

MARKS. J. A. S. O. K. 9. 5. V. O. L. 8. 5.

# **ERDÉSZETI KUTATÁSOK**

**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. 85.  
BUDAPEST, 1995.**



# 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

**Gödöllői Kísérleti Állomás és  
Arborétum**

2100 Gödöllő, Arborétum Pf.: 49  
Tel.: (36-28) 330-360; 330-690  
Fax: (36-28) 310-856  
E-mail: h12552bod@ella.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: h12556bor@ella.hu

**Püspökladányi Kísérleti Állomás**

4150 Püspökladány, Farkassziget  
Tel.: (36-54) 452-991; 451-169  
Fax: (36-54) 452-993  
E-mail: h9445csi@ella.hu

**Mátrafüredi Kirendeltség**

3232 Mátrafüred, Hegyalja u. 14.  
Tel.: (36-37) 320-129  
Fax: (36-37) 320-406  
E-mail: h9441cso@ella.hu

**Soproni Kísérleti Állomás**

9400 Sopron, Paprét 17.  
Tel.: (36-99) 311-017; 311-991  
Fax: (36-99) 311-891

**Kecskeméti Kirendeltség**

6000 Kecskemét, József A. u. 4.  
Tel.: (36-76) 329-444  
Fax: (36-76) 329-444

# ERDÉSZETI KUTATÁSOK

AZ ERDÉSZETI TUDOMÁNYOS INTÉZET KÖZLEMÉNYEI

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

VOL. 85.



BUDAPEST  
1995



**FŐSZERKESZTŐ:**

**DR. FÜHRER ERNŐ**

**SZERKESZTŐBIZOTTSÁG:**

**DR. SÁRVÁRI JÁNOS, MANNINGER MIKLÓS, DR. SOMOGYI ZOLTÁN,  
DR. GERGÁCS JÓZSEF, DR. TÓTH JÓZSEF, MAROSI GYÖRGY**

**TECHNIKAI SZERKESZTÉS:**

**DR. VEPERDI GÁBOR, VEPERDI IRINA**

**ISSN 0521-3851**

Készült az OMMI Sokszorosító Üzemében  
700 példányban  
Tsz.: 63/96  
Felelős vezető: Vas János

# TARTALOM

## ERDÉSZETI ÖKOLÓGIA

- Führer Ernő*: Csapadékvízben oldott tápanyagbevétel bükkös-, kocsánytalan tölgyes és lucfenyves ökoszisztémában ..... 9.
- Járó Zoltán, Sitkey Judit*: Az erdő és a talajvíz kapcsolata ..... 35.

## ERDŐMŰVELÉS ÉS FATERMÉSTAN

- Béky Albert, Somogyi Zoltán*: Fatermési tábla optimális szerkezetű gyertyános-kocsánytalan tölgyesekre ..... 49.
- Rédei Károly*: A növedékképző gyéritések hatása az akácok (*Robinia pseudoacacia* L.) hozam- és értékváltozására..... 79.
- Solymos Rezső, Béky Albert*: Elegyes erdők szerkezetének és fatermésének kutatása: egy 25 éven keresztül folytatott, 32 parcellás kísérlet eredményei ..... 91.
- Hajdu Gábor*: Ezüsthárs (*Tilia tomentosa* Mönch.) fatermési táblázatok ..... 113.
- Béky Albert*: A nevelővágások hatása a növedékképződésre kocsánytalan tölgy állományban ..... 125.

## ERDÉSZETI NEMESÍTÉS

- Kiss József, Ritter Ádám, Gergáczy József, Heszky László*: Az in vitro androgenezis felhasználása a nyárfanemesítésben ..... 135.

## ERDŐVÉDELEM

- Pagony Hubert, Szántó Mária*: Előzetes adatok a gyökérrontó tapló (*Heterobasidion annosum* Fr./Bref.) magyarországi intersteril csoportjairól ..... 151.
- Leskó Katalin, Szentkirályi Ferenc, Kádár Ferenc*: Aranyfarú szövőlepke (*Euproctis chrysorrhoea* L.) magyarországi populációinak hosszútávú fluktuációs mintázatai ..... 169.

# TABLE OF CONTENTS

## FOREST ECOLOGY

- Führer, E.: Uptake of nutrients dissolved in precipitation in beech, sessile oak and Norway spruce ecosystems ..... 9.
- Járó, Z., Sitkey, J.: Relationships between the forest and ground-water ..... 35.

## SILVICULTURE AND FOREST YIELD

- Béky, A., Somogyi, Z.: Yield table for hornbeam-sessile (*Carpinus betulus* L.–*Quercus petraea* Matt. Liebl.) oak stands of optimal structure ..... 49.
- Rédei, K.: The effect of increment thinnings on the yield and timber value of Robinia (*Robinia pseudoacacia* L.) ..... 79.
- Solymos, R., Béky, A.: Research on the yield and stand structure of mixed stands: results of the 25-year-long study of an experiment with 32 plots ..... 91.
- Hajdu, G.: Yield table for Silver lime (*Tilia tomentosa* Mönch.) ..... 113.
- Béky, A.: The effect of thinnings on the increment in a sessile oak stand ..... 125.

## TREE BREEDING

- Kiss, J., Ritter, Á, Gergác, J., Heszky, L.: Use of in vitro androgenesis in poplar breeding ..... 135.

## FOREST PROTECTION

- Szántó, M., Pagony, H.: Preliminary data on intersterility groups of Root Fomes (*Heterobasidion annosum*) in Hungary ..... 151.
- Leskó, K., Szentkirályi, F. Kádár, F.: Long-term fluctuation patterns of European gold tail moth (*Euproctis chrysorrhoea* L.) populations in Hungary ..... 169.

# ERDÉSZETI ÖKOLÓGIA

1851

/ 1866 /

TABLE OF CONTENTS



# **CSAPADÉKVÍZBEN OLDOTT TÁPANYAGBEVÉTEL BÜKKÖS-, KOCSÁNYTALAN TÖLGYES- ÉS LUCFENYVES ÖKOSZISZTÉMÁKBAN**

**FÜHRER ERNŐ**

## **ÖSSZEFOGLALÓ**

Vizsgálatok három, gazdasági szempontból is fontos fafajú erdő 1987/92-es mérési időszakra vonatkozó csapadékvíz- és csapadékvízben oldott tápanyagbevételének meghatározására terjedtek ki, egybevetve a szabadtéri csapadékkal és az abban oldott tápanyagokkal. A Soproni-hegyvidék erdőgazdasági táj Brennbergi-medence tájrészletében mindhárom fafaj gyakori előfordulása, a bükkös és kocsánytalan tölgyes őshonos, természetes erdő, a lucfenyves viszont mesterségesen telepített. A szabad területen és a vizsgált ökoszisztémákban mért csapadékvíz kémiai elemzéséből egyértelműen kiderült, hogy a csapadékvízben oldott makrotápanyagok mennyisége évenként eltérő mértékben ugyan, de az erdő tápanyagforgalmában nem elhanyagolható tételt képviselnek. Szabad területen a csapadékvízben oldott ammónium-nitrogén éves mennyisége öt év átlagában 9–10 kg/ha, a nitrát-nitrogéné 5 kg/ha, a káliumé 3–4 kg/ha, a kalciumé 18 kg/ha és a magnéziumé 3,5 kg/ha volt. Az egyes ökoszisztémák között a mért tápanyagok mennyiségi, szezonális és térbeli változatosságában azonban jelentős különbségek adódtak. Az egyes nitrogénformák mennyiségei az állományi csapadékvízben jóval magasabbak, mint a szabad területen mértek. Másképp befolyásolják a változását azonban a lombhullató fafajok (bükk és kocsánytalan tölgy), mint az örökzöld lucfenyő. Az évi ammónium- és nitrát-nitrogén ülepedés bükkösben 18 és 11 kg/ha, a kocsánytalan tölgyesben már 27 és 14 kg/ha, a lucfenyvesben pedig 48 és 24 kg/ha. A kálium ülepedése, melynek nagy mobilitása lehetővé teszi a szövetekből és a felületet borító növényi és állati szervezetekből való kimosódását, a bükkösben évente 31 kg/ha, kocsánytalan tölgyesben 35 kg/ha, lucfenyvesben pedig 33 kg/ha. Bükkösben az állományi csapadékkal évente átlagban 24 kg, a kocsánytalan tölgyesben 39 kg, a lucfenyvesben pedig 42 kg kalcium ülepedik. A magnézium csapadékvízzel ülepedő éves mennyisége bükkösben átlag 5–6 kg/ha, kocsánytalan tölgyesben és lucosban 8–9 kg/ha.

**KULCSSZAVAK:** tápanyagbevétel, ammónium-nitrogén, nitrát-nitrogén, kalcium, kálium és magnézium depozíció

## ABSTRACT

The study investigates and determines the uptake of precipitation and nutrients soluted in it in three forest ecosystems, which consist of economically important species, for the measuring period of 1987/1992, comparing them with the corresponding data measured in open air. Occurrence of all three species is common in the Brennberg-basin of the Sopron-Mountains region. In this area beech and sessile oak stands are native forests, the spruce is man-made forest. From the chemical analysis of the precipitation measured in open air and in the investigated ecosystems, it came to light unanimously that the quantities of nutrients soluted in precipitation are different per annum, but represent a non-negligible deal in the nutrient circulation of forests. In open air the annual quantities of various nutrients soluted in precipitation were as follows on the average of five years: ammonium nitrogen 9–10 kg/ha, nitrate nitrogen 5 kg/ha, potassium 3–4 kg/ha, calcium 18 kg/ha and magnesium 3,5 kg/ha. Considering the quantitative, seasonal and spacial diversity of the measured nutrients, there were, however, significant differences between the individual ecosystems. The quantities of the various nitrogen sorts measured in the stand precipitation ( $P_{\text{atot}}$ ) were much higher than in open-air. The alteration, however, was influenced in another way by deciduous species (beech, sessile oak), than by evergreen spruce trees. The annual deposition of ammonium nitrogen and nitrate nitrogen in beech stand was 18 kg/ha respectively 11 kg/ha, in sessile oak stand already 27 kg/ha and 14 kg/ha and in spruce stand 48 kg/ha and 24 kg/ha. The annual deposition of potassium, those considerable mobility makes possible its leaching from tissues and from the plant and animal organs covering the surface, were the following: beech stand 31 kg/ha, sessile oak stand 35 kg/ha and spruce stand 33 kg/ha. As far as the annual calcium deposition is concerned, the following values were measured on the average: beech stand 24 kg/ha, sessile oak stand 39 kg/ha and spruce stand 42 kg/ha. The annual quantities of magnesium deposition on the average were as follows: beech stand 5–6 kg/ha, sessile oak stand and spruce stand 8–9 kg/ha.

**KEY WORDS:** forest ecosystem, nutrients, ammonium nitrogen, nitrate nitrogen, potassium, calcium and magnesium deposition

## BEVEZETÉS

A civilizáció fejlődése, a népesség rohamos növekedése és az ezzel együtt járó társadalmi elvárások, mindig is szükségessé tették, és teszik ma is, az egységnyi termőterületen megtermelhető szervesanyag mennyiségének növelését és minőségének javítását.

Az erdő szervesanyag-forgalmához kötődő tápanyagmérlegről az első összefoglaló tanulmányokat *Cole és munkatársai (1967)*, *Duvigneaud és Denaeyer-de Smet (1970)*, valamint *Likens és munkatársai (1970)* készítették. Nem sokkal később az ún. "Solling-Projekt" vizsgálati eredményeiből számos hasonló mű látott napvilágot (*Ulrich et al., 1971; Nihlgard, 1972; Binkmark, 1977; Berg és Staaf, 1980; Borman et al., 1977; Likens et al., 1977*).

Természetesen, az erdei ökoszisztémákat jellemző ökológiai alap kutatások ráirányították a figyelmet az ökoszisztémák elemháztartásának emberi behatás eredményeként bekövetkezett változásaira is. A légszennyező anyagok erdőre gyakorolt hatásának kimutatása a 70-es években, elsősorban Nyugat- és Észak-Európában új dimenziókat nyitott az ökoszisztémák anyagforgalmának kutatásában (*Asche, 1985, 1987; Meiwes et al. 1984; Matzner, 1988; Brechtel, 1989, 1990; Balázs, 1991*).

A 80-as évek végén az ökoszisztémák elemforgalmával kapcsolatosan a talajsavanyodás, az Al-mobilizáció, a tápanyag-kimosódás és a nitrogénegyensúly-megbomlás folyamatainak vizsgálata került előtérbe. A témával kapcsolatosan Magyarországon *Jakucs (1984 a,b, 1985; et al. 1986; 1987 a,b; et al. 1988); Stefanovits (1986, 1987); Führer (1989, 1990 a,b; et al. 1990, 1991, 1992 b,c,d,e; 1993); Führer és Járó (1987); Berki (1991); Führer, Horváth 1990, 1992); Balázs, Führer (1990, 1991); Horváth, Führer (1990) és Horváth (et al. 1993)* munkássága hozott újszerű eredményeket.

Annak ellenére, hogy az erdei ökoszisztémák anyagforgalmának egyes folyamatai elméletileg hasonlóak, igen nagy eltérések adódnak az egyes ökoszisztémák között a fafajösszetétel, a klimatikus és edafikus tulajdonságok, valamint az egyes ökoszisztémák, mindezen tényezőkkel összefüggő, eltérő fejlődési stádiuma miatt. Ezért a különböző országokban, eltérő fafajú és termőhelyi adottságú ökoszisztémákban végzett mérések eredményei a magyarországi természetföldrajzi viszonyokra csak részben, elsősorban a kutatási metodikák alkalmazásának szintjén adaptálhatók. Igen lényeges tehát, hogy a fontosabb hazai erdőtársulásokban a tápanyagforgalom egyes tételeit folyamatos megfigyeléseken nyugvó vizsgálatok segítségével jellemezzük.

## AZ ERDŐ CSAPADÉKVÍZBEN OLDOTT TÁPANYAGBEVÉTELE

A levegőbe kerülő (kibocsátás), az abban lévő és átalakuló, valamint onnét a vegetációra kiülepedő tápanyagok ma már az erdő tápanyagbevételének jelentős részét teszik ki (*Carlisle et al., 1967 a, b*). Közeli szennyezőforrás esetében a levegő mindenkori állapotát az abban lévő gázok és porok koncentráció-értékei jellemzik. Ebből következik, hogy az egyes anyagok ülepedése a por- és gázcseppkorona felületén történő adszorbeálásával valósul meg. Ezért ezt száraz ülepedésnek nevezzük. Távoli szennyező forrás esetében az ülepedés szorosan összefügg a csapadékképződés és -hullás, valamint a kémiai anyagok csapadékvízben való oldódási folyamataival, ezért itt nedves ülepedésről beszélünk.

Erdőben a korona szűrőhatása révén nagy mennyiségű száraz- (aeroszol- és gáz-adszorpciója), és nedves-ülepedés (eső, hó, köd, zúzmara, dér, harmat stb.), más néven intercepció-ülepedés mérhető.

Egy adott komponens (tápanyag) esetében az erdőben kiülepedő anyag mennyiségét befolyásolja (*DVWK, 1984*):

- ✦ az illető komponens levegőben lévő mennyisége,
- ✦ az illető komponens csapadékban mért koncentrációja és kémiai állapota,

- ⇨ a meteorológiai paraméterek (szél- és csapadékvizonyok, a levegő hőmérséklete, rétegződése stb.),
- ⇨ az adott komponens tartalmazó anyagrészcsekék nagysága és mozgékonyasága,
- ⇨ az adott komponens levélzeten és kérgen keresztül történő felvétele,
- ⇨ az adott komponens kötődése és átalakulása a növényzet felületén, végül pedig a növényzetből történő kimosódás.

A leírtakból következik, hogy a légkörből származó tápanyagok erdőben történő kiülepedése igen sok tényező együttes hatásától függ, és folyamata szorosan kötődik a korona felületéhez.

## MÉRÉSI MÓDSZER

### Tápanyagvizsgálatok

A légkörből az erdő koronájára kiülepedő anyagok nagy része a csapadékhullás során az un. állományi csapadékvízben (a fák koronáján áthulló- és a fák törzsén lefolyó csapadék) oldódik, ezáltal módosítja a szabadtéri csapadékvíz kémiai összetételét. Ebből az is következik, hogy az erdő koronája alatti csapadékmérésekkel a száraz és nedves ülepedés együttes nagysága elfogadható pontossággal meghatározható. Természetesen megfelelő ismeretek hiányában eltekintünk attól, hogy az egyes anyagok a levélzet felületén átalakulnak vagy a légzőnyílásokon felvételre kerülnek, illetve kimosódnak a kutikula rétegéből.

Führer (1994) "Csapadékmérések bükkös, kocsánytalan tölgyes és lucfenyves ökoszisztémában" című munkájában részletesen leírt mintavételi metodika szerint a munka részeként a szabadtéri- (P), a koronán áthulló- ( $P_{al}$ ) és a törzsön lefolyó ( $P_{at}$ ) csapadékvízből megfelelő laboratóriumi előkészítés után az alábbi ionok koncentrációit határoztuk meg:

#### a.) kationok:

- ◆  $H^+$  (pH-mérés útján): digitális kijelzésű pH-mérővel és hozzácsatlakozó kombinált üvegelektrod használatával,
- ◆  $NH_4^+$ -N (fotometriкусan): kolorimetriás meghatározása Nessler-reagenssel,
- ◆  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ : SP9 Atomabszorpciós Spektrofotométerrel.

#### b.) anionok:

- ◆  $HCO_3^-$ : lúgosságból számítva,
- ◆  $Cl^-$ : argentometriás meghatározással,
- ◆  $NO_3^-$ -N: fotometriás meghatározása Na-szaliciláttal,
- ◆  $SO_4^{2-}$ : kolorimetriás meghatározása,  $BaCl_2$  és  $K_2CrO_4$  reagensekkel.

A vízkémiai vizsgálatok eredményeit ionmérleg-elemzés segítségével ellenőriztük. Vagyis csak azon méréseket vontuk be az értékelésbe, melyeknél az ekvivalens kation- és anionmennyiség közötti eltérés nem volt nagyobb, mint 30%. Ezt az eltérést azért engedjük meg, mert az ionmérlegben sokszor nem mért kation, pld. Mn, valamint negatív töltésként meghatározhatatlan mennyiségű szerves sav is szerepet játszik.

## Mérőhelyek jellemzése

A Soproni-hegységben egy-egy időskorú bükkös-, kocsánytalan tölgyes és lucfenyves ökoszisztémában mértük az egyes csapadékformákat és azok kémiai elemtartalmát. A kísérleti parcellák részletes klimatikus-, geológiai- és talajtani-, továbbá a vizsgált ökoszisztémák faállományainak jellemzése *Führer (1994)* "Csapadékmérések bükkös, kocsánytalan tölgyes és lucfenyves ökoszisztémában" című munkájában megtalálható.

## EREDMÉNYEK

Mint már említettük a levegőbe kerülő (emisszió), az abban átalakuló és a vegetáció felületére kiülepedő tápanyagok a csapadékképződés és -hullás folyamatához szorosan kapcsolódva jutnak az ökoszisztéma víz- és anyagforgalmába. Az állományi csapadékvízben ( $P_{\text{at0t}}$ ) már feloldódva jelennek meg a léghőből származó tápanyagok mellett azok is, melyek a fák levélzetének, törzsének és ágainak felületén élő és elhalt mikroorganizmusok, gombák alacsonyrendű élőlények stb. szöveteiből mosódnak ki. Ez utóbbi körülményt az értékelés során mindenképpen figyelembe kell venni, hiszen a bevétel (állományi csapadékvízben oldott tápanyagok) egyes tételeinek mennyiségi szétválasztása ma még kellő ismeretek és tudományosan alátámasztott kísérleti eredmények nélkül pontosan nem lehetséges, csak becsülhető.

Az erdő szervesanyag-forgalmában meghatározó tétel a gyökérzetten keresztül felvett tápanyagmennyiség, melynek forrása elsősorban a talaj felvehető tápanyagkészlete és az éves szervesanyag-bomlás (avar, humusz stb.) keresztül felszabaduló tápanyagok mennyisége. Ma már azonban nem hagyhatjuk figyelmen kívül az ökoszisztémába kívülről, a csapadékvízben oldódva bekerülő tápanyagokat sem. Ez utóbbiak nagysága, az ökológiai adottságoktól, az erdő- és a kérdéses tápanyag tulajdonságaitól függően, ha összegezzük, évente elérheti a faállomány éves folyó növedékébe beépült és ott tartósan megkötött tápanyagmennyiséget.

Vizsgálataink és méréseink mindenekelőtt azon makrotápanyagokra terjedtek ki, melyek légköri ülepedése magas, és fontos élettani szerepet játszanak az ökoszisztéma fejlődésében, növekedésében. Ennek megfelelően a nitrogénre, a káliumra, a kalciumra és a magnéziumra. Annak érdekében, hogy a vízelemzések során kapott koncentrációértékeket az anyagforgalom szempontjából hasznosíthassuk és értékelhessük, a kérdéses tápanyagok csapadékvízzel ülepedő mennyiségét hektárra vonatkoztatott tömegegységekben (kg/ha) fejeztük ki.

## Nitrogén (N)

A nitrogén a legfontosabb tápanyagok egyike, hiszen mind a protoplazmának, mind pedig a genetikai információkat hordozó sejtelemeknek, a kromoszómáknak, géneknek és riboszómáknak alapvető eleme (Bergmann, 1979). A szervesetlen nitrogén, vagyis a nitrát és az ammónium asszimilációja az élet számára éppoly alapvető jelentőségű, mint a szénasszimiláció (Mohr, 1990). Európában pár évtizeddel ezelőtt a nitrogént, elsősorban hiánya miatt, a fák növekedését limitáló (korlátozó) tényezőként vették számításba. Ma már a nitrogén természetes körforgalmát az antropogén eredetű, légköri ülepedésű

nitrát és ammónium mind jobban befolyásolja, és az utóbbi években a nitrátosodás-, továbbá az ammónium-toxicitás kérdése a környezet károsodásában központi helyet kapott.

Az általános ismeretek szerint, amíg a légköri eredetű és ülepedésű nitrát túlnyomó többsége a megnövekedett közúti forgalom révén levegőbe kerülő nitrogén-dioxid-gáz csapadékvízben történő oldódása útján, addig az ammónium az intenzív mezőgazdaság, elsősorban az állattartás révén levegőbe jutó ammónia csapadékvízben történő oldódása és lemosódása útján jut az erdei ökoszisztéma víz- és anyagforgalmába. Természetesen nem feledkezhetünk meg azon bonyolult kémiai átalakulási folyamatokról (légkör–növényzet, növényzet–talaj stb.), melyek mennyiségi viszonylatait kellőképpen még nem ismerjük.

Méréseink során ökoszisztémánként külön-külön határoztuk meg a ammónium- és nitrát-nitrogén csapadékvízzel történő ülepedését és foglaltuk össze a téli és nyári félév bontásában a vizsgált évekre vonatkozó mérési adatokat (1–2. táblázat).

### **Ammónium-nitrogén ( $NH_4-N$ )**

• **A szabad területen** a csapadékvízzel (P) ülepedő ammónium-nitrogén nagysága évente 6,7 és 17,0 kg/ha között mozog (1. táblázat), a legkevesebbet az 1989/90-es, a legtöbbet pedig az 1988/89-es, vagyis nem a legcsapadékosabb (1990/91-es) hidrológiai évben mértük. Ebből kitűnik az, hogy az ülepedő anyag mennyiségét a csapadék nagysága mellett, annak csapadékban oldott koncentrációja is befolyásolja.

Átlagban tehát, 10 kg ammónium-nitrogén ülepedik a szabad területen hullott csapadékvízzel. Ez az érték az európai átlag felett van, csak Belgiumban (14,4 kg/ha/év) és Hollandiában (13,1 kg/ha/év) nagyobb az ülepedés (Brechtel, 1992). Az ammónium-ülepedés nyáron, a csapadékmennyiségnek megfelelően jóval, mintegy 60%-al magasabb, mint télen.

Az ammónium-nitrogén éven belüli havonkénti változását tekintve kitűnik, hogy mennyisége januártól júniusig fokozatosan emelkedik, július–augusztusban visszaesik, a szeptemberi második maximuma után pedig ismét csökken. Ez a trend valamennyi tápanyagra vonatkozóan hasonlóan alakul, bizonyítva, hogy az ülepedés éven belüli változását elsősorban a csapadékeloszlás, míg nagyságát a kérdéses elem csapadékban oldott koncentrációja és a csapadék mennyisége együttesen határozzák meg.

• **Bükkös erdőben** az állományi csapadékban ( $P_{\text{at}}$ ) oldott ammónium-nitrogén mennyisége a szabad területen mérthez képest átlagban duplájára emelkedett, és értéke az egyes évektől függően 12,0 és 24,4 kg között változott hektáronként (1. táblázat).

Öt év átlagában télen 6,7 kg, nyáron 11,4 kg. Így összesen évente 18,1 kg ammónia-nitrogén hullik át hektáronként a lombkoronán, és folyik le a fatörzseken. Tehát kétszer annyi ammónium-nitrogén éri el a bükkös erdő avartakaróját, mint amennyi szabad területen a csapadékvízzel ülepedik. Ezt a többletet a lombzat szűrőhatása és a fák felületén végbemenő átalakulási folyamatok során a csapadékvízben való oldódás eredményezi. Az ammónium-ülepedés 38%-a a fák törzsén lefolyó vízzel ( $P_{\text{at}}$ ) éri el az avartakarót. Ez azt jelenti, hogy a törzsi lefolyásban az ammónium-ionok koncentráció értékei jóval magasabbak (több, mint 2-szeres), mint a koronáról lecsöpögő ( $P_{\text{al}}$ ) vízben, hiszen a törzsön az állományi csapadéknak csak 18%-a folyik le. Télen az ammónium-

nitrogénnek már 42%-a ülepedik a törzsi lefolyással. Ezen mérések a kapott számadatokon túl, arra is ráirányították a figyelmet, hogy az erdő talajába a csapadékvízzel beszivárgó tápanyagok térbeli heterogenitása milyen nagy mértékű. Bükkös erdőben az ammónium-ülepedés havonkénti szezonalitása hasonló, mint a szabad területen, havi maximumát azonban (> 2,5 kg/ha) májusban és nem júniusban éri el.

**1. táblázat.** Az ammónium-nitrogén ülepedése (kg/ha) a vizsgált ökoszisztémákban, éves és tenyészidőszakonkénti (tél–nyár) bontásban

Vizsgálati évek	Bükk				Kocsánytalan tölgy				Lucfenyő			
	P	P <sub>al</sub>	P <sub>at</sub>	P <sub>atot</sub>	P	P <sub>al</sub>	P <sub>at</sub>	P <sub>atot</sub>	P	P <sub>al</sub>	P <sub>at</sub>	P <sub>atot</sub>
1987. XI–IV.	3,7	3,5	2,5	6,0	3,5	5,2	1,0	6,2	3,4	7,0	0,3	7,3
1988. V–X.	4,7	7,6	3,5	11,1	5,1	15,5	4,1	19,6	5,5	41,3	0,9	42,2
1987/88. XI–X.	<b>8,4</b>	<b>11,1</b>	<b>6,0</b>	<b>17,1</b>	<b>8,6</b>	<b>20,7</b>	<b>5,1</b>	<b>25,8</b>	<b>8,9</b>	<b>48,3</b>	<b>1,2</b>	<b>49,5</b>
1988. XI–IV.	3,5	6,9	2,7	9,6	5,8	8,1	1,0	9,1	8,2	16,4	2,8	19,2
1989. V–X.	8,0	7,3	3,7	11,0	8,4	14,6	2,2	16,8	8,8	26,7	1,0	27,7
1988/89. XI–X.	<b>11,5</b>	<b>14,2</b>	<b>6,4</b>	<b>20,6</b>	<b>14,2</b>	<b>22,7</b>	<b>3,2</b>	<b>25,9</b>	<b>17,0</b>	<b>43,1</b>	<b>3,8</b>	<b>46,9</b>
1989. XI–IV.	3,6	3,0	3,2	6,2	3,6	6,3	1,0	7,3	3,5	25,7	1,2	26,9
1990. V–X.	3,1	6,7	3,6	10,3	4,0	16,3	2,9	19,2	4,9	25,1	1,0	26,1
1989/90. XI–X.	<b>6,7</b>	<b>9,7</b>	<b>6,8</b>	<b>16,5</b>	<b>7,6</b>	<b>22,6</b>	<b>3,9</b>	<b>26,5</b>	<b>8,4</b>	<b>50,8</b>	<b>2,2</b>	<b>53,0</b>
1990. XI–IV.	2,9	2,8	3,8	6,6	2,3	5,2	2,3	7,5	1,8	16,1	0,7	16,8
1991. V–X.	6,2	11,6	6,2	17,8	7,2	22,9	4,2	27,1	8,3	34,6	0,8	35,4
1990/91. XI–X.	<b>9,1</b>	<b>14,4</b>	<b>10,0</b>	<b>24,4</b>	<b>9,5</b>	<b>28,1</b>	<b>6,5</b>	<b>34,6</b>	<b>10,1</b>	<b>50,7</b>	<b>1,5</b>	<b>52,2</b>
1991. XI–IV.	3,8	3,3	2,0	5,3	4,2	8,8	1,2	10,0	4,5	18,1	0,6	18,7
1992. V–X.	5,7	3,2	3,5	6,7	5,5	11,9	2,8	14,7	5,3	20,7	0,8	21,5
1991/92. XI–X.	<b>9,5</b>	<b>6,5</b>	<b>5,5</b>	<b>12,0</b>	<b>9,7</b>	<b>20,7</b>	<b>4,0</b>	<b>24,7</b>	<b>9,8</b>	<b>38,8</b>	<b>1,4</b>	<b>40,2</b>
1987/92. XI–IV.	<b>3,5</b>	<b>3,9</b>	<b>2,8</b>	<b>6,7</b>	<b>3,9</b>	<b>6,7</b>	<b>1,3</b>	<b>8,0</b>	<b>4,3</b>	<b>16,7</b>	<b>1,1</b>	<b>17,8</b>
1987/92. V–X.	<b>5,5</b>	<b>7,3</b>	<b>4,1</b>	<b>11,4</b>	<b>6,0</b>	<b>16,2</b>	<b>3,2</b>	<b>19,4</b>	<b>6,6</b>	<b>29,7</b>	<b>0,9</b>	<b>30,6</b>
1987/92. XI–X.	<b>9,0</b>	<b>11,2</b>	<b>6,9</b>	<b>18,1</b>	<b>9,9</b>	<b>22,9</b>	<b>4,5</b>	<b>27,4</b>	<b>10,9</b>	<b>46,4</b>	<b>2,0</b>	<b>48,4</b>

P: szabadtéri csapadék

P<sub>al</sub>: koronán áthulló csapadék

P<sub>atot</sub>: állományi csapadék

P<sub>at</sub>: törzsön lefolyó csapadék

• **Kocsánytalan tölgyes erdőben** az ammónium-ülepedés a szabad területen mért értékekhez viszonyítva magas, nagysága csaknem háromszoros. Évenkénti változása 24,7 kg/ha és 34,6 kg/ha között mozog (1. táblázat), átlagban 27,4 kg/ha. Ebből télen 8,0 kg, nyáron 19,4 kg ammónium-nitrogén jutott az erdő avartakarójára hektáronként. Bükkösben mért értékekhez képest a kocsánytalan tölgyesben főleg nyáron volt több, mintegy 9 kg-mal az ammónium-ülepedés nagysága. A kocsánytalan tölgyesben az ammónium-ülepedés 16%-a a törzsi lefolyással (Pat) jut az avartakaróra, míg a csapadékvíznek csak 5%-a. Tehát itt is az ammónium-ion koncentrációjának jelentős megnövekedése figyelhető meg a törzsi lefolyásban, még fokozottabban, mint a bükkösben. A

havonkénti szezonális teljes mértékben megegyezik a szabad területen mért változással, a júniusi maximum értéke több, mint 4,5 kg/ha, a januári minimum pedig kevesebb, mint 0,5 kg/ha.

• **Lucfenyves erdőben** mértük a legmagasabb ammónium-üledést. Az egyes években 40,2 kg/ha és 53,0 kg/ha között ingadozott értéke, így 5 év átlagában 48,4 kg ammónium-nitrogén hullott át az állományi csapadékvízzel a lucos koronáján. Ez az érték, csaknem 4,5-szöröse a szabad területen mértnek. Télen az emelkedés 4,1-szeres, nyáron már 4,6-szoros. Ez egyrészt jelzi, hogy a lucfenyő rétegezett koronaszerkezete és túlélvfelülete a levegőben lévő ammónia-gázt és -aeroszolt a legnagyobb mértékben képes adszorbeálni, másrészt rámutat a fatörzsek és az elhalt tűlevelek felületén végbemenő fokozottabb átalakulási folyamatok jelentőségére. A kapott eredmények rendkívül nagyok. Télen (17,8 kg/ha) csaknem feleakkora az üledés, mint nyáron (30,6 kg/ha). Lucfenyvesben az ammónium-nitrogén üledése a bükkösben mért értéknél 2,7-szer, a kocsánytalan tölgyesben mértnél pedig, több mint másfélszer magasabb. Németországban több, mint 50 lucfenyvesben mért értékek éves átlaga csak 13,3 kg/ha (Brechtel, 1992). Lucfenyvesben az ammónium-nitrogén üledésének 4%-a a törzsi lefolyással ( $P_{at}$ ) éri el az erdő avartakaróját, míg a csapadék mennyiségének csak 1%-a. Ebből következik, hogy az ammónium-ion koncentrációja 4-szer magasabb a törzsi lefolyásban, mint a koronán áthulló csapadékvízben. Éven belüli szezonális megegyezik a többi fafaj esetében tapasztaltakkal.

### Nitrát-nitrogén ( $NO_3-N$ )

• **Szabad területen** a nitrát-nitrogén csapadékvízzel (P) való üledése évente 3,5 és 7,1 kg/ha között mozog (2. táblázat), a legkevesebbet az 1989/90-es, a legtöbbet pedig az 1988/89-es hidrológiai évben mértük. Az értékek nagysága megfelel az európai átlagnak, míg Nyugat-Európában ennél magasabb, addig az észak-európai és dél-európai országokban alacsonyabb a nitrát-nitrogén szabadterei nedves üledése (Brechtel, 1992). Annak ellenére, hogy télen fele akkora a csapadékmennyiség, mint nyáron, a téli és nyári hónapok nitrát-üledés közötti eltérése nem jelentős. Ez azt támasztja alá, hogy télen a nitrogéndioxid-gáz koncentrációja a levegőben jóval magasabb, mint nyáron. Ebből következik, hogy a nitrát-ionok koncentrációi a téli csapadékvízben csaknem kétszer magasabbak, mint nyáron.

A nitrát-üledés éven belüli havonkénti változatossága hasonló menetű, mint az ammónium-nitrogéné, de az egyes hónapok közötti különbségek relatíve és abszolút értékben nem olyan nagyok.

• **Bükkös erdőben** az évi nitrát-nitrogén üledése 5 év átlagában 11,0 kg/ha volt, értéke legkevesebb (8,0 kg/ha) az 1991/92-es hidrológiai, a legtöbb (15,3 kg/ha) pedig az 1990/91-es hidrológiai évben (2. táblázat). Nyáron (6,5 kg/ha) másfélszer magasabb a nitrát-nitrogén üledése, mint télen (4,5 kg/ha). Ez többek között a nyári félév többletcsapadékával, kis részben pedig a lombkorona szűrőhatásával (adszorbeáló képességével) magyarázható, hiszen szabad területen a téli és nyári félév közötti különbség csekély. A nitrát-nitrogén csaknem 45%-a a törzsi lefolyás ( $P_{at}$ ) révén kerül az erdő avartakarójára, a téli és nyári hónapok között relatíve nincsen különbség. Vagyis az

állományi csapadék 18%-át kitevő törzsi lefolyással ülepedik csaknem fele az összes nitrát-nitrogénnek, és jut, illetve szivárog viszonylag kis területen az erdő talajába.

A nitrát-nitrogén éven belüli havonkénti változása követi a szabad területen mért értékeket. Amíg azonban szabad területhez viszonyítva az állományi csapadékkal ülepedő nitrát-nitrogén nyáron annak 2,5-szerese, addig télen csak kétszerese. Az adatokból következik, hogy bükkösben a korona szűrőhatásának és a növényzet felületén bekövetkező átalakulási folyamatoknak köszönhető többletülepedés körülbelül ugyanannyi, mint a szabadterületi csapadékvízzel ülepedő nitrát-nitrogén mennyisége.

**2. táblázat.** A nitrát-nitrogén ülepedése (kg/ha) a vizsgált ökoszisztémákban, éves és tenyészidőszakonkénti (tél–nyár) bontásban

Vizsgálati évek	Bükk				Kocsánytalan tölgy				Lucfenyő			
	P	P <sub>al</sub>	P <sub>at</sub>	P <sub>atot</sub>	P	P <sub>al</sub>	P <sub>at</sub>	P <sub>atot</sub>	P	P <sub>al</sub>	P <sub>at</sub>	P <sub>atot</sub>
1987. XI–IV.	2,6	2,5	2,1	4,6	2,6	3,7	0,5	4,2	2,5	5,0	0,2	5,2
1988. V–X.	2,4	3,8	2,1	5,9	2,4	23,1	1,1	24,2	2,5	18,4	0,5	18,9
<b>1987/88.XI–X.</b>	<b>5,0</b>	<b>6,3</b>	<b>4,2</b>	<b>10,5</b>	<b>5,0</b>	<b>26,8</b>	<b>1,6</b>	<b>28,4</b>	<b>5,0</b>	<b>23,4</b>	<b>0,7</b>	<b>24,1</b>
1988. XI–IV.	2,1	3,9	2,6	6,5	3,0	4,7	0,5	5,2	4,0	8,6	1,3	9,9
1989. V–X.	3,4	3,0	1,7	4,7	3,2	3,8	0,8	4,6	3,1	10,2	0,7	10,9
<b>1988/89.XI–X.</b>	<b>5,5</b>	<b>6,9</b>	<b>4,3</b>	<b>11,2</b>	<b>6,2</b>	<b>8,5</b>	<b>1,3</b>	<b>9,8</b>	<b>7,1</b>	<b>18,8</b>	<b>2,0</b>	<b>20,8</b>
1989. XI–IV.	1,7	1,7	2,2	3,9	1,6	4,2	0,4	4,6	1,5	13,9	0,6	14,5
1990. V–X.	1,8	4,1	2,0	6,1	2,2	6,3	1,0	7,3	2,5	13,4	0,5	13,9
<b>1989/90.XI–X.</b>	<b>3,5</b>	<b>5,8</b>	<b>4,2</b>	<b>10,0</b>	<b>3,8</b>	<b>10,5</b>	<b>1,4</b>	<b>11,9</b>	<b>4,0</b>	<b>27,3</b>	<b>1,1</b>	<b>28,4</b>
1990. XI–IV.	2,2	2,3	2,8	5,1	1,9	3,4	1,4	4,8	1,6	9,7	0,4	10,1
1991. V–X.	2,9	4,6	5,6	10,2	3,2	4,9	1,8	6,7	3,4	15,3	0,3	15,6
<b>1990/91.XI–X.</b>	<b>5,1</b>	<b>6,9</b>	<b>8,4</b>	<b>15,3</b>	<b>5,1</b>	<b>8,3</b>	<b>3,2</b>	<b>11,5</b>	<b>5,0</b>	<b>25,0</b>	<b>0,7</b>	<b>25,7</b>
1991. XI–IV.	2,3	1,4	1,0	2,4	2,6	4,7	0,9	5,6	2,8	11,9	0,3	12,2
1992. V–X.	2,2	3,3	2,3	5,6	2,2	2,3	0,5	2,8	2,1	6,8	0,4	7,2
<b>1991/92.XI–X.</b>	<b>4,5</b>	<b>4,7</b>	<b>3,3</b>	<b>8,0</b>	<b>4,8</b>	<b>7,0</b>	<b>1,4</b>	<b>8,4</b>	<b>4,9</b>	<b>18,7</b>	<b>0,7</b>	<b>19,4</b>
1987/92.XI–V.	2,2	2,4	2,1	4,5	2,3	4,2	0,7	4,9	2,5	9,8	0,6	10,4
1987/92. V–X.	2,5	3,7	2,8	6,5	2,6	8,1	1,0	9,1	2,7	12,8	0,5	13,3
1987/92.XI–X	4,7	6,1	4,9	11,0	4,9	12,3	1,7	14,0	5,2	22,6	1,1	23,7

P: szabadtéri csapadék

P<sub>al</sub>: koronán áthulló csapadék

P<sub>atot</sub>: állományi csapadék

P<sub>at</sub>: törzsen lefolyó csapadék

• **Kocsánytalan tölgyes erdőben** hasonlóan, mint az ammónium-nitrogén esetében, még nagyobb nitrát-ülepedést mértünk, mint a bükkösben (2. táblázat). Éves átlagban ennek nagysága 14,0 kg/ha, a téli félévben 4,9 kg/ha – közel azonos, mint a bükkösben –, nyáron viszont a bükkösben mérténél 50%-kal magasabb, 9,1 kg/ha. A legmagasabb éves értéket (28,4 kg/ha) az 1987/88-as, a legkevesebbet (8,4 kg/ha) az 1991/92-es hidrológiai évben mértük. Szabad téren kapott értékhez képest a kocsánytalan tölgyes



avartakarójára 3-szor annyi nitrát-nitrogén jut az állományi csapadékvízzel. A kocsánytalan tölgyesben a nitrát-nitrogén 12%-a éri csak el az erdő avartakaróját a törzsi lefolyás (Pat) révén. Kevesebb tehát, mint az ammónium-nitrogénnél tapasztalható volt, de még mindig több, mint ami a csapadék mennyiségi arányaiból következne (Pat = 4%, Pal = 96%). Az éven belüli havonkénti változás hasonló, mint a szabad területen, júniusban maximuma (>2,0 kg/ha), januárban pedig minimuma (<0,3 kg/ha) van.

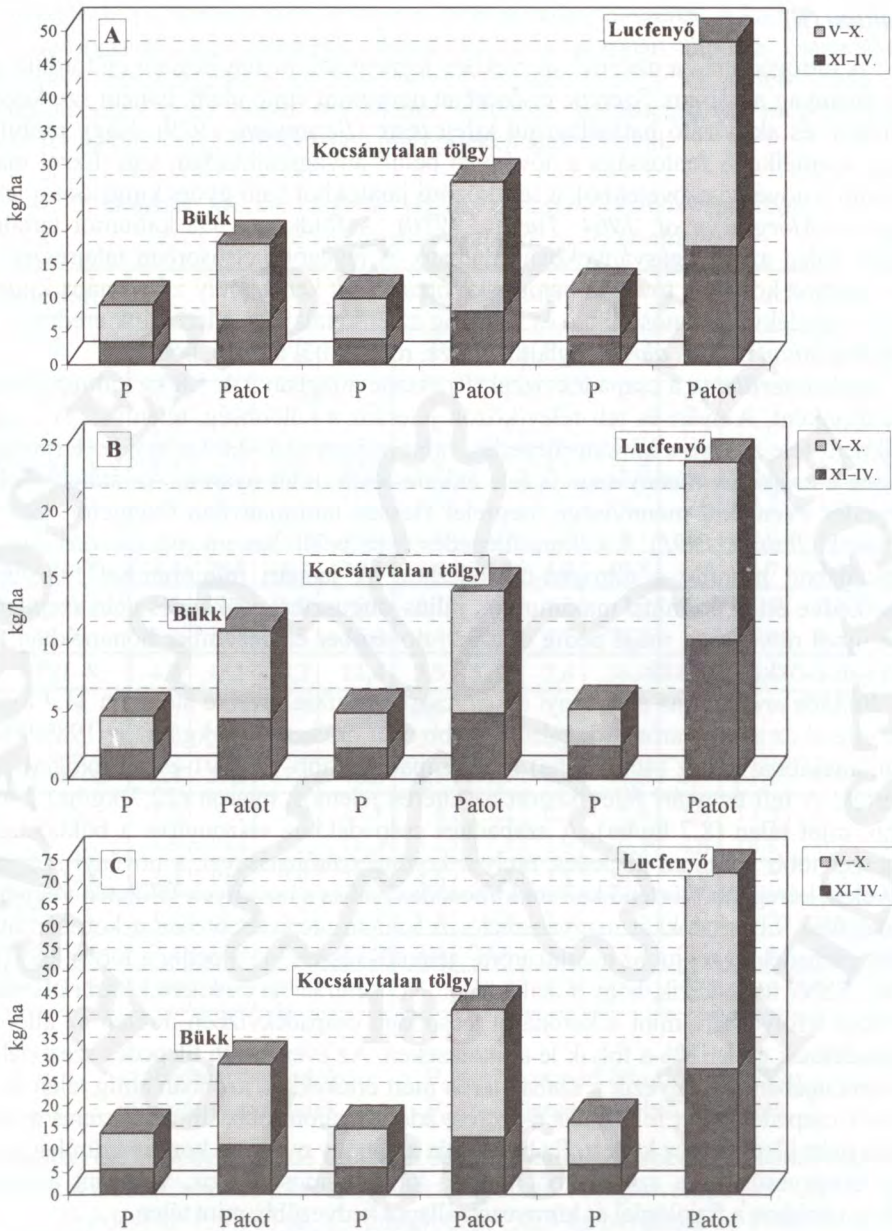
• **Lucfenyves erdőben** kaptuk a legmagasabb nitrát-ülepedést. Éves átlagban ez 23,7 kg/ha, a téli félévben 10,4 kg/ha, nyáron pedig 13,3 kg/ha. Tehát annak ellenére, hogy nyáron jóval több csapadék hullott, a nitrát-nitrogén ülepedése csak 20%-kal volt nagyobb nyáron, mint télen. Ez egyebek között az örökzöld korona szűrőhatásának, adszorbeáló képességének is köszönhető. A szabad területen mért értékekhez képest lucosban a nitrát-nitrogén ülepedésének növekedése több, mint négyszeres. Az ülepedés kevesebb, mint 5%-a a törzsi lefolyáson ( $P_{al}$ ) érvényesült. Tehát az ülepedés 95%-a a koronán áthullva ( $P_{al}$ ) kerül az avartakaróra. Az éven belüli havonkénti nitrát-nitrogén ülepedésének változása tendenciájában hasonló, mint a többi mérőhelyen, csak a maximuma nem júniusra, hanem áprilisra esett – bár a különbség elenyésző.

### Összes nitrogén

A szervesetlen nitrogén-formák összesítéséből egyértelműen kitűnik, hogy szabad területen nedves ülepedéssel mintegy 13–16 kg/ha nitrogén éri el évente az erdő koronáját (1. ábra). Az erdő szűrőhatása következtében a levélzeten adszorbeálódott nitrogén-oxid- és ammónia-gáz molekulák, valamint a fatörzsek és elhalt növényi szervek felületén végbemenő átalakulási folyamatok során keletkező egyéb nitrogén-tartalmú részecskék feloldódásával és lemosódásával bükkösben 29 kg, kocsánytalan tölgyesben 41 kg, és lucfenyvesben pedig 72 kg nitrogén hullik át évente az erdő koronáján, és folyik le a fatörzseken hektáronként. A növekedés tehát a bükkösben 2,1-szeres, a kocsánytalan tölgyesben 2,8-szeres, míg lucfenyvesben 4,5-szeres. Természetesen ez nem jelenti azt, hogy az ily módon talajba szivárgó nitrogén mind felvehető az erdő számára, vagyis, hogy ez egyértelműen tápanyagkínálatként jelenik meg.

Bükkösben az összes szervesetlen nitrogén 59%-a, kocsánytalan tölgyesben 85%-a, lucfenyvesben pedig 96%-a a koronán közvetlenül átesve vagy arról lecsöpögve jut az avartakaróra. Az abszolút értékek még nagyobb különbségeket mutatnak. Tehát a bükkösben 17 kg/ha, a kocsánytalan tölgyesben duplája, 35 kg/ha, a lucosban pedig több, mint négyszerese, azaz 72 kg nitrogén éri el az erdő avartakaróját. Természetesen az említett különbségek másként befolyásolják a talaj tápanyagkészletét, az ökoszisztémák tápanyagellátottságát és -felvételét, valamint az ökoszisztémák ezen különbségekre történő reakcióit is.

Az állományi csapadékon belül a nitrát-nitrogén aránya bükkösben 38%, a kocsánytalan tölgyesben 34%, a lucfenyvesben pedig 33%, ami feltehetően egy járulékos, a leveleken keresztül történő ammónium-felvétel jelenthet a bükkös esetében (Führer, 1992 b.).



1. ábra. Az egyes nitrogén formák (A: NH<sub>4</sub>-N, B: NO<sub>3</sub>-N, C: össz. N) ülepedése szabad területen (P) és a vizsgált ökoszisztémákban (Patot), téli és nyári bontásban

Fig. 1. Deposition of nitrogen (A: NH<sub>4</sub>-N, B: NO<sub>3</sub>-N, C: total-N), in open area (P) and in the investigated ecosystems (Patot) in summer and winter periods

## Kálium (K)

A nitrogén után a növényi szövetekben legnagyobb mennyiségben előforduló ásványi tápanyag a kálium. Szerepe elsősorban nem mint építő elem, hanem szerkezetstabilizáció és aktivizáló hatásában jut kifejezésre (Bergmann, 1979). Nagy mobilitása miatt kiemelkedő fontossága a növényen belüli anyagszállításban van. Ezzel magyarázható a növényi szövetekből, a sejt közötti járatokból való gyors kimosódási lehetősége is (Morgan et al. 1964 Turkey, 1970). A földkéreg 3% káliumot tartalmaz, amely főleg az agyagásványokban található. A levegőbe elsősorban talajrészecskékhez, porhoz kötődve, továbbá hamu alkotórészeként kerül, mely a koronába kiüledve a csapadékvízzel mosódik le és szivárog az erdő talajába. Méréseink eredményeit a 3. táblázatban és a 2. ábrán foglaltuk össze, melyekből látható, hogy:

- **Szabad területen** a csapadékvízzel (P) évente átlagban 3,4–3,8 kg kálium ülepedik hektáronként. A nyári és téli félév között jelentős a különbség, télen (1,2–1,3 kg/ha) csaknem fele akkora a kálium-üledés, mint nyáron (2,1–2,6 kg/ha). Ez természetes, hiszen a csapadék mennyisége is fele akkora télen, mint nyáron. Az átlagos kálium-üledés évenkénti mennyisége megfelel Hessen tartományban (Németország) mért átlagnak (Balázs, 1991). A kálium-üledés éven belüli havonkénti szezonalitása tendenciájában hasonló a nitrogén-üledéshez. A januári minimumból fokozatosan emelkedve éri el a júniusi maximumot, július–augusztusi csökkenés után szeptemberben újból növekszik, majd pedig október, november és december hónapokban fokozatosan csökken értékük.

- **Bükkös erdőben** az állományi ( $P_{\text{atot}}$ ) csapadékvízzel évente átlagban 31,4 kg kálium érte el az avartakarót. A legalacsonyabb éves értéket (21,4 kg/ha) az 1989/90-es, a legmagasabbat pedig (46,2 kg/ha) a legcsapadékosabb 1990/91-es hidrológiai évben mértük. A téli és nyári félév között az eltérés jelentős, nyáron (22,7 kg/ha) 2,6-szor több, mint télen (8,7 kg/ha). A szabadtéri csapadékhoz viszonyítva a bükkösben kilencszer több a kálium-üledés, mely a korona szűrőhatásával, a növényi szövetekből (levelek, kéreg stb.) történő kálium kimosódásával és a növények felületén végbemenő átalakulási folyamatokkal magyarázható. A kálium-üledés 66%-a a koronán áthulló (Pal) csapadékvízzel jut az avartakaróra, jelentős része (34%) pedig a törzsi lefolyással (Pat). Ebből következik, hogy a kálium-ion koncentrációja csaknem kétszer olyan nagy a törzsi lefolyásban, mint a koronáról lecsöpögő csapadékvízben, hiszen az állományi csapadéknak csak 18%-a folyik le a fatörzseken. Az éven belüli üledés szezonalitása, tendenciájában megegyezik a szabad téren mért értékekkel, azonban amíg télen az állományi csapadékban a feldúsulás 6-szoros, addig nyáron több, mint 10-szeres a szabad téren mért üledéshez képest. Ez bizonyítja azt, hogy nyáron a korona szűrőhatása jobban érvényesül, és a szövetekből történő káliumkimosódáshoz, valamint átalakulási folyamatokhoz a fiziológiai és környezeti állapot kedvezőbb, mint télen.

- **Kocsánytalan tölgyes erdőben** 5 év átlagában 35,0 kg kálium-üledés volt mérhető. A legkevesebbet (25,5 kg/ha) az 1991/92-es, a legtöbbet (41,3 kg/ha) pedig az 1990/91-es hidrológiai évben mértük. A téli és nyári félévek közötti eltérés nagyobb, mint a bükkösben, nyáron (27,2 kg/ha) 3,4-szer több a kálium-üledés, mint télen (7,8 kg/ha). Csaknem 10-szer több kálium érte el az erdő avartakaróját, hullott át a koronán, és folyt le a fatörzseken, mint amennyi az erdő koronájára ráhullott (szabad

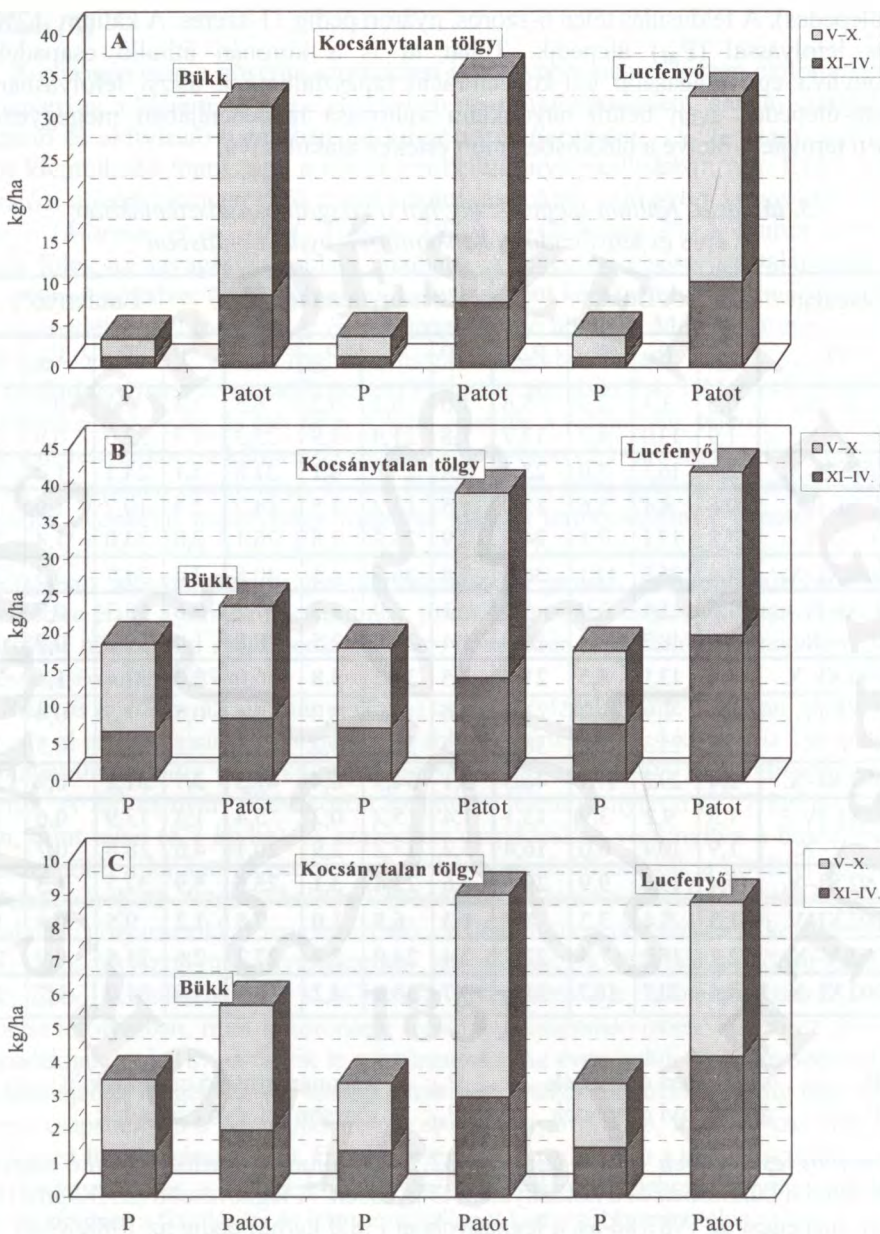
téri ülepedés). A feldúsulás télen 6-szoros, nyáron pedig 11-szeres. A kálium 12%-a a törzsi lefolyással ( $P_{at}$ ) ülepedik. Tehát itt is a koronán áthulló csapadékhoz viszonyítva egy magasabb ion-koncentráció tapasztalható a törzsi lefolyásban. A kálium-ülepedés éven belüli havonkénti változása tendenciájában megegyezik a szabad területen, illetve a bükkösben mért értékek alakulásával.

**3. táblázat. Kálium-ülepedés (kg/ha) a vizsgált ökoszisztémákban, éves és tenyészidőszakonkénti (tél–nyár) bontásban**

Vizsgálati évek	Bükk				Kocsánytalan tölgy				Lucfenyő			
	P	$P_{al}$	$P_{at}$	$P_{atot}$	P	$P_{al}$	$P_{at}$	$P_{atot}$	P	$P_{al}$	$P_{at}$	$P_{atot}$
1987. XI–IV.	0,5	3,3	2,3	5,6	1,0	6,3	0,2	6,5	1,4	2,1	0,3	2,4
1988. V–X.	1,9	13,0	4,7	17,7	1,8	21,4	3,9	25,3	1,7	22,0	0,9	22,9
<b>1987/88.XI–X.</b>	<b>2,4</b>	<b>16,3</b>	<b>7,0</b>	<b>23,3</b>	<b>2,8</b>	<b>27,7</b>	<b>4,1</b>	<b>31,8</b>	<b>3,1</b>	<b>24,1</b>	<b>1,2</b>	<b>25,3</b>
1988. XI–IV.	0,6	8,4	3,6	12,0	1,5	13,2	1,5	14,7	2,4	10,7	1,9	12,6
1989. V–X.	3,8	17,1	7,5	24,6	2,9	23,3	2,8	26,1	2,0	24,0	1,4	25,4
<b>1988/89.XI–X.</b>	<b>4,4</b>	<b>25,5</b>	<b>11,1</b>	<b>36,6</b>	<b>4,4</b>	<b>36,5</b>	<b>4,3</b>	<b>40,8</b>	<b>4,4</b>	<b>34,7</b>	<b>3,3</b>	<b>38,0</b>
1989. XI–IV.	3,5	2,4	3,0	5,4	2,1	5,9	1,3	7,2	0,6	13,3	0,7	14,0
1990. V–X.	1,3	10,7	5,3	16,0	1,4	26,3	2,5	28,8	1,4	19,1	0,7	19,8
<b>1989/90.XI–X.</b>	<b>4,8</b>	<b>13,1</b>	<b>8,3</b>	<b>21,4</b>	<b>3,5</b>	<b>32,2</b>	<b>3,8</b>	<b>36,0</b>	<b>2,0</b>	<b>32,4</b>	<b>1,4</b>	<b>33,8</b>
1990. XI–IV.	0,6	3,9	3,7	7,6	0,6	3,2	2,2	5,4	0,5	7,5	0,4	7,9
1991. V–X.	1,8	25,3	13,4	38,7	2,5	31,7	4,2	35,9	3,2	23,7	0,5	24,2
<b>1990/91.XI–X.</b>	<b>2,4</b>	<b>29,2</b>	<b>17,1</b>	<b>46,3</b>	<b>3,1</b>	<b>34,9</b>	<b>6,4</b>	<b>41,3</b>	<b>3,7</b>	<b>31,2</b>	<b>0,9</b>	<b>32,1</b>
1991. XI–IV.	1,5	9,2	3,9	13,1	1,4	5,2	0,2	5,4	1,3	13,9	0,6	14,5
1992. V–X.	1,9	10,4	6,0	16,4	3,2	17,2	2,9	20,1	4,6	18,8	0,7	19,5
<b>1991/92.XI–X.</b>	<b>3,4</b>	<b>19,6</b>	<b>9,9</b>	<b>29,5</b>	<b>4,6</b>	<b>22,4</b>	<b>3,1</b>	<b>25,5</b>	<b>5,9</b>	<b>32,7</b>	<b>1,3</b>	<b>34,0</b>
<b>1987/92.XI–V.</b>	<b>1,3</b>	<b>5,4</b>	<b>3,3</b>	<b>8,7</b>	<b>1,3</b>	<b>6,8</b>	<b>1,0</b>	<b>7,8</b>	<b>1,2</b>	<b>9,5</b>	<b>0,8</b>	<b>10,3</b>
<b>1987/92. V–X.</b>	<b>2,1</b>	<b>15,3</b>	<b>7,4</b>	<b>22,7</b>	<b>2,4</b>	<b>24,0</b>	<b>3,2</b>	<b>27,2</b>	<b>2,6</b>	<b>21,5</b>	<b>0,9</b>	<b>22,4</b>
<b>1987/92.XI–X.</b>	<b>3,4</b>	<b>20,7</b>	<b>10,7</b>	<b>31,4</b>	<b>3,7</b>	<b>30,8</b>	<b>4,2</b>	<b>35,0</b>	<b>3,8</b>	<b>31,0</b>	<b>1,7</b>	<b>32,7</b>

P: szabadtéri csapadék                       $P_{al}$ : koronán áthulló csapadék  
 $P_{atot}$ : állományi csapadék                       $P_{at}$ : törzsen lefolyó csapadék

• **Lucfenyves erdőben** évente átlagban 32,7 kg kálium ülepedik, hasonló nagyságrendű, mint a bükkösben és a kocsánytalan tölgyesben. A legkevesebb (25,3 kg/ha) éves kálium-ülepedést az 1987/88-as, a legnagyobbat (38,0 kg/ha) pedig az 1988/89-es hidrológiai évben mértük. A téli és nyári félév közötti eltérés kisebb, mint a bükkösben és jóval kisebb, mint a kocsánytalan tölgyesben. Ez megmagyarázható azzal, hogy a lucfenyő télen is nagy korona felülettel rendelkezik. A korona és ágszerkezet szűrőhatása így jobban érvényesülhet, mint a lombhullató fajoknál. Ezt támasztja alá az a körülmény is, hogy a szabad téri csapadékhoz viszonyítva mind télen, mind pedig nyáron



2. ábra. A kálium (A), a kalcium (B) és magnézium (C) ülepedése szabad területen (P) és a vizsgált ökoszisztémákban (Patot), téli és nyári bontásban

Fig. 2. Deposition of potassium (A), calcium (B) and magnesium (C) in open area (P) and in the investigated ecosystems (Patot) in summer and winter periods

hasonló, csaknem 10-szeres feldúsulás volt megfigyelhető. A törzsi lefolyással ( $P_{at}$ ) az összes kálium-ülededés 5%-a vezetődik az erdő talajához, míg a csapadék mennyiségnek csak 1%-a. A koncentráció megnövekedése a fajok közül itt a legnagyobb, 5-szörös. A kálium-ülededés havonkénti változása megegyezik a szabad területen, illetve a bükkösben és a kocsánytalan tölgyesben mért értékek havonkénti alakulásával.

### **Kalcium (Ca)**

A fák egyes szerveinek kalcium tartalma hasonló nagyságrendű, mint a káliumé. Fontos szerepe van a primer sejtfalak középlemezének stabilitásában, valamint a sejtmegnyúlásban és differenciálódásban (Bergmann, 1979). A fák, gyökérzetükön keresztül veszik fel, és elsősorban a transzspirációs anyagáramlással halad. Túlnyomóan, relatív mennyiségét tekintve a levelekbe szállítódik, ahol felhalmozódik. Ezért legnagyobb mennyiségben a lehullott levelekben és a kéregben fordul elő. A levegőbe kerülő kalcium főleg a talajokból származik, de hamu alkotórészként hagyományos fűtőrendszerű energiafelhasználással is jelentős mennyiség jut még Magyarországon a légtérbe. Az erdő koronájára lerakódott porral ülededik, és csapadékvízben oldódva éri el az erdő talaját. Méréseinket a 4. táblázatban és a 2. ábrán foglaltuk össze, melyekből látható, hogy:

- **Szabad területen** a csapadékvízzel üledező éves mennyisége átlagban 18 kg hektáronként. A legkevesebbet (11,7 kg/ha) a legszárazabb 1989/90-es, a legtöbbet (25,6 kg/ha) pedig az 1987/88-as hidrológiai évben mértük. Általában télen csak 25–30%-kal kevesebb a kalcium-ülededés mennyisége, mint nyáron, annak ellenére, hogy a téli csapadék fele a nyárinak. Télen a nedvesebb körülmények miatt valószínűsíthető, hogy a kalcium elsősorban a téli fűtési szezon eredményeként jut a levegőbe. Hessen tartományban Balázs (1991) mérései szerint szabad területen a csapadékvízzel évente 8–15 kg kalcium ülededik hektáronként. A hazánkban tapasztalható többlet, elsősorban a hagyományos fűtési rendszerekkel, valamint a magyarországi talajok kalcium-gazdagságával magyarázható. A kalcium-ülededés havonkénti változását tekintve, a legalacsonyabb mennyiséget januárban (~0,5 kg/ha), a legmagasabbat pedig júniusban (>2 kg/ha) kaptuk. A változás menete egyébként megegyezik a többi tápanyag változásának alakulásával.

- **Bükkös erdőben** az éves átlagos kalcium-ülededés nagysága 23,6 kg/ha. A legalacsonyabb éves értéket (17,5 kg/ha/év) a legszárazabb 1989/90-es, a legmagasabbat (30,2 kg/ha/év) pedig a legcsapadékosabb 1990/91-es hidrológiai évben mértük. Általában télen (8,5 kg/ha), a csapadék mennyiségének megfelelően, fele akkora a kalcium-ülededés, mint nyáron (15,1 kg/ha). A szabad területen mért értékekhez képest bükkösben nem sokkal, mintegy 25–30%-kal magasabb a kalcium-ülededés. A törzsön lefolyó csapadékvízzel az összes kalcium 26%-a ülededik csak, így ez majdnem megfelel a törzsön lefolyó csapadék relatív mennyiségének (18%). A kalcium-ülededés éven belüli havonkénti változása bükkösben szinte teljesen megegyezik a szabad területen mért értékekkel.

- **Kocsánytalan tölgyes erdőben** 5 év átlagában 39,0 kg kalcium üledett hektáronként. Legtöbb (55,5 kg/ha/év) az 1987/88-as hidrológiai, legkevesebb (29,5 kg/ha/év) pedig az 1991/92-es hidrológiai évben. A szabad területen mért értéknél kétszer

több a tölgyes erdőben ülepedett kalcium mennyisége. A téli hónapokban 14,0 kg, nyáron pedig 25,0 kg kalcium ülepedett hektáronként, ami elsősorban a nyári csapadéktöbblettel magyarázható. A fák törzsén az összes kalcium 20%-a folyt le, tehát a törzsön lefolyó víz kalcium-ion koncentrációja jóval magasabb (5-szörös), mint a koronáról lehulló csapadékvízé. Az ülepedés éven belüli havonkénti változása hasonlóan alakul, mint ahogy az a szabad területen, illetve a bükkösben megfigyelhető.

