázlata. Terület kiválasztás (50 x 50 m 20 m-es védősávval, vagy 25 x 40 m 10 m-es védősávval). Kezelések: kedvező esetben 5 parcella, amelyből 1 parcella a kontroll, a többi különböző nevelési erély szerint alkalmazott nevelővágás (körlap: G, vagy törzsszám: N szerint –körlap-összegtartás, törzsszámtartás), a parcellák faállományának felvétele és minősítés: V, G, N. Faosztályozás: nevelés, törzs, korona, levélfelület, egészségi állapot, összbnyomás. Ismétlések száma: minimum 3, a matematikai kiértékelés (regresszió analízis, szignifikancia-vizsgálat,... stb.) érdekében. Ismétlések esetén véletlen blokkrendezés, de az adott állományok nyújtotta lehetőségek meghatározó jelentőségűek. A kiértékelés a kísérleti faállományok felvett adatainak külön-külön és egymással összefüggésben végzett egybevetését, az összefüggések feltárását és igazolását szolgálja.

- A kutatás tervezett eredményei. Korszerű erdőnevelési irányelvek és eljárások, új erdőnevelési modell táblák, új fatermési táblák, növedék táblák, modellek.
- Időterv. A kutatás folyamatos, ideje nem behatárolt, az eredmények az ismételt felvételek során jelentkeznek.
- A kutatás személyi és anyagi előfeltételei. A megrendelés függvényében aszerint változnak, hogy a hazai célállományok közül valamennyire, vagy csak azok egy részére terjednek ki a kutatási feladatok.
- Műszerek. A kísérleti területek létesítése, fenntartása és felvétele során az újabb dendrometriai és egyéb mérőműszerek beszerzése szükséges.
- Adatkiértékelés. Az adatok terepi felvétele és kiértékelése érdekében a számítástechnika alkalmazása alapvető követelmény.

Ez a nagyon rövid áttekintés csak a tartalmi vázlat, amelyet részletesen ki kell fejteni és a kutatásban résztvevőknek átadni, illetve közös gyakorlaton az egységes alkalmazást, szemléletet kialakítani. A munkában természetesen a kutatókon kívül jelentős szerep jut a technikusoknak és a segéderőknek, akiket megfelelően ki kell oktatni. Soha nem szabad azonban a kísérleteket felügyelet nélkül, a segéderőket magukra hagyva végezni.

ZÁRÓGONDOLATOK

Több mint 50 éve annak, hogy 10 éves erdészeti gyakorlat után, 1961. júniusában az Erdészeti Tudományos Intézethez kerültem, ahol megbízást kaptam az erdőművelési és fatermési kutatások irányítására. Mint tudományos osztályvezető, később mint főosztályvezető, az ERTI vezetőségének egyetértésével a kutatási terv (program) összeállítását, a hosszúlejáratú erdőnevelési és fatermési kísérletek országos hálózatának a kiépítését tekintettem első feladatommá. Egy negyed század kellett ahhoz, hogy kiváló munkatársakkal (kutatók és technikusok, segéderők), létrehozzuk az országos kísérleti bázist. Az új fatömeg és az országos fatermési táblák, erdőnevelési modellek sora, valamint az erdőnevelési irányelvek és technológiák igazolják a fél évszázados kutatások eredményeit.

Mindaz amit ebben a tanulmányban összefoglaltam ennek a hosszú időn át végzett munkának is köszönhető, amelynek során az erdészettudománnyal, a kutatás céljaival, feladataival és módszereivel kapcsolatosan itthon és külföldön gyűjtöttem ismereteket és tettem szert kellő tapasztalatra. Fontos szerepet tulajdonítottam a szakirodalomnak. Közülük külön is kiemelem Sellye János, Tomcsányi Pál, Sváb János, Szegi József könyveit, amelyek a kutatási módszertannal foglalkoznak.

A bevezetőben említettem, hogy a kutatás egész embert, sokszor askétikus életmódot kíván attól, aki a tudományos pályára lép. Kitértem arra is, hogy ennek a pályának megvannak a sajátosan szép örömei, sikerei is. A kísérleti hálózat kialakításakor a 60-as és a 70-es években sokszor éltünk kint az erdőn mostoha körülmények között. Sem jármű, sem megfelelő szállás vagy ellátás nem volt. Évente 100-120 napot töltöttünk a "tő mellett" a kísérleti területeken. Lakókocsi, sátor, elhagyott erdész-ház volt sokszor heteken át a "Szálloda", amely nem őt, hanem sok csillagos volt, mert esténként az igazi csillagok pótolták a villanyvilágítást, ha éppen hiányzott a petróleumlámpa. Mindezekre visszaemlékezve az elért eredmények ismeretében állíthatom, hogy a fáradozás nem volt hiábavaló. A végzett munka öröme nem maradt el, amely tovább kíséri az embert egész élete folyamán.

**NÉHÁNY DENDROKRONOLÓGIÁBAN ALKALMAZOTT ELJÁRÁS HAZAI
FELHASZNÁLÁSA KOCSÁNYTALAN TÖLGYEKEN**
**SOME METHODS APPLIED IN DENDROCHRONOLOGY AND THEIR HOME
USE ON SESSILE OAK (QUERCUS PETRAEA) TREES**

SZABADOS ILDIKÓ

ÖSSZEFOGLALÁS

A dendrokronológiában általánosan használt statisztikai értékek értelmezését mutatja be a cikk 11 kocsánytalan tölgy fatermési parcella 116 fájáról gyűjtött növedékcsp évgyűrűszélesség-adatainak felhasználásával. A területek érzékenységében nem volt kimutatható eltérés, az autokorrelációban a megelőző 2-3 évnél volt szignifikáns szerepe, de előfordult egy ciklikus autokorreláció is. A parcellák páronkénti korrelációja a termőhely és az állományok eltérő minőségére és szerkezetére utalt. A rendkívül kis növekedésű évek megjelenése alapvetően a kevés csapadékra vezethető vissza, de ez a kapcsolat a felszaporodott károsítók által indirekt módon is megnyilvánul.

KULCSSZAVAK: évgyűrű-szélesség, érzékenység, autokorreláció, korreláció, mutatóévek

ABSTRACT

The paper explains the interpretation of commonly used dendrochronological statistical values using tree ring width data obtained from 116 sample trees from 11 *Q. petraea* growth parcels. There were no detectable differences in the sensitivity of the parcels, the preceding 2-years played significant role in the autocorrelation, but one cyclic autocorrelation was also found. The coupled correlation of the parcels indicated different stand quality and structure. Years with extremely low growth basically explained by low precipitation, but this relation is reflected indirectly by the increased number of damaging biotic agents.

KEYWORDS: tree rings, sensitivity, autocorrelation, correlation, signal years

BEVEZETÉS

Az évgyűrűelemzés hazánkban a nyolcvanas évek elején volt utoljára gyakran alkalmazott vizsgálati módszer a légszennyezés és az egyéb erdőkárok feltérképezésére. Manapság újra egyre többször nyúlunk ehhez a tudományághoz. Erdészeti jelentősége főleg a klímaváltozás hatásainak becsléseire irányuló kutatásokban értékelődött fel, de továbbra is fontos szerep jut neki a növedékvesztések meghatározásában, termőhelyi tényezők és mesterséges beavatkozások szerepének tisztázásában.

A hazai szakirodalomban szép számban jelentek tanulmányok, amelyek évgyűrűadatokat tartalmaztak vagy ilyen méréseken alapultak, de alig találkozhatunk olyan publikációval, amely az évgyűrűadatok feldolgozásával vagy a kapott statisztikai értékek elemzésével foglalkozott volna. A tanulmányban arra a kérdésre igyekszem választ adni, hogy mihez is lehet kezdeni egy vagy több fa évgyűrű szélességeinek adatsorával, milyen számítási módszereket kell feltétlenül követni vagy lehet figyelembe venni, és az adatsorok milyen információkat hordoznak magukban, amelyek egyszerűbb statisztikai módszerekkel kinyerhetők.

¹ Erdészeti Tudományos Intézet, Erdőművelési és Fatermési Osztály, szabadosi@erti.hu

MINTAVÁLASZTÁS

A bemutatásra kerülő eredmények a 41. számú erdőgazdasági tájhoz tartozó Dunazug-hegységben és a Börzsönyben található, ERTI által fenntartott hosszúléjartatú kocsánytalantölgy fatermési és erdőnevelési mintaterületek kimagasló és uralkodó magassági osztályú fáin elvégzett vizsgálat alapján születtek. A többi magassági osztályban az egyedek közti konkurencia olyan jelentős és nehezen kiszűrhető növekedési hatásokat okoz, hogy célszerűnek látszott teljes elhagyásuk.

A könnyebb összehasonlíthatóság érdekében valamennyi mintaterületől elvárt volt, hogy az általános termőhelyi jellemzőik megegyezzenek, így tartozzanak a gyertyános tölgyes klímába, hidrológiai viszonyaik legyenek többletvízhatástól függetlenek, és agyagbemosódásos barnaerdőtalajon álljanak. A hat parcella kiválasztását az is indokolta, hogy legyenek egymás közelében azonos korú és eltérő korú, távolabb lévő idősebb és fiatalabb, valamint nagyobb távolságban lévő állományok.

*1. táblázat A mintafák helye és száma***Table 1.** The place and number of sample trees

Község	Tag,erdőrészlet	Kor (év)	Minták száma (db)
Pilismarót	129A	56	10
Pomáz	75C	55	11
Pilisszentkereszt 2 parcella	46A	91	16
Szentendre	75H	83	11
Szentendre	77E	85	26
Szendehely 5 parcella	14A	46	54

A 11 mintaparcellán összesen 116 darab fából, két-két irányból növedécsapot gyűjtöttünk be, ügyelve arra, hogy a mintavétel iránya lehetőleg a bél felé mutasson, a lehető leghosszabb legyen, és ne törjön el. A növedécsapokat pontosan feliratozott kémcsövekben szállítottuk. Az azonnali mérésre nem mindig volt lehetőség, ezért különféle tárolási formákkal is foglalkoztunk. Legsikeresebbnek a nyitott kémcsövek normál hűtőszekrényben való tárolása bizonyult, ily módon minimálisra csökkenthető volt az összeszáradás, a csapok deformálódása, szétesése és penészedése. A növedécsapok hossza átlagosan 8-10 cm volt, ez a hosszúság 30-70 éves növekedési időszakot ölelt fel. A mérések befejeztével így összesen mintegy 10.000 évgűrű szélességi adata és keletkezési éve állt rendelkezésünkre.

VIZSGÁLATI ÉS ÉRTÉKELÉSI MÓDSZEREK

Indexelés: Az évgűrűelemzésnél figyelembe kell venni azt, hogy az évgűrűk szélességének jellemzésére a közvetlenül mért szélesség nem alkalmas, hiszen egyetlen mintán, egyetlen fán belül is nagyon változó értékeket ad. Ezeket a korból, a fán való magassági elhelyezkedésből stb. adódó hatásokat az indexelés módszerével lehet kiszűrni.

Mindenegyed évgyűrűszélesség adatsorára fektethető egy olyan függvénygörbe, amely a faegyed egész életének, de legalábbis a mért szakasznak, növekedési trendjét leírja. Általában exponenciális függvény ($y = a \cdot e^x$) vagy a növekedés jellegét jobban leíró Hegershoff-függvény ($y = a \cdot t^b \cdot e^{ct}$, ahol t a kor, a , b , c pedig konstansok) használatos. (Schweingruber 1983) Ez utóbbi függvény a polinom és az exponenciális függvény kombinációja, a legjobban megközelíti a fiatal és az idősebb kori növekedési trendet. A továbbiakban a kiválasztott függvény adott évi értékéhez viszonyítjuk a mért évgyűrűadatot, vagyis az így nyert mindenegyed viszonzszám, ún. indexérték azt fejezi ki, hogy az elméleti értékhez képest valójában annak hányad része realizálódott.

Ezek az indexértékek már kortól függetlenek, vagyis belőlük átlag is képezhető. Adott évre jellemző indexátlagokból rajzolt indexgörbe az adott termőhelyre és adott időszakra jellemző görbe lesz.

Felhasznált további számítási eljárások:

- *Érzékenység* kifejezi, hogy az egymást követő években a mért értékek mennyire változatosak, és meghatározza, hogy az egyes fafajok növekedését adott termőhelyen mennyiben befolyásolják a környezeti tényezők, illetve ezek hatása milyen periódusokban érződik jobban, melyikben gyengébben.
- *Korrelációs számítás*al meghatározható, hogy az évgyűrű-paraméterek alapján a különböző területek és származások között van-e kapcsolat. Valamely termőhelyi tényezővel kapcsolatos vizsgálatnál annak meghatározó szerepét igazolja vagy elutasítja, és kifejezi, hogy a független tényező milyen mértékben határozza meg az évgyűrű méretét.
- *Autókorreláció*: Az évgyűrűk egymást követő sorozatában az elemek statisztikailag nem függetlenek, hanem egy év hatása a következő néhányban is megjelenik még, bár csökkenő mértékben. Az autókorrelációs koefficiens azt adja meg, hogy a megelőző év vagy évek évgyűrűszélességei mennyiben határozták meg az adott évit.
- *Együttfutás és intervallumtrend*: Az együttfutás két idősor adatainak hasonlóságát fejezi ki aszerint, hogy időegységek alatt azonosan csökkenő vagy növekvő trend áll-e fenn. Az intervallumtrend több adatsorra, de évente meghatározza az azonos tendenciák gyakoriságát, és számszerűen megjeleníti a mutatóéveket, azaz különösen eltérő növekedésű éveket.

EREDMÉNYEK

1. Az érzékenység

Első lépésként a parcellák évgyűrűinek érzékenységét vizsgáltam azzal a céllal, hogy eldöntsem, van-e különbség a mintaterületek érzékenysége között. Fontos annak az eldöntése, hogy vannak-e olyan területek, amelyeket figyelmen kívül kell hagyni, mert a külső tényezők hatása az évgyűrűszerkezetben nem érvényesül vagy csak nagyon kis mértékben. A teljes mérési sor elemzése mellett szükséges lehet tudni, hogy esetleg mely időszakok érzékenyebbek, vagy melyek azok, amelyeket külön nem érdemes vizsgálni, mert előremutató eredményre nagy valószínűséggel nem vezetnek.

A hat kísérleti terület 5 évenkénti átlagos érzékenységét tekintve köztük lényeges különbség nem látható, valamennyi átlaga a teljes időszakra 0,22-0,28 között mozog. Más vizsgálatokhoz hasonlítva ez az érték némileg elmarad a fafajra általam eddig másutt mért 0,37-0,42 értékektől. (Szabados 2000) Az érzékenység bármilyen külső tényezőt magában foglalhat,

tehát értékének nagyságából egyértelműen nem lehet következtetni arra, hogy ott minden tényezővel magas korrelációs kapcsolat fedezhető fel, de az időintervallumok kiválasztásához jó támpontot nyújthat, ha a teljes időszoron belüli kapcsolatokra is kíváncsiak vagyunk. A mérési időszakokat tízéves időszakokra bontva kiválaszthatók azok a periódusok, amelyekben várhatóan a külső hatásokra a legmarkánsabb reakciókat lehet tapasztalni. Ezek az időszakok 1960 és 1980 között, valamint 1990 után jelentkeztek. Így érdemes tehát – a statisztikai elemzésekhez megfelelő mintaszámot is biztosítva – olyan 20 éves ciklusokat választani, amelyben 1960-80 mindenképpen egy időszakasként szerepel. Egy ilyen elemzésnek jelentősége lehet akkor, ha valamilyen változás hatásait akarnánk igazolni az időjárás jellegének esetleges megváltozása hatásait illetően.

2. A mintaterületek korrelációs kapcsolata

A mintaterületek kiválasztásakor fontos szempont volt, hogy lehetőleg a termőhelyi változókat minél inkább kiküszöböljem, ezért hasonló adottságú parcellákat választottam. Mindezek ellenére érdemes megvizsgálni, hogy a termőhelyi hasonlóságok milyen mértékű azonosságot eredményeztek az évgűrűkben. (Tardif 2001) Ehhez a területek mintafáinak évgűrűit vetettem össze és számoltam ki köztük a páronkénti korrelációt. A korrelációs koefficiensekre eredményül a 2. táblázat mátrixát kaptam. A pilismaróti fák évgűrűi nőnek a többihez képest a legkevésbé hasonlóan, és különösen a pilisszentkeresztől térnek el. A többiek közötti különbségek is elsősorban a különböző korral, eltérő állomány szerkezettel és a termőhelyben mégiscsak meglévő eltérésekkel magyarázhatók. A pomázi és szentendrei területek annyira közel fekszenek egymáshoz, hogy a termőhely gyakorlatilag azonosnak mondható, de jelentős eltérés van a korban és záródásban.

2. táblázat A mintaterületek korrelációs mátrixa az évgűrűszélességek alapján

Table 2. Correlation matrix of sampling plots on the basis of tree ring widths

1950-1994	Szendehegy	Szentendre77	Szentendre75	Pilisszentkereszt	Pomáz	Pilismarót
kor (év)	46	85	83	91	55	56
Szendehegy	-	0,61	0,63	0,70	0,65	0,37
Szentendre 77	0,61	-	0,79	0,68	0,58	0,36
Szentendre 75	0,63	0,79	-	0,72	0,77	0,23
Pilisszentkereszt	0,70	0,68	0,72	-	0,49	0,07
Pomáz	0,65	0,58	0,77	0,49	-	0,65
Pilismarót	0,37	0,36	0,23	0,07	0,65	-

3. táblázat A mintaterületek korrelációs mátrixa az évgyűrűindexek alapján

Table 3. Correlation matrix of sampling plots on the basis of tree ring index

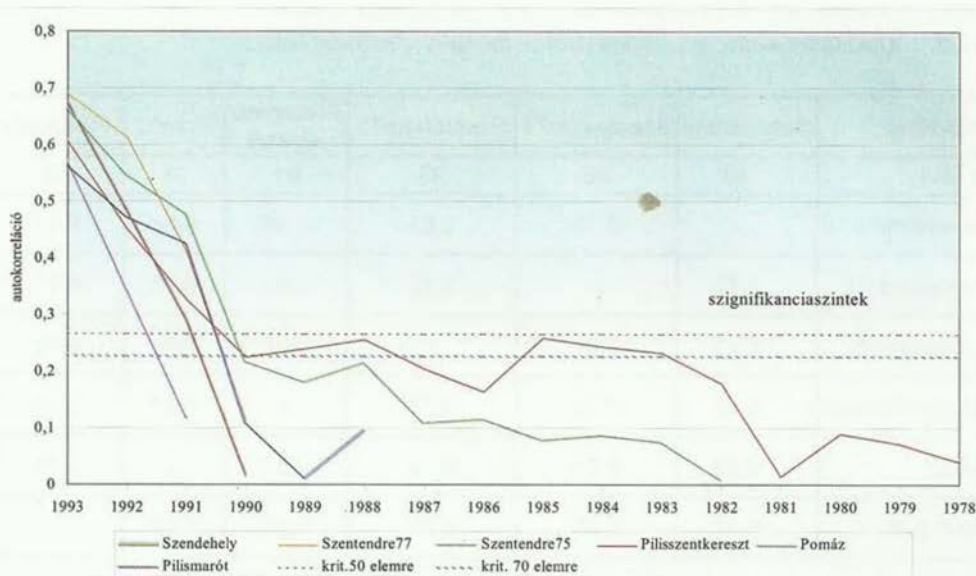
1950-1994	Szende hely	Szentendre77	Szentendre75	Pilisszentkereszt	Pomáz	Pilismarót
kor (év)	46	85	83	91	55	56
Szende hely	-	0,72	0,63	0,66	0,58	0,47
Szentendre 77	0,72	-	0,87	0,62	0,76	0,65
Szentendre75	0,63	0,87	-	0,57	0,82	0,68
Pilisszentkereszt	0,66	0,62	0,57	-	0,67	0,56
Pomáz	0,58	0,76	0,82	0,67	-	0,65
Pilis-marót	0,47	0,65	0,68	0,56	0,65	-

A kornak, mint tényezőnek kiküszöbölésére bemutatom ugyanezt a kapcsolatrendszert az indexek esetében. (3. táblázat) Itt lényegesen szorosabb kapcsolatban állnak egymással a földrajzilag közelebb álló mintaterületek, míg a távolabbiak kapcsolata kissé lazább.

