

**Doktori (PhD) értekezés tézisei**

**SZELEKTÁLT AKÁCFAJTÁK ÖKOLÓGIAI ÉS  
TERMESZTÉSI TECHNOLÓGIAI ÉRTÉKELÉSE**

**Ábri Tamás**

*Témavezető:*

**Prof. Dr. Csajbók József**  
egyetemi tanár

*Társ-témavezető:*

**Prof. Dr. Rédei Károly**  
egyetemi tanár



**DEBRECENI EGYETEM**

**Kerpely Kálmán Növénytermesztési és Kertészeti Tudományok Doktori  
Iskola**

**Debrecen  
2024**



## 1. BEVEZETÉS ÉS TÉMAFELVETÉS

Az akác (*Robinia pseudoacacia* L.) az egyik legelterjedtebb exóta fafaj a világon. Nagy termőhely-plaszticitásának, sokoldalú hasznosításának (faipar, mezőgazdaság, méhészet, környezetfejlesztés), valamint jó minőségű, tartós fájának köszönhetően a hazai erdőgazdálkodásban is meghatározó fafajnak számít (a közel 2 millió ha-os erdőterületünk negyedén fordul elő). Az erdőket, faültetvényeket érintő ökológiai kihívások, a globális és lokális klímaváltozás negatív hatásai, a különböző időjárási kalamitások (egyenetlen csapadékeloszlás, szárazság, gyakori hóhullámok stb.) az utóbbi években egyre gyakrabban jelentkeznek. Elég, ha csak a rendkívül száraz 2022-es évre gondolunk. Ilyen körülmények között a relatíve szárazságtűrő fafajoknak, mint például az akácnak, fontos szerepe lesz az új erdősítésekben. Ebből is következően az akáctermesztés és annak fejlesztése egyre bővülő jelentőséggel bír. Külön figyelmet érdemelnek a szelektált akácfajták, fajtajelölt klónok, amelyek felhasználásával létesített faültetvények adott korban jelentkező értékkihozatalával marginális termőhelyeken is értéktöbblet előállítására van lehetőség. A magas genetikai értékű fajták üzemi szintű használatát a közvetlen szakmai szempontokon túl erőteljesen befolyásolhatják ökonómiai megfontolások. Ebből következően a szaporítóanyag-előállítás, valamint a faállomány-nevelés, ápolás (pl. nyesés) magas költségének csökkentése kulcsfontosságú.

Az akác termesztési technológiájának fejlesztésével kapcsolatos kutatómunka, a jó törzsmínőségű és fatermőképességű, stressztűrő szelektált akácfajták előállítása az 1960-as években indult. Azóta számos publikáció jelent meg és nemzetközi (Kína, Dél-Korea, Csehország, Lengyelország, Románia, Bulgária) érdeklődés is mutatkozott a téma iránt. Eddig nem készült átfogó tanulmány ezen akácfajták, valamint a később előállított akácklónok termesztési kísérleteinek eredményeiről, ugyanakkor a fentiek alapján is előnyös lenne, ha az erdő- és mezőgazdálkodók számára több információ állna rendelkezésre.

Kutatásom során a 'Jászkiséri', a 'Nyírségi', valamint az 'Üllői' akácfajtákkal létesített kísérleti ültetvények faállomány-szerkezeti tényezőit (magasság, mellmagassági törzsátmérő, körlap, növénytér, fatermés, koronaszerkezet), illetve a 'Homoki', a 'Bácska', a 'Vacsi' és az 'Oszlopos' nevű fajtajelöltek, továbbá újonnan előállított akácklónok ('Laposi', 'Napkori', 'Püspökladányi' és 'Farkasszigeti') növekedését vizsgáltam. Ez utóbbi, új akácklónok esetében az erdészeti gyakorlatban használt metodikával végzett magassági és vastagsági növekedésre, valamint növényegészségi állapotra irányuló felvételezéseken túlmenően UAV-alapú

méréseket, továbbá fitofiziológiai (szénmegkötés, fotoszintetikus és transzspirációs ráta, vízhasznosítás) vizsgálatokat – kevésbé alkalmazott in situ módon – is végeztem.

## **2. ANYAG ÉS MÓDSZER**

Kutatásom során 59 (25 'Üllői'; 21 'Nyírségi'; 13 'Jászkiséri') különböző korú (5-35 éves) szelektált akácfajtákkal létesített kísérleti ültetvény faállomány-szerkezeti vizsgálatának eredményét – részben szakirodalmi forrásból, részben a NÉBIH, illetve saját állományfelvételek adataiból származnak – értékeltem. Ezek Tét, Tahitótfalu, Gödöllő, Isaszeg, Pusztavacs, Mikebuda, Helvécia, Szentkirály és Ófehértó települések közelében található. A kísérleti területek – a hazai erdő-és termőhelytipológiai besorolás szerint – cseres-kocsánytalan tölgyes vagy erdőssztyepp klímában helyezkednek el, döntően többletvízhatástól független hidrológiai viszonyok mellett, humuszos homoktalajon, agyagbemosódásos barna erdőtalajon, illetve rozsdabarna erdőtalajon, melyek változatos termőréteg vastagsággal (sekélytől mélyig) és homok, illetve homokos vályog alapkőzettel rendelkeznek (erdőtervi adatok alapján).

A fentebb felsoroltak közül részletesen foglalkoztam a Szentkirály 47H és Helvécia 22E erdőrészekben kialakított kísérleti akácállományokkal. A szentkirályi akác fajta-összehasonlító kísérletet 1988 februárjában hozták létre az Erdészeti Tudományos Intézet munkatársai. A 2,72 ha-os erdőrészekben (ideális akácos termőhely: többletvízhatástól független, közép mély termőrétegű humuszos homoktalaj) 8, 48 × 50 m-es parcellát alakítottak ki, melyekben 20 × 25 m-es mintaparcellákat jelöltek ki. A telepítéshez 1 éves, vegetatív úton, gyökérdugványról szaporított csemetéket használtak, melyek 2,4 × 1,0 m-es ültetési hálózatba kerültek (1000 db/parcella). A vizsgált klónok a következők voltak: 'Üllői', 'Nyírségi', 'Császártöltési', 'Zalai'. Faállomány-, valamint koronaszerkezet vizsgálatok csak az 'Üllői' akác esetében történtek. A Helvécia 22E erdőrészekben található akác klón összehasonlító kísérlet gyenge adottságú, szárazodó, sekély termőrétegű területen létesült 2006-ban. Az ültetés két ütemben valósult meg (tavasszal és ősszel). A kísérletben államilag elismert fajtát ('Jászkiséri'), szárazságtűrésre szelektált fajtajelölt klónokat ('Vacsi', 'Homoki', 'Oszlopos', 'Bácska'), valamint kecskeméti származású magról szaporított közönséges akácot vizsgáltam, hasonlítottam össze. Az első ütemben (továbbiakban: Helvécia 22E/1) megvalósult telepítés során vegetatív úton szaporított klónok ('Vacsi', 'Homoki', PV 201E 2/3, PV 210A 2/2, KH 56A 2/2, illetve Kínai-1 jelzésűek), továbbá a 'Jászkiséri' és a közönséges akác került kiültetésre 2,5 × 2,0 m-es ültetési hálózatban. A fent megnevezettek közül a 'Homoki' és a 'Vacsi' fajtajelöltek, valamint a 'Jászkiséri' és a közönséges akác vizsgálata történt. A második ütemben (továbbiakban: Helvécia 22E/2), 2006 őszén szintén vegetatív úton szaporított klónok

('Bácska', 'Oszlopos', PV 201E 2/6 jelzésű), valamint államilag elismert akácfajták ('Jászkiséri', 'Kiskunsági', 'Appalachia', 'Szajki') kerültek kiültetésre egy tágabb,  $2,5 \times 3,0$  m-es ültetési hálózatba. A fentebb írt klónok és fajták közül a 'Bácska' és 'Oszlopos', valamint a 'Jászkiséri' akácot vizsgáltam.

Az új fajtajelölt klónokkal egy a Nyírségben, Napkor település közelében, a nyírségi régióra jellemző enyhén savanyú kémhatású, kis humusztartalmú humuszos homoktalajon létesítettek kísérleti akác iparifa célú ültetvényt 2020-ban. A 2,66 ha-os területen az 1 éves vegetatív úton előállított csemetéket 3 különböző ültetési hálózatba ( $2,5 \times 2,5$  m;  $3 \times 3$  m;  $4 \times 4$  m) telepítették. A kísérlet létesítése során 728-728 db 'Laposi' (nemesítési jel: NK1) és 'Püspökladányi' (nemesítési jel: PL251), 595 db 'Farkasszigeti' (nemesítési jel: PL040) és 356 db 'Napkori' (nemesítési jel: NK2) klón, valamint 478 db 'Üllői' akác került kiültetésre.

Az állományfelvételek során megmaradást vizsgáltam (törzsszám), famagasságot, mellmagassági törzsátmérőt, koronaátmérőt mértem, valamint tőátmérőt, növényegészségi állapotot, vegetációs indexeket (NDVI = Normalized Difference Vegetation Index és GNDVI = Green Normalized Difference Vegetation Index) és ökofiziológiai paramétereket (fotoszintetikus és transzspirációs ráta, vízhasznosítás, intercelluláris CO<sub>2</sub> szint, sztómakonduktancia, fényreakciós görbe, levélhőmérséklet, továbbá környezeti tényezők, úgymint léghőmérséklet és csapadék) vizsgáltam. Ez utóbbi négyet csak a napkori kísérletben. Továbbá a szentkirályi kísérletben található 'Üllői' akácállományban famagassági (I-IV magassági osztály, továbbiakban m.o.) és erdőnevelési osztályozást (1-4 nevelési osztály, továbbiakban n.o.), a helvéciai kísérleti állományban a klónok törzsmínőségére irányuló felmérést is végeztem. Mindezeket a hazai és nemzetközi szakirodalom által ajánlott módszerek alkalmazásával hajtottam végre.

**A fák magasságát** Vertex IV (Haglöf) ultrahangos magasságmérővel, **a törzsátmérőt** 50 cm-es átlalóval (Haglöf) mértem. A napkori kísérletben a magasságot szintezőléccel és DJI Phantom 4 UAV-val (fotogrammetriai módszerrel), **a tő- és törzsátmérőt** Powerfix digitális tolómérővel (150 mm) rögzítettem. A klónok **fiziológiai tulajdonságait** LI-6800 (LI-COR) hordozható fotoszintézismérő eszközzel, a **vegetációs indexeket (NDVI, GNDVI)** kézi NDVI mérő műszerrel (Trimble), illetve UAV-ra szerelhető multispektrális kamerával mértük.

A 'Jászkiséri', 'Nyírségi' és 'Üllői' akácfajták esetében, a törzsenkénti felvételek alapján az egészállomány átlagos magasságát (H), mellmagassági átmérőjét (D<sub>1.3</sub>), átlagos körlapját (g), átlagfa-térfogatát (v), hektáronkénti körlapösszeget (G), fatérfogatot (V) és törzsszámot (N) határoztam meg, illetve számoltam ki. A hektáronkénti törzsszámot (N) a kísérleti területen lévő törzsszám (n) 1 hektárra történő felszorozásával kaptam. A hektáronkénti fatérfogatot

(összes fatermés) a  $V = v \times N$  képlettel számítottam. A  $G$ -t a(z)  $N$  és a  $D_{1,3}$  számított körlapja szorzata adta. A fatermési osztályokat (I. - V.) egy a szelektált akácajtákra kidolgozott fatermési tábla alapján határoztam meg. A kísérleti állományokat a magasság-kor, átmérő-kor, törzsszám-kor, törzsszám-átmérő, valamint átlagfa-térfogat és átmérő függvényében (másodfokú és exponenciális függvények alkalmazásával) vizsgáltam.

A szentkirályi kísérleti területen 2022 januárjában végeztünk állományfelvételt (ezt megelőzően két mérés történt: az állomány 13 és 20 éves korában) az 'Üllői' akác (35 éves) mintaparcellába tartozó egyedeinek ( $n = 29$  fa) magasságát ( $h$ ), valamint törzs- és koronaátmérőjét ( $d_{1,3}$  és  $d_{kor}$ ) mértük. Továbbá famagassági és erdőnevelési osztályozást végeztem. A faállomány-szerkezeti tényezők közötti összefüggések vizsgálata során a  $d_{kor}$  és a  $d_{1,3}$  adatok esetében lineáris, a  $v$  és  $d_{kor}$  vizsgálatánál másodfokú egyenletet alkalmaztam MS Excel program segítségével.