**4. táblázat.** Kalcium-ülepedés (kg/ha) a vizsgált ökoszisztémákban, éves és tenyészidőszakonkénti (tél–nyár) bontásban

Vizsgálati évek	Bükk				Kocsánytalan tölgy				Lucfenyő			
	P	P <sub>al</sub>	P <sub>at</sub>	P <sub>atot</sub>	P	P <sub>al</sub>	P <sub>at</sub>	P <sub>atot</sub>	P	P <sub>al</sub>	P <sub>at</sub>	P <sub>atot</sub>
1987. XI–IV.	10,4	6,2	3,3	9,5	12,5	13,5	3,3	16,8	14,7	12,1	0,4	12,5
1988. V–X.	13,0	13,7	2,9	16,6	11,9	31,6	7,1	38,7	10,9	26,0	0,6	26,6
<b>1987/88. XI–X.</b>	<b>23,4</b>	<b>19,9</b>	<b>6,2</b>	<b>26,1</b>	<b>24,4</b>	<b>45,1</b>	<b>10,4</b>	<b>55,5</b>	<b>25,6</b>	<b>38,1</b>	<b>1,0</b>	<b>39,1</b>
1988. XI–IV.	6,1	8,0	3,0	11,0	7,7	13,6	2,8	16,4	9,4	21,4	3,5	24,9
1989. V–X.	11,6	12,3	2,8	15,1	10,9	15,6	3,0	18,6	10,2	19,9	1,3	21,2
<b>1988/89. XI–X.</b>	<b>17,7</b>	<b>20,3</b>	<b>5,8</b>	<b>26,1</b>	<b>18,6</b>	<b>29,2</b>	<b>5,8</b>	<b>35,0</b>	<b>19,6</b>	<b>41,3</b>	<b>4,8</b>	<b>46,1</b>
1989. XI–IV.	4,9	4,0	1,9	5,9	4,3	7,8	1,2	9,0	3,7	15,0	0,9	15,9
1990. V–X.	8,8	9,3	2,3	11,6	8,5	23,1	2,3	25,4	8,0	16,2	0,4	16,6
<b>1989/90. XI–X.</b>	<b>13,7</b>	<b>13,3</b>	<b>4,2</b>	<b>17,5</b>	<b>12,8</b>	<b>30,9</b>	<b>3,5</b>	<b>34,4</b>	<b>11,7</b>	<b>31,2</b>	<b>1,3</b>	<b>32,5</b>
1990. XI–IV.	5,5	4,7	4,0	8,7	4,6	9,0	4,3	13,3	3,7	18,6	1,0	19,6
1991. V–X.	14,1	15,9	5,6	21,5	13,7	19,5	7,9	27,4	13,2	28,5	0,5	29,0
<b>1990/91. XI–X.</b>	<b>19,6</b>	<b>20,6</b>	<b>9,6</b>	<b>30,2</b>	<b>18,3</b>	<b>28,5</b>	<b>12,2</b>	<b>40,7</b>	<b>16,9</b>	<b>47,1</b>	<b>1,5</b>	<b>48,6</b>
1991. XI–IV.	6,7	5,6	2,0	7,6	6,8	11,0	3,5	14,5	7,0	24,9	0,9	25,8
1992. V–X.	10,9	7,6	2,8	10,4	9,0	11,9	3,1	15,0	7,1	16,7	0,6	17,3
<b>1991/92. XI–X.</b>	<b>17,6</b>	<b>13,2</b>	<b>4,8</b>	<b>18,0</b>	<b>15,8</b>	<b>22,9</b>	<b>6,6</b>	<b>29,5</b>	<b>14,1</b>	<b>41,6</b>	<b>1,5</b>	<b>43,1</b>
<b>1987/92. XI–IV.</b>	<b>6,7</b>	<b>5,7</b>	<b>2,8</b>	<b>8,5</b>	<b>7,2</b>	<b>11,0</b>	<b>3,0</b>	<b>14,0</b>	<b>7,7</b>	<b>18,4</b>	<b>1,3</b>	<b>19,7</b>
<b>1987/92. V–X.</b>	<b>11,7</b>	<b>11,8</b>	<b>3,3</b>	<b>15,1</b>	<b>10,8</b>	<b>20,3</b>	<b>4,7</b>	<b>25,0</b>	<b>9,9</b>	<b>21,5</b>	<b>0,7</b>	<b>22,2</b>
<b>1987/92. XI–X.</b>	<b>18,4</b>	<b>17,5</b>	<b>6,1</b>	<b>23,6</b>	<b>18,0</b>	<b>31,3</b>	<b>7,7</b>	<b>39,0</b>	<b>17,6</b>	<b>39,9</b>	<b>2,0</b>	<b>41,9</b>

P: szabadtéri csapadék

P<sub>al</sub>: koronán áthulló csapadék

P<sub>atot</sub>: állományi csapadék

P<sub>at</sub>: törzsön lefolyó csapadék

- **Lucfenyves erdőben** az éves kalcium-ülepedés valamivel magasabb, mint a kocsánytalan tölgyesben, értéke 5 év átlagában 41,9 kg/ha. A legkevesebbet (32,5 kg/ha/év) az 1989/90-es, a legtöbbet (48,6 kg/ha/év) pedig a legcsapadékosabb 1990/91-es hidrológiai évben mértük. A téli és nyári hónapok közötti különbség 5 éves átlagban, a nyári javára elenyésző váltakozva az egyes évektől függően, hol télen, hol pedig nyáron több a kalcium-ülepedés. Ez természetesen összefügg a lucfenyő örökzöld jellegével, vagyis a korona szűrőhatása egész évben egyforma mértékben érvényesül, va-

lamint a kalcium téli magasabb emissziójával (fűtési szezon). Hessenben mért értékekkel (27 kg/ha) összehasonlítva (Balázs, 1991) nálunk, mintegy 60%-kal magasabb a lucfenyvesben mért kalcium-ülepedés. A törzsön 5%-a folyik le az összes kalcium-ülepedésnek. Éven belüli havonkénti menete nagyjából megegyezik a szabad területen mért értékek alakulásával.

### **Magnézium (Mg)**

A magnéziumnak, mint a klorofil építőelemének kimagasló a szerepe. Aktiválja foszforilációs folyamatokat, ezáltal az egész anyagcsere számára döntő jelentőségű (Mengel, 1976). A fák egyes szerveiben kevesebb a magnézium mennyisége, mint a káliumé vagy a kalciumé, általában 0,5% alatt marad. A fák gyökérzetükön keresztül a talajból veszik fel. Mozgása a növényen belül hasonlít a kalciuméhoz. Általában talajszemcsékhez kötődve kerül a légkörbe, és ülepedik a növényzet felületére, majd mosódik le a csapadékvízzel. Az erdők egészségi állapotromlását sokan a magnéziumhiányra vezetik vissza, ezért élettani szerepe miatt az ezzel kapcsolatos kutatásokban központi helyet kapott. Mérési eredményeinket a 5. táblázatban és a 2. ábrán foglaltuk össze, melyekből kivehető, hogy:

- **Szabad területen**  évente átlagban 3,4 kg magnézium ülepedik hektáronként, a legalacsonyabb (2,6 kg/ha/év) értéket az 1989/90-es, a legnagyobbat (4,0 kg/ha/év) pedig az 1991/92-es hidrológiai évben mértük. Ezen adatok megfelelnek a hesseni (3,2 kg/ha/év) méréseknek (Balázs, 1991). Általában nyáron, a nagyobb csapadékmennyiség miatt 30%-kal több magnézium ülepedik, mint télen. Éven belüli havonkénti változása megegyezik a többi tápanyagnál észleltekkkel, itt is egy januári minimum (~ 0,5 kg/ha) és egy júniusi maximum (~ 2,5 kg/ha) figyelhető meg.
- **Bükkös erdőben**  az 5 év átlagában mért éves magnézium-ülepedés 5,7 kg/ha. Legtöbbet (8,2 kg/ha), a legcsapadékosabb 1990/91-es hidrológiai, a legkevesebbet (4,0 kg/ha) pedig a csapadékban legszegényebb 1989/90-es hidrológiai évben mértük. Nyáron (3,7 kg/ha) elsősorban a nagyobb csapadék mennyiségnek megfelelően több ülepedik, mint télen (2,0 kg/ha). Szabad területhez viszonyítva az állományban 60%-os többlet figyelhető meg, mely részben a korona szűrőhatásának, részben a levelekből és az azon lévő élő és élettelen szervezetekből történő kimosódásnak köszönhető. A törzsön az összes ülepedés 25%-a folyik le, ez valamivel többnek felel meg, mint amennyire a csapadékmennyiség viszonyszámából (18%) következtethetünk. A magnézium-ülepedés éven belüli havonkénti alakulása bükkösben követi a szabad területen mért értékek változását.
- **Kocsánytalan tölgyes erdőben**  5 év átlagában évente 9,0 kg magnézium ülepedik hektáronként. Ennek egyharmada a téli félévben, kétharmada pedig nyáron. A legtöbbet (13,6 kg/ha), az 1987/88-as, a legkevesebbet (7,0 kg/ha) pedig az 1991/92-es hidrológiai évben mértük. A szabadtéri csapadékban kapott értéknél télen 2,1-szer, nyáron pedig már 3-szor több a magnézium-ülepedés. Vagyis a korona szűrőhatása, illetve az élő és elhalt szervezetek szövetéből történő kimosódás nyáron jobban érvényesül. A törzsön lefolyó csapadékvízzel az összes ülepedés 14%-a éri el az erdő avartakaróját, a nagyobb

része (86%) pedig a koronán áthullva. A magnézium-ülepedés havonkénti változása a kocsánytalan tölgyesben is követi a szabad téren mért havi értékek alakulását.

**5. táblázat.** Magnézium-ülepedés (kg/ha) a vizsgált ökoszisztémákban, éves és tenyészidőszakonkénti (tél–nyár) bontásban

Vizsgálati évek	Bükk				Kocsánytalan tölgy				Lucfenyő			
	P	P <sub>al</sub>	P <sub>at</sub>	P <sub>atot</sub>	P	P <sub>al</sub>	P <sub>at</sub>	P <sub>atot</sub>	P	P <sub>al</sub>	P <sub>at</sub>	P <sub>atot</sub>
1987. XI–IV.	2,1	1,9	0,8	2,7	2,4	3,5	0,5	4,0	2,8	3,9	0,1	4,0
1988. V–X.	1,0	2,7	0,3	3,0	0,9	7,7	1,9	9,6	0,8	5,3	0,1	5,4
<b>1987/88. XI–X.</b>	<b>3,1</b>	<b>4,6</b>	<b>1,1</b>	<b>5,7</b>	<b>3,3</b>	<b>11,2</b>	<b>2,4</b>	<b>13,6</b>	<b>3,6</b>	<b>9,2</b>	<b>0,2</b>	<b>9,4</b>
1988. XI–IV.	1,0	1,5	0,6	2,1	1,2	2,9	0,4	3,3	1,4	3,5	0,5	4,0
1989. V–X.	2,6	3,0	0,8	3,8	2,5	4,4	0,5	4,9	2,4	4,3	0,3	4,6
<b>1988/89. XI–X.</b>	<b>3,6</b>	<b>4,5</b>	<b>1,4</b>	<b>5,9</b>	<b>3,7</b>	<b>7,3</b>	<b>0,9</b>	<b>8,2</b>	<b>3,8</b>	<b>7,8</b>	<b>0,8</b>	<b>8,6</b>
1989. XI–IV.	1,1	0,9	0,5	1,4	1,0	1,7	0,2	1,9	0,8	3,0	0,1	3,1
1990. V–X.	1,6	2,1	0,5	2,6	1,7	4,9	0,3	5,2	1,8	3,8	0,1	3,9
<b>1989/90. XI–X.</b>	<b>2,7</b>	<b>3,0</b>	<b>1,0</b>	<b>4,0</b>	<b>2,7</b>	<b>6,6</b>	<b>0,5</b>	<b>7,1</b>	<b>2,6</b>	<b>6,8</b>	<b>0,2</b>	<b>7,0</b>
1990. XI–IV.	1,1	1,1	0,8	1,9	0,9	1,7	0,7	2,4	0,8	5,0	0,2	5,2
1991. V–X.	2,7	4,7	1,6	6,3	2,5	5,7	1,0	6,7	2,3	5,3	0,1	5,4
<b>1990/91. XI–X.</b>	<b>3,8</b>	<b>5,8</b>	<b>2,4</b>	<b>8,2</b>	<b>3,4</b>	<b>7,4</b>	<b>1,7</b>	<b>9,1</b>	<b>3,1</b>	<b>10,3</b>	<b>0,3</b>	<b>10,6</b>
1991. XI–IV.	1,6	1,6	0,5	2,1	1,6	2,8	0,5	3,3	1,7	4,6	0,2	4,8
1992. V–X.	2,4	1,9	0,7	2,6	2,4	3,2	0,5	3,7	2,3	3,7	0,1	3,8
<b>1991/92. XI–X.</b>	<b>4,0</b>	<b>3,5</b>	<b>1,2</b>	<b>4,7</b>	<b>4,0</b>	<b>6,0</b>	<b>1,0</b>	<b>7,0</b>	<b>4,0</b>	<b>8,3</b>	<b>0,3</b>	<b>8,6</b>
1987/92. XI–IV.	1,4	1,4	0,6	2,0	1,4	2,5	0,5	3,0	1,5	4,0	0,2	4,2
1987/92. V–X.	2,1	2,9	0,8	3,7	2,0	5,2	0,8	6,0	1,9	4,5	0,1	4,6
1987/92. XI–X.	3,5	4,3	1,4	5,7	3,4	7,7	1,3	9,0	3,4	8,5	0,3	8,8

P: szabadtéri csapadék

P<sub>al</sub>: koronán áthulló csapadék

P<sub>atot</sub>: állományi csapadék

P<sub>at</sub>: törzsön lefolyó csapadék

• *Lucfenyves erdőben* hasonló nagyságrendű a magnézium-ülepedés, mint a kocsánytalan tölgyesben, vagyis évente 8,8 kg/ha. A szabadtéri mérésekhez viszonyítva tehát azonos a növekedés. A különbség a két ökoszisztéma között elsősorban abban rejlik, hogy a lucosban télen (4,2 kg/ha) és nyáron (4,6 kg/ha) csaknem megegyezik a magnézium-ülepedés. A korona felfogó felületének télen és nyáron egyformán érvényesülő szűrőhatása ezt alá is támasztja. Az egyes éveket tekintve a legtöbbet (10,6 kg/ha) a legcsapadékosabb 1990/91-es, a legkevesebbet (7,0 kg/ha) pedig a csapadékban legszegényebb 1989/90-es hidrológiai évben mértük. A magnézium-ülepedés 3%-a jut a törzsi lefolyással a lucfenyves talajához, amely területi kiterjedését, de abszolút mennyiségét is tekintve az ökoszisztéma anyagforgalmában jelentéktelen. A havonkénti ülepedés tendenciájában hasonló, mint a szabad téren kapott ülepedés alakulása, de relatíve az egyes hónapok közötti eltérések mások.

## A TÁPANYAGVIZSGÁLATOK FONTOSABB MEGÁLLAPÍTÁSAI

A szabad területen és a vizsgált ökoszisztémákban mért csapadékvíz kémiai elemzéséből egyértelműen kiderült, hogy a csapadékvízben oldott makro-tápanyagok mennyisége évenként eltérő mértékben ugyan, de az erdő tápanyagforgalmában nem elhanyagolható tételt képviselnek. Az erdő koronájára hulló csapadékok összetétele a mérőpontok térbeli–földrajzi helyzetétől függően csak kis eltéréseket mutatott. Ez azt bizonyítja, hogy az egymáshoz, viszonylag közel elhelyezkedő mérőhelyeken a légköri transzport útján szállított és kiülepedett tápanyagok mennyisége is közel azonos lehet. Az egyes ökoszisztémák között a mért tápanyagok mennyiségi, szezonális és térbeli változatosságában megmutatkozott különbségek ezért elsősorban:

- ✦ a fafaj morfológiai tulajdonságaitól (korona és ágszerkezet, azok felülete stb.),
- ✦ a fafaj éven belüli fejlődési- és élettani állapotától (lombos vagy lombtalan állapot,
- ✦ a fák felületén az élő és élettelen növényi, valamint állati szervezetek átalakulási folyamataitól, valamint
- ✦ a kérdéses tápanyag kémiai tulajdonságaitól (megjelenési formák: gáz, aeroszol, ion stb. átalakulási képesség stb.) függnek.

Az egyes tápanyagok mennyiségei az állományi csapadékvízben jóval magasabbak, mint a szabad területen mértek. Változását azonban másképp befolyásolják a lombhullató fafajok (bükk és kocsánytalan tölgy), mint az örökzöld lucfenyő (6. táblázat).

Télen az egyes nitrogén-formák esetében a növekedés mind a bükkösben, mind pedig kocsánytalan tölgyesben hasonló mértékű az ammónium-nitrogén esetében 1,9 és 2,1-szeres, a nitrát-nitrogén esetében pedig 2,0 és 2,1-szeres. A télen is örökzöld lucfenyőnél ez az emelkedési ráta 4,1-, illetve 4,2-szeres, tehát duplája a lombhullatók értékeinél.

Nyáron, a vegetációs periódusban a növekedés nagyobb, mint télen, és az egyes fafajok közötti különbségek szembetűnőbbek. Bükknél az  $\text{NH}_4$ - és az  $\text{NO}_3$ -N-re vonatkozó emelkedési ráta 2,1 illetve 2,6-szoros, a tölgynél már 3,2 és 3,5-szeres, a lucnál pedig 4,6 és 4,9-szeres.

Teljesen másképpen viselkedik a kálium, melynek nagy mobilitása lehetővé teszi a szövetekből és a felületet borító növényi és állati szervezetekből való kimosódását. Télen a lombhullató bükknél és tölgynél hatszorosára emelkedik értéke a szabadtéri csapadékban mérthez képest, és ez, a nyári leveles időszakban már 11-szeres. A lucfenyvesben 8–9 szeresére emelkedik a kálium ülepedés nagysága. A vegetációs és nem vegetációs időszak között különbség nincs, hiszen levéltömege télen és nyáron egyforma. A fent említett kimosódás itt is valószínűsíthető, mert a feldúsulást nem lehet csak a légköri ülepedéssel megmagyarázni.

**6. táblázat.** Az egyes tápanyagok ülepedésének növekedési rátája az állományi csapadékban ( $P_{\text{ató}}$ ) a szabad téri ülepedéshez ( $P$ ) viszonyítva, a téli és a nyári hónapok bontásában

Mérőhelyek		NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	K	Ca	Mg
Bükkös	tél	1,9	2,0	6,7	1,3	1,4
	nyár	2,1	2,6	10,8	1,3	1,8
Kocsánytalan tölgyes	tél	2,1	2,1	6,0	1,9	2,1
	nyár	3,2	3,5	11,0	2,1	3,0
Lucfenyves	tél	4,1	4,2	8,6	2,6	2,8
	nyár	4,6	4,9	8,6	2,2	2,4

A kalcium esetében megint más képet kapunk. A bükkösben a növekedés kis mértékű, 1,3-szeres, télen és nyáron egyforma. Valószínű, hogy ebben a nyári alacsonyabb légköri kalcium-kibocsátás is közrejátszik. A kocsánytalan tölgyesnél télen is 1,9-szeres, nyáron pedig 2,3-szeres a kalcium-ülepedés emelkedési rátája. Az elmondottak nem zárják ki a kalcium levelekből történő kimosódását sem. Lucfenyvesben az emelkedés télen 2,6-szoros, nyáron pedig 2,2-szeres, tehát kevesebb a télinél. A magnézium esetében a kalciumhoz hasonló tendencia volt megfigyelhető, de itt már a bükknél is nagyobb növekedési rátát kaptunk nyáron, mint télen. Magnézium-kimosódás – ha kis mértékben is –, de valószínűsíthető, hiszen a nyári félév többlet-ülepedését a lombos fajoknál nem lehet az imisszióval megmagyarázni.

### **A tápanyagvizsgálatok erdészeti–ökológiai jelentősége**

Rendkívül fontos hangsúlyoznunk, hogy a csapadékvízben oldott tápanyagok mennyiségére vonatkozó vizsgálati eredmények alkalmasak a kérdéses ökoszisztémák összehasonlítására, általános összefüggéseket azonban csak egyéb szempontok mérlegelésével tehetünk. Az időbeli változás mellett – amelyre már kitértünk az egyes periódusok elkülönítésével –, fontos a térbeli heterogenitás kérdése is. A csapadékvízzel ülepedő tápanyagok nem egyenletesen, hanem részben diffúz módon (koronáról lecsöpögő csapadék) nagy területen, részben pontszerűen, kis területen (törzsi lefolyás) jutnak az erdő avartakarójára, és szivárognak a csapadékvízzel a talajba. A fák elsősorban azt a vízmennyiséget és benne oldott tápanyagot tudják hasznosítani, mely a koronán áthullva egyenletesen éri el az erdő területének csaknem 90%-át. A fák gyökérzetüket úgy alakítják, illetve fejlesztik – természetesen a talaj tulajdonságaihoz igazodva –, hogy azzal a termőréteget a lehető legsűrűbben behálózzák. A koronán áthulló csapadékot és a benne oldott tápanyagok egy részét a fák ezáltal gazdaságosabban tudják hasznosítani. Mindez ökológiai szempontból is fontos jellemzője az egyes ökoszisztémáknak. A 7. táblázatban a koronán áthulló csapadékkal ülepedő tápanyagok mennyiségeit és az összes ülepedéshez viszonyított százalékos arányát mutatjuk be.

**7. táblázat.** A koronán áthulló csapadékkal ( $P_{at}$ ) ülepedő tápanyagok mennyiségei és azok összes ülepedéshez ( $P_{atot}$ ) viszonyított százalékos értékei

Mérőhelyek	NH <sub>4</sub> -N		NO <sub>3</sub> -N		K		Ca		Mg	
	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%
Bükkös	11,2	62	6,1	55	20,7	66	17,5	74	4,3	75
Kocsánytalan tölgyes	22,9	84	12,3	88	30,8	88	31,3	80	7,7	86
Lucfenyves	51,2	95	22,6	95	31,0	95	39,9	95	8,5	97

Szembetűnő, hogy:

- ✦ a bükknél az ily módon ülepedő tápanyagok, azok fajtájától függően az összes ülepedés 55 és 75%-át teszik ki,
- ✦ a kocsánytalan tölgynél már 80–90% között mozog ez az érték,
- ✦ a lucfenyvesnél pedig több, mint 90%.

Abszolút értékben a különbségek még nyilvánvalóbbak, hiszen a bükkös állományi csapadékkal ülepedő tápanyagbevétele kétharmada (K), fele (Ca, Mg), harmada (NO<sub>3</sub>-N) és negyede (NH<sub>4</sub>-N) a lucos tápanyagbevételenek. A kocsánytalan tölgyesben az értékek a két faj között helyezkednek el, és hol a bükkös, hol pedig a lucos adataihoz állnak közelebb.

Felmerül a kérdés, hogy a lucfenyvesben egy többlet-tápanyagkínálat alakul-e ki, vagy a bükkösben nagyobb jelentősége van a törzsi lefolyásnak, mint amennyit annak tulajdonítunk, esetleg ez utóbbiban tápanyaghiány is felléphet? Az eddigi méréseink alapján nagy a valószínűsége annak, hogy erdeinkben a légköri ülepedésből bizonyos mennyiségű, de az ökoszisztémák anyagforgalmában nem számottevő tápanyagkínálat érvényesül.

### ***A vizsgálati eredmények ökoszisztémák tápanyagforgalmába való illesztése***

Az erdő szervesanyag-forgalmában – mint ahogy erre hazánkban Járó (Járó, 1988-89) is rámutatott –, fontos szerepe van a viszonylag nagy pontossággal meghatározható, évente lehulló, elhalt szervesanyagnak, melynek döntő hányadát az avar képezi. A mérési időszak alatt (1987/92), vizsgálati helyeinken 1 m<sup>2</sup>-es felfogó felületű hálók segítségével gyűjtöttük össze havonta az időközben lehullott levél-, kéreg-, ág-, termés- és virág-mennyiségeket. Az egyes szortimentek tápanyagtartalmát laboratóriumi elemzésekkel állapítottuk meg és az eredményeket a 8. táblázatban láthatjuk.

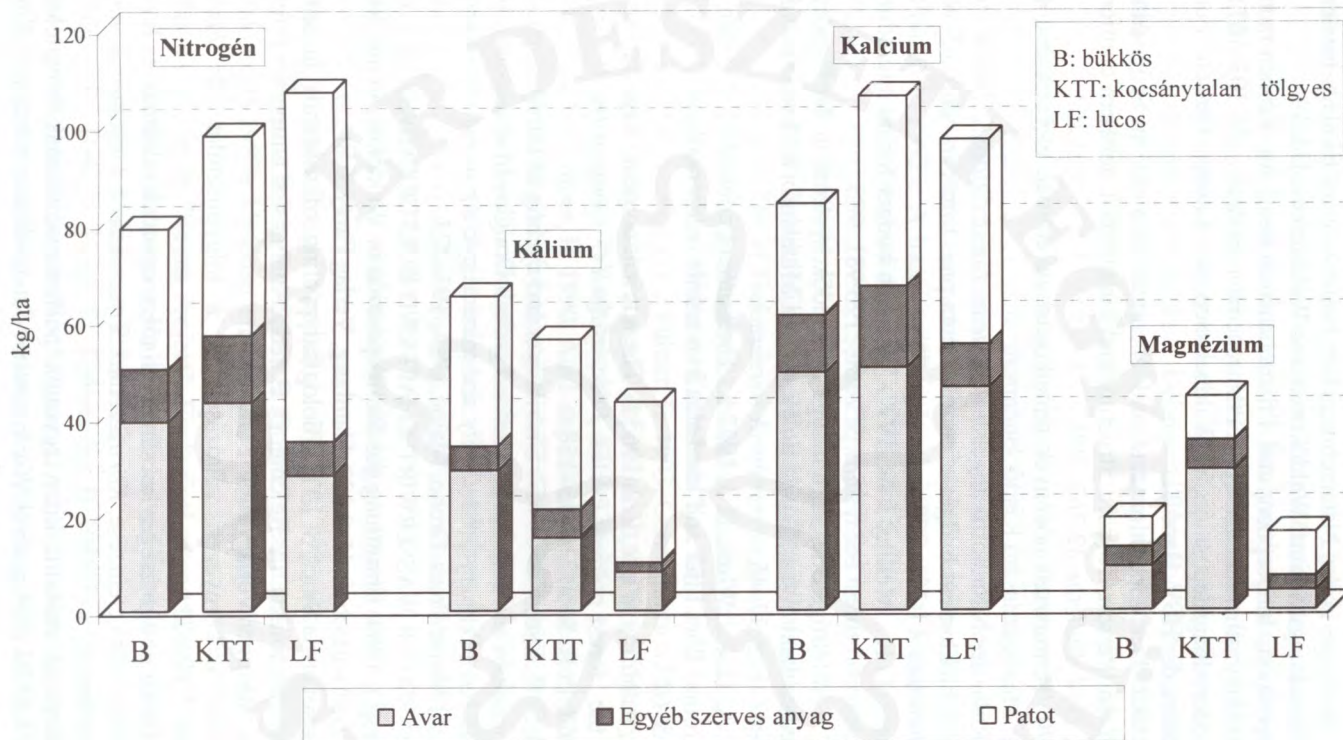
**8. táblázat.** A vizsgált ökoszisztémákban felfogott szervesanyag átlagos tápelem-tartalma (kg/ha/év)

Mérőhelyek		N	K	Ca	Mg
Bükkös	avar	39	29	49	9
	egyéb	11	5	12	4
	Összesen:	50	34	61	13
Kocsánytalan tölgy	avar	43	15	50	29
	egyéb	14	6	17	6
	Összesen:	57	21	67	35
Lucfenyves	avar	28	8	46	4
	egyéb	7	2	9	3
	Összesen:	35	10	55	7

A táblázatból egyértelműen kitűnik, hogy:

- ✦ mindhárom fafajnál az évente lehulló átlagos szervesanyag legnagyobb mennyiségben a kalciumot, majd a nitrogént, ezt követően a káliumot, végül a magnéziumot tartalmazza, kivétel a kocsánytalan tölgy, melynél a magnézium mennyisége nagyobb, mint a káliumé;
- ✦ az egyes fafajokat összehasonlítva, mind az avar, mind pedig az egyéb szervesanyagot tekintve kocsánytalan tölgyesben mértük a legtöbb nitrogént (43+14 kg/ha), kalciumot (50+17 kg/ha) és magnéziumot (29+5 kg/ha), a legtöbb káliumot pedig a bükkösben (29+5 kg/ha);
- ✦ a legkevesebb tápanyagtartalma a luc szervesanyagának volt, nitrogénből átlagban az avar 28 kg-ot, az egyéb szortiment pedig 7 kg-ot tartalmazott hektáronként. Ugyanezen számpárok a káliumnál 8 és 2 kg/ha, a kalciumnál 46 és 9 kg/ha, a magnéziumnál pedig 4 és 3 kg/ha;
- ✦ a bükkösben a fenti értékek a nitrogénnél átlagban 39 és 11 kg/ha, a káliumnál 29 és 5 kg/ha, a kalciumnál 49 és 12 kg/ha, végül a magnéziumnál 9 és 4 kg/ha.

A 3. ábrán a vizsgált ökoszisztémák éves tápanyagbevételeit mutatjuk be, összehasonlítva egymással az évenként lehulló szervesanyag- és az állományi csapadék tápelem-tartalmát. Az adatok szemléltetik, hogy a bükkösben a bevétel 36%-a az állományi csapadék, és 64%-a a szervesanyag révén jut az ökoszisztéma talajára. A tölgyesnél ez az arány 41 és 59%, a lucfenyvesnél pedig már 59 és 41%, vagyis ez utóbbi esetben az állományi csapadékban oldott tápanyagok mennyisége több, mint amit évente a talajra visszahulló elhalt szervesanyag tartalmaz. Az erdei ökoszisztémák éves tápanyagforgalmát a földfeletti- és földalatti növedékbe, valamint a lehulló szervesanyagba beépült tápanyag teszi ki. Az éves folyónövedék nagy részének tápanyagtartalma a faanyag hasznosítása (gyerítés, véghasználat) révén kikerül az erdő anyag-forgalmából. Ez a tétel azonban a magyarországi erdőtalajok tápanyag-készletéhez képest jelentéktelen, és a termőhely termőképességét kedvezőtlenül nem befolyásolja.



**3. ábra.** Az évente lehulló avar-, egyéb szervesanyag- és az állományi csapadék (Patot) tápanyagtartalma, mint tápanyagforrás, a vizsgált ökoszisztémákban

**Fig. 3.** Nutrient content of the yearly litter, other organic matter and precipitation (Patot) in the investigated ecosystems

## IRODALOMJEGYZÉK

- Asche, N. 1985. Stoffeinträge in das Naturschutzgebiet Braunschweig-Riddags-hausen. Berichtet. Forschungszentrum Waldökosysteme/Waldsterben, Bd. 14.
- Asche, N. 1987. Deposition, Interception und Pflanzenauswaschung im Kronen-raum eines Eichen/Hainbuchen-Bestandes.. Z. Pflanzenerähr. Boden., 151:103–107.
- Balázs, Á. 1991. Niederschlagsdeposition in Waldgebieten des Landes Hessen. Forschungsberichte der HFV, Band 11.
- Berg, B., Staaf, H. 1980. Decomposition rate and chemical changes in Scots pine needle litter. In: Person, T. (ed.): Structure and Function of northern coniferous forests. *Ecol. Bulletin*, 32:363–390.
- Bergmann, W. 1979. Termesztett növények táplálkozási zavarainak előfordulása és felismerése. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- Berki, I. 1991. Die Rolle des Nährstoffmangels. *Allgemeine Forstzeitung*, 2:74–78.
- Binkmark, L. 1977. A bioelement budget of an old Scots pine forest in central Sweden. *Silva Fennica*, 11:201–209.
- Bormann, F.H., Likens, G.E., Mellilo, J. M. 1977. Nitrogen budget for an aggrading northern hardwood forest ecosystem. *Science*, 196:981–983.
- Brechtel, H.M. 1992. Luftbürtige Stickstoffeinträge in Waldökosysteme in der Bundesrepublik Deutschland (West) Sowie in West - und Mitteleuropa. *Agrokémia és Talajtan*, T. 41 /1–2.:37–46.
- Carlisle, A., Brown, A. H. F., White, E. J. 1967 a. The nutrient content of tree stem-flow and ground flora litter and leachates in a sessile oak woodland. *I. Ecology*, 55: 615–627.
- Carlisle, A., Brown, A. H. F., White, E. J. 1967 b. The nutrient content of rainfall and it's role in the forest nutrient cycles. *Proc. of the 14<sup>th</sup> Cong of the IUFRO*, München 1967, Pt II. Sect. 21: 145–158.
- Cole, D. W., Gessel, S. P., Dice, S. F. 1967. Distribution and cycling of nitrogen, phosphorus, potassium and calcium in a second growth Douglas-fir-ecosystem. In: Young, H. E. (ed.) Primary productivity and mineral cycling in natural ecosystems. Univ. of Maine Press, Orono, Maine, USA. 197–223.
- DEUTSCHER VERBAND FÜR WASSERWIRTSCHAFT UND KULTURBAUWESEN E.V. (DVWK, Hrsg.), 1984. Ermittlung der Stoffdeposition in Waldökosysteme. Regeln zur Wasserwirtschaft, Heft 122, Hamburg, Verlag Parey, 6.S.
- Duvigneaud, P., Denaeyer-de Smet, S. 1970. Biological cycling of minerals in temperate deciduous forests. In: Reichle, D. E. (ed.) Analysis of temperate forest ecosystems. Springer Verlag, New York, USA.
- Führer, E., Járó Z. 1987. A környezeti változások és a tölgypusztulás. *Az Erdő*, XXXVI. évf. 7:319–321.
- Führer, E. 1990 a. Beteg és egészséges kocsánytalan tölgy egyedek talajának és leveleinek összehasonlító elemzése. *Környezetünk Savasodása c. Országos Konferencia Kiadványa*.
- Führer, E. 1990 b. Soproni erdőszült kis vízgyűjtők pufferkapacitásának megítélése patakvizek kémiai elemzésével. *Környezetünk Savasodása c. Országos Konferencia Kiadványa*.

- Führer, E., Horváth, L. 1990. A savas ülepedés alakulása ökológiai bázisterületeken. *Környezetünk Savasodása c. Országos Konferencia Kiadványa.*
- Führer, E., Magyar, L., Sitkey, J., Surman, M., Ujvári, F. 1990. Szabadterületen és erdei ökoszisztémákban mért csapadékvíz összehasonlító kémiai elemzése. *Környezetünk Savasodása c. Országos Konferencia Kiadványa.*
- Führer, E. 1991. Grösse der Niederschlagsdeposition im Freiland und in Wald-ökosystemen. *International Symposium on Ecological Approaches of Environmental Chemicals.* Debrecen, Hungary. GSF-Bericht 4/92:95–99.
- Führer, E. 1992 b. Luftbürtige Säurebelastung und Stickstoffeintrag in Waldökosysteme und ihre Auswirkungen auf die Bachwassergualität, *Agrokémia és Talajtan*, T. 41, 1–2:95–101.
- Führer, E. 1992 c. Niederschlagdeposition in Waldökosystemen im Sopronen Gebirge (Ungarn). *Allgemeine Forstzeitschrift.* 12:675–676.
- Führer, E. 1992 d. Légszennyezés hatása az erdő hidrológiai funkciójára. I. *Országos Agrár-Környezetvédelmi Konferencia Kiadványa*, Budapest.
- Führer, E. 1992 e. A hazai erdők egészségi állapotával kapcsolatos ökológiai vizsgálatok. *Erdészeti Lapok*, CXXVII. évf. 6.
- Führer, E., Horváth L. 1992. Saure Deposition in Ungarn. *Agrokémiai és Talajtan*, T. 41, 1–2:90–94.
- Führer, E. 1993. Talajkémiai vizsgálatok az erdővédelmi hálózat erdőtársulásaiban. *WOOD TECH Tudományos Konferencia Kiadványa*, Sopron.
- Führer, E. 1994. Csapadékmérések bükkös-, kocsánytalan tölgyes és lucfenyves ökoszisztémában. *Erdészeti Kutatások*, Vol. 84. 11–35.
- Horváth, L., Baranka, Gy., Führer, E. 1993. Concentration of air pollutants and the rate of dry and wet acidic deposition at the three forestry monitoring stations in Hungary. *Az Időjárás*, Vol. 97, 3:179–186.
- Horváth, L., Führer, E. 1990. Acid deposition in forest ecosystems. Expertentagung Waldschadensforschung in östlichen Mitteleuropa und in Bayern. 13–15 11. In Schloss Neuburg/Inn bei Passau GSF-Bericht 24/91.
- Jakucs, P. 1984 a. Ökológiai kutatások a BNP erdőiben. *Az Erdő*, XXXIII. évf. 6: 257–260.
- Jakucs, P. 1984 b. A kocsánytalan tölgyes pusztulásának ökológiai magyarázata. *Az Erdő*, XXXIII. évf. 8:342–344.
- Jakucs, P. 1985. Az erdővédelem ökológiai vonatkozásai. *Az Erdő*, XXXIV. évf. 6:249–254.
- Jakucs, P., Mészáros, I., Papp, B. L., Tóth, A. 1986. Acidification of soil and decay of sessile oak in the "Sikfőkút Project" area. *Acta Botanica*, Vol. 32:303–322.
- Jakucs, P. 1987a. Újtípusú erdőkarok és tennivalók. *Az Erdő*, XXXVI. évf. 7:315–316.
- Jakucs, P. 1987b. "Rejtekek Project". Ecological researches for favourable regeneration of forests covering shallow soil derived from limestone in Hungary. *Acta Biologica Debrecina*, T. 20:5–12.
- Jakucs, P., Berki, I., Holes, L., Tóthmérész, B. 1988. Lokale industrielle Emission und Waldschäden in Nordungarn I. problemstellung, Ausgangshypothese und zusammenfassende Wertung. *Acta Botanica*, Vol. 34:11–24.

- Járó, Z. 1988/89. A bükkösök szerves- és tápanyagforgalma. *Erdészeti Kutatások*, Vol. 80–81:83–98.
- Likens, G. E., Bormann, F. H., Johnson N. M, Fischer, D. W., Pierce, R. S. 1970. Effects of forest cutting and herbicide treatment on nutrient budgets in the Hubbard Brook Watershed-ecosystem. *Ecol. Monographs*, 40:23–47.
- Likens, G. E., Bormann, F. H., Pierce, R. S., Eaton, J. S., Johnson, N. M. 1977. Biogeochemistry of a forested ecosystem. Sprienger Verlag.
- Matzner, E. 1988. Der Stoffumsatz zweier Waldökosysteme im Solling. Berichte d. Forschungszentrums Waldökosysteme/Waldsterben, Reich A, Bd. 40.
- Meiweis, K. J., Hauhs, M., Gerke, H., Asche, N., Matzner, E., Lamersdorf, N. 1984. Die Erfassung des Stoffkreislaufes in Wald-ökosystemen-Konzept und Methodik, Berichte d. Forschungszentrum Waldökosysteme/Waldsterben, Bd 7:68–142.
- Mohr, H. 1990. Der Stickstoff - ein Kritisches Element der Biosphäre, Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften, Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse, Jg. 5. Abhandlung.
- Morgan, J. V., Tukey, jr. H. B. 1964. Characterisation of leachate from plant foliage. *Plant Physiol.*, 39:590–593.
- Nihlgard, B. 1972. Plant biomass, primary production and distribution of chemical elements in beech and planted spruce forest in south Sweden. *Oikos* 23, 69-81.
- Stefanovits, P. 1986. A talajok savasodásának néhány újabb adata. *Magyar Tudomány*, 5:339–340.
- Stefanovits, P. 1987. Az erdők talajának savasodása 25–30 év után megismételt vizsgálatok alapján. *Erdészeti Kutatások*, Vol. 79:225–228.
- Tukey, jr. H. B. 1970. The leaching of substances from plants. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 1:305–324.
- Ulrich, B., Mayer, R., Pavlov, M. 1971. Investigation on bioelement stores and bioelement cycling in beech and spruce stands including input-output analysis. Swedisch Nat. Sci. Res. Council, *Bull. Ecol. Res. Gom.*, 14:87–113.

## ***AZ ERDŐ ÉS A TALAJVÍZ KAPCSOLATA***

**JÁRÓ ZOLTÁN, SITKEY JUDIT**

### **ÖSSZEFOGLALÓ**

Az alföldi erdősítések fafajmegválasztását, az alföldi erdők növekedését döntően meghatározza a tavaszi legmagasabb talajvízszint (NV) és a vegetációs időszaki evapotranspirációt jellemző talajvízszint ingása. A lajosmizsei olasznyáras kísérleti területen, valamint kontrollként a mellette levő gyepterületen és szántón 15 éven keresztül mérték a csapadékot, 9 talajvízkútban a talajvízjárást és az egyklónú olasznyár parcellákon az állomány éves növekedését. A vizsgálatok szerint a tavaszi legmagasabb talajvízszint (NV) elsősorban a tárolási időszak (XI–IV. hó) alatt lehullott csapadéktól függ. Az NV szint éves változása valamennyi kútnál azonos tendenciájú és a mértékét a vegetáció érdemlegesen nem befolyásolja. A tavaszi legmagasabb talajvízszint és az őszi legmélyebb talajvízszint közötti különbség a talajvízszint ingás, a terület evapotranspirációját jellemzi. A talajvízszint ingást a legnagyobb mértékben a fő felhasználási időszak (V–VII. hó) csapadékmennyisége határozza meg. A nagy csapadékhoz kismértékű, a kis csapadékhoz nagymértékű talajvízszint ingás tartozik. Az olasznyáras eltérő fatermésű parcelláiban a talajvízszint ingással jellemzett evapotranspiráció azonos, ami gazdaságosabb vízfelhasználást is jelent.

**KULCSSZAVAK:** olasznyáras, talajvíz, talajvízszint ingás, tárolási időszak

### **ABSTRACT**

On the Hungarian Great Plain the choice of the tree species for afforestations and the growth of the forests is basically determined by the highest water-table level (NV) in spring and the fluctuation of the water-table level characterising the evapotranspiration during the growing season. The precipitation has been measured for 15 years in the euramericana poplar experimental area of Lajosmizse, as well as in the nearby grass-plot and arable land as a control. The water-table movement in the 9 ground-water wells and the annual increment of stands in the one-clone euramericana poplar plots were measured, too. According to the measurements, the NV in spring mostly depends on the precipitation fell during the storage season (XI–IV. months). The annual change of the NV has the same tendency at each well and its degree is definitely not influenced by the vegetation. The difference between the NV in spring and the deepest water-table level in autumn, which is the fluctuation of water-table level, characterises the evapotranspiration of the area. The fluctuation of water-table level is determined to the greatest extent by the precipitation quantity of main water-consumption period (V–VII. months). Small

extension of water-table level fluctuation belongs to big amount of precipitation and the small amount of precipitation belongs to big extension of water-table level fluctuation. On the territory of the euramericana poplar, the grass-plot and the arable land the average water-table level fluctuation, which characterises the evaporation, is the same. In the plots of the different wood production euramericana poplar the evapotranspiration characterised by the water-table level fluctuation is the same, which also means more economical water consumption.

**KEY WORDS:** euramericana poplar, ground-water, water-table level fluctuation, water-consumption period

## BEVEZETÉS

A feltételezett klímaváltozás mérséklése érdekében történő erdőtelepítések fafajmegválasztása előtérbe helyezte a termőhely hidrológiai tényezőjének értékelését. A hidrológiai viszonyok közül a Duna–Tisza közti erdőgazdasági tájban a talajvíznek van kiemelkedő szerepe.

Ijjász E. erre már 1938-ban rámutatott, elsősorban az akkor már működő talajvíz megfigyelő hálózat adatainak feldolgozása alapján az alföldi erdők és a talajvíz kapcsolatára. A homoki erdők nagy feltárója Babos I. több ezer termőhelyfeltárás ismeretében 1955-ben így ír: "Nem kevésbé lényeges a talajvízszint mélységi fekvése sem, miközben figyelembe kell vennünk a talajvízingadozásnak, főleg a csapadéktól függő éves, valamint a tenyészidőszaknak elejétől a befejezésig mérhető változásait."

Az 1950-es évek óta folyó fafajok termőhelyigényének kutatása eredményeként kidolgozott termőhelytipológiai rendszernek (Járó, 1968.) egyik alaptényezője a hidrológiai viszonyok. Ennek négy kategóriájában (időszakos vízhatás, állandó vízhatás, felszínig nedves, vízzel borított) játszik szerepet a talajvíz mélysége, ingása és minősége. A termőhely termőképességére épülő termőhelyrendszer a kilencszázhetvenes évek óta az erdősítések fafajmegválasztásának kötelező irányelve. Az irányelvek kidolgozása óta eltelt huszonöt év alatt a talajvízszint, különösen a Duna–Tisza közén változó mértékben csökkent, ezért ennek hatását a fafajmegválasztásban fokozottan figyelembe kell venni. Ez azért is időszerű, mert olyan javaslat is felmerült (Major, P. és Neppel, F.), hogy a talajvízszint süllyedés problémáinak részbeni megoldását jelentheti: "ha nem növeljük számottevő mértékben a továbbiakban a Duna–Tisza közti erdős területeket." Az ok, hogy az erdő intercepciója csökkenti a talajvíz-utánpótlást és transpirációja növeli a talajvíz felhasználást.

Az erdő és talajvíz kapcsolatának vizsgálatát az 1966-ban indított "cellulóz nyár program" keretében ültetett 'I-214' olasznyárasban 15 éven át folytattuk a lajosmizsei műtrágyázási kísérletsorban. A cellulóz nyárust 1/1-es válogatott csemetével 1968. év őszén telepítették gyenge termőképességű rozsföldbe. A kísérleti terület az "Agrotopográfiai térkép" (1980) szerint 0–10 talajértékszámú futóhomok. A részletes termőhelyfeltárás szerint mozaikosan. A talaj futóhomok, humuszos homok és humuszos homok – réti talaj kombinációja. A felső 70–150 cm-es lepelhomok  $\text{CaCO}_3$  tartalma nem éri el az 5%-ot. A humusz és kolloid tartalma kicsi, ki víztartó és nagy vízvezetésű az egész termőréteg. A telepítés és az azt követő években az állandó talajvízha-

tás, 1978-tól időszakos vízhatás érvényesült. A talajvízjárás és az erdő kapcsolatának feltárása érdekében a nemes nyárasban hét, kontrollként egy másodlagos gyepterületen (rozsvetés, parlag, somkóró) talajvíz megfigyelő kutat mélyítettünk (1. ábra). A kutak relatív terepmagassága (2. ábra) az 1. sz. kúthoz viszonyítva 7 és 16 cm között változott, kivéve a 10. parcellában lévő 6. számú kutat, amelyik 42 cm-rel mélyebben helyezkedett el (Rónai térképe – 1961 – szerint is), a gyepterület pedig 30 cm-rel magasabban. Az összehasonlítás érdekében a közel azonos terepmagasságú, a VITUKI 762. sz. kutat is bevontuk a vizsgálatba. A 762. sz. kutat 1933-ban telepítették az alsólajosi tanya gazdasági udvarába és 1948–53. évek kivételével folyamatos a mérés. A csapadékatokat az OMSZ lajosmizsei csapadékmérő állomás szolgáltatta.

### A VIZSGÁLATBÓL LEVONHATÓ EREDMÉNYEK

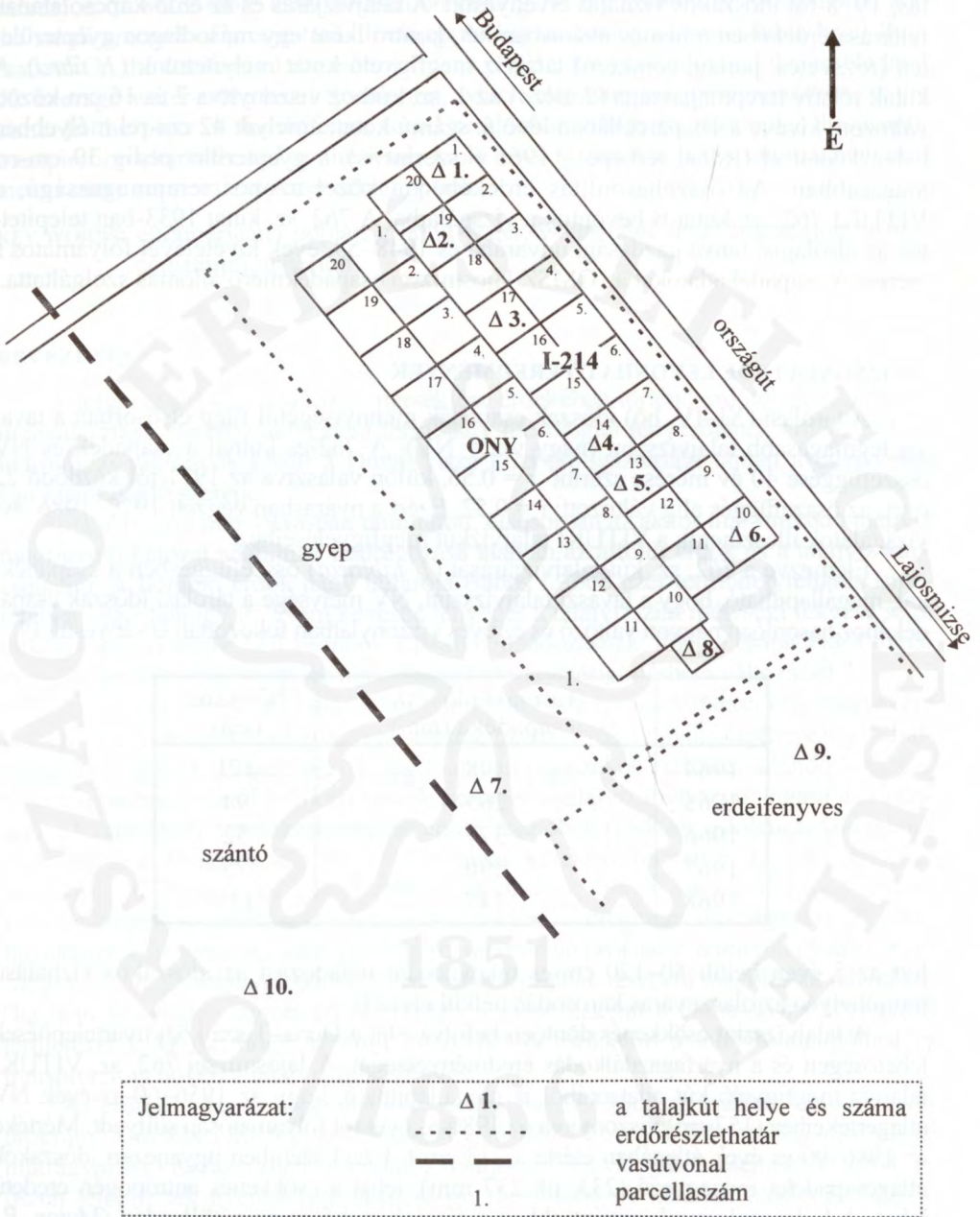
A tárolási (XI–IV. hó) időszak csapadék mennyiségétől függ elsősorban a tavaszi legmagasabb talajvízszint (nagy víz = NV). A 762-es kútnál a csapadék és NV összefüggése 40 év mérése szerint  $r = 0.56$ , külön választva az 1971-től kezdődő 22 évet, az összefüggés alig változott:  $r = 0.52$ . Ezért a nyárasban végzett 1972–1986. évi vizsgálatok illeszthetők a VITUKI talajvízkút megfigyeléseire.

Elemelve a 762. sz. kút talajvízjárását (1. táblázat) összefüggésben a csapadékkal, megállapítható, hogy a tavaszi talajvízszint, NV mélysége a tárolási időszak csapadékához hasonlóan nagyon változó és ez éves viszonylatban fokozottan érvényesül. Pl.:

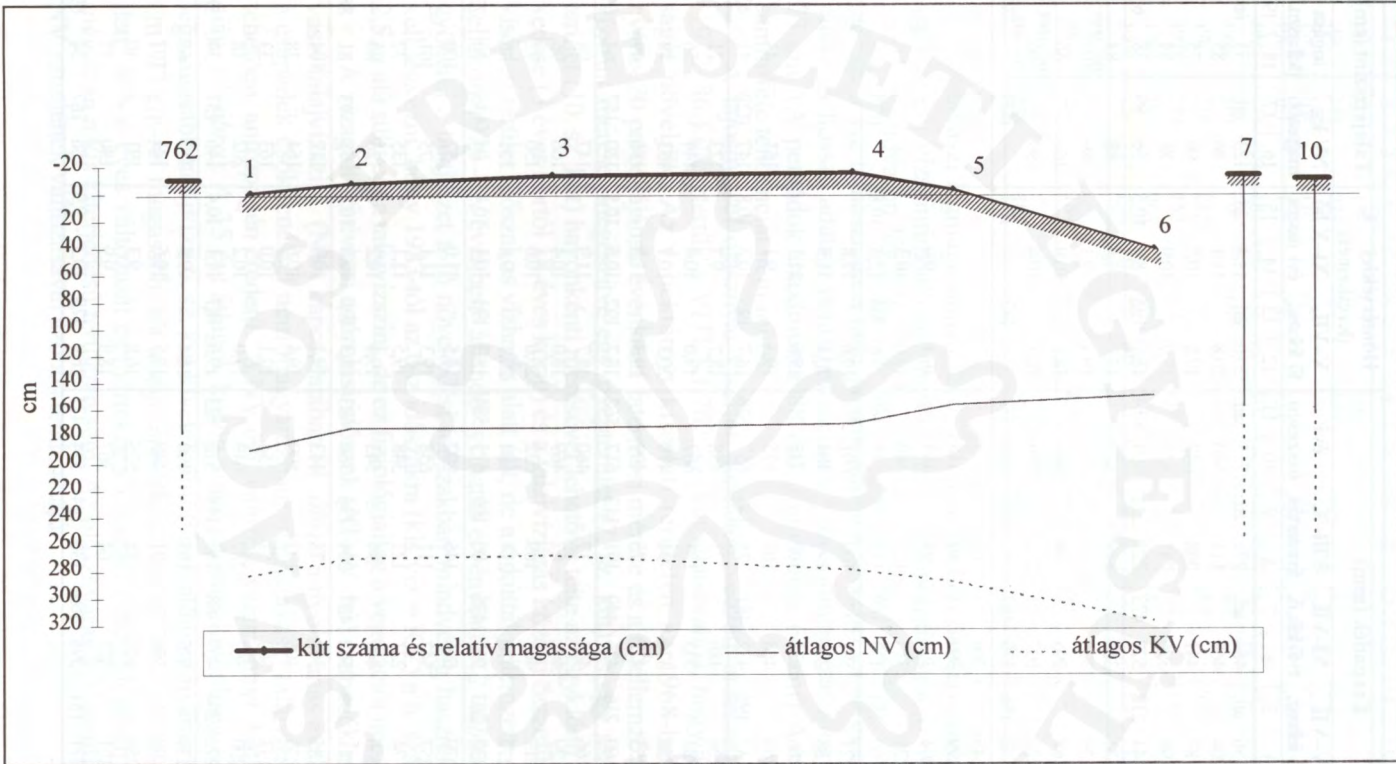
Év	Tárolási időszak csapadéka (mm)	NV szint (cm)
1964	198	171
1965	265	94
1966	377	52
1967	290	75
1968	147	135

Ezt az 5 éven belüli 80–120 cm-es talajvízszint ingadozást az időszakos vízhatású termőhelyen az olasznyáras károsodás nélkül elviseli.

A talajvízszint csökkenés döntően befolyásolja a Duna–Tisza közti nyártelepítések lehetőségeit és a nyárfagazdálkodás eredményességét. A lajosmizsei 762. sz. VITUKI talajvíz megfigyelő kút adatsorából is megállapítható, hogy az 1956–60-as évek NV átlagértékeihez (157 cm) viszonyítva az 1980-as évektől folyamatosan süllyedt. Mértéke az 1986–90-es évek átlagában elérte a 213 cm-t. Ezzel szemben ugyanezen időszakok átlagcsapadéka megegyező (233, ill. 237 mm), tehát a csökkenés antropogén eredetű lehet. A hidrológusok szerint ebben a térségben 1,5 m-es a süllyedés (Major, P., Neppel, F., 1988). Méréseink szerint ezt meg sem közelítette, különösen, ha figyelembe vesszük, hogy az 1956–60-as évek 157 cm-es NV átlagértékéhez viszonyítva 1981–85-ben (184 cm) mindössze 27 cm-rel volt mélyebben a tavaszi talajvízszint.



1. ábra. A lajosmizsei kísérleti terület talajvízkútjainak elhelyezkedésének vázrajza  
 Fig. 1. Experimental area at Lajosmizse (location of ground-water wells on plots)



2. ábra. Lajosmizsei kísérleti területen a talajvíz átlagos NV szintje és ingása (1979–1986)

Fig. 2. The average NV-level and the fluctuation of water-table in experimental area of Lajosmizse (1979–1986)

1. táblázat. A csapadék és a talajvízszint összefüggése (Lajosmizse)

Év	Csapadék (mm)										Hőmérséklet °C (Kecskemét)				Talajvízszint (cm)			
	XI-IV. tárolási		V-VII. fő felhasz.		XI-VII. fő felh. ö.		VIII-X. fenntartási		évi összesen		V-VII. fő felhasz.		XI-X.hó évi összes		NV leg- magasabb		ingása (felhaszn.)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1936	328	átl.	156	átl.	484	átl.	271	átl.	755	átl.	20,6	átl.	11,4	átl.	123	átl.	33	átl.
1937	265		204		469		111		580		20,8		11,1		86		85	
1938	254		187		441		208		649		19,8		10,7		96		75	
1939	198		198		396		237		633		19,9		10,9		86		84	
1940	233	255	344	218	577	473	227	211	804	684	18,1	19,8	8,4	10,5	56	89	28	61
1941	234		134		368		149		517		17,7		9,6		88		84	
1942	269		126		395		58		453		19,4		9,3		89		103	
1943	127		168		295		48		343		18,1		10,9		163		66	
1944	385		222		607		202		809		18,1		10,4		99		66	
1945	238	251	132	156	370	407	67	105	437	512		18,3		10,1		(110)		80
1946	161		145		306		67		373									
1947	300		99		399		19		418									
1948	188		204		392		93		485		19,4		9,9					
1949	92		221		313		127		440		19,0		10,3					
1950	333	215	100	154	433	369	152	91	585	460	21,6	20,4	12,3	10,8		(172)		
1951	370		221		591		100		691		19,6		11,8					
1952	197		88		285		199		484		20,1		11,5					
1953	365		266		631		102		733		19,6		11,1					
1954	205		263		468		107		575		19,3		9,1		161		43	
1955	295	286	137	195	432	481	225	147	657	628	18,7	19,5	10,3	10,8	147	(125)	41	42
1956	260		226		486		72		558		18,7		9,7		123		71	
1957	250		283		533		134		667		19,0		10,4		144		56	
1958	220		156		376		94		470		20,3		10,7		153		78	
1959	168		255		423		76		499		19,3		11,3		185		49	
1960	266	233	160	216	426	449	191	113	617	562	18,7	19,2	10,6	10,5	180	157	64	64
1961	277		166		443		17		460		18,7		11,9		147		93	
1962	273		129		402		67		469		18,0		10,4		166		96	
1963	344		119		463		169		632		20,6		10,0		150		72	
1964	198		272		470		214		684		20,1		9,8		171		36	
1965	265	272	330	203	595	475	80	109	675	584	18,3	19,1	10,1	10,4	94	146	70	73
1966	377		279		656		146		802		18,5		11,0		52		100	
1967	290		257		547		111		658		19,3		11,1		75		101	
1968	147		74		221		127		348		19,5		11,1		135		77	
1969	243		206		449		94		543		19,4		10,2		126		80	
1970	381	288	181	199	562	487	204	136	766	623	18,3	19,0	10,0	10,7	78	93	81	88
1971	180		185		365		78		443		19,1		10,3		112		104	
1972	176		230		406		193		599		19,4		10,6		164		38	
1973	170		133		303		51		354		19,1		10,0		163		33	
1974	162		200		362		287		649		17,0		10,2		202		18	
1975	135	164	272	204	407	368	165	155	572	523	19,0	18,7	11,1	10,4	146	157	39	58
1976	186		139		325		165		490		18,4		9,5		157		65	
1977	288		90		378		71		449		18,5		10,6		121		107	
1978	185		255		440		85		525		16,8		9,3		191		40	
1979	202		101		303		64		367		18,9		9,9		180		77	
1980	227	218	171	151	398	369	136	104	534	473	16,9	17,9	10,3	9,9	186	167	54	69

1. táblázat folytatása

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1981	238		179		417		156		573		18,5		11,0		159		62	
1982	244		223		467		100		567		19,5		10,2		145		73	
1983	169		110		279		118		397		20,2		11,7		188		75	
1984	161		135		296		133		429		17,7		10,0		217		56	
1985	174	197	181	166	355	363	100	121	455	484	18,4	18,9	9,2	10,4	211	184	76	68
1986	319		97		416		37		453		19,3		10,6		184		100	
1987	278		225		503		88		591		18,9		9,6		158		105	
1988	249		152		401		130		531		19,2		11,0		187		88	
1989	192		203		395		130		525		18,2		10,5		247		43	
1990	146	237	226	160	272	397	134	104	406	501	19,0	18,9	11,1	10,6	287	213	74	82
1936–90. 55 év	238		184		422		127		549		19,1		10,5		147		73	
1941–70. 30 év átl.	258		187				120		565									

A tavaszi legmagasabban lévő NV szint mellett ökofiziológiailag nagy jelentőségű az évi vízszingadozás, mert ez az évi evapotranspiráció mértékét mutatja. A gazdasági udvaron lévő 762. sz. kút évi vízszingadozásában a növényzet transpirációja, a víz felhasználása nem játszik jelentős szerepet és az evaporációt sem lehet mérni. A hosszú adatsor pentádjai szerint a vízszingadozás kiegyenlített, átlagosan 73 cm. (A pentádok maximuma 88 cm, minimuma 64 cm) A talajvízszint ingása semmiféle tendenciát nem mutat.

A lajosmizsei olasznyár kísérleti területen végzett erdészeti talajvizsgálatokat (1972–86.) illesztettük a VITUKI 762. sz. kút adatsorához, hogy az értékelés biztonságát növeljük. Az 1 hektárnyi kísérleti területen az 1968-ban telepített olasznyáras 20 parcellájának évenkénti fatermési mérése és a 6 jellemző parcellában a talajvízszint mérése, kiegészítve egy gyepterület (7. sz. kút) és egy szántóföldi művelésű terület (10. sz. kút) havonkénti mérésével lehetővé tette az egyklónú olasz-nyáras növekedése (3 éves kortól 18 éves korig) és a talajvízjárás közötti összefüggés vizsgálatát. A kísérleti terület időszakos vízhatás alatt állt, de a 6 kúttal jellemzett 10-es és 11-es parcellákon 1976–77. években állandó vízhatás érvényesült (2. táblázat), tehát a nyáras gyökerei a talajvizet a fő növekedési időszakban mindvégig hasznosítani tudták. Meg kell jegyezni, hogy 1983-tól az őszi időszakra (kis víz = KV) a 6. számú kút kivételével 2,5 m alá süllyedt a talajvízszint, de ez fiziológiailag a vegetációt nem befolyásolta.

A vizsgált 15 évben a tárolási időszak (XI–IV. hó) csapadék mennyisége és a tavaszi talajvízszint (NV) kapcsolatában (3. ábra) a nyolcvanas években bekövetkező, a csapadék csökkenéssel nem magyarázható, nagy tavaszi talajvízszint süllyedés feltehetően antropogén eredetű. A NV évi változás valamennyi kútnál azonos tendenciájú (2. ábra). A 15 évi átlagok között sincs jelentős különbség (2. táblázat), csak a legmagasabb talajvízű 6. sz. kút kivétel, amelynek átlaga a nyáras többi kútjánál (156 cm) 73 cm-rel magasabb, sőt a legcsapadékosabb 1977-es évben a felszínre emelkedett. A NV éves változását és mértékét a vegetáció érdemlegesen nem befolyásolja, még ezen a kis kiterjedésű területen sem. Az olasznyáras NV szintje a gyep és szántó NV szintjének változásával azonos tendenciájú.

A tavaszi legnagyobb talajvízszint (NV) és az őszi legmélyebb talajvízszint (KV) közötti különbség a talajvízszint ingadozás, amely az évi evapotranspirációt mutatja. Összetevőit ma még nem tudjuk szétválasztani, mert a növényzet vízfelhasználása, a talaj párologtatása egy, az időjárással összefüggő, állandóan változó folyamat, amelyben az ökológiai és fiziológiai hatások érvényesülnek. A lajosmizsei kísérleti területen egy olasznyáras evapotranspirációját "vízfelhasználását" követtük nyomon a telepítéstől a gyéritésen keresztül a véghasználati 18 éves korig, összehasonlítva a gyept, a szántó és a gazdasági udvar (762. sz. kút) evapotranspirációjával.

2. táblázat. Lajosmizsei olasznyárasban az éves talajvízszint (NV, cm) változása

Év	Csapadék XI–IV. hó mm	1.	2.	3.	4.	5.	6.	1–6.	7.	10.	762.
		kút	kút	kút	kút	kút	kút	kút	átlaga	gyep	szántó
1972	176	186	134	125	103	91	65	117	130		164
1973	170	207	108	94	95	68	27	100	168		163
1974	162	205	154	147	157	129	80	145	147		202
1975	135	136	122	109	124	103	63	110	103		146
1976	186	163	140	118	120	107	55	117	112		157
1977	288	122	79	78	65	54	0	66	48		121
1978	185	196	167	158	160	143	90	152	138		191
1979	202	183	160	164	166	139	92	151	138	134	180
1980	227	187	156	172	161	134	85	149	147	148	186
1981	238	164	144	150	149	120	68	133	127	120	159
1982	244	180	148	152	153	126	70	138	136	133	145
1983	169	222	175	185	182	155	104	171	170	164	188
1984	161	210	237	245	245	220	172	222	228	240	217
1985	172	189	230	228	231	205	149	205	215	223	211
1986	319	187	198	202	198	170	121	179	187	188	184
15 év átl. 1972–86.	202	182	157	155	154	131	83	144	146		174
8 év átl. 1979–86.	217	190	181	187	186	159	108	168	169	169	184

Az éves talajvízszint ingadozást, evapotranspirációt, elsősorban a fő felhasználási időszak (V–VII. hó) csapadékának mennyisége (3. táblázat) határozza meg valamennyi vizsgálati területen. A nagy csapadékú időszakban kisebb az evapotranspiráció, pl. az 1972., 1975., 1982. években, viszont a csapadékszegény száraz vegetációs időben az evapotranspiráció–talajvízszintingás megnövekszik, pl. 1977., 1986. években. Az éves talajvízszint ingás valamennyi kútnál, a növényzet borításától függetlenül, azonosan érvényesül (4. ábra). Eltérést csak a gazdasági udvaron lévő 762. sz. kút 1974. és 1982. évek talajvízszint ingásánál mértek, aminek okát nem ismerjük.

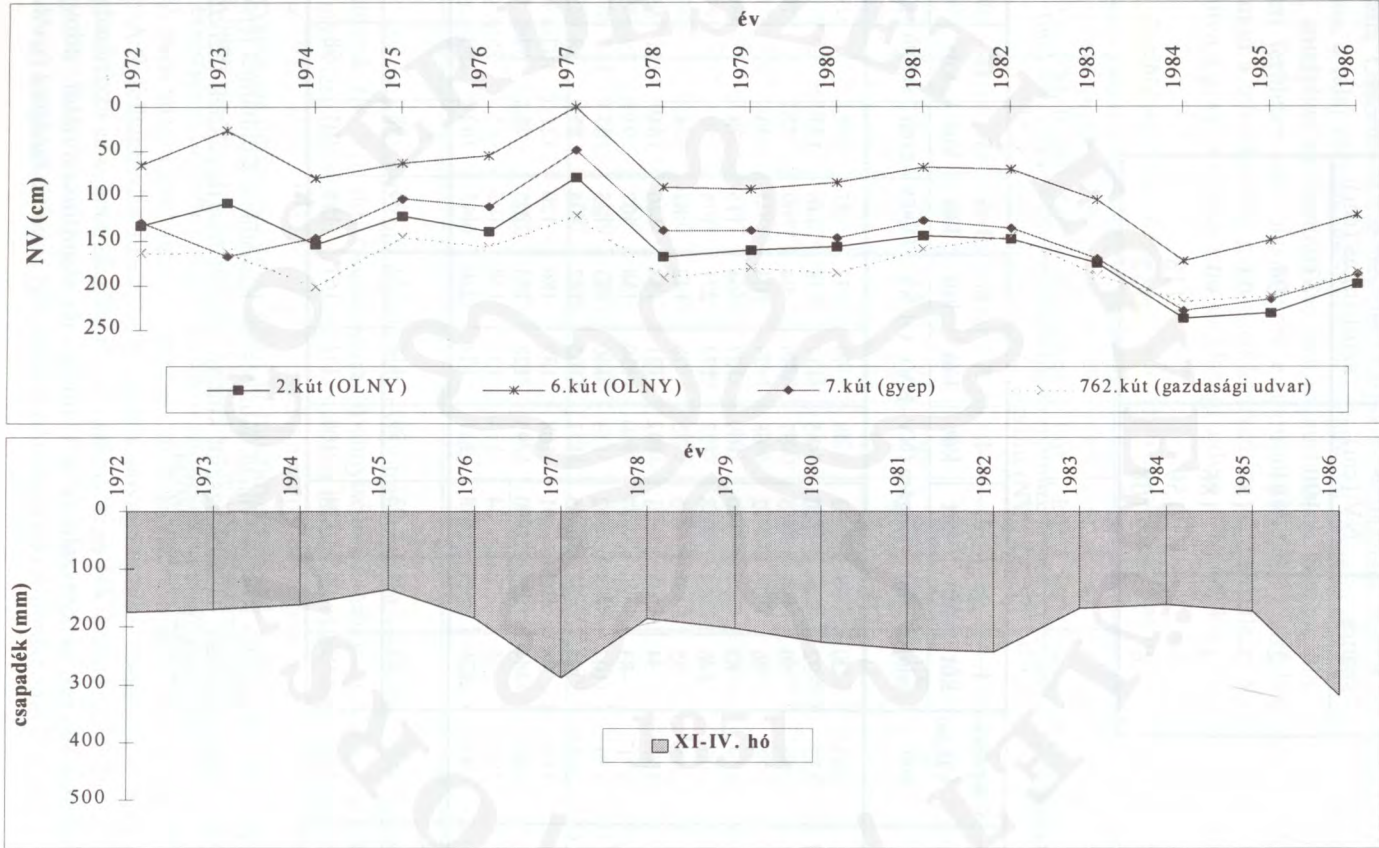
A fő felhasználási időszak – fő szervesanyag képzés – csapadékon kívül döntően meghatározza az evapotranspirációt a mindenkor évi NV szintje. A közeli NV szinttel nagyobb talajvízszintingás jár együtt. Ezt az olasznyáras hat egymáshoz közeli (1. ábra) kútjának átlagos NV szintje és talajvízszint ingása mutatja:

Kút száma	Átlagos NV (cm)	Átlagos talajvíz-szint-ingás (cm)
1	190	83
2	181	94
3	187	93
4	186	99
5	159	118
6	108	152

3. táblázat. Lajosmizsei olasznyárasban az évi talajvízszint-ingás változása (cm)

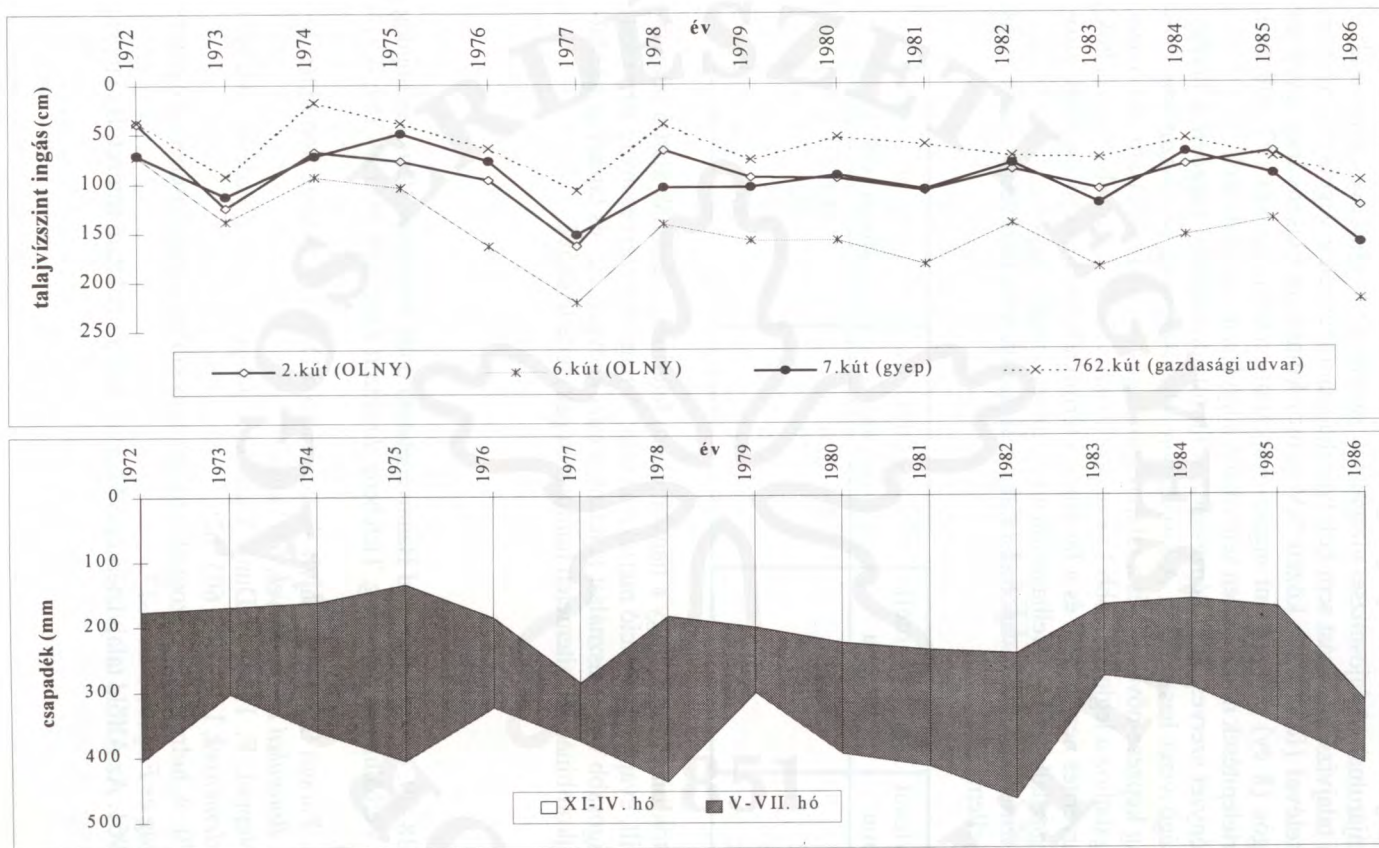
Év	Csapadék V–VII. hó	1. kút	2. kút	3. kút	4. kút	5. kút	6. kút	1–6. kút	7. kút	10. kút	762. kút
	mm	talajvízszint évi ingása (NV–KV), OLN							átlaga	gyep	szántó
1972	230	20	39	33	48	40	72	42	71		38
1973	133	92	124	120	85	137	138	116	113		93
1974	200	50	68	65	57	79	94	69	72		18
1975	272	46	78	72	68	79	104	74	50		39
1976	139	82	97	110	109	127	164	115	78		65
1977	90	148	164	168	173	174	221	174	152		107
1978	255	55	67	75	75	78	142	82	104		40
1979	101	94	95	91	102	121	158	110	104	101	77
1980	171	83	96	77	110	119	158	107	93	79	54
1981	179	103	108	102	113	140	183	125	107	118	62
1982	223	84	87	95	111	105	142	104	81	88	73
1983	110	98	107	91	108	132	186	120	121	107	75
1984	135	84	83	90	95	128	154	105	70	67	56
1985	181	75	70	84	114	135	138	102	93	75	76
1986	97	126	125	118	111	171	220	145	163	150	100
15 év átl.											
1972–86.	168	83	94	93	99	118	152	106	98		65
8 év átl.											
1979–86.	150	93	96	94	108	131	167	115	104	98	72

Ezt az összefüggést a Kerekegyháza, Kunpeszér, Kunadacs, Kunbaracs térségében 17 növénytársulásban, 41 talajvízszint kútban végzett megfigyelések (Szodfridt, I., Faragó, S., 1968.) értékelése is igazolja.



