



Alföldi Erdőkért Egyesület

KUTATÓI NAP

TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK A GYAKORLATBAN

LAKITELEK 2023

Megjelent az Alföldi Erdőkért Egyesület gondozásában.

Kiadja az Alföldi Erdőkért Egyesület
6000 Kecskemét, Külső szegedi út 47.
e-mail: alfoldierdokert@gmail.com
<http://www.aee.hu>

Felelős szerkesztő: Csiha Imre
Technikai szerkesztők: Bak Csiha Sára

ISSN 2063-8256 (Online)

Az Alföldi Erdőkért Egyesület tevékenységét és
szakmai konferenciánkat támogatják:



TARTALOMJEGYZÉK

ELŐSZÓ

Csiha Imre	6
------------------	---

ALFÖLDI EMLÉKÉREMMELEL 2023-BAN KITÜNTETETTEK NÉVSORA.	7
--	----------

TOBISCH TAMÁS, KOTTEK PÉTER, PÁLFALVI ZSOLT, CZIROK ISTVÁN

A szürke nyár múltja, jelene és várható jövője az Országos Erdőállomány Adattár alapján.....	8
--	---

KIRÁLY ÉVA, BOROVICS ATTILA

Az erdőgazdálkodási üzemmódok klímamitigációs szerepének értékelése.....	16
--	----

KOLTAY ANDRÁS, SZIDONYA ISTVÁN, KOVÁCS ZOLTÁN, LIKÓ SZILÁRD BALÁZS

Inváziós fafajok visszaszorításának lehetőségei különös tekintettel a bálványfára	24
---	----

PORCSIN ALEXANDRA, SZAKÁLOS NÉ DR. MÁTYÁS KATALIN, KESERŐ ZSOLT

A fehér akác (<i>Robinia pseudoacacia</i> L) helyzete a klímaváltozás tükrében	33
---	----

ÁBRI TAMÁS, KESERŐ ZSOLT

'Farkasszigeti' és 'Laposi' akác fajtajelöltek fiatalkori növekedése alföldi klimatikus viszonyok mellett	42
---	----

BENKE ATTILA

Nemes nyár fajtajelöltekkel kapcsolatos kutatási eredmények.....	53
--	----

KOCSIS ISTVÁN ATTILA, KINCSES SÁNDORNÉ, LÁSZLÓ ZOLTÁN, SÁNDOR ZSOLT, TÁLLAI MAGDOLNA

Akác (<i>Robinia pseudoacacia</i>) mesterséges felújításának vizsgálata határ-termőhelyen a Dél-Nyírségben	63
--	----

KESERŐ ZSOLT, PÓVIKNÉ TÖRÖK CSILLA, SÓVÁGÓ EMESE, RÁSÓ JÁNOS

Ígéretes fehér (<i>Leuce-</i>) nyár klónok vizsgálata gyenge adottságú termőhelyeken	73
--	----

VAJAI DÁNIEL, LETT BÉLA, HORVÁTH SÁNDOR

Akác és nemes nyár az erdőgazdálkodó nélküli területeken	84
--	----

KOMÁN SZABOLCS, CSISZÁR GERGELY

A környezeti hőmérséklet változásának hatása a faanyag belső hőmérsékletére	90
---	----

KOMÁN SZABOLCS, FARKAS PÉTER

A magyarországi nyárasok összetételének változása az elmúlt évtizedekben	95
--	----

BOLLA BENCE, SZABÓ ANDRÁS

A történelmi aszály hatásai és következményei erdőállományainkra.....	102
---	-----

MAJOR TAMÁS, HORVÁTH BÉLA

Automatizáció, robotizáció technológiai feltételei	107
--	-----

KOMÁN SZABOLCS, SAJTOS DÁNIEL

Császárfa (<i>Paulownia tomentosa</i>) csavarállósági jellemzői	112
---	-----

DOBAI ROLAND, FERENCZI MÁTÉ, GYIMESI SOMA, KÁRÁSZ NOEL FERENC, RÁBAI DÓRA, MAJOR TAMÁS

Dróntechnológia a mező- és erdőgazdálkodásban	118
---	-----

SZALAI ÁRON, DR. KIRÁLY GÉZA, DR. BROLLY GÁBOR

Fafajosztályozás és pontossági vizsgálata légi hiperspektális felvétel alapján a Soproni-hegységben	124
---	-----

KOLLÁR TAMÁS

Fatermési táblás élőfakészlet- és folyónövedék-beclsések Magyarország erdeire különös tekintettel az alföldi fafajokra	129
--	-----

DR. HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ, SZAKÁLOS NÉ DR. MÁTYÁS KATALIN

Harvesteres fakitermelés időszükségletének alakulása nettó fatérfogat csoportonként lombos állományokban.....	135
---	-----

DR. HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ, SZAKÁLOS NÉ DR. MÁTYÁS KATALIN

Harvesteres fakitermelés időszükségletének alakulása nettó fatérfogat csoportonként fenyves állományokban	140
---	-----

SZABÓ ORSOLYA, MOLNÁR TAMÁS, KIRÁLY ÉVA ILONA, KESERŐ ZSOLT

Hazai agrárerdészeti rendszerek szénmegkötési képességének értékelése	145
---	-----

VÉGH PÉTER, BALÁZS PÁL, HORVÁTH ADRIENN, BIDLÓ ANDRÁS

Körös-Maros-közi erdők talajának szénkészlete	150
---	-----

HEILIG DÁVID, HARDI IMRE, BÁRÁNY GÁBOR, ANDRÉSI DÁNIEL Különböző termesztőközegek csemetekerti használatának eredményei.....	155
DR. HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ Plantma-x a továbbfejlesztett Storebro Silva Nova.....	161
BIDLÓ ANDRÁS, VÉGH PÉTER, BALÁZS PÁL, HORVÁTH ADRIENN Az erdőtelepítés hatása a talajfejlődési folyamatokra a Duna-Tisza közén	167
DR. HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ Szimulátoros gépkezelő képzés kezdeti tapasztalatai PONSSE FOX harveszter esetében.....	177
ANDRÉSI DÁNIEL, BÁRÁNY GÁBOR, ERDÉLYI ARNOLD, HEILIG DÁVID, MADÁCSI SÁNDOR, VADÁSZ CSABA Megújult a Peszéri-erdő az OAKEYLIFE projekt eredményei.....	183
KATONA MÁTÉ, BIDLÓ ANDRÁS, VÉGH PÉTER, HORVÁTH ADRIENN Néhány alföldi erdő talajának víztartó képessége	189
HEILIG DÁVID, KÁLMÁN MARIANNA, BÁRÁNY GÁBOR, ANDRÉSI DÁNIEL Vegyszeres kezelések hatása a feketefenyő (<i>Pinus nigra Arnold</i>) mag csíráképességére magtermelő plantázsban	195
EMLÉKÉRMESSEINK ÉLETÚTJA	201
DONKÓ FERENC.....	202
DR. KORDA MÁRTON	204
DR. KUCSARA MIHÁLY	206
MISÓ MIHÁLY	208
NAGY MIKLÓS IGOR	210
TÓTH ATTILA.....	212
TÁRGYMUTATÓ	214

ELŐSZÓ

TISZTELT OLVASÓ!

Egyesületünk 2023 évi kutatói napjának kiadványát örömmel nyújtjuk át Önöknek.

Konferenciánk és kiadványunk olyan értékes és időszerű témákat jár körbe, melyek az erdőgazdálkodás és az erdők megőrzése terén kardinális fontosságúak napjainkban. A klímaváltozás - a globális kihívások egyike - markánsan érinti az erdők életét és szerkezetét. A megnövekedett hőmérséklet, az extrém időjárási események és az elmaradó csapadék hatásai mélyrehatóan befolyásolják az erdei ökoszisztémákat.

A fehér nyár, mint őshonos fafaj, különösen fontos az európai erdők számára. Ezen őshonos fafaj növekvő jelentőségét, térfoglalását részletesen elemezzük ebben a kiadványban. Az adott faj ökológiai jellemzői és gazdasági értéke kiemelt figyelmet kapnak, rávilágítva arra, milyen módon járul hozzá az erdők biodiverzitásához és fenntartható hasznosításához.

Az invazív fafajok térnyerése és elterjedése kritikus problémát jelent az erdőgazdálkodásban. Ezek a fajok jelentős kárt okozhatnak a természetes ökoszisztémákban, őshonos fafajainkkal versengve az erőforrások tekintetében ezzel esetenként jelentős gazdasági kárt okozva. Ebben a kiadványban részletesen foglalkozunk az invazív fafajok visszaszorításának módszereivel.