A helvéciai kísérleti állományban 2 felvétel történt. Az első 6, illetve 7 éves korban 2013 tavaszán (ezeket az eredményeket korábban publikálták). A második 2021 januárjában 14, valamint 15 éves korban. Ez utóbbinál nem történt teljes állományfelvétel: véletlenül kiválasztott egyedeket mértünk ('Homoki' 34 db, 'Vacsi' 50 db, közönséges akác 30 db, 'Bácska' és 'Oszlopos' 38-38 db, 'Jászkiséri' 45 db) A  $h$  és a  $d_{1,3}$  mérését, a szentkirályi méréshez hasonlóan végeztük, a  $v$  kiszámítása szakirodalomban leírtak alapján történt. A fák osztályozására viszont egy másik, korábban ennek az állománynak a törzsmínőségi vizsgálatára alkalmazott módszert használtam. Az úgynevezett törzsmínőségi-index (TMI) esetében egy 1-től 4-ig terjedő skálával dolgoztam, ahol 1 = egyenes törzs, 2 = többé-kevésbé egyenes törzs, 3 = görbe törzs, 4 = igen görbe törzs. A helvéciai kísérlet adatsorát IBM SPSS 25.0 statisztikai szoftverrel elemeztem. A fajtajelöltek közti különbségeket egytényezős varianciaanalízissel (ANOVA), LSD teszttel igazoltam ( $p = 0,05$ ). A  $v$  származtatott adat, ezért a Helvécia 22E/1 erdőrészletben található klónokat a kontrollhoz, a Helvécia 22E/2 egyedeit az államilag elismert 'Jászkiséri' akáchoz viszonyítottam, százalékos formában.

A napkori kísérletben végeztem a legrészletesebb vizsgálatokat. Magasság mérésére 2021 májusában, novemberében, továbbá 2022. május-augusztus közötti időszakban, havi 1 alkalommal került sor. Ez utóbbi felvétel során 30 véletlenszerű mintafát (ezek száma különböző károsodások, mint pl. koronatörés, a vizsgálati időszak végére lecsökkent, de minden esetben a statisztikai kis mintának számító 15 db vagy annál több volt) vizsgáltunk. Szintén erre az időszakra vonatkozik, hogy a 'Napkori' klónt ebből a vizsgálatból kivettük, továbbá csak a  $2,5 \times 2,5$  m-es hálózat egyedeit mértük. A fák magasságát egy alkalommal (2023. augusztus) drónnal (UAV) is rögzítettük. Ehhez két repülésre volt szükség: az első

februárban történt (vegetációs időszakon kívül), a második pedig augusztusban (lombos állapotban). Az első mérés lehetőséget biztosított a domborzat lemodellezésére is. Ahhoz, hogy a klónokat a feldolgozás során el tudjuk különíteni RTK-módban használt geodéziai GNSS (Global Navigation Satellite System – globális helymeghatározó műholdrendszer) vevő segítségével bemértük a parcellahatárok koordinátáit, majd az így kapott adatok alapján egyszerűen rá tudtunk szerkeszteni egy „hálót” az ortofotóra. Az UAV-alapú felvételi eredmények pontosságának igazolásának céljából 30 véletlenszerű mintafán elvégeztük az erdészeti gyakorlatban használt magasságmérő eszközök (ultrahangos és lézeres magasságmérő, illetve szintezőléc) UAV-val történő összehasonlítását. A tőtmérőt 2021-ben (május és november), a mellmagassági törzsátmérőt 2022. május-augusztus időszakban mértük. A fiziológiai paramétereket 2021, 2022 és 2023 júniusában vizsgáltuk. Az LI-6800 műszerrel mértük az asszimilációt (A), a transzspirációt (Tr), a sztómák átjárhatóságát ( $g_{tc}$  és  $g_{sw}$ ), az intercelluláris CO<sub>2</sub> szintet, a VPD<sub>levél</sub> értéket, valamint a levegő- és levélhőmérsékletet (T<sub>levegő</sub> és T<sub>levél</sub>). Ez utóbbi kettő különbségét vettem (T<sub>levegő</sub>-T<sub>levél</sub>) a klónok hőstressz toleranciájának vizsgálata céljából. Az A és Tr adatokból a klónok és az 'Üllői' akác vízhasznosítását (WUE) számoltam ki. A műszer mintakamrájában lehet szabályozni a fényt, ez esetben 1500  $\mu\text{mol foton m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  fotoszintetikusan aktív sugárzás volt, 90%-ban vörös (625 nm) és 10%-ban kék (475 nm) fény. Fényforrásként Li-6800-01A fluorométerfejet alkalmaztunk, a levél mért területe 2 cm<sup>2</sup> volt. A CO<sub>2</sub> koncentrációját is szabályoztuk (400  $\mu\text{mol mol}^{-1}$ ) a mintakamrában injektor és CO<sub>2</sub> patronok segítségével. A fényadaptált leveleket mértük, levelenként hatszor, parcellánként három növényen (összesen 18 mérés/klón). Az adatok rögzítése a mérési eredmények stabilizálódása (variációs koefficiens < 1%) után történt, de legalább 120 másodperc elteltével. 2023-ban a mért adatok csak fényreakció görbe készítéséhez biztosítottak lehetőséget. A legjobb magassági és vastagsági ( $d_{t6}$  és  $d_{1,3}$ ) értékkel rendelkező 'Püspökladányi' és 'Napkori' fajtajelölt klónok, valamint az 'Üllői' akác fényreakciós görbéit 9 megvilágítási szint alkalmazásával (2000, 1500, 1200, 900, 600, 300, 150, 50, 20  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) vizsgáltuk. A fajtajelölt klónok NDVI értékeinek vizsgálata céljából 2023 augusztusában UAV-alapú mérést végeztünk, multispektrális ortofotót készítettünk. A repüléseken alkalmanként 330 felvétel készült, felvételenként 5 hullámtartományban (kék – Blue=B, zöld – Green=G, vörös – Red=R, vörös tartomány felső határa – Red Edge=RE, közeli infravörös – Near-InfraRed=NIR). A felvételek feldolgozását, úgy ahogy a magasságmérés esetében, szintén Agisoft Metashape 1.7 szoftverben végeztük. Az adatokból az NDVI értékeken kívül, a klorofilltartalomra sokkal érzékenyebb GNDVI-t is számoltunk (szakirodalomban megadott képletek alapján), majd ezeket MS Excel fájlba exportáltuk további statisztikai feldolgozás

céljából. Az adatsorból a  $2,5 \times 2,5$  m-es ültetési hálózat parcelláiból 30-30 véletlenszerűen kiválasztott mintafa NDVI és GNDVI eredményét értékeltem.

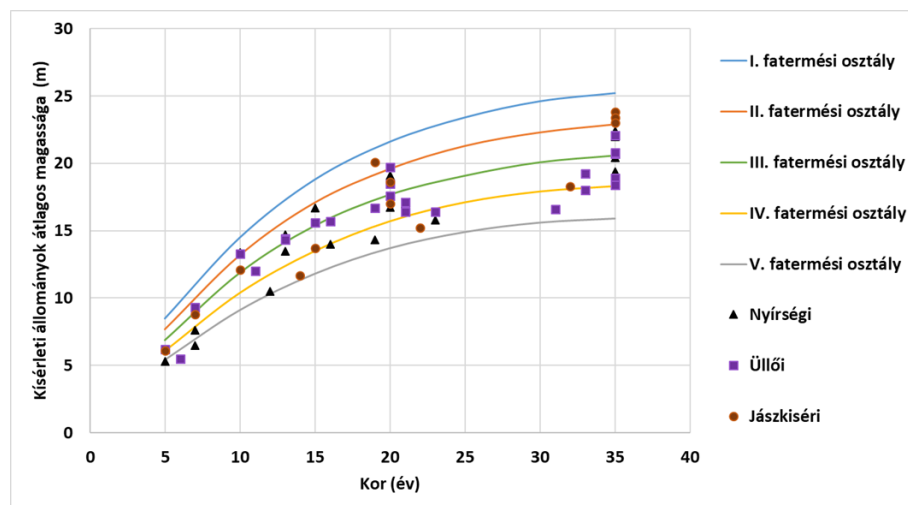
2022. szeptemberében a klónok vitalitását is vizsgáltuk. Ennél a vizsgálatnál is 30-30 mintafát választottunk ki véletlenszerűen. A kísérleti területen mindhárom ültetési hálózatban történt felvételezés.

A napkori kísérlet adatsorát IBM SPSS ver. 25.0 statisztikai szoftverrel elemeztem. A fajtajelöltek közti különbségeket egytényezős varianciaanalízissel (ANOVA), LSD (parametrikus adatsor esetén), Games-Howell, illetve Kruskal-Wallis tesztek (nem parametrikus adatoknál) segítségével igazoltam ( $p = 0,05$ ). A fitofiziológiai paraméterek, valamint a magasságmérő műszerek közötti összefüggést Spearman-féle korrelációval vizsgáltam szintén IBM SPSS ver. 25.0 programmal. Az adatok normális eloszlásának vizsgálatára minden esetben Kolmogorov-Smirnov tesztet és Shapiro-Wilk próbát ( $p < 0,05$ ) alkalmaztam.

### 3. EREDMÉNYEK

#### 3.1. SZELEKTÁLT AKÁCFAJTÁK ('JÁSZKISÉRI', 'NYÍRSÉGI', 'ÜLLŐI') TERMESZTÉSI KÍSÉRLETEINEK ÉRTÉKELÉSE

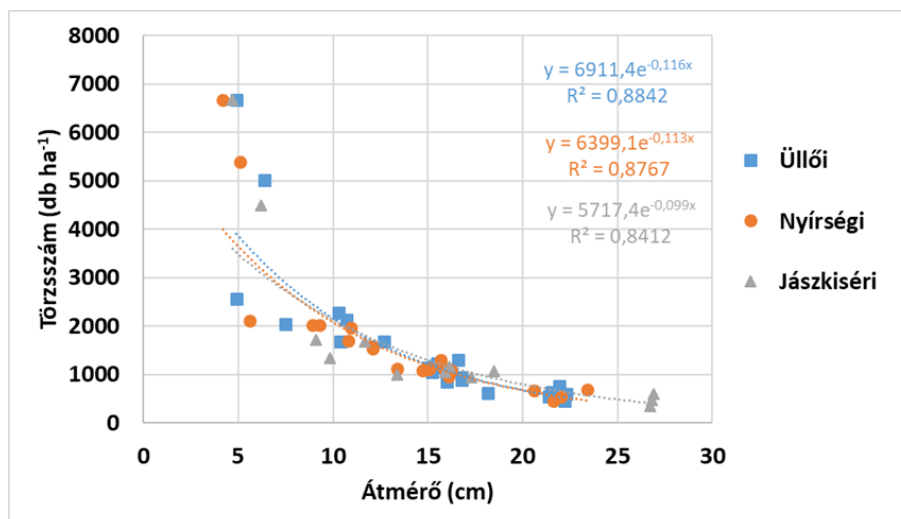
Fatermesztési szempontból meghatározó jelentőségűek a fűrészrönk előállítására alkalmas fajták. Ebből kiindulóan választottam ki a 'Jászkiséri', a 'Nyírségi' és az 'Üllői' akácfajtákat szisztematikus fatermési vizsgálatok céljára. A hosszú időtartamú (5-35 év) fatermési kísérleti parcelláik felvételi adatai alapján lehetővé vált a kísérleti adatsor összevetése a szelektált akácfajtákra kidolgozott fatermési tábla vonatkozó értékeivel.



**1. ábra** A 'Nyírségi', az 'Üllői' és a 'Jászkiséri' kísérleti faállományok megoszlása az egészállomány magassága és a kor függvényében, a szelektált akácfajtákra kidolgozott fatermési tábla magassági görbéin

Megállapítható, hogy a vizsgált 'Nyírségi', 'Üllői' és 'Jászkiséri' kísérleti akácállományok döntő többsége a II. és IV. fatermési osztály között helyezkednek el, ami azt jelenti, hogy a számukra kedvező termőhelyeken viszonylag magas, illetve közepes fatermést érhetnek el (**1. ábra**).

A kísérleti állományok különböző faállomány-szerkezeti tényezői (magasság, átmérő, kor, törzsszám, átlagfa-térfogat) közötti összefüggéseket is vizsgáltam. Összességében megállapítható, hogy az összes (magasság-kor; átmérő-kor; törzsszám-átmérő; törzsszám-kor és átlagfa-térfogat-átmérő) eredmény igen szoros összefüggést mutat a vizsgált paraméterek között. Külön kiemelendő a törzsszám-átmérő összefüggés (**2. ábra**), mely lehetővé teszi egy bizonyos célátmérő eléréséhez szükségesnek tartott növőtér hozzávetőleges meghatározását. Ez különösen fontos az iparifa célú akácfajták esetében, mivel az átmérő növekedésének maximalizálása a fő termesztési cél 10 éves kor felett.