3. ábra. Lajosmizsei olasznyárasban az éves talajvízszint (NV) változása

Fig. 3. The annual change of water-table level (NV) in euramericana poplar stand of Lajosmizse



4. ábra. Lajosmizsei olasznyárasban az éves talajvízszint ingás változása

Fig. 4. The annual change of water-table level fluctuation in euramericana poplar stand of Lajosmizse

A nyárák a legnagyobb vízigényű fajok, ezért feltételezik, hogy az alföldi talajvízszint süllyedéshez a viszonylag nagy mértékű telepítésükkel és vízfelhasználással hozzájárulnak. A lajosmizsei vizsgálatok szerint a NV szint éves változásához hasonlóan a talajvízszint ingást sem befolyásolja számottevően a vegetáció. Az 5. és 6. kút kivételével (felszínhez közeli NV szintű kutak) az olasznyáras, gyeperes és szántó átlagos (8 év) talajvízszint ingása-epapotranspirációja azonos (93–108 cm). Tehát a nyártelepítések még részben sem okai a talajvízszint süllyedésnek.

A növényzet szervesanyag képzéséhez, a faj tulajdonságaitól függően, különböző mennyiségű vizet használ fel. A kísérletben lehetőség nyílt az olasznyáras éves szervesanyag képzése-növedéke és a talajvízszint ingás összehasonlítására. Az összefüggés vizsgálathoz a legjellemzőbb 15 éves kori összes fatermést ( $m^3/ha$ ) használtuk, mert eddig gyérítés nem történt és a fatermés a termőhely fatermőképességétől, elsősorban a vízgazdálkodástól, a felhasználható vízmennyiségtől függött.

Ez a vízmennyiség az epapotranspirációban jelenik meg és a talajvízszint ingás mértékével jellemezhető:

Talajvízkút száma	Nyáras parcella száma	Összes fatermés ( $m^3/ha$ )	Talajvízszint- ingás átlaga (cm)
1	1	226	83
2	19	279	94
3	17	156	93
4	14	76	99

Az adatok bizonyítják, hogy a nagyon eltérő fatermésű parcellák alatt a talajvízszint ingás, ill. epapotranspiráció mértéke azonos. A nagyobb szervesanyag termelést, ami gazdaságosabb vízfelhasználást is jelent, a talaj kedvező víz- és tápanyag-gazdálkodása (talajkombinációk, eltemetett humuszrétegek) tette lehetővé.

## IRODALOM

- Ijjász, E. 1938–39. Grundwasser und Baumvegetation unter besondere Berücksichtigung der Verhältnisse in der Ung. Tiefebene. *Erdészeti Kísérletek*, 40:159–269; 42:1–116.
- Szodfridt, I., Faragó S. 1968. Talajvíz és vegetáció a Duna-Tisza köze homokterületén. *Botanikai Közlemények*, 55(1): 69–75.
- Major, P. Neppel, F. 1988. A Duna-Tisza közti talajvízszint süllyedések. *Vízügyi Közlemények*, LXX. (4): 605–626.
- Járó, Z. 1970. A hidrológiai viszonyok szerepe a termőhely értékelésében. *Erdőgazdaság és Faipar*, 1–3: 3–17.
- Rónai, A. 1961. Az Alföld talajvízterképe. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest.

ERDŐMŰVELÉSI SZERKEZETŰ  
ERDŐMŰVELÉSI TERVEZÉSEKRE

# ERDŐMŰVELÉS ÉS FATERMÉSTAN



1851

/1866/

ORVOSZÁGOS ERDÉSZETI EGYESÜLET

A nyarak a legújabb években a legmagasabb vízviszonyok mellett a legkisebb csapadékos időszakokkal jellemezhetők. A csapadékos időszakok hasonlóan a többi évről is a június és július 6. káé kivételével a június és július közötti időszakban következnek. Tehát a nyári időszakban a csapadék mennyisége a legkisebb.

A nyári időszakban a csapadék mennyisége a legkisebb. A nyári időszakban a csapadék mennyisége a legkisebb. A nyári időszakban a csapadék mennyisége a legkisebb.

A nyári időszakban a csapadék mennyisége a legkisebb. A nyári időszakban a csapadék mennyisége a legkisebb. A nyári időszakban a csapadék mennyisége a legkisebb.

A nyári időszakban a csapadék mennyisége a legkisebb. A nyári időszakban a csapadék mennyisége a legkisebb. A nyári időszakban a csapadék mennyisége a legkisebb.

A nyári időszakban a csapadék mennyisége a legkisebb. A nyári időszakban a csapadék mennyisége a legkisebb. A nyári időszakban a csapadék mennyisége a legkisebb.

A nyári időszakban a csapadék mennyisége a legkisebb. A nyári időszakban a csapadék mennyisége a legkisebb. A nyári időszakban a csapadék mennyisége a legkisebb.

A nyári időszakban a csapadék mennyisége a legkisebb. A nyári időszakban a csapadék mennyisége a legkisebb. A nyári időszakban a csapadék mennyisége a legkisebb.

A nyári időszakban a csapadék mennyisége a legkisebb. A nyári időszakban a csapadék mennyisége a legkisebb. A nyári időszakban a csapadék mennyisége a legkisebb.



## **FATERMÉSI TÁBLA OPTIMÁLIS SZERKEZETŰ GYERTYÁNOS-KOCSÁNYTALAN TÖLGYESEKRE**

**BÉKY ALBERT, SOMOGYI ZOLTÁN**

### **ÖSSZEFOGLALÓ**

A Magyarország erdőterületének mintegy 18%-át borító gyertyános-tölgyesek fatermé-  
si, faállományszerkezeti kutatása több, mint negyedszázada folyik. A szerzők a hosszú  
megfigyelési adatsorokból ezeknek az elegyes erdőknek a fatermés szempontjából opti-  
mális szerkezetét és fatermését modellező fatermési táblákat szerkesztettek. Dendromet-  
riai mércéként a Béky által szerkesztett elegyetlen kocsánytalan tölgy fatermési tábla  
adatait fogadták el. A fatermési tábla függvény formában is meg van adva. A cikk érté-  
keli az elegyetlen, ill. elegyes faállományszerkezet hatását mind a vastagodásra, mind a  
térfogatnövedékre nézve.

**KULCSSZAVAK:** fatermési tábla, fatermés, fatermési osztály, elegyes faállományok,  
gyertyán, tölgy, optimális állományszerkezet

### **ABSTRACT**

Stand structure and yield of hornbeam-oak stands, covering some 18% of the forested  
area, have been studied in Hungary for more than a quarter of a century. Based on their  
data from this long period, the authors have developed yield tables modelling both the  
structure and yield of these mixed stands whose structure is optimal for yield. As a basis  
for height growth, the height development of unmixed sessile oak was used. The yield  
table is also reported using growth functions. The paper analyses the effects of various  
types of mixtures on thickening and yield.

**KEY WORDS:** yield table, yield, yield class, mixed stands, hornbeam, oak, optimal stand  
structure

### **BEVEZETÉS**

A hazai faterméstani kutatások korábban főleg elegyetlen, egykorú faállományok  
fatermésének vizsgálatára irányultak. Ez indokolt volt, hiszen állományaink jelentős  
része ilyen szerkezetű, s ezeknek a viszonylag egyszerű összetételű állományoknak a  
kutatása is bonyolult és időigényes feladat. E kutatások során nagy mennyiségű általá-

nos faterméstani ismeretet szereztünk, s megismertük legfontosabb hazai fafajaink főbb növekedési törvényszerűségeit (*Béky és tsai, 1991–92*).

A faállományoknak megközelítőleg a fele azonban két vagy több faj egyéből áll. Ez a mi ökológiai viszonyaink – a sokféle, kis léptékben is nagy változatosságot mutató termőhelyi viszonyok – között természetes jelenség. Az elegyes erdőkben normál körülmények között akár több faj is elegyedhet; ezek közül azonban általában 2–3 faj aránya az uralkodó.

Az elegyes erdők jelentősége, ennek következtében területe a jövőben várhatóan növekedni fog. Általános igénnyé kezd válni a "természetközeli" erdőgazdálkodás. Ennek lényege egy olyan szemlélet gyakorlati alkalmazása, amely szerint a fatermesztés során az erdők életébe minél kevésbé szabad csak beavatkozni. Ennek következményeként az erdők szerkezete és működése megközelítheti a természetes, emberi beavatkozás nélkül kialakuló állapotokat, s amellyel így egyszerre biztosítható az erdő – és így a faállomány – stabilitása, valamint az erdei javak emberi hasznosítása.

A természetközeli erdőgazdálkodás megkívánja a természetes, ill. a természetközeli állapotú erdők és faállományok minél alaposabb ismeretét. Ezek között kiemelt fontosságú a faállományok nevelésének és fatermésének ismerete.

Elegyes faállományokra fatermési táblát hazánkban még egyáltalán nem készítettek. Külföldön is kevés próbálkozás történt. A legelső ilyen jellegű, fontosabb eredmények Németországban születtek (*Kramer, 1988*). Elegyes tölgyesekre, mégpedig bükkös-tölgyesekre porosz kísérleti területek adatai alapján Wiedemann készített fatermési táblát (*Kramer, 1988*), amelyre azonban jellemző, hogy csak az I. fatermési osztályra tartalmaz adatokat. Máshol csak néhány fatermési vagy erdőnevelési kísérleti parcellák megfigyelési adataiból lehet bizonyos fatermési következtetéseket levonni.

Az alábbiakban az első olyan fatermési táblát, ill. fatermési függvényeket közöljük, amelyeket elegyes, egykorú állományokra készültek. Elegyes állományaink egyik leggyakoribb és legfontosabb típusa a gyertyános-tölgyes, ezen belül is a gyertyános-kocsánytalan tölgyes. Ezek hazai területe kb. 250 ezer ha. Ezért kézenfekvő volt, hogy az első, elegyes állományokra vonatkozó fatermési vizsgálatokat a gyertyános-kocsánytalan tölgyesekkel, azok közül is az optimális szerkezetű állományokkal kezdjük.

A gyertyános-kocsánytalan tölgyesek nevelése során szerzett tapasztalatokat, ill. a kísérleti területeken felvett adatok és más megfigyelések eredményeit már részben publikálták (*Scherg, 1934; Borsos, 1956; Csesznák, 1972; Béky, 1987*). Fatermési eredményeket – országos viszonylatban – azonban még nem tettek közzé. Megemlítendő, hogy egyetlen kocsánytalan tölgyesekre *Fekete (1945)*, majd *Béky (1981)*, egyetlen gyertyánosokra *Béky (1969, 1983)* készített fatermési táblákat.

## AZ OPTIMÁLIS SZERKEZETŰ GYERTYÁNOS-TÖLGYESEK KIALAKÍTÁSÁNAK ELVEI

A valóságban sokféle gyertyános-kocsánytalan tölgyes létezik: a gyertyános-tölgyesek állományszerkezete a fák életkorától, a termőhelytől és az elegyedő fafajok időben is változó társulásképpességétől nagymértékben függ. Emiatt, valamint az emberi beavatkozások vagy azok elmaradása következtében rendkívül változatos különböző tölgy-gyertyán elegyarányok, többé-kevésbé egykorú vagy többkorú, egyszintű vagy többszintű állományok és ezek kombináció alakulnak ki.

Ugyancsak többféleképpen kezelhetők ezek az állományok. Megfelelő faállomány-nevelés nélkül még az itt tárgyalt, egymással kiválóan társuló két fafaj sem ad optimális állományszerkezetet, ill. nem növekszik kellőképpen. Emberi beavatkozás nélkül fiatal korban pl. elgyertyánosodás, 25–30 év felett pedig a gyertyán nem kívánatos visszaszorulása következik be. Az elegyes erdők állományszerkezetének gazdasági céljainknak megfelelő alakítása ezért fontos erdőnevelési feladat. A nevelővágások során a java tölgyekkel versengő jól növé, vastag, kimagasló-uralkodó gyertyánok kitermelése éppen olyan fontos, mint a fokozatosan kialakuló gyertyán alsószint segítése miatt a közbeszorult, alászorult tölgyek kivágása. Ez a szemlélet tükröződik a fatermési táblákban is.

A fatermési táblát csak olyan, az általunk optimális szerkezetűnek tartott állományokra készítettük, amelyek kezelése is többé-kevésbé optimálisan történik. A továbbiakban ezért szükséges, hogy röviden összefoglaljuk ezeknek az állományoknak a jellemzőit. Ezek jelenlegi ismereteink szerint röviden összefoglalva az alábbiak (Béky, 1987):

- ❖ a magasság növekedésével fokozatosan a tölgy alá szorul a gyertyán;
- ❖ a tölgy fatérfogat-arány fiatal kortól az idős kor felé haladva 60%-ról 80%-ra nő (80% fatérfogat-arány felett ugrásszerűen megnő a tölgyek törzsszámaránya, így ez csak a véghasználat előtt kedvező, amikor a koronák növelésére már nincs szükség);
- ❖ a tölgyek törzsszám-elegyaránya 25–40% között van;
- ❖ megfelelően egyenletes a tölgyek V-fa hálózata.

## A TÁBLASZERKESZTÉS ALAPJÁUL SZOLGÁLÓ ADATOK ÉS MÓDSZEREK

Mivel az elegyes tölgyesek döntő többsége egykorú, ezért ilyen állományokban létesítettük a megfigyeléseink alapjául szolgáló kísérleteket. Mintegy 120 kísérleti parcella kijelölése történt meg az évek során. A parcellák kiválasztásakor olyan erdőrészeket kerestünk, ahol közel azonos termőhelyen lehetőleg három, eltérő elegyarányú parcellát lehetett kitűzni: erősen gyertyánost, vélhetően jó szerkezetűt és tölgyben gazdagot. A tábla szerkesztéséhez a jó szerkezetű parcellák adatai mellett a szuboptimális parcellák tapasztalatait is felhasználtuk. A parcellák faállományának felvételére általában kétszer-háromszor, öt éves időközökkel ismételt sor a fatermési területeken hazánkban jelenleg elfogadott módszerek szerint.

Elegyes állományok állományszerkezete jóval bonyolultabb, mint az elegyetleneké. Az állományszerkezet leírásakor a legegyszerűbb az, ha kiválasztunk egy főfafajt, s ennek jellemzőit tekintjük kiindulásnak. A gyertyános-tölgyesekben az értékfát adó, és a középkortól domináló kocsánytalan tölgyet tekintjük főfafajnak. A fatermési osztályok

kialakításakor ezért a kocsánytalan tölgyet vettük figyelembe. A tölgy magasságának alakulását az időben leíró görbék ebben az elegyes állományokra készült táblában így megegyeznek az elegyetlen kocsánytalan tölgy fatermési tábláival (Béky, 1981).

A táblába foglalt fatermési tényezők közötti ismert összefüggéseket fafajonként az egy-egy időpontban (adott korban) felvett adatokból kiindulón, kézi grafikus kiegyenlítéssel vezettük le. A kapott görbéket ezután függvényekkel helyettesítettük a minél egyszerűbb használhatóság érdekében. Azonos módon készült az elegyetlen kocsánytalan (Béky, 1981) és elegyetlen gyertyán (Béky, 1983) fatermési tábla is.

A két fafaj átlagmagasságának görbéjét a kocsánytalan tölgy felsőmagasságából levezetve szerkesztettük (1. ábra). Az átlagos átmérőket a kor függvényében szerkesztett és lineárisan kiegyenlített D/H értékekből kaptuk (2. ábra). A főállomány törzsszámát Reinecke (1933) módszerére alapozott kiegyenlítésből az átmérőből számítottuk (3. ábra). Végül a fatérfogatot az átlagmagasságból becsült alakmagasság segítségével számítottuk. A többi faállomány-szerkezeti, ill. fatermési jellemző ezekből levezethető.

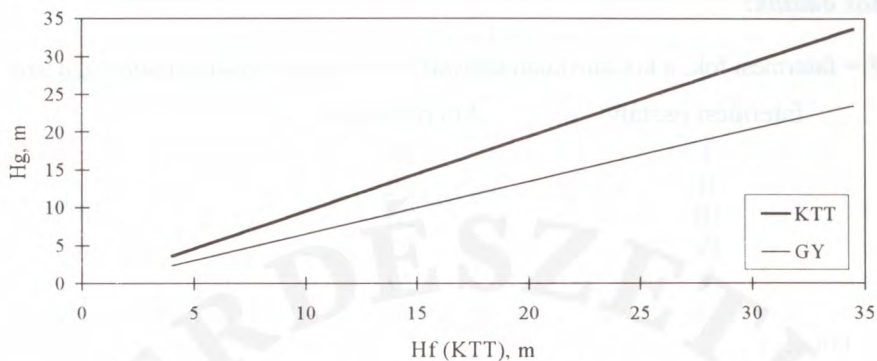
## A FATERMÉSI TÁBLA ÉS FÜGGVÉNYEK

A fatermési tábla 5 fatermési osztályra, 20 és 140 éves kor között 5 éves korfokokkal készült. Azért csak 5 fatermési osztályt érdemes itt kimutatni, mert a kocsánytalan tölgy 6. fatermési osztályú termőhelyein a gyertyán már csak elvétve fordul elő; az 5. fatermési osztály adatsorai is inkább csak tájékoztató jellegűek.

A fatermési osztályokat itt ún. fatermési fokokkal jelöltük, amik a kocsánytalan tölgy 100 éves korra várható biológiai felsőmagasságával egyenlők. A fatermési adatokat leíró függvények a két fafajra, továbbá valamennyi fatermési fokra megegyeznek. Az egyes képletek koefficiensei azonban az esetek többségében különböző; minden képletnél jelöljük, hogy melyik vonatkozik a kocsánytalan tölgyre, és melyik a gyertyánra.

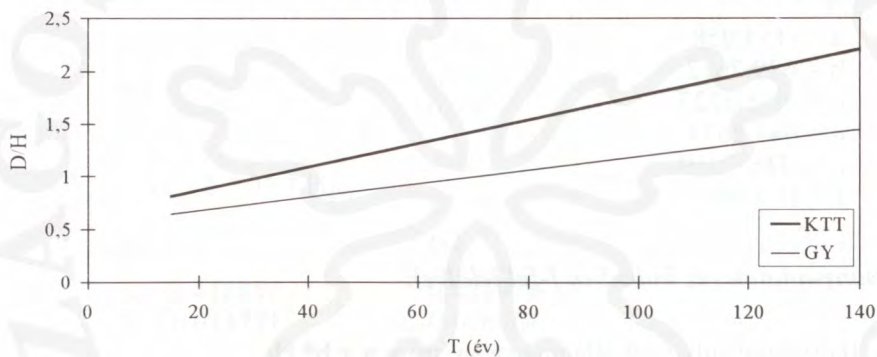
Az adatok 1 ha faállományra vonatkoznak. Természetesen mind fő-, mind mellék-, mind pedig egészállományra levezettük az adatokat. A mellékállomány törzsszámát a fiatalkori erős mortalitás figyelembe vétele érdekében a kocsánytalan tölgy fatermési táblában alkalmazott, korfüggő törzsszámmódosító tényezővel csökkentjük 40 éves korig.

Az alábbiakban az adatsorokat leíró függvényeket adjuk meg. A függvények 5 évenkénti értékei az 1. táblázatban találhatóak meg.



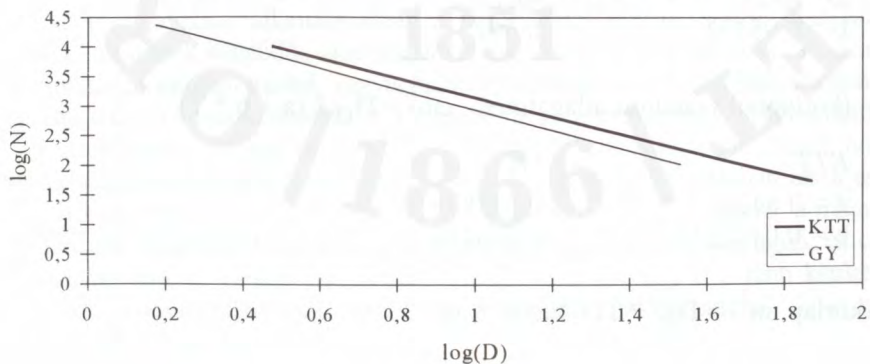
**1. ábra.** A kocsánytalan tölgy felsőmagassága és a tölgy, ill. a gyertyán átlagmagassága közötti összefüggés

**Fig. 1.** The relationship between the top height of sessile oak and the mean height of sessile oak (KTT) and hornbeam (GY)



**2. ábra.** D/H értékek a kor és a fajra függvényében

**Fig. 2.** D/H (diameter/height) values by species and age



**3. ábra.** Log(D) és log(N) összefüggése a két fajra

**Fig. 3.** The relationship between log(D) and log(H) for the two species

**Általános adatok:**

**FF** = fatermési fok; a kocsánytalan tölgy 100 éves korra várható magassága (m)

fatermési osztály	fatermési fok
I	32
II	29
III	26
IV	23
V	20

**T** = kor (év)

$$H_b \text{ (a kocsánytalan tölgy biológiai felsőmagasága) = } \\ = (a + b * \lg(T) + c * \lg(T)^2 + d * \lg(T)^3 + e * \lg(T)^4 + f * \lg(T)^5) * FF / 100$$

*KTT*

a = -154.958  
 b = 629.7612  
 c = -935.3223  
 d = 644.2674  
 e = -186.7059  
 f = 17.8086

**Főállomány-adatok (az indexben f-fel jelölve):**

$$H_{gf} \text{ (körlappal súlyozott átlagmagaság, m) = } a + b * H_b$$

*KTT*

a = -0.25  
 b = 0.98334

*GY*

-0.42  
 0.694

$$D_{gf} \text{ (körlapból számított átlagátmérő, cm) = } H_{gf} * (a + b * T)$$

*KTT*

a = 0.6425  
 b = 0.011225

*GY*

0.545875  
 0.006456

$$G_f \text{ (körlap, m}^2\text{) = } D_{gf}^2 * \Pi / 40000 * N_f$$

$$V_f \text{ (fatérfogat, m}^3\text{) = } G_f * (a + b * \lg(H_{gf}) + c * \lg(H_{gf})^2 + d * \lg(H_{gf})^3)$$

<i>KTT</i>	<i>GY</i>
a = 2.2394	-8.16148
b = 16.2606	48.89907
c = -29.1697	-64.4873
d = 17.0736	30.00008

$$N_f(\text{törzsszám, db}) = 10^{a+b} * \lg(D_{gf})$$

<i>KTT</i>	<i>GY</i>
a = 4.775232	4.68307
b = -1.62601	-1.73569

**Mellékállomány-adatok (az indexben m-mel jelölve):**

$$H_{gm} = a + b * H_b$$

<i>KTT</i>	<i>GY</i>
a = -1.545	-2.79
b = 0.9665	0.79

$$D_{gm} = (a + b * T) * H_{gm}$$

<i>KTT</i>	<i>GY</i>
a = 0.418857	0.472071
b = 0.011771	0.006964

$$G_m = D_{gm}^2 * \Pi / 40000 * N_m$$

*Megjegyzés:* a fiatal állományokban a besűrűsödés következtében általában jelentős mértékű száradék képződik, akár alkalmaznak tisztítást, akár nem. Ez a száradék rendszerint hasznosítatlan marad, vagyis hiába termelődik meg, felhasználásra nem kerül. A fatermési tábla vonatkozásában ez azt jelenti, hogy a tényleges mellékállomány körlapja – és fatérfogata – a megtermelődöttnek csak egy bizonyos hányada. Azért, hogy a gyakorlat számára használhatóbb információt szolgáltatassunk, a táblában ezt a csökkentett körlapot tüntetjük fel. (A mellékállomány többi adata, tehát az átmérő, a magasság és a darabszám valamennyi faegyedre vonatkoznak.) A csökkenés korfüggő, és csak a kocsánytalan tölgyre vonatkozik. Ezért 10 és 40 éves kor között a fenti képlettel kapott körlapot a kocsánytalan tölgy esetében az alábbi értékkel kell osztani:

$$\text{osztó} = 10^{a+b} * T$$

a = 0.763394
b = -0.01908

$$V_m = G_m * (a + b * \lg(H_{gm}) + c * \lg(H_{gm})^2 + d * \lg(H_{gm})^3)$$

az a, b, c, d koefficiensnek értékei ugyanazok, mint a főállománynál

$$N_m = N_f T\text{-hez és } T-5\text{-höz tartozó értékeinek különbsége} = N_{fT} - N_{f(T-5)}.$$

### **Egészállomány-adatok (az indexben e-vel jelölve):**

$$H_e = (H_{gf} * G_f + H_{gm} * G_m) / (G_f + G_m)$$

$$D_e = (G_e / N_e * 40000 / \Pi)^{1/2}$$

$$G_e = G_f + G_m$$

$$V_e = V_f + V_m$$

$$N_e = N_f + N_m$$

### **Fatermés- és növedékadatok:**

$\Sigma V_m$  (összes előhasználat,  $m^3$ ) = az adott időpontig képzett mellékállomány-fatérfogatok ( $V_m$ ) összege

$$V_m\% \text{ (előhasználati részarány, \%)} = \Sigma V_m / V_{\delta} * 100$$

$$V_{\delta} \text{ (fatermés, } m^3) = V_f + \Sigma V_m$$

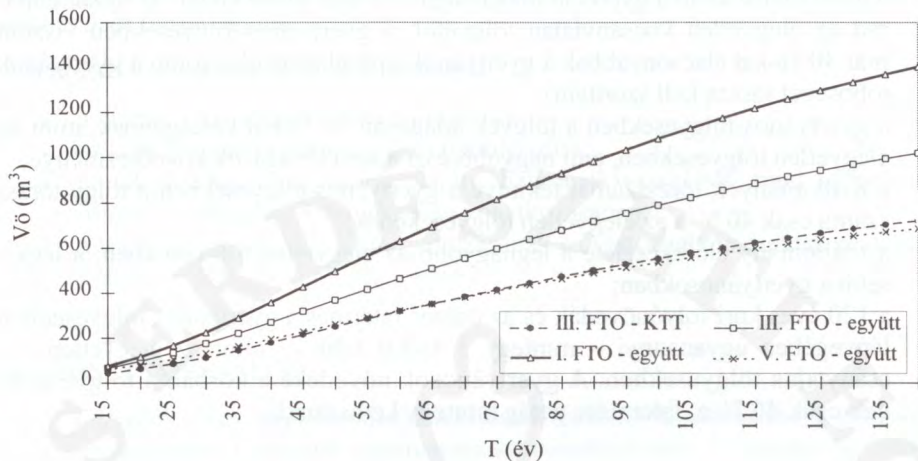
$$I_{\delta} \text{ (átlagnövedék, } m^3/\text{év)} = V_{\delta} / T.$$

$$I_f \text{ (korszaki átlagnövedék, folyónövedék, } m^3/\text{év)} = (V_{\delta T} - V_{\delta(T-5)}) / 5.$$

### **AZ ELEGYES ÁLLOMÁNYOKRA KÉSZÍTETT FATERMÉSI TÁBLA ÖSSZEHA-SONLÍTÁSA AZ ELEGYETLEN KOCSÁNYTALAN TÖLGY, ILL. ELEGYETLEN GYERTYÁN TÁBLÁKKAL**

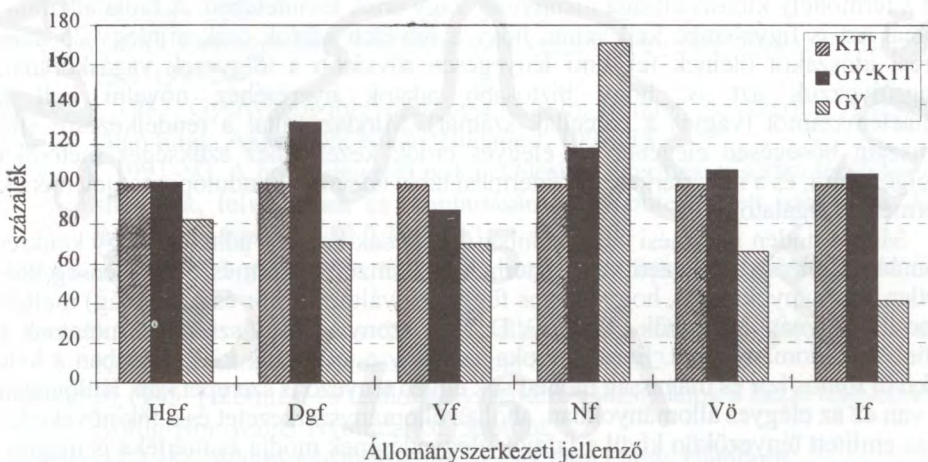
Az új fatermési táblának az elegyetlen állományokra készütekkel való összehasonlításához *Béky* kocsánytalan tölgy (1981) és gyertyán (1983) tábláit használtuk fel. Viszonyítási alapnak (100 %) a kocsánytalan tölgy tábla adatait tekintettük. A tölgy és a gyertyán együttes fatermését, s ezen belül a tölgy részesedését, valamint a tábla által kimutatott legnagyobb és legkisebb fatermést a 4. ábra szemlélteti.

Az 5. ábra mutatja az összehasonlított táblák főbb állományszerkezeti adatait 120 éves korra vonatkozóan.



4. ábra. A kocsánytalan tölgy és az egész állomány fatermése a III. fatermési osztályban, valamint az egész állomány fatermése az I. és az V. fatermési osztályban

Fig. 4. Yield of oak and the whole stand in yield class III, and the yield of the whole stand in yield classes I and V



5. ábra. Különböző fatermési táblák állományszerkezeti adatainak összehasonlítása

Fig. 5. Comparison of main stand and yield characteristics of yield table for oak, oak-hornbeam and hornbeam

A vizsgálatok alapján megállapítható, hogy:

- ✦ a gyertyánosokban a gyertyán magassága 120 éves korra közel 20 %-kal elmarad az elegyetlen kocsánytalan tölgyétől, a gyertyános-tölgyesekben viszont már 30 %-kal alacsonyabbak a gyertyánok (mivel a nevelés során a gyertyánok többségét vissza kell szorítani);
- ✦ a gyertyános-tölgyesekben a tölgyek átlagosan 30 %-kal vastagabbak, mint az elegyetlen tölgyesekben, ami nagyjából a nevelővágások következménye;
- ✦ a főállományok törzsszámát tekintve a gyertyános-tölgyesekben a tölgy törzsszáma csak 40 %-a az elegyetlen tölgyesekének;
- ✦ a főállomány élőfakészlete a legnagyobb az elegyetlen tölgyesekben, a legkisebb a gyertyánosokban;
- ✦ a 120 éves kori folyónövedék és az összes fatermés a gyertyános tölgyesekben lényegében ugyanannyi – mintegy 3 %-kal több –, mint az elegyetlen kocsánytalan tölgyesekben. A gyertyánosok növedéke e korban a tölgyesekének csak 40 %-a, fatermése pedig mintegy kétharmada.

## ÉRTÉKELÉS, TOVÁBBI KUTATÁSI IRÁNYOK

A közreadott gyertyános-kocsánytalan tölgyes fatermési tábla – az erdőnevelési modelleket nem számítva – az első, amely növekedési és állományszerkezeti adatokat tartalmaz két fafajból álló hazai elegyes erdőre. A tábla vélhetően optimális állományszerkezetre készült, és nem ad feleletet arra, hogy nagyobb vagy kisebb tölgy elegyarány esetén mennyiben módosulnak az állományszerkezeti adatok, ill. milyen lesz a termőhely kihasználtsága mennyiség vagy érték tekintetében. A tábla alkalmazásánál azt is figyelembe kell venni, hogy a felvételi adatok csak mintegy 25 éves mérési időszakot ölelnek fel, ami lényegesen rövidebb a tölgyesek vágáskoránál. Hangsúlyozzuk azt is, hogy biztosabb adatok nyeréséhez növelni kell a mintaelemszámot (vagyis a parcellák számát). Mindazonáltal a rendelkezésre álló elemszám bőségesen elegendő az elegyes erdők kezeléséhez szükséges metodika kidolgozására, és a megszerkesztett fatermési tábla adatai jó kiindulópontot jelentenek fatermési vizsgálatokhoz.

Mind minden fatermési tábla azonban, ez is csak becslést adhat egy-egy konkrét állomány állományszerkezeti vagy fatermési jellemzőire. Természetes jelenség elegyetlen állományokban is, hogy azonos független változók (kor és magasság) mellett a becsült állományjellemzők (pl. V, G, D, N) viszonylag nagy szóródást mutatnak a különböző állományoknál. Ennek az oka az, hogy e jellemzők kialakításában a kétségkívül fontos kor és magasság mellett sok egyéb tényező is szerepet kap. Különösen így van ez az elegyes állományokban, ahol az állományszerkezetet és a fák növekedését az említett tényezőkön kívül a fajok elegyedésének módja és mértéke is meghatározza. Ezért az elegyes tábla használata – amíg elegendő tapasztalatunk nem lesz – viszonylag nagy pontatlanságokat is magába rejthet, és különös óvatosságot igényel.

A kutatások továbbvitelét illetően szerencsés, hogy a kísérleti területen a fák sorozottak. Ezért az ismételt felvételek során nemcsak az egész parcella, de elvileg az egyes fák növekedése is nyomon követhető. A tényleges növedékadatok kiszámítása és értékelése szükséges volna a táblaszerkesztésnél is alkalmazott feltételezések igazolásá-

hoz, ill. más, a továbblépést jelentő vizsgálatok elvégzéséhez. A felvett adattömeg ilyen irányú korszerű feldolgozása feltételezi az adatok számítógépes rögzítését, amelynek még csak az elején tartunk.

A fentiekből következnek főbb feladataink:

- a kísérleti területek további fenntartása;
- az adatok további számítógépes feldolgozása;
- az eltérő tölgy-gyertyán elegyarány hatásának vizsgálata mind az egyes fák, mind a faállományok növekedése vonatkozásában;
- a tölgy-gyertyán elegyarány változásának és változtathatóságának a vizsgálata különböző induló feltételek esetén.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A szerzők köszönetet mondanak a kísérleti területek létesítésében, gondozásában és felvételezésében résztvevő valamennyi közreműködőnek. A kutatást az OTKA a T017227 sz. megbízáson keresztül támogatta.

## IRODALOMJEGYZÉK

- Béky, A. 1969. Gyertyánosaink fatermése. *Erdészeti Kutatások*, 65. 2–3:51.65.
- Béky, A. 1981. Mageredetű kocsánytalan tölgyesek fatermése. *Erdészeti Kutatások*, 74.1:309–320.
- Béky, A. 1983. Országos fatermési tábla gyertyán állományokra. *Erdészeti Kutatások*, 75.1:199–207.
- Béky, A. 1987. Gyertyános-tölgyesek nevelése. In: Bondor, A. (szerk.): A kocsánytalan tölgy. Akadémiai Kiadó, Budapest, 109–118.
- Béky, A. 1991–92. A hosszúlejárati erdőnevelési és fatermési kísérleti területek létesítésének, felvételének és fenntartásának továbbfejlesztett irányelvei. *Erdészeti Kutatások*, 82–83.2:198–213.
- Borsos, Z. 1956. A gyertyános tölgyesek hozamfokozásának kérdéséhez. *Az Erdő*, 5.2:56–65.
- Csesznák, E. 1972. Gyertyános tölgyesek állománynevelése. In: Majer, A. (szerk.): Korszerű állománynevelési eljárások. Sopron, 202–219.
- Fekete, Z. 1945. Fatermési és faállományszerkezeti vizsgálatok a hazai tölgyesekben. Röttig-Romwalter Nyomda Rt., Sopron.
- Kramer, H. 1988. *Waldwachstumslehre*. Verlag Paul Parey, Hamburg.
- Majer, A. 1968. Magyarország erdőtársulásai. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Reinecke, L. M. 1933. Perfecting a stand density index for evenaged forests. *Journal of Agricultural Research*, Washington, 46.7:627–638.
- Scherg, K. 1934. Sárvár. *Erdészeti Lapok melléklete*, Budapest.

			Főállomány						Mellékállomány						Égészállomány					Fatermés		
FF	T		Hgf	Hf	Dgf	Gf	Vf	Nf	Hgm	Dgm	Gm	Vm	Nm	ΣVm	Hge	Dge	Ge	Ve	Ne	Vö	If	Iá
32	20	KTT	9,6	10,1	8,4	10,4	64,9	1886	8,2	5,4	1,6	9,1	1692	9,1	9,5	6,5	11,9	74,0	3578	74,0	5,1	3,7
		GY	6,6	10,1	4,4	5,6	28,5	3640	5,2	3,2	2,8	13,2	3526	13,2	6,1	3,9	8,4	41,7	7166	41,7	3,6	2,1
		együtt				16,0	93,4	5526			4,3	22,3	5218	22,3			20,3	115,7	10744	115,7	8,6	5,8
32	25	KTT	12,2	12,7	11,3	11,6	85,6	1156	10,7	7,7	1,7	11,6	730	20,7	12,0	9,5	13,3	97,3	1886	106,4	6,5	4,3
		GY	8,4	12,7	5,9	6,1	34,1	2190	7,2	4,7	2,5	13,1	1450	26,3	8,1	5,5	8,6	47,2	3640	60,4	3,7	2,4
		együtt				17,7	119,7	3346			4,2	24,7	2180	47,0			21,9	144,4	5526	166,7	10,2	6,7
32	30	KTT	14,6	15,1	14,3	12,7	109,0	785	13,1	10,1	1,9	15,0	371	35,7	14,4	12,7	14,6	123,9	1156	144,7	7,7	4,8
		GY	10,1	15,1	7,5	6,4	40,5	1473	9,2	6,2	2,2	13,0	717	39,3	9,9	7,1	8,6	53,4	2190	79,8	3,9	2,7
		együtt				19,1	149,4	2258			4,1	27,9	1088	75,0			23,2	177,4	3346	224,4	11,5	7,5
32	35	KTT	16,8	17,4	17,4	13,6	133,4	572	15,2	12,7	2,2	19,2	213	54,9	16,6	16,0	15,8	152,6	785	188,3	8,7	5,4
		GY	11,6	17,4	9,0	6,8	47,4	1069	10,9	7,8	1,9	12,9	404	52,2	11,5	8,7	8,7	60,3	1473	99,6	4,0	2,8
		együtt				20,4	180,8	1640			4,1	32,1	617	107,1			24,5	212,9	2258	287,9	12,7	8,2
32	40	KTT	18,8	19,4	20,5	14,5	158,2	438	17,2	15,3	2,4	24,4	134	79,3	18,6	19,4	16,9	182,6	572	237,5	9,8	5,9
		GY	13,0	19,4	10,5	7,0	54,5	818	12,5	9,4	1,7	12,9	251	65,2	12,9	10,2	8,8	67,5	1069	119,7	4,0	3,0
		együtt				21,5	212,7	1256			4,2	37,4	384	144,5			25,7	250,1	1640	357,2	13,8	8,9
32	45	KTT	20,6	21,2	23,6	15,3	182,5	349	18,9	17,9	2,3	24,8	89	104,2	20,4	22,6	17,5	207,3	438	286,6	9,8	6,4
		GY	14,3	21,2	11,9	7,3	61,7	652	13,9	10,9	1,6	12,9	166	78,1	14,2	11,7	8,9	74,6	818	139,8	4,0	3,1
		együtt				22,6	244,2	1001			3,8	37,7	256	182,3			26,4	282,0	1256	426,5	13,9	9,5
32	50	KTT	22,2	22,8	26,7	16,0	206,1	286	20,5	20,6	2,1	25,0	63	129,2	22,0	25,7	18,1	231,1	349	335,3	9,7	6,7
		GY	15,4	22,8	13,4	7,5	68,8	535	15,2	12,5	1,4	12,9	117	91,0	15,4	13,2	8,9	81,7	652	159,8	4,0	3,2
		együtt				23,5	274,9	821			3,5	37,9	179	220,1			27,0	312,8	1001	495,1	13,7	9,9
32	55	KTT	23,6	24,2	29,7	16,6	228,8	240	21,9	23,3	2,0	25,0	46	154,2	23,4	28,8	18,6	253,9	286	383,0	9,6	7,0
		GY	16,4	24,2	14,8	7,7	75,7	450	16,4	14,0	1,3	12,8	85	103,8	16,4	14,7	9,0	88,5	535	179,5	3,9	3,3
		együtt				24,4	304,5	690			3,3	37,8	131	258,0			27,6	342,4	821	562,5	13,5	10,2

			Főállomány						Mellékállomány						Egészállomány					Fatermés		
FF	T		Hgf	Hf	Dgf	Gf	Vf	Nf	Hgm	Dgm	Gm	Vm	Nm	ΣVm	Hge	Dge	Ge	Ve	Ne	Vő	If	Iá
32	60	KTT	24,9	25,5	32,7	17,2	250,5	205	23,1	26,0	1,9	25,0	35	179,2	24,7	31,8	19,1	275,5	240	429,7	9,3	7,2
		GY	17,3	25,5	16,1	7,9	82,3	386	17,4	15,5	1,2	12,6	64	116,4	17,3	16,0	9,1	94,9	450	198,7	3,8	3,3
		együtt				25,1	332,8	591			3,1	37,6	99	295,6			28,2	370,4	690	628,4	13,2	10,5
32	65	KTT	26,0	26,7	35,7	17,8	271,1	178	24,3	28,7	1,7	24,8	27	203,9	25,8	34,8	19,6	295,8	205	475,0	9,1	7,3
		GY	18,1	26,7	17,5	8,1	88,6	336	18,3	16,9	1,1	12,5	50	128,9	18,1	17,4	9,2	101,0	386	217,5	3,7	3,3
		együtt				25,9	359,7	514			2,9	37,2	77	332,8			28,8	396,9	591	692,5	12,8	10,7
32	70	KTT	27,0	27,7	38,6	18,4	290,6	157	25,3	31,4	1,7	24,5	21	228,4	26,9	37,8	20,0	315,0	178	519,0	8,8	7,4
		GY	18,8	27,7	18,8	8,2	94,5	297	19,1	18,3	1,0	12,2	39	141,1	18,9	18,7	9,3	106,8	336	235,6	3,6	3,4
		együtt				26,6	385,1	453			2,7	36,7	61	369,5			29,3	421,8	514	754,6	12,4	10,8
32	75	KTT	27,9	28,7	41,5	18,9	308,9	140	26,2	34,1	1,6	24,1	17	252,5	27,8	40,7	20,4	333,1	157	561,5	8,5	7,5
		GY	19,5	28,7	20,1	8,4	100,1	265	19,9	19,7	1,0	12,0	32	153,1	19,5	20,0	9,3	112,1	297	253,2	3,5	3,4
		együtt				27,2	409,1	404			2,6	36,1	49	405,6			29,8	445,1	453	814,6	12,0	10,9
32	80	KTT	28,8	29,5	44,3	19,3	326,2	125	27,0	36,7	1,5	23,7	14	276,2	28,6	43,6	20,8	349,9	140	602,5	8,2	7,5
		GY	20,0	29,5	21,3	8,5	105,3	238	20,5	21,1	0,9	11,7	26	164,7	20,1	21,3	9,4	117,0	265	270,1	3,4	3,4
		együtt				27,8	431,6	364			2,4	35,4	40	441,0			30,2	466,9	404	872,5	11,6	10,9
32	85	KTT	29,5	30,2	47,1	19,8	342,5	114	27,7	39,3	1,4	23,2	12	299,4	29,4	46,4	21,2	365,7	125	641,9	7,9	7,6
		GY	20,6	30,2	22,5	8,6	110,2	217	21,1	22,4	0,9	11,4	22	176,1	20,6	22,5	9,5	121,6	238	286,3	3,2	3,4
		együtt				28,4	452,7	330			2,3	34,6	34	475,6			30,7	487,3	364	928,2	11,1	10,9
32	90	KTT	30,1	30,9	49,8	20,2	357,7	104	28,3	41,9	1,4	22,7	10	322,2	30,0	49,2	21,6	380,4	114	679,9	7,6	7,6
		GY	21,0	30,9	23,7	8,7	114,7	198	21,6	23,8	0,8	11,1	18	187,2	21,1	23,7	9,6	125,7	217	301,8	3,1	3,4
		együtt				28,9	472,4	302			2,2	33,8	28	509,3			31,1	506,2	330	981,7	10,7	10,9
32	95	KTT	30,7	31,5	52,5	20,6	371,9	95	28,9	44,4	1,3	22,2	8	344,4	30,6	51,9	21,9	394,1	104	716,3	7,3	7,5
		GY	21,4	31,5	24,8	8,8	118,8	183	22,1	25,0	0,8	10,7	16	197,9	21,5	24,9	9,6	129,6	198	316,7	3,0	3,3
		együtt				29,4	490,8	278			2,1	32,9	24	542,3			31,5	523,7	302	1033,0	10,3	10,9

			Főállomány						Mellékállomány						Egészállomány					Fatermés		
FF	T		Hgf	Hf	Dgf	Gf	Vf	Nf	Hgm	Dgm	Gm	Vm	Nm	ΣVm	Hge	Dge	Ge	Ve	Ne	Vö	If	Iá
32	100	KTT	31,2	32,0	55,1	21,0	385,2	88	29,4	46,9	1,3	21,6	7	366,0	31,1	54,5	22,2	406,9	95	751,2	7,0	7,5
		GY	21,8	32,0	26,0	9,0	122,7	169	22,5	26,3	0,7	10,4	13	208,3	21,8	26,0	9,7	133,1	183	330,9	2,8	3,3
		együtt					29,9	507,9	257			2,0	32,0	21	574,3			31,9	539,9	278	1082,2	9,8
32	105	KTT	31,7	32,5	57,7	21,3	397,6	82	29,8	49,3	1,2	21,0	6	387,0	31,6	57,1	22,5	418,6	88	784,6	6,7	7,5
		GY	22,1	32,5	27,0	9,1	126,2	158	22,8	27,5	0,7	10,0	12	218,3	22,2	27,1	9,7	136,2	169	344,5	2,7	3,3
		együtt					30,4	523,8	239			1,9	31,1	18	605,3			32,3	554,9	257	1129,1	9,4
32	110	KTT	32,1	32,9	60,2	21,7	409,1	76	30,2	51,8	1,2	20,4	5	407,5	32,0	59,6	22,8	429,6	82	816,6	6,4	7,4
		GY	22,4	32,9	28,1	9,1	129,4	147	23,2	28,7	0,7	9,7	10	228,0	22,4	28,1	9,8	139,1	158	357,4	2,6	3,2
		együtt					30,8	538,5	224			1,8	30,1	16	635,5			32,6	568,6	239	1174,0	9,0
32	115	KTT	32,4	33,2	62,6	22,0	419,8	71	30,5	54,1	1,1	19,8	5	427,3	32,3	62,1	23,1	439,6	76	847,1	6,1	7,4
		GY	22,6	33,2	29,1	9,2	132,3	138	23,4	29,8	0,6	9,3	9	237,3	22,7	29,2	9,9	141,7	147	369,7	2,5	3,2
		együtt					31,2	552,1	210			1,7	29,2	14	664,6			33,0	581,3	224	1216,8	8,6
32	120	KTT	32,7	33,5	65,0	22,3	429,6	67	30,8	56,5	1,1	19,2	4	446,5	32,6	64,5	23,4	448,9	71	876,1	5,8	7,3
		GY	22,8	33,5	30,1	9,3	135,0	131	23,7	31,0	0,6	9,0	8	246,3	22,9	30,2	9,9	144,0	138	381,3	2,3	3,2
		együtt					31,6	564,6	198			1,7	28,2	12	692,8			33,3	592,8	210	1257,5	8,1
32	125	KTT	32,9	33,7	67,4	22,6	438,7	63	31,1	58,7	1,0	18,6	4	465,1	32,9	66,9	23,6	457,3	67	903,8	5,5	7,2
		GY	23,0	33,7	31,1	9,4	137,4	124	23,9	32,0	0,6	8,6	7	255,0	23,0	31,2	10,0	146,0	131	392,4	2,2	3,1
		együtt					32,0	576,1	187			1,6	27,2	11	720,1			33,6	603,4	198	1296,2	7,7
32	130	KTT	33,1	34,0	69,6	22,9	447,1	60	31,3	61,0	1,0	18,0	3	483,1	33,1	69,2	23,9	465,1	63	930,2	5,3	7,2
		GY	23,1	34,0	32,1	9,5	139,6	117	24,0	33,1	0,5	8,3	6	263,3	23,2	32,1	10,0	147,9	124	402,8	2,1	3,1
		együtt					32,4	586,7	177			1,5	26,3	10	746,3			33,9	612,9	187	1333,0	7,4
32	135	KTT	33,3	34,1	71,9	23,2	454,7	57	31,4	63,1	0,9	17,3	3	500,4	33,2	71,5	24,1	472,1	60	955,2	5,0	7,1
		GY	23,3	34,1	33,0	9,5	141,5	112	24,2	34,1	0,5	8,0	6	271,2	23,3	33,0	10,0	149,4	117	412,7	2,0	3,1
		együtt					32,7	596,2	169			1,4	25,3	9	771,6			34,1	621,5	177	1367,9	7,0

1. táblázat folytatása

			Főállomány						Mellékállomány						Égészállomány					Fatermés		
FF	T		Hgf	Hf	Dgf	Gf	Vf	Nf	Hgm	Dgm	Gm	Vm	Nm	ΣVm	Hge	Dge	Ge	Ve	Ne	Vö	If	Iá
32	140	KTT	33,4	34,3	74,0	23,4	461,7	54	31,6	65,2	0,9	16,7	3	517,1	33,4	73,6	24,3	478,4	57	978,9	4,7	7,0
		GY	23,4	34,3	33,9	9,6	143,2	107	24,3	35,1	0,5	7,6	5	278,9	23,4	33,9	10,1	150,8	112	422,0	1,9	3,0
		együtt				33,0	604,9	161				1,4	24,4	8	796,0			34,4	629,3	169	1400,9	6,6
29	20	KTT	8,7	9,1	7,6	10,0	59,2	2223	7,3	4,8	1,5	8,1	2001	8,1	8,5	5,9	11,4	67,3	4224	67,3	4,3	3,4
		GY	5,9	9,1	4,0	5,5	26,9	4368	4,4	2,7	2,4	11,5	4272	11,5	5,4	3,4	7,9	38,3	8640	38,3	3,1	1,9
		együtt				15,4	86,1	6592			3,9	19,6	6273	19,6			19,3	105,7	12865	105,7	7,4	5,3
29	25	KTT	11,1	11,5	10,2	11,2	76,5	1362	9,6	6,8	1,6	10,2	861	18,3	10,9	8,6	12,8	86,7	2223	94,8	5,5	3,8
		GY	7,6	11,5	5,4	5,9	31,6	2622	6,3	4,1	2,3	11,4	1747	22,9	7,2	4,9	8,2	43,0	4368	54,4	3,2	2,2
		együtt				17,1	108,0	3983			3,9	21,6	2608	41,2			21,0	129,6	6592	149,2	8,7	6,0
29	30	KTT	13,2	13,7	13,0	12,2	96,2	924	11,7	9,0	1,8	12,9	438	31,3	13,0	11,4	14,0	109,1	1362	127,4	6,5	4,2
		GY	9,1	13,7	6,7	6,3	36,9	1761	8,1	5,5	2,0	11,2	861	34,1	8,8	6,3	8,3	48,1	2622	70,9	3,3	2,4
		együtt				18,5	133,0	2684			3,8	24,1	1299	65,3			22,3	157,2	3983	198,3	9,8	6,6
29	35	KTT	15,2	15,7	15,8	13,1	117,0	673	13,7	11,4	2,0	16,5	251	47,8	15,0	14,5	15,2	133,5	924	164,7	7,5	4,7
		GY	10,5	15,7	8,1	6,6	42,6	1276	9,6	6,9	1,8	11,0	485	45,1	10,3	7,8	8,4	53,6	1761	87,7	3,3	2,5
		együtt				19,7	159,5	1949			3,9	27,5	736	92,9			23,6	187,1	2684	252,4	10,8	7,2
29	40	KTT	17,0	17,6	18,6	14,0	138,1	516	15,4	13,7	2,3	20,9	157	68,7	16,8	17,6	16,3	159,1	673	206,8	8,4	5,2
		GY	11,8	17,6	9,5	6,9	48,5	976	11,1	8,3	1,6	11,0	300	56,1	11,6	9,2	8,5	59,4	1276	104,5	3,4	2,6
		együtt				20,8	186,6	1492			4,0	31,9	457	124,8			24,8	218,5	1949	311,4	11,8	7,8
29	45	KTT	18,6	19,2	21,4	14,7	159,0	410	17,0	16,1	2,1	21,2	105	89,9	18,4	20,4	16,9	180,3	516	249,0	8,4	5,5
		GY	12,9	19,2	10,8	7,1	54,4	777	12,4	9,7	1,5	10,9	199	66,9	12,8	10,6	8,6	65,3	976	121,4	3,4	2,7
		együtt				21,8	213,5	1188			3,6	32,1	304	156,9			25,4	245,6	1492	370,4	11,8	8,2
29	50	KTT	20,1	20,6	24,1	15,4	179,4	336	18,4	18,5	2,0	21,4	74	111,3	19,9	23,2	17,4	200,8	410	290,7	8,3	5,8
		GY	13,9	20,6	12,1	7,3	60,3	638	13,5	11,1	1,3	10,8	139	77,7	13,8	11,9	8,7	71,1	777	138,1	3,3	2,8
		együtt				22,7	239,7	974			3,3	32,2	213	189,1			26,1	271,9	1188	428,8	11,7	8,6

Beky, Somogyi: Fatermési tábla optimális szerkezetű gyertyános-kocsánytalan tölgyesekre

FF	T		Főállomány						Mellékállomány						Egészállomány					Fatermés		
			Hgf	Hf	Dgf	Gf	Vf	Nf	Hgm	Dgm	Gm	Vm	Nm	ΣVm	Hge	Dge	Ge	Ve	Ne	Vö	If	lá
29	55	KTT	21,3	22,0	26,9	16,0	199,0	282	19,7	21,0	1,9	21,4	54	132,7	21,2	26,0	17,9	220,4	336	331,8	8,2	6,0
		GY	14,8	22,0	13,4	7,5	66,1	536	14,6	12,4	1,2	10,7	102	88,4	14,8	13,2	8,7	76,8	638	154,5	3,3	2,8
		együtt				23,5	265,1	819			3,1	32,1	156	221,1			26,7	297,2	974	486,3	11,5	8,8
29	60	KTT	22,5	23,1	29,6	16,6	217,8	241	20,8	23,4	1,8	21,3	41	154,1	22,3	28,8	18,4	239,1	282	371,9	8,0	6,2
		GY	15,6	23,1	14,6	7,7	71,6	460	15,5	13,8	1,1	10,5	77	99,0	15,6	14,5	8,8	82,2	536	170,6	3,2	2,8
		együtt				24,3	289,4	701			2,9	31,9	118	253,0			27,2	321,3	819	542,5	11,2	9,0
29	65	KTT	23,5	24,2	32,3	17,2	235,7	210	21,8	25,9	1,7	21,2	32	175,3	23,4	31,5	18,8	256,9	241	410,9	7,8	6,3
		GY	16,4	24,2	15,8	7,9	76,9	400	16,3	15,1	1,1	10,4	59	109,3	16,4	15,7	8,9	87,3	460	186,2	3,1	2,9
		együtt				25,0	312,6	610			2,7	31,6	91	284,6			27,8	344,1	701	597,2	10,9	9,2
29	70	KTT	24,5	25,1	34,9	17,7	252,6	184	22,7	28,3	1,6	20,9	25	196,2	24,3	34,2	19,3	273,5	210	448,8	7,6	6,4
		GY	17,0	25,1	17,0	8,0	81,9	353	17,1	16,4	1,0	10,2	47	119,5	17,0	16,9	9,0	92,1	400	201,4	3,0	2,9
		együtt				25,7	334,5	538			2,6	31,1	72	315,7			28,3	365,6	610	650,2	10,6	9,3
29	75	KTT	25,3	26,0	37,5	18,2	268,6	164	23,6	30,7	1,5	20,7	20	216,9	25,2	36,9	19,7	289,2	184	485,4	7,3	6,5
		GY	17,6	26,0	18,1	8,1	86,6	315	17,7	17,6	0,9	10,0	38	129,5	17,6	18,1	9,1	96,6	353	216,1	2,9	2,9
		együtt				26,3	355,2	479			2,4	30,6	58	346,3			28,7	385,8	538	701,6	10,3	9,4
29	80	KTT	26,0	26,7	40,1	18,6	283,7	147	24,3	33,0	1,4	20,3	17	237,2	25,9	39,4	20,0	304,0	164	520,8	7,1	6,5
		GY	18,1	26,7	19,3	8,3	91,1	284	18,3	18,9	0,9	9,7	31	139,2	18,1	19,2	9,1	100,8	315	230,2	2,8	2,9
		együtt				26,9	374,7	431			2,3	30,0	48	376,4			29,2	404,7	479	751,1	9,9	9,4
29	85	KTT	26,7	27,4	42,6	19,0	297,8	133	24,9	35,4	1,4	19,9	14	257,1	26,6	42,0	20,4	317,7	147	554,9	6,8	6,5
		GY	18,6	27,4	20,4	8,4	95,2	258	18,9	20,1	0,8	9,5	26	148,7	18,6	20,3	9,2	104,6	284	243,8	2,7	2,9
		együtt				27,4	393,0	391			2,2	29,4	40	405,7			29,6	422,4	431	798,7	9,5	9,4
29	90	KTT	27,3	28,0	45,1	19,5	311,1	122	25,5	37,7	1,3	19,5	12	276,6	27,2	44,5	20,8	330,6	133	587,6	6,6	6,5
		GY	19,0	28,0	21,4	8,5	99,0	236	19,3	21,2	0,8	9,2	22	157,9	19,0	21,4	9,3	108,2	258	256,9	2,6	2,9
		együtt				28,0	410,1	358			2,1	28,7	34	434,4			30,0	438,8	391	844,5	9,2	9,4

			Főállomány						Mellékállomány						Égészállomány					Fatermés		
FF	T		Hgf	Hf	Dgf	Gf	Vf	Nf	Hgm	Dgm	Gm	Vm	Nm	ΣVm	Hge	Dge	Ge	Ve	Ne	Vö	If	lá
29	95	KTT	27,8	28,5	47,5	19,8	323,5	112	26,0	40,0	1,2	19,0	10	295,6	27,7	46,9	21,1	342,5	122	619,1	6,3	6,5
		GY	19,4	28,5	22,5	8,6	102,6	217	19,7	22,4	0,7	8,9	19	166,8	19,4	22,5	9,4	111,5	236	269,4	2,5	2,8
		együtt				28,5	426,1	329				2,0	28,0	29	462,4			30,4	454,0	358	888,5	8,8
29	100	KTT	28,3	29,0	49,9	20,2	335,1	103	26,5	42,3	1,2	18,5	9	314,1	28,2	49,3	21,4	353,6	112	649,2	6,0	6,5
		GY	19,7	29,0	23,5	8,7	105,8	201	20,1	23,5	0,7	8,7	16	175,5	19,7	23,5	9,4	114,5	217	281,3	2,4	2,8
		együtt				28,9	440,9	305				1,9	27,2	25	489,6			30,8	468,1	329	930,5	8,4
29	105	KTT	28,7	29,4	52,2	20,5	345,9	96	26,9	44,5	1,1	18,0	7	332,2	28,6	51,7	21,7	363,9	103	678,1	5,8	6,5
		GY	20,0	29,4	24,5	8,8	108,9	188	20,4	24,6	0,7	8,4	14	183,8	20,0	24,5	9,5	117,2	201	292,7	2,3	2,8
		együtt				29,4	454,8	283				1,8	26,4	21	516,0			31,2	481,2	305	970,8	8,0
29	110	KTT	29,0	29,8	54,5	20,9	355,9	90	27,2	46,7	1,1	17,5	6	349,7	28,9	54,0	22,0	373,5	96	705,6	5,5	6,4
		GY	20,2	29,8	25,4	8,9	111,6	175	20,7	25,7	0,6	8,1	12	191,9	20,3	25,4	9,5	119,7	188	303,5	2,2	2,8
		együtt				29,8	467,6	265				1,7	25,6	19	541,6			31,5	493,2	283	1009,2	7,7
29	115	KTT	29,3	30,1	56,7	21,2	365,3	84	27,5	48,8	1,1	17,0	6	366,7	29,2	56,2	22,2	382,3	90	732,0	5,3	6,4
		GY	20,5	30,1	26,4	9,0	114,1	165	21,0	26,7	0,6	7,8	11	199,7	20,5	26,4	9,6	121,9	175	313,9	2,1	2,7
		együtt				30,2	479,4	249				1,6	24,8	16	566,4			31,8	504,2	265	1045,8	7,3
29	120	KTT	29,6	30,4	58,9	21,5	373,9	79	27,8	50,9	1,0	16,5	5	383,2	29,5	58,4	22,5	390,4	84	757,1	5,0	6,3
		GY	20,6	30,4	27,3	9,1	116,4	155	21,2	27,7	0,6	7,5	9	207,2	20,7	27,3	9,6	123,9	165	323,7	2,0	2,7
		együtt				30,6	490,3	234				1,6	24,0	14	590,4			32,1	514,3	249	1080,7	7,0
29	125	KTT	29,8	30,6	61,0	21,8	381,8	75	28,0	52,9	1,0	16,0	4	399,2	29,7	60,6	22,7	397,8	79	781,0	4,8	6,2
		GY	20,8	30,6	28,1	9,1	118,5	147	21,4	28,7	0,5	7,2	8	214,4	20,8	28,2	9,7	125,7	155	332,9	1,9	2,7
		együtt				30,9	500,3	222				1,5	23,2	13	613,6			32,4	523,5	234	1113,9	6,6
29	130	KTT	30,0	30,8	63,1	22,1	389,1	71	28,2	55,0	0,9	15,4	4	414,6	29,9	62,7	23,0	404,5	75	803,7	4,5	6,2
		GY	20,9	30,8	29,0	9,2	120,4	140	21,5	29,6	0,5	6,9	7	221,4	21,0	29,0	9,7	127,3	147	341,7	1,8	2,6
		együtt				31,3	509,5	210				1,4	22,4	11	636,0			32,7	531,8	222	1145,4	6,3

			Főállomány						Mellékállomány						Egészállomány					Fatermés		
FF	T		Hgf	Hf	Dgf	Gf	Vf	Nf	Hgm	Dgm	Gm	Vm	Nm	ΣVm	Hge	Dge	Ge	Ve	Ne	Vö	If	Iá
29	135	KTT	30,2	30,9	65,1	22,3	395,8	67	28,3	56,9	0,9	14,9	4	429,5	30,1	64,7	23,2	410,7	71	825,3	4,3	6,1
		GY	21,0	30,9	29,8	9,3	122,0	133	21,6	30,6	0,5	6,6	7	228,0	21,1	29,9	9,8	128,7	140	350,0	1,7	2,6
29	140	együtt				31,6	517,8	200			1,4	21,5	10	657,5			33,0	539,3	210	1175,3	6,0	8,7
		KTT	30,3	31,1	67,0	22,6	401,9	64	28,5	58,8	0,9	14,4	3	443,9	30,2	66,7	23,4	416,2	67	845,7	4,1	6,0
		GY	21,1	31,1	30,6	9,4	123,5	127	21,7	31,5	0,5	6,4	6	234,4	21,2	30,7	9,8	129,9	133	357,9	1,6	2,6
		együtt				31,9	525,4	191			1,3	20,7	9	678,3			33,2	546,1	200	1203,6	5,7	8,6
26	20	KTT	7,8	8,2	6,8	9,6	54,0	2670	6,4	4,2	1,4	7,3	2413	7,3	7,6	5,2	10,9	61,3	5083	61,3	3,6	3,1
		GY	5,3	8,2	3,5	5,3	25,4	5356	3,7	2,2	2,1	9,7	5301	9,7	4,8	3,0	7,4	35,1	10657	35,1	2,6	1,8
26	25	együtt				14,9	79,4	8025			3,5	16,9	7714	16,9			18,3	96,4	15740	96,4	6,2	4,8
		KTT	9,9	10,3	9,1	10,7	68,1	1633	8,4	6,0	1,5	8,9	1036	16,1	9,7	7,6	12,2	77,0	2670	84,3	4,6	3,4
		GY	6,7	10,3	4,8	5,7	29,3	3204	5,4	3,5	2,0	9,8	2152	19,5	6,4	4,3	7,7	39,1	5356	48,8	2,7	2,0
26	30	együtt				16,4	97,4	4838			3,5	18,7	3188	35,6			20,0	116,1	8025	133,0	7,3	5,3
		KTT	11,8	12,3	11,6	11,7	84,3	1107	10,3	8,0	1,7	11,1	526	27,2	11,7	10,2	13,4	95,4	1633	111,6	5,5	3,7
		GY	8,1	12,3	6,0	6,1	33,6	2148	6,9	4,7	1,8	9,6	1057	29,0	7,8	5,6	7,9	43,2	3204	62,6	2,8	2,1
26	35	együtt				17,8	117,9	3255			3,5	20,7	1582	56,3			21,3	138,6	4838	174,2	8,2	5,8
		KTT	13,6	14,1	14,1	12,6	101,6	806	12,1	10,0	1,9	14,0	301	41,3	13,4	12,9	14,5	115,7	1107	142,9	6,3	4,1
		GY	9,4	14,1	7,2	6,4	38,2	1555	8,4	6,0	1,7	9,3	593	38,4	9,2	6,9	8,1	47,6	2148	76,6	2,8	2,2
26	40	együtt				19,0	139,9	2361			3,6	23,4	894	79,6			22,6	163,2	3255	219,5	9,1	6,3
		KTT	15,2	15,7	16,6	13,4	119,3	618	13,7	12,2	2,2	17,7	189	59,0	15,0	15,7	15,6	137,0	806	178,3	7,1	4,5
		GY	10,5	15,7	8,4	6,7	43,0	1188	9,6	7,2	1,5	9,2	366	47,5	10,3	8,2	8,2	52,2	1555	90,6	2,8	2,3
26	45	együtt				20,0	162,3	1806			3,7	26,9	555	106,5			23,7	189,2	2361	268,8	9,9	6,7
		KTT	16,7	17,2	19,1	14,1	136,9	491	15,1	14,3	2,0	17,9	126	76,8	16,5	18,2	16,1	154,8	618	213,7	7,1	4,7
		GY	11,5	17,2	9,6	6,9	47,9	946	10,8	8,5	1,4	9,1	243	56,6	11,4	9,4	8,3	56,9	1188	104,5	2,8	2,3
		együtt				21,0	184,8	1437			3,4	26,9	369	133,4			24,4	211,7	1806	318,2	9,9	7,1