3. Az autókorreláció

Az évgyűrűkre nemcsak külső tényezők hatnak, hanem olyan belső fiziológiai folyamatok is, amelyek az ún. belső tényezőktől, belső környezettől függenek. Az évgyűrűk szélessége nem véletlen számok sorozata 0,0 és kb. 5,00 mm között, hanem meghatározott belső mechanizmusuk szerint – amelyről egyelőre kevés ismerettel rendelkezünk – az egyik évgyűrű befolyással bír az azt követők növekedésére, vagyis statisztikailag összefüggő sort alkotnak. Hogy ez a hatás mekkora, és hány évgyűrű van egymásra hatással, azt az autókorrelációval lehet megválaszolni. Egy évgyűrű-adatsor korrelációs kapcsolatát vizsgáljuk 1,2,3 stb. évvel korábbi adatsorával addig, amíg a szignifikáns kapcsolat kimutatható.

Normál esetben a korrelációs kapcsolatok a visszalépések számának növelésével csökkennek. Pomáz, Szende hely és Szentendre 77E esetében 3-4 évnyi visszalépés után a kapcsolat megszűnt. Érdekes a másik három terület autókorrelációs görbéje, mert nem követi ezt a szabályt, hanem az 1988-as év hatása felerősödik, majd innen indul meg az újbóli lefutás. Az előzőektől teljesen eltér a pilisszentkeresztzi görbe, hiszen a koefficiensekben rendszeres emelkedések figyelhetők meg ahelyett, hogy a görbe monoton módon közelítene a nullához. A magasabb rendű autókorreláció pozitív maradhat, sőt emelkedhet trendek és hosszú, állandó hatás esetén. (H.Fritts 1976) Irodalmi tapasztalatok szerint az eltolás mértéke, vagyis az autókorreláció rendre nem haladja meg az adatsor hosszának 20%-át. Pilisszentkeresztzi példánkban 14 év lehetne a maximális eltolás, de itt még nem éri el az x-tengelyt, sőt ismét emelkedik, igaz, az értékek már a szignifikanciaszint alatt vannak. Az ábrán a megbízhatósági szint kritikus értékét konstansnak



I. ábra Növekvő rendűségű autokorreláció a különböző parcellákon

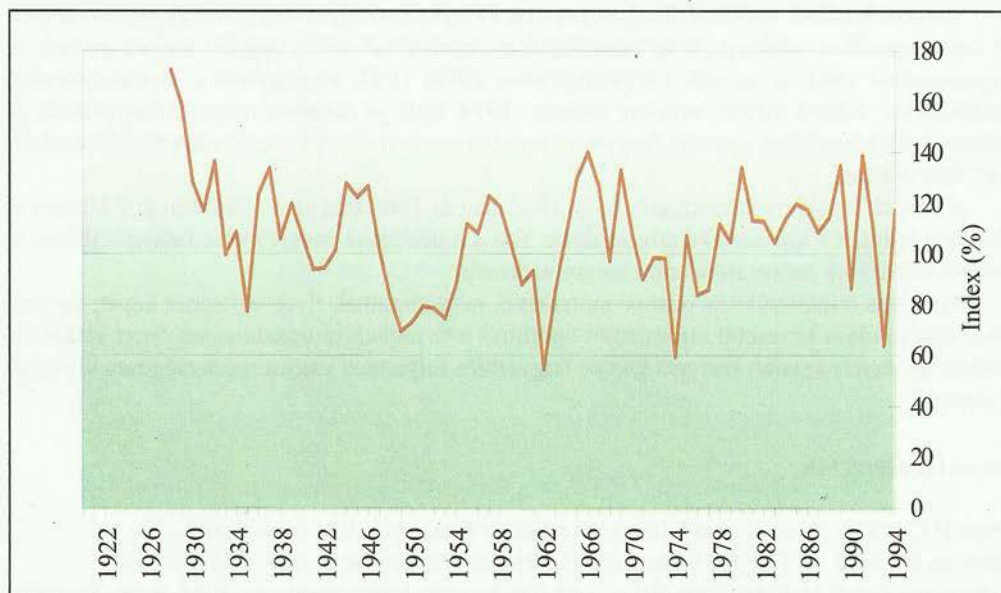
Fig. 1. Increasing autocorrelation on different parcels

jelöltem, habár hosszabb távon növekszik, sőt egy idő után változásától nem is lehet eltekinteni. A növekedés oka az, hogy a korrelációs számítás mindig azonos hosszúságú adatsorokra kell elvégezni, amelyek az eltolás növelésével egyre rövidebbek lesznek, ennél fogva csökken a szabadságfok, és nő a kritikus érték. Az említett adatsornál feltételezhető, hogy valamilyen alacsony frekvenciájú hatás érvényesül. Ilyen hatás lehet a faállomány szerkezetének megváltozása, szukcessziós változás, de okozhatja a klíma megváltozása is. 8 évnél rövidebb, ún. magas frekvenciájú változást idézhetnek elő a magtermési ciklusok és a klíma rövid távú változása is.

4. Intervallumtrend - rendkívüli évek a növekedésben

A parcellák földrajzi elhelyezkedése és termőhelye között nincsenek lényeges különbségek, a korkülönbség pedig az indexeléssel eltűnt, ezért adódott a lehetőség valamennyi parcella indexadatának átlagolásához. (2. ábra)

Az évgyűrű- és indexfutások menetében – külön-külön és átlagban is - mindig szélsőérték-helyként jelentkezett az 1962-es, 1968-as, 1974-es és 1992-es év. A visszaesések magyarázatát sokféle tényezőtől, vagy tényezők együttesétől lehet kiválasztani. Mivel a mintavételi területek térben nagyobb távolságban, akár 100 km-re helyezkednek el egymástól, és mert a csökkent növekedés egyetlen évben jelentkezett, így szűkíteni lehet a kiváltó tényezők számát. A jelenség okát - nagyobb földrajzi kiterjedése és egyszeri hatás miatt - időjárási tényezőkben vagy nagyobb területen fellépő károsító hatásában próbáltam keresni. 1962-ben és 1968-ban egybeesést találtam a nagyon alacsony vegetációs időszaki csapadékkal, ugyanakkor 1974-ben nem volt ilyen. Bár 1962-ben és 1968-ban a területek jelentős részén az átlagnál kevesebb csapadék volt, különösképpen a vegetációs időben, de ezek az értékek annyira nem tűntek kirívónak, hogy



2. ábra Az évvűrűindexek különböző parcellákból vett átlaga
Fig. 2. Increasing autocorrelation on different parcels

ilyen egyöntetű és nagy mértékű növekedéscsökkenést okozhattak volna. Tehát más kiváltó tényezőknek is utána kell nézni! Az Erdővédelmi Osztály által minden évben kiadott prognózisfüzetek arról számoltak be, hogy az 1962-63. év az eddigi legnagyobb országos araszoló (Geometridae) gradáció időszaka volt. A Pilisben ez a károsítás 1962-ben cca. 5000 ha, 1963-ban cca. 300 ha-t érintett. Az ebben az időszakban jelentkező növedékkiesésnek köze lehetett (vagy lehetett volna) ehhez a megnövekedett hernyószámhoz. 1968-ban is kisebb araszoló és sodrómoly károsítások jelentkeztek, de az ok-okozati összefüggés itt már nem olyan nyilvánvaló. 1974-ben szintén számottevő araszoló pusztítás jelentkezett, de a mértéke nem érte el az 1962-es szintet. (Szontágh, 1984)

Már-már vélelmezhető volt, hogy a vegetációs idő kevés csapadékának és a hernyópusztítás hatásának összegződésében megtalálható a leggyakrabban visszatérő minimumévek rejtélye, amikor más hazai és külföldi területek különböző fafajú évvűrű-adatsorával elvégeztem az összehasonlítást. Ezekből az derült ki, hogy a minimumhelyek számos más helyen is ugyanazok, és feltűnően 1962. ugrik ki az adatsorból. Ebből az a következtetés szűrhető le, hogy a minimum évek magyarázatát nem a Pilisben és környékén kell keresni, hanem nagyobb léptékben, sőt egészen nagyban. Például károsodott svájci lucfenyő állományok évvűrűindexeiben is a minimumpontok helye 1962, 1974 és 1976. Lucra és bükkre Baden-Württembergben is kimutatható volt az 1962-es év, magyarázatul itt az alacsony vegetációs csapadékösszeget adták. (Gärtner, 1990) Ezen információk alapján az araszoló pusztítás meghatározó jelentőségét vélhetően át kell értékelni, és a kérdést abból kiindulva kell feltenni, hogy a száraz időjárás milyen kapcsolatban van a rovargradációk kialakulásával. Hiszen természetes, hogy egy meleg, száraz év többféle károsító szaporodását is gyorsítja.

További külföldi szakirodalomban kutatva 39 nyugat-európai tölgykronológia mutatóéveit¹ összehasonlítva találtam olyan kronológiákat, amelyeknél 1962. negatív mutató év volt, és ugyanezeknél 1968. is az volt. (Schweingruber; 1996) 1992. év évgyűrűi a meteorológiai emlékezetes rekord méretű aszályra utalnak. 1974. rejtélye azonban megoldatlan maradt, de számos külföldi példa is igazolja, hogy nem minden esetben sikerül megdönthetetlenül meglelni a kiváltó okokat.

A fentiek alapján vélelmezhető, hogy 1962-ben és 1968-ban az időjárásban kell keresni az alapvető indokot a kis mértékű növekedésre. Bár a mutatóévek megjelenése fafajspecifikus, az extrém időjárások hatása mindenütt megmutatkozik.

Az egyes mintaterületek pozitív mutatóévei nem mutatnak ilyen egységes képet, de ezen évek előfordulása kevesebb információt tartalmaz a termőhelyre vonatkozóan, mert kialakulásukban gyakran nagyobb szerepet kap az öngyérülés folyamata vagy a mesterségesen elvégzett gyérítés.

IRODALOMJEGYZÉK

- Fritts H.C. 1976. Tree ring and climate. Academic Press, London, New York
- Gärtner, R., Stoll, G. (1990): Weiserjahre in Baden-Württemberg. AFZ 45:1163-1167
- Schweingruber F-H.1996. Tree Rings and Enviroment Dendroecology. WSL Bern, Stuttgart, Wien Haupt.
- Schweingruber, F. H. 1983. Der Jahring. Verlag Paul Haupt, Bern und Stuttgart.
- Szabados, I. 2000. Kocsányos- és kocsánytalantölgyek növedékvizsgálata évgyűrűelemzéssel. Kutatási jelentés. ERTI
- Szontágh, P. 1984. Tölgy lombfogyasztó rovarok kártétele 1962-1981 években. Az erdő XXXIII.8.:353-358
- Tardif, J., Brisson, J., Bergeron, Y.2001. Dendroclimatic analysis of *Acer saccharum*, *Fagus grandifolia*, and *Tsuga canadensis* from an old-growth forest, southwestern Quebec. Canadian Journal of Forest Research 1491-1501 p.

¹ Az évgyűrűgörbék túlnyomó részén kiemelkedően kicsi vagy nagy növekedést mutató évek.

GYORSANNÖVŐ AMERIKAI FENYŐFAJOK MAGYARORSZÁGI TELEPÍTÉSÉNEK LEHETŐSÉGE

PLANTING POSSIBILITY OF FAST-GROWING AMERICAN CONIFEROUS TREE SPECIES IN HUNGARY

HAHN FÜLÖP¹

ÖSSZEFOGLALÁS

Az eddigi kísérletek és gyakorlati tapasztalatok arra utalnak, hogy Észak-Amerika nyugati és más részéről származó gyorsan növő fenyő fajok ígéretesnek mutatkoznak több európai országban való telepítésre, köztük Magyarországon is. Ennek további tanulmányozására újabb 10 fenyő fajtát és 35 származási helyet választottunk ki. A legtöbb ebből az USA ún. "belső part menti" zónájából való. Ez a vidék magába foglalja a Csendes óceáni parti hegylánc, a Cascade és a Sierra Nevada - hegylánc közötti erdőterületek nagy részét Washington, Oregon, valamint Kalifornia államokban. A kiválasztott 35 származási helyről 2000-ben és 2001-ben érkeztek magszállítmányok csemetenevelésre. A fafajok és a származási helyek kiválasztása nagy körültekintéssel történt. A származási helyek ökológiai adatait összehasonlítottuk a Magyarországon felhasználásra tervezett erdősítési területek, erdőgazdasági tájak adataival, és ennek eredménye közlésre került. Az értékelt hőmérsékleti adatok alapján ismeretes, hogy a származási helyek a hatalmas területen való elszórtságuk ellenére viszonylag kis ingadozást mutatnak. A belső part menti zóna évi átlag hőmérséklete valamivel melegebb, mint Magyarorszáé, de a szélső értékek között nincs nagy különbség. A belső part menti zóna átlagos évi csapadéka eléggé változó és valamivel több, mint Magyarországon. Ennek a csapadéknak nagy része a vegetációs szünetében (október és március között) esik. A vegetációs idő alatt (április 1-től szeptember 30 között) igen száraz az éghajlat. Magyarországon ez fordítva van, mivel a Nagyalföldön és a Nyírségben majdnem kétszer annyi a csapadék a vegetációs idő alatt, mint a kísérletre behozott fafajok származási helyein. A korábban Észak-Amerikából behozott magok származási helyének klímája is nagyban hozzájárult ahhoz, hogy ezek a fafajok Magyarországon kedvező növekedést mutatnak. Ez alapján bízhatunk abban, hogy a most kezdődő közös munka is sikeres lesz, idővel hozzájárul a gyorsan növő észak-amerikai fenyőfajok üzemszerű termesztéséhez és a magyar erdők termelékenységének növeléséhez.

ABSTRACT

The experiments and practical experiences up till now refer to the fact, that the fast-growing coniferous species originating from the west and other parts of North America look promising for planting in several European countries, among them in Hungary too. For further studying of this, we have selected additional 10 coniferous tree species and 35 provenances. The greater number of these species come from the so-called „inner littoral zone” of USA. This region includes the great part of forest land areas between the Pacific mountain chain, the Cascade and the mountain chain of Sierra Nevada in Washington, Oregon and California States. The seed cargos came from the selected 35 provenances for plant rearing in 2000 and 2001. The choice of tree species and of provenances happened with due foresight. We compared the ecological data of

¹ Eugene, Oregon USA

provenances with those of forest regions and forestation areas planned for use in Hungary, and the result of this was published. As is well-known on the provenances show a relatively small fluctuation despite their dispersion on the very large area. The mean annual temperature of the inner littoral zone is a little warmer than that of Hungary, but there is not a large difference among extreme values. The average annual precipitation rains beyond vegetation period (between October and March). During the vegetative period (between 1 April and 30 September) the climate is very dry. This is the reverse in Hungary, because the precipitation is nearly twice as much during the vegetation period in the Great Hungarian Plain and in Nyírség region, as in provenances of tree species imported earlier from North America also contributed on a large scale, that these tree species show favourable growing in Hungary. On this basis we may trust in it, that the now beginning common work will be successful too, and in time it will contribute to the working-like cultivation of fast-growing North American coniferous tree species and to increasing the productivity of Hungarian forests.

BEVEZETÉS

Egyes személyek - akik közé én is tartozom-, soha nem elégednek meg azzal, ami van. Örökké kutatnak és próbálkoznak valami jobb és újabb létrehozására. Néha sikerrel és sokszor sikertelenül. A sikert azonban kísérletezés nélkül soha nem lehet elérni. Ezért mi ne próbálkozzunk?

Remélem és kívánom, hogy ennek a feladatnak kivitelezése sikerrel jár.

Az Egyesült Államokból és főleg annak nyugati részéből származó fenyő fafajok magyarországi telepítése nem új. Főleg a duglászfenyő iránt volt nagy az érdeklődés a múltban. A legrégebb duglászfenyő telepítések talán egy évszázadra nyúlnak vissza. Az 1960-as évek óta több alkalommal voltak újabb próbálkozások. Ezek közé tartozott Dr. Sziklai Oszkár professzor úttörő munkássága is. Neki már akkor is szoros kapcsolata volt ezzel a témával, amikor az ERTI tudományos munkatársa volt Budakeszin az 1950-es években. Ennek egyik bizonyítéka, hogy annak idején részt vett a Budakeszi arborétumban létesített és kiválóan növekvő nyugati fenyőfajok telepítésében. Ezt a munkásságot még kanadai pályafutása alatt is folytatta tanácsadással, magisztrálmányokkal és szakmai túság rendezésével. Kovács Gábor a Nyirendő Rt. vezérigazgatóját is ő biztatta a gyorsan növekvő észak-amerikai fenyő fajok magyarországi honosítására. A legújabb próbálkozás irányításával Kovács Gábor, Dr. Halupa Lajos nyug. tudományos osztályvezetőt bízta meg, aki a program külföldi támogatására engem kért fel.

Én Magyarországon nőttem fel, és egyetemi tanulmányaim nagy részét Sopronban végeztem. Mint negyedéves egyetemi hallgató kerültem ki Kanadába az 1956-os események után. Egyetemi tanulmányaimat Vancouverben fejeztem be. Néhány évvel végzésem után az USA-ban telepedtem le. Itt egy hatalmas erdészeti vállalatnál dolgoztam (Georgia-Pacific Corporation). A vállalat összes erdőterülete kb. 3 millió hektár, ebből kb. 400 ezer hektár volt a nyugati partvidéken, Washington, Oregon és Kalifornia államokban, ahol az erdészeti kutatási és fejlesztési munkát végeztem. Mint az erdészeti kutatások igazgatójának a feladatom a fanemesítés, csemetetermelés, erdőtelepítés, fásítás, erdőművelés, és erdőfelújítás irányítása volt.

Negyven éves pályafutásom a nyugati partvidéken, bőven adott alkalmat arra, hogy közelről megismerkedjem az itteni fafajokkal és a vidékkel. Magyarországi származásom, soproni képzettségem és a sokszori hazalátogatásom megtartotta a magyar erdők iránti érdeklődésemet és szeretetemet. Ezt még jobban felújította a két magyarországi erdőjárásom, 2000-ben, és

2001-ben, amit a Nyírerdő támogatásával és Dr. Halupa Lajos társaságában tölthettem. Ezen keresztül volt alkalmam jobban megismerkedni a hazai erdőkkel és a gyorsan növő amerikai fajok magyarországi telepítésének lehetőségeivel.

2001 év elején Dr. Halupa Lajos megkért, hogy az ismert eddigi vizsgálatok és saját tapasztalataim alapján határozzam meg azt a vidéket, amely jó hasonlóságot mutat Magyarországhoz és ezen a területen, gyűjtsek magtétéleket a legígéretesebb fajokból. Az általam magyarországi telepítésre javasolt származási helyek az észak-déli irányú Parti-hegység és az ettől nyugatra húzódó Cascade és Sierra Nevada - hegylánc között helyezkednek el a kanadai határtól egészen Mexikóig. A két hegység között terül el az ún. "belső part menti zóna," ami egy átlagosan 150 km széles medence. A medence két oldalát és a hegygerincet erdők borítják, míg az alacsonyabb középső részen gazdag mezőgazdasági területek vannak.

A gyűjtött magtétélek nem egy-egy speciálisan megjelölt fáról vagy megjelölt helyről származnak, hanem egy szélesebb, de ökológiailag hasonló területről, amit mi itt magzónának /Seed Zone/-nak vagy származási körzetnek nevezünk. A származási körzeten belül a gyűjtési illetve a származási hely tengerszint feletti magassága is fontos, mert ezzel a hőmérséklet, a csapadék, a tenyészidő hossza is változik.

A belső part menti zóna talaja részben fiatal vulkánikus eredetű. Egy része száraz vulkáni hamu, ahol a *Pinus* fajok jól növekednek. A talaj másrészt általában sziklás, gyakran sekély termőrteggű, sok helyen kötött, agyagos. A mély öntés, vályog, homokos talaj ritka. Ugyanakkor a magyarországi erdei talajok általában mélyebbek, lazábbak és sok helyen homokosak. Ez lehetővé teszi a mélyre hatoló gyökérzetű fenyőfajok számára a mélyebben levő talajnedvesség elérését.

Mivel a belső part menti zónát a Parti-hegység védi a Csendes-óceán hatásától, éghajlata nyáron majdnem csapadéktelen és ezért a levegő relatív páratartalma is kicsi, csak 15-20%. A száraz meleg évszakokat mindenütt a hideg és esős évszakok váltják. Ez a séma általánosan jellemző az egész belső part menti zónára. Ezt a klíma elemzése jól mutatja minden magtétellel kapcsolatban.

