

# Akácklónok növekedésének és fitofiziológiai vizsgálatának kezdeti eredményei

Ábri Tamás, okl. környezetgazdálkodási agrármérnök, tudományos segédmunkatárs<sup>1</sup>, PhD hallgató<sup>2,3</sup>

**Az akác (*Robinia pseudoacacia* L.) hazánk – különösen az Alföld (Nyírség) – erdőgazdálkodásának egyik legfontosabb fafaja. Jelenleg a faállománnyal borított területünk közel negyedén megtalálható (NFK 2021). Gyors növekedése, rendkívüli megújuló képessége, kemény, tartós fája, virágzatának nektártartalma, valamint stressztűrő képessége mind-mind hozzájárul ahhoz, hogy a hazai mező- és erdőgazdálkodók előszeretettel ültetik.**

Az akácnak nagy szerepe lehet a jövőben a klímaváltozás negatív hatásainak mérséklésében: szárazodó termőhelyek hasznosítása, rekultiváció, talajvédelem (defláció, erózió által degradált területekre történő ültetése), környezetfejlesztés stb. (Keresztesi 1984, Nicolescu et al. 2020)

Ugyanakkor a fent felsorolt előnyös tulajdonságai mellett számos termesztési technológia szempontjából hátrányos jellemzővel (törzsgörbeség, villásság, fagyérzékenység) is bír. Ezen tulajdonságok javítására, valamint a fatermés és nektártermelés fokozására átfogó kutató- és fejlesztőmunka indult az Erdészeti Tudományos Intézetben (a továbbiakban: ERTI) az 1960-as években. A több évtizedes kutatómunka eredményeként ma számos államilag elismert akácfajta- és fajtajelölttel rendelkezünk, melyek több hazai fajtaösszehasonlító kísérletben is bizonyítottak (Keresztesi 1984, Rédei et al. 2017, 2020, Keserű et al. 2021).

A hazai akáckutatás legújabb iránya az újonnan szelektált, kiváló tulajdonságokkal rendelkező akácegyedek vegetatív úton (gyökérdugványról vagy mikroszaporítás által) történő továbbzaporítása, magas genetikai értékű, erős gyökérzetű, stressztűrő csemeték előállítására, majd azok tág hálózatba történő ültetésével akác iparifa célú ültetvények létrehozása. Az ezirányú kutatómunka 2019-ben indult az ERTI és a Napkori Erdőgazdák Zrt. közös projektjeként (Borovics et al. 2022).

<sup>1</sup> SoE ERTI Ültetvényeszerő Fatermesztési Osztály, Püspökladányi Kísérleti Állomás  
<sup>2</sup> Debreceni Egyetem Kerpely Kálmán Doktori Iskola

<sup>3</sup> A cikkanyag az Erdészeti Lapok 2022. évi szakcikkipályázatának kiemelt díjazott pályaműve.

A fentiekhez kapcsolódóan egy Napkor település közelében található, kísérleti célú akác iparifa-ültetvényben végzek fatermési és növényéletlani (fitofiziológiai) vizsgálatokat, melyek során vegetatív úton előállított akácklónok, valamint egy államilag elismert fajta (*Robinia pseudoacacia* 'Üllői') növekedését (magasság és töltmértér), fotoszintetikus aktivitását (nettó asszimiláció), párologtatását (transzspirációját) és vízfelhasználási hatékonyságát (Water Use Efficiency = WUE) vizsgálom.

Ez utóbbi a vízhasznosítási együtthatóval számszerűsíthető, ami megmutatja az egységnyi szén-dioxid megkötéséhez felhasznált vízmennyiséget. Ennek napjainkban, amikor a klímaváltozás növényekre gyakorolt negatív ha-