FF	T		Főállomány						Mellékállomány						Égészállomány					Fatermés		
			Hgf	Hf	Dgf	Gf	Vf	Nf	Hgm	Dgm	Gm	Vm	Nm	ΣVm	Hge	Dge	Ge	Ve	Ne	Vö	If	Iá
26	50	KTT	18,0	18,5	21,6	14,8	154,1	403	16,3	16,5	1,9	18,0	89	94,8	17,8	20,8	16,7	172,1	491	248,9	7,0	5,0
		GY	12,4	18,5	10,8	7,1	52,7	776	11,8	9,7	1,3	8,9	170	65,5	12,3	10,6	8,4	61,6	946	118,2	2,7	2,4
		együtt				21,9	206,8	1179			3,1	26,9	258	160,4			25,0	233,7	1437	367,1	9,8	7,3
26	55	KTT	19,1	19,7	24,1	15,4	170,7	338	17,5	18,6	1,8	18,0	65	112,8	18,9	23,3	17,2	188,7	403	283,6	6,9	5,2
		GY	13,2	19,7	11,9	7,3	57,3	652	12,8	10,9	1,2	8,8	124	74,3	13,2	11,8	8,4	66,1	776	131,7	2,7	2,4
		együtt				22,7	228,1	990			2,9	26,8	189	187,2			25,6	254,9	1179	415,2	9,6	7,5
26	60	KTT	20,1	20,7	26,5	15,9	186,7	289	18,5	20,8	1,7	17,9	49	130,8	20,0	25,8	17,6	204,6	338	317,5	6,8	5,3
		GY	14,0	20,7	13,0	7,5	61,9	559	13,6	12,1	1,1	8,7	93	83,0	13,9	12,9	8,5	70,5	652	144,9	2,6	2,4
		együtt				23,4	248,6	847			2,7	26,6	142	213,8			26,2	275,2	990	462,3	9,4	7,7
26	65	KTT	21,1	21,7	28,9	16,5	201,9	251	19,4	23,0	1,6	17,8	38	148,6	20,9	28,2	18,1	219,7	289	350,5	6,6	5,4
		GY	14,6	21,7	14,1	7,6	66,2	486	14,3	13,3	1,0	8,5	72	91,5	14,6	14,0	8,6	74,7	559	157,7	2,6	2,4
		együtt				24,1	268,1	737			2,6	26,3	110	240,1			26,7	294,4	847	508,2	9,2	7,8
26	70	KTT	21,9	22,5	31,3	17,0	216,3	221	20,2	25,1	1,5	17,6	30	166,2	21,8	30,6	18,5	233,9	251	382,5	6,4	5,5
		GY	15,2	22,5	15,2	7,8	70,3	429	15,0	14,4	0,9	8,3	57	99,8	15,2	15,1	8,7	78,6	486	170,1	2,5	2,4
		együtt				24,7	286,6	650			2,4	25,9	87	266,0			27,2	312,6	737	552,6	8,9	7,9
26	75	KTT	22,7	23,3	33,6	17,4	230,0	196	21,0	27,3	1,4	17,4	24	183,5	22,5	33,0	18,9	247,3	221	413,5	6,2	5,5
		GY	15,7	23,3	16,2	7,9	74,2	383	15,6	15,5	0,9	8,1	46	108,0	15,7	16,1	8,8	82,3	429	182,2	2,4	2,4
		együtt				25,3	304,2	579			2,3	25,5	71	291,5			27,6	329,7	650	595,7	8,6	7,9
26	80	KTT	23,3	24,0	35,9	17,9	242,9	176	21,6	29,4	1,4	17,1	20	200,6	23,2	35,3	19,2	259,9	196	443,5	6,0	5,5
		GY	16,2	24,0	17,2	8,0	77,8	345	16,1	16,6	0,8	7,9	38	115,9	16,2	17,2	8,9	85,8	383	193,7	2,3	2,4
		együtt				25,9	320,7	521			2,2	25,0	58	316,5			28,1	345,7	579	637,2	8,3	8,0
26	85	KTT	23,9	24,6	38,2	18,3	255,0	160	22,2	31,5	1,3	16,7	17	217,4	23,8	37,6	19,6	271,7	176	472,3	5,8	5,6
		GY	16,6	24,6	18,2	8,2	81,3	313	16,6	17,7	0,8	7,7	32	123,6	16,6	18,2	8,9	89,0	345	204,9	2,2	2,4
		együtt				26,4	336,2	473			2,1	24,5	48	341,0			28,5	360,7	521	677,2	8,0	8,0

			Főállomány						Mellékállomány						Egészállomány					Fatermés		
FF	T		Hgf	Hf	Dgf	Gf	Vf	Nf	Hgm	Dgm	Gm	Vm	Nm	ΣVm	Hge	Dge	Ge	Ve	Ne	Vö	If	Iá
26	90	KTT	24,4	25,1	40,4	18,7	266,3	146	22,7	33,6	1,2	16,4	14	233,8	24,3	39,8	19,9	282,7	160	500,1	5,6	5,6
		GY	17,0	25,1	19,2	8,3	84,5	287	17,0	18,7	0,7	7,5	27	131,1	17,0	19,1	9,0	92,0	313	215,6	2,1	2,4
		együtt				26,9	350,8	432			2,0	23,9	41	364,9			28,9	374,7	473	715,7	7,7	8,0
26.	95	KTT	24,9	25,6	42,6	19,0	277,0	134	23,2	35,6	1,2	16,0	12	249,8	24,8	42,0	20,2	293,0	146	526,7	5,3	5,5
		GY	17,3	25,6	20,1	8,4	87,4	264	17,4	19,7	0,7	7,3	23	138,4	17,3	20,1	9,1	94,7	287	225,8	2,0	2,4
		együtt				27,4	364,4	398			1,9	23,3	35	388,2			29,3	387,7	432	752,6	7,4	7,9
26	100	KTT	25,3	26,0	44,7	19,4	286,9	124	23,6	37,6	1,1	15,6	10	265,4	25,2	44,2	20,5	302,5	134	552,3	5,1	5,5
		GY	17,6	26,0	21,0	8,5	90,1	244	17,7	20,7	0,7	7,1	19	145,5	17,6	21,0	9,1	97,2	264	235,6	2,0	2,4
		együtt				27,8	377,0	368			1,8	22,7	30	410,9			29,6	399,7	398	787,9	7,1	7,9
26	105	KTT	25,7	26,4	46,8	19,7	296,2	115	23,9	39,6	1,1	15,2	9	280,6	25,6	46,3	20,8	311,4	124	576,7	4,9	5,5
		GY	17,9	26,4	21,9	8,6	92,7	228	18,0	21,7	0,6	6,8	17	152,3	17,9	21,9	9,2	99,5	244	245,0	1,9	2,3
		együtt				28,3	388,8	342			1,7	22,0	26	432,9			30,0	410,8	368	821,7	6,8	7,8
26	110	KTT	26,0	26,7	48,8	20,0	304,8	107	24,3	41,6	1,0	14,8	8	295,3	25,9	48,4	21,1	319,6	115	600,1	4,7	5,5
		GY	18,1	26,7	22,7	8,6	95,0	213	18,3	22,7	0,6	6,6	15	158,9	18,1	22,7	9,2	101,6	228	253,9	1,8	2,3
		együtt				28,7	399,7	320			1,6	21,4	22	454,3			30,3	421,1	342	854,0	6,5	7,8
26	115	KTT	26,3	27,0	50,8	20,3	312,8	100	24,5	43,5	1,0	14,3	7	309,7	26,2	50,4	21,3	327,1	107	622,4	4,5	5,4
		GY	18,3	27,0	23,6	8,7	97,1	200	18,5	23,6	0,6	6,4	13	165,3	18,3	23,6	9,3	103,4	213	262,3	1,7	2,3
		együtt				29,1	409,8	300			1,6	20,7	20	474,9			30,6	430,5	320	884,8	6,2	7,7
26	120	KTT	26,5	27,2	52,7	20,6	320,2	94	24,8	45,3	1,0	13,9	6	323,6	26,4	52,3	21,6	334,1	100	643,7	4,3	5,4
		GY	18,5	27,2	24,4	8,8	99,0	189	18,7	24,5	0,5	6,1	11	171,4	18,5	24,4	9,3	105,1	200	270,4	1,6	2,3
		együtt				29,4	419,2	283			1,5	20,0	17	495,0			30,9	439,2	300	914,1	5,9	7,6
26	125	KTT	26,7	27,4	54,6	20,9	327,0	89	25,0	47,2	0,9	13,4	5	337,0	26,6	54,2	21,8	340,4	94	664,0	4,1	5,3
		GY	18,6	27,4	25,2	8,9	100,7	178	18,9	25,3	0,5	5,9	10	177,3	18,6	25,2	9,4	106,6	189	278,0	1,5	2,2
		együtt				29,8	427,7	268			1,4	19,3	15	514,3			31,2	447,0	283	942,0	5,6	7,5

			Főállomány						Mellékállomány						Égészállomány					Fatermés		
FF	T		Hgf	Hf	Dgf	Gf	Vf	Nf	Hgm	Dgm	Gm	Vm	Nm	ΣVm	Hge	Dge	Ge	Ve	Ne	Vö	If	Iá
26	130	KTT	26,9	27,6	56,5	21,2	333,2	84	25,1	49,0	0,9	13,0	5	350,0	26,8	56,1	22,0	346,2	89	683,2	3,9	5,3
		GY	18,7	27,6	25,9	9,0	102,3	169	19,0	26,2	0,5	5,7	9	182,9	18,7	26,0	9,4	108,0	178	285,2	1,4	2,2
		együtt				30,1	435,5	254			1,4	18,7	14	532,9			31,5	454,2	268	968,5	5,3	7,4
26	135	KTT	27,0	27,7	58,3	21,4	339,0	80	25,3	50,7	0,9	12,6	4	362,6	26,9	57,9	22,3	351,5	84	701,5	3,7	5,2
		GY	18,8	27,7	26,7	9,0	103,7	161	19,1	27,0	0,5	5,4	8	188,4	18,8	26,7	9,5	109,1	169	292,0	1,4	2,2
		együtt				30,4	442,7	242			1,3	18,0	12	550,9			31,7	460,6	254	993,6	5,0	7,4
26	140	KTT	27,1	27,8	60,1	21,7	344,2	76	25,4	52,4	0,8	12,1	4	374,7	27,1	59,7	22,5	356,3	80	718,9	3,5	5,1
		GY	18,9	27,8	27,4	9,1	104,9	154	19,2	27,8	0,4	5,2	7	193,6	18,9	27,4	9,5	110,1	161	298,5	1,3	2,1
		együtt				30,7	449,1	230			1,3	17,3	11	568,2			32,0	466,4	242	1017,3	4,8	7,3
23	20	KTT	6,9	7,2	5,9	9,1	49,5	3281	5,4	3,6	1,2	6,4	2983	6,4	6,7	4,6	10,4	55,9	6263	55,9	3,0	2,8
		GY	4,6	7,2	3,1	5,1	24,1	6748	2,9	1,8	1,7	7,8	6781	7,8	4,2	2,5	6,8	31,9	13529	31,9	2,1	1,6
		együtt				14,2	73,5	10028			2,9	14,2	9764	14,2			17,2	87,8	19792	87,8	5,2	4,4
23	25	KTT	8,7	9,1	8,1	10,2	60,6	2004	7,3	5,2	1,4	7,7	1276	14,1	8,6	6,7	11,6	68,3	3281	74,8	3,8	3,0
		GY	5,9	9,1	4,2	5,5	27,2	4021	4,4	2,9	1,7	8,2	2727	16,0	5,6	3,7	7,3	35,4	6748	43,2	2,3	1,7
		együtt				15,7	87,9	6025			3,1	15,9	4003	30,1			18,9	103,8	10028	118,0	6,1	4,7
23	30	KTT	10,5	10,9	10,2	11,2	73,6	1358	9,0	6,9	1,6	9,5	647	23,6	10,3	9,0	12,7	83,0	2004	97,2	4,5	3,2
		GY	7,1	10,9	5,3	5,9	30,7	2688	5,8	4,0	1,6	8,0	1332	24,0	6,8	4,9	7,5	38,7	4021	54,7	2,3	1,8
		együtt				17,0	104,3	4046			3,2	17,5	1979	47,6			20,3	121,8	6025	151,9	6,8	5,1
23	35	KTT	12,0	12,5	12,4	12,0	87,6	988	10,5	8,7	1,8	11,8	370	35,4	11,8	11,4	13,8	99,3	1358	122,9	5,1	3,5
		GY	8,2	12,5	6,4	6,2	34,4	1943	7,1	5,1	1,5	7,8	745	31,8	8,0	6,0	7,7	42,2	2688	66,2	2,3	1,9
		együtt				18,2	121,9	2931			3,3	19,6	1115	67,2			21,5	141,5	4046	189,1	7,4	5,4
23	40	KTT	13,4	13,9	14,7	12,8	101,9	756	11,9	10,6	2,0	14,7	231	50,1	13,2	13,8	14,8	116,7	988	152,0	5,8	3,8
		GY	9,2	13,9	7,4	6,4	38,2	1483	8,2	6,2	1,4	7,6	459	39,5	9,1	7,2	7,8	45,8	1943	77,6	2,3	1,9
		együtt				19,2	140,1	2240			3,4	22,4	691	89,6			22,6	162,5	2931	229,7	8,1	5,7

			Főállomány						Mellékállomány						Egészállomány					Fatermés		
FF	T		Hgf	Hf	Dgf	Gf	Vf	Nf	Hgm	Dgm	Gm	Vm	Nm	ΣVm	Hge	Dge	Ge	Ve	Ne	Vö	If	Iá
23	45	KTT	14,7	15,2	16,9	13,5	116,3	602	13,2	12,5	1,9	14,8	155	64,9	14,5	16,1	15,4	131,2	756	181,3	5,8	4,0
		GY	10,1	15,2	8,5	6,7	42,0	1179	9,2	7,2	1,3	7,4	304	46,9	10,0	8,2	7,9	49,4	1483	88,9	2,3	2,0
		együtt				20,1	158,3	1781			3,1	22,3	459	111,8			23,3	180,6	2240	270,2	8,1	6,0
23	50	KTT	15,9	16,4	19,1	14,1	130,5	493	14,3	14,4	1,8	14,9	109	79,8	15,7	18,3	15,9	145,3	602	210,3	5,8	4,2
		GY	10,9	16,4	9,5	6,9	45,8	967	10,1	8,3	1,2	7,3	212	54,2	10,8	9,3	8,0	53,1	1179	100,0	2,2	2,0
		együtt				21,0	176,3	1460			2,9	22,2	321	134,0			23,9	198,4	1781	310,3	8,0	6,2
23	55	KTT	16,9	17,4	21,3	14,7	144,2	414	15,3	16,3	1,7	14,8	80	94,6	16,7	20,5	16,3	159,1	493	238,9	5,7	4,3
		GY	11,7	17,4	10,5	7,1	49,5	812	11,0	9,4	1,1	7,1	155	61,3	11,6	10,3	8,1	56,7	967	110,8	2,2	2,0
		együtt				21,7	193,7	1226			2,7	22,0	234	156,0			24,5	215,7	1460	349,7	7,9	6,4
23	60	KTT	17,8	18,3	23,4	15,2	157,4	353	16,2	18,2	1,6	14,8	60	109,4	17,6	22,7	16,8	172,2	414	266,8	5,6	4,4
		GY	12,3	18,3	11,5	7,2	53,1	696	11,7	10,4	1,0	7,0	117	68,3	12,2	11,3	8,2	60,1	812	121,4	2,1	2,0
		együtt				22,4	210,5	1049			2,6	21,8	177	177,7			25,0	232,3	1226	388,3	7,7	6,5
23	65	KTT	18,6	19,2	25,5	15,7	170,0	307	17,0	20,1	1,5	14,7	47	124,1	18,5	24,9	17,2	184,7	353	294,1	5,5	4,5
		GY	12,9	19,2	12,4	7,4	56,6	606	12,4	11,4	0,9	6,8	90	75,2	12,8	12,3	8,3	63,4	696	131,7	2,1	2,0
		együtt				23,1	226,6	913			2,4	21,5	137	199,2			25,5	248,1	1049	425,8	7,5	6,6
23	70	KTT	19,4	19,9	27,6	16,2	182,1	270	17,7	22,0	1,4	14,5	37	138,6	19,2	27,0	17,6	196,5	307	320,6	5,3	4,6
		GY	13,4	19,9	13,4	7,5	59,8	534	13,0	12,4	0,9	6,7	71	81,9	13,4	13,3	8,4	66,5	606	141,7	2,0	2,0
		együtt				23,7	241,9	804			2,3	21,2	108	220,4			26,0	263,1	913	462,3	7,3	6,6
23	75	KTT	20,0	20,6	29,7	16,6	193,4	240	18,4	23,9	1,3	14,3	30	152,8	19,9	29,1	18,0	207,7	270	346,3	5,1	4,6
		GY	13,9	20,6	14,3	7,6	62,9	476	13,5	13,4	0,8	6,5	58	88,4	13,8	14,2	8,5	69,5	534	151,3	1,9	2,0
		együtt				24,3	256,4	717			2,2	20,8	88	241,2			26,4	277,2	804	497,6	7,1	6,6
23	80	KTT	20,6	21,2	31,7	17,1	204,2	216	18,9	25,8	1,3	14,0	24	166,9	20,5	31,2	18,3	218,2	240	371,1	5,0	4,6
		GY	14,3	21,2	15,2	7,8	65,9	429	14,0	14,4	0,8	6,4	47	94,7	14,3	15,1	8,5	72,2	476	160,6	1,9	2,0
		együtt				24,8	270,1	645			2,0	20,4	72	261,6			26,9	290,4	717	531,7	6,8	6,6

FF	T		Főállomány						Mellékállomány						Égészállomány					Fatermés		
			Hgf	Hf	Dgf	Gf	Vf	Nf	Hgm	Dgm	Gm	Vm	Nm	ΣVm	Hge	Dge	Ge	Ve	Ne	Vö	If	Iá
23	85	KTT	21,1	21,7	33,7	17,4	214,3	195	19,5	27,6	1,2	13,8	20	180,7	21,0	33,2	18,7	228,1	216	395,0	4,8	4,6
		GY	14,7	21,7	16,1	7,9	68,6	390	14,4	15,3	0,7	6,2	39	100,9	14,6	16,0	8,6	74,8	429	169,5	1,8	2,0
		együtt				25,3	282,9	585			1,9	20,0	60	281,6			27,3	302,9	645	564,5	6,6	6,6
23	90	KTT	21,6	22,2	35,7	17,8	223,8	178	19,9	29,4	1,2	13,5	17	194,1	21,5	35,2	19,0	237,3	195	417,9	4,6	4,6
		GY	15,0	22,2	16,9	8,0	71,2	357	14,8	16,2	0,7	6,0	33	106,9	15,0	16,8	8,7	77,2	390	178,1	1,7	2,0
		együtt				25,8	295,0	535			1,8	19,5	50	301,1			27,7	314,5	585	596,0	6,3	6,6
23	95	KTT	22,0	22,6	37,6	18,2	232,7	164	20,3	31,2	1,1	13,2	15	207,3	21,9	37,1	19,3	245,9	178	440,0	4,4	4,6
		GY	15,3	22,6	17,7	8,1	73,6	328	15,1	17,1	0,6	5,8	28	112,7	15,3	17,7	8,7	79,4	357	186,3	1,6	2,0
		együtt				26,3	306,3	492			1,8	19,0	43	320,0			28,0	325,3	535	626,3	6,1	6,6
23	100	KTT	22,4	23,0	39,5	18,5	241,0	151	20,7	33,0	1,1	12,8	12	220,2	22,3	39,0	19,6	253,9	164	461,2	4,2	4,6
		GY	15,5	23,0	18,5	8,2	75,8	304	15,4	18,0	0,6	5,6	24	118,4	15,5	18,5	8,8	81,4	328	194,1	1,6	1,9
		együtt				26,7	316,8	455			1,7	18,5	37	338,5			28,4	335,3	492	655,3	5,8	6,6
23	105	KTT	22,7	23,3	41,3	18,8	248,8	140	21,0	34,7	1,0	12,5	11	232,7	22,6	40,9	19,8	261,3	151	481,5	4,1	4,6
		GY	15,8	23,3	19,3	8,3	77,8	283	15,6	18,8	0,6	5,4	21	123,8	15,8	19,3	8,9	83,3	304	201,6	1,5	1,9
		együtt				27,1	326,6	423			1,6	17,9	32	356,5			28,7	344,6	455	683,1	5,5	6,5
23	110	KTT	23,0	23,6	43,1	19,1	256,0	131	21,3	36,5	1,0	12,2	9	244,8	22,9	42,7	20,1	268,2	140	500,8	3,9	4,6
		GY	16,0	23,6	20,1	8,4	79,7	265	15,9	19,6	0,6	5,2	18	129,0	16,0	20,0	8,9	84,9	283	208,7	1,4	1,9
		együtt				27,5	335,7	396			1,5	17,4	28	373,9			29,0	353,1	423	709,6	5,3	6,5
23	115	KTT	23,2	23,9	44,9	19,4	262,7	123	21,5	38,1	0,9	11,8	8	256,6	23,1	44,5	20,4	274,5	131	519,3	3,7	4,5
		GY	16,1	23,9	20,8	8,4	81,4	249	16,1	20,4	0,5	5,1	16	134,1	16,1	20,8	9,0	86,5	265	215,5	1,4	1,9
		együtt				27,9	344,1	371			1,5	16,9	24	390,7			29,3	361,0	396	734,9	5,1	6,4
23	120	KTT	23,4	24,1	46,6	19,7	268,9	115	21,7	39,8	0,9	11,4	7	268,1	23,3	46,2	20,6	280,4	123	537,0	3,5	4,5
		GY	16,3	24,1	21,5	8,5	83,0	234	16,2	21,2	0,5	4,9	14	139,0	16,3	21,5	9,0	87,8	249	221,9	1,3	1,8
		együtt				28,2	351,9	350			1,4	16,3	21	407,0			29,6	368,2	371	758,9	4,8	6,3

			Főállomány						Mellékállomány						Egészállomány					Fatermés		
FF	T		Hgf	Hf	Dgf	Gf	Vf	Nf	Hgm	Dgm	Gm	Vm	Nm	ΣVm	Hge	Dge	Ge	Ve	Ne	Vö	If	Iá
23	125	KTT	23,6	24,3	48,3	20,0	274,6	109	21,9	41,4	0,9	11,1	6	279,1	23,5	47,9	20,8	285,7	115	553,8	3,4	4,4
		GY	16,4	24,3	22,2	8,6	84,4	222	16,4	22,0	0,5	4,7	13	143,7	16,4	22,2	9,1	89,1	234	228,1	1,2	1,8
		együtt				28,5	359,0	331			1,3	15,8	19	422,8			29,9	374,8	350	781,8	4,6	6,3
23	130	KTT	23,7	24,4	49,9	20,2	279,9	103	22,0	43,0	0,8	10,7	6	289,8	23,7	49,6	21,0	290,6	109	569,7	3,2	4,4
		GY	16,5	24,4	22,9	8,7	85,7	211	16,5	22,7	0,5	4,5	11	148,2	16,5	22,9	9,1	90,2	222	233,8	1,2	1,8
		együtt				28,9	365,6	314			1,3	15,2	17	438,0			30,2	380,8	331	803,6	4,3	6,2
23	135	KTT	23,9	24,5	51,5	20,4	284,7	98	22,2	44,5	0,8	10,3	5	300,2	23,8	51,2	21,2	295,1	103	584,9	3,0	4,3
		GY	16,6	24,5	23,5	8,7	86,8	201	16,6	23,4	0,4	4,3	10	152,5	16,6	23,5	9,2	91,1	211	239,3	1,1	1,8
		együtt				29,2	371,5	299			1,2	14,6	15	452,6			30,4	386,2	314	824,2	4,1	6,1
23	140	KTT	24,0	24,6	53,1	20,7	289,1	93	22,3	46,0	0,8	10,0	5	310,1	23,9	52,7	21,4	299,1	98	599,2	2,9	4,3
		GY	16,7	24,6	24,2	8,8	87,8	192	16,7	24,1	0,4	4,1	9	156,6	16,7	24,2	9,2	92,0	201	244,4	1,0	1,7
		együtt				29,5	376,9	285			1,2	14,1	14	466,7			30,6	391,0	299	843,7	3,9	6,0
20	20	KTT	5,9	6,3	5,1	8,6	45,5	4155	4,5	3,0	1,1	5,6	3805	5,6	5,8	3,9	9,7	51,1	7960	51,1	2,5	2,6
		GY	3,9	6,3	2,7	4,9	22,8	8809	2,2	1,3	1,3	5,8	9033	5,8	3,6	2,1	6,2	28,6	17841	28,6	1,7	1,4
		együtt				13,5	68,2	12963			2,3	11,4	12838	11,4			15,9	79,7	25801	79,7	4,2	4,0
20	25	KTT	7,6	7,9	7,0	9,7	54,1	2533	6,1	4,4	1,3	6,7	1621	12,3	7,4	5,8	10,9	60,7	4155	66,4	3,0	2,7
		GY	5,1	7,9	3,6	5,3	25,4	5221	3,5	2,2	1,4	6,6	3588	12,4	4,7	3,1	6,7	32,0	8809	37,7	1,8	1,5
		együtt				15,0	79,4	7754			2,7	13,2	5209	24,7			17,7	92,7	12963	104,1	4,9	4,2
20	30	KTT	9,1	9,5	8,9	10,6	64,1	1714	7,6	5,9	1,4	8,0	819	20,3	8,9	7,8	12,0	72,0	2533	84,3	3,6	2,8
		GY	6,1	9,5	4,5	5,6	28,1	3480	4,7	3,2	1,4	6,6	1741	18,9	5,9	4,1	7,0	34,7	5221	47,1	1,9	1,6
		együtt				16,2	92,2	5194			2,8	14,6	2560	39,2			19,1	106,7	7754	131,4	5,5	4,4
20	35	KTT	10,4	10,9	10,8	11,4	74,9	1246	8,9	7,4	1,6	9,8	468	30,1	10,2	9,8	13,0	84,7	1714	105,0	4,1	3,0
		GY	7,1	10,9	5,5	5,9	31,0	2510	5,8	4,1	1,3	6,4	970	25,3	6,9	5,1	7,2	37,4	3480	56,3	1,9	1,6
		együtt				17,3	105,9	3756			2,9	16,2	1438	55,4			20,3	122,1	5194	161,3	6,0	4,6

			Főállomány						Mellékállomány						Égészállomány					Fatermés		
FF	T		Hgf	Hf	Dgf	Gf	Vf	Nf	Hgm	Dgm	Gm	Vm	Nm	ΣVm	Hge	Dge	Ge	Ve	Ne	Vö	If	Iá
20	40	KTT	11,7	12,1	12,7	12,1	86,2	954	10,2	9,0	1,9	12,1	292	42,2	11,5	12,0	14,0	98,3	1246	128,4	4,7	3,2
		GY	8,0	12,1	6,4	6,2	33,9	1913	6,8	5,1	1,2	6,2	596	31,5	7,8	6,1	7,4	40,1	2510	65,5	1,8	1,6
		együtt				18,3	120,1	2867				3,1	18,3	889	73,7			21,4	138,4	3756	193,8	6,5
20	45	KTT	12,8	13,2	14,6	12,8	97,6	758	11,2	10,7	1,7	12,1	195	54,3	12,6	13,9	14,5	109,6	954	151,8	4,7	3,4
		GY	8,8	13,2	7,3	6,4	36,9	1520	7,7	6,0	1,1	6,0	394	37,6	8,6	7,1	7,5	42,9	1913	74,4	1,8	1,7
		együtt				19,2	134,4	2278				2,9	18,1	589	91,8			22,0	152,5	2867	226,3	6,5
20	50	KTT	13,8	14,2	16,6	13,4	108,8	621	12,2	12,3	1,6	12,0	137	66,3	13,6	15,9	15,0	120,8	758	175,1	4,7	3,5
		GY	9,5	14,2	8,2	6,6	39,8	1245	8,5	6,9	1,0	5,9	275	43,4	9,3	8,0	7,6	45,7	1520	83,2	1,8	1,7
		együtt				20,0	148,6	1866				2,7	17,9	412	109,7			22,6	166,5	2278	258,3	6,4
20	55	KTT	14,6	15,1	18,4	13,9	119,8	521	13,1	14,0	1,5	12,0	100	78,3	14,5	17,8	15,5	131,7	621	198,0	4,6	3,6
		GY	10,1	15,1	9,1	6,8	42,6	1045	9,2	7,8	1,0	5,7	200	49,1	10,0	8,9	7,8	48,4	1245	91,8	1,7	1,7
		együtt				20,7	162,4	1566				2,5	17,7	300	127,4			23,2	180,1	1866	289,8	6,3
20	60	KTT	15,4	16,0	20,3	14,4	130,3	445	13,9	15,6	1,5	11,9	76	90,2	15,3	19,7	15,9	142,2	521	220,5	4,5	3,7
		GY	10,7	16,0	9,9	6,9	45,4	895	9,8	8,7	0,9	5,6	150	54,7	10,6	9,8	7,8	51,0	1045	100,1	1,7	1,7
		együtt				21,4	175,7	1340				2,4	17,5	226	144,9			23,7	193,2	1566	320,6	6,2
20	65	KTT	16,2	16,7	22,2	14,9	140,5	386	14,6	17,3	1,4	11,8	59	102,0	16,0	21,6	16,3	152,3	445	242,4	4,4	3,7
		GY	11,2	16,7	10,8	7,1	48,1	778	10,4	9,6	0,8	5,4	116	60,1	11,1	10,6	7,9	53,5	895	108,2	1,6	1,7
		együtt				22,0	188,5	1165				2,2	17,2	175	162,1			24,2	205,7	1340	350,6	6,0
20	70	KTT	16,8	17,3	24,0	15,4	150,2	340	15,2	18,9	1,3	11,6	47	113,6	16,7	23,4	16,7	161,8	386	263,7	4,3	3,8
		GY	11,6	17,3	11,6	7,2	50,6	686	10,9	10,5	0,8	5,3	92	65,4	11,5	11,5	8,0	55,9	778	116,0	1,6	1,7
		együtt				22,6	200,8	1026				2,1	16,9	139	179,0			24,7	217,6	1165	379,7	5,8
20	75	KTT	17,4	17,9	25,8	15,8	159,3	302	15,8	20,5	1,2	11,4	38	125,0	17,2	25,3	17,0	170,8	340	284,4	4,1	3,8
		GY	12,0	17,9	12,4	7,4	53,0	612	11,4	11,3	0,7	5,1	74	70,5	12,0	12,3	8,1	58,1	686	123,5	1,5	1,6
		együtt				23,1	212,3	914				2,0	16,6	112	195,5			25,1	228,9	1026	407,9	5,6

FF	T		Főállomány						Mellékállomány						Égészállomány					Fatermés		
			Hgf	Hf	Dgf	Gf	Vf	Nf	Hgm	Dgm	Gm	Vm	Nm	ΣVm	Hge	Dge	Ge	Ve	Ne	Vö	If	Iá
20	80	KTT	17,9	18,4	27,5	16,2	168,0	272	16,3	22,1	1,2	11,3	31	136,3	17,8	27,0	17,4	179,3	302	304,3	4,0	3,8
		GY	12,4	18,4	13,1	7,5	55,3	551	11,8	12,1	0,7	5,0	61	75,5	12,3	13,0	8,2	60,2	612	130,7	1,4	1,6
		együtt				23,7	223,3	823			1,9	16,2	92	211,8			25,5	239,5	914	435,1	5,4	5,4
20	85	KTT	18,3	18,9	29,3	16,5	176,2	246	16,7	23,7	1,1	11,0	26	147,3	18,2	28,8	17,7	187,3	272	323,6	3,8	3,8
		GY	12,7	18,9	13,9	7,6	57,4	500	12,1	12,9	0,7	4,8	51	80,3	12,7	13,8	8,3	62,2	551	137,7	1,4	1,6
		együtt				24,1	233,6	746			1,8	15,9	76	227,6			25,9	249,5	823	461,2	5,2	5,4
20	90	KTT	18,7	19,3	31,0	16,9	184,0	224	17,1	25,3	1,1	10,8	22	158,1	18,6	30,5	18,0	194,7	246	342,1	3,7	3,8
		GY	13,0	19,3	14,6	7,7	59,4	458	12,5	13,7	0,6	4,7	43	85,0	12,9	14,6	8,3	64,1	500	144,4	1,3	1,6
		együtt				24,6	243,3	682			1,7	15,5	64	243,1			26,3	258,8	746	486,4	5,0	5,4
20	95	KTT	19,1	19,7	32,6	17,2	191,2	206	17,5	26,9	1,0	10,5	18	168,7	19,0	32,2	18,3	201,7	224	359,8	3,6	3,8
		GY	13,2	19,7	15,3	7,8	61,2	421	12,8	14,5	0,6	4,5	36	89,5	13,2	15,3	8,4	65,8	458	150,8	1,3	1,6
		együtt				25,0	252,4	627			1,6	15,1	55	258,2			26,7	267,5	682	510,6	4,8	5,4
20	100	KTT	19,4	20,0	34,3	17,6	198,0	190	17,8	28,4	1,0	10,3	16	178,9	19,3	33,9	18,5	208,2	206	376,9	3,4	3,8
		GY	13,5	20,0	16,0	7,9	63,0	390	13,0	15,2	0,6	4,4	31	93,9	13,4	16,0	8,4	67,4	421	156,9	1,2	1,6
		együtt				25,4	260,9	581			1,6	14,7	47	272,8			27,0	275,6	627	533,7	4,6	5,3
20	105	KTT	19,7	20,3	35,9	17,9	204,3	177	18,1	29,9	1,0	10,0	14	188,9	19,6	35,5	18,8	214,3	190	393,2	3,3	3,7
		GY	13,7	20,3	16,7	8,0	64,6	363	13,2	15,9	0,5	4,2	27	98,1	13,6	16,7	8,5	68,8	390	162,7	1,2	1,5
		együtt				25,8	268,9	540			1,5	14,2	41	287,0			27,3	283,1	581	555,9	4,4	5,3
20	110	KTT	19,9	20,5	37,4	18,1	210,2	165	18,3	31,4	0,9	9,7	12	198,7	19,9	37,1	19,1	219,9	177	408,8	3,1	3,7
		GY	13,8	20,5	17,4	8,1	66,0	340	13,4	16,6	0,5	4,1	24	102,2	13,8	17,3	8,6	70,1	363	168,2	1,1	1,5
		együtt				26,2	276,2	505			1,4	13,8	35	300,8			27,6	290,0	540	577,1	4,2	5,2
20	115	KTT	20,2	20,7	39,0	18,4	215,6	154	18,5	32,8	0,9	9,4	10	208,1	20,1	38,6	19,3	225,1	165	423,7	3,0	3,7
		GY	14,0	20,7	18,0	8,1	67,4	319	13,6	17,3	0,5	3,9	21	106,1	14,0	18,0	8,6	71,3	340	173,5	1,1	1,5
		együtt				26,5	283,0	474			1,4	13,4	31	314,2			27,9	296,4	505	597,2	4,0	5,2

1. táblázat folytatása

			Főállomány						Mellékállomány						Egészállomány					Fatermés		
FF	T		Hgf	Hf	Dgf	Gf	Vf	Nf	Hgm	Dgm	Gm	Vm	Nm	ΣVm	Hge	Dge	Ge	Ve	Ne	Vö	If	Iá
20	120	KTT	20,3	20,9	40,5	18,7	220,7	145	18,7	34,2	0,8	9,2	9	217,3	20,3	40,1	19,5	229,8	154	438,0	2,8	3,6
		GY	14,1	20,9	18,6	8,2	68,6	301	13,7	18,0	0,5	3,8	18	109,9	14,1	18,6	8,7	72,4	319	178,5	1,0	1,5
		együtt				26,9	289,3	446			1,3	12,9	27	327,1			28,2	302,2	474	616,4	3,8	5,1
20	125	KTT	20,5	21,1	41,9	18,9	225,4	137	18,8	35,6	0,8	8,9	8	226,1	20,4	41,6	19,7	234,2	145	451,5	2,7	3,6
		GY	14,2	21,1	19,2	8,3	69,7	285	13,9	18,6	0,4	3,6	16	113,5	14,2	19,2	8,7	73,4	301	183,2	0,9	1,5
		együtt				27,2	295,1	422			1,3	12,5	24	339,6			28,4	307,6	446	634,7	3,7	5,1
20	130	KTT	20,6	21,2	43,3	19,2	229,7	130	19,0	37,0	0,8	8,6	7	234,7	20,6	43,0	19,9	238,2	137	464,3	2,6	3,6
		GY	14,3	21,2	19,8	8,3	70,8	270	14,0	19,2	0,4	3,5	14	117,0	14,3	19,8	8,8	74,2	285	187,7	0,9	1,4
		együtt				27,5	300,4	400			1,2	12,0	22	351,7			28,7	312,5	422	652,1	3,5	5,0
20	135	KTT	20,7	21,3	44,7	19,4	233,6	123	19,1	38,3	0,7	8,3	6	242,9	20,7	44,4	20,1	241,9	130	476,5	2,4	3,5
		GY	14,4	21,3	20,4	8,4	71,7	257	14,1	19,9	0,4	3,3	13	120,3	14,4	20,4	8,8	75,0	270	192,0	0,8	1,4
		együtt				27,8	305,3	381			1,1	11,6	19	363,3			28,9	316,9	400	668,5	3,3	5,0
20	140	KTT	20,8	21,4	46,1	19,6	237,2	118	19,2	39,6	0,7	8,0	6	250,9	20,7	45,8	20,3	245,1	123	488,1	2,3	3,5
		GY	14,4	21,4	20,9	8,5	72,5	246	14,1	20,4	0,4	3,2	12	123,5	14,4	20,9	8,8	75,7	257	196,0	0,8	1,4
		együtt				28,1	309,6	363			1,1	11,2	17	374,4			29,2	320,8	381	684,1	3,1	4,9
17	20	KTT	5,0	5,3	4,3	8,1	42,0	5477	3,6	2,4	0,9	4,8	5067	4,8	4,9	3,3	9,0	46,8	10545	46,8	2,1	2,3
		GY	3,3	5,3	2,2	4,7	21,5	12070	1,4	0,9	0,8	3,6	12731	3,6	3,0	1,7	5,4	25,1	24801	25,1	1,2	1,3
		együtt				12,8	63,5	17548			1,7	8,4	17798	8,4			14,5	71,9	35345	71,9	3,3	3,6
17	25	KTT	6,4	6,7	5,9	9,1	48,5	3331	5,0	3,5	1,1	5,7	2146	10,5	6,2	4,9	10,2	54,2	5477	59,0	2,4	2,4
		GY	4,3	6,7	3,0	5,1	23,7	7101	2,5	1,6	1,1	4,8	4970	8,4	4,0	2,5	6,1	28,5	12070	32,1	1,4	1,3
		együtt				14,2	72,1	10432			2,1	10,5	7116	18,9			16,3	82,7	17548	91,1	3,8	3,6
17	30	KTT	7,7	8,0	7,5	9,9	55,8	2250	6,2	4,8	1,3	6,7	1081	17,2	7,5	6,5	11,2	62,5	3331	73,1	2,8	2,4
		GY	5,2	8,0	3,8	5,4	25,8	4712	3,6	2,4	1,1	5,1	2389	13,5	4,9	3,4	6,5	30,9	7101	39,3	1,5	1,3
		együtt				15,3	81,7	6962			2,4	11,8	3469	30,7			17,7	93,5	10432	112,4	4,3	3,7

Béky, Somogyi: Fatermési tábla optimális szerkezetű gyertyános-kocsánytalan tölgyesekre

			Főállomány						Mellékállomány						Egészállomány					Fatermés		
FF	T		Hgf	Hf	Dgf	Gf	Vf	Nf	Hgm	Dgm	Gm	Vm	Nm	ΣVm	Hge	Dge	Ge	Ve	Ne	Vö	If	Iá
17	35	KTT	8,8	9,2	9,1	10,7	63,9	1634	7,4	6,1	1,5	8,1	616	25,3	8,6	8,3	12,2	72,0	2250	89,2	3,2	2,5
		GY	6,0	9,2	4,6	5,7	28,0	3388	4,5	3,2	1,1	5,1	1323	18,6	5,7	4,3	6,7	33,1	4712	46,6	1,5	1,3
		együtt				16,4	91,9	5023			2,5	13,1	1940	43,9			18,9	105,1	6962	135,8	4,7	3,9
17	40	KTT	9,9	10,3	10,8	11,4	72,3	1250	8,4	7,5	1,7	9,8	384	35,1	9,7	10,1	13,1	82,1	1634	107,4	3,7	2,7
		GY	6,7	10,3	5,4	5,9	30,2	2578	5,3	4,0	1,0	4,9	810	23,5	6,5	5,1	6,9	35,2	3388	53,7	1,4	1,3
		együtt				17,3	102,6	3828			2,7	14,7	1195	58,6			20,0	117,3	5023	161,2	5,1	4,0
17	45	KTT	10,8	11,2	12,4	12,0	80,9	993	9,3	8,8	1,6	9,7	256	44,8	10,6	11,8	13,6	90,6	1250	125,7	3,6	2,8
		GY	7,4	11,2	6,2	6,1	32,5	2045	6,1	4,8	1,0	4,8	534	28,3	7,2	5,9	7,1	37,2	2578	60,7	1,4	1,3
		együtt				18,1	113,3	3038			2,5	14,4	790	73,0			20,7	127,8	3828	186,4	5,0	4,1
17	50	KTT	11,7	12,1	14,0	12,6	89,4	813	10,2	10,2	1,5	9,6	180	54,4	11,5	13,4	14,0	99,0	993	143,8	3,6	2,9
		GY	8,0	12,1	6,9	6,3	34,6	1673	6,8	5,6	0,9	4,6	371	32,9	7,8	6,7	7,2	39,2	2045	67,5	1,4	1,3
		együtt				18,9	124,0	2487			2,4	14,2	551	87,2			21,3	138,2	3038	211,2	5,0	4,2
17	55	KTT	12,4	12,9	15,6	13,1	97,8	682	10,9	11,6	1,4	9,5	132	63,8	12,3	15,1	14,5	107,2	813	161,6	3,6	2,9
		GY	8,5	12,9	7,7	6,5	36,7	1404	7,4	6,3	0,8	4,5	270	37,3	8,4	7,5	7,3	41,2	1673	74,1	1,3	1,3
		együtt				19,6	134,5	2086			2,2	13,9	401	101,1			21,8	148,4	2487	235,6	4,9	4,3
17	60	KTT	13,1	13,6	17,2	13,6	105,9	583	11,6	13,0	1,3	9,3	99	73,1	13,0	16,7	14,9	115,2	682	179,0	3,5	3,0
		GY	9,0	13,6	8,4	6,6	38,8	1201	7,9	7,1	0,8	4,3	203	41,7	8,9	8,2	7,4	43,1	1404	80,5	1,3	1,3
		együtt				20,2	144,6	1783			2,1	13,7	302	114,8			22,3	158,3	2086	259,5	4,8	4,3
17	65	KTT	13,7	14,2	18,8	14,0	113,7	506	12,2	14,4	1,3	9,2	77	82,4	13,6	18,3	15,3	122,9	583	196,0	3,4	3,0
		GY	9,4	14,2	9,1	6,8	40,8	1044	8,4	7,8	0,7	4,2	157	45,9	9,3	8,9	7,5	45,0	1201	86,6	1,2	1,3
		együtt				20,8	154,4	1550			2,0	13,4	234	128,2			22,8	167,8	1783	282,6	4,6	4,3
17	70	KTT	14,2	14,7	20,3	14,4	121,1	445	12,7	15,8	1,2	9,1	61	91,4	14,1	19,8	15,6	130,2	506	212,5	3,3	3,0
		GY	9,8	14,7	9,8	6,9	42,6	920	8,8	8,5	0,7	4,1	124	49,9	9,7	9,6	7,6	46,7	1044	92,6	1,2	1,3
		együtt				21,4	163,8	1365			1,9	13,1	185	141,3			23,3	176,9	1550	305,1	4,5	4,4

1. táblázat folytatása

			Főállomány						Mellékállomány						Égészállomány					Fatermés		
FF	T		Hgf	Hf	Dgf	Gf	Vf	Nf	Hgm	Dgm	Gm	Vm	Nm	ΣVm	Hge	Dge	Ge	Ve	Ne	Vö	If	Iá
17	75	KTT	14,7	15,2	21,9	14,8	128,2	395	13,2	17,1	1,1	8,9	49	100,3	14,6	21,4	16,0	137,1	445	228,6	3,2	3,0
		GY	10,1	15,2	10,5	7,0	44,4	820	9,2	9,2	0,7	3,9	100	53,9	10,1	10,3	7,7	48,4	920	98,3	1,1	1,3
		együtt				21,9	172,7	1216			1,8	12,8	149	154,2			23,7	185,5	1365	326,8	4,3	4,4
17	80	KTT	15,2	15,7	23,4	15,2	135,0	355	13,6	18,5	1,1	8,7	40	109,1	15,1	22,9	16,3	143,7	395	244,1	3,1	3,1
		GY	10,5	15,7	11,1	7,2	46,1	738	9,6	9,9	0,6	3,8	82	57,7	10,4	11,0	7,8	49,9	820	103,8	1,1	1,3
		együtt				22,4	181,1	1093			1,7	12,5	122	166,7			24,1	193,6	1216	347,8	4,2	4,3
17	85	KTT	15,5	16,1	24,8	15,6	141,4	322	14,0	19,8	1,0	8,6	34	117,6	15,4	24,4	16,6	149,9	355	259,0	3,0	3,0
		GY	10,7	16,1	11,7	7,3	47,7	670	9,9	10,5	0,6	3,7	68	61,3	10,7	11,6	7,9	51,4	738	109,0	1,1	1,3
		együtt				22,8	189,1	992			1,6	12,2	102	179,0			24,4	201,3	1093	368,0	4,0	4,3
17	90	KTT	15,9	16,4	26,3	15,9	147,4	293	14,3	21,2	1,0	8,4	28	126,0	15,8	25,9	16,9	155,7	322	273,4	2,9	3,0
		GY	11,0	16,4	12,4	7,4	49,2	613	10,2	11,2	0,6	3,6	57	64,9	10,9	12,3	7,9	52,7	670	114,1	1,0	1,3
		együtt				23,2	196,6	906			1,6	11,9	86	190,9			24,8	208,5	992	387,5	3,9	4,3
17	95	KTT	16,2	16,7	27,7	16,2	153,0	269	14,6	22,5	1,0	8,2	24	134,2	16,1	27,3	17,2	161,2	293	287,2	2,8	3,0
		GY	11,2	16,7	13,0	7,5	50,6	564	10,4	11,8	0,5	3,4	49	68,3	11,1	12,9	8,0	54,0	613	118,9	1,0	1,3
		együtt				23,7	203,6	834			1,5	11,6	73	202,5			25,1	215,2	906	406,1	3,7	4,3
17	100	KTT	16,5	17,0	29,1	16,5	158,3	249	14,9	23,8	0,9	8,0	21	142,1	16,4	28,7	17,4	166,3	269	300,4	2,7	3,0
		GY	11,4	17,0	13,6	7,5	51,9	522	10,6	12,4	0,5	3,3	42	71,6	11,3	13,5	8,0	55,2	564	123,5	0,9	1,2
		együtt				24,0	210,2	771			1,4	11,3	62	213,8			25,5	221,5	834	424,0	3,6	4,2
17	105	KTT	16,7	17,2	30,4	16,8	163,3	231	15,1	25,0	0,9	7,7	18	149,9	16,6	30,1	17,7	171,0	249	313,1	2,5	3,0
		GY	11,5	17,2	14,1	7,6	53,1	486	10,8	13,0	0,5	3,2	36	74,8	11,5	14,1	8,1	56,3	522	127,9	0,9	1,2
		együtt				24,4	216,3	717			1,4	10,9	54	224,7			25,8	227,3	771	441,0	3,4	4,2
17	110	KTT	16,9	17,5	31,7	17,1	167,9	216	15,3	26,3	0,8	7,5	15	157,4	16,8	31,4	17,9	175,4	231	325,3	2,4	3,0
		GY	11,7	17,5	14,7	7,7	54,2	455	11,0	13,6	0,5	3,1	32	77,9	11,7	14,6	8,2	57,3	486	132,1	0,8	1,2
		együtt				24,8	222,1	670			1,3	10,6	47	235,3			26,1	232,7	717	457,4	3,3	4,2

1. táblázat folytatása

FF	T		Főállomány						Mellékállomány						Egészállomány					Fatermés		
			Hgf	Hf	Dgf	Gf	Vf	Nf	Hgm	Dgm	Gm	Vm	Nm	ΣVm	Hge	Dge	Ge	Ve	Ne	Vö	If	lá
17	115	KTT	17,1	17,6	33,0	17,3	172,2	202	15,5	27,5	0,8	7,3	14	164,7	17,0	32,7	18,1	179,5	216	336,8	2,3	2,9
		GY	11,8	17,6	15,2	7,8	55,2	427	11,1	14,2	0,4	3,0	28	80,9	11,8	15,2	8,2	58,2	455	136,1	0,8	1,2
		együtt				25,1	227,4	629			1,2	10,3	41	245,6			26,3	237,6	670	472,9	3,1	4,1
17	120	KTT	17,2	17,8	34,3	17,6	176,1	190	15,7	28,7	0,8	7,1	12	171,8	17,2	34,0	18,3	183,2	202	347,9	2,2	2,9
		GY	11,9	17,8	15,8	7,8	56,1	403	11,3	14,7	0,4	2,8	24	83,7	11,9	15,7	8,3	59,0	427	139,9	0,8	1,2
		együtt				25,4	232,3	593			1,2	9,9	36	255,5			26,6	242,2	629	487,8	3,0	4,1
17	125	KTT	17,4	17,9	35,5	17,8	179,8	179	15,8	29,8	0,7	6,8	11	178,6	17,3	35,3	18,5	186,7	190	358,4	2,1	2,9
		GY	12,0	17,9	16,3	7,9	57,0	381	11,4	15,3	0,4	2,7	22	86,5	12,0	16,2	8,3	59,7	403	143,5	0,7	1,1
		együtt				25,7	236,8	560			1,1	9,6	32	265,1			26,8	246,4	593	501,9	2,8	4,0
17	130	KTT	17,5	18,0	36,8	18,0	183,2	170	15,9	31,0	0,7	6,6	9	185,2	17,4	36,5	18,7	189,8	179	368,4	2,0	2,8
		GY	12,1	18,0	16,8	8,0	57,8	362	11,5	15,8	0,4	2,6	19	89,1	12,1	16,7	8,4	60,4	381	146,8	0,7	1,1
		együtt				26,0	241,0	531			1,1	9,2	29	274,3			27,1	250,2	560	515,3	2,7	4,0
17	135	KTT	17,6	18,1	37,9	18,2	186,3	161	16,0	32,1	0,7	6,4	8	191,6	17,5	37,7	18,9	192,7	170	377,9	1,9	2,8
		GY	12,2	18,1	17,2	8,0	58,5	344	11,5	16,3	0,4	2,5	17	91,6	12,1	17,2	8,4	61,0	362	150,1	0,6	1,1
		együtt				26,3	244,8	506			1,0	8,9	26	283,2			27,3	253,7	531	527,9	2,5	3,9
17	140	KTT	17,6	18,2	39,1	18,4	189,1	154	16,0	33,2	0,7	6,2	8	197,8	17,6	38,8	19,1	195,3	161	386,9	1,8	2,8
		GY	12,2	18,2	17,7	8,1	59,1	329	11,6	16,8	0,3	2,4	16	94,0	12,2	17,7	8,4	61,5	344	153,1	0,6	1,1
		együtt				26,5	248,2	482			1,0	8,6	23	291,7			27,5	256,8	506	540,0	2,4	3,9

## **A NÖVEDÉKFOKOZÓ GYÉRÍTÉSEK HATÁSA AZ AKÁCOSOK (*Robinia pseudoacacia* L.) HOZAM- ÉS ÉRTÉKVÁLTOZÁSÁRA**

**RÉDEI KÁROLY**

### **ÖSSZEFOGLALÓ**

A tanulmány az akácok növedékfokozó gyérítése után várható hozam- és értékalkulást vizsgálja. A kísérleti vágások nem növelték a korszaki összes fatermést, de hatásukra nőtt a faállományok vizsgált időszak alatti tényleges produktivitása és értéke.

**KULCSSZAVAK:** akác, gyérítési kísérlet, növedék

### **ABSTRACT**

The study examines the effect of increment thinnings on yield and timber value of Robinia (*Robinia pseudoacacia* L.). The experimental thinnings did not increase the periodic total wood production, but they increased the real productivity and the value of the stands within the examined period.

**KEY WORDS:** *Robinia pseudoacacia* L., thinning trial, increment

### **BEVEZETÉS**

A faállományok nevelésére irányuló szelekciós tevékenység elsődleges feladatai közé tartozik, hogy az egyes nevelővágások után visszamaradó faegyedek emeljék a faállomány értékét, továbbá növeljék az elő- vagy véghasználati élőfakészlet mennyiségét. Ez utóbbi alakulása alapvetően az adott fafaj növekedési sajátosságaitól, a termesztés ökológiai feltételeitől és az alkalmazott termesztés-technológiától (beleértve az erdőnevelési technológiát is) függ.

A hazai és nemzetközi szakirodalomban máig sem tisztázott teljes egészében, hogy faállománynevelési beavatkozásokkal növelhető-e az elő- és véghasználat összes fatérfogata, vagyis a száradékot is számításba véve az adott faállomány egy vágásfordulóra vetített összes fatermése.

Az előzőekben említett alapkérdésben fellelhető véleménykülönbségeket az eltérő kísérleti metodikák és értékelési módszerek is erősítik. Nem azonos például a záródás folyónövedékre gyakorolt hatásának vizsgálati alapja egy nevelővágással még nem, vagy már, esetleg többszörösen érintett faállományban. Eltérések tapasztalhatók

a növedék, a fakészlet-változás, a fakészlet, a valóságban mért és a fatermési táblákban közölt növedékadatok összehasonlíthatóságának viszonyítási alapjai között is.

A nemzetközi szakirodalom kísérleti eredményeken alapuló munkáinak többsége (Wiedemann, 1950; Pardé, 1965; Persson, 1986; Kuiper, Schoenmakers, 1990) alapján nevelővágásokkal a faállományok összes fatermése általában nem növelhető, döntően azok minőségfokozó, értéknövelő hatásáról lehet beszélni.

Az elmúlt másfél évtized hazai közléseinek döntő többsége is azt vallja, hogy a nevelővágások elsődleges hatása a faállományok értéknövekedésében nyilvánul meg.

Majer (1982) félévszázados, bükkösben végzett vizsgálatok alapján, a gyéritések hatására jelentősebb élőfakészlet-többletet mutat ki a kontrollhoz viszonyítva. A hozamváltásnál is jelentősebbnek tartja azonban a gyéritésekkel érintett parcella faállományának mintegy 31%-os értéktöbbletet a kontrollhoz viszonyítva. Nemesnyár és fenyőállományokban maximum 2%-os fakészletnövekedés érhető el, ugyanakkor itt is nagy az értéknövelő hatás.

Béky (1983) vizsgálatai alapján, kocsánytalan tölgyesben erőteljes nevelővágásokkal, jelentős törzsszámcsökkentéssel a V-fák átmérőnövedéke 10–15%-kal is növelhető.

Halupa (1987) 20 éves nemesnyár állományok értékelése alapján arra a következtetésre jutott, hogy a nevelési módnak nincs döntő hatása az élőfakészletre és az összes fatermésre. A törzsszámcsökkentés elhagyása azonban igen kedvezőtlen lehet, mivel nagymértékben lecsökken a faállományok ellenálló képessége, és különböző kedvezőtlen tényezők hatására a törzsek jelentős része elpusztulhat.

Béky és Solymos (1991) kocsánytalan tölgyesben létesített nevelési sor 28 év (23–51 éves kor között) átfogó adatai azt mutatták, hogy kiegyenlített a nevelővágásokkal érintett és a kontroll parcellák korszaki összes fatermése és a fatérfogat szerinti folyónövedéke.

Halupa és Gabnai (1991) az új nemesnyár fajták nevelési kísérleteinek eredményeit adták közre. Vizsgálataik alapján, közel azonos ültetési és véghasználati hálózat esetén az élőfakészlet és az összes fatermés nagyságát alapvetően a fafajnak megfelelő termőhely határozza meg. A nevelővágásnak elsősorban a fatermés minőségére és értékére van hatása. Az időben és szakszerűen elvégzett nevelővágások eredményeképpen nagyobb az átlagos átmérő és több az értékes választék. A nevelővágások időpontja és az összes fatermés alakulása között nem tudtak szignifikáns különbséget kimutatni.

Rédei (1989) akácosokban végzett vizsgálatai alapján arra a következtetésre jutott, hogy még a gyengébb fatermőképességű akácosok esetében is kimutatható a nevelővágásoknak a faállományok értékváltozására gyakorolt pozitív hatása.

A következőkben bemutatásra kerülő akác erdőnevelési kísérleti sor 10 év átfogó három felvételi adatai alkalmas arra, hogy újabb következtetéseket vonhassunk le a növedékfokozó gyéritéseknek a faállományok élőfakészletére, fakészletére és minőségére gyakorolt hatásával kapcsolatosan. Mindazonáltal a bemutatandó vizsgálatok példaértékűek, vagyis a következtetések levonásához több más hasonló vizsgálat eredményeit is felhasználtuk.

## A VIZSGÁLATOK HELYE ÉS MÓDSZERE

A négy parcellás (egy kontroll, három kezelt) akác erdőnevelési kísérletet 1995 tavaszán (a faállomány 22 éves korában) létesítettük a Nagykunsági EFAG Pusztavacsi Erdészeti Pusztavacs 201E erdőrésztletében.

Az erdőrésztlet termőhelytípus-változata: erdős-sztyepp klíma, többletvíz-hatástól független, humuszos homok, sekély termőréteg, homok. A faállomány fatermési osztálya: II. (Rédei, 1984).

A kísérleti jellegű növedékfokozó gyéritéseket az első faállomány-felvételt követően végezte el az Erdészet.

A gyérités-kezelések a következők voltak: az I. parcellában: kontroll (érintetlenül hagyva), a II. parcellában: a főállomány törzsszáma 700 db/ha, a III. parcellában: a főállomány törzsszáma 550 db/ha, a IV. parcellában: a főállomány törzsszáma 400 db/ha.

Törzsenkénti faállomány-felvételeket 22, 27 és 32 éves korban végeztünk, így 10 éves vizsgálati sor állt rendelkezésünkre a nevelővágások hatásának értékeléséhez.

A legfontosabb faállomány-szerkezeti és fatermési tényezők meghatározásánál a famagassági-görbés, illetve a  $V=GHF$  alapösszefüggésre épülő számítási eljárást alkalmaztuk.

A fák magasság szerinti osztályozására négy (kimagasló, uralkodó, közbeszorult, alászorult fa), míg az erdőnevelési faosztályozás során ugyancsak négy csoportot (javafa, segítő fa, kivágandó fa, kiszáradt fa) használtunk.

A törzsmínőség meghatározása során a következő osztályozást alkalmaztuk: egyenes, egészséges törzs (1), enyhén síkgörbe, egészséges vagy kisebb mértékben károsodott törzs (2), sík- és/vagy térgörbe, maradandóan károsodott törzs (3), száradó félben lévő vagy már elszáradt törzs (4). A törzsmínőség értékek törzsszámmal súlyozott számtani átlagából határoztuk meg a faállomány-minőségi jelzőszámot, mely lehetőséget adott a gyéritések nyomán bekövetkezett minőségi változások objektív mérésére.

Minden parcellába eső fa esetében mértük a kétirányú koronaátmérőt és meghatároztuk a fák x és y irányú koordinátáit is.

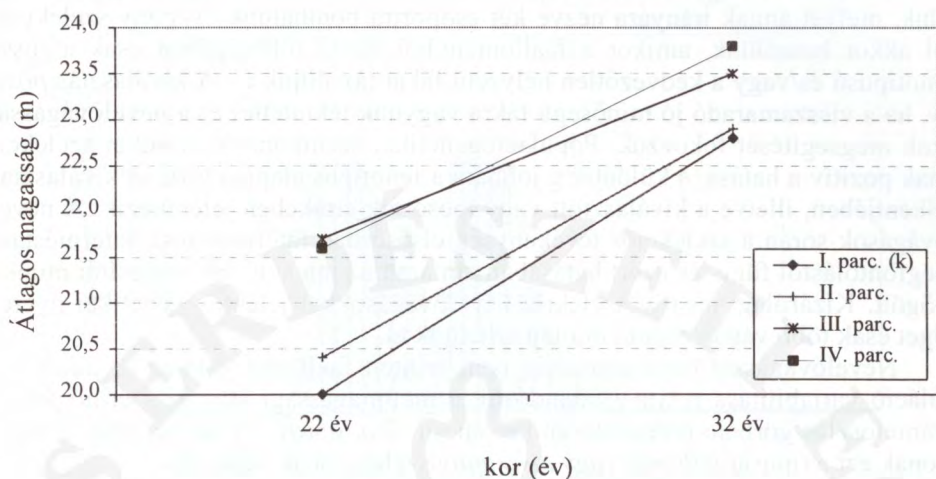
A gyéritéseknek a fatermés alakulására gyakorolt hatásának elemzésére részben új, a hazai szakirodalomban kevésbé alkalmazott táblázatos levezetési módszert alkalmaztunk.

## AZ EREDMÉNYEK ÉS MEGVITATÁSUK

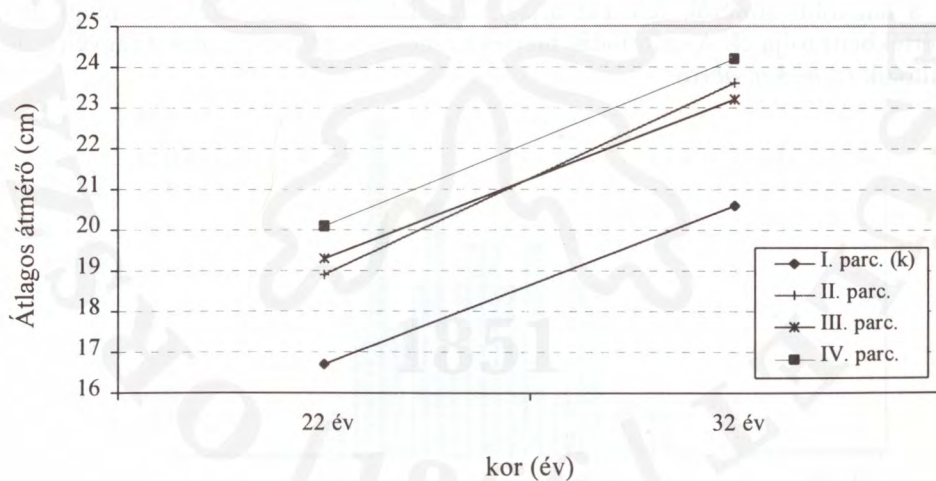
A 22, 27 és 32 éves korban mért, illetve számított faállomány-szerkezeti és fatermési tényezőket fő-, mellék- és egészállomány bontásban az 1. táblázat tartalmazza. A kísérleti gyéritések kijelölésekor alapvető (a kezeléseket elkülönítő) tényezőként a főállomány hektáronkénti törzsszámát tekintettük (lásd fentebb). A kontrollhoz viszonyított törzsszámcsökkentés mértékének (a szelekció erősségének) közelítő arányában alakultak az egyes faállomány-részek főállományára vonatkoztatott átlagos magasság és átlagos mellmagassági átmérő szerinti, 10 évet átfogó növekedésmentek (1. és 2. ábra).

1. táblázat. Akác erdőnevelési kísérleti sor főállományainak legfontosabb szerkezeti és fatermési tényezői (Pusztavacs 201 E)

Parcella száma	Kor	Főállomány					Mellékállomány					Egészállomány					Száradéék	
		N	H	D <sub>1,3</sub>	G	V <sub>b</sub>	N	H	D <sub>1,3</sub>	G	V <sub>b</sub>	N	H	D <sub>1,3</sub>	G	V	N	V <sub>b</sub>
	év	db	m	cm	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	db	m	cm	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	db	m	cm	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	db	m <sup>3</sup>
I. parcella kontroll	22	770	20.0	16.7	16,84	177.9	-	-	-	-	-	770	20.0	16.7	16,84	177.9	60	4.2
	27	760	21.4	18.3	20,07	221.9	-	-	-	-	-	760	21.4	18.3	20,07	211.9	70	5.4
	32	630	22.8	20.6	21,08	244.7	-	-	-	-	-	630	22.8	20.6	21,08	244.7	190	21.6
II. parcella	22	700	20.4	18.9	19,61	211.1	150	16.0	11,5	1,57	14.2	850	20.1	17.8	21,18	225.3	-	-
	27	610	21.0	21.4	21,86	241.1	-	-	-	-	-	610	21.0	21.4	21,86	241.1	80	14.7
	32	510	22.9	23.6	22,40	262.2	-	-	-	-	-	510	22.9	23.6	22,4	262.2	160	34.5
III. parcella	22	550	21.7	19.3	16,10	180.3	370	19.1	14,5	6,15	64.0	920	21.2	17.5	22,25	244.3	-	-
	27	550	22.2	21.4	19,44	221.3	-	-	-	-	-	550	22.2	21.4	19,44	221.5	-	-
	32	500	23.5	23.2	21,20	252.0	-	-	-	-	-	500	23.5	23.2	21,2	252.0	50	11.7
IV. parcella	22	400	21.6	20.1	12,71	141.8	500	18.2	14,2	7,88	77.6	900	20.3	17.1	20,59	219.4	-	-
	27	400	22.4	22.3	15,71	179.8	-	-	-	-	-	400	22.4	22.3	15,71	179.8	-	-
	32	380	23.8	24.2	17,43	208.8	-	-	-	-	-	380	23.8	24.2	17,43	208.8	20	6.0



1. ábra. A főállomány átlagos magassága a vizsgált korokban  
 Fig. 1. Change of mean height of the main crop

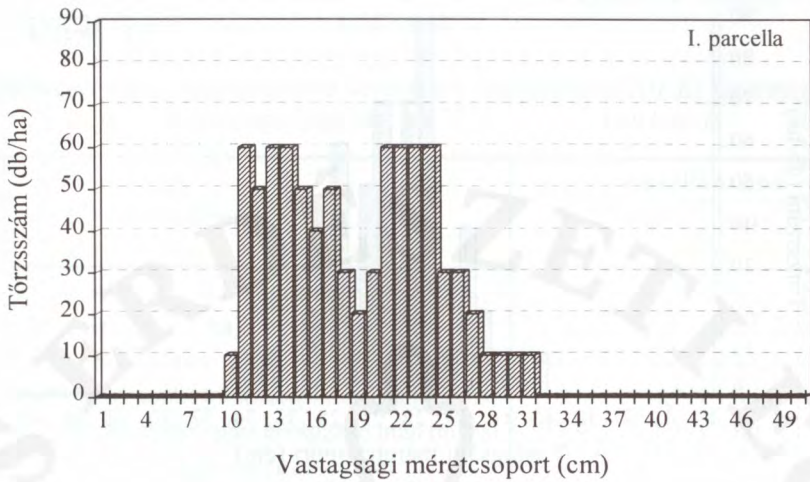


2. ábra. A főállomány átlagos átmérője a vizsgált korokban  
 Fig. 2. Change of mean DBH of the main crop

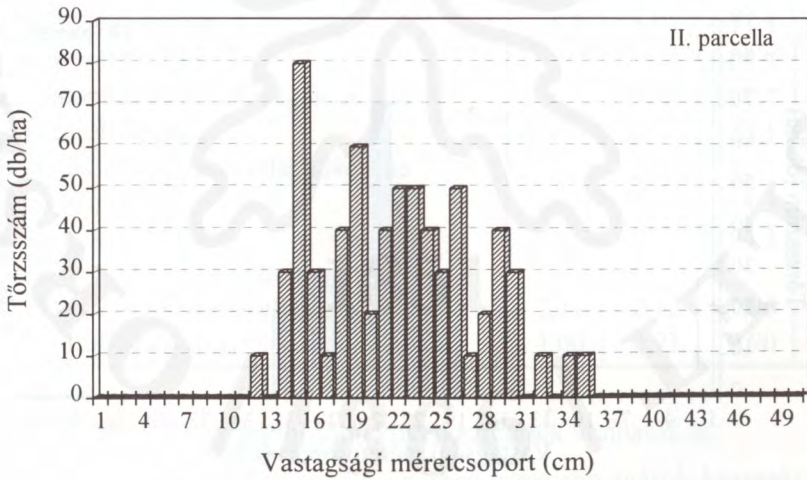
Tudvalévő, hogy a nevelővágások során szelekciós tevékenységet is végzünk, melyet annak irányára nézve két csoportra bonthatunk. *Negatív* szelekcióról akkor beszélünk, amikor a faállományból döntő többségében csak a rossz fenotípusú és/vagy a kedvezőtlen helyzetű fákat távolítjuk el. A kiválasztás *pozitív*, ha a visszamaradó jó minőségű fákra vagyunk tekintettel és a nevelővágással azok megsegítését fokozzuk. Populációgenetikai szempontból mindkét szelekciónak pozitív a hatása, a különbség jobbára a fenotípus alapján történő kiválasztás mikéntjében, illetve a kiválasztott vagy kieső fák értékében jelentkezik. A nevelővágások során a szelekciós tevékenység elsősorban fatermesztési, faterméstani megfontolástól függ, és ezért hatásában elmarad az intenzívebb nemesítői munka mögött. Kizárólag negatív szelektív nevelővágásokkal jelentős genetikai nyereséget csak több vágásforduló múltán érhetünk el.