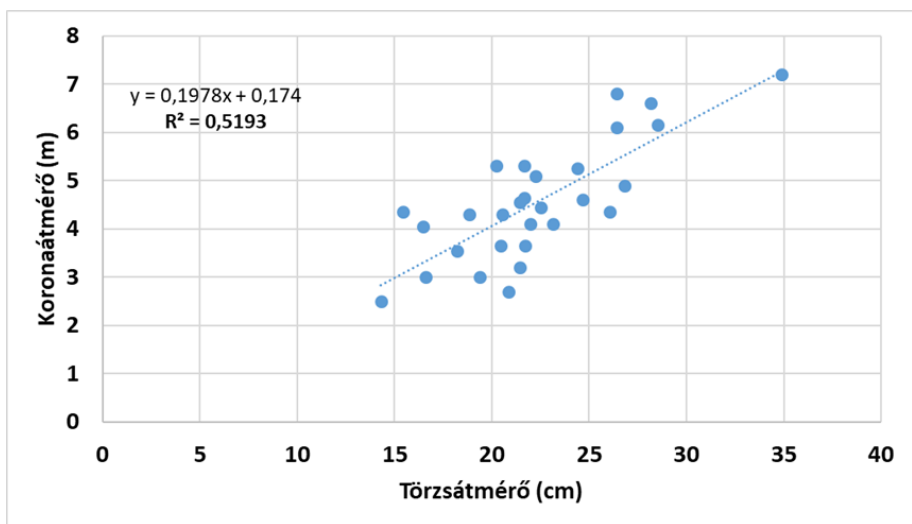


2. ábra Az 'Üllői', a 'Nyírségi' és a 'Jászkiséri' kísérleti faállományok törzsszámának alakulása a mellmagassági átmérő függvényében

### 3.2. AZ 'ÜLLŐI' AKÁC FAÁLLOMÁNY-SZERKEZETI VISZGÁLATÁNAK EREDMÉNYE (SZENTKIRÁLY 47H ERDŐRÉSZLET MINTAPARCELLÁJA ALAPJÁN)

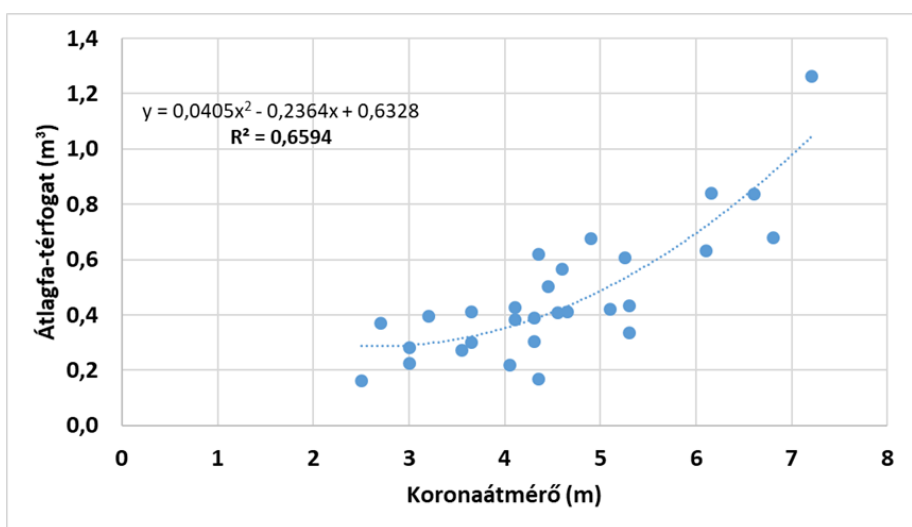
A kísérleti 'Üllői' akác paramétereit vizsgálva megállapítható, hogy vágásérett korban (35 évesen) az egészállomány átlagos magassága 22,1 m, átlagos, mellmagasságban (1,3 m) mért törzsátmérője 21,91 cm, a fatermése pedig  $325,49 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ . Megfigyelhető az is, hogy a javafák (1. n.o.) és segítőfák (2. n.o.) alkotta főállomány aránya drasztikusan visszaesik, a száradéké (4. n.o.) pedig nő: 35 éves korban az állomány csupán 44 %-a számít főállománynak. A mellkállomány 32 %-ot, a száradék 24 %-ot tesz ki. A magassági osztályozás alapján a fák 18 %-a az I. m.o.-ba tartozik, azaz kimagaslók, 16 % a II. m.o.-ba, azaz uralkodó fák közé sorolható. Az 'Üllői' akácos igen nagy hányada (44 %) közbeszorult fák (III. m.o.), 22 % pedig alászorult egyed (IV. m.o.). A magassági osztályok  $h$  és  $d_{1,3}$  értékei jól elkülönülnek, lefelé haladva (I-től IV-ig) az értékek csökkennek. A koronaszerkezet főbb jellemzői a következők szerint foglalható össze. A kimagasló fák (I. m.o.) rendelkeznek a legnagyobb koronaátmérővel, koronaszétterüléssel és koronavetülettel. Az uralkodó (II. m.o.) és közbeszorult (III. m.o.) fák koronaátmérőjében, valamint koronavetületében nincs nagy különbség. Továbbá a koronaátmérő és koronavetület értékek magassági osztályról magassági osztályra csökkennek. A lineáris korona index a legalacsonyabb magassági osztályban (IV. m.o.) a legnagyobb.

Annak érdekében, hogy az elemzések minél teljesebbek legyenek, a lineáris regresszió becsléséhez egyenest illesztettem az egészállomány fájának  $d_{1,3}$  és  $d_{kor}$  értékei között. Az egyenes jól illeszkedik ( $R^2 = 0,5193$ ), mely szoros összefüggést ( $r = 0,72$ ) mutat a két vizsgált paraméter között (3. ábra).



**3. ábra** 35 éves 'Üllői' akác egészállomány egyes fáinak ( $n = 29$ ) koronaátmérő ( $d_{kor}$ ) és mellmagassági törzsátmérő ( $d_{1,3}$ ) értékei közötti lineáris összefüggés (Szentkirály 47H erdőrészlet, 2022.01.25.)

Továbbá másodfokú regressziós függvényt alkalmaztam a  $v$  és  $d_{kor}$  értékekre. Ezen értékek között is szoros összefüggést tapasztaltam. Az  $R^2$  érték 0,6594, ami azt jelenti, hogy ez esetben is jól illeszkedik a regressziós függvény a mért értékekre (**4. ábra**).



**4. ábra** 35 éves 'Üllői' akác egészállomány egyes fáinak ( $n = 29$ ) átlagfa-térfogat ( $v$ ) és koronaátmérő ( $d_{kor}$ ) értékei közötti összefüggés (Szentkirály 47H erdőrészlet, 2022.01.25.)

A fentiekből kitűnik a koronaméret fatermesre gyakorolt matematikailag igazolt hatása, vagyis a koronaszerkezet vizsgálatából származó értékek alkalmasak az 'Üllői' akácok ajánlott törzsszámának meghatározására, illetve várható fatermesének modellezésére is.

### 3.3. A 'BÁCSKA', 'HOMOKI', 'OSZLOPOS' ÉS 'VACSI' AKÁC FAJTAJELÖLTEK NÖVEKEDÉSÉNEK ÉRTÉKELÉSE SZÉLSŐSÉGESEN SZÁRAZ (MARGINÁLIS) TERMŐHELYEN

A Helvécia 22E erdőrészletben található akác fajta-klónösszehasonlító kísérletek eredményét, a legfontosabb dendrometriai jellemzőket (kor, n, H, D<sub>1,3</sub>, v, TMI) a Helvécia 22E/1 esetében az 1. táblázatban, a Helvécia 22E/2-nél a 2. táblázatban foglaltam össze.

**1. táblázat** 'Vacsi', 'Homoki' fajtajelöltek legfontosabb dendrometriai jellemzői 15 éves korban, összevetve a közönséges akáccal (kontroll) a Helvécia 22E/1 erdőrészletben (2021.01.07.) (átlag±szórás)

Klón neve	Kor (év)	n	H (m)	D <sub>1,3</sub> (cm)	v (dm <sup>3</sup> )	TMI
Vacsi	15	50	9,04 ± 1,25 bc	7,70 ± 1,34 b	32,7	1,66
Homoki	15	34	10,51 ± 2,46 ab	9,48 ± 3,15 a	62,6	2,32
Kontroll	15	30	9,77 ± 2,05 b	7,56 ± 1,98 b	34,3	2,37

Jelmagyarázat: n = a vizsgált mintafák száma; H = mintafák átlagos magassága; D<sub>1,3</sub> = mintafák átlagos mellmagassági (1,3 m) átmérője; v = a mintafák átlagos átlagfa-térfogata; TMI = a mintafák törzsmínőség-indexe. A H és D<sub>1,3</sub> értékek esetében a betűk a klónok közti szignifikáns ( $p = 0,05$ ) különbséget jelölik

A Helvécia 22E/1 kísérleti területen a 'Vacsi' és 'Homoki' fajtajelölteket vizsgáltam, összevetve a közönséges akáccal (kontroll). A 15 éves klónok között H, D<sub>1,3</sub> és v tekintetében is jelentős különbségek mutatkoztak. A 'Homoki' bizonyult a legjobbnak. H esetében (10,51 m) szignifikánsan ( $p = 0,05$ ) felülmúlta a 'Vacsi' fajtajelöltet (9,04 m), ugyanakkor a két fajtajelölt és a kontroll magasság értéke (9,77 m) jelentéktelen mértékben különbözött. Az átmérő esetében a 'Homoki' szignifikánsan nagyobb értéket (9,48 cm) produkált, mint a másik két vizsgált klón ('Vacsi': 7,70 cm, kontroll: 7,56 cm), melyek között jelentős különbséget nem tapasztaltam. A v értékekben is a 'Homoki' bizonyult a legjobbnak (62,6 dm<sup>3</sup>). A 'Vacsi' átlagfa-térfogata 32,7 dm<sup>3</sup>, a kontrollé 34,3 dm<sup>3</sup>. A TMI vizsgálat eredménye alapján a 'Vacsi' bizonyult a legjobbnak. A 'Homoki' (2,32) és kontroll (2,37) között minimális különbség mutatkozott. A két utóbbi paraméter alapján megállapítható, hogy a 'Homoki' fajtajelölt átlagfa-térfogata 82,5 %-kal meghaladta a kontrollét, viszont a 'Vacsi' esetében -5 %-os eltérés mutatkozott e tekintetben. Ez utóbbi fajtajelölt ugyanakkor 43 %-kal jobb TMI-vel rendelkezett, mint a kontroll. A 'Homoki' törzsmínősége minimálisan (2 %) volt jobb a közönséges akácénál.

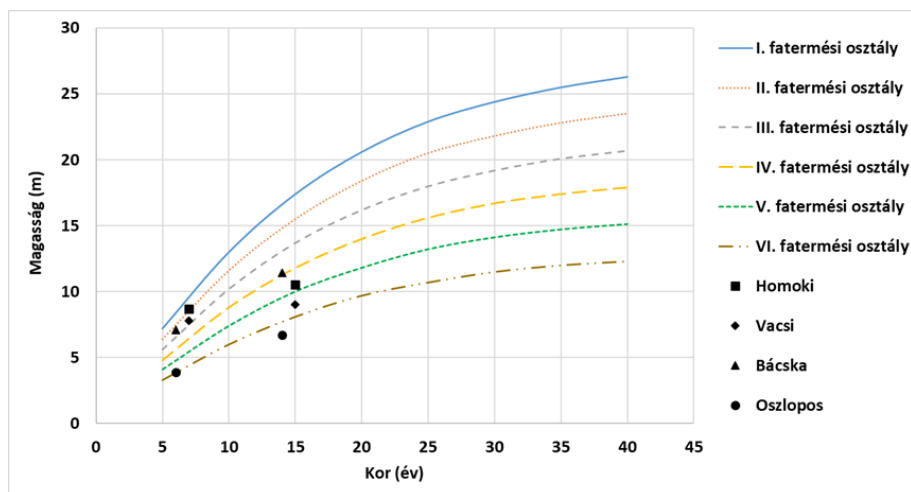
**2. táblázat:** 'Bácska', 'Oszlopos' fajtajelöltek legfontosabb dendrometriai jellemzői 14 éves korban, összevetve a 'Jászkiséri' akáccal a Helvécia 22E/2 erdőrészletben (2021.01.07.) (átlag±szórás)

Klón neve	Kor (év)	n	H (m)	D <sub>1,3</sub> (cm)	v (dm <sup>3</sup> )	TMI
Bácska	14	38	11,44 ± 1,87 a	11,17 ± 2,79 a	79,0	2,50
Oszlopos	14	38	6,67 ± 1,32 b	7,60 ± 1,78 c	31,2	2,32
Jászkiséri	14	45	11,66 ± 1,35 a	9,85 ± 2,58 b	61,6	1,96

Jelmagyarázat: n = a vizsgált mintafák száma; H = mintafák átlagos magassága; D<sub>1,3</sub> = mintafák átlagos mellmagassági (1,3 m) átmérője; v = a mintafák átlagos átlagfa-térfogata; TMI = a mintafák törzsmínőség-indexe. A H és D<sub>1,3</sub> értékek esetében a betűk a klónok közti szignifikáns ( $p = 0,05$ ) különbséget jelölik

A Helvécia 22E/2 erdőrészletben a 'Bácska' és 'Oszlopos' fajtajelölteket vizsgáltam, összevetve az államilag elismert 'Jászkiséri' akáccal. A 14 éves klónok között H tekintetében a 'Jászkiséri' bizonyult a legjobbnak (11,66 m), ugyanakkor a 'Bácska' szignifikánsan ( $p = 0,05$ ) nem különbözött tőle (11,44 m). A D<sub>1,3</sub> esetében viszont a 'Bácska' szignifikánsan nagyobb értéket (11,17 cm) produkált, mint a másik két vizsgált klón. A 'Jászkiséri' átmérője 9,85 cm volt. Az 'Oszlopos' rendkívül gyengének bizonyult úgy a H (6,67 m), mint a D<sub>1,3</sub> (7,60 cm) tekintetében. A v értékekben is a 'Bácska' bizonyult a legjobbnak (79,0 dm<sup>3</sup>). A 'Jászkiséri' átlagfa-térfogata 61,6 dm<sup>3</sup>, az 'Oszlopos' akác fajtajelölté 32,7 dm<sup>3</sup>. A TMI vizsgálat eredménye alapján a 'Jászkiséri' bizonyult a legjobbnak (1,96). A 'Bácska' (2,50) és az 'Oszlopos' (2,32) között minimális különbség mutatkozott. A két utóbbi paraméter alapján megállapítható, hogy a 'Bácska' fajtajelölt átlagfa-térfogata 28 %-kal meghaladta az államilag elismert 'Jászkiséri' akácét. Az 'Oszlopos' viszont 49 %-kal alulmaradt a kontrollhoz képest. Törzsmínőségben mindkét fajtajelölt rosszabbul teljesített, mint a 'Jászkiséri'.