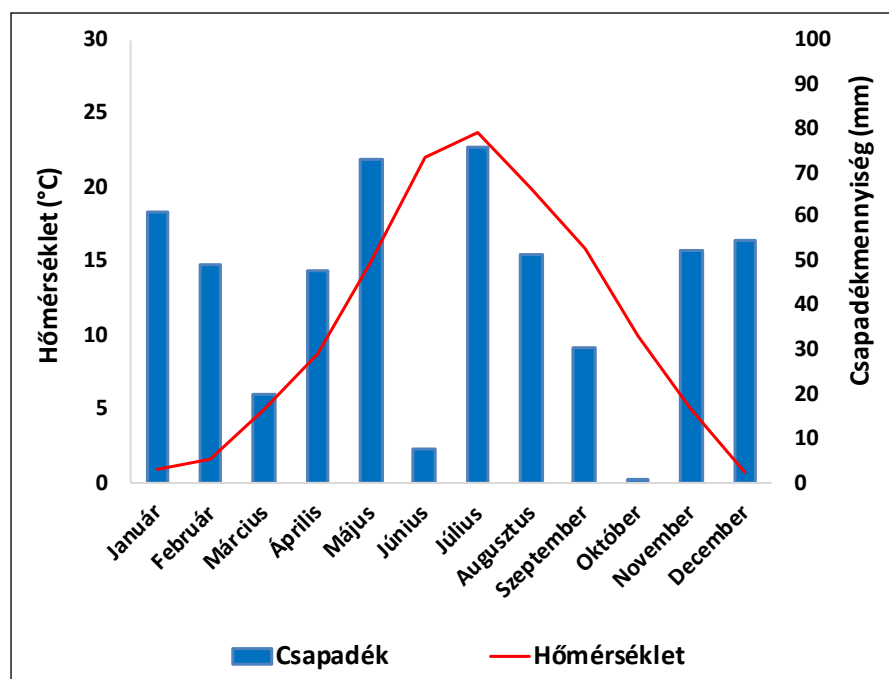
tásait (tartós szárazság, egyenetlen csapadéeloszlás) vizsgáljuk, különösen nagy jelentősége van (Briggs és Schantz 1913, Stanbill 1986, Hatfield és Dold 2019).

Az erdőgazdálkodóknak törekedniük kell a szárazságtűrő, minél hatékonyabb vízfelhasználással rendelkező csemeték termesztésbe vonására, valamint az adott faj faj optimális növekedését biztosító termesztési technológia megvalósítására. Írásomban ezen kutatás kezdeti eredményeit fogom bemutatni.

Hipotéziseim a következők: (1) a klónok – és az államilag elismert fajta – között szignifikáns különbség mutatkozik a vizsgált paraméterek tekintetében; (2) a nettó asszimiláció és a transzspiráció között összefüggés van.

## Anyag és módszer

2020 tavaszán az ERTI és a Napkori Erdőgazdák Zrt. munkatársai egy akác iparifa célú ültetvényt hoztak létre a Nyírségben, Napkor település határában, azzal a céllal, hogy az újonnan előállított klónok (*Robinia pseudoaca-*



1. ábra. A hőmérséklet (°C) és a csapadékmennyiség (mm) alakulása 2021-ben (OMSZ napkori mérőállomás adatai alapján).

cia PL251 'Püspökladányi', *Robinia pseudoacacia* PL040 'Farkasszigeti', *Robinia pseudoacacia* NK1 'Laposi', *Robinia pseudoacacia* NK2 'Napkori') növekedését vizsgálják, összevetve az államilag elismert 'Üllői' akáccal összehasonlítsák.

A telepítés egy éves csemetékkel három különböző ültetési hálózatba (2,5 m × 2,5 m; 3,0 m × 3,0 m; 4,0 m × 4,0 m) történt. Ebben az írásban a 2,5 m ×

2,5 m hálózatba telepített klónok és az 'Üllői' akác vizsgálati eredményeit mutatom be.

A klónösszehasonlító és termesztési technológiai kísérleti faültetvényt gyengén humuszos, savanyú homoktalajon létesítették. A térségben – az elmúlt 35 év (1985–2020) meteorológiai adatainak vizsgálata alapján – az évi átlagos középhőmérséklet 10,4 °C, az átlagos csapadékmennyiség 527,4 mm.

Az állományfelvétel évében – az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) napkori mérőállomásának 2021. évi adatai alapján – az évi középhőmérséklet 0,32 °C-kal volt magasabb, a csapadékmennyiség pedig 3,7 mm-rel volt kevesebb, mint a sok éves átlag. Továbbá jellemző volt a csapadék egyenetlen eloszlása is (1. ábra), mely a fa-termesztés szempontjából mindenféleképp hátrányos (OMSZ 2021).

Az asszimilációs paramétereket 2021 júniusában mértem LI-6800 (LI-COR, USA, Nebraska, Lincoln) hordozható fotoszintézis mérőműszer segítségével (2. ábra). Az eszköz alkalmas a nettó asszimiláció, a transzspiráció, a sztóma konduktancia, az intercelluláris CO<sub>2</sub> koncentráció és más fiziológiai paraméterek mérésére.