A csapadék mennyisége a parti és a belső part menti zóna körzetében jelentősen eltér. A parti erdővidék csapadéka háromszorosa is lehet a belső part menti zónáénak. Például Brookings környékén az éves átlag csapadék 1944 mm, ebből a vegetációs időben (áprilistól októberig) lehullott csapadék 383 mm.

Oregon száraz klímájú vidékének erdeiben az éves csapadék átlaga 313 mm – ami kevesebb, mint Debrecenben, ahol a vegetációs időben lehullott csapadék évi átlaga 343 mm. Ez kevesebb, mint a csapadékos parti sávban, a vegetációs időben lehullott csapadék. Az oregoni száraz területeken a vegetációs időben átlagosan csak 110 mm a csapadék. Ezen a vidéken a *P. ponderosa*, a *Larix* fajok és különösen a *P. contorta* elég jó növekedésű. A kelet-oregoni száraz vidéken a fák növekedését a tavaszi esőzések segítik.

Magyarországon a csapadék eloszlása jelentősen eltér az USA belső part menti zónájának erdeiben levőhöz képest. Fordítottjának is mondható, mert Magyarországon az éves átlag csapadék nagyobb része a nyári hónapokra esik, vagyis akkorra, amikor arra a csemeték megeredéséhez és a fák növekedéséhez a legnagyobb szükség van. Ezt jól mutatja az 1. ábra, ahol Debrecen csapadék viszonyait hasonlítom össze Roseburg, USA Oregon állam belső part menti zónájának csapadék viszonyaival. Roseburgban az átlagos évi és a vegetációs idő alatti átlagos csapadék mennyisége jellemző a belső part menti zónára.

A MAGYARORSZÁGI TELEPÍTÉSRE SZÁNT FAJAJOK KIEGÉSZÍTŐ JELLEMZÉSE

Duglászfenyő Pseudotsuga Menziesii

Az észak-amerikai kontinens nyugati részén a fajnak három lényegesen különböző változata található: a tengerparti, a belföldi és a szikláshegységi. Ezen kívül még előfordul a nagy tobozos mexikói változata is. Magyarországi telepítésre valószínűleg a belső part menti változat a legalkalmasabb. Elterjedése a belső part menti zónában Washington állam északi részétől egészen Kalifornia állam közepéig, közel 1500 km hosszan tart. Az észak-dél irányú terjeszkedési vonala ennél sokkal nagyobb. Természetes elterjedése a tengerszint feletti magasság tekintetében is széles: a tenger szintjétől 3400 m tengerszint feletti magasságig terjed. A csapadék átlagos mennyisége a tenger szintnél 2600 mm, és a 3400 m tengerszint feletti magasságban az évi átlagos csapadék mennyisége csak 200-300 mm. A relatív páratartalom viszonylag alacsony (30-40 %).

Gyökérzete terjedelmes. Fényigényes, fiatal korától gyorsan nő, hosszú életű. Jó termőhelyen hatalmas méreteket ér el. Fája kiváló minőségű. Ágai vékonyak, feltisztuló képessége jó.

A csemete nevelése nem könnyű, de szakértelemmel sikeres. Leggyakrabban 3 m x 3 m-es hálózatban telepítik, és vegyszeres gyomirtással ápolják. 8-10 éves korban éri el a tisztítási kort. 20-25 éves korban egyszer gyérik. Véghasználata az USA-ban 45-55 éves korban történik. Magyarországi telepítésnél a 2 x 2 méteres hálózatot ajánlom egy tisztítással, két gyérikéssel, és esetleges műtrágyázást is, ha szükséges.

Kolorádói jegenyefenyő Abies concolor

Angolul fehérfenyőnek is nevezik, mert fájának színe elég fehér. Szereti a mély és laza szerkezetű talajt, az északi és keleti kitettséget, de jól megél silányabb és szárazabb talajon is. Az erősen kötött agyagos talajt nem szereti. Fiatal korában ágai sokszor befedik az egész törzset, amikor kérge elég sima. Idővel elveszti az alsóbb ágakat és kérge is sokkal durvább lesz. Fája finom rostú és fehér, igen jó minőségű. Fénytűrő, természetes úton könnyen felújul.

Magjának megeredési százaléka kicsi. A vetésre való előkészület nagy figyelmet igényel. Ezt csirázási próbákkal kell kikísérletezni. A csemetek kezdetben csak nagyon lassan nőnek. Gyökérzetük megerősödésével, a növekedése felgyorsul.

Nemes jegenyefenyő Abies procera

Ez a faj Európában az *Abies nobilis* néven is ismert. A nobilis név arra utal, hogy az amerikai *Abies* fajok között arisztokrata. Természetes előfordulási helyén ez a faj igen jó növekedésű. Törzse egyenes és hengeres. Sűrű állományban jól feltisztul. Növekedése gyors, hasonlóan a duglászfenyőhöz és a *P. monticolához*, ezekkel elegyesen is alkot állományt. Silány talajon is megél, de meghálálja a jó termőhelyet gyors növekedésével. 400 m és 2000 m közötti tengerszintfeletti magasságokban természetes úton előfordul. Karácsonyfa termelésre és rönktermelésre egyaránt nagyon közkedvelt. Szerintem mindkét célra jól beválna Magyarországon is. Magjának csiraképessége kicsi, a vetésre való előkészítés kissé körülményes.

Simafenyő Nyugati Pinus monticola,

A duglászfenyővel az *Abies* és *Pinus* fajokkal elegyesen fordul elő. Egyenes, hengeres törzset nevel, és az 50-60 m magasságot is eléri. Rövid, finom ágai miatt faminősége közel áll a duglászfenyőéhez.

Elterjedése széles. Kinemesített változata jól ellenáll a rozsdakárosítóknak. A nemesített klónok magját plantázsokból biztosítják. Jó termőhelyen növekedése erőteljes, gyengébb talajon is viszonylag jól nő.

Kaliforniai cukor-selyemfenyő vagy cukorfenyő *Pinus lambertiana*

Angolul „*Sugar pine*” néven ismerik. Az összes *Pinus* fajok közül ez nő legmagasabbra és formája is nagyon szép. Ez az öttűs fenyő viszonylag keskeny sávokban 2200 km hosszan Oregon állam közepétől lehúzódik egészen Mexikóba. Egyaránt előfordul az oregoni és a kaliforniai partvidék hegyvonulatain és a Sierra Nevada - hegylánc nyugati kitétségén is. Természetes úton megtalálható 300-3000 m tengerszint feletti magasságokban.

Famagassága elérheti a 75 m-t is, átmérője az 5,5 m-t. A 2 m-es mellmagassági átmérő 200-300 éves fáknál gyakori. Törzse egyenes, hengeres, jó formájú. Fájának minősége hasonló a simafenyőéhez. Állományban jól elegyedik a *P.duglász* , a *P. Jeffrey*, a *P. ponderosa* és a *Sequoia gigantea* fenyővel. Toboza és magja egyike a legnagyobb magnak, a kereskedelemben kapható fenyőfajok közül. Csemete termesztése nem nehéz, de magjának vetés előtti előkészítése megfelelő hozzáértést igényel, és ha ez hiányos, akkor az a csirázás és a csemetek fejlődésén megmutatkozik

Sárgafenyő, gesztesfenyő *Pinus ponderosa*

A *P. ponderosa* igen nagy területen őshonos. Könnyen telepíthető más vidékeken is. Magyarországi telepítésre egy szélesebb körű kiválasztás ajánlatos. Ez magába foglalja a belső partmenti zónán belül az Oregon állam Roseburg várostól délre fekvő alacsonyabb tengerszint feletti völgy vidékétől a Kalifornia Sierra Nevada - hegyvidék magasabb kitétségű nyugati oldalát is, egészen Kalifornia állam közepéig. Szerintem a belső part menti zónán túli Oregon állam száraz, keleti részén levő *P. ponderosa* származások is ígéretesek lehetnek

A *P. ponderosa* a meleg és viszonylag száraz vidéken él. A széles földrajzi elterjedése miatt a faj morfológiája, fájának szerkezete és minősége változatos. Háromtűs. Kérge fiatal korban sötét színű, idős korban a világosabb narancsszínűtől a sötétebb narancsszínig változik. Törzse egyenes és hengeres. Erős ágazata zárt állományban viszonylag jól feltisztul. Nem fényigényes, ezért jól elegyedik más fajokkal. Felújulása természetes és mesterséges úton egyaránt sikeres.

Csemete nevelése igen könnyű. A mag jó előkészítése esetén gyorsan csirázik, és a magonc erőteljesen növekszik. A csemete már az első évben szép méretet ér el, de kiültetésére legalább két éves csemetét ajánlatos használni.

Jeffrey-fenyő, nagytobozú sárgafenyő *Pinus Jeffrey*

A *P. Jeffrey* igen hasonlít a *P. ponderosához*, és vele természetes úton elegyesen fordul elő. Fája hasonló, és piaci értéke sem különbözik. Szintén háromtűs. Levelének színe kékes-zöld, míg a *P.ponderosá-é* sárgás-zöld. Toboza és magja sokkal nagyobb mint a *P. ponderosá-é*.

Természetes elterjedése nem olyan széles, mint a *P.ponderosá-é*, de a magyarországi kísérletekhez gyűjtött mag helye a *P. ponderosa* gyűjtési helyével közel megegyező. A szárazabb talajviszonyokat és a nagy meleget jobban bírja, mint a *P.ponderosa*. Emiatt a Sierra Nevada - hegyvidék keleti oldalán is előfordul. Ennek a vidéknek az éghajlata eléggé hasonló a magyarországiéhoz. Ezt a vidéket jelenleg csak a duglász és a *P. ponderosa* fajok képviselik. Ezen kívül a *P. Jeffrey* megtalálható Kaliforniában, majdnem a legdélibb részen, a Padres és Bernardino Nemzeti Erdőkben is.

Délnyugati selyemfenyő, simafenyő *Pinus strobiformis*

Hova tartozása nem tisztázott, egyesek külön fajként tartják számon, mások szerint a *Pinus flexilis* változata. Nagyban hasonlít a keleti simafenyőre. Az USA délnyugati államainak magas fennsíkjain fordul elő természetesen, beleértve New Mexikót. A *P. strobus*-hoz képest lassabban nő. Jól bírja a melegebb és szárazabb éghajlatot és a gyengébb talajviszonyokat. Ezért magyarországi kísérletbe vonása indokolt.

Simafenyő (kanadai) *Pinus strobus*

Ez a faj, mint a simafenyő keleti változata, és mint a fák királya ismeretes az USA északkeleti részén, ahol nagy területen megtalálható. Az eredeti elterjedési helyén a 75 m magasságot, és a 2 m-es mellmagassági átmérőt is eléri. Az USA-ban a *Pinusok* között a második helyen van, a *P. lambertiana* mögött. Sima kérgű, fiatal korban erős karógyökerű, később erős oldalgyökereket is fejleszt. Szereti a mély és termékeny talajt, de sivár talajon is elég jól megél. Sokszor elegyetlen állományokban található, de jól elegyedik lombfákkal és más *Pinus* fajokkal. Természetes úton könnyen felújul. Csemete nevelése a legtöbb esetben sikeres.

Mocsárciprus *Taxodium distichum*

Az USA délkeleti részén fordul elő. Általában a mélyebb fekvésű és gyakran mocsaras talajokon található, amely sokszor az év egy részében víz alatt van. A *Taxodium* állományok más lomblevelű fajokkal elegyesen, és szárazabb helyeken is előfordulnak. A fa törzsének alsó része piramis alakban nő. Kinézetre nagyon hasonlít a *Taxus*-hoz, ezért is kapta a *taxodium* elnevezést. Fája igen jó minőségű és tartós.

Vörösfenyő (*Larix decidua*)

Tudom, hogy a vörösfenyő jól nő Magyarországon, és fája jó minőségű. A jövőben - véleményem szerint - érdemes lenne foglalkozni a *Larix* hibridekkel is. Részt vettem egy viszonylag széleskörű *Larix* genetikai programban, amelyben az európai, a Japán, és az Öt tó vidékén, Winsconsin államban őshonos *Larix* keresztezése útján nyert legjobb egyedek tovább termesztését vizsgálták. Ezeknek az utódait magtermő plantázsokban ültették, ahol ma már magot teremnek.

A VIZSGÁLATRA BEHOZOTT FENYŐ FAJAJOK ÉS SZÁRMÁZÁSOK FONTOSABB ÖKOLÓGIAI ADATAI ÉS AZOK ÉRTÉKELÉSE

A rendelkezésemre álló különböző anyagokból kigyűjtöttem az itt tárgyalt fenyő fajok és magtételek fontosabb származási és ökológiai adatait. Ezeket a könnyebb áttekintés érdekében összesítettem az 1. táblázatban és azok jobb megértésére az alábbi magyarázatot ajánlom.

A táblázaton az első rovat a magtétel kódot mutatja. Ez adja meg a magtételek és a különböző szállítmányok megnevezését. Az „A1-A19 „ azokat a magtételeket mutatja, amelyeket én hoztam be 2001. júniusában. A „B201-B210” azokat, amelyek 2000. júniusában kerültek Magyarországra. A „B 303-B314” pedig azokat, amelyek 2001. februárban kerültek Magyarországra.

Amint látható a B sorozat számaiban hiányok mutatkoznak. Ez azért van, mert a két korábbi szállítmányoknál több magtétel ugyanarról a helyről került be és így ezek össze lettek vonva.

A magtétel kód melletti oszlopok a származási hely adatait mutatják. Ezen belül az állam nevét, a származási helyhez közeli település nevét vagy a távolabbi vidékeken az állami erdő nevét (NF= National Forest, Nemzeti Erdő). A következő oszlop a körzetkód angolul a „seed zone”. Ebben az első három szám a mag származási körzetét adja és a kötőjel utáni szám, pedig a származási hely tengerszint feletti magasságát 1000 feet-ben (1 feet = 30,5 cm) adja. A körzetkód egy igen fontos származási adat, ez alapján ugyanarról a helyről az újabb magtétel beszerezhető.

Az ökológiai adatok közül az első rovat mutatja a tengerszint feletti magasságokat méterben. A tengerszint feletti magasság adata azért fontos, mert ezekben még egy származási körzeten belül is nagy különbségek lehetnek. Mivel ezek a különbségek még 150 méterenként is lényeges klímaváltozásokat jelentenek ezért, ezeket 150 méteres magassági sávokban tartjuk nyilván. Egy azonos származási körzetben a magasság emelkedésével a hőmérséklet hidegebb és csapadékosabb lesz. A tenyészidő hossza pedig csökken.

Földrajzilag dél felé haladva ugyanazon tengerszint feletti magassághoz a hőmérséklet fokozatos emelkedése tartozik. Ennek szemléltetésére a magtétel származási helyeit minden fafajon belül úgy rendeztem az 1. táblázatban, hogy azok északról dél irányba haladjanak. A származási helyek hőmérsékleti és csapadék adatai viszonylagos kiegyenlítettségét a belső part menti zóna teljes hosszán az 1. táblázat jól mutatja.

A származási helyek következő ökológiai adatai az északi szélességi és nyugati hosszúsági fokok. Mivel egy-egy származási körzet nagyobb területen helyezkedik el, a földrajzi szélesség és hosszúság a terület átlagára vonatkozik.

A hőmérsékleti rovatban minden származási helyre a több (40-50) év adataiból számított évi átlagot adtam meg. A származási helyek jobb klímái jellemzésére közöltem az ott előforduló szélsőséges, vagyis a legmelegebb / maximum/ és a leghidegebb (minimum) adatot is.

A Nyírség átlagos évi hőmérséklete +11,7 °C, a legmagasabb hőmérséklete +39,0 °C. Magyarországon a minimum hőmérséklet szélső értéke -27,8 °C volt, amit 1942. januárjában mértek. Ez több mint 50 évvel ezelőtt történt, és azóta állítólag Magyarországon sokkal enyhébbek a telek. Összesítve a belső part menti zóna évi átlagban kicsit melegebb, mint a Nyírség, de máskülönben a két vidék éghajlata között nincs nagy különbség.

A /40-50/ év adataiból számított évi átlag csapadék értékek azt mutatják, hogy a belső part menti zónában az évi átlag csapadék eléggé váltakozó és általában nagyobb, mint Magyarországon. De ennek a csapadéknak nagy része a belső part menti zóna egész hosszában a hideg évszakok alatt esik, amíg Magyarországon ez fordítva van. Ezt az 1. ábra jól mutatja.

A különbségek miatt megadtam a vegetációs időszakra (az április 1-től szeptember 30-ig) vonatkozó értékeket is. Az évi átlagos csapadék értékek néhány terület kivételével mindenütt nagyobbak voltak, mint Magyarországon, a Nagyalföldön, így a Nyírségben, pl. Debrecenben is, ahol az évi csapadék 555 mm. A vegetációs időben lehullott csapadék azonban csak két származási helyen érte el, illetve haladta meg a Debrecenben, a vegetációs időben lehullott 343 mm-t, de ezek a „belső part menti zónán” kívül találhatóak. A belső partmenti zónán belül minden származási helyen a hullott csapadék mennyisége jóval a debreceni érték alatt volt 100-200 mm-el és szélsőséges esetekben közel 300 mm-rel.

A vázolt ökológiai adatok szerintem jobb lehetőségeket nyújtanak a gyorsan növő amerikai fenyőfajok magyarországi telepítésére, mint azt korábban gondoltam volna. Ezt a hitet még jobban erősítette a 2000-ben és 2001-ben tett erdőjárásaim Magyarországon. Ekkor elsősorban

arborétumokban és más kísérleti helyeken jártam, és akkor alkalmam volt megtekinteni elég sok gyorsan növő amerikai fenyőfajt. Mindenütt az volt az érzésem, hogy ezek messze túlszárnyalják átmérőben, magasságban, törzs és faminőségben a hagyományosan telepített fekete és erdei fenyőket és néhány más fenyő fajt is. Ezt a véleményt alá tudom támasztani a korábban és nemrég hozzám került kísérleti adatokkal is.

Talán a legjobb példa erre a zalaerdői duglászfenyő kísérlet. Ez magában foglal 44 magtételt, melyek Dr. Szőnyi László indítványozására az AGRIMPEX vállalaton keresztül kerültek Magyarországra 1967-ben és melyeket 1967 év április második felében vetettek el Zalaerdődön és állítólag más csemetekertekben is.

Ezzel a kísérlettel kapcsolatban láttam két jelentést vagy cikket. Ezek: Dr. Szőnyi László és Újvári Ferencné: „Duglászfenyő kereskedelmi magtételek értékelése”. A másik pedig Harkai Lajos: „A zalaerdői duglászfenyő származási kísérlet faterméstani értékelése”. Ez szerintem egy igen fontos kísérlet, mert a származási helyek szinte mind a „belső part menti zónát” képviselik. Még a néhány kanadai származási hely is ennek a sávnak északi folytatásában van.

Harkai Lajos 1983-ban viszonylag jó növekedést állapított meg ezekről és ajánlata további magimportra hat származási helyre összpontosul. Ezek: Estecada, Pe Ell, Tenino, Ashford Vernonia és Randel. Ezek közül a viszonylag alacsony tőszám miatt kimaradt Darrington, amelynek átmérő és magassági méretei ott vannak a legjobbak között. Szerintem ez mind jó választás és ajánlat volt, mert más európai országok, Ausztria, Franciaország és különösen Németország már több mint harminc évvel ezelőtt felfedezték ezt a vidéket, és nem gramm, hanem mázsás tétételekben vitték innen a magot üzemszerű telepítésre.

Egy összesített értékelés is eljutott hozzám a zalaerdői 1968-as telepítésű fenyő kísérlet eredményeiről. Dr. Gergác József és munkatársai jóvoltából volt alkalmam ennek tanulmányozására.

Ez a duglászfenyő kísérlet mellett felsorolja az ugyanakkor telepített sima-, luc-, vörös- és erdeifenyő 29 éves kori adatait is. Itt, és más helyekhez hasonlóan a duglászfenyő átmérőben túlszárnyalta az erdei-, vörös-, luc- és simafenyőt. Gondolom ez tapasztalható a fmagassági és fatérfogati adatokban is, ha az átlagfa értékeit hasonlítja össze valaki. Remélem a 30 származási hely adatai külön-külön is hamarosan a köztudatba kerülnek.