Az **5. ábrán** 6 és 7 (szakirodalmi adatok alapján), illetve 14 és 15 éves fajtajelöltek ('Bácska', 'Homoki', 'Oszlopos', 'Vacsi') mért egyedeinek átlagos magasságának szóródása látható a kor függvényében az akácra kidolgozott fatermési tábla fatermési osztályainak görbehalmazában. Megállapítható, hogy a vizsgált akácklónok – az 'Oszlopos' kivételével – 6-7 évesen a II. és III., ugyanakkor idősebb (14-15 éves) korban IV. és VI. fatermési osztály között helyezkednek el, ami azt jelenti, hogy ilyen termőhelyi körülmények között gyenge-közepes fatermés prognosztizálható. A 'Bácska' és 'Homoki' fajtajelöltek az ültetvényszerű fatermesztés kívánalmainak alsó határát (IV. fatermési osztály) érik el. Az 'Oszlopos' rendkívül gyenge növekedést mutatott (VI. fatermési osztály).



**5. ábra** 'Homoki', 'Vacsi', 'Bácska' és 'Oszlopos' fajtajelöltek magasság értékei a kor (6-7, valamint 14-15 éves) függvényében az akácra kidolgozott fatermési tábla magassági görbéin

### 3.4. A 'LAPOSI' (NK1), 'NAPKORI' (NK2), 'FARKASSZIGETI' (PL040), 'PÜSPÖKLADÁNYI' (PL251) AKÁCKLÓNOK NÖVEKEDÉSI VIZSGÁLATÁNAK ÉRTÉKELÉSE, ÖSSZEVEETVE AZ 'ÜLLŐI' AKÁCCAL (NAPKOR)

A napkori kísérleti ültetvényben 2021-ben két alkalommal, május és november hónapokban (teljes fás állományfelvétel), 2022-ben májustól augusztusig havi 1 alkalommal vizsgáltuk a fajtajelölt klónok és az 'Üllői' akác magassági és vastagsági növekedését (15-30 mintafa alapján).

A 2021. májusi és novemberi  $D_{10}$  mérés eredményei az **3. táblázatban** láthatók. Az egytényezős varianciaanalízis (LSD teszt) során megállapítottam, hogy mindkét paraméter esetében szignifikáns ( $p = 0,05$ ) különbségek mutatkoztak a klónok között. A 2021-es magasságmérés eredményei a következők szerint alakultak. Az NK2 (2,5 × 2,5 m-es hálózatban 184,7 cm; a 4 × 4 m-esben 226,8 cm) és PL251 (2,5 × 2,5 m-es hálózatban 176,9 cm; a 4 × 4 m-esben 226,3 cm) elnevezésű klónok bizonyultak a legjobbnak, még a leggyengébbnek az Üllői (2,5 × 2,5 m-es hálózatban 117,7 cm; a 4 × 4 m-esben 138,3 cm). A tőátmérő tekintetében a 4 új klón között nem mutatkozott akkora jelentős eltérés, mint a magasság esetében. A  $D_{10}$  mérések eredményei alapján az NK2 (2,5 × 2,5 m-es hálózatban 19,98 mm; a 4 × 4 m-esben 23,80 mm) és az NK1 (2,5 × 2,5 m-es hálózatban 18,65 mm; a 4 × 4 m-esben 23,30 mm) bizonyult a legjobbnak, míg az Üllői (2,5 × 2,5 m-es hálózatban 12,86 mm; a 4 × 4 m-esben 14,65 mm) jelentősen a leggyengébbnek.

A H tekintetében ősszel (2021. november) is az NK2 (2,5 × 2,5 m-es hálózatban 485,7 cm; a 4 × 4 m-esben 476,4 cm) és PL251 (2,5 × 2,5 m-es hálózatban 424,8 cm; a 4 × 4 m-esben 470,7 cm) klónok bizonyultak a legjobbnak, és az Üllői (2,5 × 2,5 m-es hálózatban 293 cm; a 4 × 4 m-esben 317,6 cm) a leggyengébbnek. A novemberi  $D_{10}$  eredmények esetében a 2,5 × 2,5 m-es

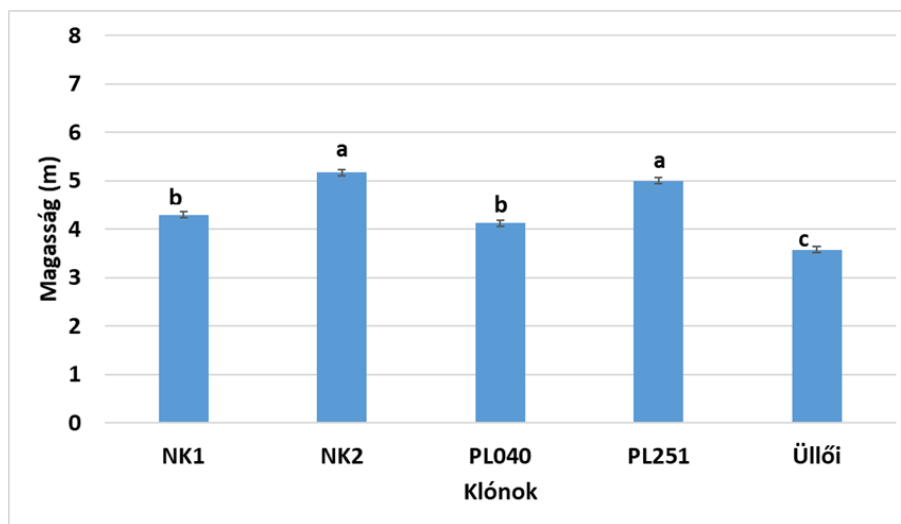
hálózatban az NK2 (55,58 mm), PL251 (54,46 mm), NK1 (53,12 mm) bizonyult a legjobbnak. A 4 × 4 m-es hálózatban az NK1 (71,05 mm) és a PL251 (69,32 mm) klónok produkálták a legjobb eredményt. Mindkét hálózatban az Üllői mutatta a legkisebb tőátmérő értékeket: 44,56 mm (2,5 × 2,5 m) és 55,37 mm (4 × 4 m) (**3. táblázat**).

**3. táblázat:** A klónok magassága (H) és tőátmérője ( $D_{tő}$ ) (átlag±szórás), valamint magassági ( $H_{növ}$ ) és vastagsági ( $D_{tő\ növ}$ ) növekedése a vizsgált időszak (2021. május és november) alatt. Az n1 a májusi, az n2 a novemberi állományfelvételek során mért egyedek számára utal. A betűk a vizsgált paraméterek közötti szignifikáns különbségeket ( $p = 0,05$ ) jelölik (Napkor, 2021)

Ültetési hálózat: 2,5 × 2,5 m							
Klónok	Mérés ideje		n (db)	H (cm)	$H_{növ}$ (Máj-Nov) (cm)	$D_{tő}$ (mm)	$D_{tő\ növ}$ (Máj-Nov) (mm)
PL251	Május	n1	216	176,9 ±42,31 a	248,0	17,94 ±3,82 c	36,53
	November	n2	224	424,8 ±39,44 B		54,46 ±7,21 AB	
NK1	Május	n1	204	145,6 ±33,80 b	174,2	18,65 ±3,36 b	34,48
	November	n2	201	319,9 ±42,34 D		53,12 ±9,76 B	
PL040	Május	n1	178	131,8 ±33,83 c	215,5	17,70 ±3,09 c	28,61
	November	n2	200	347,3 ±57,09 C		46,31 ±8,07 C	
NK2	Május	n1	124	184,7 ±38,83 a	301,1	19,98 ±3,28 a	35,60
	November	n2	120	485,7 ±43,06 A		55,58 ±5,84 A	
Üllői	Május	n1	87	117,7 ±31,70 d	175,3	12,86 ±2,72 d	31,70
	November	n2	81	293,0 ±44,73 E		44,56 ±8,60 C	
Ültetési hálózat: 4,0 × 4,0 m							
Klónok	Mérés ideje		n (db)	H (cm)	$H_{növ}$ (Máj-Nov) (cm)	$D_{tő}$ (mm)	$D_{tő\ növ}$ (Máj-Nov) (mm)
PL251	Május	n1	94	226,3 ±55,48 a	244,4	22,29 ±4,65 b	47,04
	November	n2	93	470,7 ±45,27 A		69,32 ±9,01 A	
NK1	Május	n1	133	199,5 ±41,29 b	193,6	23,30 ±3,90 ab	47,74
	November	n2	123	393,0 ±49,90 B		71,05 ±9,09 A	

Ültetési hálózat: 4,0 × 4,0 m							
Klónok	Mérés ideje		n (db)	H (cm)	H <sub>növ</sub> (Máj-Nov) (cm)	D <sub>tő</sub> (mm)	D <sub>tő növ</sub> (Máj-Nov) (mm)
PL040	Május	n1	108	170,9 ±49,87 c	224,5	20,50 ±4,70 c	41,62
	November	n2	93	395,4 ±68,04 B		62,12 ±9,90 B	
NK2	Május	n1	70	226,8 ±57,16 a	249,6	23,80 ±4,35 a	40,98
	November	n2	65	476,4 ±53,81 A		64,78 ±7,31 B	
Üllői	Május	n1	64	138,3 ±37,56 d	179,3	14,65 ±3,12 d	40,72
	November	n2	49	317,6 ±36,95 C		55,37 ±8,63 C	

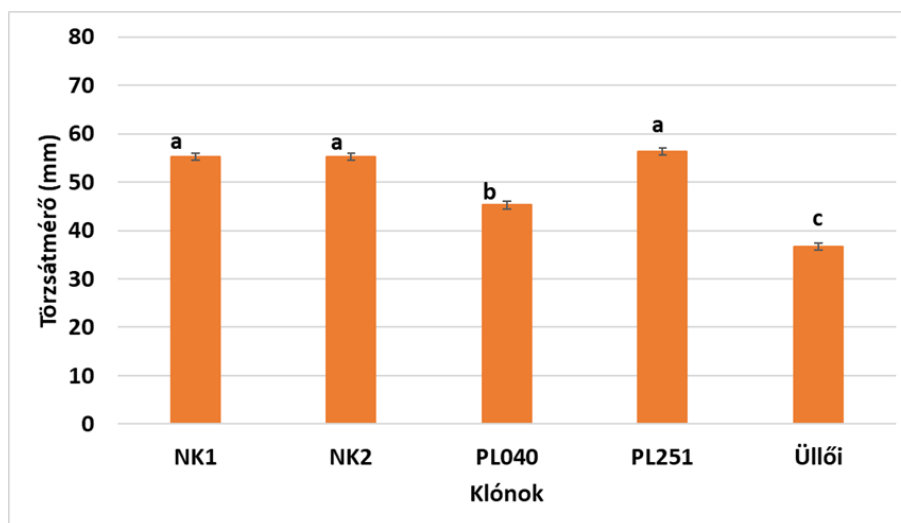
2022. júniusban a 2,5 × 2,5 m-es hálózatban a fajtajelölt klónok magasságát és mellmagassági törzsátmérőjét mértük (n = 30). A klónok között szignifikáns ( $p = 0,05$ ) különbségek mutatkoztak mindkét vizsgált paraméter tekintetében, melyeket Games-Howell teszttel igazoltam. A magasság mérés eredményeinek kiértékelése során megállapítottam, hogy az NK2 (5,17 m) és PL251 (4,99 m) klónok jelentősen felülmúlták a többieket (**6. ábra**), ugyanakkor e kettő között szignifikáns különbséget nem találtam.



**6. ábra** A vizsgált klónok összehasonlítása magasság (m) szerint 30 mintafa alapján (n = 30) a 2,5 × 2,5 m ültetési hálózatban (2022 június), ±standard hiba, a betűk a klónok közti szignifikáns különbséget jelölik  $p = 5\%$  szinten (Napkor, 2022.06.20.)