Bízunk benne, hogy az itt közölt információk hozzájárulnak az erdészeti szakma és az érdeklődők tudásának gyarapodásához, segítve a fenntartható erdőgazdálkodás előmozdítását.

Püspökladány, 2023.10.05.

Csiha Imre
elnök

ALFÖLDI ERDŐKÉRT EMLÉKÉREMMEL 2023-ban KITÜNTETETTEK NÉVSORA

DONKÓ FERENC

erdésztechnikus,
kerületvezető erdész

DR. KORDA MÁRTON

természetvédelmi mérnök, erdőmérnök
egyetemi adjunktus

DR. KUCSARA MIHÁLY

erdőmérnök,
nyugalmazott egyetemi docens

MISÓ MIHÁLY

vadgazda mérnök,
fővadász, vadgazdálkodási ágazatvezető

NAGY MIKLÓS IGOR

erdőmérnök, vadgazda mérnök,
erdészet igazgató helyettes

TÓTH ATTILA

erdőmérnök,
erdészeti igazgató

A SZÜRKE NYÁR MÚLTJA, JELENE ÉS VÁRHATÓ JÖVŐJE AZ ORSZÁGOS ERDŐÁLLOMÁNY ADATTÁRALAPJÁN

TOBISCH TAMÁS, KOTTEK PÉTER, PÁLFALVI ZSOLT, CZIROK ISTVÁN

Nemzeti Földügyi Központ, Erdészeti Főosztály

KIVONAT

A cikkben a szürke és fehér nyár főbb statisztikáit mutatjuk be az Országos Erdőállomány Adattár alapján. Kedvező adottságai miatt a két faj területe részben erdőtelepítések, részben pedig fafajcserével együttjáró erdőfelújítások következtében az utóbbi években jelentősen nőtt. A szürke és fehér nyár erdők közel egyharmada Natura 2000 hálózathoz tartozó területen tenyészik, ahol mind az átlagos koruk, mind az átlagos vágásérettségi koruk emelkedő tendenciájú, és a nem védett, és Natura 2000 hálózathoz sem tartozó állományokéhoz képest jóval magasabb. A szürke és fehér nyár várhatóan a következő évtizedekben is meghatározó fontosságú lesz az alföldi régiók erdőgazdálkodásában. A jelenlegi tendenciákat, ill. erdőgazdálkodási gyakorlatot figyelembe véve térfoglalásuk jelentős mértékű tovább növekedése vetíthető előre.

KULCSSZAVAK:

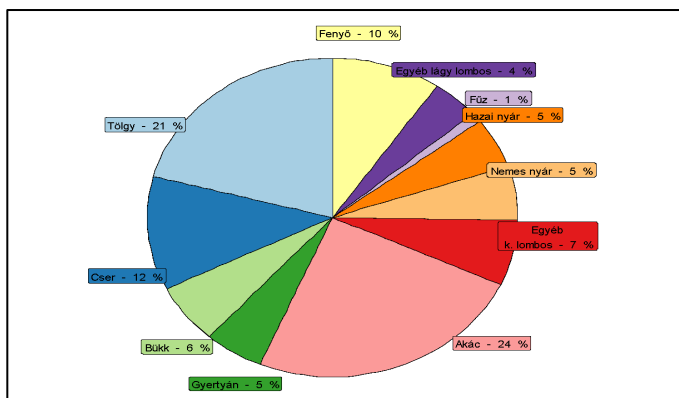
szürke nyár, fehér nyár, fafajcseré, Natura 2000 hálózat, erdőtelepítés, erdőfelújítás

CÉLKITŰZÉS, MÓDSZEREK

Tanulmányunkban a szürke és fehér nyár hazai helyzetét vizsgáljuk az Országos Erdőállomány Adattárban (OEA) elérhető statisztikák alapján. Közeli rokonságuk miatt a két faj adatait összevontan kezeljük.

FAJÖSSZETÉTEL

A hazai nyár erdőterületünk 5%-át borítja (1. ábra). A hazai nyár fajcsoportot túlnyomó részt (90%-ban) szürke és fehér nyár alkotja (2. ábra).

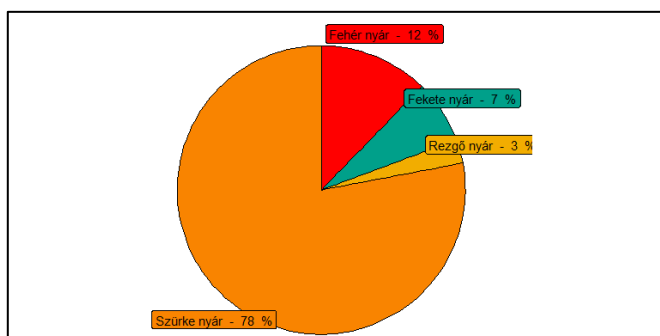


1. ábra A hazai erdők fajösszetétele.

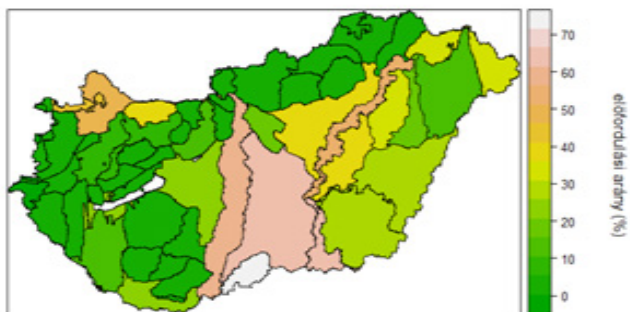
TERÜLETFOGLALÁS

A szürke és fehér nyár területe 2009 óta összesen 22 ezer hektárral (64 ezer hektárról 86 ezer hektárra) nőtt. A két faj elsősorban az alföldi régiókban fordul elő, ahol a szürke és fehér nyáras erdőrészek aránya nagy területeken 50 % fölötti (3. ábra).

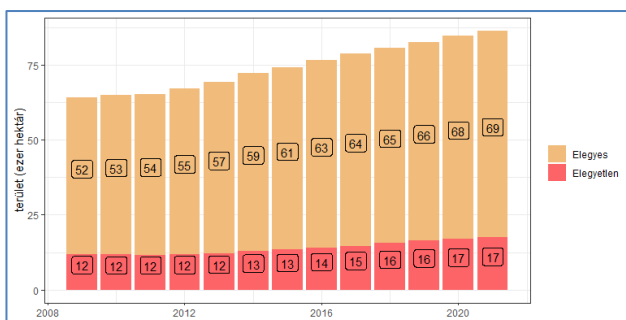
Az állományok túlnyomó és egyre növekvő hányada elegyes (4. ábra). A szürke és fehér nyáras erdők közel egyharmad részben Natura 2000 hálózathoz tartozó területen tenyésznek (5. ábra). Az elmúlt években a Natura 2000 hálózaton kívüli szürke és fehér nyáras terület jelentősen nőtt, ami az erdőtelepítési és a szerkezet-átalakítási támogatásoknak is köszönhető.



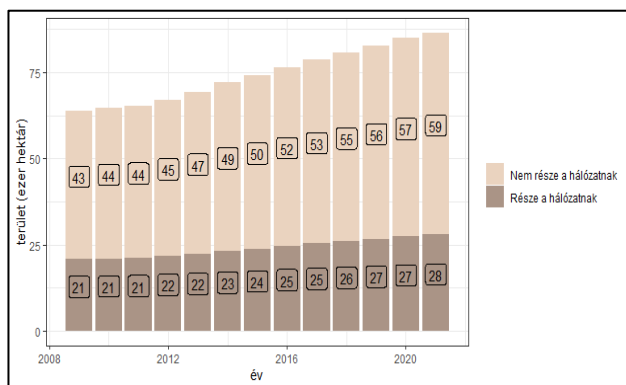
2. ábra A hazai nyár fajok csoportjének összetétele.



3.ábra A szürke és fehér nyáras erdőrészek előfordulási aránya.



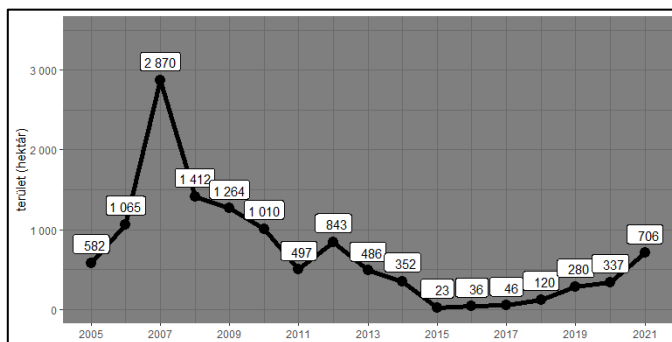
4.ábra Területfoglalás elegyesség szerint.