A budafapusztai arborétumban, az 1964 évben telepített egzóta - kísérlet 2001.évben végzett mérési eredményeinek összesített táblázata is hozzám került Sárvárról. Ebben több fajt hasonlítottak össze. Többek között a duglászfenyőt is. Nem tudom, hogy ezek milyen származásokat képviselnek. Azon újra nem csodálkozom, hogy a duglászfenyő fmagasságban és az átlagfa fatérfogatában messze túlszárnyalja a többi fafajt. Ezeket nekem is szerencsém volt látni. Jó lenne tudni, hogy az egyes származási helyek milyen eredményt mutattak, és hogy azok honnan származtak.

Az 1968-ban létesített gödöllői kísérletet is láttam, ahol a belső part menti zóna több magtétellel van képviselve. Ez is igen jó növekedést mutat. Remélem a legújabb mérési adatok hamarosan rendelkezésre állnak majd erről is.

Ezekkel a példákkal csak azt akarom hangsúlyozni, hogy a kísérletek létesítése mellett keveslem az érdeklődést nagyobb méretű és üzemszerű telepítések létrehozására, amikor Észak-Amerika szinte bármely vidékéről származó bármely nyugati fenyőfaj messze túlszárnyalja a Magyarországon hagyományosan telepített fenyőfajok növekedését és még jobban azok minőségét.

Szerintem a múlt kudarcai talán nem is annyira a fafajok és származások rossz kiválasztásából eredtek, hanem talán a mag-, a csemete-, a telepítés-, és az állományok kezeléséből. Szerintem ezekre igen nagy hangsúlyt kell fektetni. A közölt klíma és termőhelyi adatok jól mutatják, hogy a gyorsan növő amerikai fenyők szinte hasonló ökológiai körülmények között élnek otthonukban, mint amilyent Magyarország tudna nyújtani számukra.

Az 1. táblázatban a fafajok szerinti összesítés mutatja a fafajok összetételét is. Eszerint a fenyőfajta- és származási-kísérlethez összesen 10 fafaj, 35 származási helyről áll rendelkezésre közel 100 ezer csíráképes maggal.

A mostani magyarországi tervek szerint az 1. táblázatban felsorolt származásokból 2-3 év múlva különböző termőhelyeken létesítendő fenyőfajta- és származási-kísérletek 10-15 év múlva már támpontot adhatnak annak eldöntésére, mely fenyő fajtavál és mely származási körzetből lehet a Nyírségben üzemszerűen termesztést végezni. Mind a saját, mind a nemzetközi származási és fajta kísérletek tapasztalatai szerint a különböző fajták és származások között 15 éves korban meglévő különbségek a következő évtizedben sem változnak lényegesen, egészen a véghasználati korig. A jobb és gyengébb növekedésű fajták közötti különbségek a korral növekednek.

A vázolt tervvel teljesen egyetértek. Mint kutató a lehetőségeimhez mérten igyekszem támogatni, mert ez valóban lehetőséget adna – a megváltozott /vagy változó/ ökológiai adottságok mellett is – a jövőben az ellenállóbb, nagyobb mennyiségű és jobb minőségű erdők kialakítására. Ugyanakkor én szorgalmaznám az eddig legjobb eredményt mutató fafajokból és származási helyekből azonnali üzemszerű telepítés elindítását is. Szerintem a magyar erdészet ezen a téren már elmulasztott legalább három évtizedet, és ha így megy tovább még közel másik két évtized is el fog múlni, amíg ezen a téren üzemszerű fásítás megindul. Szerintem mindez hatalmas veszteség az ország számára a fatermés és még inkább a faanyag minőségének javításában.

2003. őszén, a kézirat kiadása előtt kapott tájékoztatás szerint az 1. táblázatban közölt fenyőfajokból és származásokból a csemetenevelés sikeres volt. A rendelkezésre álló jó minőségű szaporító anyaggal 2004. tavaszán, az Alföldön, a Nyírségben, és a Duna-Tisza közén tervezik az új kísérletek létesítését.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

E cikk megírása számomra nagy megtiszteltetést jelent. Ehhez az eredeti 35 oldalas tanulmányomat le kellett szűkíteni egy rövidebb formára. Ebben *Dr. Halupa Lajos* és felesége, *dr. Grósz Zsuzsanna* sokat segítettek. Ezért a munkáért, a lektorálásért és sok más igen hasznos tanácsért hálás köszönetemet fejezem ki. Ezen kívül köszönetemet fejezem ki *Kovács Gábornak* és a *Nyírerdő Rt.*-nek a tanulmány hathatós támogatásáért. Továbbá hálás köszönetet mondok mindazoknak, akik a magyarországi túraimon igen rokonszenvesen fogadtak, és tudásomat nagyban bővítették a magyarországi erdészettel kapcsolatban. Utoljára, de nem utolsó sorban köszönetemet fejezem ki kedves feleségemnek, *Erzsinek*, aki türelemmel viselte távolléteimet és a sok időt, amit eddig erre a tanulmányra fordítottam.

**ERDŐGAZDÁLKODÁS A CISZTER REND
SZENTGOTTHÁRDI APÁTSÁGI URADALOMÁBAN 1920-1941
FOREST MANAGEMENT IN THE ESTATE OF SZENTGOTTHÁRD
ABBACY OF THE CISTERCIAN ORDER 1920-1941**

ILLYÉS BENJAMIN¹

ÖSSZEFOGLALÁS

A tanulmány a szakirodalom és levéltári adatok alapján jellemzi a Zirci Apátság Szentgotthárdi Uradalma erdőgazdálkodásának történeti fejlődését 1941-ig. Az első időszakban a szükségletek szerint szálalás, majd a kétütemű ernyős felújítógáccsal kombinált térszakozás jellemezte az erdők használatát. A két háború közt a területen előtérbe került a jövedelmezőség és a csoportos felújítógás. 1921-41 között Illyés Károly vezetésével alakult át az erdők kezelése az új biológiai, műszaki és ökonómiai követelményeknek megfelelően.

KULCSSZAVAK: erdőtörténet, erdőgazdálkodás modernizálása, többcélú erdőgazdálkodás, természetes felújítógás, jövedelmezőség.

ABSTRACT

The study outlines the historical development of the forest management in the Szentgotthárd of the Zirci abbacy by 1941. In the first periode the use of forests was characterized by the selection cutting according to needs, then by the area regulation combined with shelterwood cutting of two-cycle. Between the two world wars the profitability and the regeneration by group selection came to the front in the area. Between 1921 and 1941 the forest management changed by the guidance of Károly Illyés in accordance with the new biologic, technical and economic requirements.

KEYWORDS: forest history, modernizig of the forest management, multi-functional forestry, natural regeneration cutting, profitability.

1. AZ ERDŐGAZDÁLKODÁS TÖRTÉNELMI FEJLŐDÉSE 1920 ELŐTT

1.1. A gazdálkodás kezdetei

Kalász Elek kiváló tanulmányában (*Kalász 1932*) leírja, hogy a mai Szentgotthárd körzetében III. Béla királyunk által behívott ciszterek igen gyéren lakott területen kezdték meg tevékenységüket 1183-ban. Korábban az övezet fő feladata a határ (gyepű) védelme volt, így ennek megfelelően a katonai védelmet szolgáló, ún. „gyepűelve” erdeit is igyekeztek minél áthatolhatatlanabb, ősi állapotban tartani.

A betelepülő ciszterek ebből az „öserdei” övezetből először a szántóföldi és réti művelésre alkalmas területeket vették kezelésbe és így alakították ki a mai települések magvait. A gyér lakosság a kezdeti időszakban nem tette szükségessé az erdők intenzívebb használatát, így nincs utalás tervszerű erdőgazdálkodásra.

¹Erdészeti Tudományos Intézet, Ökonómiai Osztály, Sopron

Az alapítás utáni első évszázadokban lezajlott történelmi események nem kedveztek a gazdálkodás stabilizálásának. Hosszú gazdáltság után 1734-ben került a terület ismét a ciszter rend **Heuligenkreutz**i Apátsága kezelésébe és ezzel megindulhatott újra a hosszútávra is kitekintő gazdálkodás.

A kiegyezési folyamat egyik eredményeként 1878-ban a **Zirci Apátság**hoz került az uradalom. Időközben az 1853-as úrbéri pátens hatására megvalósult az uradalmi és paraszti földek elválasztása.

Nagy Domokos Imre tanulmánya pontos áttekintést ad a **zirci Apátság** erdőgazdálkodásáról az I. Világháborúig (Nagy Domokos I. 1975.)

Leírása szerint valószínűleg **Müller János** erdőmesternek volt az érdeme, hogy már 1833-ban **Villax** Ferdinánd apáti rendelettel szabályozta az erdők használatát. 1842-ben pedig részletesen rendelkeztek a fakitermelés, a vágásbeosztás, az erdőőrzés, a maggyűjtés és a csemetekert létesítés módszereiről, a nevelővágások elvégzéséről (Vem. L. ZA EFH).

Érdekes, hogy az Apátságnál a nyilvántartások nyelve 1813-ig volt teljesen német, majd 1817-ig fokozatosan magyar lett. Az erdőszetben a fordulópontot **Müller** hivatalba lépése jelentette e vonatkozásban (1828). Elődje 1808-1816 között **Zmaly** Ferenc volt.

Nagy Domokos I. (1975) tesz említést arról, hogy a Rend 1864-ben vendégül látta a **Magyar Erdészeti Egylet** veszprémi közgyűlésének résztvevőit. Az Egyletben a Rend viszont csak 1866-ban lett tag 1864-s, visszamenőleges hatállyal. Érdekes, hogy az **Országos Erdészeti Egyesületben** pedig 1877-ben létesített a Rend erdőszete tagsági viszonyt. (A rendelkezésemre álló családi iratok szerint 1920-41 között a Rend erdőszetének vezetője és édesapám rendszeresen részt vettek a vándorgyűléseken.)

Ehhez a fejlett erdőgazdálkodáshoz csatlakozott 1878-ban a szentgotthárdi uradalom 4596 k.h.-nyi területtel. Az 1879-es erdőtvény előírta az üzemterv szerinti gazdálkodást. Az Apátságnál néhány év késéssel tettek eleget ennek a kötelezettségnek. Ugyanis időközben, 1861-ben **Müller** nyugdíjba ment, utóda **Fischl** pedig **Havas Ágoston**nak 1884-ben adta át az erdőszet vezetését. Az üzemtervek elkészítésében mindhármuknak szerepe lehetett, végül **Havas** nevéhez fűződik az 1884-1903 időszakra, a szentgotthárdi uradalomra is kidolgozott első **erdőszeti üzemterv**. (Vam.L. IV-441. 10.d.)

Nagy Domokos I. (1975) tanulmánya részletesen tárgyalja a Rend **szervezetét**, szabályozását a gazdálkodás szempontjából. Ebből célszerű kiemelni, hogy 1899-ben, a gazdasági tisztántalást segítő, bölcs döntéssel szervezetileg elválasztották a mezőgazdaságot és az erdőszetet. Ez a döntés és az ezzel járó, viszonylagos erdőszeti vezetési önállóság teremtette meg a későbbi években a modernebb erdőgazdálkodás pénzügyi alapjait. Elvi szempontból ugyancsak helyeselhető, hogy 1905-ben az erdőfelügyeletet a rendi számvevőséghez rendelték, hiszen ez volt felelős a törvények és a Rend gazdasági érdekeinek érvényesüléséért.

1884-ben erdőgyakornokként **Havas Ágoston** vette át a Rend erdőgazdálkodásának irányítását. Hozzá tartozott Szentgotthárd, Csörötnek, Magyarpolány és Zirc székhellyel működő négy erdőszet és három önálló erdőőri kerület (Előszállás, Szántó és Pásztó). **Havas** egyúttal a zirci erdőgondnoki és rendi erdőfelügyelői tisztséget is gyakorolta.

Időközben a rendi tag, **Sipos Barnabás** lett az **erdőfelügyelő** 1893-98 között. A renden belül nagy befolyással bíró **Lővárdy Lajos** 1902- ben átvette tőle az erdőfelügyelői posztot, ekkor Havas más munkahelyet keresett. Lővárdy 1912-ig volt erdőfelügyelő, tőle **Erdőssy Bódog** vette át e tisztséget és az I. világháború végéig gyakorolta. **1904**-ben **Fischl** fia, **Ferenczi Sándor**, erdőmérnök lett az I. világháborúig a zirci főerdőmester.

A **szentgotthárdi Uradalom** erdőgazdálkodását a heuligenkreutzi Apátságnál **1845**-ben munkába álló **Koblitz Elek** erdész irányította **1886.** szept-tember 30-ig. Hozzá tartozott a szentgotthárdi gondnokság mintegy 2000 kh.-nyi területtel négy erdész kerület: **Ercsenye, Talapatka, Nagyfalva és Szakonyfalú.**

Papp József erdész **1884.** szeptember 1 és **1886.** szeptember 30 között a csörötneki gondnokságot vezette kb, 2500 kh.-nyi területtel és három erdész kerülettel (Huszház, később Huszász megnevezéssel találkozunk, Magyarlak és Gyarmat, később Rábagyarmat).

1886. szeptember 1-től **1897.** február 28-ig **Zachar József** erdész vette át csörötneki székhellyel az egyesített szentgotthárdi-csörötneki gondnokság vezetését, majd őt **1897.** március 1-től **Szpornyi Gyula** erdőmérnök követte az I. világháború befejezéséig. Utóda csörötneki székhellyel **Illyés Károly**, erdőmérnök lett, aki **1920.** október. 1 és **1941.** szeptembere között dolgozott a területen.

Szombathelyen egy elég rossz állapotban lévő üzemtervi térkép is tanulmányozható 1888-ból (*Vam. L. Térképtár. T 428.*) és a korábbi időszakból hozzáférhető néhány erdőterületi térkép (*T 424., T 425., T 427.*).

Egyébként a szentgotthárdi Uradalomról **1785-** ben **Kenedics József** készített először térképet (*Vam. L. Térképtár T 55-66*). **1857**-ből származik Csörötnek kataszteri térképe (*1857 Vam. L. Térképtár T 78*).

Kutatások szempontjából érdekes lehet **Domániczky Lajos** **1865**-ben készített térképe, mely a tagosítások során az Apátsághoz került területeket tartalmazza. *Vam. L. Térképtár. T 91.* és a területről általa **1868**-ban készített kataszteri térképek **Domániczky L. 1868.** (*Vam. L. Térképtár T 103-109*).

1.2. Az erdőgazdálkodás jellegzetességei 1920-ig

Az erdőterület **első üzemterve** az 1884-1903-as időszakra szól. (*Vam. L. IV- 441. 10. d. és Vem.L. E. 2470.*) Ebben a korábbi gazdálkodással kapcsolatban utalás van arra, hogy az évente kitermelhető fatérfigogatot egy-egy idősebb állományban, illetve a szükségletnek megfelelő egyedek felkeresésével és szálankénti kivágásával használták ki. Ez az eljárás hasonló a környék paraszti erdeiben már akkor is elterjedt szálaláshoz.

Igen gyakoriak voltak a tüzek is. Ebben szerepet játszhatott az is, hogy a térség paraszti gazdálkodásában egy sajátos vetésforgó volt az általános módszer. Ennek egyik szakaszában az erdőterület égetése megszokott eljárás volt (*Vörös 1970*), ez veszélyeztette a környező erdőket is. A szomszédos Stájerországban is elterjedt eljárás lényege, hogy a tulajdonosok a területük kisebbik részét tudták trágyázással, intenzíven művelni, másik részét extenzíven, pl. főleg legeltetéssel hasznosították, a harmadik, leggyengébb, savanyú területet pedig gyakorlatilag 10-12

évig parlagon hagyták, legfeljebb időnként legeltették. A vidék természeti adottságai hatására a „felhagyott” területet elleppte az erdő. E gazdálkodás hatására elsősorban fenyvesek keletkeztek. Az embermagasságú erdőt kitermelték, elégették és a szerves anyagot trágyaként, a földterület javítására forgatták vissza. 1890 után váltotta fel ezt a rendszert a négyes vetésforgó, mely a lakosság életkörülményeiben jelentős javulást hozott és lehetővé tette a később oly meghatározó, fejlett állattenyésztés kialakulását.

Az első üzemterv igen fejlett megtestesítője a térszakozó erdőgazdálkodásnak. Ez az eljárás minőségi változást hozott a korábbi, lényegében szükséglet orientált, szálalás jellegű erdőhasználattal szemben. A lakossági és uradalmi szükségletek alacsony szintje a korábbi évszázadokban nem okozott megfordíthatatlan folyamatokat az erdők állapotában.

Havas irányításával készült, **első üzemterv (1883)** három üzemosztályt alakított ki. Minden üzemosztály egy vágássorozatot tartalmazott és a fafajok függvényében eltérő számú tagot foglalt magában.

Az A és B üzemosztályt 80 éves vágásfordulóra tervezték. Ezekben a természetes felújítást 5 éves „előkíméletes” időszakkal készítették elő. A letermelés után 15 év utókímélő időszakot írtak elő. Ez a gyakorlatban valószínűleg az igen elterjedt legeltetés és alomszedés tilalmát jelentette.

A C üzemosztály úgy alakult ki, hogy az orfalusi erdőtömböt a heuligen-kreutzi Apátság az Uradalom átadása előtt teljes egészében, tűzifa céljára kitermeltette. Ezt a területet az új üzemterv is egy tagként kezelte 30 éves vágás-fordulóval. Ebben az üzemosztályban a letermelés előtt 1 évvel tiltották be a legeltetést és 10 évben határozták meg a felújítás befejezését és írták elő erre az időszakra a legeltetési tilalmat.

Igen érdekes az üzemterv jóváhagyást jelentő záradéka két szempontból. Az aláírás dátuma 1889. augusztus 28-a. Ez utal a bürokrácia hagyományosan „gyors” működésére. A másik, érdemi megjegyzés, hogy **Bedő** Albert sajátkezű aláírásával szigorította a természetes felújítás követelményeit Eszerint „a tarolóvágásnak a vetővágástól számított legkésőbb ötödik évben multhatatlanul be kell következnie, azon esetben is, ha a terület önvetényülés útján nem újult volna fel – ezen esetben azonban a vágásterület a vetővágásra következőleg legkésőbb a második évben alátelapítás útján telepítendő be,„. A felújítás célirányultságát fokozza az az előírás is, hogy a végvágás után a hézagok mesterségesen pótlandók legkésőbb a 2. évben (*Vam. L IV-441. 10. d.*).

Az üzemtervi bejegyzések szerint (1885) Koblesz (helyesen Koblitz) Elek csörötneki lakos vezetésével egyesítették a csörötneki és szentgotthárdi területeket. Az egyesített terület 4936,2 kh. volt.

Zachar József 1894-ben elvégezte az esedékes üzem átvizsgálást. (*Vam. L. IV-441. 10. d.*). A következő üzem átvizsgálás már Szpornyi Gyula nevéhez kapcsolódik 1903-ban. Mindkét ellenőrzésből üzemterv szerinti gazdálkodásra lehet következtetni fatérfogat megtakarítással. (*Vam. L. XI-604-1*).

Ugyancsak itt találtam rá Szpornyi Gyula 1903. június 15-én keltezett, 1903/1904 gazdasági évre készített költségvetésére, mely igen jövedelmező erdőgazdálkodásról tanúskodik. Eszerint 50 500 korona bevétellel szemben 20 620 korona kiadást terveztek, ami 29 820 korona tiszta jövedelmet jelent. A bevételek túlnyomórésze faeladásból származik (43 000 korona).

Feltűnő viszont a mezőgazdaság ráfizetése (6 500 korona), még akkor is, ha feltételezzük, hogy az erdők közti zárványterületek mezőgazdaságáról van szó. Későbbi évek kimutatásaiból is látszik, hogy az erdőgazdálkodásból származó bevétel a Rend csörötneki gazdálkodásában jelentős részt jelentett.

A táblázati adatok megítélését segíti az az értékesítési árakat tartalmazó felsorolás, melyben Zircről előírták az alkalmazandó árakat. Néhány érdekes adat koronában: 1 ürm tölgy tűzifa 3,5, 1 m³ iparifa 12,0; 1 ürm bükk tűzifa 5,0, 1 m³ iparifa 8,0; 1 napi fuvar 6,0; 1 db kifejlett szarvas 50,0, fajdkakas 6,0.