A fényt a műszer mintakamrájában lehet szabályozni, esetemben 1500 μmol foton m<sup>2</sup> s<sup>-1</sup> fotoszintetikusan aktív sugárzást (Photosynthetically Active Radiation = PAR) használtam, 90%-ban vörös (625 nm) és 10%-ban kék (475 nm) fényt. Fényforrásként a Li-6800-01A fluorométerfejet alkalmaztam, a levél mért területe 2 cm<sup>2</sup> volt. A CO<sub>2</sub>-koncentrációt lehet szabályozni (400 μmol mol<sup>-1</sup>) a mintakamrában injektor és szén-dioxid patronok segítségével. A fényadaptált leveleket mértem, levelenként hatszor, parcellánként három növényen. Az adatok rögzítése a mérési eredmények stabilizálódása (variációs koefficiens < 1%) után történt, de legalább 2 perc elteltével.

A vízfelhasználási hatékonyság kiszámításához a leveleken mért adatokat a Tanner és Sinclair (1983) által javasolt képletet használtam (1. egyenlet): WUE = (Ass\*44)/(Emm\*18), WUE: vízfelhasználási hatékonyság (kg m<sup>-3</sup>), Ass: asszimilált CO<sub>2</sub> (μmol m<sup>2</sup> s<sup>-1</sup>), Emm: elpárologtatott H<sub>2</sub>O (mmol m<sup>2</sup> s<sup>-1</sup>).

A töltmérő és magasság mérése 2021 májusában, valamint 2021 novemberében, digitális tolómérő és magasságmérő léccel történt. Teljes állományfelvételt végeztünk, azaz a 2,5 × 2,5 m-es hálózatban található összes faegyedet megmértük: 'PL251' (trözs-szám – továbbiakban: n = 224 db), 'NK1' (n = 201 db), 'PL040' (n = 200 db), 'NK2' (n = 120 db), 'Üllői' (n = 81 db).

Az adatok feldolgozását és a különböző statisztikai elemzéseket IBM SPSS 25.0, valamint MS Office Excel 2016 szoftverekkel végeztem. A mérési eredményeket egytényezős varianciaanalízissel (ANOVA), az átlagok közötti kü-



2. ábra. LI-6800 hordozható fotoszintézismérő műszer (Fotó: Ábri Tamás, Napkor, 2021).



lönbségek szignifikanciáját pedig LSD-tesztel ( $p = 0,05$ ) vizsgáltam. Az asszimilációs ráta és a transzspiráció közötti lineáris kapcsolatok feltárására két oldalú Pearson-féle korrelációs számítást (korrelációs koefficiens,  $r$ ) alkalmaztam.

### Eredmények

Az akácklónok asszimilációs folyamatainak megértéséhez elengedhetetlenek a terepi kísérletekben végzett, fotoszintézisre és növényi vízgazdálkodási folyamatokra irányuló vizsgálatok.

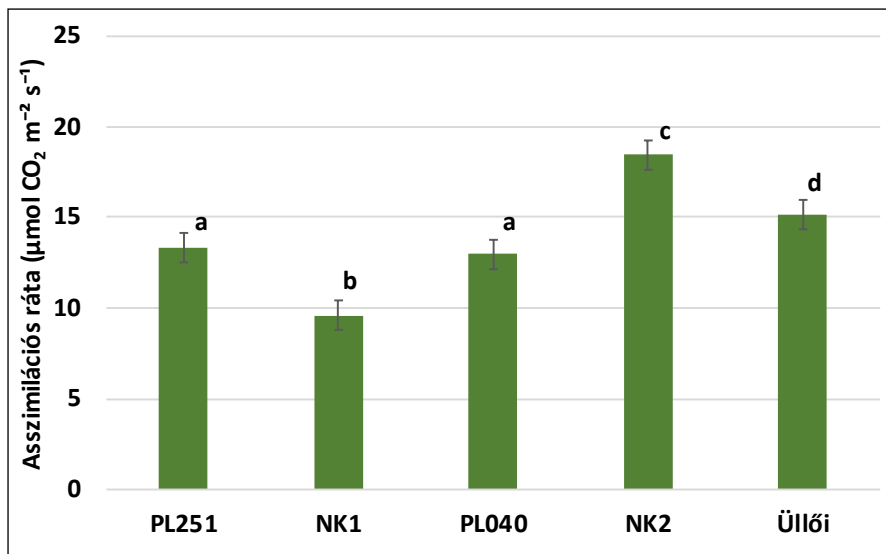
A fotoszintézis folyamataival számos tanulmány foglalkozik, de viszonylag kevés olyan publikáció jelent meg, mely a szabadföldi körülmények között végzett „in situ” mérések eredményeiről számol be.