5.ábra Területfoglalás Natura 2000 hálózathoz tartozás szerint.

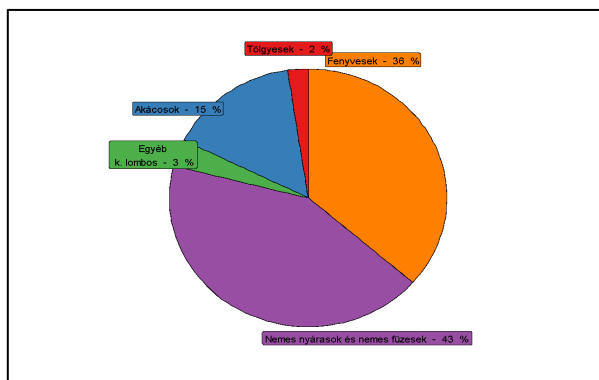
A szürke és fehér nyár terület növekedése erdősítések során 2005 óta összesen 12 ezer hektár szürke és fehér nyáras állományt telepítettek (6. ábra). Az

évenkénti első kiviteli területek nagysága az országos szintű erdőtelepítési aktivitás szerint változott, a 2007. évi csúcstól (országos szinten ekkor közel 20 ezer hektár erdőt telepítettek) követően erősen lecsökkent, majd 2016-tól kezdődően újra nőtt



6.ábra Szürke és fehér nyár telepítések területe

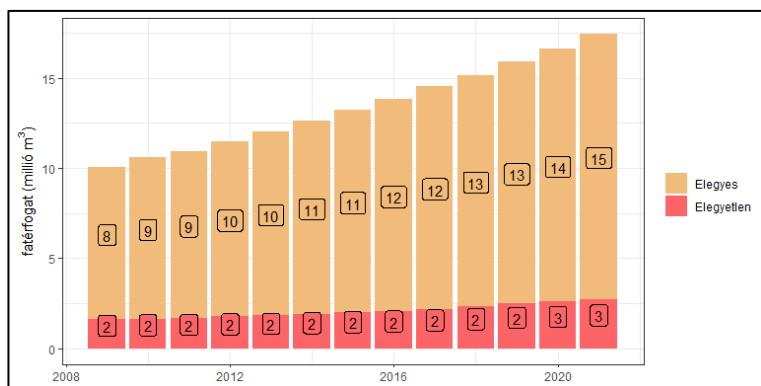
Az erdőfelújítások során 2005 óta 21 ezer hektáron valósult meg olyan faállománycseré, melynek során az előző állománytípust szürke vagy fehér nyárasra cserélték. A kiindulási állományok főként nemes nyárasok, fenyvesek és akácok voltak (7. ábra).



7.ábra Szürke és fehér nyáras utódállományú fajfajcserés erdőfelújítások anyáállomány eloszlása.

ÉLŐFAKÉSZLET

A szürke és fehér nyár jelenlegi együttes élőfakészlete 17 millió m³, 10 millió m³-rel több a 2009-es értékhez képest. Az emelkedés elsősorban az elegyes állományokban figyelhető meg (8. ábra).



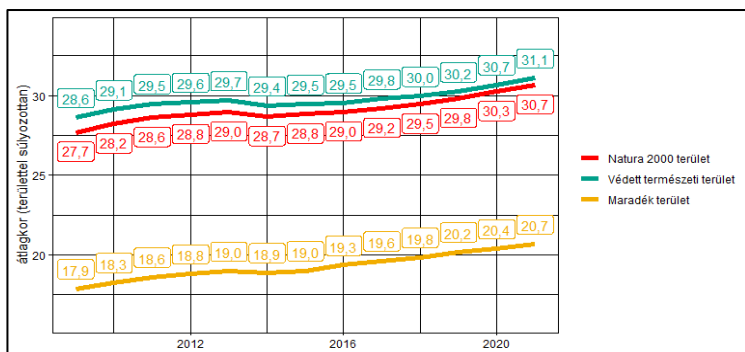
8. ábra Élőfakészlet elegyesség szerint.

KOR ÉS VÁGÁSÉRETTSÉGI KOR

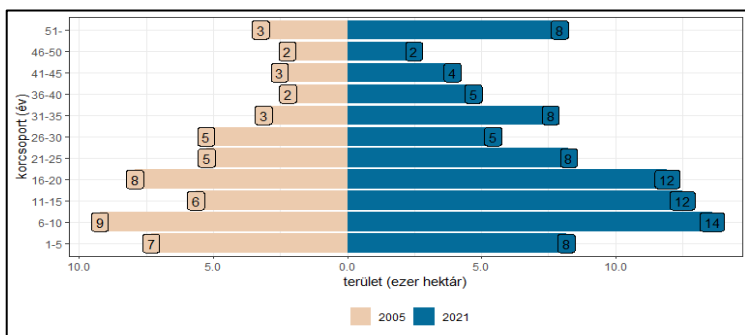
A szürke és fehér nyár állományok átlagos kora fokozatosan nő (9. ábra). Az emelkedés Natura 2000 hálózathoz tartozó, ill. védett területeken éppúgy megfigyelhető, mint azokban az erdőkben, amelyek se nem védettek, se nem a Natura 2000 hálózat részei („maradék terület”). Az előbbi esetben azonban az átlagkor mintegy 10 évvel magasabb.

A szürke és fehér nyár állományok korosbodása a korfán is tetten érhető, elsősorban a 30 évesnél idősebb korosztály területfoglalásának emelkedésében (10. ábra). A változás különösen is szembevető a 31-35 éves, valamint az 50 évesnél idősebb korcsoportoknál.

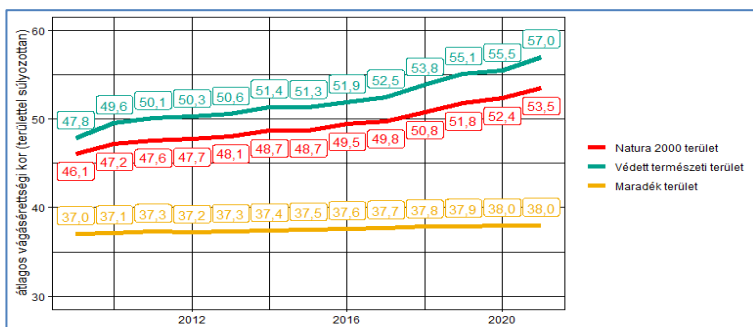
Az átlagos vágásérettségi kor főként a Natura 2000 hálózathoz tartozó, valamint a védett szürke nyarasokban emelkedett, utóbbi esetben 2009 óta majd' 10 évvel (11. ábra).



9.ábra Az átlagkor változása.



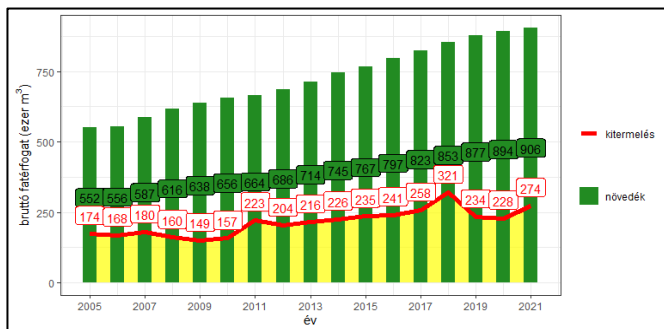
10.ábra Koreloszlás.



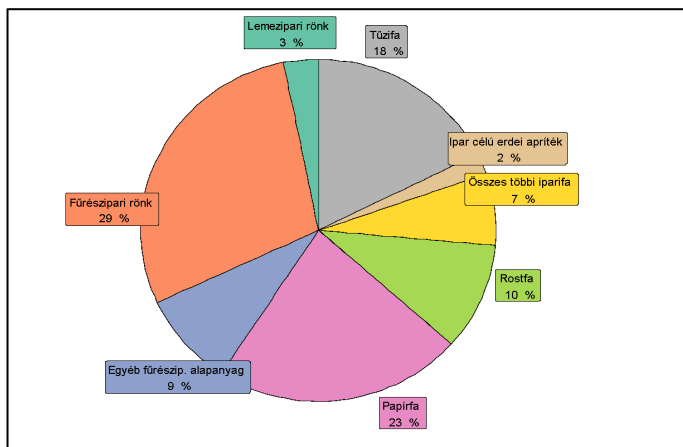
11.ábra Az átlagos vágásérettségi kor változása.