Az árjegyzék mellett szerepel egy fakitermelési szerződés (*Vam.L. XI.-604/1*). Ez három évre szól (1905-07), és az Apátság részéről Lővárdy Alajos írta alá Frimm Jónás körmendi fakitermelő vállalkozóval. Ebből kitűnik, hogy a fakitermelés a kitermelhető faállományok lábán történő eladásával valósult meg. A szerződés három évre rögzítette a tőárakat. Előírja, hogy a kitermelt faanyagot a gondnok veszi át. A vállalkozó csak az átvett és a tárgyó 28-áig kifizetett faanyagot szállíthatja el.

2. A CSÖRÖTNEKI ERDŐGAZDÁLKODÁS JELLEMZŐI 1920-1941 KÖZÖTT

2.1. Illyés Károly munkába állása

Illyés Károlyt dr. Békeffy Remig zirci Apát 1920. október 1-i keltezésű levélben nevezte ki a csörötneki és pásztói apátságai erdők gondnokának.

Illyés Károly erdélyi 7 gyermekes családban született 1889. november 17-én. A selmecbányai Főiskolán 1912-ben szerzett erdőmérnöki oklevelet. 1912. augusztus 1-én erdőrendezőként a kolozsvári Erdőigazgatóságnál kezdte meg szolgálatát. 1914-1918 között a jósikafalvai erdőgazdaságot vezette. A 36 ezer kh.-nyi erdőterületen megteremtette a korszerű erdőgazdálkodás alapjait (saját kezelésbe vétel, úthálózat megteremtése, fogatgazdaság szervezése, havasi legelők feljavítása, fűrészüzem megszervezése, stb.).

1920-1941 közötti csörötneki (szentgotthárdi) tevékenység után 1941-1943-ban ismét Kolozsvárott dolgozott az Erdőigazgatóságnál. Feladata belső Erdély faellátásának megszervezése. 1943. novemberében a pécsi Erdőigazgatósághoz került. 1945-től az erdők államosításáig a pécsi városi erdőket kezelte, majd a mecseki erdőgazdaságnál elsősorban fahasználati és erdőfelügyelői munkakörökben tevékenykedett 1956. augusztus 30-án bekövetkezett haláláig.

A mintaszerűen megfogalmazott kinevezési okiratból egy bekezdést legalább célszerű idézni:

„A kitermelésnél a cél, melyet állandóan szem előtt kell tartania az, hogy az erdők jövedelmét minél magasabb fokra emelje. A felújításnál pedig arra kell szorgosan ügyelnie, hogy az erdők értékes fanemekkel és erdészetiileg lehetőleg tökéletesen újuljanak fel.”

Az erdőgondnokot szakmailag a zirci erdőmester, gazdálkodási tevékenységét pedig a szentgotthárdi erdőfelügyelő ellenőrzi. Utóbbi a szentgotthárdi uradalom történetét színvonalas tanulmányban feldolgozó Kalász Elek volt, utóda 1937-től Hegedűs Valter lett.



1. kép Kalász E. és Illyés K. a máriaiújfalusi cserkész táborban

Pic. 1. Elek Kalász and Károly Illyés at the scout camp of Máriaújfalu

A továbbiakban a különféle levéltári, főleg üzemtervi adatok és egy pénztárcönyv alapján foglalom össze az időszak jellegzetes vonásait.

2.2. Az üzemtervi adatokból levonható következtetések

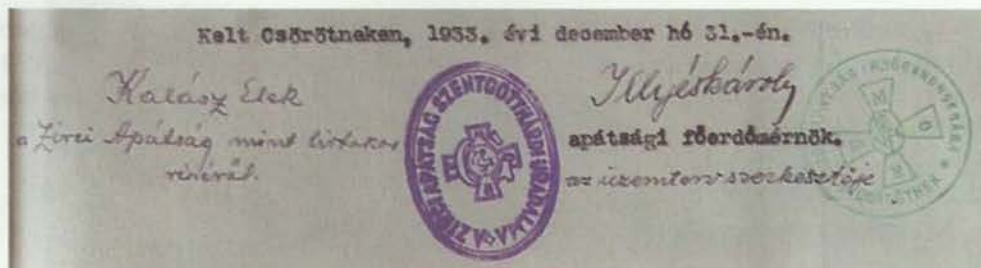
2.2.1. Az eddigi gazdálkodás jellegzetességei

Az 1903-ban lejárt üzemtervek pótlására 1923-ban Illyés Károly üzemátvizsgálást végzett (Vam.L. XI. 604.). Ebből levonható az a következtetés, hogy lényeges túlhasználát nem történt. Viszont egyes erdőrészekben engedély nélküli bontásokat végeztek. A háború következményeként nevelővágások, erdősítések és ápolási munkák maradtak el. A háború alatt 20000 m³-es kényszer kitermelést kellett végezni, melyhez gőzvasutat is építettek. E fatömeget 20 év alatt kellett megtakarítani. Ez az előírás 10 év alatt teljesült.

A gazdálkodás új koncepcióját az Illyés Károly által összeállított 1924-es ideiglenes üzemterv részletesebben tükrözi (Vam.L. IV.441.9.d.). Egyik fő célkitűzés volt a vágáskor fokozatos felemelése 10 év alatt először 90 évre, majd később 100 évre. A másik lényeges változás a csoportos felújítógágás fokozatos bevezetése. Példaként szerepeljen egy erdőrészlet előírása: A 12.b. erdőrészlet „Használható. Felújítás csoportos lehet. Völgyben lucfenyővel, déli szélén tölgyekkel alátélepitendő. Nyiladék mellett egy öreg bükk természeti emlékként fenn tartandó...”. Az erdőrészletben sok 1-5 éves bükk, lucfenyő és gyertyán újulat volt.

Már ekkor felmerült két erdőrészletben lévő idős jegenyefenyők természeti emlékként történő megőrzése. Ezt a hatóság 1942-ben hagyta jóvá.

Az erdőgazdálkodás jellemzőinek következő jelentős dokumentuma a gondnokság 1935-ös üzemterve (Illyés Károly által összeállított anyag kézirásos *Vam.L. XI.604.1.* és gépelt példányai *Vam.L. IV.441.9.d.* is tanulmányozhatók). Az anyag az eltelt közel 70 év után is igen értékes információkat tartalmaz.



2. kép 1935-ös üzemterv általános részének aláírásai

Pic. 2. Signatures of the general part of the management plan for 1935

A termőhelyi viszonyok áttekintése után a tölgy és az erdeifenyő meghatározó szerepe mellett a bükk, lucfenyő és vörösfenyő jelentőségét hangsúlyozza a jövedelmezőség emelése és a természetes felújítás erőteljesebb alkalmazása érdekében.

Az eddigi gazdálkodás leírása igen részletes. 1879 előtt kisebb tarvágásokat végeztek és a településekhez közeli erdőrészekben szálaltak a helyi szükségletek figyelembe vételével. Az első üzemterv elkészültével a kétütemű fokozatos felújítógázásra tértek át, de a „tervszerű vágásirányról, a szükséges árnyalás fenntartásáról, a kellő időben végzett felszabadításról nem volt szó.” Emiatt gyertyánosok, nyír, nyár és fűz állományok alakultak ki több erdőrészletben (pl. Hosszúfenyős, Öregásos, Kiserdő).

A makkvetések nem kapták meg a megfelelő ápolást. Állandó csemetekert nem volt. A fiatalosok ápolása késett, megvárták míg a kitermelt faanyag elérte a „számos fa” méretet és gazdasági hasznot hozott.

1920-tól a fiatalosok nagy részét felszabadították. A középkorú állományok egy része kiritkult (pl. Öregásos, Hangyás, Tilalmas), a vágható idősebb állományok viszont jó szerfa kihozatalú, szép szálal erdőket alkotnak.

A faanyag iránti szükséglet meghaladja a kitermelési lehetőségeket. Ebben az időszakban a Gondnokság erdeiből évente kb. 8000 m³ faanyagot termeltek ki és 1920-31 közötti években az elért tiszta jövedelem 16 ezer és 57 ezer P között ingadozott.

Az erdészeti területén 1939-ig 53 km jól karbantartott erdei utat létesítettek. Ezeket megfelelő profillal alakították ki, a mélyebb kátyúkat folyami kavicssal töltötték fel (Mál, Gyertyános, Tilalmas, Zsidai-völgy). Illyés Károly már 1922-ben kavicsbánya nyitási engedélyt kért e tervei megvalósításához (*Vam.L. XI.604.1.*).

Egyéb befolyásoló tényezők közt jelentős a Szentgotthárdi Apátságot terhelő kegyúri költség, melyből a környező plébániák dologi és személyi költségeit fedezik. Ennek 75%-át az erdészetnek kell viselni.

A földek kataszteri tiszta jövedelme után adófizetési kötelezettség volt. Az üzemterv táblázatos formában közli e kategória adóinak megoszlását. Az aranykorona arányában ebből az erdőszetre 1933-ban 7331 P fizetési kötelezettség jutott. Iskolaadóként az erdőszetre évenként még 1500-1800 P-t terheltek.

A környéken – különösen a téli időszakban – jók a munkásviszonyok, azonban a dolgozók az új szemléletű erdőgazdálkodás szempontjából nem eléggé képzetek. Télen általában 35-40 fuvaros kap munkát. „Tavasszal, amikor a zöld takarmány etethető kb. 100 tehénfogatra lehet számítani.”

2.2.2. A jövő gazdasága

Két alapvető célt szolgált az 1935-ben jóváhagyott üzemterv:

- az egyenletes, tartós hozam jövedelmező biztosítása a messze jövőben is;
- a csoportos felújításra alapozott erdőkezelés.

Főbb fafajok a bükk, lúcfenyő, a tölgy és vörösfenyő, valamint az „öshonos” erdeifenyő. A gyertyán „hézagöltő és ág tisztulást segítő elegyfajként” igen fontos szerepet tölt be. Említést tett arról, hogy a területen jelentős a hengeres törzsű gyertyánok előfordulása. Napos, meleg helyekre a szelídgesztenyét is be kívánta hozni.

A vágáscsoportokat az újulat igényei szerint célszerű kialakítani, de vigyázni kell arra, hogy ezek ne alkossanak összefüggő, nagy vágásterületet.

„Az eddigi előkészítő és végvágásra épített ernyős vágást azonban fel kell váltani csoportos felújító vágásokkal. Ki kell próbálni annak szegélyes és méginkább a vonalas alakját is”.

Az elgyomosodott erdeifenyveseket kényszerűségből tarvágással kell kitermelni. E területeket erős, iskolázott csemetékkel a tarvágást követő tavasszal be kell ültetni. Az alátelepítésnél és pótlásoknál a magvetést is célszerű alkalmazni.

A fiatalosok ápolásánál a sarjak, böhöncök visszaszorítása a cél. A nyiladékok, utak mellett hagyjuk meg a nyírfá csoportokat és így „emeljük erdőnk külső képének szépségét”. A nevelő vágásokkal „eljutunk a IV. korosztályhoz, melyből megyünk át a főhasználatba. A koronabontó vágások már a felújítás érdekeit szolgálják, és az idő folyamán fokozatosan eljutunk a természetes felújításig”.

„Ahol a csemete még nem volna alátelepülve, ott a vonalas szálalást alkalmazzuk, az irányvonalak előzetes kijelölése után alkalmas helyeken az állományt foltonként megritkítva és később felszabadítva.”

A mai „természetközeli” erdőkezelési koncepcióhoz hasonló törekvés már az 1924-es ideiglenes üzemtervben is megfogalmazódott. A megvalósítás folyamata pedig visszatükröződik az 1935-ös üzemterv erdőleírási részében. 147 erdőtag erdőrészeleiről igen részletes leírás és kezelési előírás található. Az 1:4000 méretarányú térkép pedig a mai elemzők számára is lehetővé teszi a változások tanulmányozását.



3. kép Csoportos felújítás (Illyés Károly)

Pic. 3. Group forest regeneration (Károly Illyés)

Az erdőleírásból általában levonható az a következtetés, hogy Illyés Károly a munkába állásától kezdve a gyakorlatban igyekezett megvalósítani az elgondolásait. Ezt alátámasztó tények:

- az általa 1920-41 között létesített fiatalosok túlnyomó része elegyes erdő;
- az üzemtervben igen sok csoportos felújításra kijelölt és 1920 után megkezdett erdőrészlet van. Utóbbiak között vegyeskorúság és fafajösszetétel szempontjából ideális területek találhatóak;
- alátelepítések csemetével, makkal és fenyő maggal megjelennek a leírásban. Az elkerülhetetlen tarvágásokat így közelítette a természetes felújításokhoz.

2.3. A pénztárkönyvi adatokból levonható következtetések

A gazdálkodás gyakorlatáról érdekes információk nyerhetők egy pénztárkönyvből *Vam.L. XI.604.1/2*. Ez a kötet 1932-44 között tükrözi vissza az Erdőgondnokságnál végzett munkákat. Különösen precíz Illyés K. saját kézírásával 1937 augusztusáig vezetett nyilvántartás. A konkrét számok alapján a következőket vizsgáltam részletesebben:

- a gazdálkodás általános jellemzői;
- a csemetetermelés és erdőfelújítás;
- a fahasználat;
- a vadászat;
- egyéb tevékenységek.

2.3.1. A gazdálkodás általános jellemzői

A gondnokságnál 9 fő kerületvezető erdész és vadász teljesített szolgálatot. Nem magas készpénz fizetésükön kívül (kb. 50 P/hó) jelentős természetbeni juttatást kaptak (tűzifa, gabona, téli és nyári egyenruha, bunda). A szociális ellátás színvonalára jellemző, hogy az Apátság a tanuló gyerekek után neveltetési segílyt adott. Az erdészek és családjuk orvosi ellátásának költségei is megjelennek a pénztárkönyvben.

Érdekes, hogy a közeli burgenlandi apátsági erdők (Magersdorf, Jennersdorf) kezelésével kapcsolatos bevételek és kiadások is a gondnokságot illették.



4. kép Illyés K. és Hegedűs V. a Gondnokság erdészeivel (1937)

Pic. 4. K. Illyés and V. Hegedűs with foresters of the forest management unit (1937)

Az irattári anyagokból kitérünk, hogy Illyés Károly kezdeményezte Alsórönökön egy fűrészüzem létesítését. 1933 novemberében indult meg az építkezés, és 1934 tavaszán már működött az üzem. A létesítés és az üzemeltetés költségei, majd bevételei néhány évig a gondnokságnál jelentkeztek.

A soproni egyetemmel kiépített kapcsolatra utal pl. a „szilárdsági kísérletekhez fák kidöntése”, valamint elszállítási költségeinek megjelenítése 1937 márciusában (valószínűleg Pallay Nándor kísérleteihez kellett a faanyag). Később két alkalommal a soproni diákok tanulmányútjaival kapcsolatos költségek elszámolása is megtörtént.

A cserkészek táborozásával, szegény gyerekek nyaraltatásával és falukutatók tartózkodásával is merültek fel elszámolások. A megyei és országos versenyeken jó helyezéseket elért csőrötneki tűzoltó egyesület támogatását is vállalta a gondnokság.

Illyés Károly igen jó emberi és szakmai kapcsolatokat tartott fenn korának neves botanikusaival. Az erdőgondnokság jó bázisa volt a két világháború közt az erdőterületen folytatott vizsgálatoknak. Ez az időszak is hozzájárult ahhoz, hogy a terület botanikai feltárása magas színvonalú. Ezt alátámasztják a kor botanikai publikációi. Jól esett tapasztalnom, hogy neves botanikusok hivatkoztak édesapámtól kapott adatokra, *Gayer 1932.*; *Horvát A.O. 1944.*; *Pauer A. (1932)*. Az erdőgondnokságnál Csapody Vera, Jávorka Sándor, Vajda László, Soó Rezső, Jeanplong József fordultak meg a már hivatkozott botanikusokon kívül.

Az adatokból megállapítható, hogy a gondnokság 1920-41 között jelentős szerepet töltött be a munkaalkalmak teremtésében. A vonzáskörzetben viszonylag magas színvonalú szociális támogatást valósítottak meg mind a saját dolgozók, mind a civil szervezetek felé. Mindezek két pilléren nyugodtak: az erdőgondnokság jövedelmezőségén és az Apátság vezetésének és az erdőgondnoknak azonos szemléletén.

2.3.2. Csemetetermelés és erdőfelújítás

Az erdőgazdálkodás új alapokra helyezésének egyik alapvető feltétele megfelelő számú és minőségű csemete előállítás. Emlékeztetni szeretnék arra, hogy a korábbi, részben háborús időszakból erősen megbontott, gázos területek elmaradt felújítását és kezelését kellett megoldani. A csoportos felújítógázra való áttérés is igényelt szaporítóanyagot. A sikeres beavatkozást szükség esetén erős, 4 éves iskolázott csemetékkel és magvetésekkel egészítették ki.

A pénztárnapló adatai alátámasztják, hogy jelentős mag beszerzést valósítottak meg rendszeresen, a 30-as évek végén Huszász-majorban magpergetést is végeztek. A magbeszerzések nemcsak a csemetekertek szükségletét fedezték, hanem egyes felújítások pótlását is elősegítették. A pénztárnaplóban nyomonkövethető, hogy mely évben, melyik erdőrészekben végeztek fenyő magvetéseket, valamint tölgy és bükk makkvetéseket.

1933-ban 5 csemetekertben gondoskodtak a szükséges csemeték előállításáról.

A magvetést széles körben alkalmazták. Az üzemterv szöveges részében van utalás arra, hogy a kitermelt tuskók védelmében célszerű a magvetést elvégezni. Az elkerülhetetlen tarvágásokat a következő év tavaszán beerdősítették.

2.3.3. Fahasználat

Igen jelentős volt az uradalom faanyagszükséglete. Iparifát a mezőgazdasági ágazat, a műhelyek igényeltek. Tüzifát az apátsági épületek fűtésére (kb. 400 ürm), a dolgozók járandóságának kiadására (kb. 250 ürm) kellett biztosítani. A környező iskolák, plébániák, a szentgotthárdi óvoda is kapott tüzifát a kitermelési és szállítási költségek befizetése kötelezettségével.

Iparifát a környéken tevékenykedő iparosok és fűrészüzemek, távoli bányák részére értékesítettek.

1934-től jelentek meg a rönöki fűrészüzem létesítési és üzemeltetési költségei. A saját rönk ellenértéke is megjelenik az elszámolásokban. A fűrészüzem részletes elszámolása külön adminisztráció szerint történt.

A pénztárnapló visszatükrözi az új erdőkezelési koncepció megvalósítását. Az elszámolásokban erdőrésztelenként nyomon követhetők a tisztítási, gyérítési és véghasználati munkák. A fogatokkal kapcsolatos költségek megjelenése pedig azt jelenti, hogy sikerült saját fuvarozó kapacitás kiépítése is.

2.3.4. A vadászat

A vadászat az I. Világháború előtt csak az uradalom belső szükségletének fedezését szolgálta. Illyés Károly irányítása alatt új alapokra helyeződött a vadászat. Az időszak pénztárkönyvében nyomonkövethetők a cserkelő utak, magaslesek kiépítésének költségei. Az elhanyagolt huszási majorból akkori viszonyoknak megfelelő korszerű vadászati bázist építettek ki vendégszobával. Az avatás 1936 májusában, ünnepi szentmisével történt a zirci Apát úr személyes megjelenésével. Érdekes, hogy még ebben az évben egy külföldi vadászvendégtől befizetett lődíj (2556 P) fedezte a bázis létesítési költségeit. 1937-ben svájci vendégektől 3550 P bevétel származott.



5. kép A Huszási-major (1939)

Pic. 5. The Huszási farm (1939)

1938-ban egy vadászház építésére is sor került. Az elszámolásokban megjelentek az építési ácsmunkák, a földfeltöltés és a mohagyűjtés költségei.

1936-tól nyúl, fácán, szarvashús értékesítésből komoly bevétel származott. A fejlettebb vadászati színvonal ellenére nem kellett a felújítások védelmére vadkerítést építeni.

2.3.5. Egyéb, erdészeti tevékenységek

Az 53 km-es üzemi úthálózat kialakításának költségei (útprofil kialakítás, árokásások, át-ereszek kialakítása, kavicsal és kővel történő szakaszos útjavítás) is megjelennek a pénztárkönyvben. Az üzemterv leíró részében megtalálható jelentősebb források kialakításával, karbantartásával kapcsolatos munkák elszámolása is nyomon követhető.

A rétek művelését új alapokra helyezték. Nedves területek árkolása, mohaszagatás, valamint a két-háromszori kaszálás és betakarítás munkálatai jelennek meg a pénztárkönyvben.