Az asszimilációs paramétereket 2021. június 29-én mértem. A klónok asszimilációs rátájában szignifikáns különbségek mutatkoztak ( $p < 0,001$ ) (3. ábra). A legmagasabb asszimilációs ráta ( $18,44 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) az 'NK2', a legalacsonyabb ( $9,62 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) az 'NK1' klónnál volt megfigyelhető. 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.

A transzspirációs értékek tekintetében is szignifikáns különbségek mutatkoztak a klónok között ( $p < 0,001$ ). A transzspiráció vizsgálatának eredményei alapján is az 'NK2' klón bizonyult a legjobbnak, ennek volt a legnagyobb a transzspirációs értéke ( $6,53 \text{ mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) (4. ábra). Az 'Üllői' fajtánál figyeltem meg a második legmagasabb értéket mind a fotoszintézis, mind a transzspiráció szempontjából ( $15,17 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , illetve  $5,98 \text{ mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ).

A Pearson-féle korrelációs számítás eredménye alapján igen szoros pozitív összefüggés ( $r = 0,817-0,998$ ) mutatkozik a nettó asszimiláció és a transzspiráció között, amely szignifikáns  $p = 0,01$  szinten.

Az asszimilációs ráta és a transzspirációs adatok felhasználásával minden klón esetében kiszámoltam a vízfelhasználás hatékonyságát (WUE) ( $\text{kg CO}_2 \text{ per m}^3 \text{ H}_2\text{O}$ ) (5. ábra). A különbségek  $p < 0,001$  szinten szignifikánsak voltak. A legjobb vízfelhasználási hatékonyságot a 'PL040' klónnál ( $7,015 \text{ kg m}^{-3}$ ), míg a legalacsonyabb értéket az 'NK1' klónnál ( $4,319 \text{ kg m}^{-3}$ ) tapasztaltam. Ugyanakkor a páronkénti összehasonlítás nem mutatott szignifikáns



3. ábra. A klónok és az 'Üllői' akác fotoszintézisének intenzitása (asszimilációs rátája);  $\pm$ standard hiba; a különböző betűk a klónok közti szignifikáns különbséget ( $p = 0,05$ ) jelölik.

összefüggést a PL040 és NK2 klónok között.

Az állományfelvételek eredményeinek értékelése során a vizsgált klónok között mind a magasság, mind a tőtátmérő esetében szignifikáns különbségeket ( $p = 0,05$ ) állapítottam meg. Mindkét vizsgált paraméter tekintetében az 'NK2' és a 'PL251' jelzésű klónok bizonyultak a legjobbnak. A leggyengébb eredményeket az 'Üllői' akác mutatta (6. és 7. ábra).

A két állományfelvétel között eltelt idő alatt az 'NK2' jelzésű klón produkálta a legnagyobb magassági növekedést, amely 2021. május–november időintervallumban  $301,1 \text{ cm}$  volt.

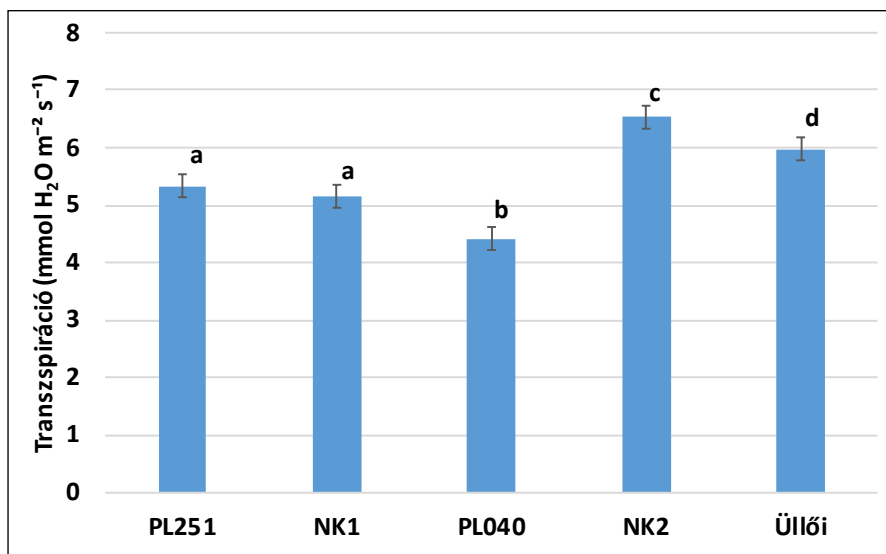
A vastagsági (tőtátmérő) növekedés esetében a 'PL251' klón bizonyult a legjobbnak ( $36,5 \text{ mm}$ ), minimálisan ma-

radt el tőle az 'NK2' ( $35,6 \text{ mm}$ ) és 'NK1' ( $34,5 \text{ mm}$ ) klónok produktuma.