FOLYÓNÖVEDÉK ÉS FAKITERMELES

A szürke és fehér nyár együttes folyónövedéke 2005 óta erőteljesen nő (12. ábra), 2021-ben 906 ezer m³ volt. A folyónövedékhez képest jóval csekélyebb mértékű, kismértékben ingadozó fakitermelés is emelkedő tendenciájú. 2021-ben 274 ezer m³ volt a kitermelt szürke és fehér nyár bruttó fatérfogat. A két fajt főként fűrészipari rönkként és papírfaként értékesítik (13. ábra).



12. ábra Folyónövedék és fakitermelés.



13. ábra A szürke és fehér nyár választék-összetétele 2021-ben.¹

¹ Az adatok forrása: <https://agrarstatistika.kormany.hu/erdogazdalkodas2>

ÖSSZEFOGLALÓ ÉRTÉKELES

A természetvédelmi, ökológiai szemlélet elterjedése miatt a hazai erdőkben az elmúlt másfél évtizedben egyértelműen megfigyelhető folyamat az idegenhonos fafajok területének fokozatos csökkenése. Különösen nemes nyárasok, ill. fenyvesek esetében magas a fafajcserével járó erdőfelújítások aránya. Jó adottságai miatt a szürke és fehér nyárat őshonos célállománytípusok főfafajaként gyakran alkalmazzák mind erdőtelepítések, mind erdőfelújítások során, így területük és élőfakészletük emelkedő tendenciájú.

Erdőgazdálkodási szempontból kedvező sajátságaik:

- Rövid vágásforduló, ami azt eredményezi, hogy az ültetés költségei 30-35 év alatt megtérülnek.
- Jó visszaszerző, ill. szélsőségtűrő képesség: Alkalmas védett, kedvezőtlen termőhelyű homoki területeken való ültetésre. A buckaközökből idővel a buckaoldalakra is besarjadva ligetes foltokat alkot, ami kedvez a védett növények betelepülésének, ill. fennmaradásának. Figyelembe veendő ugyanakkor, hogy intenzív sarjadásával csökkentheti a Pannon homoki gyepek területét.
- Alacsony felújítási költségek: Az erdőfelújítási támogatások megszűnésével sarkalatos kérdéssé vált az erdőfelújítás ára. Az egyszer sikeresen elültetett szürke nyár állomány többször is sarjztatható, ami jóval olcsóbb, mint egy tuskózásos erdősisítés. Ennek egyenes következménye, hogy az ártéri, egyébként kemény lombos állományok számára megfelelő termőhelyekre is szürke nyár kerül (ahogy az például a Gemenc Zrt. területén is megfigyelhető). Ahol csak lehet, fenyő helyett is szürke nyárat ültetnek.
- Klímaváltozás szempontjából kedvező adottságok: A termőhelyek szárazodása, a talajvíz szintjének drasztikus esése nem kedvez a nagyobb vízigényű és gyorsan növekvő lágy lombos fafajokkal (pl. nemes nyár, fűz) való erdősisítésnek, valamint az őshonos kemény lombosoknak sem. Helyettük többnyire a szürke nyár (valamint az akác) jöhet/jön számításba és kerül ültetésre.

A felsorolt tényezők miatt a szürke és fehér nyár területe a jövőben várhatóan tovább fog emelkedni, a jelenlegi erdőgazdálkodási gyakorlatot, ill. trendeket figyelembe véve 2055-re akár a 120 ezer hektárt is meghaladhatja.

AZ ERDŐGAZDÁLKODÁSI ÜZEMMÓDOK KLÍMA-MITIGÁCIÓS SZEREPÉNEK ÉRTÉKELÉSE

KIRÁLY ÉVA, BOROVICS ATTILA

¹Soproni Egyetem, Erdészeti Tudományos Intézet

KIVONAT

A magyar erdőipar már jelenleg is fontos szerepet tölt be a hazai üvegházgáz kibocsátások csökkentésében, és a jövőre vonatkozó klímacélok elérésében is jelentős szerepe lehet, amennyiben a megfelelő klímamitigációs intézkedések kombinációjával optimalizáljuk az erdeinkben és a hazai fatermékekben megvalósuló szénmegkötést. Ennek elősegítésére kutatásunkban azt vizsgáltuk, hogy az erdőgazdálkodás üzemmódja hogyan befolyásolja az erdőállományok szénmegkötő képességét. Kutatási tervünk első lépéseként elkészítettük a hazai erdők üvegházhatású gázleltárát üzemmódok szerint megbontva a biomassza széntároló vonatkozásában. Ennek a vizsgálatnak eredményeit mutatjuk be tanulmányunkban.

KULCSSZAVAK:

klímaváltozás, mitigáció, ÜHG leltár, szénforgalom, üzemmód, örökerdő

A KLÍMAMITIGÁCIÓ JELENTŐSÉGE

A magyar erdők és fatermékek a hazai teljes üvegházhatású gáz (ÜHG) kibocsátás körülbelül 10%-át ellensúlyozzák széndioxid megkötő és -tároló képességük révén (Borovics & Király 2023). A Soproni Egyetem 2022-ben indult ErdőLab projektje (Borovics 2022) azt vizsgálja, hogy miként növelhető az erdőipar szerepe a klímaváltozás hatásainak mérséklésében. Az Európai Erdészeti Intézet jelentése szerint az erdő-alapú mitigációs tevékenységek közé sorolhatók az erdők védelmét szolgáló intézkedések, az erdőgazdálkodást fejlesztő intézkedések, az aktív gazdálkodás, valamint az erdők helyreállítását célzó tevékenységek is (Borovics & Király 2022, Verkerk et al. 2022). Fontosak a faanyag nagyobb arányú, fenntartható és innovatív felhasználását előmozdító intézkedések is, mint például a hosszabb élettartamú termékek gyártása, a termékhelyettesítés, valamint a kaszkád felhasználás (Borovics & Király 2022, Verkerk et al. 2022). A Párizsi Megállapodás és az EU által meghatározott klímacélok elérésében az erdőiparnak jelentős szerep juthat, amennyiben a megfelelő klímamitigációs intézkedések kombinációjával optimalizáljuk az erdeinkben, illetve a hazai fatermékekben megvalósuló szénmegkötést (Borovics 2022, Borovics & Király 2023).

CÉLKITŰZÉS

Az erdőgazdálkodás üzemmódja nagy mértékben meghatározza az erdőben folyó gazdálkodás célját, mikéntjét és eszközeit, így feltételezésünk szerint befolyásolhatja az erdőben megvalósuló szénmegkötés, széntárolás mértékét és dinamikáját. Az ErdőLab projekt keretében megvalósuló kutatásunk célja az erdőgazdálkodási üzemmódok és a természetvédelmi kezelés klíma-mitigációs hatásainak értékelése és számszerűsítése. Ennek a komplex vizsgálatnak első lépéseit mutatjuk be a jelen tanulmányban, amelyben azt tűztük ki célul, hogy elkészítjük a hazai erdők biomasszájában tárolt szénmennyiség elemzését, azaz a biomassza széntárolóra vonatkozó üvegházhatású gázleltárt (továbbiakban ÜHG-leltár) üzemmódok szerinti bontásban.

AZ ERDŐGAZDÁLKODÁSI ÜZEMMÓD MITIGÁCIÓS SZEREPÉNEK VIZSGÁLATA

Az erdőgazdálkodási üzemmódok bemutatása

Az erdőgazdálkodás üzemmódja lehet vágásos, örökerdő, átmeneti, illetve faanyagtermelést nem szolgáló (FANE) üzemmód (Evt. 2009). A vágásos üzemmód esetében az erdőben közel egykorú faállomány fenntartása és nevelése valósul meg, mely térben és időben rendszeres ciklikussággal véghasználatra és erdőfelújításra kerül. Az örökerdő üzemmód esetében erdőfelújítási kötelezettséget keletkeztető véghasználati fakitermelés nem történik, az erdő faállományának összetétele, kor- és térbeli szerkezete változatos, megvalósul a folyamatos erdőborítás. Az örökerdő definíciója Csépanyi (2017) szerint: „a természetszerű örökerdő olyan erdő, melyet a termőhelynek megfelelő fafajok alkotnak, változatos kor- és térbeli (vertikális és horizontális) szerkezetben. Az örökerdő természetes felújulásra képes, érvényesülnek benne a természetes folyamatok, az erdőkre jellemző talajborítást, és a belső mikroklimát folyamatosan fenntartja.”