IRODALOMJEGYZÉK

- Gayer Gy. (1932): Új adatok Vasvármegye flórájához III., In: Annales Sabarienses: Folia Musealia.
- Horvát A. O. (1944): A szentgotthárdi Apátság erdeinek növényzete. Botanikai Közlemények, 41. kötet, 1-2. füzet, 43-47.p.
- Nagy Domokos I. (1975): A zirci Apátság erdészeteinek szervezete és működési alapelvei az első világháborúig 1804-1914. In: Kolozsváryné: Az erdőgazdálkodás története Magyarországon. Akadémia Kiadó, 175-211.p.
- Pauer A. (1932): Vas Vármegye természeti emlékei. Martineum Könyvnyomda RT., Szombathely, 1-66.p.
- Vörös A. (1970): Az őrségi gazdálkodás az úrbérrendezéstől a XX. Század elejéig. Vas megye múltjából. III. Levéltári Évkönyv. 217-236 p.
- Vam.L. Vas Megyei Levéltár.
- Vam.L. IV. 441. Vasvármegye erdőgazdasági üzemterveinek levéltári gyűjteménye 1883-1950.
- Vam.L. XI. 604. Szentgotthárdi Cisztercita Apátság Uradalmának iratai (XIII. sz. - 1950).
- Vam.L. XI.604/J. Erdészeti iratok.
- Vem.L. Veszprém Megyei Levéltár

HOSSZÚ TÁVÚ STRATÉGIÁK, CÉLOK AZ ERDÉSZETI KUTATÁSBAN LONG-TERM STRATEGIES, OBJECTIVES IN THE FOREST RESEARCH

FÜHRER ERNŐ¹

A 74. Országos Mezőgazdasági és Élelmiszeripari Kiállításon (2005. VIII. 27. - IX. 04.)
rendezett agrár konferencián elhangzott előadás

ÖSSZEFOGLALÁS

Az Európai Unió bővítésével együtt járó társadalmi és gazdasági változások az erdészeti ágazat számára új kihívásokat jelentenek Magyarországon is. A globalizáció erősödésével a gazdaság, a társadalom és a környezet egyre nagyobb kényszerítő erőknek van kitéve. A gazdaság versenyképességének megőrzése elsődrendű követelmény marad, ugyanakkor a társadalom aggodalma, pl. a klímaváltozás, vagy a vidék elnéptelenedése miatt egyre növekszik. Az erdészeti ágazat sokrétűvé váló feladatai ezért meghatározóak az erdészeti kutatás számára. Az alábbi fő témakörök, amelyek fontosak lehetnek a jövő erdészeti kutatása számára, nem zárják ki egymást, de természetesen nem is elegendők önmagukban.

1. Az erdő és az erdővel összefüggő (rokon) ökoszisztémák kutatása: biológiai sokféleségük, dinamikájuk és működésük megértése és megfigyelése a változó környezetben.
2. Megújuló erdei erőforrások kutatása: versenyképes termékek biztosítása tovább-feldolgozásra.
3. Előnyök és hasznok: válasz a társadalom egyre növekvő igényeire.

ABSTRACT

Social and economic changes going together with the EU enlargement mean new challenges for the forest sector in Hungary too. The economy, society and environment are exposed to a greater and greater compelling force with the strengthening globalisation. Maintaining the competitiveness of the economy remains a requirement of high priority, while the anxiety of the society is continually increasing in consequence of the climate change or rural depopulation. Various tasks of the forest sector determine the sphere of the forest research. Following main themes, which can be important for the future forest research, don't exclude each other, but naturally they are not suffice with themselves.

1. Researching the forest and ecosystems connected with the forest: their biodiversity, understanding and observing their dynamics and functioning in the changing milieu.
2. Researching the renewable forest resources: assuring marketable products for further-processing.
3. Advantages and profits: reply to continually increasing demands of the society.

A rendszerváltást követően a megváltozott körülmények hatására a hazai faellátást biztosító alapanyagtermelő-gazdálkodást fokozatosan felváltja egy sokoldalú szolgáltató, azaz egy multifunkcionális szemléletű tevékenység. Az információs technológia széleskörű alkalmazása és a sokszor túlzó mértékű természetvédelmi szempontok érvényesítése miatt módosul a gazdálkodó szervezetek szervezési és ügykezelési gyakorlata, valamint a tartamos erdőgazdálkodás igazgatási és intézményi rendszere. A sikeres alkalmazkodás és átállás nagymértékben függ az erdészeti kutatás színvonalától és az ágazat innovációs készségétől.

¹ Erdészeti Tudományos Intézet, Főigazgató

A szakági K+F stratégia feladatainak meghatározása előtt szükséges az ágazat azon sajátosságait taglalni, melyek az agrárium más ágazataitól az erdészetet markánsan megkülönböztetik. Ezek a következők:

- Globális léptékben az erdők a földi élet fenntartásában, a természeti folyamatok egyensúlyának megőrzésében döntő szerepet játszanak. Ezért az **erdők ökológiai értéke** társadalmi szinten **folyamatosan növekszik**, szemben piac-gazdasági értékükkel.
- A meglévő és a telepítendő **erdők hasznosságát elsősorban nem a faanyag-termelésből származó jövedelmük, hanem egyéb szolgáltatásaik biztosítják.**
- **Az erdőgazdálkodás termelési ciklusának időtartama hosszú.** Ezért az erdőgazdálkodásban elkövetett hiba kijavításához több évtized, esetenként egy évszázadnál hosszabb idő szükséges, és az okozott kár igen tetemes is lehet.
- **Az erdőgazdálkodás** esetében emberi tevékenység **csak bizonyos természeti korlátok között végezhető és a biológiai folyamatokhoz igazodik.** Ezért jellemző rá az idényszerűség.
- **A természet ráfordításai csak évtizedek múlva realizálódnak**, a lekötött tőke forgási sebessége a sajátosan hosszú termelési ciklus következtében rendkívül lassú.
- **A termék szerkezet-váltást csak egy termelési ciklus után és a feldolgozás minőségi megváltoztatásával lehet végrehajtani**, ezért a rövid távú piaci hatások kevésbé érvényesülnek.

Társadalmi és gazdasági szempontból azonban, egyaránt fő erőssége az erdőnek és a benne folytatott gazdálkodásnak, hogy megújuló természeti erőforráson alapul és hogy a beavatkozások környezetkímélő folyamatok sorára épülnek. Ezért a többfunkciós erdőgazdálkodás és a környezetbarát faanyagot feldolgozó faipar nagymértékben hozzájárulnak egy ún. öko-barát, fenntartható Magyarország kialakításához.

A közös mezőgazdasági politikát megalapozó Római Egyezménynek nem része az erdészet, mégis az Európai Bizottság kidolgozta az Európai Erdészeti Stratégiát, amely közösen elfogadott elvek platformja. Az európai országok - köztük hazánk - voltak az elsők, amelyek a tartamos gazdálkodás alapelveire épülve kidolgozták nemzeti erdőprogramjaikat és kifejlesztették a fenntartható erdőgazdálkodás tanúsítvány-rendszerét.

Összefoglalták az európai erdőgazdálkodás és fahasznosítás jellegzetes vonásait, amelyek a kutatásfejlesztés és innováció mozgatóerői is egyben. Ezek az alábbiak:

- **Az erdei erőforrások fokozatos növekedése** a műveletlen földek beerdősülésével és a tervszerű erdőtelepítésekkel, valamint a fatér fogat gyarapodásával. Ez utóbbi a termőképesség változásával és a fakitermelések visszaesésével magyarázható.
- **A magánerdők szétaprózódása**, ami különösen a szállítási költségeket emeli, és egyéb, pl. a rekreációs funkciók érvényesülését is csökkenti.
- A skandináv országok kivételével igen **gyenge az alapanyag-termelő erdészeti szektor és a feldolgozók közötti kapcsolat**, ezért a források és az ipar követelményei közötti összhang hiányzik.
- **A faárak alacsony világpiaci értéke és az egyre növekvő költségek** (különösen a munkabér) **gazdaságtalanná teszik az erdőgazdálkodást**, ugyanakkor a mindinkább elvárosiasodó társadalom újabb és újabb szolgáltatásokat vár az erdőtől, mindenféle ellenszolgáltatás nélkül.

- **Nagy a változás az erdők szerepének rangsorolásában**, ma nagyobb hangsúlyt fektetnek a környezeti és társadalmi kérdésekre, valamint a környezet-kímélő technológiák alkalmazására. Ugyanakkor e markáns változásoknak az erdőgazdálkodást érintő következményei kellő módon még nem ismertek.
- **Új kutatásokra van szükség** ahhoz, hogy teljes körűen ki lehessen használni a tudomány és a technika kínálta lehetőségeket **az erdei anyagokon alapuló új termékek és szolgáltatások kifejlesztésére**. Ez magában foglalja az ún. intelligensebb gyártási folyamatok bevezetésének szükségességét éppúgy, mint a kevésbé tökeigényes gyártási technológiák alkalmazását.
- **Az erdei biomassa energiacélú hasznosítása létfontosságú** vívmánya lesz egy fenntartható Európának.
- **Végül a kutatási eredmények gyakorlatba történő bevezetése** igen gyenge pontja az erdészeti szektornak, erősítésre és fejlesztésre szorul.

Az erdő multifunkcionális szerepét azonban nem állomány, azaz nem erdőrézlet szintjén kell érvényesíteni, hanem táj vagy régió szintjén. Ugyanis csak ezen nagyterületű gazdálkodási szemlélet biztosíthatja az ökológiai, az ökonómiai és a rekreációs célok kiegyensúlyozott teljesülését. Nyilvánvaló, hogy az erdészeti kutatások tekintetében az érintendő témák szerteágazósága miatt ez szemléletet a legigényesebb.

A fenntartható erdőgazdálkodás gazdasági alappilléreinek erősítése, beleszámítva a faipart is, elsődleges fontosságú kell legyen. Ez társadalmi érdek, és a Bécsi Miniszteri Konferencia is hangsúlyozta ennek fontosságát. Európa számára döntő az erdőgazdálkodás és fafeldolgozás versenyképességének és gazdasági rentabilitásának megőrzése. Ezért meg kell teremteni azokat a körülményeket, melyek prioritást adnak az értéktermelés optimalizálásának és az integráció növelésének. Erősebb kapcsolatot kell kialakítani a fa alapanyag megtermelői és az ipari fatermékek fogyasztói között. Természetesen a jövőben az erdőgazdálkodás olyan termékek és szolgáltatások pénzügyi támogatásán is fog múlni, amelyeket ma még kellőképpen nem értékelnek.

A jelenlegi prognózisok szerint a fa felhasználása Európában az elkövetkező évtizedekben csekély mértékben fog emelkedni. Mégis, az a tény, hogy a fa alapanyagú erőforrások nőnek, lehetőséget kínál a faiparnak piaci részesedése növelésére. A fára alapozott energiaszektor fejlődése középtávon szintén ígéretesnek tűnik, és ez, az energia ökoszemponturn megtermelését gazdaságilag megvalósíthatóvá teszi. Ennek várhatóan pozitív hatása lesz a vidék foglalkoztatási helyzetére is. Ezen fejlődési lehetőség komplex és valós értékelése az erdészeti kutatás soron következő feladatainak egyike.

Az erdők a változó környezetnek kitett életközösségek. Prognosztizálni, hogy a globális környezeti változások milyen hatást fognak majd az erdőkre gyakorolni, kiemelkedő jelentőségű az erdészeti kutatás számára. A hagyományos növekedési és fatermési kutatásokon kívül számos újszerű tartamkísérlet elvégzése lesz indokolt, melyek az egészségi állapot változására, a tápanyagellátottság mértékére, az üvegházhatású gázok elnyelésére, valamint az egyes populációk alkalmazkodó képességére vonatkoznak. Emiatt a jövőben a kockázatok figyelembevétele az erdőgazdálkodásban elengedhetetlen lesz.

Az európai államok egyre nagyobb jelentőséget tulajdonítanak az erdészet társadalmi és környezeti előnyeinek, úgy, mint a munkahelyteremtésnek vidéken, a pihenésnek, a tájszerkezet-javítás és a biológiai sokféleség megőrzésének. Sajnos annak képessége, hogy ágazatunk a fentiek tekintetében valóban megmutassa előnyeit, igen változó határfokú és kevésbé látványos. Az emelkedő munkabérek és piaci követelmények növelik a gépesítés és a költséges műveletek

felhagyásának kényszerét. Ezért a piac szeszélyeire hagyatkozva az ún. nem piaci előnyök és szolgáltatások nem érvényesülnek azon a módon és mennyiségben, ahogy azt a társadalom megkívánja.

Az erdészeti ágazat sokrétűvé váló feladatai ezért meghatározóak az erdészeti kutatás számára, különösen az interdiszciplinaritás tekintetében. Ráadásul az erdészeti kutatás hosszú életű életközösségekkel foglalkozik, melyek alkalmazkodó-képessége a gyors környezeti, társadalmi és gazdasági változásokhoz gyenge. Az **általános kérdésként fogalmazható meg a kutatás felé, hogy:**

- **Mik az erdei ökoszisztémák rövid és hosszú távú válaszai és reakciói a gyorsan változó környezetre?**
- **Hogyan lehet az erdészeti politikát és vezetést befolyásolni úgy, hogy a kialakítandó szabályzó- és támogatási rendszer segítségével az erdők képesek legyenek egyaránt ökológiai és ökonomiai jellegű szolgáltatásokat és termékeket nyújtani?**
- **Hogyan képesek az erdészetben és faiparban érdekelt piaci szereplők versenyképesen kielégíteni a fatermékek iránti szükségleteket?**

Az alábbi fő témakörök, amelyek fontosak lehetnek a jövő erdészeti kutatása számára, nem zárják ki egymást, de természetesen nem is elegendők önmagukban. (1. ábra)

1. **Az erdő és az erdővel összefüggő (rokon) ökoszisztémák kutatása: biológiai sokféleségük, dinamikájuk és működésük megértése és megfigyelése a változó környezetben.** Ez a téma elsősorban az erdei ökoszisztémák biodiverzitásával foglalkozik a génektől a tájakig, magában foglalva a termőhely egyes komponenseit, a fákat és egyéb szervezeteket. Idetartozik annak megértése, hogy hogyan reagálnak az erdei ökoszisztémák a környezeti változásokra, és e változások miként módosítják a biológiai sokféleséget, változtatják meg az ökoszisztémák biogeokémiai működését.
2. **Megújuló erdei erőforrások kutatása: versenyképes termékek biztosítása tovább-feldolgozásra.** Ez a tárgykör felöleli „az erdőtől a fa alapanyagig” folyamatot, ideértve az erdőművelést és az erdőgazdálkodást, a fa biológiájára és az ökoszisztémák dinamikájára alapozva. Keresi a költségkímélő technológiák alkalmazását és a tömör fa alternatívájaként hasznosítható egyéb faforrások kitermelését (tömör fa, farost, bioenergia), valamint a nem fa eredetű erdei termékek (bogyók, gombák, erdei vad,... stb.) hasznosítását.
3. **Előnyök és hasznok: válasz a társadalom egyre növekvő igényeire.** Ez a kutatási terület felbecsüli, mekkora gazdasági, szociális, kulturális értéket jelentenek, s milyen szolgáltatást tesznek az erdők a társadalomnak. Tartalmazza pl. a fák és az erdők szerepét az egészség megőrzésében, a tájak szerkezetében, a víz természetes körforgásában,... stb. Idesoroljuk azt a komplex kutatást is, melynek célja elősegíteni az erdei termékek és az erdő hasznainak elfogadását és piaci lehetőségeinek javítását.

Ez a három témakör szorosan összefügg egymással és természetesen más kutatási területekkel, olyanokkal, amelyek „az erdőtől a faanyagig” folyamattal foglalkoznak, mint pl. a faanyag-technológia, az információs technológia, a molekuláris biológia és kémia (amelyek létfontosságúak az erdészeti ipar számára). Nincsenek területi szempontok, amelyek tartalmaznak más táji alkotóelemeket, úgy, mint: mezőgazdaság, édesvízi ökoszisztémák, városi területek, és így tovább.



1. ábra A fontosabb jövőbeni kutatási témakörök az erdészetben

Fig. 1. The more important future research domains in the forestry

Az 1. ábrán a háromszög csúcsai a három fent ismertetett témát képviselik. Az oldalsó nyilak jelzik az erdők és a társadalom közötti indirekt kapcsolatot, a baloldali az erdőre alapozott faipar termékein vezet át, a jobboldali az erdők által nyújtott társadalmi és környezeti szolgáltatásokon, földhasználati típusokon és tájakon megy keresztül.

Az Erdészeti Tudományos Intézetben jelenleg és a közeli jövőben végzendő a **Nemzeti Erdőprogramhoz illeszkedő kutatások** a következő központi témák köré csoportosíthatók:

- a **globális ökológiai folyamatok** érvényesülésének megismerése regionális és lokális szinten, a feltárt ok-okozati összefüggések érvényesítése a fafaj-megválasztás és az erdőnevelés gyakorlatában (ökológiai és erdőművelési osztály),
- az erdei ökoszisztémák működését alapvetően meghatározó **faállományjellemzők tartamkísérletek útján történő nyomon követése**, az erdőgazdálkodás és egyéb társadalmi célok érdekében történő természet-közeli beavatkozások összehangolása (ökológiai és erdőművelési osztály),
- a genetikai erőforrások korszerű módszerekkel történő **felvétele, feltárása és jellemzése**, valamint az erdészeti nemesítés új ismereteinek érvényesítése az ágazat szaporítóanyag-termesztésében (nemesítési osztály),
- országos kiterjedésű **egészségi monitoring-hálózat kiépítése** és működtetése, tekintettel az új, egyre terjedő, ma még kevésbé ismert kártevők életmódjának megismerésére és a gyakorlatban is alkalmazható környezetkímélő védekezési technológiák kidolgozására (erdővédelmi osztály),
- **új természet-technológiai kísérletek beállítása** gyorsan-növő fafajokkal, és az eredmények gyakorlati bevezetése különösképpen az alternatív földhasználat és a biomassza komplex hasznosításának érdekeire (ültetvényeszerű fatermesztési osztály),
- a **fenntartható erdőgazdálkodás kritériumrendszerének és finanszírozási feltételeinek kimunkálása** és az erdészeti politikai döntések szakigazgatási és közgazdasági megalapozása (ökonómiai osztály).

A vázolt tudományos témakörök maradéktalan kimunkálásához azonban a feltételek intézetünkben csak részben adóttak, mert

- a hosszútávú, időigényes kutatásoknak nincs megbízható, közvetlenül állami forrásból származó finanszírozása,
- az integrált pályázatok formájában elnyerhető költségvetési források nagy része kapcsolatfüggő és gyakorlati orientáltsága csekély,
- az egyre gyengébb jövedelmezőségű ágazat a jelenben nem képes támogatni a csak közép- és hosszú távon eredményt hozó erdészeti kutatásokat,
- a kikényszerített, folyamatos létszámleépítések miatt, egy magasan kvalifikált, elegendő és megfelelő összetételű kutatógárda nem áll már rendelkezésre,
- a politikai döntéshozók, az ágazat irányítói és a gyakorlat részéről egyaránt hihetetlen és megmagyarázhatatlan érdektelenség, szakmai igénytelenség mutatkozik az új ismeretek, a K+F tevékenység iránt,
- az infrastruktúra fejlesztése, a tárgyi erőforrások feljavítása mára elengedhetlenné vált, végül
- a nemzetközi, de az országon belüli együttműködésekben rejlő előnyök kihasználása a fentebb vázolt kedvezőtlen feltételek miatt nehézkes, nehezen megvalósítható.