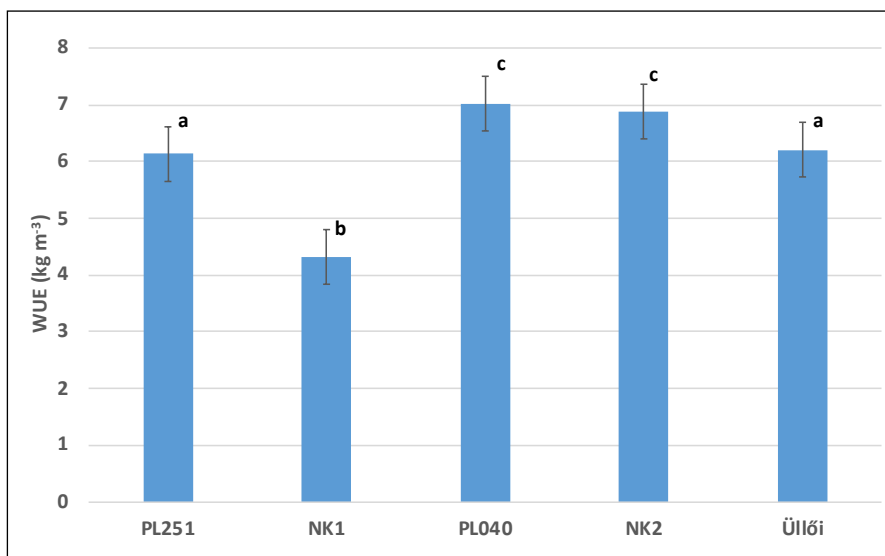
A legkisebb magassági növekedést az 'NK1' ( $174,2 \text{ cm}$ ) klón mutatta. Tőtátmérő tekintetében a 'PL040' ( $28,6 \text{ mm}$ ) klón bizonyult a leggyengébbnek.

### Következtetések és javaslatok

A Magyarországon található, főként nemes nyár és akác fajokból álló faültvények vizsgálata nagy gyakorlati jelentőséggel bír. A klímaváltozás negatív hatásai (egyenetlen csapadékeloszlás, tavaszi aszály) miatt nemes nyár faültvényeink területe fokozatosan csökken. Mivel az akác a kedvezőtlenebb termőhelyi viszonyokat is jól tűri, a jövőben az ebből eredő hatásokat többek között akác iparifa célú ültetvények létesítésével lehet csökkenteni.



4. ábra A klónok transzspirációs értékei közti különbség;  $\pm$ standard hiba; a különböző betűk a klónok közti szignifikáns különbséget ( $p = 0,05$ ) jelölik.



5. ábra A klónok vízfelhasználási hatékonysága (WUE);  $\pm$ standard hiba; a különböző betűk a klónok közti szignifikáns különbséget ( $p = 0,05$ ) jelölik.

Ahhoz, hogy jó minőségű ipari faanyagot adó faültvényeket alakíthassunk ki, kísérleti célú ültvények létrehozása és azok rendszeres vizsgálata szükséges. A hagyományos teljes állományfelvétel (famaugasság, tőtátmérő és mellmagassági átmérő stb. mérése) mellett elengedhetetlen a fák fitofiziológiai tulajdonságainak (biomasszatermelés, klorofilltartalom, fotoszintetikus aktivitás) vizsgálata.

Számos szakirodalmi forrás alapján elmondható, hogy a szántóföldi növények és a különböző fafajok, fajták esetében jelentős különbségek mutatnak ki a fotoszintetikus aktivitás és a transzspiráció esetében is (Stavros et al. 2013, Bhusal et al. 2018, Csajbók et al. 2020, Pardos és Calama 2022). Az asszimilációs és a növényi vízgazdálkodási tulajdonságokra vonatkozó megfigyelések új adatokat szolgáltatnak az akác biomasszatermelési folyamatainak megértéséhez. A mért foto-

szintézis paraméterek között jelentős különbségek mutatkoztak az akácklónok között.