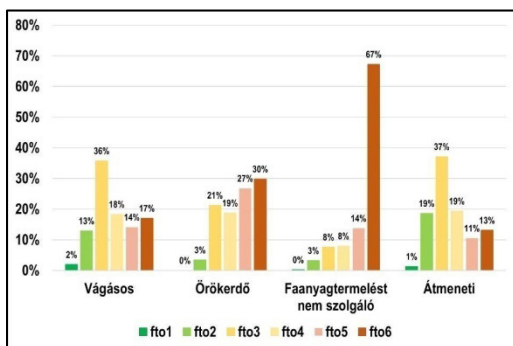
Átmeneti üzemmódú erdőgazdálkodásról akkor beszélünk, hogyha az erdőgazdálkodás fő célja a vágásos üzemmódról az örökerdő üzemmódra való áttérés, illetve az erdőborítás vágásos üzemmódú erdőgazdálkodáshoz képest folyamatosabb fenntartása. A faanyagtermelést nem szolgáló üzemmód esetében faállomány-gazdálkodásra nem kerül sor, az erdőben fakitermelés csak kísérleti, erdővédelmi, természetvédelmi, közjóléti, erdőfelújítási vagy egyéb közérdekű céllal folytatható.

Hazánkban a nem-vágásos erdőgazdálkodási üzemmódok területfoglalása folyamatosan növekszik, ennek ellenére a 2021-es évben még csupán a teljes erdőterület 9,2%-át tették ki (1. ábra).



1. ábra: Az üzemmódok terület szerinti megoszlása a 2021-es évben ezer hektárban kifejezve (NFK 2023).

A nem-vágásos üzemmódú erdők fatermési osztály szerinti területi eloszlása jelentősen különbözik a vágásos erdőkétől (2. ábra). Az örökerdő és a FANE üzemmódban az 1-es és 2-es fatermési osztályú faállományok aránya alacsonyabb. Emellett a FANE üzemmódban a 6-os fatermési osztály nagyon felülreprezentált.



2. ábra: Az erdőgazdálkodási üzemmódok területének megoszlása fatermési osztályok szerint a cser fafajáj állományok példáján²

²forrás: Országos Erdőállomány Adattár

A VIZSGÁLAT MÓDSZERTANA

Kutatómunkánk első lépéseként egy üzemmódok szerint megbontott országos léptékű ÜHG-leltár elkészítését tűztük ki célul. A vizsgálatot az Országos Erdőállomány Adattár (továbbiakban Adattár) adatainak felhasználásával, a hazai ÜHG-leltárával, és így az IPCC módszertanával (IPCC 2006, IPCC 2019) is konzisztens módszertan alapján végeztük el. Az IPCC módszertana lehetővé teszi az Adattárban az elmúlt két évtizedre rendelkezésre álló adatok (pl. növedék, élőfakészlet, fahasználat) felhasználását a faállományok évenkénti szénforgalmának becslésére elsősorban a biomasszára nézve.

Jelen tanulmányunkban az Adattár 2010. és 2020. évi statisztikai állapotát vizsgáltuk. A vizsgálat alapját egy 100×100 méteres szabályos rács pontjaiban elvégzett térképi mintavétel adta, ahol minden rácsponthoz tartozik egy-egy erdőrészlet a 2010-es és a 2020-as adattári állapotban. A rácsos mintavételt azért alkalmaztuk, mivel megoldást jelent az erdőrészletek kivonása, megosztása és -összevonása jelentette problémára, és lehetővé teszi a mintavételi pontok megfeleltetését a különböző évi statisztikai állapotok térképi állományai között. A mintavételben minden mintapont 1 hektár erdőt reprezentál és ismertek mintapontonként a kategorizáló változók: az üzemmód, a természetvédelmi besorolás, a termőhely típus változat és a faállomány leírása (kor, fatermőképesség, fafajsorok, azok hektáronkénti élőfakészlete). A faállomány leírás képezi az élőfakészlet-változás, és így a szénkészlet-változás számításának alapját is.

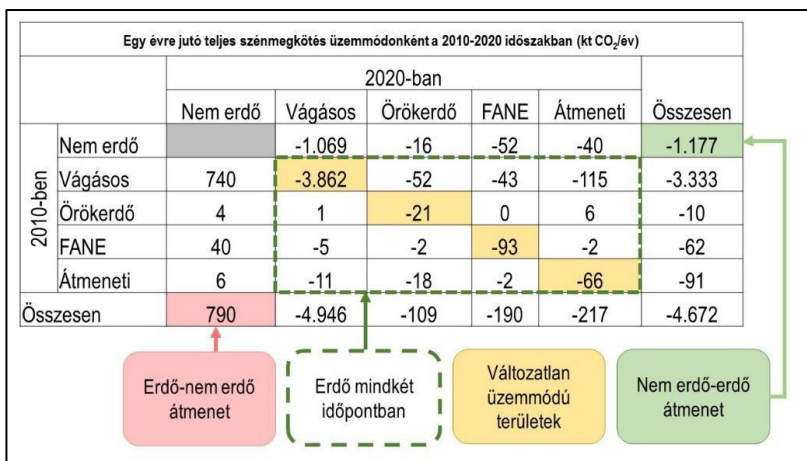
Az üzemmódok szerint megbontott ÜHG-leltár elkészítéséhez először elvégeztük a megfelelő területkategóriák lehatárolását üzemmódok szerint. Megkülönböztettünk olyan területeket, melyek a 2010-es és a 2020-as állapotban is egyazon üzemmódba tartoztak, illetve olyan átmeneti területkategóriákat, melyek a két időpont között üzemmódot váltottak. Emellett lehatároltuk azokat a területkategóriákat is, amelyek az erdőtelepítésekkel és kivonásokkal függenek össze (azaz a két adattári állapot közül csak az egyikben esett a rácspont erdőterületre).

Minden területkategóriára elvégeztük a szénkészlet- és a szénkészletváltozás számítását, melyhez fafajsonként az adott fafajcsoportra jellemző sűrűség és szén-frakció értékeket használtunk. Az általunk használt szénkészlet-számítási konstansok megegyeznek az ÜHG-leltár készítése során használatos értékekkel (NIR 2023). Ezt követően az egyes kategóriák teljes területének figyelembevételével hektáronkénti átlagos szénmegkötés/kibocsátás értékeket számítottunk minden területkategóriára.

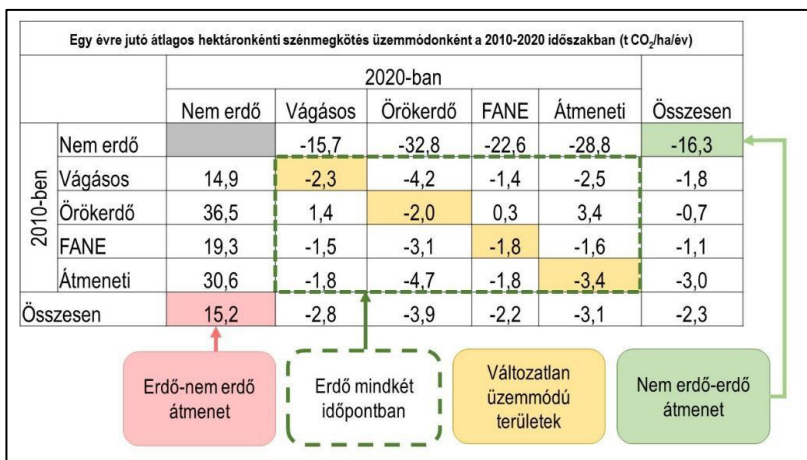
AZ ÜZEMMÓDOK SZERINTI BONTÁSBAN ELKÉSZÍTETT ÜHG-LELTÁR EREDMÉNYEI

Az üzemmódok szerinti bontásban elkészített ÜHG-leltár eredményeit az üzemmódok átmeneti mátrixa segítségével mutatjuk be (3. és 4. ábra). Az ábrák átlós tengelyében sárga cellákban szerepelnek azok a kategóriák, melyek a 2010-es és a 2020-as állapotban is ugyanazon üzemmódba tartoztak. A 3. ábrán a teljes egy évre jutó átlagos szénmegkötést szemlélhetjük a terület-kategóriákban. Látható, hogy a vágásos üzemmódú erdők szénmegkötése a legnagyobb, ezt követi a FANE és az átmeneti üzemmódú erdők szénmegkötése, végül pedig az örökerdőké. A szénmegkötés mértéke a 3. ábra esetében területarányosan alakul.