A mellmagassági átmérő esetében a PL251 (56,30 mm), az NK1 (55,23 mm) és NK2 (55,19 mm) klónok bizonyultak legjobbnak, közöttük minimális – nem szignifikáns ( $p = 0,05$ ) –

különbség mutatkozott (7. ábra). Az 'Üllői' mindkét vizsgált paraméterben a leggyengébbnek bizonyult, 3,58 m átlagos magassággal és 36,67 mm átlagos átmérővel (6. és 7. ábra).



**7. ábra** A vizsgált klónok összehasonlítása törzsátmérő (mm) szerint 30 mintafa alapján ( $n = 30$ ) a  $2,5 \times 2,5$  m ültetési hálózatban (2022 június),  $\pm$ standard hiba, a betűk a klónok közti szignifikáns különbséget jelölik  $p = 5\%$  szinten (Napkor, 2022.06.20.)

A 2022. május-augusztus időszakban 16-26 mintafát vizsgáltunk klónonként a  $2,5 \times 2,5$  m-es ültetési hálózatban. A mért  $h$  és  $d_{1,3}$  értékekből számított növedék tekintetében szignifikáns különbség ( $p = 0,05$ ) mutatkozott a klónok és a kontroll 'Üllői' akác között, melyet Games-Howell teszttel igazoltam. Az eredményeket a **4. táblázatban** foglaltam össze.

**4. táblázat:** A klónok magassági ( $H_{növ}$ ) és vastagsági (1,3 m magasságban mért törzsátmérő) ( $D_{növ}$ ) növekedése a vizsgált időszak (2022. május-augusztus) alatt. Átlag ( $\bar{x}$ ), szórás (SD), standard hiba (S.E.). A betűk a klónok közti szignifikáns különbséget jelölik  $p = 5\%$  szinten (Napkor, 2022)

Klónok	n (db)	$H_{növ}$ (máj-aug) (m)			$D_{növ}$ (máj-aug) (mm)		
		$\bar{x}$	SD	S.E.	$\bar{x}$	SD	S.E.
NK1	20	1,81 a	0,42	0,044	21,35 ab	5,34	0,526
PL040	25	1,54 b	0,31	0,044	23,76 a	5,27	0,526
PL251	16	1,23 c	0,27	0,044	19,97 b	3,09	0,526
Üllői	26	1,19 c	0,31	0,044	18,73 b	3,87	0,526

Az NK1 jelzésű klón produkálta a legnagyobb magassági növedéket (1,81 m), szignifikánsan ( $p = 0,05$ ) különbözött a másik három vizsgált klóntól, a második legjobbnak a PL040-es klón bizonyult (1,54 m). A PL251-es klón 1,23 m-t, még az Üllői 1,19 m-t nött, e kettő között szignifikáns különbség nem volt. A vastagsági növekedés elemzése során megállapítottuk, hogy a PL040 jelzésű klón bizonyult a legjobbnak (23,76 mm), szignifikáns különbség a PL251 klón (19,97 mm) és az 'Üllői' akáccal (18,73 mm) szemben volt. Az NK1-es klón átmérő növedéke (21,35 mm) szignifikáns nem különbözött a másik három vizsgált klóntól.

**3.5. A 'LAPOSI' (NK1), 'NAPKORI' (NK2), 'FARKASSZIGETI' (PL040), 'PÜSPÖKLADÁNYI' (PL251) AKÁCKLÓNOK ÖKOFIZIOLÓGIAI VIZSGÁLATÁNAK EREDMÉNYE, ÖSSZEVEETVE AZ 'ÜLLŐI' AKÁCCAL (NAPKOR)**

Az akácklónok növényélettani folyamatainak megértéséhez elengedhetetlenek a terepi kísérletekben végzett, fotoszintézisre és növényi vízgazdálkodási folyamatokra irányuló vizsgálatok. A növényi fiziológiával számos tanulmány foglalkozik, de viszonylag kevés olyan publikáció jelent meg, mely a szabadföldi körülmények között végzett in situ mérések eredményeiről számol be.

A vizsgált klónok között, mindegyik fiziológiai paraméter esetében, szignifikáns ( $p < 0,05$ ) különbség mutatkozott, melyet a 2021-es eredmények (parametrikus adatsor) esetében LSD, még a 2022. (nem parametrikus adatsor) évinél Games-Howell teszttel igazoltam. A páronkénti összehasonlítások eredményeit az **5. táblázatban** foglaltam össze.

**5. táblázat:** NK1, NK2, PL040 és PL251 fajtajelöltek, valamint az 'Üllői' akác fitofiziológiai paramétereinek ( $T_{\text{levegő}}-T_{\text{levél}}$ , A, Tr,  $g_{tc}$ ,  $C_i$ ,  $VPD_{\text{levél}}$ , WUE) mérési eredményei, 18 mérés átlaga $\pm$ szórás, a betűk a klónok közötti szignifikáns ( $p = 0,05$ ) különbséget jelölik (Napkor, 2021.06.29. és 2022.06.29.)

2021							
Klón	$T_{\text{levegő}}-T_{\text{levél}}$	A	Tr	$g_{tc}$	$C_i$	$VPD_{\text{levél}}$	WUE
	°C	$\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	$\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	$\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	$\mu\text{mol mol}^{-1}$	kPa	$\text{kg m}^{-3}$
NK1	0,01 $\pm 0,24$ bc	9,62 $\pm 4,85$ d	5,12 $\pm 1,01$ c	0,16 $\pm 0,04$ b	321,19 $\pm 18,63$ a	1,95 $\pm 0,10$ c	4,32 $\pm 1,33$ c
NK2	0,35 $\pm 0,18$ a	18,44 $\pm 2,85$ a	6,53 $\pm 0,73$ a	0,20 $\pm 0,03$ a	273,09 $\pm 3,67$ b	2,05 $\pm 0,15$ bc	6,88 $\pm 0,45$ a
PL040	0,17 $\pm 0,32$ b	12,96 $\pm 4,50$ c	4,42 $\pm 1,15$ d	0,13 $\pm 0,05$ c	271,35 $\pm 2,79$ b	2,17 $\pm 0,23$ ab	7,02 $\pm 0,62$ a
PL251	-0,14 $\pm 0,10$ c	13,34 $\pm 1,62$ c	5,34 $\pm 0,68$ c	0,20 $\pm 0,05$ a	307,04 $\pm 9,66$ a	1,66 $\pm 0,19$ d	6,13 $\pm 0,44$ b
Üllői	0,32 $\pm 0,11$ a	15,17 $\pm 2,20$ b	5,98 $\pm 0,49$ b	0,16 $\pm 0,02$ b	276,64 $\pm 13,44$ b	2,24 $\pm 0,10$ a	6,21 $\pm 0,87$ b

2022							
Klón	$T_{\text{levegő}} - T_{\text{levél}}$	A	Tr	$g_{tc}$	$C_i$	$VPD_{\text{levél}}$	WUE
	°C	$\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	$\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	$\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	$\mu\text{mol mol}^{-1}$	kPa	$\text{kg m}^{-3}$
NK1	-0,29 ±0,56 b	9,83 ±4,36 c	6,95 ±1,69 bc	0,12 ±0,03 c	286,15 ±22,45 a	3,70 ±0,31 a	3,27 ±0,87 b
NK2	0,84 ±0,44 a	20,25 ±1,43 a	10,08 ±0,92 a	0,20 ±0,02 a	260,74 ±4,22 b	2,99 ±0,14 c	4,92 ±0,24 a
PL040	1,03 ±1,30a	15,02 ±1,42 b	10,01 ±1,13 a	0,21 ±0,06 a	287,38 ±16,93 a	3,08 ±0,55 c	3,68 ±0,15 b
PL251	-0,44 ±0,65 b	12,94 ±3,62 bc	8,00 ±0,67 b	0,14 ±0,02 b	277,20 ±20,67 a	3,39 ±0,20 b	3,89 ±0,85 b
Üllői	-0,06 ±0,45 b	11,30 ±1,34 c	5,81 ±0,87 c	0,10 ±0,02 c	248,30 ±8,18 c	3,65 ±0,21 a	4,78 ±0,18 a

Jelmagyarázat:  $T_{\text{levegő}} - T_{\text{levél}}$  = levegő- és levélhőmérséklet különbsége; A = nettó asszimiláció; Tr = transzspiráció,  $g_{tc}$  = sztómakonduktancia;  $C_i$  = intercelluláris szén-dioxid koncentráció;  $VPD_{\text{levél}}$  = levélnél mért vízgőz telítettség mutató; WUE = Water Use Efficiency (vízhasznosítás)

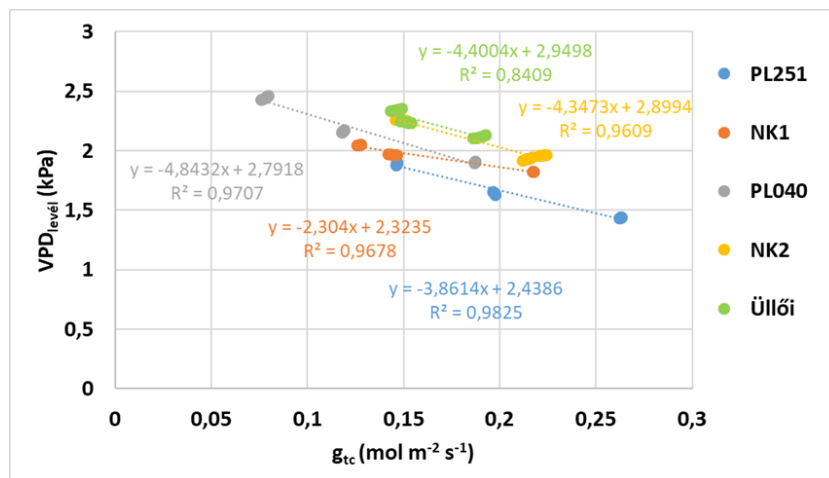
A  $T_{\text{levegő}} - T_{\text{levél}}$  értékek esetében 2021-ben az NK2 klón bizonyult a legjobbnak (0,35 °C), kevéssel maradt el tőle az Üllői akác (0,32 °C), a kettő között szignifikáns ( $p = 0,05$ ) különbség nem mutatkozott. 2022-ben a PL040 klón produkálta a legjobb eredményt (1,03 °C), az NK2 kivételével (0,84 °C), jelentősen felülmúlta a többi klónt. Mindkét évben a PL251 teljesített a leggyengébben (2021: -0,14 °C, 2022: -0,44 °C). A negatív értékek azt jelentik, hogy vízhiányban az adott klón nem tudta magát rendesen hűteni, hőstresszben volt.

A transzspirációs értékek a következők szerint alakultak. 2021-ben az NK2 klón bizonyult a legjobbnak, ennek a klónnak volt a legnagyobb a transzspirációs értéke ( $6,53 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ). 2022-ben is ez a klón bizonyult legjobbnak ( $10,08 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), ugyanakkor ebben az évben nem mutatkozott közte és a PL040-es között szignifikáns ( $p = 0,05$ ) különbség. Leggyengébbnek 2021-ben a PL040-es klón ( $4,42 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), 2022-ben az 'Üllői' ( $5,81 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) bizonyult, bár ez utóbbi esetében nem mutatkozott szignifikáns eltérés közte és az NK1-es klón ( $6,95 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) között.

A  $VPD_{\text{levél}}$ -értékek szignifikáns ( $p = 0,05$ ) különbséget mutatnak a klónok között. 2021-ben a legalacsonyabbat (1,66 kPa) a PL251-es klónnál, legmagasabbat (2,24 kPa) az Üllői akác esetében figyeltem meg. Viszonylag alacsony érték mutatkozott az NK1 és NK2 klónoknál is (1,95 és 2,05 kPa), ugyanakkor ezek szignifikánsan különböztek a PL251 levelén mért értéktől. A 2022-es mérés eredményei relatíve magasak voltak (3,0-3,7 kPa), ami arra utal, hogy a növényeket körülvevő nagyon száraz levegő nagy vízstresszt idézett elő. Az NK2 és a PL040

klónok  $VPD_{levél}$ -értékei (2,99 és 3,08 kPa) jelentősen alacsonyabbak voltak, mint a többi klóné, ami jobb stressztűrésre utal. A PL251 esetében ebben az évben viszonylag magas értéket (3,39 kPa) mértünk, szignifikánsan magasabb volt a két legjobb (NK2 és PL040) klónnál, viszont jelentősen alacsonyabb az  $e$  paraméter tekintetében gyengén teljesítő NK1 (3,70 kPa) és Üllői (3,65 kPa) klónoknál, melyeknél jelentős különbség nem mutatkozott.