A vízfelhasználási hatékonyság (WUE) egy rendkívül hasznos paraméter a növény vízfogyasztási és vízellátottsági állapotának jellemzésére. A hosszan tartó szárazságstressz megváltoztathatja a növények morfológiai, fiziológiai és biokémiai tulajdonságait (Mantovani et al. 2014, Zhang et al. 2012).

A szárazság okozta káros hatások (pl. a vízállapot és a fotoszintetikus teljesítmény csökkenése, oxidatív stressz és a növényi tápanyagellátás egyensúlyának felborulása) a legkritikusabb stresszfaktorok (Cátia et al. 2019, Bhusal et al. 2021).

A vizsgált akácklónok effektív vízfelhasználásában jelentős különbségek mutatkoztak. Az átlagok 4,319 és 7,015 kg m<sup>-3</sup> között változtak, és mivel ehhez kismértékű szórás párosult, a különb-

ség  $p < 0,001$  szinten is szignifikáns volt.

A vizsgált paraméterek (magasság, tőtátmérő, fotoszintetikus aktivitás, WUE) eredményeinek kiértékelése során az „NK2” jelzésű klón bizonyult a legjobbnak a vegetációs periódusban, a 2021 májusától 2021 novemberéig terjedő időszakban.

Az akácnak jelentős szerepe lehet a klímaváltozás által érzékenyen érintett (szárazodó) területek fásításában. A fafaj telepítésével szemben gyakran megfogalmazott ellenérv az inváziós jelleg, melynek hatása jelentősen csökkenthető a megfelelő termesztési technológia fejlesztésével és alkalmazásával. Ezen a területen a magyar kutatás-fejlesztési és innovációs eredmények nemzetközi szinten is kiemelkedőek. A szelektált akácfajták szaporítása – a genetikai variabilitás minimalizálása miatt – csak vegetatív úton lehetséges. Ugyanakkor a relatív szárazságtűrésre és a törzsmínőség javítására szelektált akácklónok (fajták) nagyüzemi, vegetatív szaporítására megoldást kell találni.

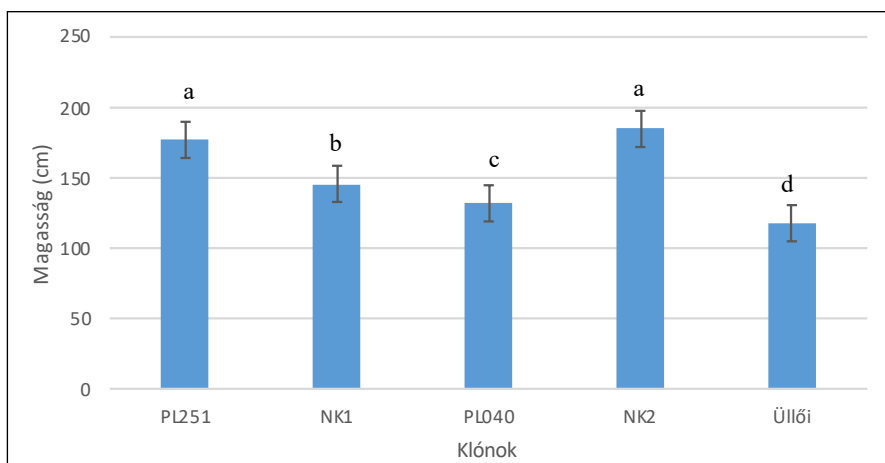
Az akáctermesztéssel kapcsolatos nemzetközi szakirodalomban kevés olyan tudományos igényességű írást lehet találni, melyben szabadföldi akác klónkísérletek eredményei kerülnek bemutatásra.

Az ebben az írásban bemutatott növényéletani vizsgálatok újszerűnek számítanak a magyar erdészeti és az akáctermesztési kutatásokban. Fontosnak tartom az ilyen jellegű vizsgálatok elvégzését annak érdekében, hogy a jövőben faültvényeinken a lehető legjobb minőségű faanyagot lehessen előállítani.

## Összefoglalás

Az ültvényeszerű fatermesztés és ezen belül az iparifa-ültvények elsősorban a növekvő faigény kielégítését célozzák. Emellett hozzájárulnak a környezet fejlesztéséhez, a légköri szénkörforgás kedvező szabályozásához, a különböző légszennyező anyagok szűréséhez és egyúttal az klímaváltozás káros hatásainak mérsékléséhez. Az akác elviseli a fásítás szempontjából kedvezőtlenebb termőhelyi körülményeket is. Ahhoz, hogy jó minőségű akác iparifa alapanyagot termelhessünk a faültvényekben, elengedhetetlen a jelen írásban ismertetett dendrometriai és növényéletani vizsgálatok elvégzése.