Nevelővágással hosszabb ideig érintett faállományokban az adott populáció variabilitása relatíve állandósul, a mellmagassági átmérő szerinti törzsszámeloszlás görbéje jellegzetesen kétszcúszú (*3/a. ábra*). A természetes szelekciónak ezt a típusát *felbontó* vagy *diszruptív* szelekciónak nevezzük.

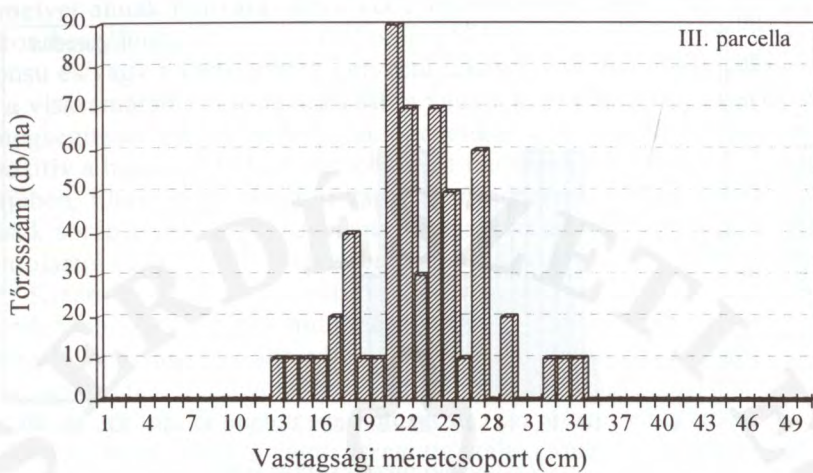
Genetikai szempontból az erdőnevelési beavatkozások hatása döntően attól függ, hogy milyen a visszamaradó fák variabilitása, illetve, hogy van-e az állományban megfelelő számú, kiváló tulajdonságú faegyed. A nevelővágások során domináló negatív szelekció ugyanakkor *progresszív* vagy *előrevívő hatású* is egyben, mivel a mellmagassági átmérő szerinti törzseloszlás görbáját egy irányba ti. a nagyobb átmérők felé (az átlagot legalább a szórás értékével meghaladó mértékben) tolja el. Az eltolódás mértéke a nevelővágás erélyének függvényében változik (*3/b–3/d. ábra*).



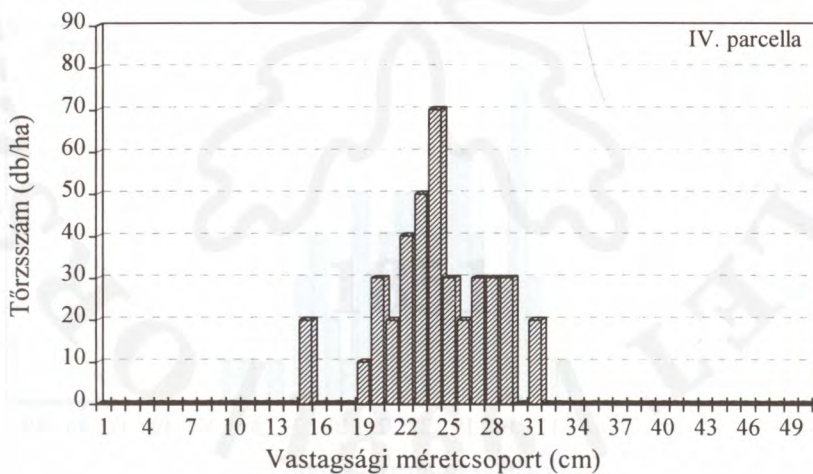
3/a. ábra. Átmérő szerinti törzseloszlás (I. parcella)  
 Fig. 3/a. Stem distribution by DBH



3/b. ábra. Átmérő szerinti törzseloszlás (II. parcella)  
 Fig. 3/b. Stem distribution by DBH



3/c. ábra. Átmérő szerinti törzseloszlás (III. parcella)  
 Fig. 3/c. Stem distribution by DBH



3/d. ábra. Átmérő szerinti törzseloszlás (IV. parcella)  
 Fig. 3/d. Stem distribution by DBH

A növedékfokozó gyéritéseknek az adott faállományrészek élőkészletére, összes fatermésére, valamint a faállomány-minőségre gyakorolt hatásával összefüggő számítások a 2. táblázatban találhatók.

**2. táblázat.** Akác erdőnevelési kísérleti sor (Pusztavacs 201 E) fatermési és faállomány-minőségi adatai 22 és 32 éves kor között

Tényezők	Parcella száma			
	I. kontroll	II.	III.	IV.
1. Induló fakészlet a nevelővágás elvégzése előtt (korszak elején) (m <sup>3</sup> /ha)	177,9	225,3	244,3	219,4
• a kontroll %-ában	100	126,6	137,3	123,3
2. A nevelővágás során kitermelt fatérfogat (m <sup>3</sup> /ha)	0,0	14,2	64,0	77,6
3. Élőkészlet a nevelővágás elvégzése után (m <sup>3</sup> /ha)	177,9	211,1	180,3	141,8
4. 10 évvel a nevelővágás elvégzése után				
• élőkészlet (m <sup>3</sup> /ha)	244,7	262,2	252,0	208,8
• a kontroll %-ában	100	107,2	103,0	85,3
• száradék (m <sup>3</sup> /ha)	21,6	34,5	11,7	6,0
• fakészlet (élőkészlet + száradék) (m <sup>3</sup> /ha)	266,3	296,7	263,7	214,8
• a kontroll %-ában	100	111,4	99,0	80,7
5. Élőkészlet 10 évvel a nevelővágás elvégzése után (élőkészlet változás m <sup>3</sup> /ha)	66,8	51,1	71,1	67,0
• a kontroll %-ában	100	76,5	107,3	100
6. Összes fatermés a korszak végén (m <sup>3</sup> /ha)	266,3	310,9	327,7	292,4
• a kontroll %-ában	100	116,7	123,1	109,8
7. Korszaki összes fatermés átlagnövedéke (7.-1./10) (m <sup>3</sup> /ha/év)	8,8	8,6	8,3	7,3
• a kontroll %-ában	100	97,7	94,3	83,0
8. Állomány-minőségi jelzőszám				
• 5 évvel a nevelővágás elvégzése után	2,17	2,12	1,96	1,68
• a kontroll arányában	1,00	0,93	0,90	0,77

Az értékelésekből az alábbi főbb következtetések vonhatók le:

Az általunk értékelt akác nevelési sorban a nevelővágások korszaki összes fatermésre gyakorolt növelő hatása a vizsgált kor-intervallumban nem mutatható ki, sőt némi csökkenés volt tapasztalható.

A különböző erélyű nevelővágások abszolút értékben nem növelték a korszakvégi összes fatermés mennyiségét a kontrollhoz viszonyítva. A nevelővágások előtti fakészletarányok (a kontroll %-ában) ugyanis a vágással érintett faál-

lomány-részek esetében mindenkor alatta maradnak a korszakvégi összes fatermés kontrollhoz viszonyított %-os értékeinek.

30-35 éves vágásfordulót feltételezve, eddigi kutatási eredményeink alapján igen kicsi annak a valószínűsége, hogy növedékfokozó gyéritéssel az akácok abszolút értelemben vett korszaki összes fatermése jelentősebb mértékben (10%-ot meghaladóan) növelhető lenne.

A növedékfokozó gyéritéseknek a korszaki élőfakészletre gyakorolt hatása döntően az elvégzett nevelővágás erélyétől, illetve a vizsgált időintervallumban kialakuló száradék mennyiségétől függ. Nem szélsőséges erősségű törzsszámcsoökkentés és átlagos száradékképződés esetén a fenti tényezőre vonatkozó értékek többékevésbé kiegyenlítették, s a kontrollhoz közel állóak (4. ábra). Itt jegyezzük meg, hogy a bemutatott nevelési sor II. parcellájának faállományában a nagymérvű száradék-képződés elsősorban termőhelyi okokra vezethető vissza.

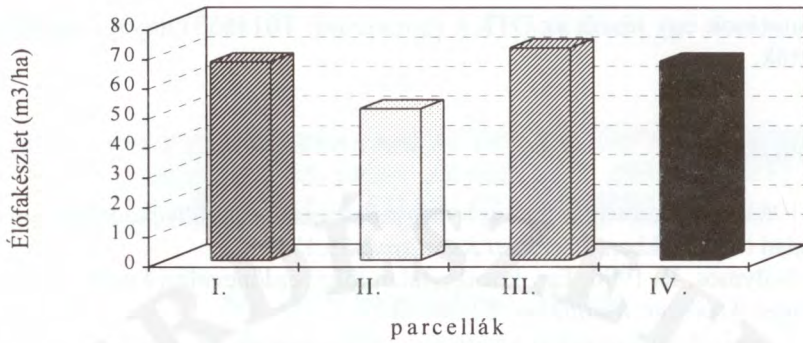
A nevelővágások tervezése során előnyösen használható a főállomány fájának átlagos tőtávolsága és átlagos magassága alapján számított, százalékban kifejezett hányados, az ún. növőtér-index. Vizsgálataink alapján, az akácok növedékfokozó gyéritése során kívánatos értéke 22% körüli.

A korszaki összes fatermés átlagnövedék értékek alakulása (5. ábra) ugyancsak egyértelműen jelzi, hogy az elvégzett növedékfokozó gyéritéseknek nincs korszaki összes fatermést növelő hatása.

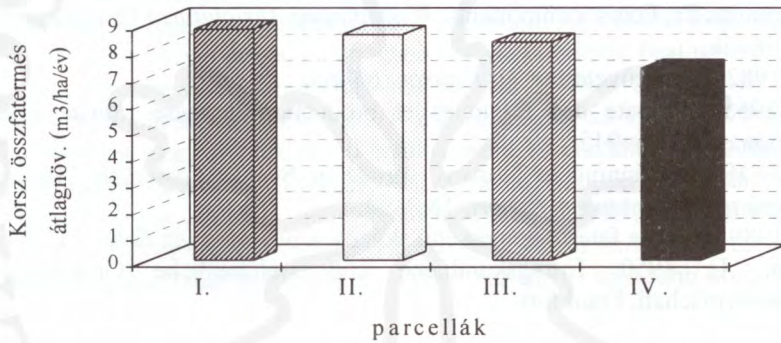
Gyéritési korú akácokban gondos, egyedi válogatáson alapuló nevelővágásokkal a faállományok minősége fokozható. Bemutatott kísérletünkben az erre utaló faállomány-minőségi jelzőszám 2–23%-kal haladta meg a kontroll vonatkozó értékét (6. ábra). A nevelővágások hatása döntően tehát a faállományok értéknövekedésében nyilvánul meg.

A nevelővágásoknak a faállományok fatermésére gyakorolt hatásának vizsgálata hosszúlejárátú komplex kutatási feladat, melynek ökológiai, fatermési és ökonómiai vonatkozású részterületei ma még önmagukban is csak részben feltártak. Ezért az ilyen irányú kutatásokat feltétlenül tovább kell folytatni.

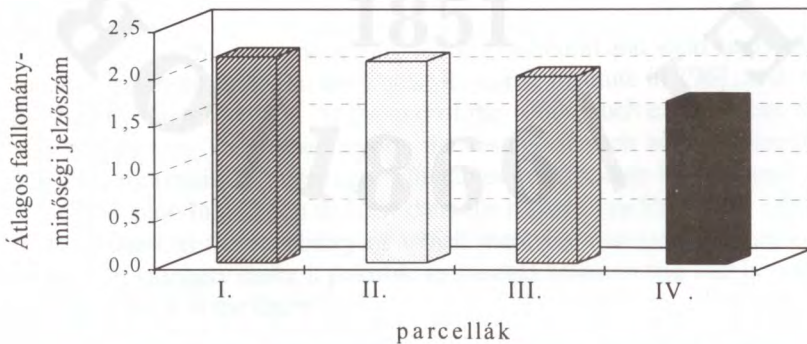
Szerzőnek a terepi adatfelvételezésben és az adatok részbeni feldolgozásában jelentős segítséget nyújtott Laczay Tamásné vezető technikus.



4. ábra. Az élőfakészlet változása 22–32 éves kor között  
Fig. 4. Change of growing stock



5. ábra. Korszaki összes fatermés átlagnövedéke 22–32 kor között  
Fig. 5. Periodic average volume increment



6. ábra. Faállomány-minőség változása 22–32 kor között  
Fig. 6. Change of average stand-quality

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatások egy részét az OTKA (témaszám: T014653) anyagi támogatásával végeztük.

## IRODALOMJEGYZÉK

- Béky, A. 1983. A nevelővágás hatása a faegyedek vastagsági növekedésére kocsánytalan tölgyesekben. *Erdészeti Kutatások*, 75:173–177.
- Béky, A., Solymos, R. 1990. Egy kocsánytalan tölgy erdőnevelési kísérleti sor tanulmányai. *Erdészeti Kutatások*, 82:227–235.
- Halupa, L. 1987. A nyárnevelési kísérletek újabb eredményei. *Erdészeti Kutatások*, 79:79–84.
- Halupa, L., Gabnai, E. 1990. Az új nyárfajták nevelési kísérleteinek értékelése. *Erdészeti Kutatások*, 82:271–278.
- Kuiper, C., Schoenmakers, L. 1990. Evaluation of a ten years thinning experiment in Douglas fir. Forest components. *Wageningen Agricultural University Papers*, 6:48–56.
- Majer, A. 1982. Erdőműveléstan. II. *Kézirat*, 64–65.
- Pardé, J. 1965. Intensité des éclaircies et production ligneuse. *Revue Forestière Française*, 936–945.
- Persson, O. 1986. Thinning in Norway spruce in Sweden. *Swedish University of Agricultural Sciences. Report*, 18:3–24.
- Rédei, K. 1989. Gyenge fatermőképességű akácok nevelése. *Az Erdő*, 11:253–255.
- Wiedemann, E. 1950. Ertragskundliche und waldbauliche Grundlagen der Forstwirtschaft. Frankfurt.

# ***ELEGYES ERDŐK SZERKEZETÉNEK ÉS FATERMÉSÉNEK KUTATÁSA: EGY 25 ÉVEN KERESZTÜL FOLYTATOTT, 32 PARCELLÁS KÍSÉRLET EREDMÉNYEI***

**SOLYMOS REZSÓ, BÉKY ALBERT**

## **ÖSSZEFOGLALÓ**

Az elegyetlen faállományokban 1961-ben kezdődött meg az Erdészeti Tudományos Intézetben a hosszúlejáratú erdőnevelési és fatermési kísérleti hálózat kiépítése, amely az 1980-as évek közepére nagyjából be is fejeződött. Az 1960-as évek végén már az elegyes faállományokban is sor került ilyen irányú kísérletek beállítására. Közülük a Pilis-hegységben létesített 32 parcellás kísérleti sor 25 éves eredményeit ismerteti a tanulmány. A tanulmány *1/1–1/8. és 2/1–2/4. táblázatai* az 1968, 1975 és 1993-ban történt változások számsorait kísérleti területenként és parcellánként tartalmazzák. A kísérletnek számos tapasztalati (összbenyomás), valamint a kísérletek adataiból levonható következtetése van, amelyek megbízhatóságát a kutatás folytatásával töretlenül növelni kell. Az elegyes erdők Magyarországon olyan kutatásokra nyújtanak lehetőséget, amelyek az Európai Unió keretében a jövőben várhatóan szélesebb körű támogatásra számíthatnak.

**KULCSSZAVAK:** elegyes faállomány, törzsszám és térfogatváltozás, fairtó vegyszerek, faállományok stabilitása, hosszúlejáratú erdőnevelési és fatermési kísérletek.

## **ABSTRACT**

The establishment of the network of long-term silvicultural and yield study experiments in unmixed stands was started in the Forest Research Institute in 1961, and was practically finished by the mid-1980s. At the end of the 1960s, such experiments were set up in mixed stands, too. This paper reports the results of such an experiment that was started in Pilis mountain 25 years ago. The tables contain data for changes in between 1968–75–93 by plot. In addition to these data, the research yielded many other observations and conclusions the reliability of which must be increased by further research. Mixed stands in Hungary make it possible to conduct research that will be supported by EU to a larger extent in the future.

**KEY WORDS:** mixed stands, stem number change, growth, arboricid, stability of stands, long-term silvicultural and yield experiments

## BEVEZETÉS

A faállomány-szerkezeti és fatermési kutatásokat az Erdészeti Tudományos Intézetben is az elegyetlen egykorú erdőkben kezdtük az 1960-as évek elején. A fő állományalkotó fafajok többségére nézve ezen évtized végéig a hosszúlejárátú kísérleti hálózatot sikerült országosan létrehozni. A kísérleti területek kiválasztásakor arra törekedtünk, hogy közelükben ehetőség szerint elegyes faállományok is legyenek. Kutatási tervünkben a soron következő feladatot a dolog természetének megfelelően az elegyes faállományok jelentették. A munka beindításakor számítottunk arra, hogy az elegyesség rendkívül változatos lehetőségei miatt ezek a kutatások az elegyetlen erdőkben végzeteknél lényegesen szélesebb körű vizsgálatokat igényelnek.

A fafaj összetételt tekintve az elegyesség a fafaj, az egyes fák helyzete, szerepe és csoportosulásának megfelelően rendkívül változatos lehet. Magyarország erdeit ezen a téren európai viszonylatban is a fafajgazdagság, a biológiai sokféleség jellemzi. Főleg a természetközeli domb- és hegyvidéki erdeink többsége rendelkezik olyan kedvező fafajösszetétellel és szerkezettel, amely nemzetközileg is sokoldalú példaként szolgálhat. Európa államainak a többsége ma már az elegyes faállományok létesítésére és fenntartására törekszik. Az erdők stabilitásának a kialakítása és megőrzése, a biológiai sokféleség elérése egyaránt indokolja ezt a törekvést. Az elegyetlen erdőkben számos katasztrófa-jellegű pusztulás figyelmeztette főleg a nyugat-európaiakat a monokultúrák veszélyeire.

Már a 60-as években is tudtuk azt, hogy erdőnevelési, faállomány szerkezeti és faterméstani kutatásaink közül főleg az elegyes erdőkre vonatkozók számíthatnak nemzetközileg is nagyobb érdeklődésre. Sajátos helyzetünk is kötelezett bennünket erre a munkára (*Solymos, 1991, 1995*).

A kérdések sokaságára várta és várja még ma is a kutatástól a választ az erdészeti gyakorlat. Korábban a döntő kérdés az volt, hogy a fatermés mennyisége és minősége mekkora különbségeket mutat azonos termőhelyen az elegyetlen és az elegyes faállományok esetén. A többcélú természetközeli erdőgazdálkodás feladatait tekintve a kérdések súlya módosult és száma megnőtt. Az erdők természetvédelmi jelentősége, jóléti szerepe és védelmi szolgáltatásai napjainkra elsőrendű tényezőkké váltak. Ennek megfelelően az elegyes erdők kutatási feladatai is számottevően bővültek, bár a fatermési vonatkozások súlya sem csökkent. A környezetbarát fa felhasználási területe bővül, amelynek természetes következménye, hogy a társadalom elegendő mennyiségű és minőségű fát igényel erdeinkből (*Solymos, 1992*).

Az erdészeti termelés határai sem korlátlanok. A fenntartható erdőgazdálkodás elsősorban az ökológiai vonatkozású tartamosságra és nem a vég nélküli termelés fokozására törekszik (*Solymos, 1990*). Erre nincs is lehetőség. Az ökológiai alapokon végzett erdőművelésnek ugyanakkor a kedvező fatermési eredmények is a következményei. Így válik az ökológia a hosszútávú erdészeti termelésben az ökonómiának is meghatározó tényezőjévé. Az elegyes faállományokat ökológiai szempontból általában többre kell értékelnünk az elegyetlennél. Válaszra vár viszont az a kérdés sorozat, amely a kívánatos fafajösszetételre, az elegyítés módjára és formáira vonatkozik a faállomány különböző fejlődési szakaszaiban az adott termőhelyen. A jelen dolgozatban megkíséreljük néhány részletkérdésre vonatkozóan a helyi viszonyokra érvényes

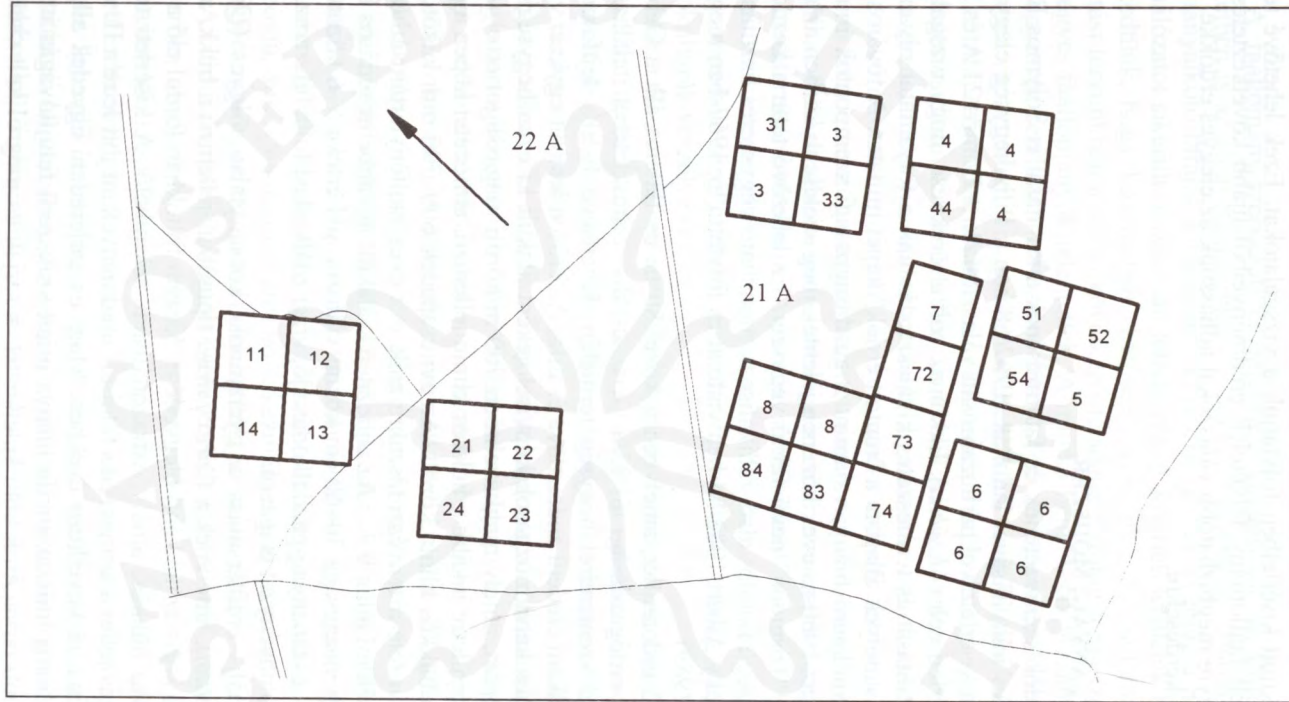
válaszadást. Az ismertetetteken kívül az OTKA támogatásával közel 200 újabb, elegyes erdőben kialakított kísérletben folytatjuk a vizsgálatokat. Ezek lehetővé teszik azt, hogy az ismételt faállomány felvételek eredményeiből újabb következtetéseket vonhassunk le és egyre megbízhatóbb válaszokat adhassunk az elegyes erdőkkel kapcsolatban felmerülő kérdésekre.

## VIZSGÁLATI HELY, ANYAG, MÓDSZER

Az elegyes erdők szerkezetének és fatermésének a kutatásai is Solymos Rezső kezdeményezésére és irányításával indultak. 1967/68-ban a Pilis-hegység elegyetlen tölgyeseiben végzett kísérleteivel párhuzamosan választotta ki a Dömös 21 A és 22 A erdőrészeket kísérleti célra (*I. ábra*). Ekkor az volt a törekvése, hogy vizsgálja az őshonos fafajok vitalitását és természetes kiválasztódásának a folyamatát olyan elegyes fiatalosokban, amelyek állapota a "rontott erdők" képét mutatta. A főváros környéki nyomasztó munkaerő hiány, valamint a gazdaságossági szempontok miatt is kedvező volt, hogy az 1960-as évek közepén jelentek meg szélesebb körben az arboricidok, közöttük a "Tormona" nevű fairtó vegyszer. Ez lehetővé tette a kezdetben áthatolhatatlan sűrűségű fiatalos első, radikálisnak mondható vegyszeres tisztítását. A kísérleti területet Béky Albert 1983/84-ben vette át és folytatta az 1967-ben megindított munkát (*Béky, 1989*).

Az összefüggő erdőterület, amelyben a közel 80 ha-os fiatalos állt a Gerecse-Pilis-Budai hegyek erdőgazdasági táj 23/a Gerecse-Pilis tájrészletében található az Esztergom-Visegrád-Szentendrei hegység területén. Kitétsége É-ÉK, lejtőfoka 10–15°. Alapkőzete vulkáni eredetű andezitláva és tufa. Az erősen letarolt egykori vulkáni kúpok, az utólagos kéregmozgások képviselőjeként alakult ki ezen hegységben a Dobogókő hegycsoport, amely megközelítően 700 m körüli magasságot ér el. A kiválasztott kísérleti területre inkább a bükkös klíma jellemző, átmenetet képez a gyertyános-tölgyes és a bükkös klíma között. Az évi csapadék 600–700 mm között van, amelynek mintegy a fele a tenyészidőszakra esik. Az éves napfénytartam átlagosan 1900 óra, a hőmérsékleti átlag 9 °C. Az andeziten kialakult agyagbemosódásos barna erdőtalaj termőréteg vastagsága 30–60 cm között változik, pH értéke 5–6 között van, CaCO<sub>3</sub> mentes, víz- és tápanyag-gazdálkodása jó, vízgazdálkodási foka félszáraz, üde, amelyet a lágyszárú növényzet is igazol.

A terület zonális erdőársulása a gyertyános- kocsánytalan tölgyes (*Quercus petraeae* - *Carpinetum*), amelynek a *Carex pilosa* típusában jellemző a bükk, a cseresznye és a magas köris szálankénti elegyedése. Kisebb foltokban fordul elő a területen a *Carex pilosa* bükkös, amely extrazonálisnak tekinthető. A kísérleti terület faállománya tarvágás jellegű természetes felújítás eredményeként jött létre a II. világháború folyamán és a rá következő években. Mag- és sarjeredetű egyedek alkotják 50-50%-ban. A háborús időszak tűzifa hiánya miatt szakszerű felújítógátás itt nem volt. Kisebb-nagyobb tarvágások után keletkeztek a sarjak és magról kelt csemeték elegyes csoportjai sok közbezárt és fel nem újult üres folttal. A kísérlet megkezdésekor a vegyeskorú fiatalos átlagkora 20–25 év volt. A legfiatalabb fák 10–15 évesek, a legidősebbek 30–35 évesek voltak.



1. ábra. Gyérítési kísérletek fajtíró vegyszerrel (Tormona 100) kocsánytalan tölgyesben (Dömös 21 A, 22 A)

Fig. 1. Schematic map of the location of experimental plots in sessile oak stands

A Dömös 22 A erdőrésztben kettő darab 1 ha-os, míg a 21 A erdőrésztben hat darab 1 ha-os kísérleti mintaterületet választottunk ki és állandósítottunk 1967/68-ban. Ezek a területeken különböző elegyarányú fiatalosok álltak. A sűrűségben való közlekedést és tájékozódást szederrel és vadrózsával borított foltok nehezítették. Ilyen körülmények között történt az 1 ha-os területek 50x50 m-es négyzetekre, ezeken belül 40x40 m-es precíz parcellákra való osztása. Összesen 32 precíz parcellát tűztünk ki. Valamennyi 1 ha-os területen egy parcella faállománya kontrollként maradt, egyen alsó, egyen felső, egyen kombinált nevelővágást terveztünk és végeztünk el.

Az első adatfelvétel 1968 tavaszán történt, amelyet a Tormona 100-zal végzett tisztítás (gyérítés) követett. 1 ha tisztítás összesen 400 Ft-ba került, az akkori tisztítások költségének 25%-ába. Kétségtelen, hogy a vegyszeres kezelés után a fiatalos szokatlan képet mutatott, amely esztétikailag elfogadhatatlan volt. Ezt követően az "elpusztított" fák sorsát figyeltük. Általános megállapítás volt, hogy a fák a kezelést követően annyi esztendő elteltével dőltek ki, mint ahány cm-es volt a mellmagassági átmérőjük.

A második részletes faállomány felvételle 1975-ben került sor, amelyet hagyományos (motorfűrész) gyérítés követett. Ekkor a 6–8 cm-nél vastagabb tormanázott és elszáradt fák még álltak. Ezeket is ki kellett fűrészelni az állományban való közlekedés érdekében.

1992/93-ban történt az újabb felvétel és motorfűrész gyérítés az előzőekben ismertetett módszerek szerint. A 25 éves kísérleti időszak folyamán főleg az előrenövő (böhönc) és sarjeredetű fák, valamint a nem kívánatos fafajok kitermelésére került sor. A vegyes korú faállomány kora is kiegyenlítettebbé vált. Ekkor a faállomány átlagos kora elérte az 50 évet.

## AZ EREDMÉNYEK ÉS MEGVITATÁSUK

A 25 esztendő óta folyó kísérletek több olyan eredményre vezettek, amelyeket a három faállomány-felvétel kiértékelte adatai igazolnak. Ezek ismertetése előtt célszerű a kísérletek tapasztalati – nem közvetlenül adatokon nyugvó – eredményét is kiemelni. Ezeket az egyes parcellák faállományainak "összbenyomása" alapján értékelhette a kísérletvezető, aki az elmúlt negyedszázad folyamán a fák állapotát rendszeresen figyelemmel kísérte. A felvételi adatokból levonható következtetéseken túlmenően a metodika kiegészítéseként érdemes elfogadni a faállományról begyűjtött "állapotkép" alapján kialakult szakmai megítélést (összbenyomást) is. Ez általános következtetések levonását teszi lehetővé. Közülük a legfontosabbak:

- A termőhelyükön álló őshonos fafajok vitalitása olyan mértékű lehet, hogy képes a "rontottnak vélt" természetes felújítás után a faállományt elfogadható állapotba hozni.
- A vegyszeres tisztítás után fennmaradó sűrű állás elősegítette a legjobb egyedek kiválasztódását, ugyanakkor a kezelt és elszáradt fák nem gátolták tovább az élők további növekedését.
- A II. világháborút követő tarvágás jellegű természetes felújítás inhomogén csoportok létrejöttét eredményezte. Az elegyben a mélyebb termőréteg vastag-

ságú részeken a bükk, a sekélyebbekben a tölgy jutott uralomra és az üres részeket hamarosan elfoglalta a gyertyán, valamint a kőris.

- A gyertyános-bükkös-tölgyesben végzett elegyarány szabályozás után a véghasználatig fenntartandó egyedek ("V" fák) kiválasztására 35–40 éves kor előtt nem célszerű törekedni. Ezt követően viszont a kiválasztottak növéterét gyorsan és elégséges mértékben kell bővíteni. A méretes lemezipari rönk termelésére az ilyen és hasonló elegyes faállományokban csak megfelelő koronájú és növéterű fákkal van lehetőség. A növéter bővítés után az alsó szint fái árnyalják a talajt és a törzset egyaránt (Béky, 1982, 1983).

Az előbbieken ismertetettek után ismételten hangsúlyozni kell, hogy a kísérletek igazolt eredményeit csakis a faállomány felvételek adataiból levonható következtetések jelenthetik. Ezek a kísérletek terveink szerint a faállomány véghasználatáig tartanak. egy mód nyílik majd az egész vágásforduló változásainak a nyomon követésére. Jelenleg elsősorban az elegyarány változási, a fatermesi és faállomány szerkezeti következtetéseket adjuk közre.

Az első számszerű következtetésekre az 1/1–1/8. táblázatok adatsorai nyújtanak lehetőséget. Ezek a következők:

- A természetes úton keletkezett faállomány összetétele és szerkezete nem csak az erdőrésztletek egész területén, hanem az 1 ha-os kísérleti területek 4 parcellája között is heterogén képet mutatott a kísérlet megkezdésekor és 25 év múltán is. Többek között ez igazolja azt a megállapítást, amely szerint az elegyes erdők kezelése, nevelése sablonosan soha nem végezhető. A különböző csoportok kiinduló állapota szerint, kis területenként kell a kívánt elegyarányt létrehozni és fenntartani.
- Az elegyes faállomány fajgazdagságán túl magas törzsszámmal érte el a 25 éves korát (8–16 ezer db/ha). Ez lehetővé tette azt, hogy a következő 25 év folyamán viszonylat extenzív erdőnevelési beavatkozások után az adott termőhelynek megfelelő produktív és stabil faállomány, gazdag élővilágú erdő alakuljon ki (Solymos, 1994).
- A 100 éves vágáskorúra tervezett faállomány döntő életszakaszára esett a kísérleti időszak. A fiatalos 25 éves koráig emberi beavatkozás nem történt annak gyenge minősége és rontottnak tűnő jellege miatt. A 25–50 éves kor között a különböző gyéritések (alsó, felső, kombinált) során végzett törzsszámsökkentés mértéke és a kezeletlen (kontroll) parcellák természetes úton való törzszám csökkenése között nem jött létre arányait tekintve szignifikáns különbség. A kontroll parcellákon a fényigényes fajok törzsszáma a felső szintben erőteljesebben csökkent az árnyattűrőkénél, ami várható volt.
- Az 50 éves korban felvett élőfákészlet átlagnövedéke 4–7 m<sup>3</sup>/ha között változott. A 25–32 éves kor folyamán az első belenyúlások erélye és a részben mutatózó "fapusztulás" miatt több parcella fakészlete nem volt képes elérni a kiinduló térfogatot. A rendkívül erőteljes természetes kiválasztódás (mortalitás) miatt egyes kontroll parcellák törzsszáma 7 vegetációs időszak alatt felére vagy harmadára csökkent. A következő 18 év folyamán a növekedés erőteljesebbé, a törzszám csökkenés mérsékeltebbé vált.

- A folyónövedék az elegyben szereplő fafajok esetében általában 30–50 éves kor között tetőzik. Ezt igazolták az egyes parcellák adatai is. A 9–12 m<sup>3</sup>/ha-os folyónövedék ezen a termőhelyen elfogadható. Várható, hogy a következő időszakban lassan csökkenni fog. Ugyanakkor emelkedik a folyónövedék értéke a vastagsági faméreték és a minőség javulása miatt (Béky, 1981).
- A 25 éves korban rontottnak tűnő faállomány a beavatkozások hatására 50 éves korra olyan javulást mutatott, hogy azok a kedvező ökológiai hatásán túlmenően a vágáskorra már a lemezipari és a fűrészrönk termelés célként is kitűzhető. Itt érdemes megjegyezni, hogy 1968-ban a kísérleteket létesítő kutató úgy vette át a területet, mint olyan faállományt, amellyel bármit tervezhet, mert ennél rosszabb már a vegyszeres beavatkozás után sem lehet (Solymos, 1993).
- A 7. számú kísérleti terület parcelláin 1975-ben végzett, különböző mértékű törzsszámcsökkentés után a lábön maradó 1000; 1500; 2000 db/ha törzs 15–25%-a pusztult el 1992-ig. A növekedési különbségek az átmérőben jelentkeztek és a belenyúlás mértékével arányosan csökkentek. Ezeket a parcellákat megközelítően elegyetlen tölgyeseknek lehet tekinteni. Törzsszámuk és fakészletük kisebb az elegyeseknél.

Az elegyarány változását kísérleti területenként és ezeken belül parcellánként vizsgáltuk. Külön értékeltük a kontroll parcellákat. A három egymást követő felvétel adatait a 2/1–2/4. táblázatokban foglaltuk össze, amelyekből a következő fontosabb megállapításokra jutottunk:

- A kocsánytalan tölgy elegyaránya általában csökken, a 2. és 3. felvétel között még akkor is, ha az első nevelővágással a tölgyek kedvezőhelyzetbe kerültek.
- A kocsánytalan tölgy elegyarányának csökkenése ott a legnagyobb, ahol a bükk (1. parcella) és a magas kőris (8. parcella) elegyaránya jelentős.
- A 3. parcellában volt induláskor a legkisebb a tölgy elegyarány, ami azonban itt nőtt leginkább az első beavatkozás után, mert a gyérítések során az egyéb fafajok arányának erőteljesebb csökkentésére került sor.  
A 2. és a 3. felvétel között viszont csökkent a tölgy elegyaránya, és nőtt az egyéb fafajoké. Az elegyarány változtatására parcellánként külön modellt alakítottunk ki.
- A tölgyek számának csökkenésekor figyelembe kell venni a tölgypusztulás hatását is, amely ezen a vidéken 15% körüli volt.
- A bükk – kihasználva árnytűrő voltát és egyre fokozódó növekedését – növelte elegyarányát (1., 2. parcella).
- A gyertyán árnytűrő képessége miatt törzsszám tekintetében növelte elegyarányát. Fatérfogat szerinti aránya a lassúbb növekedése miatt mindenütt jelentősen csökkent. Ebben a korban a gyertyán már nem veszélyes a 20–25 éves kora után gyorsabban növő kocsánytalan tölgyre sem. Fokozatosan lemarad és betölti talajárnyaló, törzsvédő és a fő fafajok törzsének feltisztulását segítő szerepét (Béky, 1983).
- A kísérleti terület egyéb fafajai: madárcseresznye, kislevelű hárs, magakőris gyorsabban növekedésűek a tölgnél és sok esetben a büknél is. A 3, 4, 5 területen a túlzott térfoglalásuk miatt a madárcseresznye kivételével erőteljesebb

volt a visszaszorításuk. Vitalitásuknak köszönhetően arányuk mégis növekedett.

- A kontroll parcellák "mini erdőrezervátumokként" is felfoghatók. A bennük végbemenő változások a természeti törvények következményei. Fontosabb adataik a 2/3–2/4. táblázatokban találhatóak. Ezek szerint a vizsgált 25 év folyamán (1968–1993) a törzsszám természetes úton a kiindulónak (100%) a 16–25%-ára csökkent. A tölgyek aránya erőteljesebben, az árnyattűrőké mérsékeltebben változott. A fatérfgogat változás a negyedszázad alatt 200–370% közötti volt. Amíg az összes törzsszámon belül a tölgyek aránya általában csökkent (2/4. táblázat), addig térfogatarányuk a különböző területeken pozitív és negatív irányban egyaránt változott.

A felsorolt eredményeken túlmenően egyéb, kisebb-nagyobb jelentőségű következtetés is levonható még a közölt táblázatok adataiból. Ezeket azonban célszerű a következő időszakban tovább elemezni és megbízhatóságuk növekedése után közreadni.

Az OTKA támogatásával az elegyes faállományokban folyó fatermési és faállomány szerkezeti kutatások 1992 óta országos hálózat kiépítésével bővülnek. A bemutatott 32 parcellás kísérleti sor rendkívüli változatossága is igazolja, hogy bonyolult problémák megoldására és olyan kérdések megválaszolására kell felkészülni, amelyek sokoldalú összefüggések ismeretét igénylik. Természetes, hogy ezek szerint sem lehetett teljes a témakör feltárása a jelen tanulmányban. Az országosan 25–35 éve kezdett hosszúlejárátú kísérleteket folytatni kell. Az elegyes faállományok kutatásában várható eredmények minden bizonnyal kedvező belépőjegyként szolgálnak majd az EU keretében támogatott kutatásokhoz való csatlakozáshoz is (Solymos, 1995).

1/1. táblázat. Gyéritési kísérlet elegyes kocsánytalan tölgy állományban  
Állományszerkezeti és fatermési adatok

Dömös 22 A

Kor: 1968-ban 20 éves

1 ha-on

Parc. sz.	Felvétel ideje	Átmérő (cm)					Magasság (m)					Törzsszám (db)					Fatérfogat (m <sup>3</sup> )					Gyérités jellege
		KTT	B	GY	Egyéb	Össz.	KTT	B	GY	Egyéb	Össz.	KTT	B	GY	Egyéb	Össz.	KTT	B	GY	Egyéb	Össz.	
1.1	1968	6,5	7,2	7,2	7,1	6,9	7,6	7,4	7,0	7,6	7,8	215	3194	763	1450	7563	40	71	18	32	162	Kombinált
	1975	11,0	10,3	8,2	11,7	10,6	10,8	10,4	9,2	11,1	10,6	550	1606	126	462	2744	36	90	4	33	163	
	1993	18,7	17,7	12,9	23,1	18,9	17,5	17,7	16,0	18,9	18,0	219	775	56	269	1319	62	197	6	118	383	
1.2	1968	6,2	8,3	7,1	8,1	7,2	7,0	8,2	7,5	7,3	7,7	397	2219	1113	1050	8357	75	70	29	29	203	Felső
	1975	10,3	11,4	8,3	10,9	9,9	10,5	10,8	9,4	10,7	10,3	906	200	1075	894	3075	52	14	34	51	150	
	1993	18,1	16,8	12,3	18,3	16,2	16,4	17,2	14,6	17,2	16,6	356	169	588	575	1688	91	38	55	147	331	
1.3	1968	6,5	7,4	6,8	8,3	7,3	6,9	7,6	7,2	7,6	7,2	216	937	1831	2044	6975	39	22	38	62	161	Kontroll
	1975	10,0	11,2	8,7	11,3	10,3	10,6	11,1	9,9	11,1	10,7	117	919	438	231	2763	62	63	16	15	155	
	1993	17,0	17,7	11,3	21,4	17,0	16,7	17,5	14,6	18,3	17,2	469	738	319	188	1714	106	186	25	69	386	
1.4	1968	6,4	7,0	7,1	8,6	7,3	7,6	7,7	7,2	7,7	8,1	178	1569	775	1500	5625	35	32	14	50	131	Alsó
	1975	9,7	9,1	8,5	11,4	9,8	10,2	10,0	9,6	11,0	10,3	838	1213	431	889	3351	42	51	15	56	164	
	1993	16,0	15,8	12,3	18,8	16,6	16,5	16,7	15,3	17,8	17,3	300	663	213	681	1857	59	127	21	188	395	
Aritm. átlag:	1968	6,4	7,5	7,1	8,0	7,2	7,3	7,7	7,2	11,0	7,7	251	1980	1121	1511	7130	47	49	25	43	164	
	1975	10,3	10,5	8,4	11,3	10,2	10,5	10,6	9,5	11,0	10,5	867	985	518	614	2983	48	55	17	39	158	
	1993	17,5	17,0	12,2	20,4	17,1	16,8	17,3	15,1	18,1	17,3	336	586	294	428	1644	79	137	27	131	374	

1/2. táblázat. Gyérítési kísérlet elegyes kocsánytalan tölgy állományban  
Állományszerkezeti és fatermési adatok

Dömös 22 A

Kor: 1968-ban 20 éves

1 ha-on

Parc. sz.	Felvétel ideje	Átmérő (cm)					Magasság (m)					Törzszám (db)					Fatérfogat (m <sup>3</sup> )					Gyérítés jellege
		KTT	B	GY	Egyéb	Össz.	KTT	B	GY	Egyéb	Össz.	KTT	B	GY	Egyéb	Össz.	KTT	B	GY	Egyéb	Össz.	
2.1	1968	4,7	6,0	6,3	9,2	4,9	5,4	5,7	6,5	5,6	7444	738	163	56	8401	63	10	2	2	77	Felső	
	1975	9,0	10,8	6,3	11,4	9,3	8,5	9,2	7,0	9,4	8,6	2294	287	38	81	2700	89	16	1	5		110
	1993	16,4	16,7	12,2	20,6	16,4	14,6	15,3	14,2	15,8	14,7	1075	263	81	38	1457	203	53	7	11		274
2.2	1968	4,6	5,0	4,4	5,6	4,6	5,5	5,3	5,0	5,5	5307	1806	2056	75	9244	42	16	15	1	73	Alsó	
	1975	7,9	8,5	7,0	-	7,9	7,8	8,1	7,4	-	7,8	2358	694	825	-	3875	71	23	17	-		111
	1993	15,0	15,7	12,5	-	14,8	13,8	14,4	13,0	-	13,9	1088	519	363	-	1970	166	87	32	-		285
2.3	1968	3,9	5,2	4,0	4,5	4,0	4,5	5,1	4,6	4,8	4,5	7944	150	744	200	29199	46	1	5	1	54	Kontroll
	1975	7,5	9,3	7,2	7,2	7,5	7,0	7,6	6,9	6,9	7,0	2569	25	269	56	17252	66	1	5	1	73	
	1993	14,6	13,0	9,8	14,5	13,6	12,8	12,5	11,4	12,8	12,8	1219	50	400	56	1725	168	5	20	7	200	
2.4	1968	4,7	5,2	5,9	8,0	4,8	5,4	5,6	5,9	6,5	5,5	10619	206	138	63	11028	89	2	1	1	94	Kombinált
	1975	8,4	9,7	6,0	4,0	8,5	7,8	8,4	6,6	5,6	7,9	3275	94	19	6	3394	107	4	-	-	113	
	1993	15,2	18,1	12,3	13,7	15,2	13,6	14,8	12,6	13,0	13,7	1481	56	38	50	1625	228	13	3	6	250	
Aritm. átlag:	1968	4,5	5,3	5,1	6,8	4,6	5,2	5,5	5,3	5,8	5,3	7829	725	775	98	9427	60	7	6	1	74	
	1975	8,2	9,6	6,6	7,5	8,3	7,8	8,3	7,0	7,3	7,8	2624	275	288	36	3222	84	11	6	2	102	
	1993	15,3	15,9	11,7	16,3	15,0	13,7	14,3	12,8	13,9	13,8	1216	222	221	36	1694	191	40	15	6	252	

1/3. táblázat. Gyérítési kísérlet elegyes kocsánytalan tölgy állományban  
Állományszerkezeti és fatermési adatok

Dömös 21 A

Kor: 1968-ban 24 éves

1 ha-on

Parc. sz.	Felvétel ideje	Átmérő (cm)					Magasság (m)					Törzsszám (db)					Fatérfogat (m <sup>3</sup> )					Gyérítés jellege
		KTT	B	GY	Egyéb	Össz.	KTT	B	GY	Egyéb	Össz.	KTT	B	GY	Egyéb	Össz.	KTT	B	GY	Egyéb	Össz.	
3.1	1968	6,0	-	5,3	5,2	5,5	6,7	-	6,2	5,9	6,4	4606	-	5463	6094	16163	70	-	65	66	202	Felső
	1975	11,2	-	9,3	9,3	9,9	11,1	-	9,2	9,7	10,2	1243	-	1144	525	2912	87	-	41	22	150	
	1993	18,1	-	12,3	19,0	15,8	16,4	-	15,1	17,0	16,2	694	-	800	369	1863	176	-	77	90	343	
3.2	1968	5,5	-	5,5	4,7	5,1	6,9	-	6,3	5,6	6,7	3725	-	4400	6788	14913	45	-	57	60	162	Alsó
	1975	11,6	-	9,4	10,2	10,6	10,9	-	9,6	10,1	10,4	1200	-	1056	356	2612	90	-	45	18	153	
	1993	17,5	-	14,1	19,6	16,9	16,3	-	15,3	17,0	16,3	506	-	700	494	1700	120	-	90	144	354	
3.3	1968	5,9	-	5,7	4,5	5,4	6,9	-	6,3	5,6	6,7	6000	-	2825	4644	13496	86	-	39	38	162	Kombinált
	1975	11,6	-	9,5	9,7	11,0	11,6	-	10,4	10,5	11,3	1538	-	469	175	2182	118	-	21	8	147	
	1993	17,9	-	13,2	17,1	16,8	16,4	-	15,9	16,4	16,3	925	-	388	269	1582	231	-	45	57	333	
3.4	1968	6,5	5,5	6,3	6,4	6,4	6,9	6,4	6,6	6,6	6,9	2825	156	2931	3700	9612	51	2	51	51	155	Kontroll
	1975	11,9	5,7	8,4	10,8	10,4	10,6	5,9	8,2	9,9	9,7	1232	106	981	531	2850	100	1	31	31	163	
	1993	18,2	12,1	13,7	20,9	17,1	16,2	15,3	15,1	17,3	16,3	606	81	588	344	1619	154	9	71	116	350	
Aritm. átlag:	1968	6,0	5,5	5,7	5,2	5,6	6,9	6,4	6,4	5,9	6,7	4289	39	3905	5307	13546	63	-	53	54	170	
	1975	11,6	5,7	9,2	10,0	10,5	11,1	5,9	9,4	10,1	10,4	1303	27	913	397	2639	99	-	34	20	153	
	1993	17,9	12,1	13,3	18,9	16,7	16,3	15,3	15,4	16,9	16,3	683	20	619	369	1691	170	2	71	102	345	

1/4. táblázat. Gyérítési kísérlet elegyes kocsánytalan tölgy állományban  
Állományszerkezeti és fatermési adatok

Dömös 21 A

Kor: 1968-ban 24 éves

1 ha-on

Parc. sz.	Felvétel ideje	Átmérő (cm)					Magasság (m)					Törzszám (db)					Fatérfogat (m <sup>3</sup> )					Gyérítés jellege
		KTT	B	GY	Egyéb	Össz.	KTT	B	GY	Egyéb	Össz.	KTT	B	GY	Egyéb	Össz.	KTT	B	GY	Egyéb	Össz.	
4.1	1968	5,4	4,8	4,9	5,3	5,2	6,1	5,7	6,0	5,8	6,0	6613	69	2406	1725	10813	78	1	24	19	122	Kontroll
	1975	9,6	-	6,8	9,1	8,9	10,7	-	8,8	10,4	10,4	2162	-	913	358	3431	411	-	20	15	145	
	1993	16,3	9,3	11,3	16,4	15,2	15,7	12,3	14,0	16,2	15,5	1188	13	444	250	1895	235	1	34	48	319	
4.2	1968	4,7	6,0	5,3	3,9	4,7	6,0	6,8	6,2	5,4	6,1	13731	44	769	1163	15707	122	1	9	7	139	Kombinált
	1975	9,2	-	9,4	8,8	9,2	10,5	-	10,6	10,3	10,4	3169	-	125	37	3331	143	-	6	1	150	
	1993	16,0	-	14,9	15,6	15,9	15,6	-	15,5	15,6	15,6	1488	-	88	200	1776	282	-	13	34	329	
4.3	1968	5,3	4,3	4,8	3,6	5,0	6,3	5,6	5,7	4,9	6,0	8775	44	738	1819	11378	104	-	7	9	121	Alsó
	1975	9,3	9,4	98,6	7,7	9,1	9,6	9,7	9,2	8,5	9,6	2794	12	119	200	3125	128	-	4	5	137	
	1993	16,2	-	13,4	15,4	15,9	15,4	-	14,3	15,4	15,3	1181	-	106	250	1537	228	-	12	41	281	
4.4	1968	5,1	8,0	4,5	4,0	4,7	6,0	8,0	5,7	5,2	5,8	8325	6	4044	2331	14706	89	-	36	19	144	Felső
	1975	10,4	-	6,9	7,5	9,1	10,3	-	7,5	8,0	9,2	1875	-	1048	394	3317	111	-	22	10	143	
	1993	17,0	-	12,2	17,7	16,0	16,0	-	14,7	16,6	15,9	913	-	406	194	1513	201	-	38	44	283	
Aritm. átlag:	1968	5,1	5,8	4,9	4,2	4,9	6,1	6,5	5,9	5,3	6,0	9361	41	1989	1760	13151	98	-	19	14	131	
	1975	9,6	9,4	7,9	8,2	9,1	10,3	9,7	9,0	9,3	9,9	2500	3	551	247	3301	123	-	13	8	144	
	1993	16,4	9,3	13,0	16,3	15,8	15,7	12,3	14,6	16,0	15,6	1193	3	261	224	1680	237	-	24	42	303	

**1/5. táblázat.** Gyéritési kísérlet elegyes kocsánytalan tölgy állományban  
Állományszerkezeti és fatermési adatok

Dömös 21 A

Kor: 1968-ban 24 éves

1 ha-on

Parc. sz.	Felvétel ideje	Átmérő (cm)					Magasság (m)					Törzsszám (db)					Fatérfogat (m <sup>3</sup> )					Gyérités jellege
		KTT	B	GY	Egyéb	Össz.	KTT	B	GY	Egyéb	Össz.	KTT	B	GY	Egyéb	Össz.	KTT	B	GY	Egyéb	Össz.	
5.1	1968	5,7	-	5,0	3,5	5,3	6,5	-	6,0	4,3	6,3	5938	-	756	1500	8194	80	-	8	7	96	Kontroll
	1975	10,2	-	7,6	9,0	9,7	10,3	-	9,0	9,7	10,1	1988	-	481	31	2500	11	-	13	1	125	
	1993	17,3	-	12,3	19,0	16,8	16,1	-	14,3	16,7	16,0	869	-	319	350	1538	199	-	29	94	322	
5.2	1968	4,7	-	4,5	5,1	4,7	5,8	-	5,7	6,1	5,7	10813	-	156	438	11407	97	-	1	5	103	Felső
	1975	8,8	-	7,5	14,0	8,8	9,9	-	9,0	12,0	9,9	2825	-	87	25	2937	115	-	2	3	120	
	1993	15,8	-	11,8	19,8	16,0	15,5	-	14,2	17,0	15,6	1375	-	56	100	1531	253	-	5	30	280	
5.3	1968	4,8	2,1	3,1	1,3	4,8	6,0	4,1	3,8	2,4	6,0	10919	13	81	550	11563	105	-	-	4	109	Kombinált
	1975	9,5	-	7,1	14,6	9,5	10,5	-	9,1	12,1	10,5	3338	-	13	19	3370	161	-	-	2	163	
	1993	15,7	-	9,0	20,2	15,8	15,4	-	11,7	16,9	15,4	1513	-	19	38	1570	274	-	1	11	286	
5.4	1968	5,1	2,4	4,9	3,8	5,0	6,7	4,3	5,8	5,3	6,6	9550	19	406	988	10963	107	1	4	6	117	Alsó
	1975	10,0	-	9,2	10,0	9,9	10,5	-	10,2	10,5	10,5	2300	-	169	31	2500	127	-	7	1	135	
	1993	18,1	-	14,9	22,6	18,3	16,4	-	15,8	17,6	16,5	963	-	113	113	1189	247	-	17	45	309	
Aritm. átlag:	1968	5,1	-	4,4	3,4	5,0	6,3	4,2	5,3	4,5	6,2	9305	8	350	869	10532	97	-	3	5	106	
	1975	9,6	2,3	7,9	11,9	9,5	10,3	-	9,3	11,1	10,3	2613	-	188	27	2827	128	-	5	2	136	
	1993	16,7	-	12,0	20,4	16,7	15,9	-	14,0	17,1	15,9	1180	-	127	150	1457	243	-	13	45	301	

1/6. táblázat. Gyéritési kísérlet elegyes kocsánytalan tölgy állományban  
Állományszerkezeti és fatermési adatok

Dömös 21 A

Kor: 1968-ban 24 éves

1 ha-on

Parc. sz.	Felvétel ideje	Átmérő (cm)					Magasság (m)					Törzsszám (db)					Fatérfogat (m <sup>3</sup> )					Gyérités jellege
		KTT	B	GY	Egyéb	Össz.	KTT	B	GY	Egyéb	Össz.	KTT	B	GY	Egyéb	Össz.	KTT	B	GY	Egyéb	Össz.	
6.1	1968	4,4	2,0	4,5	5,6	4,4	5,4	3,3	4,8	5,4	5,4	13125	6	156	258	13543	99	-	1	3	104	Alsó
	1975	8,4	-	7,4	11,7	8,4	8,7	-	8,1	10,4	7,2	3925	-	31	62	4018	136	-	1	4	141	
	1993	14,7	-	14,1	21,9	15,1	13,9	-	13,5	15,9	14,1	1538	-	25	75	1638	225	-	3	26	254	
6.2	1968	5,3	6,7	5,6	5,3	5,3	6,2	7,0	5,8	5,6	6,2	8188	125	200	488	9001	94	2	3	5	104	Kontroll
	1975	9,7	8,4	10,1	9,4	9,7	10,3	9,6	10,4	10,2	10,3	2531	62	175	88	2856	127	2	9	4	142	
	1993	16,6	12,3	15,2	17,9	16,4	15,1	13,6	15,0	18,1	15,2	1088	88	100	175	1451	217	9	15	41	282	
6.3	1968	5,0	-	4,5	5,5	5,0	5,9	-	5,3	5,9	5,9	11038	-	194	238	11470	108	-	2	3	113	Kombinált
	1975	9,3	-	7,4	9,5	9,3	9,7	-	8,7	9,8	9,7	3262	-	62	75	3399	146	-	2	3	151	
	1993	15,9	-	12,4	20,8	16,0	14,9	-	13,5	17,3	15,0	1469	-	331	44	1544	267	-	3	15	285	
6.4	1968	4,6	-	5,6	5,7	4,6	5,8	-	5,8	5,8	5,9	11931	-	50	319	12300	99	-	1	4	104	Felső
	1975	9,3	-	5,1	10,9	9,3	10,0	-	6,9	10,5	10,0	2919	-	13	50	2982	131	-	-	3	133	
	1993	16,2	-	6,7	17,8	16,0	14,9	-	10,1	16,1	15,0	1375	-	38	38	1451	259	-	1	9	269	
Aritm. átlag:	1968	4,8	4,4	5,1	5,5	4,8	5,8	5,2	5,4	5,7	5,9	1107	33	150	325	11579	100	1	2	4	106	
	1975	9,2	8,4	7,5	10,4	9,2	9,7	9,6	8,5	10,2	9,3	3159	16	70	69	3314	135	1	3	4	142	
	1993	15,9	12,3	12,1	19,6	15,9	14,7	13,6	13,0	16,4	14,8	1368	22	48	83	1521	242	2	6	23	273	

*1/7. táblázat. Gyéritési kísérlet elegyes kocsánytalan tölgy állományban  
Állományszerkezeti és fatermési adatok*

Dömös 21 A

Kor: 1968-ban 24 éves

1 ha-on

Parc. sz.	Felvétel ideje	Átmérő (cm)					Magasság (m)					Törzsszám (db)					Fatérfogat (m <sup>3</sup> )					Gyérités jellege
		KTT	B	GY	Egyéb	Össz.	KTT	B	GY	Egyéb	Össz.	KTT	B	GY	Egyéb	Össz.	KTT	B	GY	Egyéb	Össz.	
7.1	1968	6,0	8,0	5,7	5,5	5,9	6,8	7,9	6,3	6,2	6,6	7500	25	2044	1100	10669	111	1	28	14	154	1000 db/ha
	1975	10,4	10,8	9,1	9,6	10,1	10,4	10,5	9,8	10,0	10,2	2169	13	525	94	2801	126	1	20	5	152	
	1993	19,7	-	18,6	23,1	19,9	16,4	-	15,9	17,5	16,5	731	-	75	69	875	221	-	17	29	267	
7.2	1968	4,9	6,5	5,2	4,4	4,9	5,7	6,8	6,0	5,2	5,7	16275	19	656	406	17356	155	-	7	3	166	Üzemi Kontroll
	1975	8,4	7,6	9,3	11,5	8,5	9,2	8,7	9,7	10,6	9,3	3494	12	162	25	3693	128	-	6	2	137	
	1993	14,9	13,1	13,6	19,4	14,9	14,8	13,7	14,6	16,3	14,9	1513	6	138	38	1695	238	1	16	10	265	
7.3	1968	4,9	7,4	4,8	4,6	4,9	6,0	7,2	5,6	5,4	5,7	12569	88	1475	906	15038	121	2	13	8	144	Üzemi 1500 db/ha
	1975	8,2	10,1	8,1	10,3	8,3	9,9	10,7	9,8	10,8	9,9	2831	69	200	81	3131	101	4	6	5	116	
	1993	17,0	20,7	17,2	18,1	17,1	15,0	15,9	15,4	15,3	15,2	1056	38	56	25	1175	219	12	11	6	248	
7.4	1968	4,8	4,3	4,8	5,2	4,8	5,9	5,3	5,6	5,8	5,8	11175	44	881	269	12369	98	-	8	3	110	Üzemi 2000 db/ha
	1975	8,3	10,4	7,6	11,6	8,3	10,0	11,0	9,6	11,5	10,0	3276	31	263	63	3633	119	2	7	4	133	
	1993	15,6	20,0	15,4	20,3	15,8	14,3	15,3	14,1	15,4	14,4	1281	13	100	50	1444	217	4	14	14	249	
Aritm. átlag:	1968	5,2	6,6	5,1	4,9	5,1	6,1	6,8	5,9	5,7	6,0	11880	44	1264	670	13858	121	1	14	7	144	
	1975	8,8	9,7	8,5	10,8	8,8	9,9	10,2	9,7	10,7	9,9	2942	31	288	66	3327	119	2	10	4	134	
	1993	16,8	17,9	16,2	20,2	16,9	15,1	15,0	15,0	16,1	15,3	1145	14	92	45	1297	224	4	14	15	257	

*1/8. táblázat. Gyéritési kísérlet elegyes kocsánytalan tölgy állományban  
Állományszerkezeti és fatermési adatok*

Dömös 22 A

Kor: 1968-ban 20 éves

1 ha-on

Parc. sz.	Felvétel ideje	Átmérő (cm)					Magasság (m)					Törzsszám (db)					Fatérfogat (m <sup>3</sup> )					Gyérités jellege
		KTT	B	GY	Egyéb	Össz.	KTT	B	GY	Egyéb	Össz.	KTT	B	GY	Egyéb	Össz.	KTT	B	GY	Egyéb	Össz.	
8,2	1968	5,8	5,2	5,1	5,8	5,6	6,7	6,5	6,0	6,4	6,6	5144	1250	2913	2506	11813	70	14	31	36	151	Alsó
	1975	9,8	8,6	6,9	8,9	8,7	10,2	9,5	8,3	9,7	9,6	1462	450	1144	887	3943	76	17	24	34	150	
	1993	16,5	14,3	10,9	19,5	15,3	15,3	14,9	13,1	16,8	15,3	788	288	638	344	2058	156	41	43	99	339	
8,2	1968	5,1	6,2	4,2	4,4	5,0	6,2	7,0	5,5	5,7	6,2	11906	419	663	1731	14719	121	7	5	13	145	Kombinált
	1975	9,0	10,0	7,1	11,1	9,1	10,6	11,0	9,2	11,3	10,1	2531	137	94	100	2862	109	7	2	6	125	
	1993	16,0	17,4	11,2	18,3	16,0	14,8	15,3	13,3	16,8	14,9	1231	69	81	94	1475	225	15	6	24	270	
8,3	1968	4,9	5,2	4,9	4,2	4,8	5,8	5,9	5,7	5,2	5,8	12763	175	2788	1838	17564	115	2	28	12	157	Felső
	1975	8,7	7,7	7,2	7,8	8,4	9,5	8,8	8,4	8,8	9,3	2431	31	519	200	3181	93	1	12	6	111	
	1993	15,8	12,9	8,6	13,8	13,4	14,2	13,7	12,0	14,8	13,9	1156	38	763	169	2126	199	4	30	22	255	
8,4	1968	5,0	5,6	4,9	4,9	5,0	6,1	6,4	5,6	5,7	6,1	5338	75	3600	4863	13876	53	1	36	44	134	Kontroll
	1975	8,1	9,3	7,4	7,4	7,7	9,2	9,9	8,8	8,8	9,0	1406	25	1206	1237	3874	47	1	30	31	108	
	1993	14,6	12,3	9,7	15,6	13,2	13,5	12,3	11,3	14,5	13,4	581	25	1013	863	2482	81	2	48	139	270	
Aritm. átlag:	1968	5,2	5,6	4,8	4,8	5,1	6,2	6,5	5,7	5,8	6,2	8788	480	2491	2735	14493	90	6	25	26	147	
	1975	8,9	8,9	7,2	8,8	8,5	9,9	9,8	8,7	9,7	9,5	1958	161	741	606	3466	81	7	17	19	124	
	1993	15,7	14,2	10,1	16,8	14,5	14,5	14,1	12,4	15,7	14,4	939	105	624	367	2035	165	16	32	71	284	

2/1. táblázat. Fafajon belüli törzsszám és fatérfogat változás az idő függvényében

Dömös 21 A; 22 A

Parc. száma	Felvétel ideje	Törzsszám (%)					Fatérfogat (%)				
		KTT	B	GY	Egyéb	Össz.	KTT	B	GY	Egyéb	Össz.
1	1968	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	1975	34	50	46	41	42	102	112	68	91	96
	1993	13	29	26	28	23	168	280	108	305	228
2	1968	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	1975	34	38	37	37	34	140	157	100	200	138
	1993	16	31	29	37	18	318	571	250	600	341
3	1968	100	-	100	100	100	100	-	100	100	100
	1975	30	-	23	7	19	157	-	64	37	90
	1993	16	-	16	7	12	270	-	134	189	203
4	1968	100	-	100	100	100	100	-	100	100	100
	1975	27	-	28	14	25	126	-	68	57	110
	1993	13	-	13	13	13	242	-	126	300	231
5	1968	100	-	100	-	100	100	-	-	-	100
	1975	28	-	54	-	27	132	-	-	-	128
	1993	13	-	36	-	14	250	-	-	-	284
6	1968	100	-	100	100	100	100	-	-	-	100
	1975	29	-	47	21	29	135	-	-	-	134
	1993	12	-	32	25	13	242	-	-	-	257
7	1968	100	-	100	100	100	100	-	100	100	100
	1975	25	-	23	10	24	98	-	71	57	93
	1993	10	-	7	7	9	185	-	100	214	178
8	1968	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	1975	22	34	30	22	24	90	117	68	73	84
	1993	11	22	25	13	14	183	267	128	273	193

2/2. táblázat. Fafajok törzsszám és fatérfogat arányának változása az idő függvényében

Dömös 21 A; 22 A

Parc. száma	Felvétel ideje	Törzsszám (%)					Fatérfogat (%)				
		KTT	B	GY	Egyéb	Össz.	KTT	B	GY	Egyéb	Össz.
1	1968	35	28	16	21	100	29	30	15	26	100
	1975	29	33	17	21	100	30	35	11	24	100
	1993	20	36	18	26	100	21	37	7	35	100
2	1968	83	8	8	1	100	81	10	8	1	100
	1975	81	9	9	1	100	82	10	6	2	100
	1993	72	13	13	2	100	76	16	6	2	100
3	1968	32	-	29	39	100	37	-	31	32	100
	1975	49	1	35	15	100	65	-	22	13	100
	1993	40	1	37	22	100	49	1	20	30	100
4	1968	71	-	15	14	100	75	-	14	8	100
	1975	76	-	17	7	100	85	-	9	6	100
	1993	71	-	16	13	100	78	-	8	14	100
5	1968	89	-	3	8	100	92	-	3	5	100
	1975	92	-	7	1	100	94	-	4	2	100
	1993	81	-	9	10	100	81	-	4	15	100
6	1968	96	-	1	3	100	94	1	2	3	100
	1975	96	-	2	2	100	95	-	2	3	100
	1993	90	1	3	6	100	89	1	2	8	100
7	1968	86	-	9	5	100	84	1	10	5	100
	1975	89	-	9	2	100	89	1	7	3	100
	1993	88	1	7	74	100	87	2	5	6	100
8	1968	61	3	17	19	100	61	4	17	18	100
	1975	56	5	21	18	100	65	6	14	15	100
	1993	45	5	31	18	100	58	6	11	25	100

**2/3. táblázat.** *Fafajon belüli törzsszám és fatérfogat változás a kontroll parcellákban*

Dömös 21 A; 22 A

Parc. száma	Felvétel ideje	Törzsszám (%)					Fatérfogat (%)				
		KTT	B	GY	Egyéb	Össz.	KTT	B	GY	Egyéb	Össz.
1/3	1968	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	1975	54	98	24	11	40	159	286	42	24	96
	1993	22	79	17	9	25	272	845	66	111	240
2/3	1968	100	-	100	-	100	100	-	100	-	100
	1975	32	-	36	-	32	143	-	100	-	135
	1993	15	-	54	-	19	365	-	400	-	370
3/4	1968	100	-	100	100	100	100	-	100	100	100
	1975	44	-	33	14	30	196	-	61	61	105
	1993	21	-	20	9	17	302	-	139	227	226
4/1	1968	100	-	100	100	100	100	-	100	100	100
	1975	33	-	38	21	32	142	-	83	79	119
	1993	18	-	18	14	18	301	-	142	253	261
5/1	1968	100	-	100	-	100	100	-	-	-	100
	1975	33	-	64	-	31	139	-	-	-	130
	1993	15	-	42	-	19	249	-	-	-	335
6/2	1968	100	-	100	100	100	100	-	-	-	100
	1975	31	-	88	18	32	135	-	-	-	137
	1993	13	-	50	36	16	231	-	-	-	271
7/2	1968	1968-ban gyérítve lett									
	1975										
	1993										
8/4	1968	100	-	100	100	100	100	-	100	100	100
	1975	26	-	34	25	28	89	-	83	70	81
	1993	11	-	28	18	18	153	-	133	316	201

2/4. táblázat. Fajok törzsszám és fatérfogat arányának változása a kontroll parcellákban

Dömös 21 A; 22 A

Parc. száma	Felvétel ideje	Törzsszám (%)					Fatérfogat (%)				
		KTT	B	GY	Egyéb	Össz.	KTT	B	GY	Egyéb	Össz.
1/3	1968	31	14	26	29	100	24	14	24	38	100
	1975	43	33	16	8	100	40	40	10	10	100
	1993	27	43	19	11	100	28	48	6	18	100
2/3	1968	88	2	8	2	100	87	2	9	2	100
	1975	88	1	9	2	100	91	1	7	1	100
	1993	71	3	23	3	100	84	2	10	4	100
3/4	1968	29	2	30	39	100	33	1	33	33	100
	1975	43	4	34	19	100	61	1	19	19	100
	1993	37	5	36	22	100	44	3	20	33	100
4/1	1968	61	1	22	16	100	64	1	20	15	100
	1975	63	-	27	10	100	76	-	14	10	100
	1993	63	1	23	13	100	74	-	11	15	100
5/1	1968	73	-	9	18	100	84	-	9	7	100
	1975	80	-	19	1	100	89	-	10	1	100
	1993	56	-	21	23	100	62	-	9	29	100
6/2	1968	91	1	22	6	100	90	2	3	5	100
	1975	89	2	6	3	100	90	1	6	3	100
	1993	75	6	7	12	100	77	3	5	15	100
7/2	1968 1975 1993	1968-ban gyérítve lett									
8/4	1968	38	-	27	35	100	39	1	27	33	100
	1975	36	1	31	32	100	43	1	28	28	100
	1993	23	1	41	35	100	30	1	18	51	100

## IRODALOMJEGYZÉK

- Béky, A. 1981. Mageredetű kocsánytalan tölgyesek fatermése. *Erdészeti Kutatások*, 74. 1:309–320.
- Béky, A. 1982. Kocsánytalan tölgy erdőnevelési modell. *Agrártudományi Közlemények*, 41. 3–4:614–616.
- Béky, A. 1983. A nevelővágások hatása a faegyedek vastagsági növekedésére. *Erdészeti Kutatások*, 75. 1:173–177.
- Béky, A. (szerk.) 1989. A tölgy termesztése és hasznosítása. Budapest.
- Solymos, R. 1990. Die Entwicklung zu naturnaher Waldwirtschaft in Ungarn. *AFZ*, 14. 7:752–756.
- Solymos, R. 1991. Macaristan' da Ormancili. Ankara. Yesile Cerceve. 5:9–12.
- Solymos, R. 1992. Természetközeli erdőgazdaság Európában és Magyarországon. *WOOD-TECH Szakmai Konferencia kiadványa*, Sopron, 14–19.
- Solymos, R. 1993: Improvement and silviculture of oaks in Hungary. *Annales des Sciences forestieres*, Paris, 50(6):607–617.
- Solymos, R. 1994. Die neue Naturschutzpolitik. *ÖFZ*, Wien, 2:44–46.
- Solymos, R. 1995. Forestry and silviculture of Hungary. *Investigation Agraria*, Madrid, 3:19–29.