A  $g_{tc}$  mérés eredménye alapján, mindkét évben jelentős ( $p = 5\%$  szinten szignifikáns) különbségek mutatkoztak a vizsgált klónok között. 2021-ben a legmagasabb értékeket az NK2 és PL251 ( $0,20 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), 2022-ben az NK2 ( $0,20 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) és a PL040 ( $0,21 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) klónok mutatták, melyek egymástól szignifikánsan egyik évben sem különböztek. A legalacsonyabbakat 2021-ben a PL040 ( $0,13 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), 2022-ben az NK1 és az 'Üllői' klónok mutatták  $0,12 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , illetve  $0,10 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  értékekkel. A  $g_{tc}$  értékek arra utalnak, hogy a PL251 (2021-ben), valamint az NK2 és a PL040 (2022-ben) klónok sztómái nyitottabbak voltak, ami összefügg az alacsonyabb VPD értékekkel. A  $VPD_{levél}$  és  $g_{tc}$  értékek közötti összefüggést lineáris regresszióval igazoltam ( $R^2$  érték: 0,8409-0,9825), mely alapján megállapítható, hogy mindegyik vizsgált klón esetében a  $VPD_{levél}$  érték növekedésével a  $g_{tc}$  csökken (8. ábra).



**8. ábra** A klónok összehasonlítása  $VPD_{levél}$  és  $g_{tc}$  értékeik alapján, valamint a két vizsgálat paraméter közötti lineáris kapcsolat (Napkor, 2021.06.29.)

A klónok asszimilációs rátájában is szignifikáns különbségek mutatkoztak ( $p = 0,05$ ). Mindkét vizsgálati évben a legmagasabb értéket ( $18,44 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  és  $20,25 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) az NK2, a legalacsonyabbat ( $9,62 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  és  $9,83 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) az NK1 klónnál mértük. A páronkénti összehasonlításban a PL251 és a PL040 klónok között nem tapasztaltam jelentős különbséget, az értékek  $13,34 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , illetve  $12,96 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  voltak 2021-ben, valamint  $12,94 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  és  $15,02 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  2022-ben. Az Üllői 2021-ben a második legjobb, 2022-ben a második leggyengébb volt,  $15,17 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  és  $11,30 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  értékekkel.

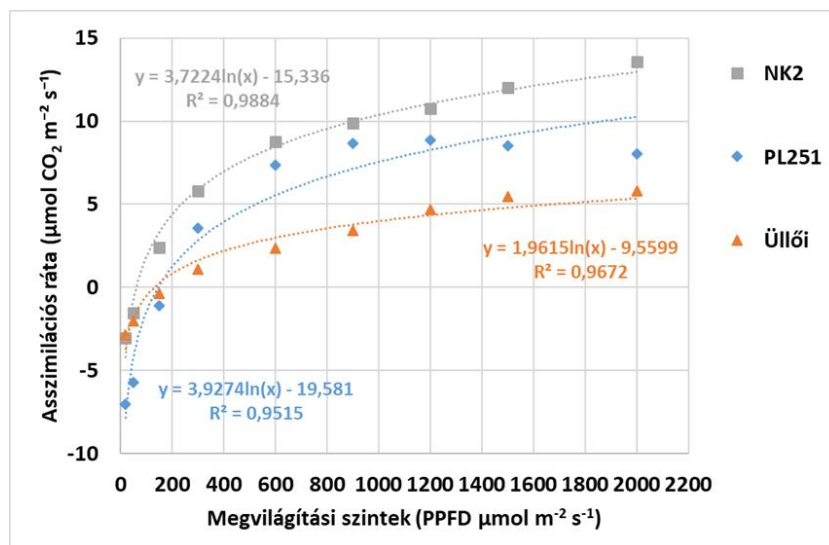
A klónok között szignifikáns ( $p = 0,05$ ) különbségeket találtam leveleik intercelluláris  $\text{CO}_2$  koncentrációjában ( $C_i$ ) is. 2021-ben az NK1 ( $321,19 \mu\text{mol mol}^{-1}$ ) és PL251 ( $307,04 \mu\text{mol mol}^{-1}$ ) klónoknál mértük a legmagasabb  $C_i$  értékeket, a legalacsonyabbat a PL040 klónnál ( $271,35 \mu\text{mol mol}^{-1}$ ), de ez szignifikánsan csak az előbb említett két klóntól tért el. 2022-ben a legmagasabb értéket az NK1 ( $286,15 \mu\text{mol mol}^{-1}$ ), a PL040 ( $287,37 \mu\text{mol mol}^{-1}$ ) és a PL251 ( $277,20 \mu\text{mol mol}^{-1}$ ) klónok produkálták. Az 'Üllői' esetében volt a legalacsonyabb,  $248,30 \mu\text{mol mol}^{-1}$ . A  $C_i$  értékre számos tényező van hatással. Nem tekinthető egyértelmű indikátornak a növény stresszállapotának vagy a fotoszintetikus rendszer működésének értékelésére. Ugyanakkor az A és  $C_i$  értékek között – a legtöbb klónnál – negatív korrelációt figyeltem meg. Az A és a Tr adatok felhasználásával minden klón esetében kiszámoltam a vízfelhasználás hatékonyságát ( $\text{kg CO}_2 \text{ per m}^3 \text{ H}_2\text{O}$ ). A különbségek  $p = 0,05$  szinten szignifikánsak voltak. A legjobb vízhasznosítással 2021-ben a PL040, 2022-ben az NK2 klón ( $7,02 \text{ kg m}^{-3}$  és  $4,92 \text{ kg m}^{-3}$ ) rendelkezett, míg a legalacsonyabb értékeket ( $4,32$  és  $3,27 \text{ kg m}^{-3}$ ), mindkét évben, az NK1-esnél tapasztaltam. Ugyanakkor a páronkénti összehasonlítás nem mutatott szignifikáns különbséget 2021-ben a PL040 és NK2 ( $6,88 \text{ kg m}^{-3}$ ), valamint 2022-ben az Üllői ( $4,78 \text{ kg m}^{-3}$ ) és NK2 klónok között.

A klónok fiziológiai paramétereik közötti összefüggéseket Spearman-féle korrelációval vizsgáltam. Annak ellenére, hogy az eredmények (2021-es és 2022-es év) igen változatos képet mutattak, megállapítható, hogy az A és Tr, valamint  $g_{sw}$  és Tr között minden klón esetében szoros pozitív korreláció volt ( $r > 0,750$ ), mely  $p = 0,01$  szinten szignifikáns. Ezek az összefüggések meghatározók a szelektált akácfajták, fajtajelölt klónok további ökofiziológiai vizsgálatában.

2023-ban a két legjobb magassági és vastagsági ( $d_{10}$  és  $d_{1,3}$ ) értékkel rendelkező klón (PL251 és NK2), valamint az 'Üllői' akác fényreakciós görbéit 9 lépésben, a PPFD csökkenésével ( $2000, 1500, 1200, 900, 600, 300, 150, 50, 20 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) figyeltem meg. A vizsgálat során az A, valamint PSII hatásfokát jellemző értékeket vizsgáltam a PPFD függvényében.

Az A esetében a természetes logaritmikus regressziós függvények jól illeszkedtek a mért adatpontokhoz ( $R^2$  érték az NK2 klónnál  $0,9884$ ; a PL251-nél  $0,9515$ ; az 'Üllői' fajta esetében  $0,9672$ ), így a függvények görbéi jól mutatták a különbségeket. Megvizsgálva a 2 klón és az 'Üllői' asszimilációs rátáját a megvilágítási szintek (PPFD) függvényében megállapítható, hogy a legalacsonyabb PPFD szinten ( $0-20 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) a PL251 volt a leggyengébb,  $-7,04 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  értékkel, az 'Üllői' ( $-2,86 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) és az NK2 ( $-3,03 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) között minimális különbség mutatkozott. A többi PPFD szinten az NK2 bizonyult a legjobbnak, A értéke a PPFD növekedésével folyamatosan nőtt, viszont  $600 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  PPFD

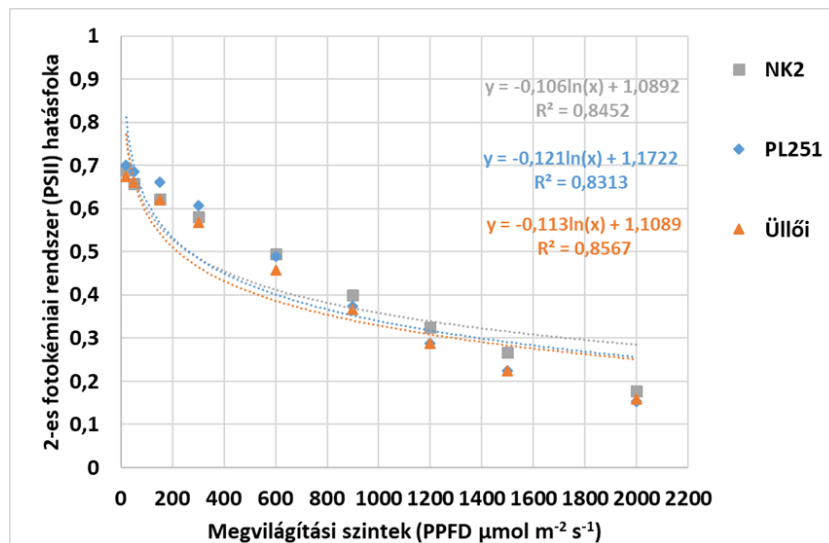
szinten a görbe laposodik, ami a fotorespiráció asszimiláció sebességére gyakorolt hatásának tudható be. Legnagyobb A értéket ( $13,58 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ )  $2000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  PPFD szinten éri el. Az 'Üllői' fajta és a PL251 eredményei változatosak képet mutattak, melyek a következők szerint jellemezhetők. 0 és  $150 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  megvilágítási szint között az 'Üllői'-nek volt nagyobb az asszimilációs rátája, de a fényintenzitás növekedésével a PL251 klón bizonyult jobbnak. Ugyan az 'Üllői' görbéje magasabb PPFD szinten alacsonyabbra futott, mint a PL251-é, az A értéke folyamatos növekedést mutatott, a legjobb értéket ( $5,79 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) a legmagasabb,  $2000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  PPFD szinten, érte el. A PL251 asszimilációs rátája  $1200 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  PPFD szintig nőtt, ennél a megvilágítási szintnél érte el a legnagyobb A értéket ( $8,88 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) (9. ábra).



**9. ábra** Az 'NK2', 'PL251' és 'Üllői' akác megvilágítási görbéje (Napkor, 2023.06.30.): asszimilációs ráta a PPFD függvényében; PPFD = Photosynthetic Photon Flux Density (fotoszintetikus fotonáram-sűrűség)

A természetes logaritmikus regressziós függvények jól illeszkedtek a mért adatpontokhoz a PSII hatásfokát jellemző értékek esetében is ( $R^2$  érték az NK2 klónnál 0,8452; a PL251-nél 0,8313; az 'Üllői' fajta esetében 0,8567), így a függvények görbéi ebben az esetben is jól mutatták a különbségeket. Az eredmények alapján megállapítottam, hogy a vizsgált akácklónok és az 'Üllői' akác PSII hatékonysága a fényintenzitás növekedésével csökkent. Alacsony megvilágítottsági szinten ( $0-300 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) a PL251 nevű ( $0,70-0,61$ ), nagyobb PPFD szinteken ( $600-2000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) az NK2 klón produkálta a legjobb értéket ( $0,50-0,18$ ). Ugyanakkor érdemes megjegyezni, hogy a vizsgált klónok és az 'Üllői' akác között minimális különbségek mutatkoztak, különösen igaz ez a PL251 klónra és az 'Üllői' akácra, mely kettőnek sok esetben azonos fényintenzitáson megegyeztek a PSII értékei ( $900; 1200; 1500 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$

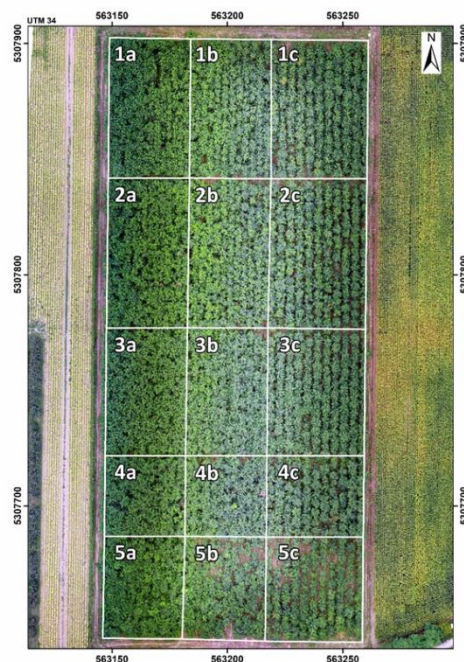
PPFD szintnél 0,37; 0,29; 0,22 volt a PSII hatékonysági mutatója), az NK2 900  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  PPFD szinttől láthatóan elkülönült a másik kettőtől (10. ábra).