Megállapítható, hogy mindkét hipotézis beigazolódott. A klónok között je-



6. ábra A klónok magasság szerinti összehasonlítása;  $\pm$ standard hiba; a különböző betűk a klónok közti szignifikáns különbséget ( $p = 0,05$ ) jelölik.

lentsős különbségek mutatkoztak mind a növekedési, mind a növényfiziológiai tulajdonságok tekintetében. A vizsgált paraméterek többségében az 'NK2' klón vonatkozó értékei a legjobbak. A vízfelhasználási hatékonyságra irányuló mérések eredménye alapján a püspökladányi származású 'PL040' klón bizonyult a legjobbnak, ugyanakkor szignifikáns különbség nem mutatkozott közte és az 'NK2' jelzésű klón között. Szoros összefüggést tapasztaltam a nettó asszimiláció és a transzspiráció között.

A szelektált akácfajtáknak fontos szerepük van és lesz (elsősorban a primer fatermelés minőségének javítása érdekében) a tág hálózatú (min. 2,5 m × 2,0 m), rövid vágásfordulójú (15–20 év) iparifa célú fás szárú ültetvények létesítésénél.

Az ültetvényekben rejlő lehetőségek teljes körű kiaknázásának alapját az ökológiai feltételek ismerete, a korszerű új fajták köztermesztésbe való bevezetése, új termesztési technológiák kidolgozása és a gyakorlatba történő áthelyezése, valamint a teljes termesztési ciklus ökológiai és ökonómiai tanulmányozása képezheti. Ehhez további innovációs együttműködések szükségesek a kutatóintézetek (egyetemek) és az erdőgazdaságok között. 🌱

### Felhasznált irodalom

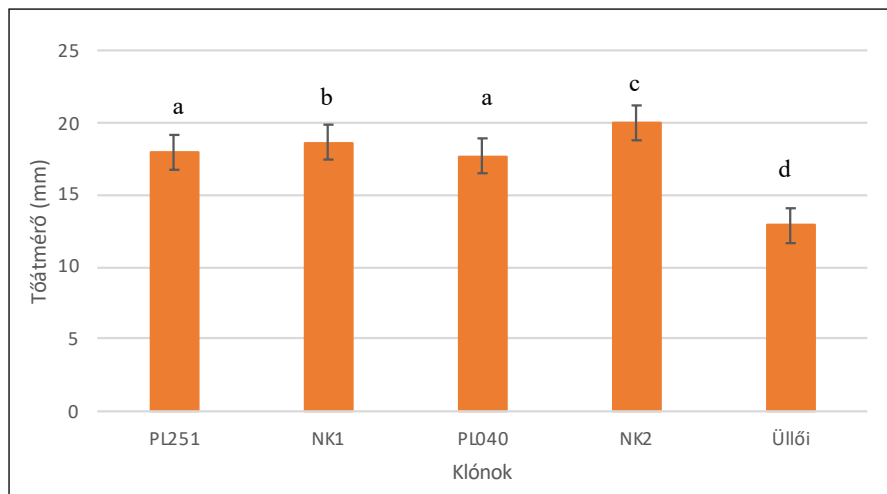
Borovics A. – Keserű Zs. – Rédei K. – Ábri T. – Rásó J. – Tamba M. (2022): Szinkronban a gyakorlat és a kutatás az akác-termesztés innovációs fejlesztésében – A Napkori Erdőgazdák Zrt. és a SoE ER-TI együttműködése. Erdészeti Lapok. 157 (3), 86–88.

Bhusal N. – Bhusal S.J. – Yoon T.-M. (2018): Comparisons of physiological and anatomical characteristics between two cultivars in bi-leader apple trees (*Malus × domestica* Borkh.) *Sci. Hortic.* 231, 73–81. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.12.006>.

Bhusal N. – Lee M. – Lee H. – Adhikari A. – Han A.R. – Han A. – Kim, H.S. (2021): Evaluation of morphological, physiological, and biochemical traits for assessing drought resistance in eleven tree species. *Sci Total Environ.* 779, 146466. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146466>.

Briggs L.J. és Shantz H.L. (1913): "The water requirement of plants," in Bureau of Plant Industry Bulletin (Washington, DC: US Department of Agriculture), 282–285.