A 4. ábra a szénmegkötés értékeket egy hektárra normalizálva szemlélteti, ez lehetővé teszi az értékek eltérő területű kategóriák közötti jobb összehasonlíthatóságát. A legmagasabb hektáronkénti szénmegkötés értékek az átmeneti üzemmódú erdők esetében adódtak. Ezt követte a vágásos erdők hektáronkénti szénmegkötése, ami mögött nem sokkal maradtak el az örökerdők sem. A FANE üzemmódú területek hektáronkénti szénmegkötése a legalacsonyabb. Mindez többek között azzal lehet magyarázható, hogy a nem-vágásos üzemmódú erdők fatermési osztály szerinti eloszlása jelentősen különbözik a vágásos erdőkétől, a kedvezőbb fatermési osztályok a vágásos erdők esetében felülreprezentáltak. Emiatt a vágásos és a nem-vágásos erdők hektáronkénti szénmegkötésének átlaga nem összehasonlítható érdemben, hiszen a gyengébb fatermőképességű, rosszabb termőhelyeken elhelyezkedő területeken fekvő állományok növedéke, szénmegkötése nem összevethető jobb termőhelyű és fatermőképességű állományok szénmegkötésével.



3. ábra: Az üzemmódok átmeneti mátrixa az egy évre jutó átlagos szénmegkötés/emisszió adatok feltüntetésével (kt CO₂/év mértékegységben kifejezve). A negatív előjelű számok széndioxid megkötést, míg a pozitív előjelű számok kibocsátást jelölnek.



4. ábra: Az üzemmódok átmeneti mátrixa az egy évre jutó hektáronkénti átlagos szénmegkötés/emisszió adatok feltüntetésével (t CO₂/ha/év mértékegységben kifejezve). A negatív előjelű számok széndioxid megkötést, míg a pozitív előjelű számok kibocsátást jelölnek.

KÖVETKEZTETÉSEK ÉS TOVÁBBI TERVEZETT VIZSGÁLATOK

Jelen tanulmányunkban bemutattuk az üzemmódok szerinti bontásban elkészített ÜHG-leltár szénmegkötés/emisszió értékeit az egyes üzemmódokhoz tartozó, illetve az átmeneti területkategóriák vonatkozásában. Ebben a vizsgálatban kizárólag a föld feletti- és a föld alatt biomassza széntárolását vettük számításba, a holtfa, avar, talaj, illetve a fatermékek széntárolásával nem számoltunk. Megállapítottuk, hogy az átmeneti üzemmódban kezelt erdők hektáronkénti szénmegkötése volt a legmagasabb a vizsgálat szerint, ezt követte a vágásos üzemmódú erdők és az örökerdők szénmegkötése, mely közel azonosnak adódott. A FANE üzemmódban mutatkoztak a legalacsonyabb hektáronkénti szénmegkötés értékek.

A kép pontosítása érdekében a továbbiakban tervezzük a hektáronkénti szénmegkötés 'ceteris paribus' feltételek melletti vizsgálatát, ami azt jelenti, hogy az összehasonlításakor az összehasonlítandó csoportokba rendezett mintapontoknak minden tekintetben (pl. termőhely, klíma, fatermési osztály stb.) hasonló feltételekkel kell rendelkezniük, csak üzemmódjukban térhetnek el egymástól. Így válik majd a többi befolyásoló tényezőtől (pl. termőhely, klíma, fatermési osztály) elkülönítetten vizsgálhatóvá az üzemmód hatása a szénmegkötés mértékére.

Emellett fontos kutatási irány lenne a talajban megkötött szén mennyiségének vizsgálata, illetve összehasonlítása üzemmódonként, ugyanis feltételezésünk szerint a folyamatos erdőborítást biztosító gazdálkodás jelentősen eltérő talajmenti feltételeket teremt, mely befolyásolhatja a talajban történő szerves szénfelhalmozódási folyamatokat.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Jelen publikáció a TKP2021-NKTA-43 azonosítószámú projekt keretében a Kulturális és Innovációs Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a TKP2021-NKTA pályázati program finanszírozásában valósult meg.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- BOROVICS A. (2022): ErdőLab: a Soproni Egyetem erdészeti és faipari projektje: Fókuszban az éghajlatváltozás mérséklése Erdészeti Lapok 157: 4 pp. 114-115.
- BOROVICS A., KIRÁLY É. (2022): Erdőalapú klímamitigáció és alkalmazkodás Európában I. Erdészeti Lapok 157: 11 pp. 374-377.
- BOROVICS A., KIRÁLY É. (2023): Klímamitigáció és alkalmazkodás a magyar erdőiparban. Erdészeti Lapok 158: 1 pp. 5-9.
- CSÉPÁNYI P. (2017): Örökerdő-gazdálkodás ökonómiai sajátosságai bükkösökben és cseresekben a Pilisi Parkerdő Zrt-nél. Doktori értekezés. Sopron.
- Evt. (2009): 2009. évi XXXVII. Törvény az erdőről, az erdő védelméről és az erdőgazdálkodásról. <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a0900037.tv>
- IPCC (2006): IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. National Greenhouse Gas Inventories Programme; Eggleston, H.S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., Tanabe, K., (szerk.); IGES: Kanagawa, Japán.
- IPCC (2019): 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Calvo Buendia, E., Tanabe, K., Kranjc, A., Baasansuren, J., Fukuda, M., Ngarize, S., Osako, A., Pyrozhenko, Y., Shermanau, P. and Federici, S. (szerk). IPCC, Svájc.
- NFK (2023): Magyarország erdeivel kapcsolatos adatok. https://nfk.gov.hu/Magyarország_erdeivel_kapcsolatos_adatok_news_513
- NIR (2023): National Inventory Report for 1985–2021. Hungary. Chapter: Land-Use, Land-Use Change and Forestry; Somogyi, Z., Tobisch, T., Király É., Hungarian Meteorological Service: Budapest, Hungary.
- Verkerk, P.J.; Delacote, P.; Hurmekoski, E.; Kunttu, J.; Matthews, R.; Mäkipää, R.; Mosley, F.; Perugini, L.; Rey, C.P.O.; Roe, S.; et al. (2022): Forest-Based Climate Change Mitigation and Adaptation in Europe. From Science to Policy 14; European Forest Institute: Joensuu, Finnország, ISBN 978-952-7426-22-7.

INVÁZIÓS FAJAJOK VISSZASZORÍTÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A BÁLVÁNYFÁRA

KOLTAY ANDRÁS¹, SZIDONYA ISTVÁN², KOVÁCS ZOLTÁN¹,
LIKÓ SZILÁRD BALÁZS³

1 Soproni Egyetem, Erdészeti Tudományos Intézet 2 SM Consulting Kft.

3 Envirosense Hungary Kft.

KIVONAT

A bálványfa Magyarország területén szinte mindenütt elterjedt és egyre nagyobb területeken szorítja ki a hazai fajajokat. Az invázió terjedés jelentősen megnehezíti és megdrágítja az erdőfelújításokban az ápolások kivitelezését. A mechanikus ápolások a gyökérsarjak intenzív megjelenése miatt tovább növelték a bálványfa arányát. Az erdősítések befejezése után a területen lévő bálványfák termőre fordulása ugyancsak tovább fokozza a faj terjedését. Jelenleg éves szinten több százmillió forintba becsülhető az a többletköltség, ami a célállomány növedék vesztesége, és a bálványfa elterjedésének köszönhető (Szidonya és Vidéki, 2015a). 2020-2023 között egy EIP pályázat keretében vizsgáltuk azokat a különféle módszereket és lehetőségeket, amelyek segíthetnek a probléma komplex, hatékony és gazdaságos megoldásában. Az elmúlt három év során kidolgoztunk egy távérzékelésen alapuló eljárást a bálványfák légi úton történő felderítésére. Ezzel párhuzamosan vizsgáltuk a különféle vegyszeres irtási technológiák hatékonyságát, környezeti hatásait és a kivitelezések gazdaságosságát.