10. ábra Az 'NK2', 'PL251' és 'Üllői' akác megvilágítási görbéje (Napkor, 2023.06.30.): PSII a PPFD függvényében; PPFD = Photosynthetic Photon Flux Density (fotoszintetikus fotonáram-sűrűség)

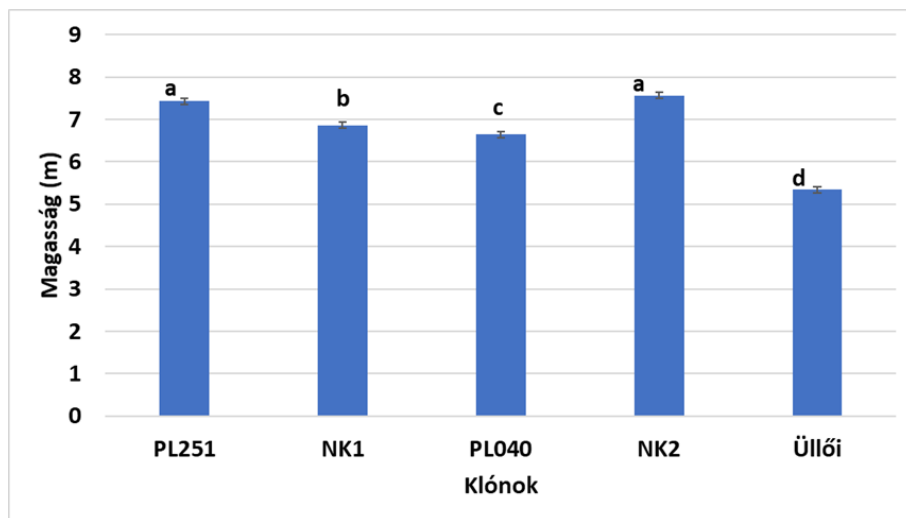
### 3.6. A 'LAPOSI' (NK1), 'NAPKORI' (NK2), 'FARKASSZIGETI' (PL040), 'PÜSPÖKLADÁNYI' (PL251) AKÁCKLÓNOK UAV-ALAPÚ VIZSGÁLATÁNAK EREDMÉNYE, ÖSSZEVEETVE AZ 'ÜLLŐI' AKÁCCAL (NAPKOR)

A kísérleti ültetvényről több alkalommal készült ortofotó. Ezek közül a 2023. augusztusi képet mutatom be. (1. kép).



1. kép Ortofotó a kísérleti területről. A számok a vizsgált klónokat (1 – PL251; 2 – NK1; 3 – PL040; 4 – NK2; 5 – 'Üllői'), a betűk az ültetési hálózatokat (a – 2,5 × 2,5 m; b – 3 × 3 m; c – 4 × 4 m) jelölik. (Napkor, 2023.08.16.)

Megállapítottam, hogy szoros összefüggés ( $r$  érték: 0,619-0,758), illetve minimális (nem szignifikáns) eltérés mutatkozott a terepi és légi – különös tekintettel a szintezőléc és UAV közötti elenyésző különbségre – magasságmérés között. Mivel az UAV-alapú vegetációs indexek vizsgálatát  $2,5 \times 2,5$  m-es ültetési hálózatban végeztem, így a magassági adatok kiértékelésénél is erre az ültetési hálózatra fókuszáltam. A cél a klónok magassági értékeinek összehasonlítása volt. Ahogy az a **11. ábrán** is látható a vizsgált klónok között szignifikáns eltérés mutatkozott. Legjobbnak az NK2-es (7,6 m) és PL251-es (7,4 m) fajtajelölt klónok, leggyengébbnek az 'Üllői' akác (5,3 m) mutatkozott.



**11. ábra** A vizsgált klónok ( $n = 30$ ) összehasonlítása magasság (m) szerint a  $2,5 \times 2,5$  m-es ültetési hálózatban,  $\pm$ standard hiba, a betűk a klónok közötti szignifikáns különbséget jelölik  $p = 5\%$  szinten (Napkor, 2023.08.16.)

A vegetációs indexek (VI) segítségével képet kapunk a növények aktuális állapotáról. A kapott értékekből következtethetünk a fák biomassza tömegére, tápanyagellátottságára, illetve egészségi állapotára. A multispektrális légi felvételekből NDVI, valamint a fotoszintetikus aktivitásra és a klorofilltartalomra érzékenyebb GNDVI-t számítottam. A páronkénti összehasonlítás (Games-Howell teszt) során szignifikáns ( $p = 0,05$ ) különbségek mutatkoztak a klónok között (**6. táblázat**).

**6. táblázat:** Vizsgált klónok összehasonlítása NDVI és GNDVI értékük (átlag±szórás) alapján, a betűk a klónok közti szignifikáns különbséget jelölik (Napkor, 2023.08.16.)

<b>Klónok</b>	<b>NDVI</b>	<b>GNDVI</b>
PL251	0,9360±0,00498 a	0,8027±0,00914 a
NK1	0,9347±0,00507 ab	0,7888±0,01343 b
PL040	0,9260±0,00498 c	0,7849±0,00641 bc
NK2	0,9280±0,00407 c	0,7964±0,01062 ab
Üllői	0,9323±0,00504 b	0,7911±0,01543 b

A klónok igen magas NDVI és GNDVI értékeket mutattak. Mindkét VI esetében a PL251 klón bizonyult a legjobbnak (NDVI: 0,9360±0,00498; GNDVI: 0,8027±0,00914), ugyanakkor NDVI tekintetében az NK1-től (NDVI: 0,9347±0,00507), GNDVI esetében az NK2-től (GNDVI: 0,7964±0,01062) szignifikánsan ( $p = 0,05$ ) nem különbözött. Leggyengébbnek mindkét vizsgált mutatóban a PL040 mutatkozott, 0,9260±0,00498 NDVI és 0,7849±0,00641 GNDVI értékkel. A kontroll Üllői akác vegetációs index értékeit (NDVI: 0,9323±0,00504; GNDVI: 0,7911±0,01543) csak a PL251-es klón múlta felül jelentősen,  $p = 5\%$  szinten.

#### 4. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. A 14-15 éves 'Bácska', 'Homoki', 'Oszlopos' és 'Vacsi' fajtajelöltek növekedését (magassági és vastagsági) a klonális hatás nagymértékben befolyásolta: a klónok között a magasság és törzsátmérő értékeiken túl, átlagfa-térfogatban és törzsmínőség-indexben is szignifikáns különbséget mértünk. A 'Homoki' és a 'Bácska' fatermésben (átlagfa-térfogat), a 'Vacsi' törzsmínőségben jelentősen felülmúlta a kontrollt. A 'Homoki' átlagfa-térfogata 82,5 %-kal volt jobb a kontroll közönséges akácénál, még a 'Bácska' fajtajelölt klón ebben a paraméterben 28 %-kal haladta meg a kontroll 'Jászkeséri' akácot. A törzsmínőségben a 'Vacsi' 43 %-kal jobb értéket mutatott, mint a közönséges akác.
2. A vizsgált fajtajelöltek – az 'Oszlopos' kivételével – 6-7 évesen a II. és III., 14-15 éves korban IV. és VI. fatermési osztály között helyezkedtek el, tehát ilyen termőhelyi körülmények között gyenge-közepes fatermés prognosztizálható. A 'Bácska' és 'Homoki' fajtajelöltek az ültetvényszerű fatermesztés kívánalmainak alsó határát (IV. fatermési osztály) éppen elérték. Az 'Oszlopos' rendkívül gyenge növekedést mutatott (VI. fatermési osztály). A vizsgált fajtajelöltek, ilyen szárazodó, marginális termőhelyen fatermesztési célzattal történő ültetése nem indokolt.
3. A napkori kísérletben a 'Laposi' (NK1), 'Napkori' (NK2), 'Farkasszigeti' (PL040), 'Püspökladányi' (PL251) klónok és a kontroll 'Üllői' akác magassági és vastagsági (tő- és törzsátmérő) növekedésében szignifikáns különbségek mutatkoztak. Fiatal korban (2-3 éves) az NK2 és a PL251 rendelkezett a legjobb magassági és átmérő mutatókkal, az 'Üllői' pedig a leggyengébbel. A 2022. júniusi mérés alapján az NK2 magasságban 44 %-kal, átmérő tekintetében 52 %-kal, a PL251 39 % és 53 % értékekkel haladták meg az 'Üllői' akác vonatkozó eredményeit. Extrém száraz körülmények között (2022. május-augusztus) az NK1 és PL040 klónok mutatták a legintenzívebb növekedést, előbbi magasság (1,81 m), utóbbi vastagság (23,76 mm) tekintetében. A PL251-es klón és az 'Üllői' akác ebben a periódusban igen gyengén teljesített, e kettő magassági (1,23 m és 1,19 m) és vastagsági (19,97 mm és 18,73 mm) növedék értéke között nem volt szignifikáns különbség.
4. A fiziológiai vizsgálatok alapján a napkori kísérleti ültetvényben vizsgált klónok közül az NK2 rendelkezett a legjobb asszimilációs rátával (A) ( $18,44 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  2021-ben és  $20,25 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  2022-ben) és ennek a klónnak volt az egyik legjobb a vízhasznosítása (WUE) is ( $6,88 \text{ kg m}^{-3}$  2021-ben és  $4,92 \text{ kg m}^{-3}$  2022-ben). 2021-ben

a PL040 ( $7,02 \text{ kg m}^{-3}$ ), 2022-ben az 'Üllői' ( $4,78 \text{ kg m}^{-3}$ ) vízhasznosítása is kedvező volt, WUE értékük az adott évben nem különbözött szignifikánsan az NK2-esétől.

5. Az NK2, PL251 és az 'Üllői' akác fényreakciós görbéje jól jellemezhető természetes logaritmus függvénnyel az asszimilációs ráta (A) és a PSII fotokémiai rendszer hatásfoka tekintetében, a függvény jól illeszkedett az adatsorra, az  $R^2$  0,9515-0,9884; illetve 0,8313-0,8567 volt. A vizsgált klónok A értékei – a PL251 kivételével – a megvilágítási szint emelkedésével folyamatosan növekedtek, viszont  $600 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  PPFD felett a görbe laposodik. A PL251 esetében  $1200 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  PPFD szinttől csökkent az A érték. A PSII hatásfoka – az A eredményeivel ellentétben – a PPFD szint emelkedésével fokozatosan csökkent.
6. A napkori ültetvényben végzett UAV-alapú felvételezés alapján a klónok között szignifikáns különbségek voltak. Az NK2 és PL251 fajtajelöltek magassága volt a legnagyobb  $7,6 \text{ m}$  és  $7,4 \text{ m}$  értékekkel, a vegetációs indexek alapján a PL251 mutatta a legjobb eredményeket (NDVI: 0,94; GNDVI: 0,80). A famagasság eredmények megbízhatóságát alátámasztják a terepi felvételezések, az erdészeti gyakorlatban használt magasságmérő eszközök és az UAV-alapú vizsgálat eredményei jól korreláltak ( $r = 0,758$ ).

## 5. GYAKORLATBAN HASZNÁLHATÓ EREDMÉNYEK

1. A vizsgált 'Nyírségi', 'Üllői' és 'Jászkiséri' akácállományok (5-35 éves korú) döntő többsége a II. és IV. fatermési osztály között helyezkedik el. Ez megfelel az ültetvénytípusú fatermesztés kívánalmainak.
2. A 14-15 éves 'Bácska', 'Homoki', 'Oszlopos' és 'Vacsi' fajtajelöltek növekedése, átlagfa-térfogata és törzsmínőség-index eredményeiben is szignifikáns különbség mutatkozott. A 'Homoki' átlagfa-térfogata 82,5 %-kal volt jobb a kontroll közönséges akácénál, még a 'Bácska' fajtajelölt klón ebben a paraméterben 28 %-kal haladta meg a kontroll 'Jászkiséri' akácot. A törzsmínőségben a 'Vacsi' 43 %-kal jobb értéket mutatott, mint a közönséges akác.
3. A napkori kísérletben az eredmények azt mutatták, hogy fiatal korban (2-3 éves) az NK2 és a PL251 rendelkezik a legjobb magassági és átmérő mutatókkal, az 'Üllői' pedig a leggyengébbel.
4. A vizsgált fajtajelölt klónok közül a 'Bácska', a 'Homoki', és a 'Vacsi' 6-7 évesen a II. és III., míg 14-15 éves korban a IV. és VI. fatermési osztály között helyezkednek el. A 'Bácska' és 'Homoki' fajtajelöltek az ültetvénytípusú fatermesztés kívánalmainak alsó határát (IV. fatermési osztály) éppen elérik. Az 'Oszlopos' rendkívül gyenge növekedést mutatott. Az eddigi eredmények alapján megállapítható, hogy a vizsgált fajtajelöltek, ilyen szárazodó, marginális termőhelyen fatermesztési célzattal történő ültetése nem javasolható.
5. Eredményeink alapján megállapítható, hogy az erdészeti kísérleti állományokban az UAV-alapú felvételezés (fotogrammetria metodikával) alkalmas magasság mérésre és vegetációs indexek vizsgálatára. A klónok között szignifikáns különbségeket lehetett kimutatni. Az eredmények megbízhatóságát igazolták a hagyományos módszerekkel végzett terepi felvételezések (magasság mérése, növényegészségi vizsgálat).