1851

1866



## **EZÜSTHÁRS (*Tilia tomentosa* MÖNCH.) FATERMÉSI TÁBLÁZATOK**

**HAJDU GÁBOR**

### **ÖSSZEFOGLALÓ**

A hársak faterméséről az erdészeti kutatás ezideig főképpen Magyar J. (1977–78) és Sopp L. (1979) vizsgálatai alapján szerzett ismereteket. Jelen fatermési vizsgálataink a hársak közül az ezüsthásra összpontosultak. A kísérleti területekre alapozottan és fatermési vizsgálatok alapján újrendszerű ezüsthárs fatermési táblázatok készültek, amelyek az elegendő ezüsthársak jellemző fatermési mutatóit összegzik. A magassági növekedés különbségeire épült I–VI. fatermési osztályok az ezüsthársakra adnak (100% sűrűség mellett) jellemző fatermési adatsorokat. Ezeknek az egyes faállományokra vonatkozó gyakorlati alkalmazhatóságát a körlapviszonyszám segítségével, annak meghatározásával kell figyelembe venni.

**KULCSSZAVAK:** ezüsthárs, fatermési tábla, körlapviszonyszám

### **ABSTRACT**

Up to now yield of lime stands in Hungary was known from the studies of Magyar, J. (1977-78) and Sopp, L. (1979). Recent yield studies have been conducted by focusing especially on Silver lime (*Tilia tomentosa* MÖNCH). New empirical yield tables, modelling the main characteristics of pure Silver lime stands, were constructed using data from long-term experimental plots. The yield tables are based on the differences in the rate of height growth, and give the main yield characteristics by 6 yield (site) classes for fully stocked stands. In practice, the tables should be used considering the girth index of the stands to be estimated.

**KEY WORDS:** Silver lime, *Tilia tomentosa* MÖNCH, yield tables

### **BEVEZETÉS**

A hársak térfoglalását Magyarországon részletesen elemzi az ERTI által összeállított FM kutatási jelentés (*Béky és társai, 1991*). Eszerint (kerekítve) a kislevelű hárs és a nagylevelű hárs 7 870 ha-t, azaz 0,5%-ot, az ezüsthárs 5 880 ha-t, azaz 0,4%-ot foglal el a magyar erdőkből. A hársak összes területe: 43 750 ha, 0,9%. A hársak összes élőfakészlete: 3,0 millió m<sup>3</sup>, az ezüsthársé: 1,4 millió m<sup>3</sup>.

Ezek az adatok jelzik, hogy ha nem is tömeges erdeinkben a hársak és az ezüsthárs térfoglalása, de főleg elegyesen jelentős, ami egyben a fatermésről alkotott kép részletesebb elemzésére is ösztönöz.

Az ezüsthárs (*Tilia tomentosa* Mönch.) vagy régebbi elnevezéssel a magyar hárs hazánkban elsősorban a bükkal és a tölgyek közül főleg a kocsánytalan tölgygel alkot esztétikailag is kiemelkedő értékű állományokat.

A szubmediterrán éghajlati igényű ezüsthárs Dél-Dunántúlon a következő zónális erdőtársulásokban jelentős (Pöcs és Borhidi, 1960; Majer, 1968):

- Dél-Dunántúli-Somogyi bükkösökben (*Vicio orobidi* – *Fagetum Somogyicum*), mint lokális asszociációkban;
- A Mecsekben (kisebb zónára vetítve) a Mecseki bükkös *Helleboro (odora)* – *Fagetum Mecsekense* említendő, mindkettőben „*tilietosum tomentosae*”;
- Dél-Dunántúli gyertyános tölgyes: *Helleboro (dumentorum)* – *Carpinetum praeilliricum*, szűkebb területen *Helleboro (odora)* – *Carpinetum*;
- Dél-Dunántúli ezüsthársas cseres tölgyes: *Quercetum petraeae* – *Cerris*.

Azonális előfordulása még a Mecsekben:

- Mecseki sziklaerdő: *Tilio tomentosae* – *Fraxinetum*
- Mecseki karsztbokorerdő: *Cotino* – *Quercetum pubescentis*, mecsekense.

Fatermési vonatkozásban az ezüsthárs, illetve általában a hársak mélyebbre ható vizsgálatára ezideig csak részlegesen került sor. Magyar J. (1977) szerkesztette meg az első országos hárs dendrometriai mércét, amelyet vizsgálataink során mi is figyelembe vettünk.

Az első fatermési vizsgálati területek felvett és értékelt alapadatait Sopp L. rendelkezésére bocsátottuk, aki ezen és más adatokat felhasználva jelentette meg a hársak összesfa függvényábrás fatömegadatait és az első országos fatermési nomogramokat (Sopp L., 1981). Ezek azonban a nagy vitalitású, viszonylag nagy méretek elérésére képes és értékes ezüsthársról még nem adtak megfelelő pontosságú képet. Ez indokolta, hogy az ERTI-ben elvégeztük az ezüsthárs termőhelyi elemzéssel is kiegészített fatermési vizsgálatát, amelyet a jövőben a többi hárs-faj elemzésére is célszerű lesz kiterjeszteni.

## A VIZSGÁLATOK HELYE, MÓDSZERE

A következő fejezetben ismertetésre kerül fatermési táblázatok a hazai elegyetlen ezüsthárs faállományok fatermésének mennyiségére ad, jellemző fatermési számsorokat.

A fatermési vizsgálatokhoz szükséges alapadatokat 3 forrásból gyűjtöttük be, mégpedig:

- Az állandósított, hosszúlejáratú kísérleti területek (41 db) felvételeiből; Ezeket az ezüsthárs tömeges előfordulásának helyszínére, a Dél-Dunántúlra, azon belül is elsősorban a Zselicre összpontosítottuk. A

parcellák elegyetlen állományokban létesültek. A 41 helyszín összesen 51 adatsort jelent, ugyanis 10 helyszínen a 2. felvételek is megtörténtek.

- ❖ A termőhelyvizsgálati célból ásott mintagödrök körzetében lévő faegyedek (52 db) felvételéből, valamint körlap-mérésekből és döntött mintafák törzselemzéseiből származó adatokból. Összességében így 118 db mérésből származó adatsor állt rendelkezésünkre.
- ❖ Főképpen ellenőrzési célokból felhasználtunk még üzemtervi adatokat is (213 db), elsősorban a szélsőségek elemzése valamint a határgörbék szerkesztésének kontrolja végett.

Ennyi alapadat – az ezüsthárs térfoglalásához viszonyítva – elégségesnek bizonyult a fatermési táblák szerkesztéséhez.

A fatermési alapadatok mérése mellett magassági és nevelési osztályozást is végeztünk. A fatermési vizsgálatok módszereire, az adatok matematikai statisztikai kiértékelésére, feldolgozására az ERTI-ben kialakított metodika (Birck és tsai, 1962) szerint került sor a fatermési adatok magassági és nevelési osztályonkénti szétválasztásával ill. összegzésével.

A fatermési osztályok kialakítása az ERTI-ben egységes elv és módszer alapján egyenlő osztásközzel számítógépes adatfeldolgozással történt. (A feldolgozás igényes munkáját dr. Verbay József végezte el, akinek fáradozását ezúttal is köszönöm, aki egyben az előzőek során említett módszer számítógépes megvalósítója, továbbfejlesztője is volt.)

A szerkesztés során először a kor függvényében a biológiai felsőmagasság szórásmezejéből az ezüsthársasok százalékos növekedésmenetét határoztuk meg. A 100 éves kori felsőmagasságot 100%-nak véve, hat fatermési osztályt alakítottunk ki, amelyek középértékei az I–VI. fatermési osztályokban a következők: 36,5 m; 33,0 m; 29,5 m; 26,0 m; 22,5 m; 19,0 m.

A felsőmagasság ( $H_f$ ) növekedésmenete a kor ( $A$ , év) és a 100 éves kori felsőmagasság ( $H_{f100}$ ) függvényében a következő:

$$H_f = (625,3940068 - 2,033611256 * A - 947,2309739 * \ln A + 565,9291256 * (\ln A)^2 - 161,6842769 * (\ln A)^3 + 23,08389688 * (\ln A)^4 - 1.232709303 * (\ln A)^5) * ((H_{f100})/100)$$

A felsőmagasság ( $H_f$ ) és a főállomány átlagmagasságának ( $H_g$ ) lineáris összefüggéséből voltak meghatározhatók a főállomány magasságának ( $H_g$ ) számsorai:

$$H_g \text{ (főállomány)} = 0,963958 * H_f$$

A mellék- és az egészállomány magasságának növekedésmenetét a felvett alapadatokra építve a  $H_f$  függvényében határoztuk meg:

$$H_g \text{ (mellékállomány)} = -1,83679 + 0,913571 * H_f$$

$$H_g \text{ (egészállomány)} = -1,43929 + 0,963988 * H_f$$

A mellmagassági átmérők felvett adatainak rendszerezése után az egyes fatermési osztályok átmérő-adatait a magassággal való összefüggésben vezettük le. A kor függvényében meghatározott D/H viszonyszám segítségével számolt átmérőket – hasonlóan a többi számításhoz – többszöri ellenőrzés után véglegesítettük.

A főállományra és a mellékállományra vonatkozó D/H viszonyszámot a kor függvényében a következő összefüggések mutatják:

$$D/H \text{ (főállomány)} = 0,793333 + 0,00646667 * A$$

$$D/H \text{ (mellékállomány)} = 0,59 + 0,00663636 * A$$

A fatermési tábla körlap- és fatérfogat-adatainak levezetéséhez szükséges volt a törzsszám (N) és az alakmagasság (H\*F) meghatározása is. A főállomány törzsszámát ( $N_{f\ddot{o}}$ ) a főállomány mellmagassági átmérőjének ( $D_{mf\ddot{o}}$ ) függvényében a következő képlet mutatja:

$$N_{f\ddot{o}} = e (11,3277 - 1,58867 * \ln D_{mf\ddot{o}})$$

A mellékállomány törzsszámát a főállomány 5 évenkénti törzsszámcsökkenésének értékei alapján határozzuk meg, a kísérleti területek faegyedeinek mortalitását is figyelembevevő törzsszámváltozásaiából.

A főállomány alakmagasságát (H\*F), ami a további számításokhoz volt szükséges a főállomány átlagmagasságának ( $H_m$ ) függvényében határoztuk meg:

$$H*F = -9,138789 + 25,089358 * H_m - 68,291917 * \ln H_m + 47,482044 * (\ln H_m)^2 - 44,082685 * (\ln H_m)^3 + 12,128242 * (\ln H_m)^4 - 2,048388 * (\ln H_m)^5$$

Ezen összefüggések segítségével már számíthatók voltak a körlap és a fatérfogat ( $V = G * H * F$ ) értékei is:

$$G_{f\ddot{o}} = \frac{D_g^2 * \pi * N_{f\ddot{o}}}{40000}$$

$$V_{f\ddot{o}} = G_{f\ddot{o}} * H * F$$

$$V_{\text{összes}} = V_{f\ddot{o}} + V_{\text{mellék}}$$

Az összes fatermés átlagnövedéke:

$$Z_{\text{átlag}} = \frac{V_{\text{összes}}}{A}$$

Az összes fatermés folyónövedéke ( $Z_f$ ) nem más, mint az összes fatermés 1 évi növekménye. Mivel fatermési táblánk ötvenként hozza a fatermési adatokat, a folyónövedék a következő képlettel volt számítható:

$$Z_{folyó} = \frac{V_{összesA} - V_{összesA-5}}{5}$$

Az ismertetett rendszer szerint meghatározott fő- és mellékállomány-adatok, valamint ezek összegei (egészállomány) adják az ezüsthárs fatermési táblázat adatsorait, amelyeket az 1–6. táblázatok tartalmaznak.

#### A FATERMÉSI TÁBLÁZAT HASZNÁLATA

A táblázatok használata során célszerű néhány szempontot figyelembe venni.

A felvételek során igyekeztünk a sűrű, nevelővágás előtti állapotot rögzíteni. Így a táblázat adatai 100 %-os záródás és 100 %-os sűrűség mellett adják meg a jellemző fatermési értékeket. Ennél kisebb sűrűség esetén, konkrét állományban a pontosabb adatnyerés céljából célszerű a körlap-viszonyzámmal való módosítást alkalmazni, vagyis:

$$V_{valóságos} = \frac{V_{táblabeli} * G_{valóságos}}{G_{táblabeli}}$$

A táblázatok egységesen a mag-sarj, ill. a vegyes eredetű elegyetlen ezüsthársokra készültek. Indokolta ezt az a tény, hogy az ezüsthársasokban tiszta mag ill. tiszta sarj állományok szinte nem is találhatók. Jól elkülöníthetők az ezüsthárs sarj állományrészek a „csokros” törzs-elhelyezkedés esetén. A sarjcsokrok ilyenkor értelemszerűen mutatják a sarj eredetet.

Az ilyen sarj-csokros hársasok leggyakrabban gyenge termőhelyeken, szakadékos oldalakon állnak, ezekre az ezüsthárs fatermési tábla adatai csak irányadó jellegűek, de a körlap-viszonyszám használatával itt is kellő pontosságú tájékoztató adatokhoz juthatunk. Az esetek zöme azonban nem ilyen. A hárs ill. az egyes ezüsthársas állományok zöme kezelt, nevelővágásokkal érintett erdőrészekben található. Ilyenkor az eredet nehezen állapítható meg, mert az egyidős, vagy közel egyidős, egyedül álló sarj és mag egyedek – 10 éves kor után különösképpen – jelentsen nem különböznek egymástól. Az ezüsthársra is érvényes az a megállapítás, miszerint a sarjegyedek az első években gyorsabban nőnek a mag eredetűeknél, majd ez az előny 20–25 év körül eltűnik.

Egyes faállományok, vagyis a bükkal, tölgyel egyes ezüsthársasok fatermésének meghatározása a fent ismertetettnél bonyolultabb feladat. A jövőben tervezzük az ezüsthárs és más fatermési táblák adatsorainak figyelembevételével az egyes ezüsthársas tölgyes, bükkös faállományok fatermésének meghatározását célzó munkák beindítását is.

## Ezüsthárs fatermési tábla (Hajdu Gábor, 1995)

## I. fatermési osztály

Kor év	H <sub>f</sub> m	Főállomány					Mellékállomány					Egészállomány					Összes fatermés				Kor év
		H <sub>g</sub> m	D <sub>g</sub> cm	N db/ha	G m <sup>2</sup> /ha	V m <sup>3</sup> /ha	H <sub>g</sub> m	D <sub>g</sub> cm	N db/ha	G m <sup>2</sup> /ha	V m <sup>3</sup> /ha	H <sub>g</sub> m	D <sub>g</sub> cm	N db/ha	G m <sup>2</sup> /ha	V m <sup>3</sup> /ha	Előh. m <sup>3</sup> /ha	V m <sup>3</sup> /ha	Z <sub>átlag</sub> m <sup>3</sup> /ha/é	Z <sub>folyó</sub> m <sup>3</sup> /ha/é	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
10	7,2	6,9	6,0	4881	13,6	72	4,7	3,1	5075	3,9	20	5,5	4,7	9956	17,5	93	20	93	9,3		10
15	11,3	10,9	9,7	2250	16,6	114	8,5	5,9	1097	2,9	20	9,5	8,6	3346	19,6	134	41	154	10,3	12,3	15
20	14,9	14,4	13,3	1369	18,9	163	11,8	8,5	463	2,6	23	12,9	12,2	1832	21,5	185	63	226	11,3	14,4	20
25	17,9	17,2	16,5	970	20,7	210	14,5	11,0	266	2,5	25	15,8	15,4	1236	23,2	235	89	298	11,9	14,5	25
30	20,4	19,7	19,4	746	22,1	253	16,8	13,3	187	2,6	29	18,2	18,4	933	24,7	282	118	371	12,4	14,6	30
35	22,6	21,8	22,2	603	23,4	293	18,8	15,5	143	2,7	34	20,3	21,1	746	26,1	327	152	445	12,7	14,8	35
40	24,5	23,6	24,9	504	24,5	331	20,6	17,6	99	2,4	33	22,2	23,8	603	26,9	363	185	515	12,9	14,0	40
45	26,3	25,3	27,4	431	25,5	366	22,1	19,7	73	2,2	32	23,9	26,5	504	27,7	398	216	582	12,9	13,4	45
50	27,8	26,8	29,9	376	26,4	399	23,6	21,7	55	2,1	31	25,4	29,0	431	28,5	431	247	647	12,9	12,9	50
55	29,2	28,1	32,3	332	27,3	431	24,8	23,7	44	1,9	30	26,7	31,5	376	29,2	462	278	709	12,9	12,4	55
60	30,5	29,4	34,7	297	28,1	461	26,0	25,7	35	1,8	30	27,9	33,8	332	29,9	491	308	769	12,8	12,0	60
65	31,6	30,4	36,9	269	28,8	490	27,0	27,6	28	1,7	29	29,0	36,2	297	30,5	519	337	827	12,7	11,5	65
70	32,6	31,4	39,2	245	29,5	517	27,9	29,5	24	1,6	28	30,0	38,4	269	31,1	545	365	882	12,6	11,0	70
75	33,5	32,3	41,3	225	30,1	542	28,8	31,3	20	1,5	27	30,9	40,6	245	31,7	570	392	935	12,5	10,5	75
80	34,3	33,1	43,3	209	30,8	566	29,5	33,1	17	1,4	26	31,6	42,7	225	32,2	592	419	985	12,3	10,0	80
85	35,0	33,7	45,3	194	31,3	588	30,1	34,8	14	1,4	25	32,3	44,7	209	32,7	613	444	1032	12,1	9,5	85
90	35,6	34,3	47,2	182	31,9	608	30,7	36,4	12	1,3	24	32,9	46,6	194	33,1	632	468	1	12,0	8,9	90
95	36,1	34,8	49,0	172	32,3	626	31,1	38,0	11	1,2	23	33,4	48,4	182	33,5	650	491	1118	11,8	8,3	95
100	36,5	35,2	50,7	162	32,8	643	31,5	39,5	9	1,1	22	33,8	50,2	172	33,9	665	513	1156	11,6	7,7	100
105	36,9	35,5	52,3	155	33,2	657	31,8	41,0	8	1,0	21	34,1	51,8	162	34,3	678	534	1191	11,3	7,0	105
110	37,1	35,8	53,8	148	33,6	670	32,1	42,3	7	1,0	19	34,3	53,4	155	34,6	689	553	1223	11,1	6,3	110
115	37,3	36,0	55,3	142	34,0	680	32,2	43,6	6	0,9	18	34,5	54,8	148	34,9	698	571	1251	10,9	5,7	115
120	37,4	36,0	56,6	137	34,3	689	32,3	44,8	5	0,8	16	34,6	56,2	142	35,1	705	587	1276	10,6	5,0	120



## Ezüsthárs fatermési tábla (Hajdu Gábor, 1995)

## III. fatermési osztály

Kor év	H <sub>f</sub> m	Főállomány					Mellékállomány					Egészállomány					Összes fatermés				Kor év
		H <sub>g</sub> m	D <sub>g</sub> cm	N db/ha	G m <sup>2</sup> /ha	V m <sup>3</sup> /ha	H <sub>g</sub> m	D <sub>g</sub> cm	N db/ha	G m <sup>2</sup> /ha	V m <sup>3</sup> /ha	H <sub>g</sub> m	D <sub>g</sub> cm	N db/ha	G m <sup>2</sup> /ha	V m <sup>3</sup> /ha	Elöh. m <sup>3</sup> /ha	V m <sup>3</sup> /ha	Z <sub>átlag</sub> m <sup>3</sup> /ha/é	Z <sub>folyó</sub> m <sup>3</sup> /ha/é	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
10	5,8	5,6	4,8	6846	12,5	62	3,5	2,3	7118	2,9	15	4,2	3,7	13964	15,4	77	15	77	7,7		10
15	9,1	8,8	7,8	3155	15,2	90	6,5	4,5	1538	2,4	14	7,4	6,9	4693	17,7	105	29	119	7,9	8,5	15
20	12,0	11,6	10,7	1920	17,3	124	9,2	6,6	650	2,2	16	10,2	9,8	2570	19,6	141	45	170	8,5	10,1	20
25	14,5	13,9	13,3	1360	18,9	159	11,4	8,6	373	2,2	18	12,5	12,4	1733	21,1	177	63	222	8,9	10,5	25
30	16,5	15,9	15,7	1046	20,3	191	13,2	10,4	262	2,2	21	14,5	14,8	1308	22,5	212	84	275	9,2	10,7	30
35	18,3	17,6	18,0	846	21,4	221	14,8	12,2	201	2,3	24	16,2	17,0	1046	23,8	246	109	330	9,4	10,9	35
40	19,8	19,1	20,1	706	22,4	250	16,3	13,9	139	2,1	24	17,7	19,2	846	24,5	273	132	382	9,6	10,4	40
45	21,2	20,5	22,2	604	23,3	277	17,5	15,6	102	1,9	23	19,0	21,4	706	25,3	300	155	432	9,6	10,0	45
50	22,5	21,7	24,2	527	24,2	302	18,7	17,2	78	1,8	23	20,2	23,4	604	26,0	324	178	480	9,6	9,6	50
55	23,6	22,7	26,1	466	25,0	326	19,7	18,8	61	1,7	22	21,3	25,4	527	26,7	348	200	526	9,6	9,2	55
60	24,6	23,7	28,0	417	25,7	348	20,6	20,4	49	1,6	22	22,3	27,3	466	27,3	370	222	570	9,5	8,8	60
65	25,5	24,6	29,9	377	26,4	369	21,5	21,9	40	1,5	21	23,2	29,2	417	27,9	391	243	612	9,4	8,5	65
70	26,3	25,4	31,6	344	27,0	389	22,2	23,4	33	1,4	21	24,0	31,0	377	28,5	410	264	653	9,3	8,1	70
75	27,1	26,1	33,4	316	27,6	408	22,9	24,9	28	1,4	20	24,7	32,8	344	29,0	428	283	691	9,2	7,7	75
80	27,7	26,7	35,0	293	28,2	425	23,5	26,3	23	1,3	19	25,3	34,5	316	29,5	444	303	728	9,1	7,3	80
85	28,3	27,3	36,6	273	28,7	441	24,0	27,7	20	1,2	18	25,8	36,1	293	29,9	459	321	762	9,0	6,9	85
90	28,8	27,7	38,1	255	29,2	455	24,4	29,0	17	1,1	18	26,3	37,6	273	30,3	473	339	794	8,8	6,4	90
95	29,2	28,1	39,6	241	29,6	469	24,8	30,3	15	1,1	17	26,7	39,1	255	30,7	485	356	824	8,7	6,0	95
100	29,5	28,5	41,0	228	30,1	480	25,1	31,5	13	1,0	16	27,0	40,5	241	31,1	496	372	852	8,5	5,5	100
105	29,8	28,7	42,3	217	30,4	491	25,4	32,7	11	0,9	15	27,3	41,9	228	31,4	506	387	877	8,4	5,1	105
110	30,0	28,9	43,5	207	30,8	500	25,6	33,8	10	0,9	14	27,5	43,1	217	31,7	514	401	900	8,2	4,6	110
115	30,1	29,1	44,7	199	31,1	507	25,7	34,8	8	0,8	13	27,6	44,3	207	31,9	520	414	921	8,0	4,1	115
120	30,2	29,1	45,7	191	31,4	513	25,8	35,7	7	0,7	12	27,7	45,4	199	32,2	525	425	939	7,8	3,6	120

## Ezüsthárs fatermési tábla (Hajdu Gábor, 1995)

## IV. fatermési osztály

Kor	H <sub>f</sub>	Főállomány					Mellékállomány					Egészállomány					Összes fatermés				Kor	
		H <sub>g</sub>	D <sub>g</sub>	N	G	V	H <sub>g</sub>	D <sub>g</sub>	N	G	V	H <sub>g</sub>	D <sub>g</sub>	N	G	V	Előh.	V	Z <sub>átlag</sub>	Z <sub>folvó</sub>		
év	m	m	cm	db/ha	m <sup>2</sup> /ha	m <sup>3</sup> /ha	m	cm	db/ha	m <sup>2</sup> /ha	m <sup>3</sup> /ha	m	cm	db/ha	m <sup>2</sup> /ha	m <sup>3</sup> /ha	m <sup>3</sup> /ha	m <sup>3</sup> /ha	m <sup>3</sup> /ha	m <sup>3</sup> /ha	m <sup>3</sup> /ha	év
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
10	5,1	4,9	4,2	8367	11,8	57	2,8	1,9	8699	2,4	12	3,5	3,3	17066	14,2	69	12	69	6,9			10
15	8,0	7,8	6,9	3856	14,5	80	5,5	3,8	1880	2,1	12	6,3	6,1	5736	16,6	92	23	104	6,9	6,9		15
20	10,6	10,2	9,4	2346	16,4	107	7,9	5,7	794	2,0	13	8,8	8,6	3141	18,4	121	37	144	7,2	8,1		20
25	12,7	12,3	11,7	1663	18,0	135	9,8	7,4	456	2,0	15	10,8	10,9	2119	19,9	150	51	187	7,5	8,5		25
30	14,5	14,0	13,8	1279	19,2	162	11,4	9,0	320	2,0	17	12,6	13,0	1599	21,3	179	69	231	7,7	8,8		30
35	16,1	15,5	15,8	1034	20,3	187	12,9	10,6	245	2,2	20	14,1	15,0	1279	22,5	207	89	276	7,9	9,1		35
40	17,5	16,8	17,7	863	21,3	211	14,1	12,1	170	2,0	19	15,4	16,9	1034	23,2	231	108	319	8,0	8,7		40
45	18,7	18,0	19,5	739	22,2	234	15,2	13,5	125	1,8	19	16,6	18,8	863	24,0	253	127	361	8,0	8,3		45
50	19,8	19,1	21,3	644	23,0	256	16,3	15,0	95	1,7	19	17,7	20,6	739	24,6	274	146	401	8,0	8,0		50
55	20,8	20,0	23,0	569	23,7	276	17,2	16,4	75	1,6	18	18,6	22,4	644	25,3	294	164	440	8,0	7,7		55
60	21,7	20,9	24,7	509	24,4	295	18,0	17,8	60	1,5	18	19,5	24,1	569	25,9	313	182	477	7,9	7,4		60
65	22,5	21,7	26,3	460	25,1	313	18,7	19,1	49	1,4	18	20,2	25,7	509	26,5	330	199	512	7,9	7,1		65
70	23,2	22,4	27,9	420	25,7	330	19,4	20,4	40	1,3	17	20,9	27,3	460	27,0	347	216	546	7,8	6,8		70
75	23,9	23,0	29,4	386	26,2	345	20,0	21,7	34	1,3	17	21,6	28,9	420	27,5	362	233	578	7,7	6,4		75
80	24,4	23,5	30,9	358	26,7	360	20,5	23,0	29	1,2	16	22,1	30,3	386	27,9	376	249	609	7,6	6,1		80
85	24,9	24,0	32,3	333	27,2	373	20,9	24,2	24	1,1	15	22,6	31,8	358	28,4	389	264	637	7,5	5,7		85
90	25,4	24,4	33,6	312	27,7	385	21,3	25,3	21	1,1	15	23,0	33,2	333	28,8	400	279	664	7,4	5,4		90
95	25,7	24,8	34,9	294	28,1	397	21,7	26,4	18	1,0	14	23,4	34,5	312	29,1	410	293	689	7,3	5,0		95
100	26,0	25,1	36,1	279	28,5	406	21,9	27,5	16	0,9	13	23,6	35,7	294	29,5	420	306	712	7,1	4,6		100
105	26,3	25,3	37,3	265	28,9	415	22,2	28,5	14	0,9	12	23,9	36,9	279	29,8	428	318	734	7,0	4,2		105
110	26,4	25,5	38,4	253	29,2	423	22,3	29,5	12	0,8	12	24,1	38,0	265	30,1	434	330	753	6,8	3,8		110
115	26,6	25,6	39,4	243	29,6	429	22,4	30,4	10	0,7	11	24,2	39,0	253	30,3	440	341	770	6,7	3,4		115
120	26,6	25,7	40,3	234	29,9	434	22,5	31,2	9	0,7	10	24,2	40,0	243	30,5	444	351	785	6,5	3,0		120

## Ezüsthárs fatermési tábla (Hajdu Gábor, 1995)

## V. fatermési osztály

Kor év	H <sub>r</sub> m	Főállomány					Mellékállomány					Egészállomány					Összes fatermés				Kor év
		H <sub>g</sub> m	D <sub>g</sub> cm	N db/ha	G m <sup>2</sup> /ha	V m <sup>3</sup> /ha	H <sub>g</sub> m	D <sub>g</sub> cm	N db/ha	G m <sup>2</sup> /ha	V m <sup>3</sup> /ha	H <sub>g</sub> m	D <sub>g</sub> cm	N db/ha	G m <sup>2</sup> /ha	V m <sup>3</sup> /ha	Előh. m <sup>3</sup> /ha	V m <sup>3</sup> /ha	Z <sub>átlag</sub> m <sup>3</sup> /ha/é	Z <sub>folyó</sub> m <sup>3</sup> /ha/é	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
10	4,4	4,3	3,7	10527	11,1	53	2,2	1,5	10946	1,8	9	2,8	2,8	21473	13,0	61	9	61	6,1		10
15	7,0	6,7	6,0	4852	13,6	71	4,5	3,1	2365	1,8	9	5,3	5,2	7217	15,4	81	18	89	6,0	5,6	15
20	9,2	8,9	8,2	2952	15,5	92	6,6	4,7	1000	1,8	10	7,4	7,5	3952	17,2	103	29	121	6,0	6,2	20
25	11,0	10,6	10,2	2092	16,9	114	8,2	6,2	574	1,7	12	9,2	9,4	2666	18,7	125	40	154	6,2	6,7	25
30	12,6	12,1	12,0	1609	18,1	135	9,7	7,6	403	1,8	14	10,7	11,2	2012	20,0	149	54	189	6,3	7,0	30
35	13,9	13,4	13,7	1300	19,1	155	10,9	9,0	309	1,9	16	12,0	12,9	1609	21,1	171	70	225	6,4	7,2	35
40	15,1	14,6	15,3	1086	20,1	175	12,0	10,2	214	1,8	15	13,1	14,6	1300	21,8	190	85	260	6,5	7,0	40
45	16,2	15,6	16,9	929	20,9	194	12,9	11,5	157	1,6	15	14,2	16,2	1086	22,5	209	100	294	6,5	6,7	45
50	17,1	16,5	18,4	810	21,6	211	13,8	12,7	120	1,5	15	15,1	17,8	929	23,2	226	115	326	6,5	6,5	50
55	18,0	17,3	19,9	716	22,3	228	14,6	13,9	94	1,4	15	15,9	19,3	810	23,8	243	130	358	6,5	6,3	55
60	18,8	18,1	21,4	641	23,0	244	15,3	15,1	75	1,4	14	16,7	20,8	716	24,4	258	144	388	6,5	6,0	60
65	19,5	18,8	22,8	579	23,6	259	15,9	16,3	61	1,3	14	17,3	22,2	641	24,9	273	158	417	6,4	5,8	65
70	20,1	19,4	24,1	528	24,2	273	16,5	17,4	51	1,2	14	17,9	23,6	579	25,4	286	172	444	6,3	5,5	70
75	20,6	19,9	25,4	486	24,7	286	17,0	18,5	43	1,1	13	18,5	25,0	528	25,9	299	185	471	6,3	5,3	75
80	21,1	20,4	26,7	450	25,2	298	17,5	19,6	36	1,1	13	18,9	26,2	486	26,3	310	198	496	6,2	5,0	80
85	21,6	20,8	27,9	419	25,7	309	17,9	20,6	31	1,0	12	19,4	27,5	450	26,7	321	210	519	6,1	4,7	85
90	21,9	21,2	29,1	393	26,1	319	18,2	21,6	26	1,0	12	19,7	28,7	419	27,1	331	222	541	6,0	4,4	90
95	22,3	21,5	30,2	370	26,5	328	18,5	22,6	23	0,9	11	20,0	29,8	393	27,4	339	233	561	5,9	4,1	95
100	22,5	21,7	31,3	350	26,9	336	18,7	23,5	20	0,9	11	20,3	30,9	370	27,7	347	244	580	5,8	3,8	100
105	22,7	21,9	32,3	333	27,2	343	18,9	24,4	17	0,8	10	20,5	31,9	350	28,0	353	254	597	5,7	3,4	105
110	22,9	22,1	33,2	319	27,6	350	19,1	25,2	15	0,7	9	20,6	32,9	333	28,3	359	263	613	5,6	3,1	110
115	23,0	22,2	34,1	306	27,9	355	19,2	25,9	13	0,7	9	20,7	33,8	319	28,5	364	272	627	5,5	2,8	115
120	23,1	22,2	34,9	294	28,1	359	19,2	26,7	11	0,6	8	20,8	34,6	306	28,8	367	280	639	5,3	2,5	120

## Ezüsthárs fatermési tábla (Hajdu Gábor, 1995)

## VI. fatermési osztály

Kor év	H <sub>f</sub> m	Főállomány					Mellékállomány					Egészállomány					Összes fatermés				Kor év
		H <sub>g</sub> m	D <sub>g</sub> cm	N db/ha	G m <sup>2</sup> /ha	V m <sup>3</sup> /ha	H <sub>g</sub> m	D <sub>g</sub> cm	N db/ha	G m <sup>2</sup> /ha	V m <sup>3</sup> /ha	H <sub>g</sub> m	D <sub>g</sub> cm	N db/ha	G m <sup>2</sup> /ha	V m <sup>3</sup> /ha	Előh. m <sup>3</sup> /ha	V m <sup>3</sup> /ha	Z <sub>átlag</sub> m <sup>3</sup> /ha/é	Z <sub>felvő</sub> m <sup>3</sup> /ha/é	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
10	3,7	3,6	3,1	13771	10,4	47	1,6	1,0	14319	1,2	6	2,2	2,3	28090	11,6	53	6	53	5,3		10
15	5,9	5,7	5,0	6347	12,7	64	3,5	2,4	3094	1,4	7	4,2	4,4	9440	14,1	71	13	76	5,1	4,7	15
20	7,8	7,5	6,9	3862	14,4	79	5,3	3,8	1308	1,5	8	6,0	6,3	5170	15,9	87	21	100	5,0	4,7	20
25	9,3	9,0	8,6	2737	15,8	95	6,7	5,0	750	1,5	9	7,5	7,9	3487	17,3	104	30	125	5,0	5,0	25
30	10,6	10,2	10,1	2105	16,9	111	7,9	6,2	527	1,6	10	8,8	9,5	2631	18,5	121	40	151	5,0	5,2	30
35	11,8	11,3	11,6	1701	17,9	126	8,9	7,3	404	1,7	12	9,9	10,9	2105	19,6	138	52	178	5,1	5,5	35
40	12,8	12,3	12,9	1421	18,7	141	9,8	8,4	280	1,6	12	10,9	12,3	1701	20,3	153	64	205	5,1	5,4	40
45	13,7	13,2	14,3	1216	19,5	156	10,6	9,5	205	1,4	12	11,7	13,7	1421	20,9	167	76	231	5,1	5,2	45
50	14,5	13,9	15,6	1059	20,2	169	11,4	10,5	156	1,4	11	12,5	15,0	1216	21,5	181	87	256	5,1	5,0	50
55	15,2	14,6	16,8	937	20,8	183	12,0	11,5	123	1,3	11	13,2	16,3	1059	22,1	194	98	281	5,1	4,9	55
60	15,9	15,3	18,1	838	21,5	195	12,6	12,5	98	1,2	11	13,8	17,6	937	22,7	206	109	304	5,1	4,7	60
65	16,4	15,8	19,2	758	22,0	207	13,2	13,5	80	1,1	11	14,4	18,8	838	23,2	218	120	327	5,0	4,5	65
70	17,0	16,4	20,4	691	22,6	218	13,7	14,4	67	1,1	10	14,9	19,9	758	23,6	229	130	348	5,0	4,3	70
75	17,4	16,8	21,5	636	23,0	229	14,1	15,3	56	1,0	10	15,4	21,1	691	24,1	239	140	369	4,9	4,1	75
80	17,9	17,2	22,6	588	23,5	238	14,5	16,2	47	1,0	10	15,8	22,1	636	24,5	248	150	388	4,9	3,9	80
85	18,2	17,6	23,6	548	23,9	247	14,8	17,1	40	0,9	9	16,1	23,2	588	24,9	257	160	407	4,8	3,7	85
90	18,5	17,9	24,6	514	24,4	255	15,1	17,9	34	0,9	9	16,4	24,2	548	25,2	264	169	424	4,7	3,4	90
95	18,8	18,1	25,5	484	24,7	262	15,3	18,7	30	0,8	9	16,7	25,2	514	25,5	271	178	440	4,6	3,2	95
100	19,0	18,3	26,4	458	25,1	269	15,5	19,5	26	0,8	8	16,9	26,1	484	25,8	277	186	455	4,5	3,0	100
105	19,2	18,5	27,2	436	25,4	275	15,7	20,2	22	0,7	8	17,1	26,9	458	26,1	283	194	468	4,5	2,7	105
110	19,3	18,6	28,0	417	25,7	280	15,8	20,9	19	0,7	7	17,2	27,7	436	26,4	287	201	481	4,4	2,4	110
115	19,4	18,7	28,8	400	26,0	284	15,9	21,5	17	0,6	7	17,3	28,5	417	26,6	291	207	492	4,3	2,2	115
120	19,5	18,8	29,4	385	26,2	287	15,9	22,1	15	0,6	6	17,3	29,2	400	26,8	294	214	501	4,2	1,9	120

## IRODALOMJEGYZÉK

- Adorján J., Cserjés M., Hajdu G. 1987. A Zselici ezüsthársasok jelentsége a táj erdőgazdaságában. *ERTI kutatási jelentés.*
- Birck O., Kiss R., Márkus L., Solymos R., Tallós P. 1962. A hosszúlejárátú erdőnevelési és faterméstani kísérleti területek kitzüzésének, felvételének és fenntartásának irányelvei. *Erdészeti Kutatások*, 217–258.
- Béky A., Bondor A., Gabnai J., Hajdu G., Halupa L., Somogyi Z., Veperdi G. 1991. A faállományok élőkészlete, növedéke és a fakitermelési lehetőségek. *FM részére készített ERTI kutatási jelentés.*
- Hajdu G., Béky A. 1992. Fatermési vizsgálatok a Somogyi EFÁG területén. *Kutatási jelentés.*
- Hajdu G. 1990-91. Vizsgálati eredmények az ezüsthárs faterméséről és termőhelyéről a Zselicségben. *Erdészeti Kutatások*, Vol. 82–83:258–264.
- Magyar J. 1982. Valóban megalapozatlanok-e hársaink dendrometriai alaplmcérei? *Erdőgazdaság és Faipar*, 2:7–9.
- Magyar J. 1978. Hársaink dendrometriai alaplmcérei. *Erdőgazdaság és Faipar*, 7:7–10.
- Sopp L. 1979. „Hársaink dendrometriai alaplmcérei”-nek vizsgálata. *Erdőgazdaság és Faipar*, 10:13–15.
- Sopp L. 1978. Gondolatok a fatermési táblák szerkesztéséhez. *Tájéoló*, 1–2:23–34.
- Sopp L. 1981. Hárs fatömeg és fatermési vizsgálatok. *Erdészeti és Faipari Egyetem Tudományos Közleményei*, 2:65–70.

## **A NEVELŐVÁGÁSOK HATÁSA A NÖVEDEKKÉPZŐDÉSRE KOCSÁNYTALAN TÖLGY ÁLLÓMÁNYBAN**

**BÉKY ALBERT**

### **ÖSSZEFOGLALÓ**

A cikk egy 34 éve kocsánytalan tölgyesben létesített erdőnevelési kísérleti sor 20 éves adatsorait értékeli. Foglalkozik az öngyérüléssel, a nevelővágások növekedésre gyakorolt hatásával, továbbá magassági osztályonkénti bontásban értékeli a nevelővágások hatását a faegyedek átmérő- és fatérfogat-növedékére.

**KULCSSZAVAK:** kocsánytalan tölgyes, erdőnevelési kísérleti sor, nevelővágások, faegyedek átmérő- és fatérfogat-növedék

### **ABSTRACT**

The paper reports some results of a 20-year-old silvicultural trial that was established in a 34-year-old sessile oak stand. It analyses self-thinning and the effects of thinnings on growth. This effect of thinning on the diameter and volume increment of individual trees was carried out by height classes. The results can be utilized in forestry praxis.

**KEY WORDS:** sessile oak, silvicultural trial, thinnings, diameter and volume increment

### **BEVEZETÉS**

Az erdőnevelés az erdőben rejlő erőknél, azok rendjének és gazdasági hatásainak ismeretében az erdő életközösségébe való olyan emberi beavatkozás, amely elősegíti a termelési célok tartamos megvalósítását. Az erdőnevelési kutatás az erdő törvényeinek megismerésére törekszik abból a célból, hogy a gazdálkodó károsan ne avatkozzon be a természet rendjébe, ugyanakkor megszerzett ismereteit gazdasági érdekeinek megfelelően hasznosítsa. Az Erdészeti Tudományos Intézetben folyó erdőnevelési kutatás hosszúlejáratú kísérleti sorokra alapoz. A kísérleti sorok elengedhetetlen része az érintetlen (kontroll) parcella, amelyen az erdő, az adott fafaj vagy fafajok önszabályozó, természetes körülmények között érvényesülő folyamatai ismerhetők meg, míg a többi parcellán az emberi beavatkozások (nevelővágások) előnyös vagy káros hatásai.

A dolgozat a Zselickisfalud 47/A erdőrezsletben létesített hosszúléjartatú erdőnevelési kísérleti soron értékeli az öngyérülés, a nevelővágások hatását mind állományrészek, mind pedig magassági osztályonkénti bontásban egyes fák vonatkozásában.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

A kísérleti területet 1970 őszén létesítették – Bogyay János vezetésével – az akkor 34 éves elegyetlen, telepített, kocsánytalan tölgy állományban. A termőhely legfőbb jellemzői: gyertyános-tölgyes klíma, üde, löszön kialakult, mély agyagbemosódásos barna erdőtalaj.

A négy 50x50 m-es, védőpásztával körülvett kísérleti parcellán valamennyi fát sorszámokkal láttak el. A fák első, egyenkénti adatfelvétele során a mellmagassági átmérőt két irányban, mm-es pontossággal mérték, és a fákat nevelési osztályozás és magassági osztályozás szerint minősítették (*Birck és tsai, 1962*). A magasságot magassági görbe szerkesztéséhez szükséges mintavételes eljárással állapították meg.

Az adatfelvételek feldolgozása után jelölték ki a nevelővágást, parcellánként eltérő erősséggel. A kontroll parcella a legnagyobb körlapösszegű II. parcella lett. Ezt a körlapösszeget 100%-nak véve a parcellák kiindulási körlapösszegének csökkenő sorrendjében határozták meg az egyre nagyobb erősségű nevelővágást. A nevelővágás során a III. parcella körlapösszege a kontroll parcelláénak 80%-ára, az I. parcella 60%-ára és a IV. parcella 50%-ára lett beállítva.

A következő adatfelvételt és nevelővágást 1977 őszén hajtottuk végre. A nevelővágás után visszamaradó állomány körlapösszege a kontroll parcelláéhoz viszonyítva a következő volt: az I. parcelláé 60%, a III. parcelláé 78%, a IV. parcelláé 52%, tehát közel ugyanolyan arányok alakultak ki, mint 1970-ben. 1977 óta további három állományfelvételt végeztünk (1980, 1985 és 1990 évben), de ebben az időszakban nevelővágás nem történt. A területen 1983 óta csekély mértékben észlelhető volt a tölgypusztulás.

## EREDMÉNYEK

A kísérlet létesítése óta eltelt 20 év alatti öt állományfelvétel – egészállományra vonatkozó – átlagos magassági, átlagos átmérő és körlapösszeg adatait az *1. táblázat* tartalmazza. Látható, hogy :

- mind 34, mind 54 éves korban a III. parcellában voltak a legmagasabbak a fák, a legalacsonyabbak pedig a IV. parcellában. A két parcella között háromnegyed fatermési osztálynyi különbség van;
- mellmagassági átmérőben induláskor kisebb volt a különbség, az 54 éves kori eltéréseket pedig már elsősorban a nevelővágások eredményezték;
- 34 éves korban a legkisebb körlapösszegű a IV. parcella volt, az utolsó adatok legnagyobb mértékben szintén a nevelővágások következményei.

**1. táblázat.** Egészállomány magassága, átmérője és körlapösszege a kor függvényében a különböző eréllyel meggyérített parcellákon

Kor (év)	Parcella száma											
	I. (G = 60 %)			II. (G = 100 %)			III. (G = 80 %)			IV. (G = 50 %)		
	H <sub>m</sub> (m)	D <sub>m</sub> (cm)	G (m <sup>2</sup> /ha)	H <sub>m</sub> (m)	D <sub>m</sub> (cm)	G (m <sup>2</sup> /ha)	H <sub>m</sub> (m)	D <sub>m</sub> (cm)	G (m <sup>2</sup> /ha)	H <sub>m</sub> (m)	D <sub>m</sub> (cm)	G (m <sup>2</sup> /ha)
34	14,8	10,9	26,8	14,9	11,0	27,3	15,2	11,2	26,5	14,0	10,9	25,4
41	17,6	15,2	23,9	17,4	13,6	29,7	17,8	14,5	27,1	16,8	15,8	21,1
44	20,1	17,7	21,2	19,7	15,2	30,7	20,1	17,2	25,5	19,0	18,2	18,1
49	20,9	19,8	25,8	21,1	17,5	33,4	21,4	19,2	29,9	19,9	20,5	22,7
54	22,2	21,9	28,8	22,5	19,8	34,1	23,4	21,4	32,0	21,6	22,6	26,2

A 2. táblázat a törzszám és a fatérfogat változását mutatja parcellánként, az életkor függvényében. A parcellák első oszlopa az egészállományra vonatkozó adatokat tartalmazza, a második oszlop a kivágottakét, a harmadik oszlop a két felvételi idő között elszáradt fákét.

**2. táblázat.** Törzszám és fatérfogat változás a kor függvényében

Kor (év)	Parcella száma											
	I. (G = 60 %)			II. (G = 100 %)			III. (G = 80 %)			IV. (G = 50 %)		
	élő	élőből kivágva	szára- dék	élő	élőből kivágva	szára- dék	élő	élőből kivágva	szára- dék	élő	élőből kivágva	szára- dék
<b>Törzszám (db/ha)</b>												
34	2 864	1 536	-	2 880	-	-	2 688	512	-	2 740	1 660	-
41	1 320	460	8	460	-	852	1 644	544	532	1 080	384	-
44	860	-	-	1 680	-	348	1 100	-	-	696	-	-
49	832	-	28	1 380	-	300	1 028	-	72	688	-	8
54	764	-	68	1 104	-	276	892	-	136	656	-	32
<b>Fatérfogat (m<sup>3</sup>/ha)</b>												
34	236,7	85,7	-	243,3	-	-	239,7	40,4	-	215,0	97,0	-
41	246,1	58,7	0,6	301,4	-	33,3	281,7	38,2	23,0	209,6	56,1	-
44	245,1	-	-	347,7	-	20,0	296,1	-	-	200,6	-	-
49	311,2	-	4,4	404,0	-	26,6	368,7	-	10,4	263,9	-	1,6
54	370,1	-	18,1	441,0	-	45,5	429,5	-	30,0	330,0	-	11,7

A táblázatból nyomon követhető mind az emberi beavatkozás, mind az öngyérülés:

- a II. (kontroll) parcellában nem volt nevelővágás, az öngyérülés mértékbe a törzsszámra vonatkoztatva 20 év alatt meghaladta a 60%-ot, az elszáradt fatérfogat  $125 \text{ m}^3$ -t tett ki;
- a kontroll parcella körlapösszegéhez viszonyítva 80%-ra beállított III. parcellából összesen 1056 fa lett kitermelve ( $79 \text{ m}^3$ ), de a száradék még itt is jelentős volt, 740 fa ( $63 \text{ m}^3$ );
- a 60%-osra beállított I. parcellában csak kismértékű volt az öngyérülés, és az elszáradt fák fele tölgypusztulás következtében száradt ki (A tölgypusztulás parcellánként 40–50 fát érintett hektárra vetítve);
- A szélsőségesen erősen (50%-ra) megbontott IV. parcellában első alkalommal a fák 60, összességében 75%-a lett kitermelve. Ezért itt öngyérülés nem volt, az elszáradt 40 fa a tölgypusztulás következménye.

A 3. táblázat a megfigyelt 20 év alatti törzsszám és fatérfogat változásokat összegzi (a %-os értéknél 100% a kiindulás állapot).

A táblázat utolsó előtti sora, az egy évre számított korszaki átlagnövedéket tartalmazza. Ebből látható, hogy a legnagyobb növedéket a gyengén gyérített III. parcella adta ( $16,6 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{év}$ ), a legkisebbet a legerősebben gyérített IV. parcella. A magassági adatok értékelésekor viszont jeleztük, hogy háromnegyed fatermési osztályú különbség van a III. és a IV. parcella között. Ez a kocsánytalan tölgy fatermési tábla (Békly, 1981) alapján  $1,6 \text{ m}^3/\text{ha}$  növedék különbséget jelent. Ha ezt hozzáadjuk a IV. parcella  $14,1 \text{ m}^3/\text{ha}$ -os növedékéhez,  $15,7 \text{ m}^3/\text{ha}$  növedéket kapunk. Valamennyi parcella növedékét hasonló módon azonos termőhelyi szintre hozva azt kapjuk eredményül, hogy a parcellák között kicsi a növedékkülönbség, a legerősebben gyérített parcella növedékvesztése is csak 6%-os. Ebből következik, hogy a legnagyobb növekedés idején a nevelővágások alig hatnak a növedék nagyságára, természetesen feltételezve a szakszerűséget.

A táblázat utolsó sorának kiszámításakor a száradéket – elvesző faanyagként kezelve – nem vettük figyelembe a növedékképződésnél. Ekkor jelentős lemaradással utolsó helyre kerül a kontroll (II.) parcella, amelyen 20 év alatt  $125 \text{ m}^3$  fa pusztult el.

A fák növekedésére jelentős hatással van környezetük. A fentieknél láthatuk a termőhelyi különbségek növedékre gyakorolt hatását. Állományon belül az egyes fákra, ezek növekedésére ugyanígy jelentős hatással van a környezetükben álló többi fa, vagyis az állományszerkezetben elfoglalt helyük meghatározza a fák növekedésének lehetőségét. Egy-egy fa és a környezetében lévő többi fa közötti viszonyt legjobban a magassági osztályozás adja vissza.

3. táblázat. A törzsszám, a fatérffogat és a növedék alakulása a kísérlet 20 éve alatt

	Parcella száma			
	I.	II.	III.	IV.
Kiindulási N (db/ha)	2 864	2 880	2 688	2 740
Kivágott N (db/ha)	1 996	–	1 056	2 044
Kivágott N (%)	69,7	–	39,3	74,6
Elszáradt N (db/ha)	104	1 776	740	40
Elszáradt N (%)	3,6	61,7	27,5	1,5
Élő N 20 év elteltével (db/ha)	764	1 104	892	656
Élő N 20 év elteltével (%)	26,7	38,3	33,2	23,9
Kiindulási V (m <sup>3</sup> /ha)	236,7	243,3	239,7	215,0
Kivágott V (m <sup>3</sup> /ha)	144,4	–	78,6	153,1
Kivágott V (%)	61,0	–	32,8	71,2
Elszáradt V (m <sup>3</sup> /ha)	23,1	125,4	63,4	13,3
Elszáradt V (%)	9,8	51,5	26,4	6,2
Élő V 20 év elteltével (m <sup>3</sup> /ha)	370,1	441,0	429,5	330,0
Élő V 20 év elteltével (%)	156,4	181,3	179,2	153,5
Korszaki átl. növedék (m <sup>3</sup> /ha)	15,0	16,2	16,6	14,1
Száradék nélküli növedék (m <sup>3</sup> /ha)	13,9	9,9	13,4	13,4

A 4. táblázatban az erdőnevelési kísérleti sor fájnak átmérő-növedékét értékeltük magassági osztályok szerint, 44 és 54 éves kor között. Minden fa minősítése azonos módszerrel történt. A parcellák közti indulási nevelővágási különbséget a parcellák sorszama alatt tüntettük fel. A kontroll parcella körlapösszegéhez (100%) viszonyítottuk az egyes parcellákét, 44 éves korban.

A táblázat első csoportjában a 10 évi átmérő-növedéket adtuk meg cm-ben. Ezek alapján a második csoportban parcellán belül értékeltük, a kimagasló fákhoz viszonyítva, az egyes magassági osztályok relatív vastagodását. Látható, hogy általában a kimagasló fák vastagodásának háromnegyedét adják az uralkodó fák, a közbeszorultak a felét, az alászorultak csak negyedét.

**4. táblázat.** Átmérő-növedék magassági osztályonként és parcellánként  
44 és 54 éves kor között

Mag. oszt.	Parcella száma			
	I. G = 69 %	II. G = 100 %	III. G = 83 %	IV. G = 59 %
1	5,4 cm	4,7 cm	5,4 cm	5,2 cm
2	4,1 cm	3,6 cm	3,8 cm	4,4 cm
3	2,6 cm	2,4 cm	2,2 cm	2,9 cm
4	1,4 cm	1,1 cm	1,1 cm	1,5 cm
1	100%	100%	100%	100%
2	76%	77%	70%	85%
3	48%	51%	41%	56%
4	26%	23%	20%	29%
1	115%	100%	115%	111%
2	114%	100%	106%	122%
3	108%	100%	92%	121%
4	127%	100%	100%	136%
1	115%	100%	115%	111%
2	87%	77%	81%	94%
3	55%	51%	47%	62%
4	30%	23%	23%	32%

**5. táblázat.** Átlagos fatérfogat-növedék magassági osztályonként  
az egyes parcellákban

Mag. oszt.	Parcella száma			
	I. G = 69 %	II. G = 100 %	III. G = 83 %	IV. G = 59 %
1	0.3327 m <sup>3</sup>	0.3115 m <sup>3</sup>	0.3817 m <sup>3</sup>	0.3218 m <sup>3</sup>
2	0.1937 m <sup>3</sup>	0.1700 m <sup>3</sup>	0.1875 m <sup>3</sup>	0.2130 m <sup>3</sup>
3	0.0907 m <sup>3</sup>	0.0849 m <sup>3</sup>	0.0908 m <sup>3</sup>	0.1033 m <sup>3</sup>
4	0.0361 m <sup>3</sup>	0.0282 m <sup>3</sup>	0.0333 m <sup>3</sup>	0.0350 m <sup>3</sup>
1	100%	100%	100%	100%
2	57%	55%	52%	66%
3	27%	27%	24%	32%
4	11%	9%	9%	11%

A harmadik csoportban egy-egy magassági osztályon belül értékeltük a vastagodást, a kontroll parcella értékeihez viszonyítva. Megállapítható, hogy a gyérités erősségének növekedésével magassági osztályon belül általában nagyobb lesz a vastagodás. A negyedik csoportban az érintetlen parcella kimagasló fáinak átmérő-növedékéhez viszonyítottuk az összes többi növedéket. Azt tapasztaltuk, hogy a magassági osztályok közötti különbség megmarad, ha ez a különbség az érintetlen és a gyéritett parcellák között csökken is.

Az 5. táblázatban a parcellákon belül értékeltük az egyes fák fatérfogatának relatív növedékét magassági osztályonként, a kimagasló fák növedékéhez viszonyítva. Az átmérő-növedékhez képest itt jóval nagyobbak a különbségek. Az uralkodó fák csak 50–60%-át adják a kimagaslóknak, a közbeszorultak 25–30%-át, az alászorultak mindössze 10%-át.

A táblázatok alapján megállapítható, hogy a nevelővágások, V-fák jelölésénél a faegyedek alaki tulajdonságain kívül nagy figyelmet kell fordítani azok állomány-szerkezetben elfoglalt helyzetére. A vizsgált terület adatai, de egyéb megfigyelések is azt mutatják, hogy nem lehet nevelővágással "megsegíteni" az örökletesen gyengébb növekedésű, de jó törzsalakú fákat. Csak a kimagaslókra és az uralkodó magassági osztály legvastagabb fáira szabad az állomány jövőjét alapozni. Ellenkező esetben tartós növedékvesztéssel kell számolni.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

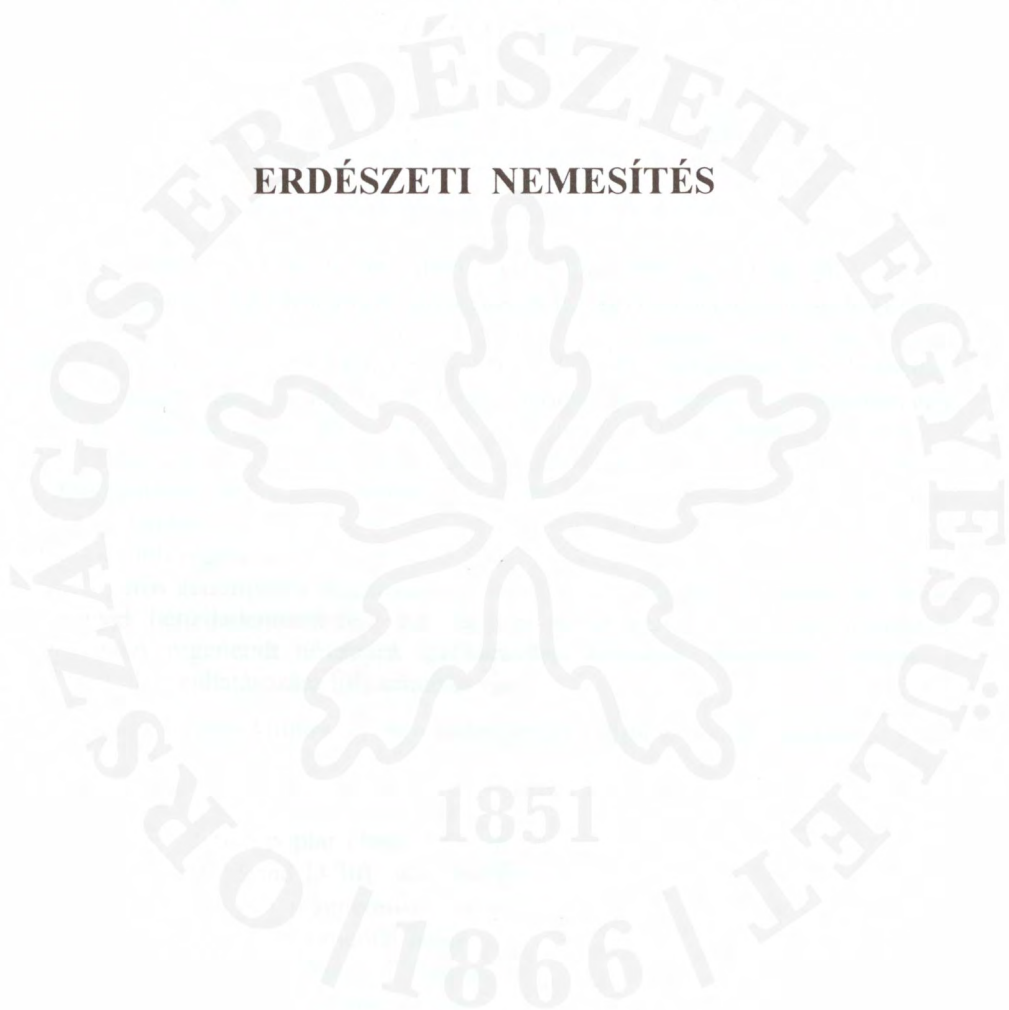
A kutatási program az OTKA (témaszám: T 5280) anyagi támogatásával valósult meg.

## IRODALOMJEGYZÉK

- Birck O., Kiss R., Márkus L., Solymos R., Tallós P. 1962. A hosszúlejáratú erdőnevelési és faterméstani kísérleti területek kitérésének, felvételének és fenntartásának irányelvei. *Erdészeti Kutatások*, Vol. 58:217–259.
- Béky A. 1981. Mageredetű kocsánytalan tölgyesek fatermése. *Erdészeti Kutatások*, Vol. 74:309–320.
- Béky A., Solymos R. 1993. Egy kocsánytalan tölgy erdőnevelési kísérleti sor tanulságai. *Erdészeti Kutatások*, 1990–91. Vol. 82–83/II:227–235.



## ERDÉSZETI NEMESÍTÉS





## AZ IN VITRO ANDROGENEZIS FELHASZNÁLÁSA A NYÁRFANEMESÍTÉSBN

KISS JÓZSEF\*\*, RITTER ÁDÁM\*\*, GERGÁ CZ JÓZSEF\*, HESZKY LÁSZLÓ\*\*

### ÖSSZEFOGLALÓ

A *Populus nigra* N-SL és N-309, illetve a *Populus deltoides* D-40, D-47 és D-30 klónjait vizsgáltuk a pollenkallusz indukciós és növényregenerációs kísérletekben. A portokokat – egymagvas vakuolumos – mikrospóra fejlődési stádiumban izoláltuk kétféle táptalajra. A 0,1 mg/l kinetin és 1,0 mg/l 2,4-D-t tartalmazó MS-2 táptalajon kaptuk a legjobb kalluszindukciót, melynek mértéke az N-309-es klón esetében elérte a 14%-ot. Átlagosan az izolált portokok 3–10%-ból fejlődött pollenkallusz. A pollenkalluszoknak a regenerációs táptalajra való átoltását követő 12–14. héten jelentek meg a hajtáskezdemények. Növényregenerációt csak a *Populus nigra* klónok esetében sikerült kiváltanunk. Az MS-3 táptalajon (1 mg/l kinetin és 2,0 mg/l 2,4-D) indukált kalluszok jobb regenerációt mutattak (47%) az MS-2-höz képest (9,1%). A hajtásregeneráció erős genotípusos függőséget mutatott mind a háromféle regeneráló táptalajon, melyek benziladeninnel (0,5–2,0 mg/l) és naftilecetsavval (0,2 mg/l) voltak kiegészítve. A regenerált növények gyökeresítést követően kiültetésre kerültek és ploidszintjük meghatározása folyamatban van.

**KULCSSZAVAK:** portok kultúra, in vitro androgenézis, haploid növényregenerálás

### ABSTRACT

Anther culture of five poplar clones (*Populus nigra* N-SL and N-309, and *Populus deltoides* D-40, D-47 and D-30) was established and tested for microspore responsiveness and haploid plant regeneration. Anthers were isolated when the microspores were in uninucleate developmental phase. The highest rate of callus initiation (14%) was achieved in anther culture of *Populus nigra* N-309 on MS-2 medium supplemented with 0,1 mg/l kinetin and 1,0 mg/l 2,4-D. The average rate of callus responsiveness was found 3–10%. Shoot regeneration was observed 12–14 weeks after the calli were transferred to plant regeneration media. Plant regeneration occurred only in callus culture of *Populus nigra* clones. Calli induced on MS-3 medium (1 mg/l kinetin and 2,0 mg/l 2,4-D) showed better plant regeneration capacity (47%) than those induced on MS-2 medium (9,1%). Shoot regeneration was strongly genotype dependent on each regeneration medium supplemented with benzyladenine (0,5–2,0 mg/l) and

\* Erdészeti Tudományos Intézet, Budapest, Sárvári Kísérleti Állomás

\*\* Agrártudományi Egyetem, Gödöllő, Genetikai és Növénynemesítési Tanszék

naphtaleneaceticacid (0,2 mg/l). After rooting, regenerated plantlets were transferred to the soil. Ploidy level determination is being carried out.

**KEY WORDS:** anther culture, in vitro androgenesis, haploid plant regeneration

## BEVEZETÉS

A hazai fafeldolgozó iparnak egyre több és egyre jobb minőségű nyersanyagra van szüksége. A nyárfa kitűnő alapanyagul szolgál gyors életciklusa és nagy növekedési erélye miatt. Természetesen, mint mindenütt ahol a növényekkel iparszerűen foglalkoznak, itt is szükség van korszerűbb, a feldolgozóipar számára előnyösebb fajtákra, hibridekre. A keresztezéses nyárfanemesítési munkák rendkívül hosszú időt igényelnek, egy-egy új hibrid előállítására évtizedekig is eltarthat, ami nem teszi lehetővé az igények gyors változásának követését. Ez az oka annak is, hogy a világon sehol nem állítottak elő heterózis hibrid nyárat, melynek szükségességét már *Kopeczky (1962)* is felvetette.

Heterózis hatást a beltenyésztett és egymással nem közeli rokon genotípusok keresztezésével érhetünk el, mely során az utódnemzedék, a kiindulási anyagot meghaladó teljesítményt mutat (*Kopeczky, 1962*). Véleménye szerint "A nyárak heterózisra nemesítése a beltenyésztés helyett eredményesebben és főként gyorsabban oldható meg a beltenyésztett törzsek előrehaladott nemzedékeivel genetikailag egyenértékű haploidok indukálásával." Próbálkozásai a biotechnológia akkori szintjén csupán néhány haploid növény előállítását tették lehetővé, aminek oka a hosszú generációs periódus mellett a nyár erős beltenyésztéses depressziója volt. Az általa megjelölt út azonban ma már úgy tűnik járható, melynek első lépéseit szeretnénk közzétenni. A 2. lépésről, mely a protoplaszt-növény rendszer kidolgozását jelenti, a következő publikációkban szeretnénk beszámolni.

A világ számos kutató laboratóriumában végzett kísérletek eredményeképpen ma már több nyár fajta esetében sikeres volt a haploid növényregenerálás, illetve doubled haploid (DH) növény előállítás.

Hazánkban az in vitro haploidia kutatások 25 évvel ezelőtt kezdődtek (*Heszky, 1971*). A hetvenes években sikerrel állítottak elő haploid dohányt (*Heszky, Pauk, 1972*), búzát (*Heszky és Mesch, 1976*) és rizst (*Heszky és Pauk, 1975*) pollenből, portok kultúrában. Erre alapozva indult a GATE Genetika és Növénynemesítés Tanszékén a nyárfa biotechnológiai kutatás, mely megteremtette annak lehetőségét, hogy a fent említett DH vonalak – a legígéretesebb hazai klónokból – néhány éven belül a nemesítők rendelkezésére álljanak. E célból az Erdészeti Tudományos Intézet Sárvári Kísérleti Állomásáról származó öt klónt, sorrendben a *Populus nigra* N-SL, N-309, illetve *Populus deltoides* D-30, D-40, D-47 vizsgáltuk. A kísérletek eredményeképpen haploid növényeket regeneráltunk, s közülük néhányat már szabadföldön tesztelünk. Az elkövetkezendő időszak legfontosabb feladata lesz az in vitro regenerált növények fenotípusos markereinek azonosítása, illetve a rediploidizáció.

## IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A haploid növények spontán előfordulása természetes populációkban nagyon ritka. A növényi szövettenyésztés technikáinak alkalmazásával azonban az ivarsejtekből haploid növények regenerálhatók. Bár mind a női, mind a hím gamétákból sikerült már növényt előállítani, a haploid és DH technika leggyakrabban a hím gamétákat tartalmazó sejteket (mikrospóra vagy pollen) használja nagyszámú haploid növény regenerálására (Morrison és mtsai, 1991). Néhány fajnál (pl. a cukorrépa) a gynogenezis indukciója, vagy a búza, árpa esetében a Bulbosum-technika alkalmazása terjedt el.

A legtöbb növényfajnál az egy- vagy két sejtmagvas pollenfejlődési stádium a legalkalmasabb a haploid indukció szempontjából. A pollentől (mikrospórától) – növényfajtól és genotípustól függően – többszörös osztódás után kallusz vagy embrió fejlődik. Ennek megfelelően a folyamat végén a haploid növények szomatikus embriogenezis vagy organogenezis útján regenerálódnak (Dudits és Heszky, 1990). A mikrospóra kultúrából a szomatikus embriók közvetett módon, kallusz fázison keresztül (Radojevic, 1987; Cai és mtsai, 1992), illetve közvetlenül (Morrison és Evans, 1988; Ghaemi és mtsai, 1993) regenerálódhatnak. Fás növények esetében a mikrospóra eredetű kallusz tenyésztésből két alapvető módon fejlődhetnek növények: (1) embrioregenerálás útján és (2) járulékos hajtás, illetve gyökér regenerálás révén (Huhtinen, 1978; Zhu és mtsai, 1980).

A haploid növényelőállítás sikere jelentős mértékben a donor növény genotípusának függvénye. Azonos szövettenyésztési feltételek mellett nagy különbségek tapasztalhatók egy adott faj különböző genotípusai között az in vitro haploid technika alkalmazhatósága tekintetében. Éppen ezért a tenyésztési körülmények és a módszer egyes technikáinak optimalizálása elengedhetetlen feltétele a gyakorlatba is bevezethető módszer kidolgozásának (Dunwell, 1981; Heszky és mtsai, 1988; Pauk és mtsai, 1988; Barnabás és mtsai, 1991).

A portokok izolálását megelőzően gyakran különböző előkezeléseket (fizikai és kémiai) alkalmaznak a virágrügyeken, amelyek pozitív hatással vannak az androgenézisre. A legáltalánosabban használt módszer a hidegkezelés, amely nagyon eredményes az árpa (Cai és mtsai, 1992), búza (Ball és mtsai, 1993), rizs (Zhang és Qiffeng, 1993) és nyárfa (Uddin és mtsai, 1988; Stoehr and Zsuffa, 1990; Baldursson és mtsai, 1993, Jafari és mtsai, 1995) portok tenyészetekben. A hidegkezelés késlelteti a portok falának öregedését és a tapétum mátrix elsovadását, elősegítve ezáltal azt, hogy a lehető legtöbb mikrospóra térjen át a gametofitikus fejlődési útról sporofitikus fejlődésre. Hasonlóan fontos szerepe van az inkubációs feltételek – pl. a megvilágítás (mennyisége és minősége) és a hőmérséklet – pontos beállításának is. A portokokat többnyire sötétben, 20–30 °C hőmérsékleten inkubálják (Foroughi-Wehr és Wenzel, 1993).

Az első sikeres haploid *Populus* növény előállításról Wang és mtsai (1975) számoltak be, akik a pollen eredetű kalluszból organogenezissel regeneráltak haploid növényeket négy különböző nyár fajban. Az ő módszerüket azóta sikerrel alkalmazták különböző nyár fajokon és fajhibrideken (Jafari és mtsai, 1995).

*Populus deltoides* esetében az első eredmények Uddin és mtsai (1988) nevéhez fűződnek, akik szintén polleneredetű kalluszból organogenezis indukcióval regeneráltak

növényeket, de ezek közül csak néhány bizonyult haploidnak. Előkezelésként a portokokat néhány napig 2 °C-os hőmérsékleten tárolták. Az izolált mikospórák a tetrad és az egysejtmagvas fejlődési állapotban voltak.

Stoehr és Zsuffa (1990) számoltak be elsőként DH növények előállításáról a *Populus maximowiczii* fajban. Ők voltak az elsők, akiknek embriogén kallusz fázison keresztül sikerült haploid növényeket regenerálniuk. Kísérleteikben 4 °C-os előkezelést alkalmaztak négy napig, majd ezt követően izolálták a portokokat, amelyek tetrad és egysejtmagvas fejlődési stádiumban lévő mikospórákat tartalmaztak.

Közvetlen pollenembriogenezissel regenerált haploid-, majd DH növényeket Baldursson (1993) három *Populus trichocarpa* fajban. A nyugalmi állapotban lévő virágrügyeket tartalmazó hajtásokat 4°C-on tárolta 3 hétig. Az izolálás időpontjában a pollenszemek egysejtmagvas fejlődési stádiumban voltak. Kísérleteiben a benzyladenin (BA) és a naftilecetsav (NES) (0–10 µM) csekély mértékben növelte az embriogenezis hatékonyságát, de a magasabb NES koncentráció növelte a nem embriogén jellegű kalluszok megjelenésének arányát.

A fentiekben bemutatott módszerekre és eredményekre alapozva a GATE Genetika és Növénynemesítés Tanszékének kutatásai a hazánkban termesztett nyárfa klónok DH vonalainak előállítását és a hazai nyárfanemesítés új módszerekkel történő bővítését célozzák.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

### Növényi alapanyag

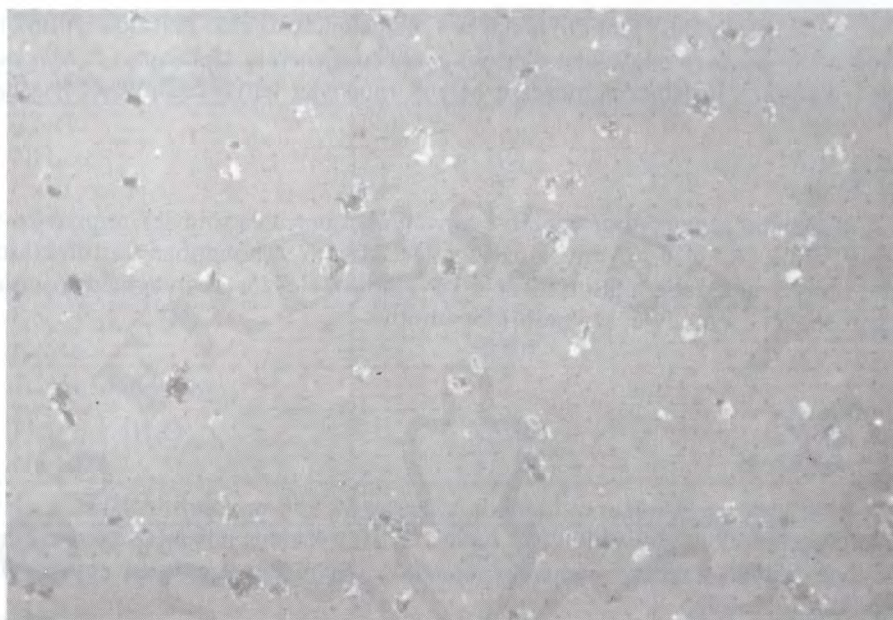
A kísérletekben az alábbi *Populus deltoides* és *Populus nigra* klónokat használtuk: *Populus nigra*: N-309 és "Sárvári Lovasiskola" N-SL; *Populus deltoides*: D-30; D-40 (S 235-16) és D-47 (S 611-C).

Rügyfakadás előtt egy héttel történt az ágak begyűjtése az Erdészeti Tudományos Intézet Sárvári Kutató Állomásának tenyészanyagából. A rügyek ezután 8–14 napos, 4 °C-os hidegkezelést kaptak, amely során sztereó-mikroszkóppal folyamatosan vizsgáltuk a pollen fejlődését. Amikor a pollen egymagvas állapotban volt, megkezdttük a portokok izolálását.

A lombikba szedett rügyeket szappanos vízzel mostuk, majd öblítés után egy percig 70%-os alkoholos oldatban áztattuk. Ezt követően víz és Na-hypoclorit 3:1 arányú keverékében 20 percig ráztattuk, majd steril vízzel 4–5 alkalommal mostuk a rügyeket.

### Portok izolálás

Az előkészített rügyekből a pikkelylevelek eltávolításával izoláltuk a portokokat. Ezeket kalluszindukáló táptalajra (1. táblázat) helyeztük. A portokok száma petricsészéknél 200–400 db volt. A portokokat 6–7 hétig sötétben, 25 °C-os hőmérsékleten inkubáltuk (1. ábra).



**1. ábra.** Portoktenyészet az izolálást követő 1. héten

**Fig. 1.** Anther culture 1 week after isolation

### **Kalluszindukció és tenyésztés**

A portokokból fejlődő, 0,3–0,5 cm átmérőt elérő kalluszokat az eredetivel megegyező összetételű táptalajra oltottuk át. Ezt követően a kallusztenyészeteket háromhetente átoltottuk friss táptalajra. A kalluszindukció felvételezését a portokizolálást követő 6., 12. és 34. héten végeztük. A kallusztenyészeteket sötétben, 25 °C-os hőmérsékleten inkubáltuk.

### **Hajtásregenerálás**

Amikor a portokokból fejlődött kalluszok az 1 cm-es átmérőt elérték (12–24. hét), hajtásregeneráló táptalajra (1. táblázat) oltottuk át. A táptalajt 0,7%-os agarral szilárdítottuk és a pH-t autoklavozás előtt 5,8-ra állítottuk be. A kalluszok 40 µm s-1m-1 erősségű megvilágítást kaptak, a hőmérséklet 23 °C volt. A kalluszokat havonta friss táptalajra oltottuk át.

## Gyökeresítés

A portokok izolálása utáni 6. hónapban megjelentek az első hajtások. Amikor a hajtások az 1–2 cm-es nagyságot elérték, gyökér regeneráló táptalajra (1. táblázat) kerültek. Ebben a fázisban petricsésze helyett műanyag tenyészedényeket használtunk.

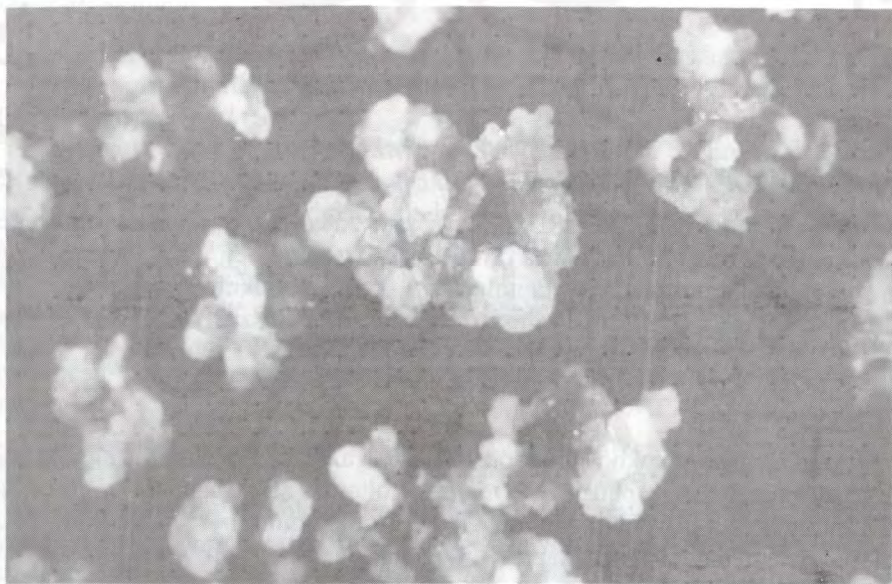
## Kiültetés

A gyökérzet megerősödése után a növényeket perlit és föld 1:1 arányú keverékébe ültettük. Az első növények az izolálást követő 9. hónapban kerültek kiültetésre, melyet hosszabb akklimatizáció követett az először az üvegházban, majd a megerősödött csemetéket szabadföldbe ültettük.

## EREDMÉNYEK

### Kallusz indukció

A kísérletek során a három klónból összesen 60 350 portokot izoláltunk, ebből 4739 kallusz fejlődött, melyekből 279 hajtást és 10 gyökeres növényt regeneráltunk. A sötétben fejlődő kalluszok fehérek maradtak, fényre helyezés után egyöntetűen megzöldültek (2. ábra).



2. ábra. Sötétben fejlődött kalluszok az izolálást követő 6. héten  
Fig.2. Calli developed in the dark 6 weeks after isolation

1. táblázat. A kísérletek során használt táptalajok és összetevőik

	WPM		MS	
<b>A. Makroelemek</b>	mg <sup>l</sup> <sup>-1</sup>			
KNO <sub>3</sub>	-		1900	
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	400		1650	
CaCl <sub>2</sub> x 2H <sub>2</sub> O	96		440	
MgSO <sub>4</sub> x 7H <sub>2</sub> O	370		370	
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	170		170	
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	-		-	
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> x 4H <sub>2</sub> O	556		-	
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	990		-	
<b>B. Mezelemek</b>	mg <sup>l</sup> <sup>-1</sup>			
FeSO <sub>4</sub> x 4H <sub>2</sub> O	27.80		27.80	
Na-EDTA	37.30		37.30	
<b>C. Mikroelemek</b>	mg <sup>l</sup> <sup>-1</sup>			
MnSO <sub>4</sub> x 4H <sub>2</sub> O	22.30		22.30	
ZnSO <sub>4</sub> x 7H <sub>2</sub> O	8.60		8.60	
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	6.20		6.20	
KJ	-		0.83	
Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> x 2H <sub>2</sub> O	0.25		0.25	
CuSO <sub>4</sub> x 5H <sub>2</sub> O	0.25		0.025	
CoCl <sub>2</sub> x 6H <sub>2</sub> O	-		0.025	
<b>D. Szerves kiegészítők</b>	mg <sup>l</sup> <sup>-1</sup>			
Inositol	100.00		100.00	
Thiamin, B <sub>1</sub>	1.00		0.10	
Nicot.acid, B <sub>3</sub>	0.50		0.50	
Pyridoxine, B <sub>6</sub>	0.50		0.10	
Glycine	2.00		2.00	
<b>Hormon kiegészítés</b>				
<b>Módosítások</b>	BA	Kinetin	NES	2,4-D
	mg <sup>l</sup> <sup>-1</sup>			
WPM0	0		0	0
MS2	0	0.1	0	1.0
MS3	0	1.0	0	2.0
MS50	1.0	0	0.2	0
MS51	0.5	0	0,2	0
MS 52	2.0	0	0.2	0

Elmondható, hogy a klónok mindegyikénél MS-2 táptalajon fejlődött a legtöbb kallusz és ezen a táptalajon fejlődésük is gyorsabb volt. Az MS-2 táptalajon indukált kalluszok százalékos aránya az izolált portokokat tekintve 10,21%-os volt, míg az MS-3 táptalajon ez az érték csak 5,23% volt (2. táblázat). Ebből arra következtettünk, hogy az MS-2 táptalaj alacsonyabb hormon-koncentrációja és nagyobb auxin:citokinin aránya (10:1) jobban megfelel a pollen eredetű kallusz-indukciónak és -proliferációnak.

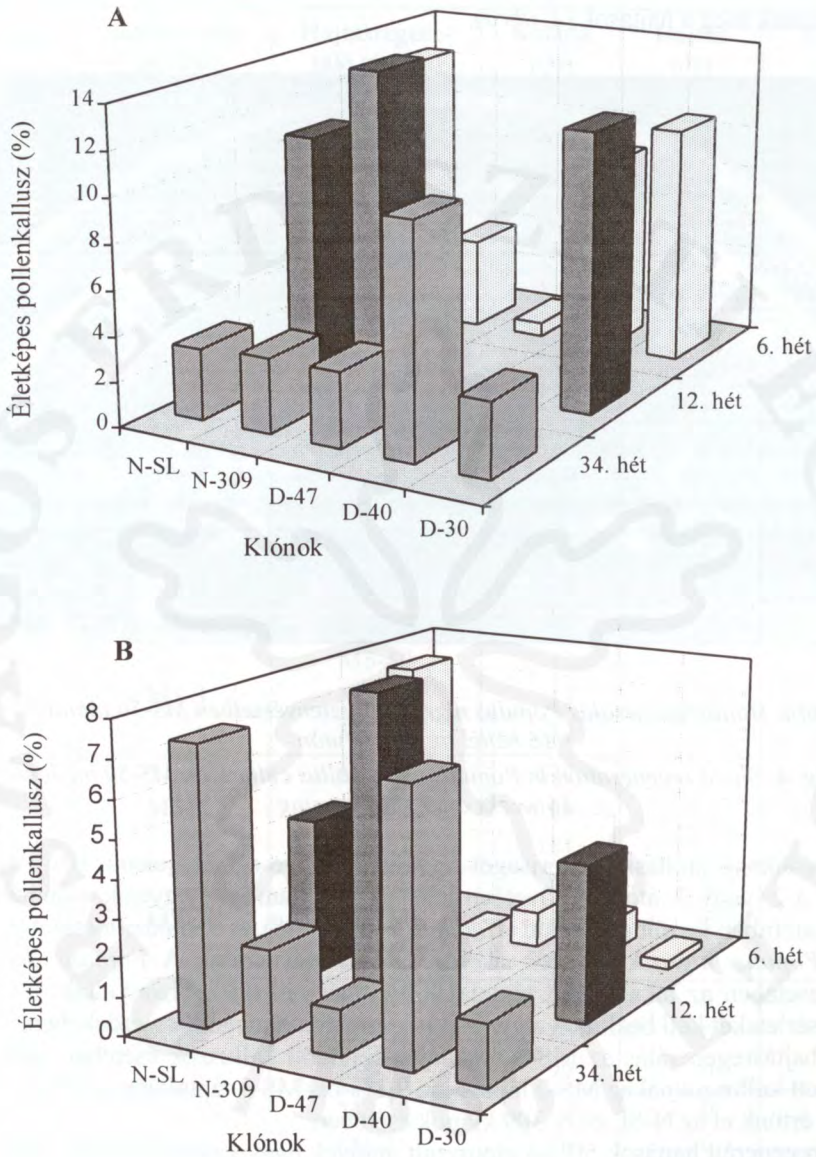
**2. táblázat.** A genotípus és a táptalaj hatása a pollenkallusz indukciójára (%) öt nyárklón portok kultúrájában

Klón	Táptalaj	Izolált portok (db)	Kallusz db	Kallusz %
N-SL	MS-2	6810	861	12,6
	MS-3	5490	409	7,45
N-309	MS-2	5800	814	14,0
	MS-3	4580	360	7,86
D-47	MS-2	7670	256	3,34
	MS-3	6680	82	1,23
D-40	MS-2	5310	544	10,24
	MS-3	5410	379	7,01
D-30	MS-2	6180	770	12,46
	MS-3	6420	264	4,11

A kalluszindukcióra az N-309 (14 %), az N-SL (12,6 %) és a D-30 (12,46 %) klónok regeneráltak a legjobban. A viszonylag magas kalluszindukció ellenére azonban a D-30 esetében egyetlen növényt sem sikerült regenerálni.

A kezdeti gyengébb kalluszfejlődés ellenére, az MS-3 táptalajon indukált kalluszok nagyobb számban maradtak életben. A maximális értékhez képest a 8. Hónapban az N-SL, N-309, D-30-as klónok esetében az MS-2 táptalajon a túlélési arány 25%-os, az MS-3 táptalajon 30–50%-os volt (3. ábra).

A 3. ábra megerősíti azt a korábbi megállapítást, mely szerint a portokok MS-2 táptalajon nagyobb számban és gyorsabban kalluszosodnak, azonban a kalluszok egy része 1–2 hónap után elhal. A túlélő kalluszok aránya – a D-40 klón kivételével – az izolálást követő 3. hónapban azonos lett. Az MS-3 táptalajon a portokok később kezdenek kalluszosodni (3/B ábra), a túlélési arány azonban jobbnak mondható.



3. ábra. Az életképes pollenkalluszok arányának időbeni alakulása MS-2 (A) és MS-3 (B) táptalajon, az izolált portokok százalékában

Fig. 3. Changes in the number of viable calli on MS-2 (A) and MS-3 (B) medium during the culture period

## Növényregeneráció

A túlélő kalluszokon a regeneráló táptalajra történő első átoltást követő 12–14. héten jelentek meg a hajtások (4. ábra).



**4. ábra.** Hajtásregenerálás *Populus nigra* kallusztenyészetben MS-50 táptalajon, 16 héttel az átoltás után

**Fig. 4.** Shoot regeneration in *Populus nigra* callus culture on MS-50 medium 16 weeks after subculturing

Havonkénti átoltási gyakoriságot figyelembe véve ezt azt jelenti, hogy az első hajtások a 2. vagy 3. átoltást követően jelentek meg, ami megegyezik a nemzetközi szakirodalomban közölt adatokkal (Uddin és mtsai 1988). A 3. táblázat mutatja, hogy csak a *Populus nigra* klónokból sikerült hajtást regenerálni. A *Populus deltoides* klónok esetében az alkalmazott táptalajok eredménytelennek bizonyultak. Ezért további kísérleteket kell beállítani a genotípusos probléma megoldása érdekében.

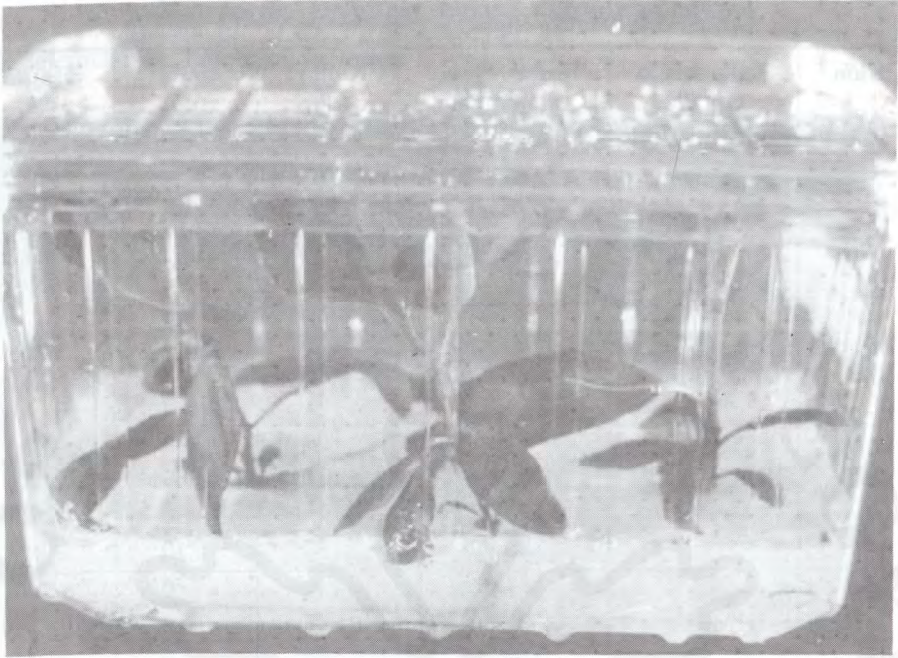
A hajtásregenerálás az MS-3 táptalajon fejlődött kalluszok esetében jobb volt. Az átoltott kallusznál az MS-2 táptalajon 9,1%-os, MS-3 táptalajon 47,7%-os regenerációt értünk el az N-SL és N-309 klónok esetében.

A regenerált hajtások 50%-a elpusztult, melyek nagy valószínűséggel haploidok voltak. Ugyanezen klónok szomatikus tenyészeiben a regenerált hajtások túlélése több mint 90%-os volt a korábbi kísérleteinkben (Jaffari és mtsi, 1995). Megállapítható volt tovább, hogy az elhalás mértéke független az alkalmazott táptalajtól. A regeneránsok citológiai vizsgálata folyamatban van.

A hajtások gyökeresedési aránya – a szomatikus tenyészetekben elért csaknem 100%-os rátával szemben – csupán 30–40%-os volt (5. ábra).

**3. táblázat.** A táptalaj és genotípus hatása a pollenkallusz regenerációjára a *Populus nigra* és *Populus deltoides* tenyészetekben

Klón	Kalluszosító táptalaj	Hajtásregeneráló táptalaj	Kallusz (db)	Hajtás (db)	Hajtás (%)
N-SL	MS-2	MS-50	84	1	1,19
		MS-51	56	3	5,35
		MS-52	75	6	8
	MS-3	MS-50	228	11	4,82
		MS-51	51	0	0
		MS-52	120	34	28,3
N-309	MS-2	MS-50	46	0	0
		MS-51	47	14	29,78
		MS-52	100	13	13
	MS-3	MS-50	58	169	291,38
		MS-51	16	18	112,5
		MS-52	34	10	29,41
D-47	MS-2	MS-50	112	0	0
		MS-51	47	0	0
		MS-52	97	0	0
	MS-3	MS-50	32	0	0
		MS-51	13	0	0
		MS-52	37	0	0
D-40	MS-2	MS-50	177	0	0
		MS-51	186	0	0
		MS-52	181	0	0
	MS-3	MS-50	71	0	0
		MS-51	163	0	0
		MS-52	145	0	0
D-30	MS-2	MS-50	22	0	0
		MS-51	85	0	0
		MS-52	99	0	0
	MS-3	MS-50	0	0	0
		MS-51	0	0	0
		MS-52	102	0	0



5. ábra. Pollenkallusz eredetű *Populus nigra* növények gyökeresítése hormonmentes WPM táptalajon

Fig. 5. Rooting of *Populus nigra* of microspore callus origin on growth-regulator-free WPM medium

#### A VIZSGÁLT KLÓNOK ÉRTÉKELÉSE

##### *Populus nigra* N-SL

A pollenkallusz indukció szempontjából rezponzív klón, a portokok nagy számban kalluszosodtak és az öregedés jeleit nem mutatták. MS-2 táptalajon tenyésztve a kallusznak egy része elhalt, míg MS-3 táptalajon a proliferáció mértéke azonos. A kalluszkok kifejezetten nagy méretűek – 1–3 cm átmérőjűek – laza szerkezetűek. A kallusz külső felületén nem ritka az enyhe antociános elszíneződés. A fejlődő hajtások a táptalajhoz érve néha kalluszosodásnak indulnak. A kallusz indukció és hajtásregenerálás szempontjából optimális táptalaj-kombináció: MS-3 + MS-52. Az indukciós rendszer további optimalizálásával – a haploid előállítás szempontjából – nagyon hatékony klón lehet.

### ***Populus nigra* N-309**

MS-2 táptalajon a pollenkalluszok gyorsan megjelentek, szemben az MS-3 táptalajjal, ahol még az 5–6. héten sem jelentek meg a kalluszok. Ez azonban a hajtásregenerálás szempontjából nem jelentett hátrányt. A legtöbb hajtást e klón esetében kaptuk. Kalluszai 1–1,5 cm átmérőjűek, kompaktak. Kísérleteinkben a legreszponzívabb klónnak bizonyult.

### ***Populus deltoides* D-47**

A pollenkalluszok átlagos méretűek, 1–1,5 cm átmérőjűek, tömörök és kompaktak voltak. Hajtást azonban – kísérleti körülmények között – még nem regeneráltak.

### ***Populus deltoides* D-40**

E klón portokjainak kalluszindukciója igen jó. Az MS-2 táptalajon viszonylag sok, az MS-3 táptalajon 34. héttel az izolálást követően kiugró mennyiségű kalluszt produkált. A hajtásindukció ennek ellenére sikertelen volt.

### ***Populus deltoides* D-30**

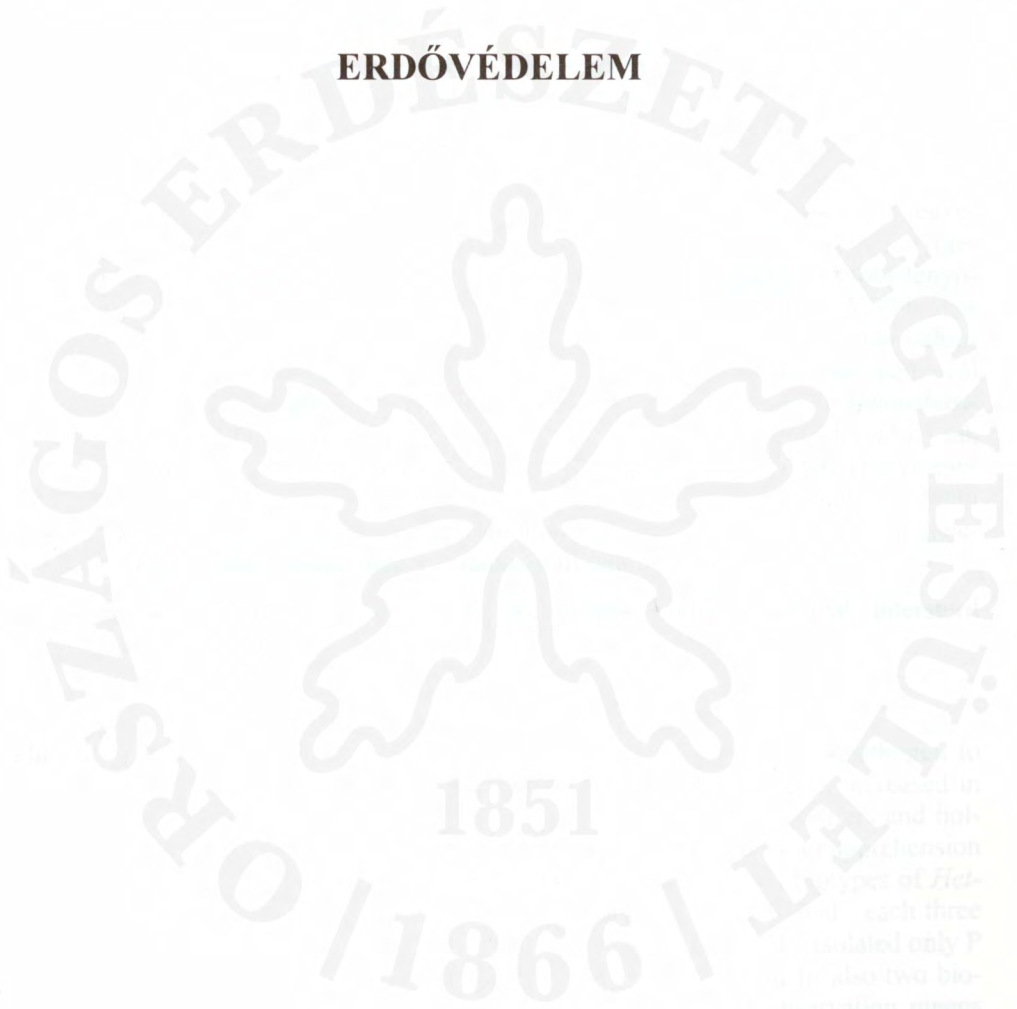
A pollenkallusz indukció MS-2 táptalajon szintén gyors volt, mely az N-309-es klónhoz hasonlóan alakult (3. ábra), azzal az eltéréssel, hogy MS-50 és MS-51 táptalajon egyáltalán nem fejlődött. Kalluszai hamar öregednek, gyors ütemben barnulnak és pusztulnak el. Hajtásregenerációra képtelenek.

## **IRODALOMJEGYZÉK**

- Baldursson, S., Krogstrup, P., Norgaard, J.V. 1993. Microspore embryogenesis in anther culture of three species of *Populus* and regeneration of dihaploid plants of *Populus trichocarpa*. *Can. J. For. Res.*, 23:1821–1825.
- Ball, S.T., Zhou, H., Konzak, C.F. 1993. Influence of 2,4-D, IAA and duration of callus induction in anther cultures of spring wheat. *Plant Science*, 90:195–200.
- Barnabás B., Pfahler, P.L., Kovács G. 1991. Direct effect of colchicine on the microspore embryogenesis to produce dihaploid plants in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Theor. Appl. Genet.*, 81:675–678.
- Cai, Q., Szarejko, I., Polok, K., Maluszynski, M. 1992. The effect of sugars and growth regulators on embryoid formation and plant regeneration from barley anther culture. *Plant Breeding*, 10:218–226.
- Dudits D., Heszky L. 1990. Növénybiotechnológia. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Dunwell, J.M. 1981. Influence of genotype and environment on growth of barley embryos *in vitro*. *Ann. Bot.*, 48:535–542.
- Foroughi-Wehr, B., Wenzel, G. 1993. Andro and parthenogenesis. In: *Plant Breeding Principles and Prospects*, Hayward, M.D., Bosemark, N.D., Romagosa, I (eds) Chapman & Hall, 2–6 Boundry Rew, London. 261–278.

- Ghaemi, M., Sarrafi, A., Alibert, G. 1993. Influence of genotype and culture conditions on the production of embryos from anthers of tetraploid wheat (*Triticum turgidum*). *Euphytica*, 65:81–85.
- Heszky L. 1971. A portok kultúra története, módszere, jelentősége és eredményei napjainkban. *Növénytermelés*, 20:273–281.
- Heszky L., Paál H., 1972. Haploid növények felnevelése pollenből a *Nicotiana tabacum* L. portok kultúrájában. *Botanikai Közlemények*, 59:125–127.
- Heszky L., Pauk J. 1975. Induction of haploid rice plants of different origin in anther culture. *Riso*, 24:197–204.
- Heszky L., Mesch, J. 1976: Anther culture investigation in cereal gene bank collection. *J. Plant Breeding*, 77:187–197.
- Heszky L., Li Su Nam, Simonné Kiss I., Lökös K., Gyulai G., Kiss E. 1988. Pollen-haploid somaclone - a method for increasing somaclonal variation in rice (*Oryza sativa* L.). *Genome*, 30:437.
- Huhtinen, O. 1978. Callus and plant regeneration from anther culture of *Betula pendula* Poth. In: Thorpe, T.A (ed), 4<sup>th</sup> Int. Cong. Plant Tissue and Cell Culture, Univ. of Calgary, Calgary, Canada.
- Jafari, M.A., Kiss J., Heszky L., 1995. High efficiency callus induction and plant regeneration in petiole culture of four poplar genotypes. *Acta Biologica Hungarica*, 46 (1):51–59
- Jafari M.A., Kiss J., Mázikné Tőkei K., Gergác J., Heszky L., 1995. Callus induction and haploid plant regeneration in anther culture of two poplar species. *Silvae Genetica*, 44:141–145.
- Kopecky F. 1962. A nyárak nemesítése. In: Keresztesi B.: A magyar nyárfatermesztés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest 83–118.
- Morrison, R.A., Evans, D.A. 1988. Haploid plants from tissue culture: New plant varieties in a shortened time frame. *Bio/technology*, 6:684–690.
- Morrison, R.A., Evans, D.A., Fan, Z. 1991. Haploid plants from tissue culture, application in crop improvement. In: Plant engineering, Biswas, B.B. and Harris J.R, eds. Plenum Press, New York, 53–72.
- Pauk J., Kertész Z., Barabás Z. 1988. Búzatörzsek előállítása portoktenyésztésből és szereplésük teljesítménykísérletekben. *Növénytermelés*, 37:197–203.
- Radojevic, L. 1987. In vitro induction of androgenic plantlets in *Aesculus hippocastanum*. *Protoplasma*, 96:369–374.
- Stoehr, M.U., Zsuffa, L. 1990. Induction of haploids of *Populus maximowiczii* via embryogenic callus. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*, 23:49–58.
- Uddin, R.M., Meyer, M.M., Jokela, J.J. 1988. Plantlet production from anthers of Eastern cottonwood (*Populus deltoides*). *Can. J. For. Res.*, 18:937–941.
- Wang, C., Chu, Z., Sun, C. 1975. Induction of pollen plants of *Populus*. *Acta Bot. Sin.* 17:56–62.
- Zhang, C., Qiffeng, C. 1993. Genetic studies of rice (*Oryza sativa* L.) anther culture response. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*, 34:177–182.
- Zhu, X.Y., Wang, R.L., Liang, Y. 1980. Induction of poplar pollen plants. *Sci. Silvae Sin.*, 16:190–197.

# ERDŐVÉDELEM



1851

/1866/



## **ELŐZETES ADATOK A GYÖKÉRRONTÓ TAPLÓ (*Heterobasidion annosum* /Fr./Bref.) MAGYARORSZÁGI INTERSTERIL CSOPORTJAIRÓL**

**PAGONY HUBERT, SZÁNTÓ MÁRIA**

### **ÖSSZEFOGLALÓ**

A gyökérrontó tapló (*Heterobasidion annosum*) közismerten a fenyvesek egyik legveszedelmesebb kórokozója. Kártétele akkor vált súlyossá, amikor hazánkban a fenyőterületek részaránya megnövekedett. A *Pinus* fajoknál szíjácskorhadás, a többi fenyőfajoknál gesztkorhadás, a lucfenyőnél az üreges bélkorhadás jellemző. A több éves vizsgálataink során felmerült annak gyanúja, hogy a *Heterobasidion annosum* különböző biotípusai idézik elő fenyveseinkben a megbetegedéseket. Dolgozatunkban arról számolunk be, hogy vizsgálataink igazolták előzetes feltevésünket, azaz a *Heterobasidion annosum* mindhárom biotípusa jelen van Magyarországon. A *Pinus* fajokról csak P típust izoláltunk. Lucfenyőn a P és az S biotípust is megtaláltuk. Jegenyefenyő esetében szintén két biotípust izoláltunk, mégpedig az S és az F biotípusokat. Ez utóbbi kimutatása újdonságot jelent, hiszen az F biotípus Európában a legészakibb megjele-  
néseként Olaszországot jelölte meg a vonatkozó irodalom.

**KULCSSZAVAK:** *Heterobasidion annosum*, gyökér és tuskó korhasztó gombák, intersteril csoport

### **ABSTRACT**

The root Fomes (*Heterobasidion annosum*) is one of the most serious pathogen to conifers. Its damage became most serious by the time conifers' region increased in Hungary. It causes sapwood-rot to *Pinus* species, heart-rot to other conifers and hollow pith-rot to spruce. During the period of our experimental years an apprehension presented that the diseases in conifer stands were caused by several biotypes of *Heterobasidion annosum*. This study reports that our apprehension was real; each three biotypes of *Heterobasidion annosum* have been found in Hungary. We isolated only P type from *Pinus* species. P and S types were found on spruce. From fir also two biotypes were isolated, namely S and F types. The last mentioned observation means news, because it's wellknown from literature that the northern-most appearance of F-type in Europe is Italy.

**KEY WORDS:** *Heterobasidion annosum*, root and butt rot fungi, intersterility group

## BEVEZETÉS

Ma már közzismert, hogy a gyökérrontó tapló (*Heterobasidion annosum*) a fenyvesek legveszedelmesebb kórokozója. Magyarországon ismert volt kártétele a második világháborút megelőzően is, de jelentősége az ún. "fenyő célprogramot" követően vált súlyossá, amikor a fenyőerdők részaránya az össz erdőterületnek közel 20%-át érte el. Súlyosbította a helyzetet az is, hogy a fenyvesek telepítése a fenyőknek határterületet jelentő, mezőgazdaságilag nem hasznosítható talajokon történt. Többségében erdei- és feketefenyőt, kisebb hányadában luc- és jegenyefenyőt, elszórta vörös- és duglászfenyőt ültettek. A nevelővágások során mind gyakrabban és erőteljesebben lépett fel a gyökérrontó tapló okozta pusztulás. A *Pinus* fajokon a szijácskorhadás következtében gyors elhalás mutatkozott. A többi fenyőfajoknál a gesztkorhadás, a lucfenyőnél az üreges bélkorhadás volt a jellemző.

Vizsgálataink kezdeti időszakában felmerült annak gyanúja, hogy a *Heterobasidion annosum* különböző biotípusai idézik elő fenyveseinkben a megbetegedést. A tapló tisztatenyészetében olyan különbségeket tapasztaltunk (növekedési intenzitás, elszíneződés, konidiumképzés stb.), amelyek azt sugallták, hogy hazánkban is lehetnek a taplóknak olyan intersteril csoportjai, amelyeket *Korhonen* (1978) írt le. Munkájának köszönhetően, ma már tudjuk, hogy a *H. annosum*-nak két intersteril csoportja van Finnországban. Az egyik csoport többségében a lucfenyőn (*Spruce*), a másik pedig a Pinus-féléken (*Pine*) volt található. Ennek alapján az egyik csoport "S", a másik "P" jelzést kapott. *Korhonen* vizsgálati módszerét alkalmazva *Capretti és munkatársai* (1990) egy harmadik csoportot is találtak, mégpedig a jegenyefenyőn (*Fir*). *Korhonen*nel közös munkájukban ezt a csoportot "F"-el jelölték. *Korhonen* vizsgálati módszerének ismeretében megindult mind Európában, mind Észak-Amerikában a *H. annosum* intersteril csoportjainak meghatározása (*Siepmann, 1988*).

Németországban lucosokban S és P típusokat talált. *Korhonen és munkatársai* (1992) Belorusszia, Litvániai és Észtország luc- és erdeifenyveseiben ugyancsak S és P csoportokhoz tartozókat találtak, de dominált az S populáció. *Negruckij et al.* (1993) Ukrajnában luc- és erdeifenyvesekben begyűjtött izolátumokból megállapították a P és S intersteril csoportok jelenlétét. Észak-Amerikában is a P és S intersteril csoportok kerültek elő az európai homokariotákkal történt összevetés eredményeként (*Harrington et al., 1989*).

## ANYAG ÉS MÓDSZER

A *Heterobasidion annosum* termőtesteket az 1. ábrán jelzett helyekről gyűjtöttük be erdei-, fekete-, luc-, jegenye- és duglászfenyőről.

Az erdeifenyőről származó termőtestek gyűjtési helyei: Kaszópusztá (1), Gútpusztá (2), Kőszeg (3), Császártöltés (4), Uzsa (5), Vát (6), Németskér (7), Debrecen (8), Bánk (9), Nagybajom (10), Böhönye (11), Ujvárfalva (12), Méntelek (13), Tengelic (14).



1. ábra. A termőtestek származási helyei  
Fig. 1. Location of collecting places

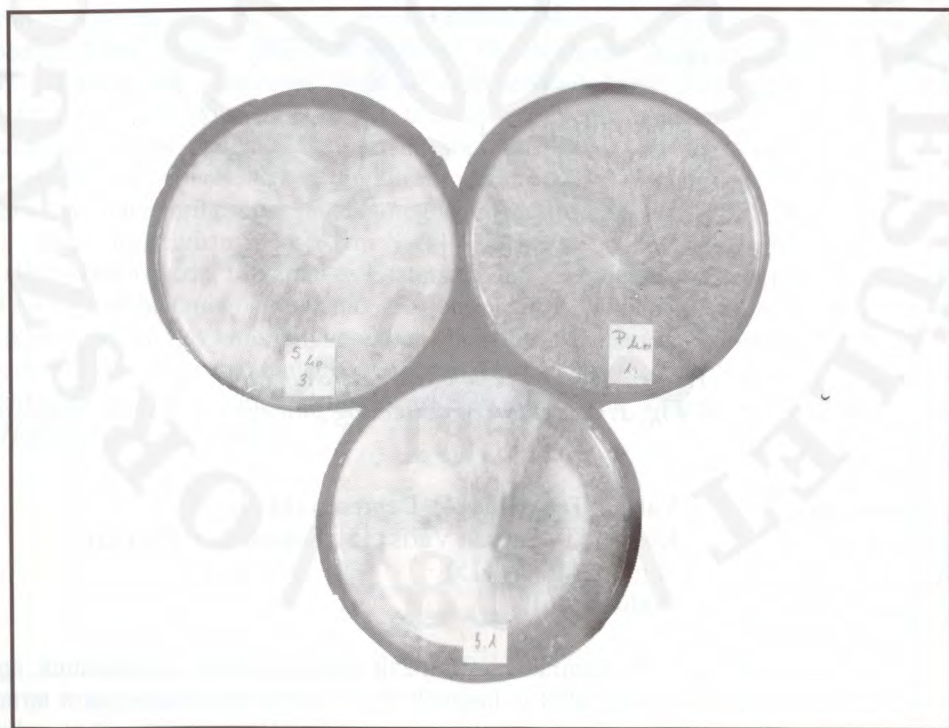
<u>Feketefenyőről:</u>	Vát (6), Tengelic (14), Debrecen (8)
<u>Lucfenyőről:</u>	Kőszeg (3), Sopron Váris (15), Sopron Asztalfő (15)
<u>Jegenyefenyőről:</u>	Sopron Várhely (15)
<u>Duglászfenyőről:</u>	Gödöllő (16)

A termőtesteket nedves kamrában, sterilizált tárgylemezre spóráztattuk egy napig. Ezt követően Korhonen által is használt 1%-os Difco malátakivonatot tartalmazó 1,5%-os agar táptalajon szélesztettük a steril desztillált vízzel készített spóraszuszpenziót. A szélesztés során nyert, többségében heterokariota tenyészeteket használtuk a további vizsgálatokhoz. Csak kevés kivétellel sikerült homokariota tenyészetet nyernünk. Több esetben a fák gyökeréből, valamint a fák törzséből vett fura-

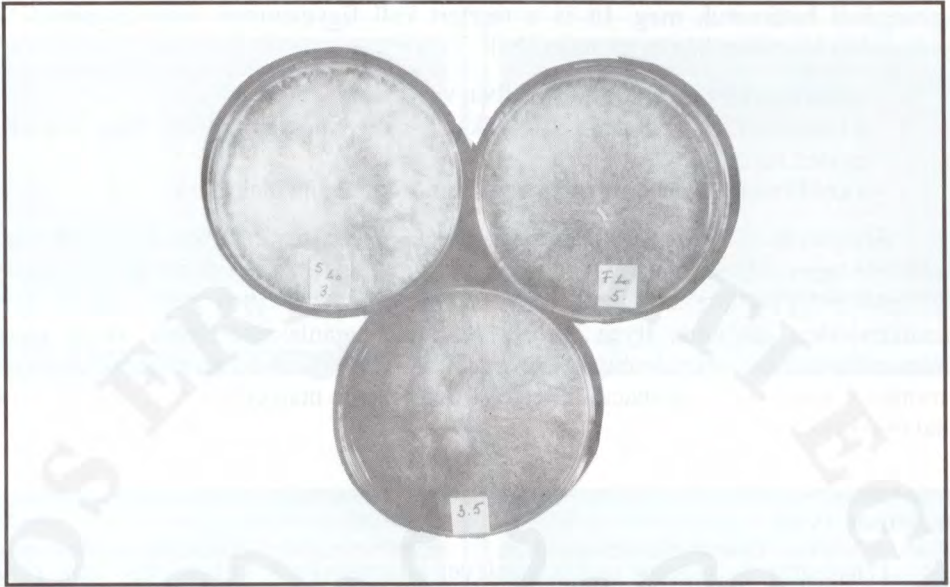
tokból állítottunk elő tisztatenyészeteket. Ezek természetesen mind heterokarioták voltak. A vizsgálatok lefolytatására ismert homokariota teszterekre volt szükségünk. Ezeket Korhonen, illetve Capretti uraktól kaptuk mindhárom intersteril csoportból. Mind a homo- mind a heterokariota tenyészeinket a P, S és F teszterekkel párosítottuk az előzőekben ismertetett táptalajon petricsészében úgy, hogy az inokulumok kb. 0,5–1 cm távolságban voltak egymástól. Az inkubálás szobahőmérsékleten történt általában 3–6 hétig. Kiszáradás ellen a petricsészéket Parafilm-mel zártuk le. Homokarioták esetében a következő vizsgálatot végeztük:

- a Petri-csésze fenéklapját kb. 100x-os nagyítással vizsgáltuk a teszter oldalán, hogy vajon megjelenik-e a csatképződmény vagy sem;
- a homokariota teszterben történik-e morfológiai változás vagy sem;
- a konfrontációs zónában laza vagy tömör micélium szövedék alakul-e ki, vagy sem.

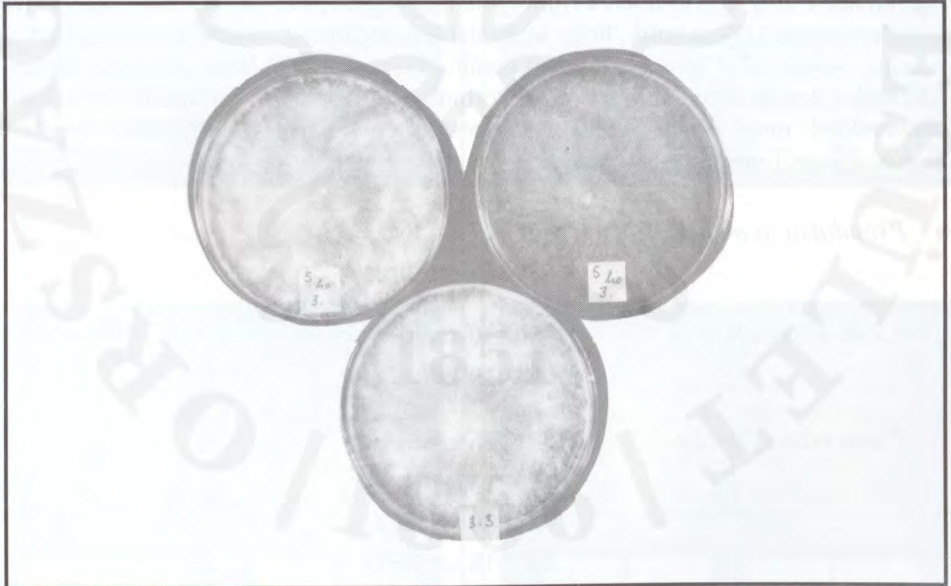
A csatok megjelenése, a morfológiai változás valamint a laza micéliumból álló konfrontációs zóna kialakulása egyértelműen bizonyítja, hogy a teszterrel azonos intersterilitású törzsünk van.



2. ábra



3. ábra



4. ábra

Az ábrásor bemutatja, hogy a homokariota törzsek különböző típusai a konfrontációt követően milyen változást eredményeznek az ismert tesztben. Jól látszik az azonosság a S homokariota teszt és az S homokariota vad törzs között.

A heterokariota tenyészeinket a Buller jelenség (Buller, 1931; Chase, 1988) segítségével határoztuk meg. Itt is a tesztert kell figyelemmel megvizsgálnunk az inkubálást követően három szempontból:

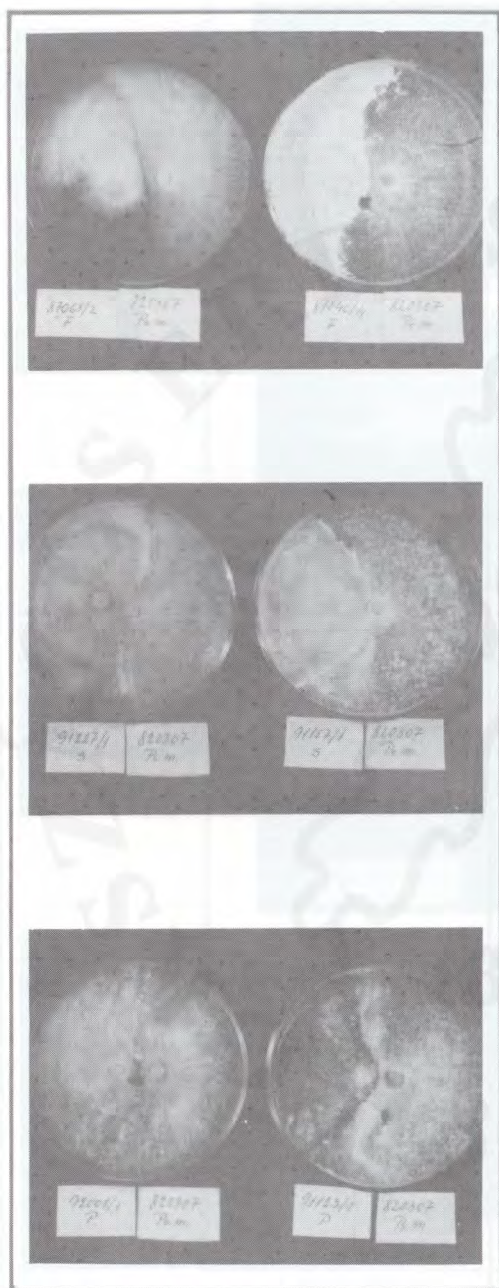
- csatképződés kialakul-e a teszterben vagy sem;
- a homokariota teszterben bekövetkezik-e morfológiai változás vagy marad az eredeti kép;
- a konfrontációs zónában ritka vagy tömör micélium alakul-e ki.

Amennyiben a teszterben csatképződés található, továbbá jelentős morfológiai változás tapasztalható és a konfrontációs zónában csak ritka micélium látszik, akkor a vizsgált heterokariota azonos vele. Nem volt minden esetben lehetőségünk, hogy csatképződést találjunk. Ilyen esetben Korhonen ajánlásával éltünk, mely szerint "normális esetben az eredmény a teszt micéliumok megjelenési formájának és a konfrontációs zónának az inkubációt követő 4–6 hét eltelte után egyszerű összehasonlítással nyerhető."

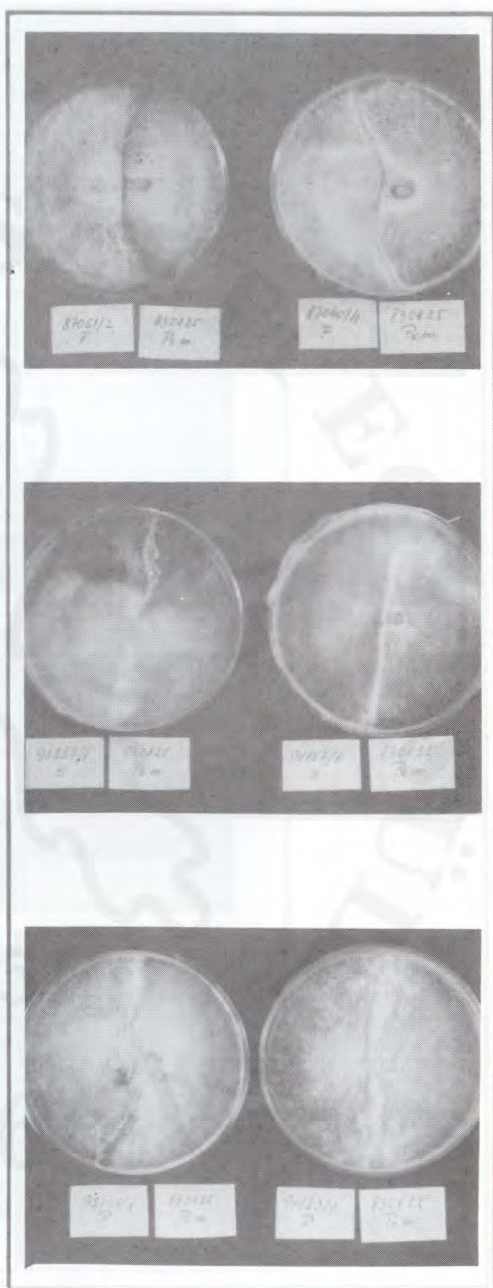
## EREDMÉNYEK

Tenyészeink néhány eset kivételével heterokarioták voltak. Így csak ritkán kellett a teszter és a saját homokariota vad törzs összehasonlításának módszerét alkalmaznunk. Legtöbb esetben a Buller jelenség segítségével határoztuk meg törzseink hovatartozását. Úgy éreztük, hogy vizsgálataink biztonsága érdekében szükséges volt néhány előkísérlet elvégezni. Ezért korábbi heterokariota *Heterobasidion annosum* törzsekkel konfrontációs kísérletet állítottunk be a Korhontól kapott homokariota teszterekkel, majd 4 hét elteltével a párosítás eredményét fényképeken rögzítettük (fotók: Pöcze Tamás). A párosítások a következők voltak:

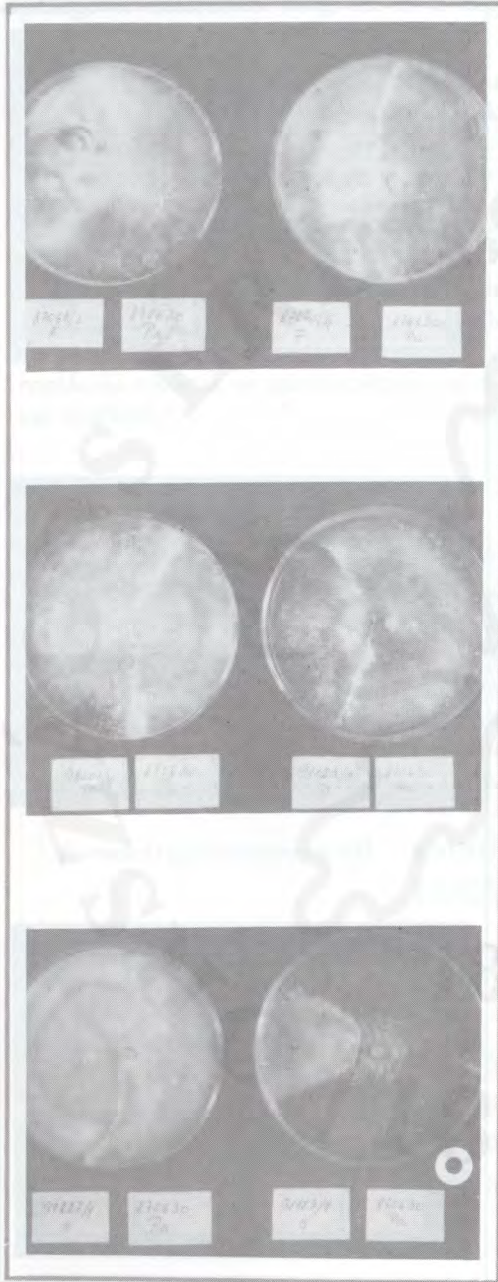
<i>Pseudotsuga menziesii</i> -ről:	820307 sz. törzs
	830825 sz. törzs
<i>Picea abies</i> -ről:	870630 sz. törzs
	931019 sz. törzs
<i>Pinus silvestris</i> -ről:	821126 sz. törzs
	821213 sz. törzs
	830209 sz. törzs
	920618 sz. törzs



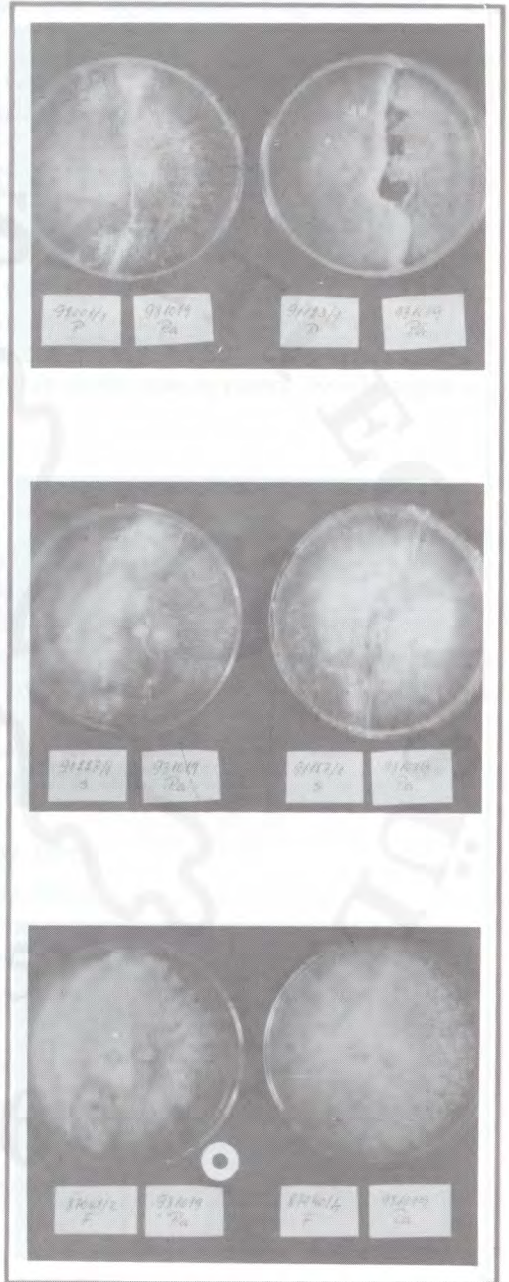
5. ábra



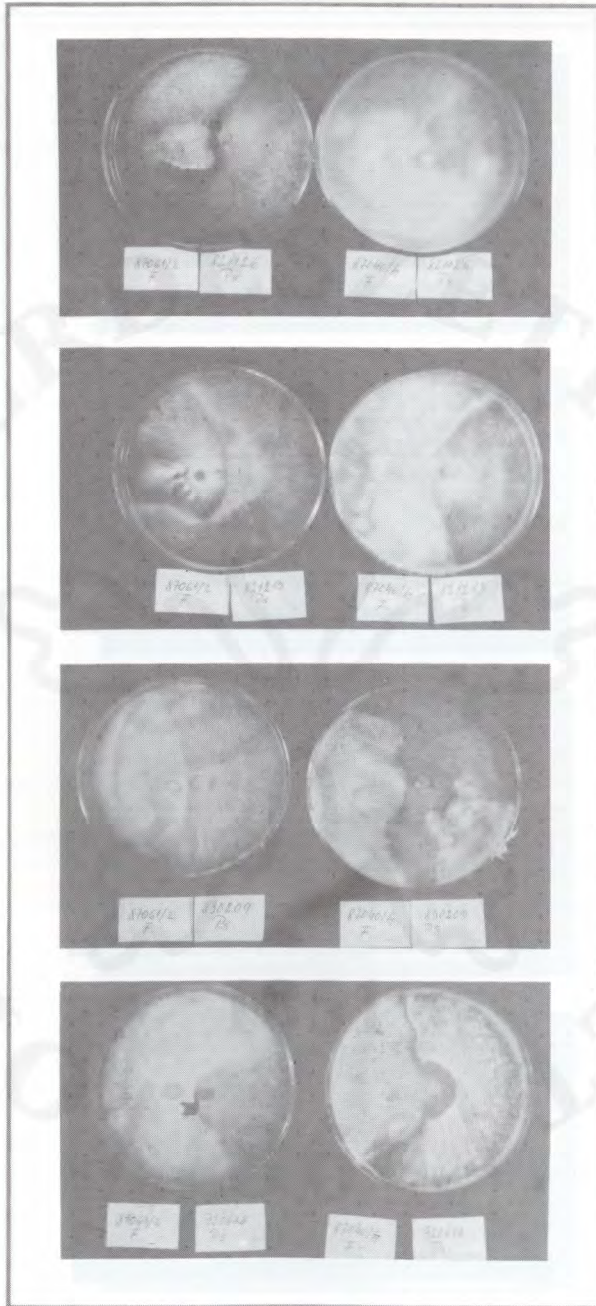
6. ábra



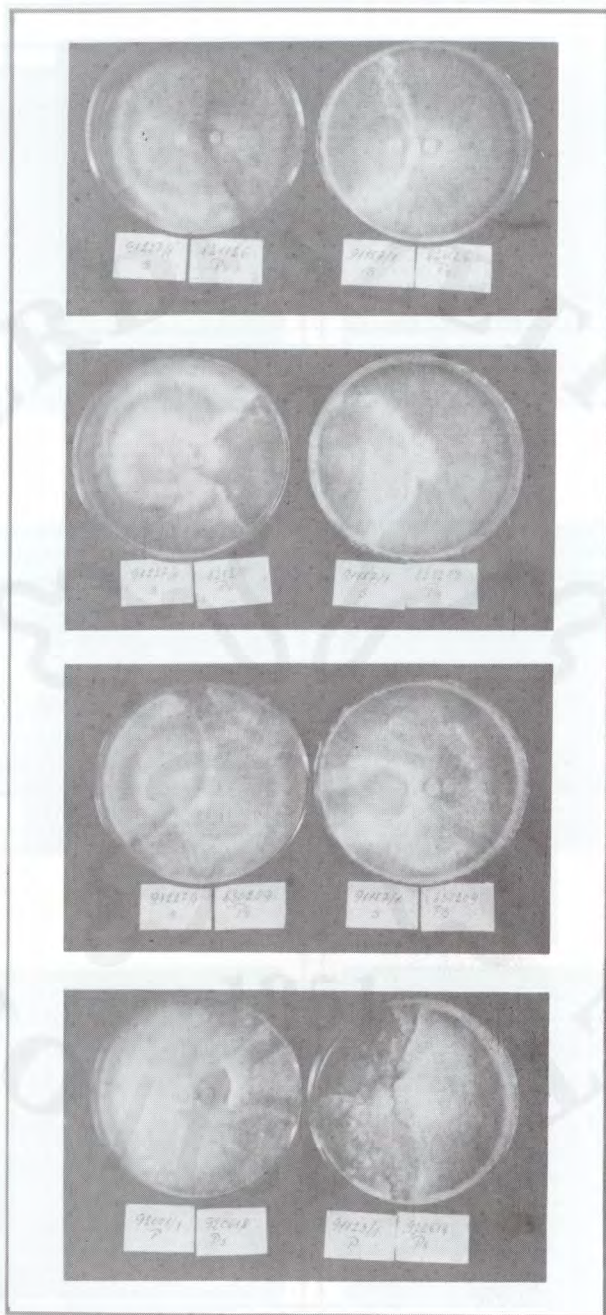
7. ábra



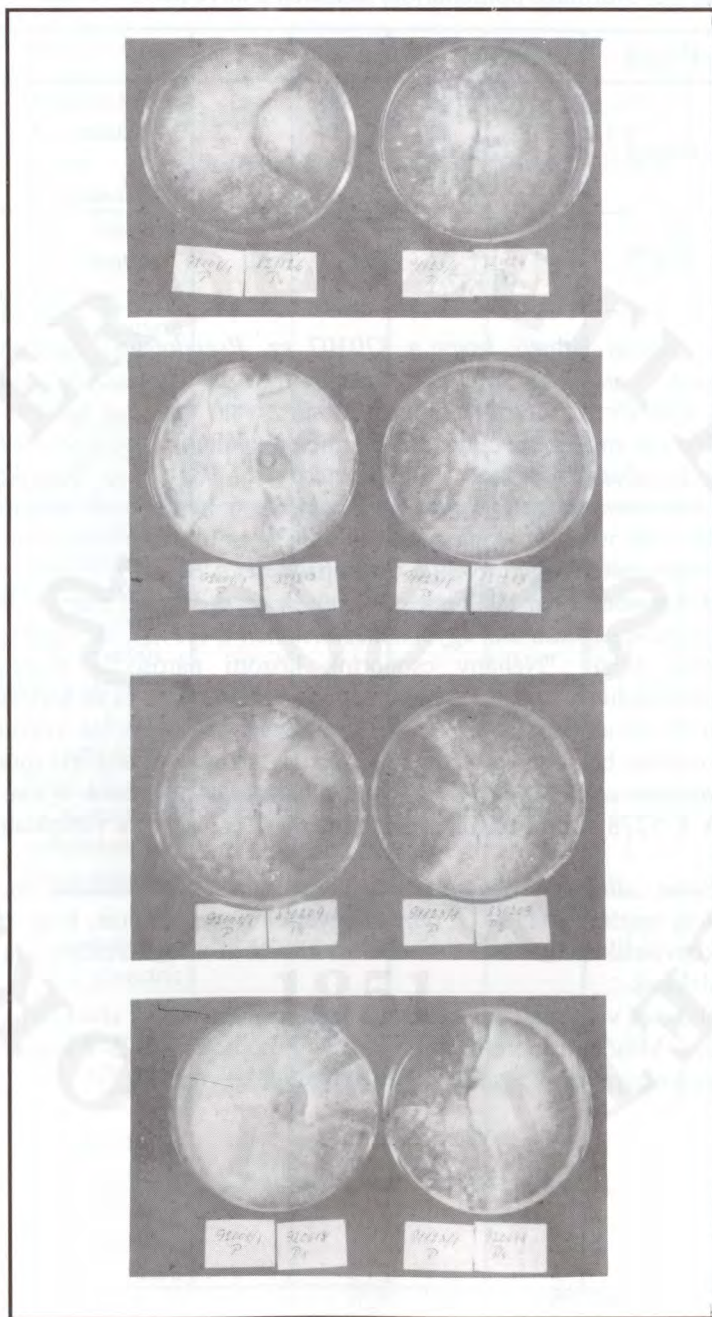
8. ábra



9. ábra



10. ábra



11. ábra

A Korhontól származó homokariota teszterek a következők voltak:

F típus	87061/2 87040/4
P típus	92001/1 91123/1
S típus	91227/1 91157/1

Az 5. ábrán látható, hogy a 820307 sz. *Pseudotsuga menziesii*-ről leoltott *Heterobasidion annosum* törzs a P típushoz tartozik. Ugyancsak a duglaszfenyőről származó 830825 sz. törzsünk is a P típushoz való tartozást igazolta (6. ábra). A teszterekből vett mintákból csatos micéliumokat találtunk a leoltást követően.

A *Picea abies*-ről leoltott 870630 hetero- és a 931019 sz. homokariota *Heterobasidion annosum* törzsek (7. és 8. ábrák). A 6 hetes konfrontációt követően a teszterekből vett ismételt leoltásokban a 870630-as törzs esetében csak a 91157/1 S típusban tapasztaltunk igen gyenge csatképződést. A 931019 törzsnél viszont csak a 87061/2 F típusban nem találtunk csatokat. A törzs lehet P vagy S típus egyaránt. Ilyen bizonytalanságokra utal egyébként Korhonen is (1978), aki ezzel kapcsolatban a következőket közli: "Néhány csoportok közötti párosodás esetében a csatos heterokariotikus hifák összefonódtak a teszter micéliummal és ez a vizsgálati eredmények értékelését nehezítette." A P és az S típusú homokarioták közötti hibridizáció miatt következik be az ilyen bizonytalanság. Ezt az izozím analízis módszerével igazolták (Otrosina et al., 1989). A módszer alkalmazására nekünk is van lehetőségünk az OTKA T 5278 számú pályázat támogatásával és ezeket a vizsgálatokat már el is kezdtük.