KULCSSZAVAK:

Ailanthus altissima, bálványfa, invázió fajok, bálványfa irtás, dróntechnológia

BEVEZETÉS

Az invázió növények visszaszorítására léteznek különféle védekezési eljárások, főleg kézi, egyedi módszerekkel (kenés, injektlás), de ezek gyakorlati kivitelezése gyakran drága, nem költséghatékony. Összefüggő erdőterületeken rendkívül nehézkes, (járhatatlanul sűrű fiatalosokban lehetetlen), a terjedés gócpontjaként előforduló magtermő fák és a gyorsan terjedő fiatal egyedek, megtalálása, holott ezek felderítése és eltávolítása kulcsfontosságú a további terjedés megakadályozásában. Az elmúlt három év innovációs kutatása a vegyszeres kezelési technológia komplex kialakítását tűzte ki célul, másrészt egy dróntechnológián alapuló felvételezési gyakorlat kialakítását, multispektrális fényképezéssel és szoftveres térkép összeállítással. Ennek segítségével,

gyorsan és pontosan feltérképezhető a bálványfák helyzete, így nagyobb hatékonysággal és olcsóbban kivitelezhető a védekezés.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A projekt első lépéseként, a döntően Somogy vármegyei konzorciumi tagok által kezelt erdőállományokban, Nagybjom és Senta községhatároiban kijelöltük azokat a területeket, amelyek bálványfával fertőzöttek és alkalmasak lehetnek a vizsgálatokra. Ezt követően a kiválasztott erdőállományokat drónokkal lerepültük, lefényképeztük, majd az elkészült fotók elemzése alapján a bálványfák helyzetét mutató koordinátahelyes térképi állományt hoztunk létre.

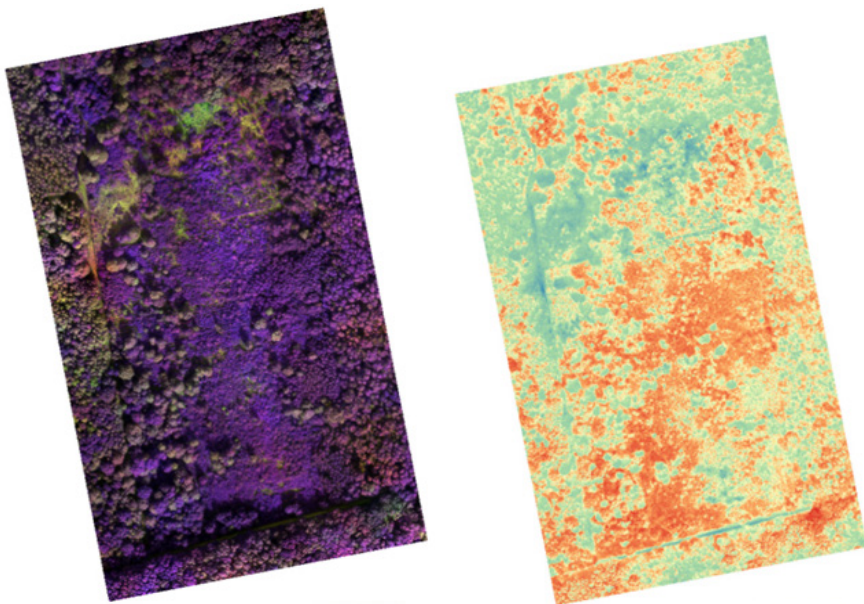
A légi felvételek elemzése során elsődleges célunk az állományokban található fafajok elkülönítése volt, különös tekintettel a bálványfa egyedekre. Az elemzések eredményeként pontos koordinátákkal jelöltük a fotókon a bálványfának tűnő egyedeket. A terepi validálás 2021. júniusában kezdődött, amikor a vegetáció már teljes egészében kifejlődött, az egyes fafajok, így a bálványfák is teljes mértékben kihajtottak. A validálás során felkerestük a megadott erdőrészleteket és a GPS koordináták alapján megkerestük a fotókon bejelölt mintafákat. Az eredményeket feljegyeztük, az egyes fák helyzetét fotókkal dokumentáltuk.

A validálás során megállapítottuk, hogy a megjelölt pontokban álló mintafák, jellegükben, lombozatuk formájában, alakjában, színében eltérnek az állományt alkotó fő fafajtól, de nem minden esetben bálványfát jelölnek. Például egy akác állományban a fotók alapján a bálványfának vélt egyedek szelíd diónak bizonyultak. Vegyes fafajösszetételű állományokban ugyancsak adódtak eltérések a fafajokat tekintve. Ugyanakkor több esetben találtunk olyan bálványfákat a vizsgált erdőrészletekben, amelyek nem szerepeltek a térképen. A jelöletlen bálványfák helyzetét pontosan bemértük, jelöltük. Ezt követően a légi felvételeket újra megvizsgáltuk azzal a céllal, hogy pontosítsuk a bálványfa fotometriai azonosítási módszerét (Burkholder et al., 2011).

A fotogrammetriai azonosítási módszer finomítása céljából a második évtől retrospektív vizsgálatokat alkalmaztunk. Ennek lényege, hogy a terepi bejárás során olyan erdőrészleteket keressünk fel, ahol egyértelműen megtalálhatóak az állományban a bálványfák. Ezek helyzetét az erdőrészleten belül, GPS koordinátákkal pontosan rögzítettük. A felvételezést követően ezekről a területekről újra légi térképezést végeztünk és az ennek eredményeként elkészült felvételeken beazonosítottuk a felszínen rögzített bálványfákat és pontosan

meghatároztuk a spektrális tulajdonságaikat (Burkholder et al., 2011). Ezzel a módszerrel már jelentősen finomítható volt a légi úton történő bálványfa azonosítás (Tarantino et al., 2019).

A légi felderítésekkel párhuzamosan, a kiválasztott területeken megkezd-tük a bálványfa vegyszeres irtását. A technológiai kivitelezés alapvetően há-rom formában történt.



1. ábra: Szentá 99/I erdőrészet multispektrális drón felvétele hamis színes (közeli inf-ravörös) megjelenítésben (bal) és számított NDVI index (jobb)

TÖRZSINJEKTÁLÁS

A törzsinjektálást szükséghelyzeti engedély alapján 5 cm-es törzsmérő fe-letti egyedeken végeztük, minimum 7-es fa fúrófejjel 5-10 cm-es törzsmé-rőnként 45 fokos szögben. Adagolás 1 ml állatorvosi tömegoltóval furaton-ként. Kezelés után a furatot szilikonnal zártunk a párolgás megakadályozásá-
ra. A felhasznált készítmény Medallon Prémium és Mezzo szuszpenzió volt. Az injektálással egyidőben az idős egyedek mellett lévő sarjak permetezését, kenését is elvégeztük ugyanezzel a készítménnyel. Homokos altalajnál, akác állományban kihagytuk a Mezzo alkotórészt az alkalmazott keverékből, mivel ez nyomokban is toxikus hatással bír az akác egyedekre.



1. fotó: Injektált törzs

SARJPERMETEZÉS

A sarjpermetezést 5 cm törzsátmérőnél kisebb és 1,5 méternél alacsonyabb egyedeken végeztük. A permetszert elsődlegesen a hajtáscsúcsból növekvő levélrozettára, illetve elágazó egyedéknél az oldalhajtások felső levélrozettájára juttatva. A felhasznált növényvédőszer ebben az esetben Medallon Prémium és Silwet-Star felületi feszültségcsökkentő volt. A kijuttatás hidraulikus háti permetezővel, kör alakú szórásképpel rendelkező fúvókával történt.



2. fotó: A permetezéssel kezelt bálványfa sarjakon a vegyszer hatása a kezelést követően

SARJKENÉS

A sarjkenést 5 cm törzsméretű alatti 1 méternél nagyobb egyedeken végeztük, a kéregre hosszú szárú ecsettel történő kenéssel. A felhasznált vegyszer itt Medallon Prémium, Mezzo valamint Invázív adjuváns tankkeveréke volt.



3. fotó: A kenéssel kezelt sarjak nagy százalékban véglegesen elhalnak

EREDMÉNYEK

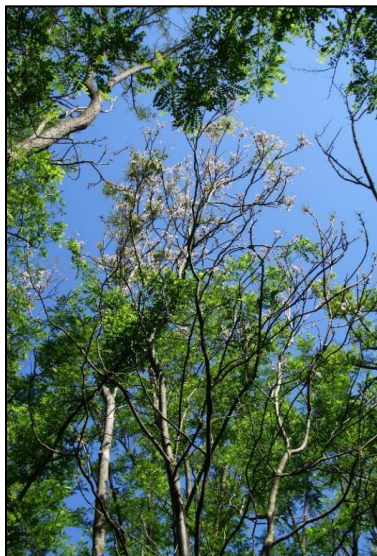
A vegyszeres kezelések eredményességi vizsgálatainak során megállapítottuk, hogy az első kezelés után a sarjak esetében az eredményesség 80% feletti,

míg injektálások esetében a lombfelület veszteség 60-90%. Ugyanakkor a kifejlett 12-16 méteres kezelt fák jelentős részét újra kellett kezelni, mivel a lombot elhalása nem érte el a kívánt mértéket.