Cátia B. – Dinis L.-T. – Moutinho-Pereira J. – Correia C.M. (2019): Drought Stress



7. ábra. A klónok tőátmérő szerinti összehasonlítása;  $\pm$  standard hiba; a különböző betűk a klónok közti szignifikáns különbséget ( $p = 0,05$ ) jelölik.

Effects and Olive Tree Acclimation under a Changing Climate. *Plants*, 8, 232. <https://doi.org/10.3390/plants8070232>.

Csajbók J. – Pepó P. – Kutasy E. (2020): Photosynthetic and Agronomic Traits of Winter Barley (*Hordeum vulgare* L.) Varieties. *Agronomy* 10, 1999. <https://doi.org/10.3390/agr10121999>.

Hatfield J.L. és Dold C. (2019): Water-use efficiency: advances and challenges in a changing climate. *Frontiers in plant science*, 10, 103.

Keserű Z. – Borovics A. – Ábri T. – Rédei K.M. – Lee I.H. – Lim H. (2021): Growing of Black Locust (*Robinia pseudoacacia* L.) Candidate Cultivars on Arid Sandy Site. *Acta Silvatica et Lignaria Hungarica*, 17 (1), 51–61. <https://doi.org/10.37045/aslh-2021-0004>.

Keresztesi B. (szerk.) (1984): Az akác. Akadémia Kiadó. Budapest.

Mantovani D. – Veste M. – Freese D. (2014): Black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) ecophysiological and morphological adaptations to drought and their consequence on biomass production and water-use efficiency. *N. Z. J. For. Sci.*, 44, 1–11. <https://doi.org/10.1186/s40490-014-0029-0>.

Nicolescu V.N. – Rédei K. – Mason W.L. – Vor T. – Pöetzelsberger E. – Bastien J.C. – Brus R. – Benčať T. – Đodan M. – Cvjetkovic B. et al. (2020): Ecology, growth and management of black locust (*Robinia pseudoacacia* L.), a non-native species integrated into European forests. *J. For. Res.*, 31, 1081–1101. <https://doi.org/10.1007/s11676-020-01116-8>.

Országos Erdőállomány Adattár (Nemzeti Földügyi Központ (NFK), Erdészeti Főosztály) (2021): Letöltve: 2021.10.12. [https://nfk.gov.hu/Magyarország\\_erdeivel\\_kapcsolatos\\_adatok\\_news\\_513](https://nfk.gov.hu/Magyarország_erdeivel_kapcsolatos_adatok_news_513)

Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) (2022): Letöltve: 2022.01.10. <https://met.hu/omsz/tevekenysegek/adattar/>

Pardos M. és Calama R. (2022): Adaptive Strategies of Seedlings of Four Mediterranean Co-Occurring Tree Species in Response to Light and Moderate Drought: A Nursery Approach. *Forests*, 13 (2), 154. <https://doi.org/10.3390/f13020154>

Rédei K. – Csiha I. – Rásó J. – Keserű Zs. (2017): Selection of promising black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) cultivars in Hungary. *Journal of Forest Science*, 63 (8), 339–343. <https://doi.org/10.17221/23/2017-JFS>

Rédei K. – Keserű Zs. – Bach I. – Rásó J. – Ábri T. – Fruzsina Szabó – Gál J. (2020): Management of *Robinia pseudoacacia* cv. 'Üllői'–'Üllői' locust. *Acta Silvatica et Lignaria Hungarica*, 16 (1), 9–18. <https://doi.org/10.37045/aslh-2020-0001>

Rédei K. – Ábri T. – Szabó F. – Keserű Zs. (2021): Yield table for selected black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) cultivars. *Acta Agraria Debreceniensis*, (1), 193–198. <https://doi.org/10.34101/ACTAAGRAR/1/8854>

Stanhill, G. (1986): Water use efficiency. *Advances in agronomy*, 39, 53–85.

Stavros N. – Petri V.E. – Stournaras V. (2013): Seasonal changes in photosynthetic activity and carbohydrate content in leaves and fruit of three fig cultivars (*Ficus carica* L.). *Sci. Hortic.* 160, 198–207. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.05.036>.

Zhang H. – Hinze L.L. – Lan Y. – Westbrook J.K. – Hoffmann W.C. (2012): Discriminating among Cotton Cultivars with Varying Leaf Characteristics Using Hyperspectral Radiometry. *Trans. ASABE*, 55, 275–280. <https://doi.org/10.13031/2013.41237>.