A *Pinus silvestris*-ről származó négy törzs konfrontálása az F, P és S homokariota teszterekkel (9–11. ábrák) egyértelműen igazolták, hogy mindannyian a P típust képviselik. A hat hetes inkubálást követően a teszterekben mindenütt csatos hifákat találtunk.

Az előzetes vizsgálatokat követően saját törzseinkkel is elvégeztük a kompatibilitási tesztet. Minden ismeretlennel a P, S és F homokariota 2–2 teszterét konfrontáltuk. Az eredményeket az 1. táblázatban mutatjuk be.

1. táblázat

		P	teszter	S	teszter	F	teszter	
Az izolátum sor és törzs - száma:	Gyűjtési hely: Az izolálás módja: Gazdanövény:	Ps 2.5.1. 930930	Pad 43 930915	Sj 11 91157/1	Sv 3.3 931007	Fx 1.8.7. 910910	Faa 1.3. 931111	
1. 820307	Gödöllő spórából Pseudotsuga menziesii	*						* P he
2. 821126	Kaszópuszta spórából Pinus silvestris							P he
3. 821213	Gútpuszta spórából Pinus silvestris							P he
4. 820209	Kaszópuszta spórából Pinus silvestris							* P he
5. 830825	Gödöllő gyökérből Pseudotsuga menziesii							* P he
6. 870410	Kőszeg spórából Pinus silvestris			(*)				D. P?
7. 920618	Császártöltés termőtestből Pinus silvestris							P he
8. 930406	Uzsa spórából Pinus silvestris							* P he
9. 930405	Vát spórából Pinus silvestris							P he
10. 930405	Vát spórából Pinus nigra							D P ?
11. 930427	Sopron spórából Abies alba						*	* F he

1. táblázat folytatása

12. 930427	Sopron spórából <i>Abies alba</i>							*	F he
13. 930420	Kőszeg spórából <i>Picea abies</i>								* P he
14. 930427	Sopron furatanyag <i>Abies alba</i>				-			*	* F he
15. 930914	Tengelic spórából <i>Pinus nigra</i>								- P ho
16. 930915	Németkér spórából <i>Pinus silvestris</i>								- P ho
17. 930928	Debrecen spórából <i>Pinus silvestris</i>								P he
18. 930928	Debrecen faanyag <i>Pinus nigra</i>								P he
19. 930928	Debrecen faanyag <i>Pinus silvestris</i>								P he
20. 930928	Bánk faanyag <i>Pinus silvestris</i>		*						P he
21. 930928	Debrecen spórából <i>Pinus silvestris</i>	*							- P ho
22. 930928	Debrecen faanyag <i>Pinus silvestris</i>								P he
23. 931004	Nagybajom spórából <i>Pinus silvestris</i>								D P he
24. 931004	Böhönye spórából <i>Pinus silvestris</i>								P he

1. táblázat folytatása

25. 931005	Újvárfalva spórából Pinus silvestris	*						P he
26. 931010	Méntelek spórából Pinus silvestris		*					P he
27. 940322	Kőszeg spórából Picea abies							D F
28. 940420	Sopron, Váris termőtest Picea abies	*	*					P he
29. 931019	Sopron spórából Picea abies	*	*					- P ho
30. 940420	Sopron, Asztalfő termőtest Picea abies			*	*			S het
31. 940420	Sopron, Váris termőtest Picea abies	*						- P ho
32. 940420	Sopron, Váris termőtest Picea abies	*						- P ho
33. 940420	Sopron, Váris termőtest Picea abies	*						- P ho
34. 940420	Sopron, Váris termőtest Picea abies	-	*					- P ho
35. 940420	Sopron, Váris termőtest Picea abies		*					- P ho
36. 930914	Tengelic faanyag Pinus silvestris							- P ho
37. 940419	Sopron, Várhely termőtest Abies alba			(*)				* S he

1. táblázat folytatása

38. 940419	Sopron, Várhely termőtest Abies alba			(*)				*
39. 940419	Sopron, Várhely termőtest Abies alba					-	-	* S he
40. 940419	Sopron, Várhely termőtest Abies alba			*	*			* S he
41. 940419	Sopron, Várhely termőtest Abies alba	-	-		*			* S he
42. 940419	Sopron, Várhely termőtest Abies alba			*	*			* S he
43. 930928	Debrecen faanyag Pinus silvestris	(-)	(-)				-	- P he ?

Jelmagyarázat:

| | = laza micéliumból álló konfrontációs zóna  
 || = sűrű micéliumból álló konfrontációs zóna  
 \* (\*) = csat van (valószínűleg van)  
 - (-) = csat nincs (valószínűleg nincs)  
 he = heterokariota  
 ho = homokariota  
 D = degenerálódott törzs

#### AZ EREDMÉNYEK ÉRTÉKELÉSE, KÖVETKEZTETÉSEK

A vizsgálatok beigazolták azokat az előzetes feltevéseinket, hogy Magyarországon is több biotípusa található a *H. annosumnak*. A *Pinus* fajokról csak P típust izoláltunk. Lucfenyőn a P és az S biotípus is megtalálható volt. Jegenyefenyő esetében viszont két biotípus is határozottan megjelent: az S és az F. Ez utóbbi kimutatása újdonságot jelent, hiszen az F biotípus Európában a legészakibb megjelenéseként Olaszországot jelölte meg a vonatkozó irodalom (Capretti et al., 1990).

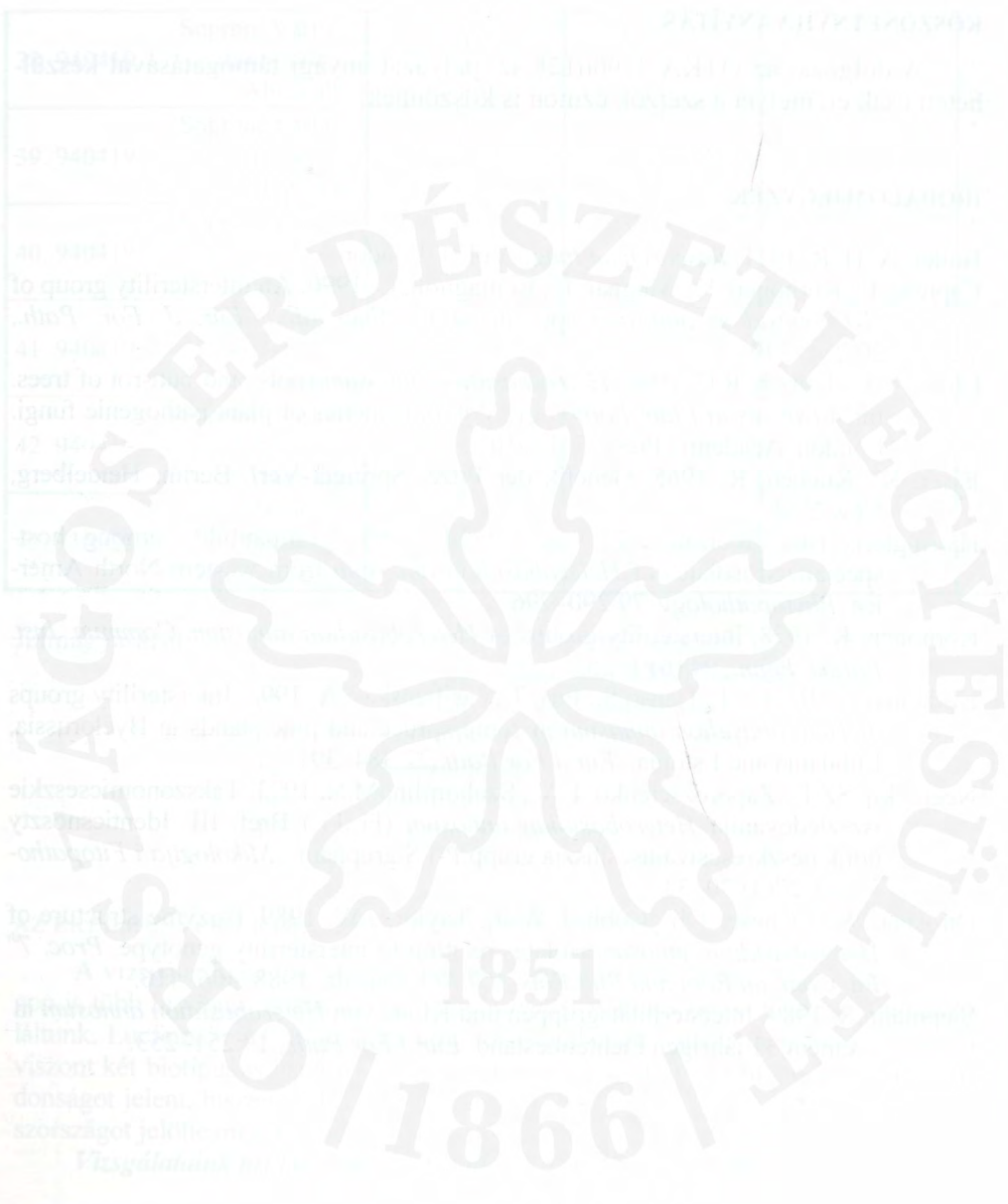
**Vizsgálataink azt látszanak igazolni, hogy az F típus hazánkban is előfordul.**

## KÖSZÖNETNYÍLVANYÍTÁS

A dolgozat az OTKA T 006128 sz. pályázat anyagi támogatásával készülhetett csak el, melyet a szerzők ezúton is köszönnek.

## IRODALOMJEGYZÉK

- Buller, A. H. R. 1931. *Research on fungi*, Vol. 4. London.
- Capretti, P., Korhonen, K., Mugnai, L., Romagnoli, C. 1990. An intersterility group of *Heterobasidion annosum* specialized to *Abies alba*. *Eur. J. For. Path.*, 20:231–240.
- Chase, T.E., Ullrich, R.C. 1988. *Heterobasidion annosum* root- and butt-rot of trees. In: *Advances in Plant Pathology*, Vol. 6. Genetics of plant pathogenic fungi. London. Academic Press. 501–510.
- Esser, K., Kuenen, R. 1965. *Genetik der Pilze*. Springer-Verl. Berlin, Heidelberg, New York.
- Harrington, T.C., Worrall, J.J., Rizzo, D.M. 1989. Compatibility among host-specialized isolates of *Heterobasidion annosum* from western North America. *Phytopathology*, 79:290–296.
- Korhonen, K. 1978. Intersterility groups of *Heterobasidion annosum*. *Commun. Inst. Forest. Fenn.*, 94 (6):1–25.
- Korhonen, K., Bobko, I., Hanso S., Piri, T., Vasiliauskas, A. 1992. Intersterility groups of *Heterobasidion annosum* in some spruce and pine stands in Byelorussia, Lithuania and Estonia. *Eur. J. For. Path.*, 22:384–391.
- Negruckij, SZ.F., Zaporozserenko, E.V., Szuhomlin, M.N. 1993. Takszonomicseszkie iszszledovanija *Heterobasidion annosum* (Fr.:Fr.) Bref. III. Identicsnoszty donk neszkrešcsivajuscsihszja grupp P-i S gruppam. *Mikologija i Fitopatologija*, 27(4):30–33.
- Otrosina, W.J., Chese, T.E., Cobb, F.W.Jr., Taylor, J.W. 1989. Isozyme structure of *Heterobasidion annosum* isolates relating to intersterility genotype. *Proc. 7<sup>th</sup> Int. Conf. on Root and Butt Rots, IUFRO*, Canada, 1988, 406–416.
- Siepmann, R. 1989. Intersterilitätsgruppen und Klone von *Heterobasidion annosum* in einem 31 jährigen Fichtenbestand. *Eur. J. For. Path.*, 19:251–253.



**ARANYFARÚ SZÖVŐLEPKE (*Euproctis chrysorrhoea* L.)  
MAGYARORSZÁGI POPULÁCIÓINAK HOSSZÚTÁVÚ FLUKTUÁCIÓS  
MINTÁZATAI**

**LESKÓ KATALIN<sup>\*</sup>, SZENTKIRÁLYI FERENC<sup>\*\*</sup>, KÁDÁR FERENC<sup>\*\*</sup>**

**ÖSSZEFOGLALÓ**

Jelen munkában a szerzők áttekintik és statisztikailag elemzik az aranyfarú szövőlepke (*Euproctis chrysorrhoea* L.) hosszútávú populációfluktuációit. Az elemzések az erdészeti fénycsapdák évenkénti fogásainak (1962–94) és a becsült kártételek (1963–95) adatainak idősoranalízisével történtek. A vizsgálatok eredményei szerint a populáció-ingadozások az ország egész területén szinkronban voltak. A fénycsapdás fogások maximumai általában egy évvel megelőzték a gradációs felfutásokat és csúcsokat, amely jelenség az előrejelzésben hasznosítható. A fluktuációs mintázatokban nem volt kimutatható szignifikáns periodicitás, azaz a gradációk rendszertelenül léptek fel. Az elemzések szerint a hidrotermikus indexek segítségével kimutatott éves aszályoknak jelentős szerepük volt az *Euproctis* gradációk kiváltásában. Az 1979 utáni időszakban a növekvő erősségű aszályok sorozata megnövelte a gradációs hullámok amplitudóját és a gyakoriságát.

**KULCSSZAVAK:** aranyfarú szövőlepke, *Euproctis chrysorrhoea* L., fénycsapdázás, hosszútávú fluktuációs mintázat, gradáció, szinkronitás, aszály

**ABSTRACT**

The authors review and examine statistically the long-term population fluctuation patterns of the European gold tail moth (*Euproctis chrysorrhoea* L.). The investigations were based on the time series analysis of data sets of forestry light-trap catches (1962–94) and estimated damages caused by defoliations (1963–95). According to results of analysis the population fluctuations were synchronous between different regions of the whole country. The maxima of light-trap catches generally occurred a year earlier before the rapid increasing phases and peaks of outbreaks. This phenomenon is useful for forecasting of pest. No significant regular periodicity was found in the fluctuations of gold tail moth, consequently its outbreak patterns were aperiodic in each area studied. The yearly droughts characterized by hydrothermal indices strongly affected the development of *Euproctis* outbreaks. During the period after 1979 the growing strength of drought series have increased the amplitude and frequency of outbreaks.

**KEY WORDS:** European gold tail, *Euproctis chrysorrhoea* L., light trapping, long-term fluctuation pattern, outbreak, synchrony, drought effect

<sup>\*</sup> ERTI, Erdővédelmi Figyelő Jelzőszolgálat, Gödöllő

<sup>\*\*</sup> MTA Növényvédelmi Kutatóintézet, Budapest

## BEVEZETÉS

Az aranyfarú szövőlepke a síksági kocsányos tölgyesek egyik legfontosabb kártevője, amely az elmúlt 15 év folyamán egyre növekvő mértékű gradációival hívta fel magára a figyelmet. Elsősorban a Tiszántúlon és az Ormánságban károsított, főként öntéstalajon álló kocsányos tölgyesekben (Leskó, 1991). A kimutathatóan növekvő kártételi trendje miatt (Csóka, Leskó, 1995) különösen időszerű e faj populációdinamikai jellegzetességeit elemezni a rendelkezésre álló hosszútávú adatsorok birtokában. A faj hazai életmódjáról, a gradációinak lefolyásáról, károsítás módjáról számos tanulmány látott eddig is napvilágot (pl. Leskó, 1985, 1986 a, b, 1989, 1991; Leskó és mtsai, 1982, 1986; Szontagh, 1986).

Az *Euproctis* kárpát-medencei gradációira vonatkozó feljegyzések a múlt századig nyúlnak vissza az erdészeti szakirodalomban. E tudósítások alapján a következő gradációs időszakokról vannak adatok, illetve szakcikkek az aranyfarú szövőre vonatkozóan: 1875–77 (Krivácsy, 1876; Dufek, 1877; Kallina, 1877), 1884 (Pisó, 1886), 1889–92 (Anon., 1891, 1895), 1901–18 (Craus, 1901; Abafi-Aigner, 1905; Pfundtner, 1904, 1905; Vései, 1905; Róth, 1911; Pánczél, 1914; Matusovits, 1918). Hozzá kell tenni, hogy a fenti adatok főként a teljes Kárpát-medencére vonatkoznak, és elsősorban a szlavóniai, szerémségi, bánáti és erdélyi kártételekről számolnak be. Az 1945–57 közötti egész Európát, így Magyarországot is érintő nagy *Euproctis* gradációkkal számos cikk foglalkozott (Templin, 1957; Jahn, Sinrech 1957).

Az elmúlt 35 évből a faj gradációira vonatkozólag Leskó (1985, 1986 a, b, 1989, 1991, 1995;), Leskó és mtsai (1982, 1986;), Szontagh (1986) munkái emelendők ki. E tanulmányokban a gradációt kiváltó okokra is számos megállapítás történt. Ezzel kapcsolatban úgy tűnik, egyik legfontosabb, a gradációt elősegítő ok az aszály és a vízelvezetések következtében a fák vízhiány-stressz állapotának a kártevőre gyakorolt kedvező hatásai (Leskó, 1991). Mivel az aszálynak számos direkt és indirekt hatása lehetséges a rovarpopulációk fluktuációjára vonatkozóan (Mattson, Haack, 1987), ezért jelen vizsgálatainkban e kérdés kiemelt szerepű.

Tanulmányunkban az Erdővédelmi Figyelő Jelzőszolgálat által 1962–95 évek alatt regisztrált *E. chrysorrhoea* populációfluktuációkat elemezzük. A vizsgált adatsorok az erdészeti fénycsapdák által gyűjtött imágók egyedszámaira, valamint a becsült kártételek mértékére vonatkoznak.

Elemzésünkben a következő kérdésekre kerestük a választ: (1) milyen mértékben hasonlóak vagy különbözők az eltérő (fénycsapdázás, kártétel-beclsés) mintavételi eljárásokból kapott mintázatok, (2) milyen fluktuációs mintázati karakterisztikák jellemzik a vizsgált tájegységekben az *E. chrysorrhoea* populációkat, (3) milyen mértékű szinkronitás van a különböző lokális fluktuáció mintázatok között, (4) a gradációk kitörései kapcsolatban vannak-e az évenkénti klímaindadozással.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

### *Mintavételi módszerek*

**Fénycsapdázás:** Az erdészeti előrejelzés a Jermy-típusú fénycsapdát használja. Ez a csapdatípus terelőlemez nélküli, amely az állomások többségénél fehérfényű, 100 W-os normál izzóval, néhány helyen 125 W-os higanygőzlámpával működik. A fényforrás a talaj felett 2 m-es magasságban található. Az erdészeti csapdák gyakorlatilag az egész év folyamán üzemelnek, kivéve a fagyos időszakokat. A kezelők a csapdákat naponta ürítik. A hálózat jelenlegi állomásai közül azoknak az adatsorait használtuk fel, ahol a csapda legalább 10–15 évig folyamatosan üzemelt, és a vizsgált időszak alatt az aranyfarú szövőlepkéből az összfogás elérte a 100 példányt. Elemzéseinkben a következő csapdahelyek adatsorai szerepeltek: Makkoshotyka, Felsőtárkány, Kömörö-Jánkmajtis, Gerla, Karcag, Sopron, Kapuvár, Szombathely, Szalafő, Szentpéterfőlde, Gilvánfa-Sumony, Szulok, Tolna, Várgesztes. Ezen állomások közül csak azoknak a fogásait ábráztuk (*1–2. ábra*), amelyek a főbb károsítási területeken működtek és nagyobb példányszámban gyűjtötték a rajzó lepkéket. Az ábrákon ezért a Szatmár–Beregi síkról Kömörö-Jánkmajtisnál, a Körösök vidékéről Gerlánál, az Ormánságból Szuloknál, az Északi-középhegységéből Makkoshotykánál üzemelt fénycsapdák adatai szerepelnek.

**Károsítás mértékének felvételezése:** Az évenkénti kártétel mértékét az erdészeteknek a Figyelő Jelzőszolgálat által előírt egységes módon kellett meghatározni a területükön. Az okozott lombkártételt három fokozatban (gyenge, közepes, erős), ha-ban kifejezett területnagysággal adták meg.

**A vizsgált időszakok hossza:** A fénycsapda adatsorok 1962-től 1994-ig, az évenkénti kártételi adatok pedig 1963-tól 1995-ig álltak a rendelkezésünkre.

### *A vizsgált erdőállományok és tájegységek*

Az aranyfarú szövőlepké fő tápnövényének megfelelően a kártételi adatok kocsányos tölgyes állományokra vonatkoznak. A károsított állományok elsősorban síkvidéki természetes és telepített kocsányos tölgyesekből kerültek ki. Az elemzések céljára azon tájegységeket választottuk ki, ahol az aranyfarú szövő rendszeresen és jelentős mértékben károsított. A főbb gradációs területei a vizsgált időszakban a Szatmár–Beregi síkságon, a Hajdúháton, a Berettyó és Körösök-vidékén, valamint 1979-től az Ormánságban fordultak elő. Kisebb-nagyobb kártételeit lehetett tapasztalni még a Nyírségben, Bodroghözben, a Hernád és Bódva völgyében, Kisalföldön, Vas és Somogy megyében. Ennek megfelelően a károsítás szempontjából elemzett tájegységek a következők voltak: Felső-Tisza vidék (főként a Szatmár–Beregi sík), Körösök-vidéke (amelyhez hozzávettük a Hajdúságban fellépő kártételeket is), valamint az Ormánság. A tiszántúli fő területeken kívülre eső kisebb-nagyobb, kevésbé rendszeres kártételeket összevontuk egyéb terület kategóriába.

### **Adatkezelés, statisztikai eljárások**

*A fénycsapda adatok:* Az aranyfarú szövőlepke univoltin faj, ezért az egyes generációk populáció nagyságának jellemzésére az adott csapda napi fogásainak teljes éves összegeit számoltuk ki és használtuk fel a lokális mintázatok elemzéseiben.

*Kártételi adatok:* Minden egyes vizsgált tájegységen belül összegeztük külön-külön az erősen, közepesen, és gyengén károsított állományterületek hektárban kifejezett nagyságát, majd ezeket az összesített területeket súlyoztuk a rágási fokozatuknak megfelelő átlagos %-os értékekkel. A három kártételi fokra így kiszámolt értékeket összegeztük. Mivel a kártétel nagysága függ a hernyók egyedszámától, így ezzel az eljárással egy, az adott területre jellemző, az *Euproctis* populációk méretével arányos indexértéket kaptunk. Az éves indexértékek idősorát használtuk fel a mintázatok elemzésében.

*A klímaadatok:* Jelen tanulmányunkban is azokat klímaváltozókat használtuk, amelyekkel már korábbi elemzéseinkben is az aszályos időszakokat jellemeztük (*Szentkirályi és mtsai, 1995; Leskó és mtsai, 1995*). Így csapadékösszegek és a hőmérsékletek együttes alakulását figyelembe vevő szárazsági indexek közül a Szelejanyinov-féle hidrotermikus hányadost /HT/ (*Walter, 1955*), valamint a Pálfai-féle aszályosság indexet /PAI/ (*Pálfai, 1991, 1993*) alkalmaztuk. Az indexek számításához a csapadék idősorokat a fénycsapdákhöz legközelebbi OMSZ állomásairól nyertük. Az indexek értékeinek változása alapján sikerült megállapítani, hogy mely évek számítottak vízhiányosnak, aszályosnak. Az aszály éves intenzitásának a jellemzése az erdei aszálykár mértékét (7. ábra) is felhasználtuk (*Szentkirályi és mtsai, 1995*).

*A statisztikai eljárások:* A fluktuációmintázatokban rejlő periodicitásoknak, a mintázatok közötti szinkronitásnak a vizsgálatára az idősoranalízis sorozatkorrelációs eljárásait használtuk. A fluktuációk közötti szinkronitást akkor tekintettük (a) jelentősnek, ha 1 évnél nem nagyobb különbség esetén szignifikánsan ( $p < 5\%$ ) erős ( $r > 0,6$ ), vagy közepes ( $0,3 < r < 0,6$ ) pozitív korrelációt, (b) közepesnek, ha 2 éves eltolásnál szignifikánsan ( $p < 5\%$ ) közepes ( $0,3 < r < 0,6$ ), vagy erős ( $r > 0,6$ ) pozitív korrelációt kaptunk, míg (c) gyengének vagy aszinkronnak, ha csak kettő évnél nagyobb eltolásnál lépett fel szignifikáns korreláció.

### **EREDMÉNYEK**

#### ***A különböző módszerekből származó mintázatok szinkronitása***

A kétféle módszerrel (fénycsapdázás, kártételbecslés) nyert fluktuációs mintázatokkal a valós populáció-ingadozásokra próbáltunk következtetni. Ehhez a mintázatok közötti hasonlóságot kell megnézni. Ha ugyanabból a tájegységből származó kétféle mintázat erősebb szinkronitást/hasonlóságot mutat az esetek többségében, ez a tény egyúttal a mintavételi módszerek megbízhatóságára is utal a valós populációváltozások becslése tekintetében. Vizsgálatainkban a szinkronitást a fénycsapdás és a hernyókárté-

teli mintázatok közötti keresztkorrelációs sorozatokkal elemeztük. Az analízisben a rögzített kártételi adatsorokhoz képest történtek az eltolások.

Az éves eltolások és a korrelációs értékek a következőképpen alakultak a vizsgált tájegységek esetében: Szatmár-Beregi sík esetében szignifikánsan erős korrelációt ( $r = 0,69$ ) +1 év eltolásnál, míg a Körösök- vidékénél eltolás nélkül közepes ( $r = 0,55$ ), +1 év eltolásnál pedig erős ( $r = 0,70$ ) szignifikáns korrelációkat kaptunk. Az egyéb terület kategóriába összevont kártételi idősort a fénycsapdás fogások átlagával vetettük össze. Ebben az esetben a két idősor között egyaránt szignifikáns közepes korreláció volt eltolás nélkül ( $r = 0,42$ ) és +2 év eltolásnál ( $r = 0,56$ ).

A 0 illetve 1 év különbségnél kapott szignifikáns közepes és erős keresztkorrelációs értékek alapján megállapítható, hogy ugyanahhoz a tájegységhez tartozó kétféle mintavételi eljárással előállított fluktuációs mintázatok kellően szinkronizáltak és megfelelő becslést nyújtanak az *Euproctis* populációs ingadozásairól. Az elemzésekben a +1 és +2 éves eltolásnál fellépő maximális korrelációk egyúttal arra is utalnak, hogy a fénycsapdás fogási csúcsok egy illetve két évvel megelőzik az aranyfarú szövőlepke hernyópopulációs/kártételi csúcsait.

### **Azonos módszerrel nyert mintázatok tájegységek közötti szinkronitása**

Elemzéseinkben a kártételi és a fénycsapdás fluktuációs mintázatok esetében az összes lehetséges tájegységi párosításra keresztkorrelációkat számoltunk.

**Károsítás:** A kártételi hosszútávú idősorok elemzése alapján az aranyfarú szövő populációfluktuációinak tájegységek közötti hasonlósága a következőképpen jellemezhető:

A Felső-Tisza vidékén és a Körösök-vidéken tapasztalt kártételek mértékének ingadozásai – beleértve a gradációs csúcsokat is – erősen szinkronban voltak egymással. Az elemzés szerint eltolás nélkül adódott a legmagasabb szignifikáns pozitív korrelációs érték ( $r = 0,61$ ). Összevetettük a Tiszántúl teljes kártételi adatsorát az ország egyéb területein előfordult összkártételi idősorral is. Ebben az esetben közepes szignifikáns pozitív korrelációs értékeket kaptunk eltolás nélkül, valamint egy éves eltolásnál (0 év:  $r = 0,42$ ; +1 év:  $r = 0,40$ ; -1 év:  $r = 0,49$ ). A sorozatkorrelációs elemzések eredményei arra utalnak, hogy az elmúlt három évtizedben az *Euproctis* okozta kártételek többé-kevésbé szinkronizáltak, egyszerre következtek be az ország különböző területein.

**Fénycsapdázás:** A fénycsapdás fogások tájegységek közötti hasonlóságának vizsgálatába annak a 14 fénycsapda állomásnak adatsorait vontuk be, amelyeknél az *Euproctis* lepkékből rendszeres fogások voltak. Az állomások idősoraiból képzett összes lehetséges párosításból (a párok első tagja volt rögzített) a következő esetekben volt szignifikáns ( $p < 5\%$ ) pozitív közepes, vagy erős korreláció:

- (a) eltolás nélkül: Szentpéterföldre-Makkoshotyka, Jánkmajtis-Gerla, Várgesztes-Karcag, Szulok-Karcag, Szulok-Gerla, Kapuvár-Makkoshotyka, Kapuvár-Sopron, Felsőtárkány-Várgesztes, Sopron-Tolna, Felsőtárkány-Szombathely, Tolna-Szombathely, Szalafő-Tolna, Makkoshotyka-Sumony, Várgesztes-Sumony;
- (b) 1 éves eltolásnál: Szentpéterföldre-Jánkmajtis, Makkoshotyka-Karcag, Gerla-Karcag, Sopron-Karcag, Tolna-Karcag, Nagyrákos-Karcag, Szulok- Nagyrákos, Ka-

puvár-Tolna, Kapuvár-Várgesztes, Várgesztes- Szombathely, Sopron-Sumony, Kapuvár-Sumony;

- (c) 2 éves eltolásnál: Szulok-Sumony, Várgesztes-Sumony, Jánkmajtis-Gerla, Szent-péterföldre-Makkoshotyka. Ez utóbbi három fénycsapdapár esetében eltolás nélkül is volt szignifikáns korrelációs érték.

A fenti eredmények szerint egymástól távol üzemelő fénycsapda állomásokról származó idősorok között is számos esetben közepes vagy erős korrelációt lehetett kimutatni. Az egyes állomásokhoz tartozó fluktuációs mintázatok átlagosan 3–4 továbbival mutattak közepes vagy jelentős szinkronitást. A különböző tájegységek hosszútávú fénycsapdás fogásai közötti hasonlóságok alátámasztják a kártételi elemzéseknél kapott eredményeket, nevezetesen az *Euproctis* populációk egyedszám-ingadozásai országsszerte szinkronban voltak egymással.

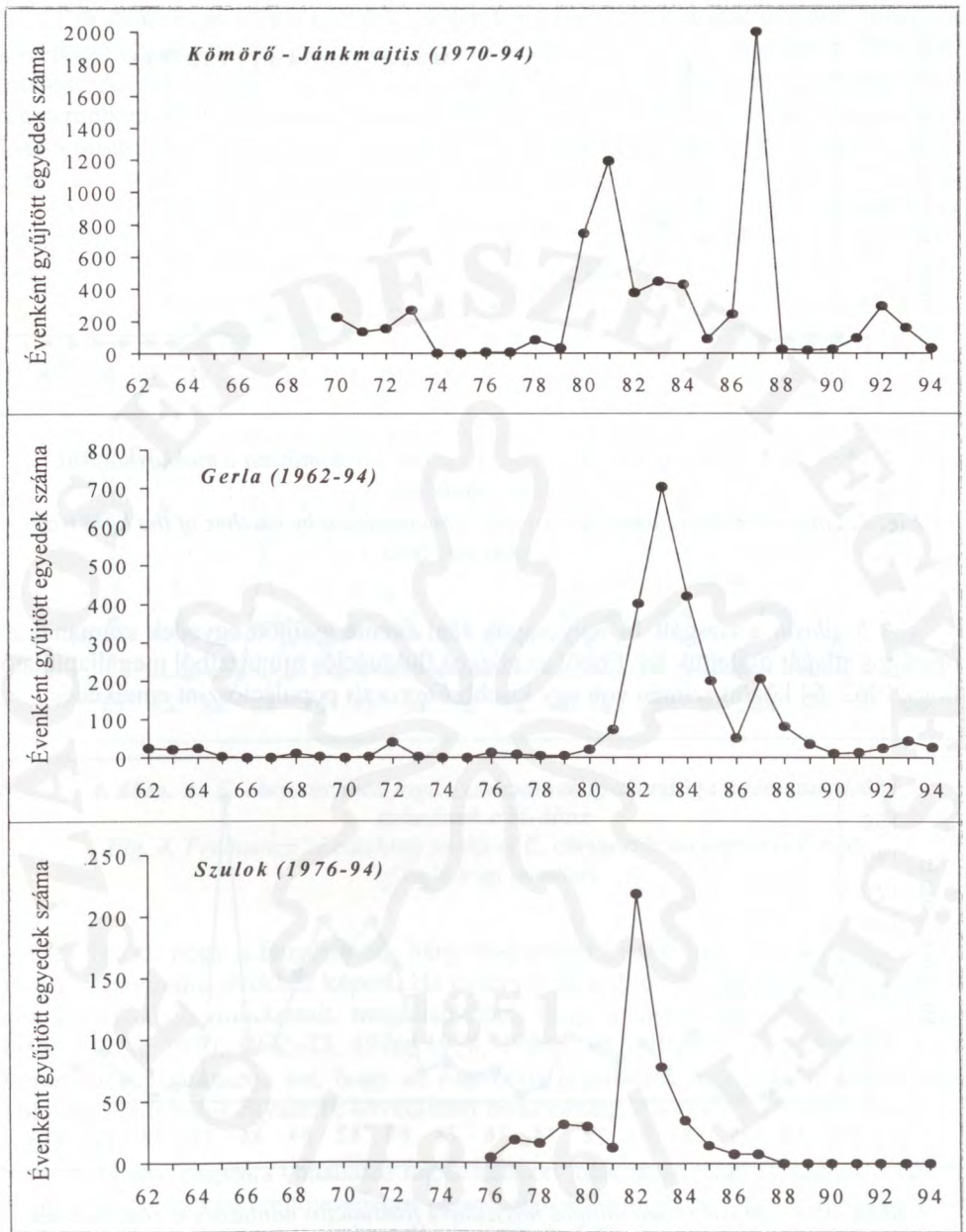
### **Tájegységi fluktuációs mintázatok kvalitatív és kvantitatív jellemzése**

*Fénycsapdás idősorok jellemzése:* Az 1. ábra az aranyfarú szövő fő károsítási területeire jellemző fénycsapdás fluktuációs mintázatokat mutatja be. A 2. ábrán a Makkoshotykról származó fénycsapdás adatsort azért emeltük ki, mivel a Felső-Tisza vidéken 1968–75 között lezajlott gradációt a nagyobb éves fogásaival jól szemlélteti. 1970 előtt a Szatmár-Beregi síkon még nem üzemelt a kömörői csapda, így a két mintázat jól kiegészíti egymást.

A két ábra fénycsapdás adatsorainak összevetéséből látszik, hogy a mintázatok 3 populációnövekedési szakaszra bonthatók, amelyek közül mindegyik kimutatható a Felső-Tisza vidéken. Az első ilyen felszaporodási szakasz 1967–74 között volt 1968-ban egy nagyobb csúccsal (2. ábra). A második gradációs periódust a jánkmajtisi fénycsapda 1979–88 között jelezte. Ebben a szakaszban 1981-ben és 1987-ben kiemelkedő, míg 1983–84 években kisebb fogási csúcs volt. A harmadik periódus 1992–93 évekre esett, és 1992-ben egy kis csúccsal jellemzett. A jánkmajtisi mintázatot összevetve a gerlai csapdáéval (1. ábra) látható, hogy ez utóbbinak fogásait alacsonyabb egyedszám jellemzi és az első és a harmadik szakaszra, 1972-ben és 1993-ban, csak kisebb csúcsok utalnak.

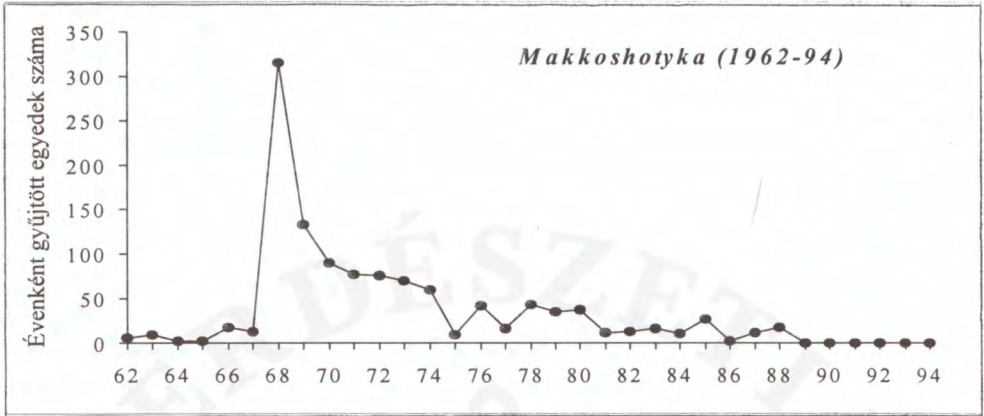
A középső gradációs periódus a Körösök-vidéken is a legnagyobb populációnövekedést produkálta a fénycsapdás fogások alapján 1983-ban és 1987-ben egy-egy csúccsal. Jól megfigyelhető a tiszántúli térségben az *Euproctis* populációcsúcsoknak a keresztkorrelációk által már alátámasztott egybeesése, a gradációmenetek szinkron volta.

Az ormánsági fénycsapda (Szulok, 1. ábra) csak 1976-tól működik, a térségében azonban ezt megelőzőleg nem fordult elő nagymérvű gradációja az aranyfarú szövőlepkének. A fénycsapda idősorában megfigyelhető már 1978–80 közötti időszakban egy kismérvű egyedszámemelkedés, majd 1982-ben egy nagy fogási csúcs jelzi a gradációt. Ezt követően a fogás fokozatos 0-ra csökkenése mutatja a gradáció összeomlását, 1988 óta pedig gyakorlatilag a fénycsapda nem jelez növekedést az ormánsági *Euproctis* populációkban. Az 1. ábra szerint az 1978–84 években lezajlott tömegszaporodások a fő károsítási területeken egybeestek.



**1. ábra.** Az *E. chrysorrhoea* hosszútávú fluktuációs mintázatai különböző fénycsapdák fogásaiból

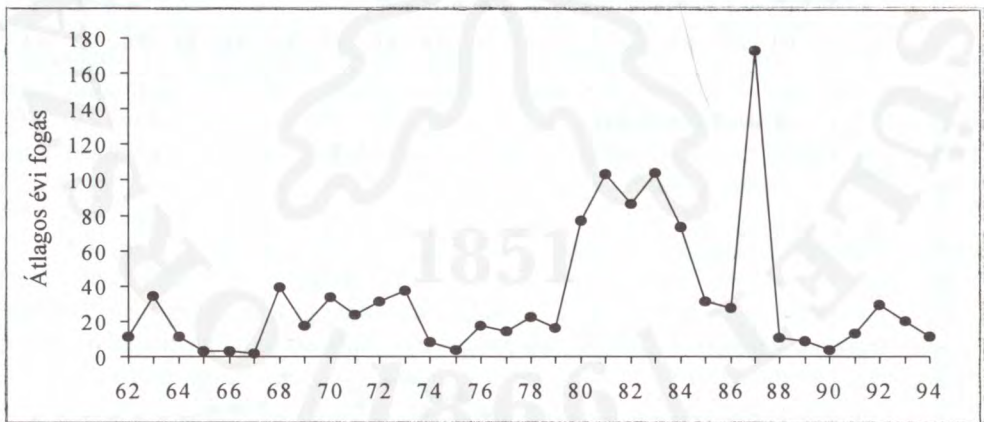
**Fig. 1.** Long-term fluctuation patterns of *E. chrysorrhoea* by catches of various light traps



2. ábra. Az *E. chrysorrhoea* hosszútávú fluktuációs mintázata a makkoshotyikai fénycsapdából

Fig. 2. Long-term fluctuation pattern of *E. chrysorrhoea* by catches of the light trap at Makkoshotyka

A 3. ábrán a vizsgált 14 fénycsapda által évente gyűjtött egyedek számának az országos átlagát tüntettük fel. Ebből az átlagos fluktuációs mintázatból megállapítható, hogy 1962–64 között szintén volt egy kisebb *Euproctis* populációs szint emelkedés.

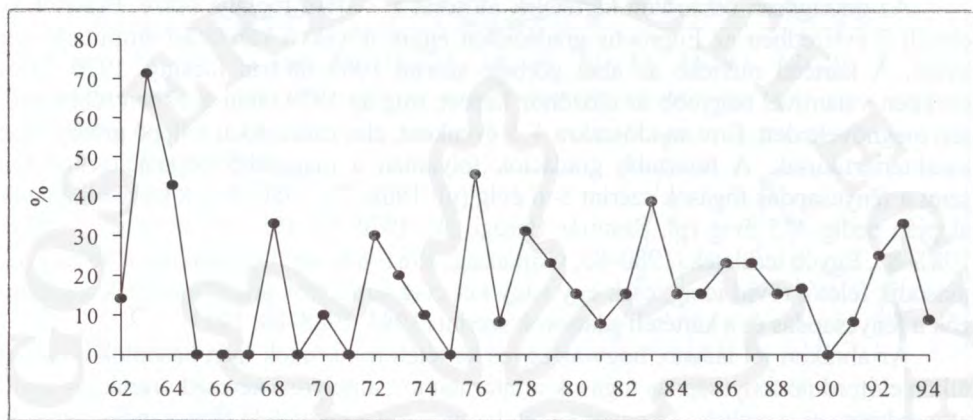


3. ábra. Az *E. chrysorrhoea* átlagos hosszútávú fluktuációs mintázata a fénycsapdás gyűjtések alapján (14 fénycsapda évi fogásainak átlaga)

Fig. 3. Mean long-term fluctuation pattern of *E. chrysorrhoea* by catches of light traps (average of yearly catches of 14 light traps)

Ezt elsősorban a főbb kártételi területeken kívüli fénycsapdák jelezték. Időben a következő növekedési periódust az 1968–73 közötti, 6 évig tartó magasabb fogásszint mutatja. Az ezt követő erős gradációs szakaszt az 1980–87 években az elmúlt 30 év legkiemelkedőbb fénycsapdás fogásai jellemzik. A legutolsó 1992. évi csúcs, hasonlóan a 60-as, 70-es évekéhez, csak kisebb növekedést jelzett az *Euproctis* populációkban.

A 4. ábrán a fénycsapdás fogások csúcsainak %-os gyakoriságát fejeztük ki az adott évben a csapdák számára vonatkoztatva. Ily módon az ábrán látható értékek



4. ábra. Az *E. chrysorrhoea* fogási csúcsainak gyakorisága a fénycsapdák számának a %-ában

Fig. 4. Frequency of catching peaks of *E. chrysorrhoea* expressed in % of light trap numbers

azt fejezik ki, hogy a fénycsapdák hány %-a jelzett kisebb-nagyobb populációs csúcsot a szomszédos évekhez képest. Ha összevetjük a 3. és 4. ábra fénycsapdás fogásokra vonatkozó mintázatait, megállapítható, hogy a kisebb-nagyobb maximumaik (1963, 1968, 1970, 1972–73, 1976, 1978, 1983, 1987, 1992–93) egybeesnek. Ez a tény ismét alátámasztja azt, hogy az *Euproctis* populációk nagyságával kapcsolatos változások többsége egyszerre következett be az ország különböző területein a vizsgált időszakban.

A 14 fénycsapdára vonatkozó fogási adatsort időszoranálízissel vizsgáltuk a célból, hogy a fluktuációkban rejlő esetleges periodicitásokat kimutathassuk. A mintázatokban 2–7 éves eltolásoknál a sorozatkorrelációs értékek 0,20–0,39 között változtak, azonban egyetlen egy sem volt közülük szignifikáns. Ebből következik, hogy az aranyfarú szövőlepké populációingadozásai aperiodikusak a fénycsapdás fogások szerint.

*Károsítási fluktuációmintázatok jellemzése:* Az aranyfarú szövő kártételi idősorait az 5. és a 6. ábra tartalmazza. A 80-as évek nagy gradációit megelőző időszakban jelentősebb *Euproctis* kártételek egyedül a Szatmár–Beregi síkon fordultak elő 1967 és

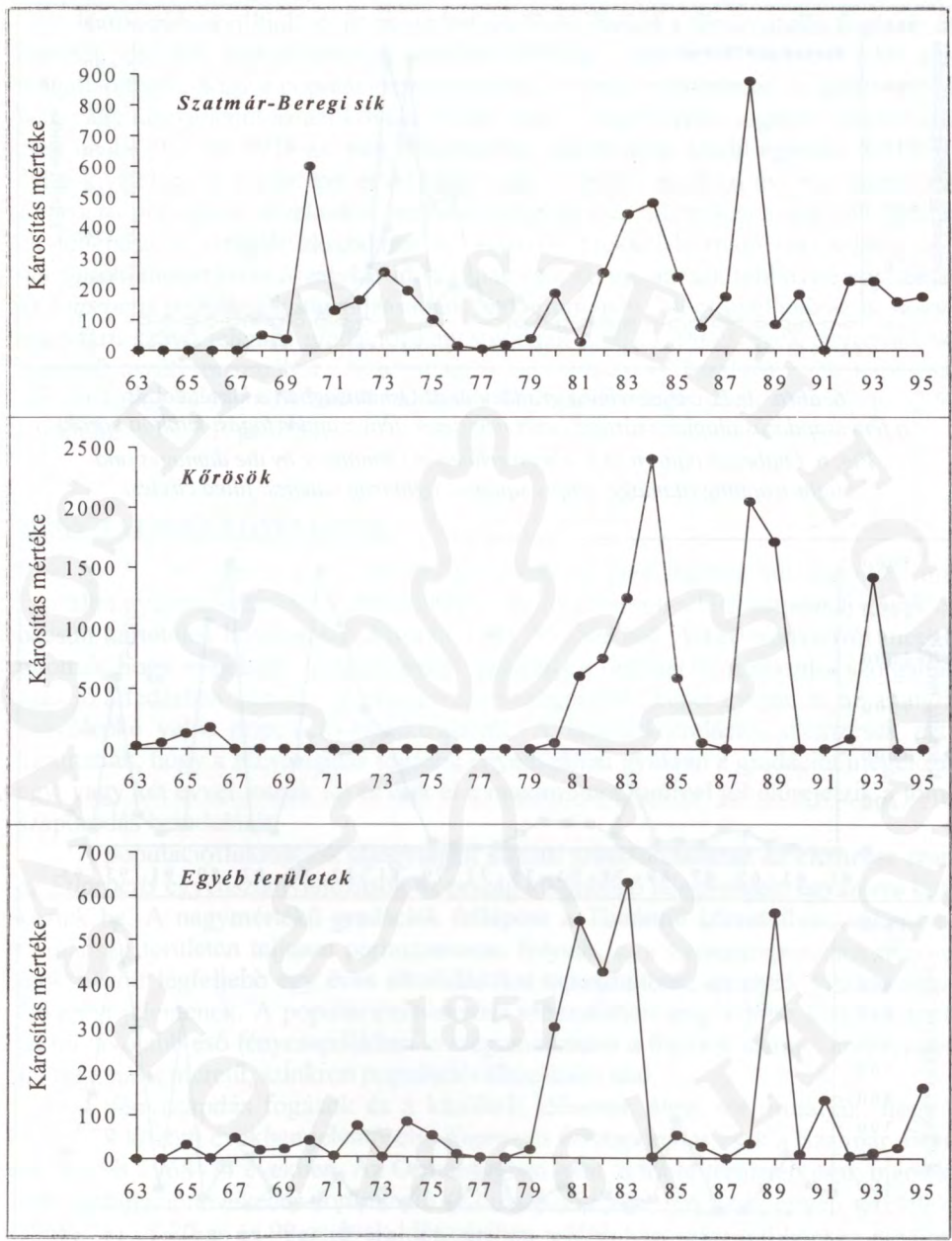
1975 között (5. ábra). Ezt a gradációt 1970-ben egy nagyobb, 1973-ban egy kisebb kártételi maximum jellemzi. A többi területen vagy egyáltalán nem volt károsítás 1979-ig (pl. Ormánság, 6. ábra), vagy csak mérsékelt populációnövekedés volt megfigyelhető a Körösök-vidékén (1963–66) és az egyéb területek esetében (1965–75). Az 1979–1994 közötti évek gradációdinamikája mindegyik vizsgált térségben szinkronban volt egymással. Erre a gradációs időszakra 4 igen erős kártételi hullám csúcsának az egybeesése jellemző, amelyek sorrendben a következő években fordultak elő: 1980–81, 1983–84, 1988–89, 1992–93. Ezekből a gradációs csúcsokból a legnagyobbak 1983–84-ben, valamint 1988–89-ben voltak az összes tájegységben, míg az egyéb területek kategóriában ezenfelül még 1981-ben is előfordult erős kártétel (5. ábra).

Az országosan összesített kártételek idősorát a 7. ábra foglalja össze. Eszerint az elmúlt 3 évtizedben az Euproctis gradációkat egyre növekvő károsítási amplitudó jellemzi. A kártétel mértéke az ábra görbéje szerint 1965–66-ban kicsiny, 1970–74-es években valamivel nagyobb az előzőhöz képest, míg az 1979 utáni években többszörösen megnövekedett. Erre az időszakra 4–5 évenként, éles csúcsokkal fellépő gradációk a karakterisztikusak. A hosszabb gradációk folyamán a magasabb populációs/kártételi szint a fénycsapdás fogások szerint 5–6 évig (pl. 1968–73, 1980–84), a kártételi adatok alapján pedig 4–5 évig (pl. Szatmár–Beregi sík: 1970–74, 1982–85, Körösök-vidéke: 1981–85, Egyéb területek: 1980–83, Ormánság: 1981–84) tart. Ugyanakkor a 80-as évek második felétől rövid ideig, csak egy vagy két évig tartó, erős gradációsintek a jellemzők a fénycsapdás és a kártételi adatsorok szerint (1987, 1988–89, 1993).

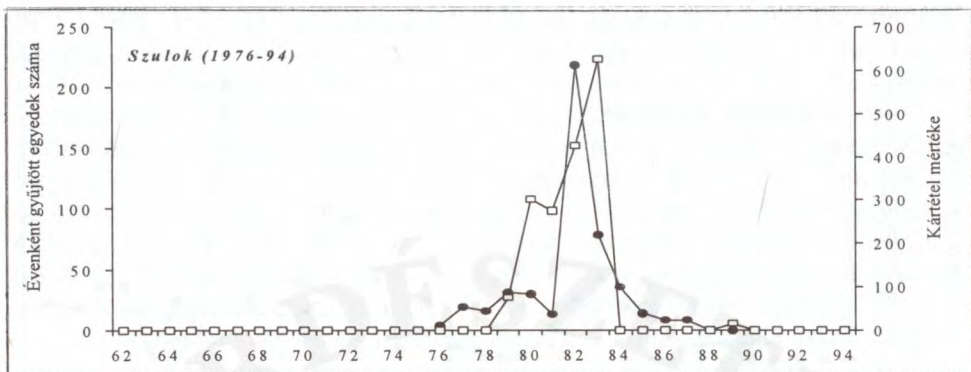
Az ábrákon jól látható, hogy az egyes kártételi mintázatok igen hasonlóak a területükön előforduló fénycsapdás fogások mintázataihoz, amelyre a keresztkorrelációs analízis eredményei is utaltak. Az egyes kártételi csúcsokat a megfelelő fénycsapdás fogásokkal összevetve megfigyelhető, hogy az analízissel összhangban a lepkék egyedszámának maximumai többnyire 1 évvel megelőzik gradáció károsítási csúcsait (pl. 6. ábra). A kártételi mintázatok időszorelemzésével csak a Körösök-vidékén kaptunk 4–5 éves eltolásnál szignifikáns (konfidencia szint: 95%) pozitív korrelációt ( $r = 0,4$ ). Ezt a 4–5 éves periodicitást elsősorban az 1980–94 közötti időszakban lezajlott 3 gradációs csúcs egymástól való szabályos távolsága okozza (3. ábra). A többi kártételi idősor esetében nem volt kimutatható szignifikáns periódikus fluktuáció, amely megerősíti a fénycsapdás mintázatoknál kapott eredményeket.

### ***A klímaváltozók hatása az Euproctis populációk fluktuációira***

A klímaváltozók hatásainak vizsgálatakor a csapadék és hőmérsékleti értékeket egyszerre figyelembevevő Szeljanyinov-féle hidrotermikus hányadost, valamint a Pálfi-féle aszályossági indexet használtuk. Ezeknek az indexeknek és az éves erdei aszálykárok idősorainak segítségével határoztuk meg az aszályosnak tekinthető éveket a vizsgált időszakra vonatkozóan. Eszerint 1962 és 1994 közötti időszakban a következő évek voltak kisebb, vagy súlyosabb mértékben aszályosak (a kevésbé aszályos éveket zárójelbe tettük): 1962–64, 1967–68, (1969), 1971, 1973, (1974), 1976, (1979), (1981–82), 1983–84, 1986, (1987), 1988, 1990, 1992–93. E csapadékhányos évek sorából az 1980 utáni periódusban az aszályindexek értékei jelentősen megemelkedtek.

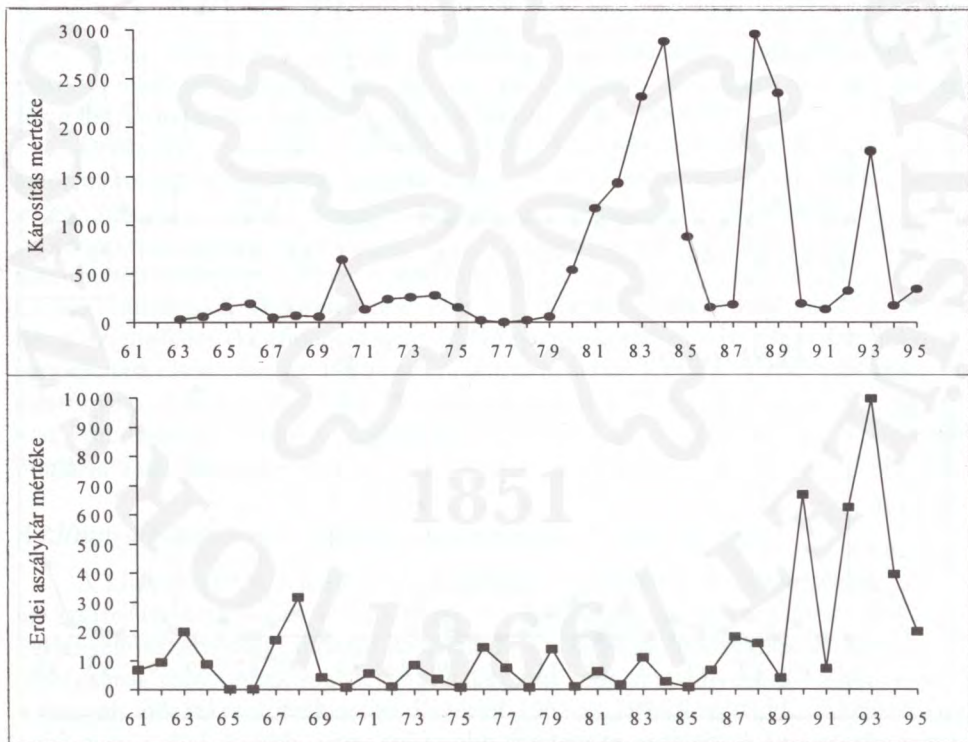


**5. ábra.** Az *E. chrysoorrhoea* károsítási mértékének hosszútávú fluktuációi  
**Fig. 5.** Long-term fluctuations of *E. chrysoorrhoea* by the estimated damages



6. ábra. Az *E. chrysorrhoea* gradációja az Ormánságban a kártételek és a fénycsapdázás alapján (kártétel: üres négyzetek, fénycsapdázás fogás: kitöltött körök)

Fig. 6. Outbreak pattern of *E. chrysorrhoea* in Ormánság by the damages and light-trapping (damage: empty squares, light trap catches: filled circles)



7. ábra. Az *E. chrysorrhoea* összesített károsításainak mintázata (felső ábra), és az erdei aszálykárok 1961 és 1995 között (alsó ábra)

Fig. 7. Pattern of total damages of *E. chrysorrhoea* (upper Fig.) and the pattern of total forest damages caused by drought between 1961 and 1995 (bottom Fig.)

Ha összehasonlítjuk az itt megadott aszályos éveket a fénycsapdás fogások és a kártételi idősorok maximumaival, amelyek többsége a gradációk tetőzését jelzi, akkor megállapítható, hogy a populációs csúcsoknak a túlnyomó többsége az aszályos években, vagy közvetlenül az azt követő évben volt. A fénycsapdás fogások csúcsai közül csak az 1970-es és 1978-as, míg a károsítási maximumok közül egyedül az 1970-es évi a kivétel, mert ezeket két évvel előzi meg az utolsó aszályos év. Az összes többi *Euproctis* populáció-növekedési periódus megjelenése, különösen a nagyobb gradációk fellépése, a vizsgált időszakban az aszályos évekkel hozható kapcsolatba. A 7. ábrán feltüntetett erdei aszálykár idősorának csúcsai ugyancsak többnyire egybeesnek az *Euproctis* populációk ingadozásainak maximumaival. Megfigyelhető az is, hogy az aranyfarú szövő jelentős gradációi kapcsolódnak a 80-as, 90-es évek egyre növekvő mértékű aszályosorozatahoz. A populációs csúcsok és az aszályos évek kapcsolatát statisztikailag is szignifikánsnak találtuk (fénycsapdás fogásokra:  $\chi^2 = 5,1$ ;  $p < 2,5\%$ ; kártételre:  $\chi^2 = 7,1$ ;  $p < 1\%$ ).

## MEGVITATÁS ÉS KONKLÚZIÓK

Az *E. chrysoorrhoea* populációingadozásainak elemzéséhez két független módszer által gyűjtött adatsorokat használtunk fel, nevezetesen a fénycsapdás fogások és a becsült kártételek hosszútávú idősorait 1961–95 évekből. A két módszerről megállapítottuk, hogy mindkettő jó közelítéssel ugyanazt a fluktuáció mintázatot szolgáltatja, azaz jó átfedésben vannak egymással, ezért megbízható képet nyújtanak az aranyfarú szövőlepké valós populáció-ingadozásairól. A keresztkorrelációs elemzések azt is kimutatták, hogy a fénycsapdás fogások egyedszámai gyakran a gradációt megelőzően egy, vagy két évvel futnak fel és érik el a maximumot, amivel jól előrejelzik a tömegszaporodás beindulását.

A populációfluktuációk tájegységek közötti szinkronitásának az elemzése szerint az *Euproctis* egyedszámváltozások az ország különböző tájegységein egyszerre következtek be. A nagymértékű gradációk fellépése a Tiszántúl körzeteiben, valamint az Ormánság területén teljesen párhuzamosan folytak le, a tömegszaporodási maximumok között legfeljebb egy éves eltolódásokat tapasztaltunk, amelyek viszont még jó egyezést jelentenek. A populációnövekedés időszakában még a főbb kártételi területektől távolabb eső fénycsapdáknál is megemelkedett a fogások szintje, ami szintén a faj regionális méretű, szinkron populációváltozásaira utal.

A fénycsapdás fogások és a kártételi idősorok ábrái jól mutatják, hogy az 1962–79 közötti években jelentősebb *Euproctis* felszaporodás csak a Szatmár–Beregi síkon volt 1968–74 években. Az Ormánságban nem, a többi területen csak mérsékeltbb populációnövekedés fordult elő (Körösök-vidékén 1963–66, egyéb területeken 1965–75). A 80-as és 90-es évek időszakában a főbb károsítási területeken egyszerre igen erős, 3–4 hullámban fellépő gradációk voltak a jellemzők, amelyek 1980–81, 1983–84, 1988–89, 1992–93 években tetőztek. A hosszabb gradációk során 4–5, míg a rövidebb lefutású tömegszaporodásnál 1–2 évig fordult elő magas populációs szint és jelentős kártétel. A több évig elnyúló károsításokat a főbb előfordulási területeken valószínűen jól magyarázza az aranyfarú szövőnek Leskó által részletesen leírt sajátos

gradációlefolyása az Ormánságból, amely szerint a lokális populációösszeomlások után egy-két évvel újra visszafertőződhetnek az adott tölgyállományok (Leskó, 1986a, 1986b, 1991). Az idősoranalízisek során nem sikerült kimutatni valódi periódikus fluktuációkat az *Euproctis*-ra vonatkozóan, azaz a gradációs hullámok aperiódikusak, megjelenésük rendszertelen időközökben történik.

A klímaváltozók közül a hőmérséklet és a csapadékviszonyok együttes hatását vizsgáltuk ún. szárazsági- illetve aszályindexek segítségével az *Euproctis* populációk ingadozásaira. Már a régi hazai erdészeti irodalomban is megemlítik, hogy többek között az *Euproctis* gradációk aszályos években, vagy azt követően léptek fel (Krivácsy, 1876; Kallina, 1877; Pfundtner, 1904; Matusovits, 1918). Számos újabb tanulmány is hangsúlyozza az elmúlt két évtizedben fellépett aszályos évek sorozatának a gradációk kiváltásában játszott direkt és indirekt szerepét (pl. Leskó, 1986a, b, 1991, 1995; Szontagh, 1986; Csóka, Leskó, 1995; Varga és mtsai., 1995). Az aszály hatásának fokozásához hozzájárulnak az ország síkvidéki területein végrehajtott folyószabályozások, belvízelvezetési munkálatok, vízrendezések, fokozott vízkivételek miatti talajvízszint süllyedések, amelyek az ország szinte egész területén tapasztalhatók (Leskó, 1991, 1995; Csepregi és mtsai, 1993; Varga és mtsai, 1995). Ezeknek a hatásoknak az eredőjeként igen sok szárazság és melegkedvelő erdei kártevő rovarfaj, így az *Euproctis* kártételeinek is a trendje növekvő (Csóka, Leskó, 1995).

Elemzéseink egyértelműen alátámasztják a fentiekben vázolt hatásokat az aranyfajú szövő populációdinamikáját illetően. Vizsgálatainkban igazolhatóan a populációs csúcsok túlnyomó többsége az aszályos években, vagy az azokat követő évben fordult elő. Az elmúlt 15 évben a súlyosabb aszályos évek hatásaként úgy tűnik, egyrészt jelentősen növekedtek a gradációs kártételek mértékei, másrészt gyakoribbá váltak a tömegszaporodások. Ennek alapján várható, hogyha folytatódik az aszályos klímájú évek sorozata, akkor az *E. chrysoorrhoea* gyakoribb és erős gradációval kell számolni a jövőben.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A szerzők köszönettel tartoznak a kárfelvételező erdészeknek, a fénycsapda-kezelőknek, a lepkeanyagok válogatásában, határozásában résztvevőknek, mivel hatékony közreműködésük nélkülözhetetlen volt a hosszútávú adatsorok megteremtésében.

Hálájukat fejezik ki azoknak a szakembereknek, akik a fénycsapdahálózat szervezését, irányítását végezték, így mindenekelőtt Tallós Pálnak, dr. Szontagh Pálnak, dr. Pagony Hubertnek. A kezdeti évek határozó munkájáért a Kovács Lajos vezette identifikációs csoportot (Nemzeti Múzeum, Állattár) illeti köszönet. Végül a szerzők köszönik dr. Tóth József osztályvezető úrnak a kutatás támogatását, és a jelen kéziratkal kapcsolatos szakmai észrevételeit.

Ez a munka a T5404 nyilvántartási számú OTKA téma keretén belül készült.

## IRODALOMJEGYZÉK

- Abafi-Aigner L. 1905. A sárgafarú pille kártételei. *Rovartani Lapok*, 12:39–41.
- Anon. 1891. Jelentés az 1886–1889. években felmerült erdei rovarkárokról. A M. K. *Állami Rovartani Áll. Közl.*, Budapest, 1:49.
- Anon. 1895. Jelentés az 1890–1893. években felmerült erdei rovarkárokról. A M. K. *Állami Rovartani Áll. Közl.*, Budapest, 1:88.
- Craus, G. 1901. Rovarkárok Erdélyben. *Erdészeti Lapok*, 40:897–898.
- Csepregi, A., Liebe P., Simonffy Z. 1993. Az 1992. évi szárazság hatása a felszínalatti vizekre. Az 1992. évi aszály értékelése. *Konf.*, Budapest, 37–46.
- Csóka Gy., Leskó K. 1995. Klimatikus anomáliákat indikáló erdei rovarok. In: Tar K. és mtsai (szerk.): *Erdő és Klíma c. Konf.*, 163–170.
- Dufek, E. 1877. Hernyófalás a Dunántúlon. *Erdészeti Lapok*, 16: 609–611.
- Jahn, E., Sinrech, A. 1957. Beobachtungen zum Auftreten des Schwamm-spinners (*L. dispar* L.) des Goldafters (*E. chrysoorrhoea* L.) und des grünen Eichenwicklers (*T. viridana* L.) im Niederösterreich und im Burgenland in den Jahren 1952–56. *Anz. Schadlingsk.*, 30:139–146.
- Kallina, K. 1877. Hernyók és azok irtása a gödöllői korona uradalomhoz tartozó lomberdőségekből. *Erdészeti Lapok*, 16:604–609.
- Krivácsy, E. 1876. Káros hernyó a bácskai erdőkben. *Erdészeti Lapok*, 15:496–497.
- Leskó, K. 1985. Az aranyfarú pille (*Euproctis chrysoorrhoea* L.) elleni környezetkímélő védekezések. *Erdészeti Kutatások*, 76–77:315–320.
- Leskó, K. 1986a. Biológiai és mikrobiológiai védekezési lehetőségek eredményei és javaslatok az erdészetek számára. *Összefoglaló jelentés*, ERTI, Budapest.
- Leskó, K. 1986b. Az ormánsági kocsányos tölgyesek növedékvesztesége a *Lymantria dispar* L. és az *Euproctis chrysoorrhoea* L. okozta kártétel éveiben és az azt követő időszakokban. *Erdészeti Kutatások*, 78:369–372.
- Leskó, K. 1989. Környezetkímélő védekezés a gyapjas-, az aranyfarú és a gyűrűspille kártétele ellen. *Az Erdő*, 38:162–168.
- Leskó, K. 1991. Környezetkímélő védekezések az ormánsági kocsányos tölgy állományok lombrágó kártevői ellen. *Dokt. Dissz.*, Budapest.
- Leskó, K. 1995. Az ormánsági kocsányos tölgyesek és a mecseki bükkösök egészségi állapota. In: *Az erdők egészségi állapotának változása*. MTA Erdészeti Bizottsága *Konf.*, Budapest, 181–187.
- Leskó, K., Lukács, V., Szalay-Marzsó, L. 1982. Biológiai és vegyszeres védekezési kísérletek lombrágó kártevők ellen a sellyei tölgyesekben. *Növényvédelem*, 18:401–407.
- Leskó, K., Szalay-Marzsó, L., Lukács, V. 1986. Az aranyfarú pille (*Euproctis chrysoorrhoea* L.) életmódja és az ellene való védekezés korszerű módszerei. *Növényvédelem*, 22:225–227.
- Leskó, K., Szentkirályi F., Kádár F. 1995. Gyapjaslepke (*Lymantria dispar* L.) populációk fluktuációs mintázatai 1963–1993 közötti időszakban Magyarországon. *Erdészeti Kutatások*, 84:163–176.

- Mattson, W.J., Haack, R.A. 1987. The role of drought in outbreaks of plant-eating insects. *BioScience*, 37:110–118.
- Matusovits, P. 1918. Síksági tölgyesek pusztulása. *Erdészeti Lapok*, 57:114–119.
- Pálfai, I. 1991. Az 1990. évi aszály Magyarországon. *Vízügyi Közlemények*, 73:117–135.
- Pálfai, I. 1993. Az 1992. évi aszály értékelése az aszályossági index alapján. Az 1992. évi aszály értékelése. Konf., Budapest, 25–28.
- Pánczél, O. 1914. Tölgyerdők pusztulása. *Erdészeti Lapok* 53:718–721.
- Pfundtner, K. 1904. A *Porthesia chrysorrhoea* ellen alkalmazott egyik irtási kísérletről. *Erdészeti Lapok*, 43:1049–1059.
- Pfundtner K. 1905. Az aranyfarú pille (*Porthesia chrysorrhoea* L.) ellen alkalmazott egyik irtási kísérletről. *Erdészeti Kísérletek*, 7: 12–18.
- Pisó K. 1886. Néhány kártékony erdei rovar Máramaros megyében. *Rovartani Lapok*, 3: 42–43.
- Róth Gy. 1904. Adatok a sárgafarú lepke (*Porthesia chrysorrhoea* L.) életmódjához. *Erdészeti Kísérletek*, 6: 98–99.
- Szentkirályi F., Leskó K., Kádár F. 1995. Jeleznek-e klímaváltozást a fénycsapdás rovargyűjtések? In: Tar K. és mtsai (eds): *Erdő és Klíma Konf.*, 171–177.
- Szontagh, P. 1986. Tölgy nagylepke károsítóinak populációdinamikája és a másodlagos károsító rovarok okozta kárláncolat. *Erdészeti Kutatások*, 76–77: 305–314.
- Templin, E. 1957. Der Einfluss von Bekämpfungsaktionen auf den Verlauf der letzten Gradation von *Euproctis chrysorrhoea* L. Z. ang. *Entomol.* 41:425–437.
- Varga F., Tóth J., Pagony H. 1995. A tölgypusztulás Magyarországon. In: Az erdők egészségi állapotának változása. MTA Erdészeti Bizottsága Konf., Budapest, 61–67.
- Vései M. 1905. A szabédi magyar királyi erdészeti kísérleti telep 1905. évben. *Erdészeti Kísérletek*, 8:162–190.
- Walter, H. 1955. Die Klimagramme als Mittel zur Beurteilung der Klimaverhältnisse für ökologische, vegetationskundliche und landwirtschaftliche Zwecke. *Ber. Deutschen Bot. Ges.* 18:331–344.