Az intézetben a még fellelhető szakszemélyzet igen nagy erőfeszítéssel küzd a túlélésért, bízva abban, hogy az eddig megmentett szellemi és anyagi erőforrásoknak lesz még kibontakozási lehetősége, lesz még a racionális fejlesztésnek létjogosultsága. Ma a **legnagyobb problémák közé tartoznak:**

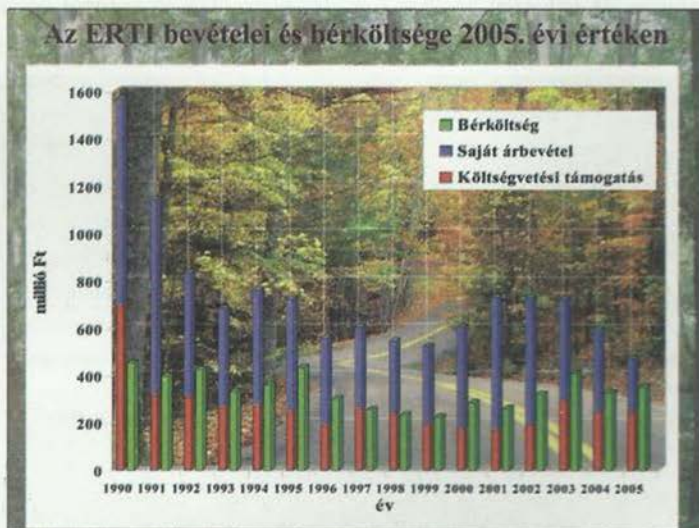
- az erdőgazdálkodás, ezen belül az erdészeti kutatás társadalmi elismertségének a hiánya. Az erdőben végzett kísérleteknek és megfigyeléseknek a természettudományok körében nagyobb prioritást kell a jövőben adni, hiszen az erdő az emberi életér és a természetes környezet legfontosabb, ma még legkevésbé befolyásolt része.
- a meglévő és az optimális tudásbázis (szellemi erőforrás) közötti jelentős különbség. Az intézetben ennek kiegyenlítése mintegy 13-15 fő kutatói kapacitás-bővítést jelentene.
- az intézet alapfinanszírozásának (törzsszemélyzet bére, fenntartási költségek) alacsony foka. A jelenleginek, ami nem elegendő a bérek fedezetére, csaknem kétszeresére lenne szükség.(2. ábra)

A felsorolt hiányosságok fokozatos pótlása a további lemaradást és elsorvadást akadályozná meg. Ha nem így lesz, akkor középtávrá sem tervezhető az Erdészeti Tudományos Intézetben átgondolt, az ágazat és a társadalom érdekeit egyaránt szem előtt tartó tudományos tevékenység. Működésképtelenné válik az intézet, ezért a meglévő struktúrához kevesebb létszámmal ellátható feladatcsoportot meghatározni értelmetlennek tűnik.

Az ágazati innováció sikeres megvalósítása csak abban az esetben remélhető, ha a kutatás új ismereteket hoz létre, azok megérthető formában közvetlenül, vagy az oktatáson és a szaktanácsadó hálózaton keresztül eljutnak a gyakorlathoz, és ott van kellő fogadó-készség az új ismeretek bevezetésére, ill. alkalmazására.

Az erdőnek és az erdőgazdálkodásnak - elsősorban multifunkcionális szerepe és a hozzákapcsolódó feldolgozó ágazatok (faipar, bútór- és papírgyártás, stb...) révén - a fenntartható fejlődés tekintetében igen nagy a jelentősége. Az erdőgazdálkodás legfőbb erőssége, hogy meg-

újuló természeti erőforrás bázisán nyugszik és főként környezetkímélő természeti folyamatok érvényesülésére épít. A kutatás a versenyképességet és fenntartható fejlődést akkor erősítheti, ha a szűkösen rendelkezésre álló forrásokat az ágazat kulcsfontosságú területeire juttatja, ill. a kutatások összehangolására törekszik.



2. ábra Az Erdészeti Tudományos Intézet bevételei és bérköltsége 1990-től 2005-ig, a 2005. évi értéken számolva

Fig. 2. Incomes and wage costs of the Forest Research Institute from 1990 to 2005, calculating in value of year 2005

Európa csaknem valamennyi országában, így Magyarországon is - már több mint 100 éve, az egyetemeken kívül speciális ágazati intézményekben végzik az erdészeti kutatásokat. Ezeknek három közös vonásuk van:

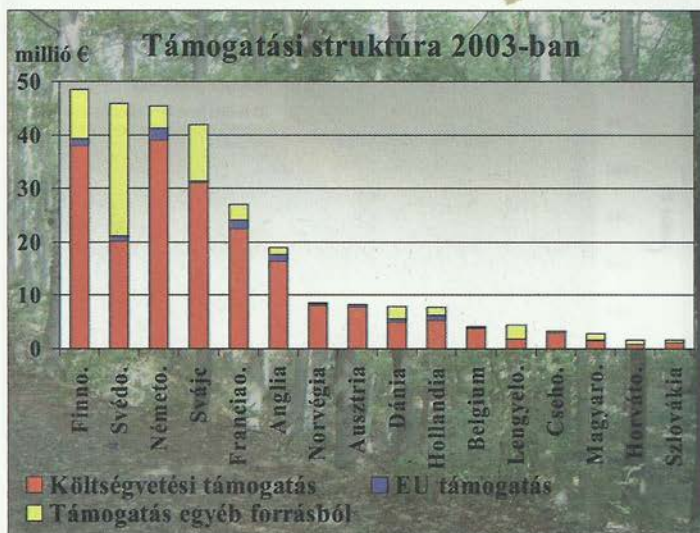
- **alapvető feladatuk** az erdei ökoszisztémák kutatása és a fenntartható erdőgazdálkodás alapjainak feltárása, kimunkálása,
- **alapvető kötelességük** támogatni és segíteni a piacgazdaság szereplőit éppúgy, mint az ágazati, azaz az erdészeti politika alakítóit, továbbá a környezet- és vidékfejlesztési, valamint a nemzeti fenntarthatósági stratégiák kidolgozóit, végül
- **alapvető érdekük** a felhalmozott tudásanyag átadása és a hosszú távú erdőleltározások elvégzése, monitoring-rendszerek fenntartása és működtetése.

Mivel az ágazati főhivatású kutatóintézetek közeli kapcsolatban állnak az erdészeti szektor szereplőivel, ők maguk is elősegítik az eredmények átadását, valamint alkalmazását a gyakorlati tevékenységben, és *vica versa*, a gyakorlati kívánalmak integrációját a kutatásba. Ily módon a tudásátadás sokkal könnyebb, mint az egyetemi eredmények tekintetében.

Közeli kapcsolatban állnak továbbá a szakhatóságokkal és állandó információcserét folytatnak a szakminisztériumokkal. Mindez elősegíti a kutatási eredmények figyelembe vételét a döntéshozó folyamatokban. Most viszont az a tapasztalat, hogy az intézményi fenntartók nem

látják, nem érzékelik az ágazati kutatóintézetek fontosságát. Rövid távú pénzügyi érdekeknek beáldozzák azokat. Holott sem a tudomány-, sem pedig a gazdaságtörténet eddig még nem ismer olyan esetet, miszerint egy ágazat gazdasági fejlődésének hátráltatója a kutatás túlzott mértékű támogatása lett volna.

Magyarországon az erdészeti szektor K+F tevékenysége az európai országokhoz képest alulfinanszírozott, ugyanakkor nemzetközileg elismert.(3.ábra)



3. ábra Néhány európai ország önálló erdészeti kutatóintézetének támogatási struktúrája 2003-ban

Fig. 3. Grant structure of the independent forest research institute of some european countries

A kutatás fejlesztésének elodázása kihat a Nemzeti Erdőprogram tudományos megalapozására, és így a gyakorlati erdőgazdálkodás egyik előfeltétele, azaz az új ismeretek megszerzése és alkalmazása elmarad.

A kutatás jelentősége kiemelkedő a társadalmi-, a gazdasági- és az ökológiai fejlődés kihívásaira adott válaszok megtalálásában is.

Éppen ezért az erdőgazdálkodóknak fokozottabban kellene támaszkodniuk az ágazat kutató-fejlesztő intézményeinek munkájára és a velük való együttműködésre.

Az eddigieknél lényegesen nagyobb és koordinált támogatást kellene nyújtani a szakmai kiadványok megjelentetéséhez, a kutatás és szakmai ismeretterjesztés feltételeinek javításához.

Az erdészeti kutatás csak abban az esetben fog megfelelni az új szakmai kihívásoknak, ha az „intézményi egzisztencia” nem évenkénti ciklusokhoz igazodik, hanem, az erdőgazdálkodás sajátosságainak megfelelően, lényegesen hosszabb időre kiszámíthatóan tervezhető. Erre vonatkoznak az alábbi javaslatok:

- **Stabil, hosszabb távra is tervezhető kutatóintézeti háttér.** Az évről-évre való túlélési harc nem teszi lehetővé az érdemi munkát.
- **A kutatási témák elaprózódásának megállítása.** A kisösszegű megbízások hajszolása a kutatói és kutatási kapacitás, ezáltal pedig az eredményesség nagymértvű csökkenéséhez vezet.

- **Az adminisztráció egyszerűsítése.** Egy komolyabb pályázat, illetve projekt adminisztrálása igen jelentős kutatói kapacitásokat köt le, vagy forrásokat von ki.
- **A költségvetési-pénzügyi elszámolás gazdálkodást nehezítő követelményeinek feloldása** a kutatás piaci versenyhelyzetét javítja.

Az erdészeti kutatás mára eredményeivel bebizonyította, hogy a fenntartható erdőgazdálkodással nemcsak az erdők naturáliákban kifejezhető értékeit, hanem az erdők egyéb immateriális szolgáltatásait is növelhetjük. A szakszerűen kezelt erdő nemcsak ellenállóbb a káros környezeti hatásokkal szemben, nemcsak több és jobb minőségű faanyagot szolgáltat, hanem a jóléti és rekreációs funkciók ellátására is alkalmasabb. Az erdészeti ágazat elegendő és megfelelő szellemi erővel rendelkezik, ezért képes lesz megújulni, gazdaságilag erősebbé válni, és a hazai és nemzetközi elvárásoknak egyaránt megfelelni. Ehhez a kutatás azonban csak akkor tud hozzájárulni, ha a politikai és gazdasági döntéshozók kellő mértékben honorálják azt a szellemi tőkét, azt a fejlesztési potenciált, amit ez a tevékenység eredményes működéséhez igényel. Mert hiszem, hogy most nem érvényesek Vadas Jenőnek, az intézet első igazgatójának több mint 100 éve írt sorai, miszerint:

„ ... ahol az erdőgazdaság alárendeltebb jelentősége miatt korlátozottabb fejlettségű, ahol alacsony fokon áll, ott a kísérletügy jelentősége is sokkal csekélyebb. ”

Vadas Jenő (1893)

IRODALOM:

- European Commission (1999): Forest research capacities in 18 European countries.
- François H. et al. (2005): Future Forest Research Strategy for a Knowledge Based Forest Cluster: An Asset for a Sustainable Europa, European Forest Institute, Discussion Paper 11.
- Führer E. (2002): Az Erdészeti Tudományos Intézet kutatási feladatai a XXI. század kezdetén, Erdészeti Tudományos Intézet Kiadványai 17.
- Gál J., Marosi Gy., Mózes Cs.(2004): Innováció és vállalkozás az erdőgazdálkodásban, Erdészeti Kutatások Vol. 91.

INTÉZETI HÍREK

SZEMÉLYI HÍREK

- *Dr. Führer Ernő* főigazgató 2003-tól újabb öt éves időszakra szóló főigazgatói megbízást kapott az FVM miniszterétől.
- *Berényi Gyula* 2002-től az intézet titkárságvezetője.
- *Bárány Gábor, Treczker Klára* 2002-től az Ültetvényes Fatermesztési Osztály kutatója.
- *Juhász István* 2002-től az Ökonómiai Osztály kutatója.
- *Benke Attila* 2002-től a Nemesítési Osztály kutatója.
- *Jagodics Anikó* 2002-től az Ökológiai Osztály kutatója.
- *Mayer Balázs* 2004-től az Ökonómiai Osztály kutatója.

NEMZETKÖZI EGYÜTTMŰKÖDÉS, UTAZÁSOK (2001-2004)

Utazó neve	Időpont	Fogadó fél	Utazás témája
<i>Ausztrália</i>			
2003.			
Dr. Somogyi Zoltán	07.28-08.04. 9 nap	ENSZ (UNDP)	IPCC Good Practice Guidance negyeki szerzői megbeszélés
<i>Ausztria</i>			
2003.			
Dr. Somogyi Zoltán	02.01-16. 15 nap	Joanneum Research, Graz	megbeszélés EU5 keretprogram, CASMOFOR szénkörforgalmi modellek közös értékelése
Dr. Somogyi Zoltán	02.20-21. 2 nap	Osztrák Erdészeti Kutatóintézet, Bécs	PROGNEU project workshop
2004			
Dr. Somogyi Zoltán	04.25-27. 3 nap	Joanneum Research	Részvétel a „COST ACTION E21 on 'Reviewing Effects of Forest Management Activities on the Carbon Balance' – Task Force Meeting” megbeszélésén
Dr. Rédei Károly	07.04-06. 3 nap	Erdészeti Kutatóintézet, Bécs	Európai Erdészeti Kutatóintézeti vezetőinek munkaértekezlete
Benke Attila	10.18-11.13. 26 nap	Bundesamt und Forschungszentrum für Wald, Institut für Forstgenetik	Rövid idejű tudományos kiküldetés (STSM) való részvétel Genosilva: European Forest Genomics Network
<i>Belgium</i>			
2003			
Dr. Rédei Károly Dr. Borovics Attila	05.26-01. 7 nap	CNRFB, Gembloux	magyar-vallon kormányközi megállapodás (akácnevelés)
<i>Brazília</i>			
2002			
Dr. Somogyi Zoltán	09.30-10.06. 8 nap	ENSZ (UNDP)	IPCC Good Practice Guidance harmadik szerzői megbeszélés
<i>Bulgária</i>			
2001			
Dr. Rédei Károly	10.01-05. 5 nap	FRI	Nemzetközi Konferencia
2002			
Dr. Rédei Károly Dr. Sitkey Judit Osváth-Bujtás Zoltán	04.15-21. 7 nap	FRI	INCO-COPERNICUS – akácprojekt záró-megbeszélés

2003			
Dr. Rédei Károly Csiha Imre	10.01-05. 5 nap	Forest Research Instiute	részvétel és előadás tartás a bolgár ERTI tud. konferenciáján
2004			
<i>Chile</i>			
2002			
Dr. Rédei Károly	03.05-15. 11 nap	FRI	Akáctermesztés fejlesztése
<i>Csehország</i>			
2003.			
Manninger Miklós	04.26-29. 4 nap	8 th Meeting of Forest Foliar Expert Panel, Prága	Lombelemzés
Mózes Csaba	03.23-25. 3 nap	Cseh Mezőgazdasági Egyetem, Prága	INNOFORCE
2004			
Dr. Somogyi Zoltán	06.22-25. 4 nap	Mezőgazdasági Minisztérium, Prága	Részvétel (előadóként is) FAO/GTOS/ JRC által szervezett workshopon: „Harmonization of terrestrial carbon mea- surements in CEE countries
<i>Dánia</i>			
2002			
Dr. Somogyi Zoltán	08.22-27. 6 nap	EFI	EFI éves konferenciáján és soros igazgató- tanácsi ülésen részvétel
2003			
Dr. Rédei Károly	03.26-30. 5 nap	Forest Research Institute, Horsholm	Gyorsannövő fafajok termesztése, együtt- működési megbeszélés
2004			
Dr. Horváth László	04.17-21. 5 nap	CEH	Nitro Europe EU-VI. project előkészítése
Dr. Rédei Károly	09.13-19. 7 nap		Ösztöndíjas utazás
<i>Finnország</i>			
2001			
Mózes Csaba	05.21-08.21. 90 nap	European Forest Institute (EFI)	Erdőprivatizáció Közép-Európában, Ösztöndíj
2002			
Dr. Horváth László	11.23-28. 6 nap	Helsinki Egyetem	Nofretete workshop

2003			
Dr. Somogyi Zoltán	08.25-31. 7 nap	EFI, Joensuu	részvétel az EFI igazgatótanácsi ülésén, vmint éves konferenciáján
Dr. Rédei Károly	08.27-31. 5 nap	European Forest Institute (Joensuu)	részvétel és poszter-előadás tartás az EFI 10. közgyűlésén és a tudományos konferenciáján
2004			
Dr. Somogyi Zoltán	05.15-20. 6 nap	Forest Research Institute	Részvétel a COST E21 akció biomassza átszámító tényezőkkel (BEF) foglalkozó speciális találkozásán
<i>Franciaország</i>			
2002			
Dr. Horváth László Huszár Erika	02.14-16. 3 nap	INRA	Greengrass workshop
Manninger Miklós Tobisch Tamás	04.09-14. 6 nap	ICP-FOREST	Expert panel on ground vegetation konferencia
Dr. Sitkey Judit	06.15-20. 6 nap	Office National des ForestTechnique	Csapadék talajoldat és depozíciós értekezlet
Dr. Sitkey Judit	09.24-29. 6 nap	Office National des Forest-EU/ICP Forests	3rd Intercalibration Course on „Assessment of Ozona Visual „
2003			
Dr. Horváth László	04.05-12. 8 nap		EGS konferencia
Illés Gábor	06.24-28. 5 nap	EFI	Seminare Ecofor
<i>Görögország</i>			
2003.			
Manninger Miklós	05.11-13. 3 nap	Meteo-Pheno workshop, Karpinissi	Meteorológia és fenológia
Dr. Somogyi Zoltán	11.24-30. 6 nap	Forest Research Institute, Thessaloniki	Carbo-Invent megbeszélés, COST E21 zárókonferencia
<i>Hollandia</i>			
2003			
Dr. Horváth László Huszár Erika	11.18-24. 7 nap	Wageningen University	Greengrass workshop
<i>Horvátország</i>			

2002			
Dr. Führer Ernő	08.10-13. 4 nap		
Dr. Marosi György Mózes Csaba Juhász István	09.18-19. 2 nap	Horvát Államerdészet	Tanulmányút
<i>Irország</i>			
2004			
Dr. Somogyi Zoltán	10.04-10. 7 nap	University College Dublin	Részvétel a Carbo-Invent éves konferenciáján és a COST E21 zárókonferenciáján
<i>Izland</i>			
2002			
Dr. Horváth László Huszár Erika Sasicsné Molnár Odette	07.30-08.06. 8 nap	NJF	Agricultural Soils and Greenhouse in cool temperate climate konferencia
<i>Jugoszlávia</i>			
2002			
Mózes Csaba	09.09-14. 6 nap	Sumarski Fakultet	DAAD-FORNET konferencia
<i>Kína</i>			
2002			
Marosi György Dr. Rédei Károly	10.07-15. 9 nap	Henan, FRI, P.R.	Akáctermesztés fejlesztése (bilaterális szerz. alapján)
2004			
Dr. Führer Ernő Dr. Rédei Károly Sasicsné Molnár Odette Csiha Imre	10.06-15. 10 nap	Forestry University, Beijing	Gyorsan növekvő fajok termesztés-fejlesztése
<i>Lengyelország</i>			
2001			
Dr. Marosi György	09.09-15. 7 nap	Lengyel Államerdészet	Europaforum Forstverwaltung konferencia
2002			
Dr. Tóth József Dr. Csóka György Koltay András	09.01-05. 5 nap	Lengyel Erdészeti Tudomány Intézet + IUFRO	„Ecology, Survey and Management of Forest Insects” konferencia
2003			
Treczker Klára	10.04-10. 7 nap	Lengyel Erdészeti Tudományos Intézet	részvétel „Erdőtelepítés Európában”, konferenciáján

2004			
Benke Attila	08.24-27. 4 nap	COST Office, Krakkó	14th Congress of the Federation of European Societies of Plant Biology
Dr. Sitkey Judit Kurucz György	09.08-12. 5 nap	IBL Forest Research Institute in Warsaw	PRO FOREST Conference „Protection of soil and Water resources in forestry areas”
<i>Macedónia</i>			
2003			
Juhász István	06.16-23. 7 nap	Macedóniai Erdészeti Egyetem	konferencián való részvétel: „Management of forests as a natural resource in the Balkan/See region”
<i>Malajzia</i>			
2003			
Dr. Somogyi Zoltán	03.31-04.04. 5 nap	ENSZ (UNDP)	IPCC Good Practice Guidance negyedik szerzői megbeszélés
<i>Nagy-Britannia</i>			
2002			
Dr. Somogyi Zoltán	06.16-17. 2 nap	University of Cambridge	FLOBAR2 workshop
2003			
Dr. Csóka György	09.22-26. 5 nap	University of Edinburgh	Gubacsdarázs monográfia
2004			
Dr. Somogyi Zoltán	08.31-09.06. 7 nap	School of Agricultural and Forestry Sciences, University of Wales	Részvétel (előadóként) az EFI soros igazgatótanácsi ülésén, vmint éves konferenciáján
<i>Németország</i>			
2002			
Dr. Horváth László Huszár Erika	03.09-16. 8 nap		EUROTRAC-2 szimpózium
Dr. Somogyi Zoltán	03.12-14. 3 nap		IPCC GPG elő szerzői megbeszélés
Kurucz György Illés Gábor	05.27-06.02. 7 nap	Nyírerdő által szervezett	erdőművelési tanulmányút
Dr. Borovics Attila	08.19-24. 6 nap	Göttingeni Egyetem, Erdészeti Kar	Erdészeti genetikai és nemesítési tanulmányút
Dr. Horváth László Huszár Erika	09.29-10.01. 4 nap	Institute für Atmosphärische Forschung	szakmai konzultáció