Nyilvántartási szám: DEENK/504/2023.PL  
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Ábri Tamás  
Doktori Iskola: Kerpely Kálmán Doktori Iskola  
MTMT azonosító: 10071654

### A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

#### Magyar nyelvű könyvek (1)

1. Rédei, K., **Ábri, T.**, Bach, I., Borovics, A., Keserű, Z.: Szelektált akácfajták termesztési technológiája. 2. kiad., Erdészeti Tudományos Intézet; MED-KÖR Bt., Kecskemét, 54 p., 2023. ISBN: 9786150179995

#### Magyar nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (1)

2. **Ábri, T.**, Keserű, Z., Rédei, K.: A 'Nyírségi' akác (*Robinia pseudoacacia* 'Nyírségi') növekedési viszonyai.  
*Erdészettudományi Közlemények*. 12 (1-2), 31-42, 2022. ISSN: 2062-6711.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.17164/EK.2022.02>

#### Idegen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (2)

3. **Ábri, T.**, Csajbók, J.: Comparative study of newly-bred black locust clones with regard to photosynthetic rate and water use efficiency: early evaluation.  
*Agrártud. Közl.* 1, 5-10, 2023. ISSN: 1587-1282.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.34101/actaagrar/1/12256>
4. Keserű, Z., Borovics, A., **Ábri, T.**, Rédei, K., Lee, I. H., Lim, H.: Growing of Black Locust (*Robinia pseudoacacia* L.) Candidate Cultivars on Arid Sandy Site.  
*Acta Silv. Lign. Hung.* 17 (1), 51-61, 2021. ISSN: 1786-691X.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.37045/aslh-2021-0004>

#### Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (4)

5. **Ábri, T.**, Cseke, K., Keserű, Z., Porcsin, A., Szabó, F. M., Rédei, K.: Breeding and improvement of black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) with a special focus on Hungary: a review.  
*iForest*. 16 (5), 290-298, 2023. EISSN: 1971-7458.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.3832/ifor4254-016>  
IF: 1.7 (2022)





6. **Ábri, T.**, Borovics, A., Csajbók, J., Kovács, E., Koltay, A., Keserű, Z., Rédei, K.: Differences in the Growth and the Ecophysiology of Newly Bred, Drought-Tolerant Black Locust Clones. *Forests*. 14 (9), 1-19, 2023. EISSN: 1999-4907.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/f14091802>  
IF: 2.9 (2022)
7. **Ábri, T.**, Keserű, Z., Borovics, A., Rédei, K., Csajbók, J.: Comparison of Juvenile, Drought Tolerant Black Locust (*Robinia pseudoacacia* L.) Clones with Regard to Plant Physiology and Growth Characteristics in Eastern Hungary: Early Evaluation. *Forests*. 2022 (13), 1-15, 2022. ISSN: 1999-4907.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/f13020292>  
IF: 2.9
8. **Ábri, T.**, Keserű, Z., Rásó, J., Rédei, K.: Stand structure and growth of *Robinia pseudoacacia* 'Jászkiséri' - 'Jászkiséri' black locust. *J. For. Sci.* 67 (10), 489-497, 2021. ISSN: 1212-4834.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.17221/57/2021-JFS>

Magyar nyelvű absztrakt kiadványok (1)

9. **Ábri, T.**, Koltay, A.: Új akácklónok növényegészségügyi vizsgálatának előzetes eredményei. In: I. Magyar Agrártudományi Doktoranduszok Szimpóziuma 2023: Absztraktkötet. Szerk.: Hajdú Péter, Doktoranduszok Országos Szövetsége, Debrecen, 37, 2023. ISBN: 9786156457189

**További közlemények**

Magyar nyelvű könyvrészletek (2)

10. **Ábri, T.**: Szelektált akácklónokkal létesített akác iparifa ültetvény faállomány-szerkezeti és NDVI vizsgálatának kezdeti eredményei =: Stand structure and NDVI study of selected black locust clones in an industrial tree plantation : early evaluation. In: Erdészeti Tudományos Konferencia : Konferencia Kiadvány. Szerk.: Czímber Kornél, Soproni Egyetemi Kiadó, Sopron, 46-52, 2022. ISBN: 9789633344200
11. **Ábri, T.**, Csajbók, J., Rédei, K., Borovics, A., Támba, M., Keserű, Z.: Szelektált akácklónokkal létesített akác iparifa ültetvény növényélettani és faállomány-szerkezeti vizsgálatának kezdeti eredményei. In: Alföldi Erdőkért Egyesület Kutatói Napja : Tudományos Eredmények a gyakorlatban / Csiha Imre; Csiha Sára, Alföldi Erdőkért Egyesület, Püspökladány, 89-103, 2021. ISBN: 9786158059480





Idegen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (10)

12. Rédei, K., **Ábri, T.**: A simplified growing model for mixed black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) and poplar (*Populus* spp.) plantations in the Danube-Tisza Interfluve.  
*Agrártud. Közl.* 1, 97-100, 2023. ISSN: 1587-1282.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.34101/actaagrar/1/12385>
13. Rédei, K., **Ábri, T.**: Productivity of thinned black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) stands in Hungary: case studies.  
*Agrártud. Közl.* 1, 181-186, 2022. ISSN: 1587-1282.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.34101/actaagrar/1/10638>
14. Szabó, F. M., Rásó, J., **Ábri, T.**, Juhász, L., Rédei, K.: Volume of Paulownia Shan Tong (*Paulownia fortunei* x *Paulownia tomentosa*) plantation in Eastern Hungary: a case study.  
*Agrártud. Közl.* 2022 (2), 43-46, 2022. ISSN: 1587-1282.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.34101/actaagrar/2/11336>
15. Rédei, K., **Ábri, T.**: Increment analysis in black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) stand: a case study.  
*Int. j. hortic. sci.* 27, 106-109, 2021. ISSN: 1585-0404.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.31421/ijhs/27/2021/8302>
16. Szabó, F. M., **Ábri, T.**, Rédei, K.: Yield and crown structure characteristics in a red oak (*Quercus rubra* L.) stand: Case study.  
*Agrártud. Közl.* 2, 49-53, 2021. ISSN: 1587-1282.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.34101/actaagrar/2/9801>
17. Rédei, K., **Ábri, T.**, Szabó, F. M., Keserű, Z.: Yield table for selected black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) cultivars.  
*Agrártud. Közl.* 1, 193-198, 2021. ISSN: 1587-1282.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.34101/actaagrar/1/8854>
18. Rédei, K., **Ábri, T.**, Szabó, F. M., Keserű, Z.: Angle-count sampling method for estimating forest stand volume: a practical approach.  
*Agrártud. Közl.* 2, 99-102, 2020. ISSN: 1587-1282.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.34101/ACTAAGRAR/2/7900>
19. Rédei, K., Keserű, Z., Bach, I., Rásó, J., **Ábri, T.**, Szabó, F. M., Gál, J.: Management of *Robinia pseudoacacia* cv. 'Üllői'-'Üllői' locust.  
*Acta Silv. Lign. Hung.* 16 (1), 9-18, 2020. ISSN: 1786-691X.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.37045/aslh-2020-0001>
20. Rédei, K., Rásó, J., **Ábri, T.**, Keserű, Z.: The effects of tending cuttings on yield and value changes in black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) stands: a case study.  
*Agrártud. Közl.* 1, 111-113, 2020. ISSN: 1587-1282.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.34101/actaagrar/1/3779>





21. Tóth, M., Szarukán, I., Nagy, A., **Ábri, T.**, Katona, V., Körösi, S., Nagy, T., Szarvas, Á., Koczor, S.: An improved female-targeted semiochemical lure for the European corn borer *Ostrinia nubilalis* Hbn.  
*Acta Phytopathol. Entomol. Hung.* 51 (2), 247-254, 2016. ISSN: 0238-1249.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1556/038.51.2016.2.9>

Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (6)

22. Kőbölkuti, Z. A., Tóth, E. G., Keserű, Z., Fike, J. H., Bolla, B., **Ábri, T.**, Borovics, A., Benke, A., Cseke, K.: Genome-wide SNP discovery in native American and Hungarian *Robinia pseudoacacia* genotypes using next-generation double-digest restriction-site-associated DNA sequencing (ddRAD-Seq).  
*Tree Genetics & Genomes.* 19 (2), 1-5, 2023. ISSN: 1614-2942.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11295-023-01589-8>  
IF: 2.4 (2022)
23. Honfy, V., Pödör, Z., Keserű, Z., Rásó, J., **Ábri, T.**, Borovics, A.: The effect of tree spacing on yields of Alley Cropping Systems: A case study from Hungary.  
*Plants-Basel.* 12 (3), 1-19, 2023. EISSN: 2223-7747.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/plants12030595>  
IF: 4.5 (2022)
24. **Ábri, T.**, Rédei, K.: Analyses of periodic annual increment by diameter and volume in differently aged black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) stands: Case study.  
*J. For. Sci.* 68 (6), 213-219, 2022. ISSN: 1212-4834.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.17221/25/2022-JFS>  
IF: 1.1
25. Honfy, V., **Ábri, T.**, Juhász, L., Rásó, J., Keserű, Z., Rédei, K.: A simplified method for application of natural regeneration in black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) stands in Hungary.  
*J. For. Sci.* 67 (2), 66-70, 2021. ISSN: 1212-4834.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.17221/147/2020-JFS>
26. **Ábri, T.**, Keserű, Z., Szabó, F. M., Rédei, K.: Structure of black walnut (*Juglans nigra* L.) stands on sandy soils in Hungary.  
*J. For. Sci.* 67 (6), 298-305, 2021. ISSN: 1212-4834.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.17221/205/2020-JFS>
27. Tóth, M., Szarukán, I., Nagy, A., Furlan, L., Benvegnù, I., Rak, C. M., **Ábri, T.**, Kéki, T., Körösi, S., Pogonyi, A., Toshova, T., Velchev, D., Atanasova, D., Kurtulus, A., Kaydan, B. M., Signori, A.: European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn., Lepidoptera: Crambidae): comparing the performance of a new bisexual lure with that of synthetic sex pheromone in five countries.  
*Pest Manag. Sci.* 73 (12), 2504-2508, 2017. ISSN: 1526-498X.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/ps.4645>  
IF: 3.249





Magyar nyelvű konferencia közlemények (1)

28. **Ábri, T.**, Rásó, J., Szabó, G.: Akác állomány különböző ültetési hálózatainak összehasonlító elemzése térinformatikai módszerrel.

In: Tavasz Szél = Spring Wind 2019. Szerk.: Bihari Erika, Molnár Dániel, Szikszai-Németh Ketrin, Doktoranduszok Országos Szövetsége, Budapest, 14-21, 2020. ISBN: 9786155586606

Idegen nyelvű konferencia közlemények (2)

29. **Ábri, T.**, Csajbók, J., Cseke, K., Köbölkuti, Z. A., Tóth, E. G., Keserű, Z.: Growing technology and genetic testing of newly-bred black locust cultivar candidates in Hungary: A review.

In: 10th hardwood conference proceedings: Sopron, Hungary, 12-14 October 2022, Soproni Egyetemi Kiadó, Sopron, 12-20, 2022. ISBN: 9789633344460

30. Keserű, Z., Borovics, A., Rásó, J., Tamba, M., **Ábri, T.**, Rédei, K.: Promising black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) variety-candidates in Hungary: a short review.

In: Proceedings of Central European Silviculture: 21st International Conference. Ed.: Dusan Kacálek, Jitka Soucková, Alena Hvezdová, Jiri Novák, Forestry and Game Management Research Institute, Strnady, Dobruska, 51-58, 2021. ISBN: 9788074172144

Magyar nyelvű absztrakt kiadványok (2)

31. **Ábri, T.**: Szelektált akácklónokkal létesített akác iparifa-ültetvény faállomány-szerkezeti és NDVI vizsgálatának kezdeti eredményei.

In: Erdészeti Tudományos Konferencia : Kivonatok kötete. Összeáll.: Czímber Kornél, Soproni Egyetem, Sopron, 12, 2022.

32. Cseke, K., **Ábri, T.**, Köbölkuti, Z. A., Tóth, E. G., Benke, A., Molnár, T., Porcsin, A., Keserű, Z.: Új kutatási irányok a hazai akácnevelésben.

In: XXVIII. Növénynevelési Tudományos Napok: Összefoglaló kötet. Szerk.: Polgár Zsolt, Karsai Ildikó, Bóna Lajos, Matuz János, Taller János, Magyar Növénynevelők Egyesülete, Keszthely, 98, 2022. ISBN: 9789632699875





Ismeretterjesztő, népszerűsítő cikkek (1)

33. Borovics, A., Keserű, Z., Rédei, K., **Ábri, T.**, Rásó, J., Támba, M.: Szinkronban a gyakorlat és a kutatás az akáctermesztés innovációs fejlesztésében: A Napkori Erdőgazdák Zrt. és a SOE ERTI együttműködése.

*Erdészeti Lapok. 157 (3), 86-89, 2022. ISSN: 1215-0398.*

**A közlő folyóiratok összesített impakt faktora: 18,749**

**A közlő folyóiratok összesített impakt faktora (az értekezés alapjául szolgáló közleményekre):  
7,5**

A DEENK a Jelölt által az iDEa Tudóstérbe feltöltött adatok bibliográfiai és tudományometriai ellenőrzését a tudományos adatbázisok és a Journal Citation Reports Impact Factor lista alapján elvégezte.

Debrecen, 2023.11.09.