2003			
Dr. Horváth László Huszár Erika	08.16-23. 8 nap	Atmosphärische Umweltforschung IMK-IFU	Nofretete konzultáció, megbeszélések
2004			
Dr. Horváth László	02.08-14 7 nap		GHG konferencia (üvegház hatású gázok)
Dr. Somogyi Zoltán	03.13-17. 5 nap	Freisingi Egyetem	„VII. Expert Panel Meeting on Forest Growth Assessment on Intensive Monitoring Plots” szakértői ülés
Dr. Horváth László	05.31-06.7. 8 nap	IMK-EFU és GMENT University in Eur. Grasslands	Atmospheric Dispersion modelling és Carbon storage
Nagy László	09.20.-22. 3 nap	Bayerische Amt für Forstliche Saat- und Pflanzenzucht	Forum Genetik-Wald-Forstwirtschaft 2004
<i>Olaszország</i>			
2001			
Dr. Rédei Károly	05.08-13. 6 nap	Erd. Fakutatás, Vitarbo	Fehérnyár és akáctermesztés fejlesztése
2002			
Mózes Csaba	03.13-15. 3 nap	Instituto Agrario di San Michele All'Adige	INNOFORCE munkaértekezlet
Dr. Sitkey Judit	03.13-21. 9 nap	CNR Instituto	Copernicus záró jelentés megbeszélése
Dr. Borovics Attila	05.28-06.03. 7 nap	OAKFLOW EU5 konzorcium	Tölgyfajok közötti génáramlás vizsgálata
2003			
Dr. Sitkey Judit	10.28-29. 2 nap	6 th Expert Panel Meeting on Deposition, Róma	Depozíciós mérése
Dr. Somogyi Zoltán	12.01-14. 15 nap	ENSZ	részvétel az ENSZ éghajlatváltozási keret- egyezménye részes felek 9. konferenciáján (COP-9)
2004			
Nagy László	04.21-25. 5 nap	International Plant Genetic Resources Institute	EUFORGEN Noble Hardwoods Network 7. munkaértekezlet
Dr. Horváth László	09.14-18. 5 nap	JRC - ISPRA	NOFRETETE workshop

Dr. Horváth László	10.25-31. 7 nap	CNR, University of Tuscia	Greengrass Final Meeting
Dr. Sitkey Judit	11.11-16. 6 nap	CNR Italy CNR- MTA	International Walnut Conference
<i>Oroszország</i>			
2002			
Dr. Szántó Mária	10.07-14. 8 nap	CONFERENCE ON „Problems of Forest Phytopathology and Mycology”, Moszkva	Amillaria fajok ill. mikorhizás fajok...
2003			
Dr. Somogyi Zoltán	06.28-07.05. 8 nap	ENSZ	Klíma-változási Keretegyezmény orosz- szágra háruló feladatainak felülvizsgálata (szakértői felkérés)
<i>Portugália</i>			
2002			
Nagy László	06.08-13. 6 nap	International Plant Genetic Resources Institute	EUFORGEN Noble Hardwoods Network 6. munkaértekezlet
2003			
Dr. Horváth László Huszár Erika	03.18-23. 6 nap		Carbo-Europe konferencia, Greengrass workshop
2004			
Dr. Somogyi Zoltán	04.14-18. 5 nap	Forest Research Institute	EFI soros igazgatótanácsi ülése
<i>Románia</i>			
2001			
Mózes Csaba	04.06-08. 3 nap	Romániai Doktoranduszok Országos Szövetsége (RODOSZ)	RODOSZ konferencia
Dr. Marosi György Mózes Csaba	10.19-25. 7 nap	Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Egyesület	Konferencia és tanulmányút
2002			
Dr. Führer Ernő Mózes Csaba	03.14-17. 4 nap		
Mózes Csaba	03.21-23. 3 nap		RODOSZ konferencia

Dr. Führer Ernő Hegedüs Péter	04.24-29. 6 nap		
Osváth-Bujtás Zoltán	10.09-14. 6 nap	Erdélyi Erdészeti Egyesület	Tanulmányút Erdélyben és előadás a Mo-i akáctermelésről
Juhász István	11.28-12.02. 5 nap	Brassói Magyar Diákszövetség	Kárpát-medencei Erdészeti és Faipari Tudományos Diákköri Konferencia
Szendreiné dr. Koren Eszter Újváriné dr. Jármay Éva Tobisch Tamás Nagy László Dr. Koltay András Mózes Csaba Dr. Borovics Attila Osváth-Bujtás Zoltán Csiha Imre	10.09-14. 6 nap	EMT	Ojtozi konferencia / tanulmányút
Dr. Führer Ernő Hegedüs Péter	10.23-27. 5 nap		
2003			
Dr. Führer Ernő Hegedüs Péter	04.23-27. 5 nap		EMT együttműködés
Dr. Rédei Károly Csiha Imre	05.08-09. 2 nap	Faculty of Environment Protection, Oradea	részvétel és előadás tartás nemzetközi konferencián „The Environment Resources and Sustainable Development”
Dr. Veperdi Irina Szendreiné dr. Koren Eszter Csiha Imre Berényi Gyula	10.22-26. 5 nap	EMT	ERTI-EMMTT közötti együttműködés
Dr. Führer Ernő Hegedüs Péter	11.13-17. 5 nap	Székelyudvarhelyi Erdészet	erdészeti igazgatás új feladatai
2004			
Szendreiné dr. Koren Eszter	05.20-23. 4 nap	EMT	előadás tartása: Eruptív anyagözetten ki- alakult talajok száradása és azok hatása az erdőállományokra
Dr. Marosi György Berényi Gyula	10.21-24. 4 nap	EMT	EMT-ERTI együttműködés
<i>Spanyolország</i>			
2002			
Dr. Somogyi Zoltán	04.04-07. 4 nap	Solsona, Spanyolország	EFI igazgatótanácsi ülés

Dr. Somogyi Zoltán	10.07-12. 6 nap	Spanyol ERTI, Valencia	COST E21-es akció workshopja, Carbo-Invent EU56-ös kutatóprogram nyitóworkshopja
2003			
Nagy László	05.19-24. 6 nap	UD Anatomia, Fisiologia y Mejora Genetica ETSI de Mondes	Részvétel II. nemzetközi Szil konferencián
<i>Svájc</i>			
2002.			
Dr. Horváth László	12.14-18. 5 nap	INRA	Greengrass workshop
Dr. Somogyi Zoltán	10.12-16. 5 nap	WSL, Zürich	ICP Forest Growth Panel coros ülése
2003.			
Dr. Sitkey Judit	07.14-15. 2 nap	Ozone Validation Centre, Zürich	Ózonkárók vizsgálata (laborvizsg.)
2004			
Dr. Sitkey Judit	08.14-19. 6 nap	Swiss Federal Research Institute	5th International Training Course on teh Assesment of Ozone
<i>Svájc-Olaszország</i>			
2003			
Dr. Sitkey Judit	08.25-27. 3 nap	WSZ, Swiss Federal Research for Forest	Ózonkárók vizsgálata
Juhász István	11.26-12.02. 7 nap	Brassói Magyar Diákszövetség	Tudományos Diákköri Konferencia
<i>Svédország</i>			
2002			
Trecker Klára Bárány Gábor	08.24-30. 7 nap	IUFRO, SLU, Uppsala	International Poplar Symposium III.
<i>Szlovákia</i>			
2001			
Dr. Rédei Károly	03.20-21. 2 nap	FRI, Szlovákia	Szaporítóanyag-beszerezés (csere)
2002			
Dr. Somogyi Zoltán Illés Gábor Hunyadi László	06.18. 1 nap	Szlovák ERTI, Bős	Csallóközben a szlovák-magyar dunai monitoring

Dr. Rédei Károly Dr. Gergáczy József Dr. Tóth József Dr. Somogyi Zoltán Dr. Marosi György Manninger Miklós Berényi Gyula	10.28-29. 2 nap	FRI	Kétoldalú vezetői megbeszélés (bilaterális szerz. alapján)
2003			
Dr. Borovics Attila	06.20-23. 4 nap	EUFORGEN (IPGRI Rome)	meghívott előadó nemzetközi konferencián, erdészeti génmegőrzés tölgy és bükk munkacsoport
Tobisch Tamás	10.14-18. 5 nap	Slovak Forest Research Institute	előadás tartása: Seminar of close to nature forestry
2004			
Dr. Rédei Károly Osváth-Bujtás Zoltán	05.20-21. 2 nap	FRI	Visegrádi országok ERTI vezetőinek munkatalálkozója
<i>Szlovénia</i>			
2003.			
Dr. Rédei Károly	01.14-17. 4 nap	Szlovén Kutatási Minisztérium	EU6 Project-Konzorciumi megbeszélés
Dr. Marosi György	11.20-21. 2 nap	Szlovéniai Egyetem, Ljubljana	tanulmányút
2004			
Dr. Sitkey Judit	11.06-10. 5 nap	Slovénia Forests Research Institute	7th Meeting of the Expert Pa... on Deposition
<i>Törökország</i>			
2002			
Dr. Rédei Károly	04.15-20.	Poplar Institute, Izmit	IUFRO Konferencia: Gyorsannövő fafajok termesztése
Dr. Rédei Károly Csiha Imre	09.10-15. 6 nap	Poplar Institute, Izmit	Nemesítési Konferencia – gyorsannövő fafajok
2004			
<i>Új-Zéland</i>			
2003			
Dr. Horváth László Huszár Erika	05.09-22. 14 nap	Auckland University	Szeminárium és kétoldalú együttműködési megbeszélés
Dr. Führer Ernő	03.03-16. 14 nap		Erdőgazdálkodási tanulmányút

2004			
Dr. Horváth László	08.28-09.11. 15 nap		IGAC konferencia
<i>Ukrajna</i>			
2002			
Dr. Führer Ernő Hegedűs Péter	07.05-09. 5 nap		

KÜLFÖLDI VENDÉGEK FOGADÁSA (2001-2003).

2001

július 16.

Dursun CETIN + 2 fő

Ministry of Forestry, Törökország

OMMI török vendégei

Témája: Nemesített akácfaajták

Fogadó fél: Dr. Rédei Károly, Osváth-Bujtás Zoltán

Bemutatott

területek: Gödöllő

2001

augusztus 30.

Klaus Kubeczko

EFI-RPC Bécs

Ewald Rametsteiner

Témája: INNOFORCE aktuális feladatok megbeszélése

Fogadó fél: Dr. Marosi György
Dr. Gál János (NYME-EMK)

Bemutatott

területek: ERTI Ökonómiai O. és NYME EMK Erdővagyon-gazdálkodási Intézet

2001

október 10-11.

Julius Durkovic

Szlovákia

Témája: Magyar-Szlovák együttműködés

Fogadó fél: Dr. Marosi György

2001

október 25.

Ju Yong Chol + 1 fő

Észak-Korea-Phenjan

Észak-Koreai Követség tanácsosa

Témája: Akáctermesztés témájában szakmai látogatás előkészítése

Fogadó fél: Dr. Rédei Károly, O. Bujtás Zoltán

Bemutatott

területek: Gödöllő

2001

november 08.

László Varga + 2 fő

Szlovák ERTI, Bős

Témája: Akáctermesztés fejlesztése

Fogadó fél: Dr. Rédei Károly, Osváth-Bujtás Zoltán

Bemutatott

területek: Gödöllői ERTI, Valkói Erdészet

2002

január 29-30.

A. Tsiontsis + 2 fő

FRI, Thessaloniki

Témája: INCO-COPERNICUS zárómegbeszélés előkészítése

Fogadó fél: Osváth-Bujtás Zoltán

2002

február 05.

Yanlin Zhu + 2 fő

FRI - Kína, Henan

Témája: Akác mikrószaporítás, Gödöllői akáckísérletek

Fogadó fél: Osváth-Bujtás Zoltán

Bemutatott

területek:

2002

február 02-08.

Yanlin Zhu + 3 fő

FRI - Kína

Témája: Akáctermesztés fejlesztése

Fogadó fél: Dr. Rédei Károly, Dr. Borovics Attila, Csiha Imre, Osváth-Bujtás Zoltán,
Dr. Sitkey Judit

Bemutatott

területek: Gödöllő, Sárvár, Püspökladány és térségeik

2002

február 20-21.

Laura Bouriaud

Nancy / ENGREF - Franciaország

Kutatók közötti együttműködés

Témája: A magyarországi erdő-privatizáció helyzete és tapasztalatai

Fogadó fél: Dr. Marosi György, Mózes Csaba

Bemutatott
területek: ERTI Ökonómiai O.

2002

február 28.

L. Varga + 1 fő

Szlovák ERTI - Bős

Témája: Akác sarjzattatás, sarjerdők nevelése gépei

Fogadó fél: Dr. Rédei Károly, Osváth-Bujtás Zoltán, Kmetty László

Bemutatott
területek: Gödöllő és környéke

2002

március 09-10.

Laura Bouriaud

Nancy / ENGREF - Franciaország

Kutatók közötti együttműködés

Témája: Közös publikációk lehetőségei

Fogadó fél: Mózes Csaba

Bemutatott
területek: ERTI Ökonómiai O.

2002

május 28.

Erdőmérnök Nemzetközi T. 30 fő

Honnan?????

Témája: Akácfaajták kísérleteinek bemutatása

Fogadó fél: O-Bujtás Zoltán, Dr. Veperdi Irina

2002

július 15-17.

Helmuth Spitzer

Mezőgazdasági Kamara, Erdészeti
Osztály – Steiermarkt / Ausztria

Osztrák-Magyar devizamentes kutatócsere

Témája: Magán-erdőgazdálkodás helyzete Magyarországon

Fogadó fél: Dr. Marosi György, Mózes Csaba
Dr. Héjj Botond (NYME-EMK)

Bemutatott
területek: ERTI Ökonómiai O., NYME-EMK Erdővagyon-gazdálkodási Intézet, TAEG
RT., ÁESZ győri Iroda, magán-erdő gazdálkodók Győr térségében, Kisalföldi
Erdőgazdaság RT., Ravazdi Erdészet, Ravazd

2002

július 19.

Brita Pajari

EFI Központ – Finnország

Kutatók közötti együttműködés

Témája: Kapcsolatfelvétel, közös kutatási lehetőségek

Fogadó fél: Mózes Csaba

Bemutatott

területek: ERTI Ökonómiai Osztály, AESZ Központ, Budapest

2002

július 22-28.

Zan Yon Ran + 1 fő

Észak-Korea

Fizetett tanulmányút

Témája: Magyarországi akáctermesztés

Fogadó fél: Dr. Rédei Károly O-Bujtás Zoltán, Dr. Sitkey Judit, Dr. Borovics Attila, Csiha Imre

Bemutatott

területek: Gödöllő, Sárvár, Püspökladány és térségeik

2002

augusztus 26-28.

Bernhard Perny

FBVA Bécs

Témája: Városi fák egészségi állapota / információ csere

Fogadó fél: Dr. Tóth József

Bemutatott

területek: Balatonfüredi Erdészet

2002

Szept. 29.-okt. 02

11 fő kutató

(Ausztria, Svájc, Csehország,
Norvégia, Finnország, Szlovénia,
Szlovákia)

Témája: INNOFORCE / Munkaértekezlet

Fogadó fél: Dr. Marosi György, Mózes Csaba, Dr. Gál János (NYME-EMK)

Bemutatott
területek: A magyarországi erdőgazdálkodás helyzete, az ERTI és az Ökonómiai Osztály
tevékenysége, az NYME-EMK helyzete, az INNOFORCE program helyzete
és feladatai

2002

szept. 30.- okt. 01.

3 fő Magánérdő tulajdonos

Franciaország

Témája: Magyarországi akáctermesztés
Fogadó fél: Dr. Rédei Károly, Osváth-Bujtás Zoltán
Bemutatott területek: Gödöllő és környéke, Cegléd és térsége

2003

szeptember 14-19.

Anne Fourbisseur, S. Charron

Faculté des Sciences Agromoniques,
Gembloux, Belgium Wallone

Vallon-Magyar államközi szerződés alapján

Témája: Akáctermesztés fejlesztése
Fogadó fél: Dr. Rédei Károly, Osváth-Bujtás Zoltán, Dr. Sitkey Judit, Dr. Borovics Attila, Treczker Klára, Bárány Gábor
Bemutatott területek: Akác nemesítési és termesztési kísérletek (Gödöllő, Sárvár, É-K Magyarország akác kísérletek, Copernicus terület)

2003

október 11.

Prof. Lutz Jaeger

University of Freiburg Department
of Meteorology, Németország

Témája: Mátrai bázis terület bemutatása
Fogadó fél: Manninger Miklós, Dr. Sitkey Judit
Bemutatott területek: Nyírjesi bázis területek

2004

május 12.

Francia erdőmérnökök (31 fő - többnyire magánérdőgazdálkodók)

Franciaország

Témája: Erdészeti nemesítés
Fogadó fél: Dr. Borovics Attila, Benke Attila
Bemutatott területek: Bajti csemetekert

2004

május 24.

*Svéd erdőmérnökök, akik elsősorban
tölgy és bükk gazdálkodással fogalkoz-
nak (30 fő)* Svédország

Témája: Tölgy- és bükkgazdálkodás
Fogadó fél: Dr. Borovics Attila
Bemutatott
területek: Bajti csemetekert, Sárvár-Farkaserdő

2004

június 02-04.

Osztrák magánerdőgazdálkodók (37 fő) Ausztria

Témája: Akácgazdálkodás
Fogadó fél: Dr. Führer Ernő, Dr. Rédei Károly, Hajnal Imre, Borzási Béla, Bíró Imre,
Támba Miklós, Szabó László, O-Bujtás Zoltán, Berényi Gyula
Bemutatott
területek: Pusztavacs, Máriapócs, Ófehértó, Napkor, Baktalórántháza, Tét, (akác-terüle-
tei)

2004

június 10-14.

*Spanyol magánerdőgazdálkodók (30
fő)* Spanyolország

Témája: Akác-nyár gazdálkodás, nemzeti park látogatás
Fogadó fél: Duska József, Bíró Imre, Támba Miklós, Kiss János, Hoványszki György,
Virágh János, Mihályfalvy István, Dr. Borovics Attila, O-Bujtás Zoltán,
Berényi Gyula
Bemutatott
területek: Bükki Nemzeti Park, Nyírerdő RT. akácosai, Napkor magánerdőgazdálko-
dása, Nyírlugos Önkormányzat akácosai és nyárasai, Csemő akác szaporító-
anyag termesztés, Monor magánerdőgazdálkodás nyárasokban

2004

augusztus 18.

Ladislav Varga és társai Szlovákia

Témája: Energiaerdő, nyárgazdálkodás
Fogadó fél: Dr. Borovics Attila
Bemutatott
területek: Sárvári és Bajti csemetekert

2004

szeptember 09.

Dr. Horst Dieter Brabaender és vendégei (4 fő)

Göttingeni Egyetem, Németország

Témája: Eszmecsere az erdőgazdálkodás társadalmi elfogadottságáról, finanszírozásának kérdéséről

Fogadó fél: Dr. Borovics Attila

Bemutatott területek: Sárvári Arborétum, Farkaserdei program (hosszúlejáratú ERTI kísérlet, magtermelő állomány)

2004

szeptember 20-30.

Dr. Chang Yu Shyun, Dr. Lee Su See

Forest Research Institute of Malaysia, Kuala Lumpur

TÉT Magyar-Maláj kétoldalú Kormányközi pályázat 2004-2005. évre

Témája: A gombák hasznosításának lehetőségei, gombaközösségek a természetes erdei ökoszisztémában

Fogadó fél: Dr. Szántó Mária

Bemutatott területek: Országos Gombaipari Egyesülés demjéni és kerecsendi telephely, ERTI Mátrafüredi Állomás, Őrségi Nemzeti Park, ERTI Sárvári Állomás

2004

?.....

Dr. Graham Stone

Edinburg University

Témája: Tölgy herbivor rovarok (gubacsdarazsak)

Fogadó fél: Dr. Csóka György