A második évi felülkezelések során azt tapasztaltuk, hogy az akácos célállományban lévő kifejlett bálványfákon újra sarjadzásra utaló jelek vannak, ami a metszulfuron hatóanyag fitotoxikus kockázatok miatti elhagyásának tudható be. A további felülkezelések során ezen állománytípusba csökkentett dózisban, de alkalmaztunk metszulfuron hatóanyagot is az eredményesség növelése érdekében.



4. fotó



5. fotó

A projekt utolsó évében vizsgáltuk a vegyszeres kezelések esetleges környezetre gyakorolt káros hatásait. Ennek során a megfelelő mintavételi szabványok szerint megvizsgáltuk a kezelt területeken a talaj és a talajvíz szermaradék értékeit. A vizsgálati eredmények szerint a glifozát és annak bomlásterméke (AMPA), valamint metszulfuron-metil hatóanyag mennyisége a minták mindegyikében az engedélyezett határérték alatt volt. Ez alapján elmondható, hogy az alkalmazott kezelés nem jár környezeti kockázatt növekedéssel.

A projekt utolsó évében elvégeztük a kezelésekkal kapcsolatos ökonómiai számításokat is. Ennek eredményeként meghatároztuk a bálványfa visszaszerzési technológiánk egységnyi területre eső ráfordításait.

Az eredmények azt mutatják, hogy a távérzékeléssel meghatározott azonos fedettségi értékek mellett jelentős eltérések lehetnek a különböző korú, illetve fedettségű állományokra felhasznált naturáliák mennyisége tekintetében. Ennek alapján megállapítható, hogy a jelenleg rendelkezésünkre álló távérzékelési technológiával nem lehet a mentesítésére szolgáló ráfordítások mértékét pontosan előre jelezni.

Ennek okai többfélék. Egyrészt az idős állományokban jelentős mennyiségű a második koronaszintben kialakuló összefüggő sarjállomány. Ennek megfelelően nem csak az idős állományt kell kezelni, hanem a sarjakat is, ami növeli a ráfordításokat. E mellett figyelembe kell venni, hogy az első év eredményessége nagyban befolyásolja a második év ráfordításait. Az első év eredményessége több tényezőtől függ. Részben a kivitelezés minőségétől (humán faktorok), részben más tényezőktől, mint: a bálványfák kora (idős bálványfáknál jóval gyakoribb a felülkezelés szükségessége), a célállomány fajösszetétele (akác esetében pl. metszulfuron-metil hatóanyagot nem célszerű használni akácra fitotoxikus tulajdonságai miatt) a nyári időjárás (hőségben tilos növényvédelmi kivitelezést végezni) őszi időjárás (esős időszakban nem lehet dolgozni, korai fagy esetén nem tud kialakulni a gyomirtó hatás a vegetáció hirtelen megállása miatt).

Alacsony első évi eredményesség esetén a második év ráfordítása jóval magasabb lehet. Figyelembe kell azt is venni, hogy alacsony borítási értéknél sok munkaóra megy el a sarjoltok, illetve az aljnövényzetben megbúvó fiatal sarjak megkeresésére, ugyanakkor a sarjirtásra felhasznált szerkeverék mennyisége relatíve kevesebb.

A terepviszonyok különbözősége is jelentős költségnövelő faktor lehet. Könnyű terepviszonyoknál a napi különbségek alacsonyabbak, míg nehéz vagy változatos terep esetén nagyobbak.

A kezelendő területek kiválasztása esetén az optimális ráfordítások miatt a területeket kategorizálni kell kor, borítottság mértéke, fizikai mozgást akadályozó tényezők minősége (könnyen vagy nehezen járható), tisztások, nyiladékok, záródáshiányok figyelembevételére szerint.

Az egyes kategóriában egyenként kell kijelölni validáló pontokat (foltokat). A validáló foltok felülről jól látható, ne állományi takarásban vagy erdőszéli árnyékolásban lévő egyedek legyenek.

A távérzékelési repülést célszerű a tavaszi időszakban lefolytatni, amikor a bálványfa friss hajtásai még antociánosan elszíneződtek (rózsaszínes, bordós színűek) és így pontosabb lehet elkülönítésük a többi fafajtól.

A kategorizált erdőterületeken próbakezelést kell folytatni és azok naturália felhasználását kivetíteni a teljes erdőterület azonos kategóriába tartozó részeire. Ezek alapján viszonylag pontosan felmérhető és meghatározható a naturalia ráfordítások mennyisége.

A vizsgálatok során megállapítottuk, hogy kizárólag távérzékelési és térinformatikai adatelemzési eljárás - a jelenlegi technikai lehetőségek alapján – egyelőre nem alkalmas a bálványfa mentesítési projektek tervezésére.

Ugyanakkor megállapítottuk, hogy az elsődlegesen korlátozottnak tekinthető eredmények ellenére a távérzékelés - terepi validálás és próbakezelés alkalmazása mellett - lehetővé teszi a bálványfa mentesítési projektek pontosabb tervezését. Ennek eredményeképp a mentesítési projektek tervezéséhez lényeges (felmérési és tervezési) költségmegtakarítás mellett segítséget nyújt, és jóval pontosabb kivitelezési költségtervezést tesz lehetővé.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A projekt megvalósulása az Európai Unió és Magyarország Kormánya által biztosított támogatás tette lehetővé. A projekt címe: Inváziós fajok visszaszorítása, különös tekintettel a bálványfára. Projekt azonosító száma: 1924438003



„Európai Mezőgazdasági Vidékfejlesztési Alap: a vidéki térségekbe beruházó Európa”.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- BURKHOLDER, A., WARNER, T. A., CULP, M., & LANDENBERGER, R. (2011): Seasonal Trends in Separability of Leaf Reflectance Spectra for *Ailanthus altissima* and Four Other Tree Species. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 77(8), 793–804. doi:10.14358/pers.77.8.793
- SZIDONYA I. (2015a): A bálványfa irtásának tapasztalatai a Mecseki Parkerdő területén – Rosalia kézikönyvek 3. 2015
- SZIDONYA I., VIDÉKI R. (2015b): Egyes inváziós növények állományainak felmérése során alkalmazott módszerek és tapasztalatok – Rosalia kézikönyvek 3. 2015
- TARANTINO, C., CASELLA, F., ADAMO, M., LUCAS, R., BEIERKUHNLEIN, C., & BLONDA, P. (2019): *Ailanthus altissima* mapping from multi-temporal very high resolution satellite images. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 147, 90–103. doi:10.1016/j.isprsjprs.2018.11.0

A FEHÉR AKÁC (*ROBINIA PSEUDOACACIA* L.) HELYZETE A KLÍMAVÁLTOZÁS TÜKRÉBEN

PORCSIN ALEXANDRA.¹, SZAKÁLOSNÉ DR. MÁTYÁS KATALIN.², KESERŐ ZSOLT.³

^{1,2}Soproni Egyetem, Erdő- és Természeti Erőforrás-gazdálkodási Intézet,

³Soproni Egyetem, Erdészeti Tudományos Intézet

Ültetvényszerű Fatermesztési Osztály

KIVONAT

A fehér akác (*Robinia pseudoacacia* L.) jelenleg az egyik legszárazságtűrőbb állományalkotó faj hazánkban. Külföldi és hazai kutatások előrejelzései alapján viszont nemsokára a Kárpát-medencében sem fogja megtalálni életfeltételeit, ennek pedig már mutatkoznak jelei. Azokon a területeken, ahol eleve nem a számára megfelelő termőhelyre ültették, már évtizedek óta szenved a faj, ezek az úgynevezett „akác-temetők”. Itt jellemző a korához képest elmaradt mellmagassági átmérő, famagasság, illetve az elszáradt törzsfák arányának növekedése. A vizsgált erdőrészekben (Isaszeg 8/C, Debrecen 17/C és Kecskemét-Méheslapos) több törzsfá, illetve egész parcellák pusztultak ki, valamint jellemző a csökkent átmérő- és magassági növekedés. A különböző törzsfák virágzása több mindenre is előrejelzést adhat – nem csak fajtabélyeg, amely segít elkülöníteni a különböző klónokat, de az egészségi állapot romlását is előre jelezheti. Megfigyeléseink alapján az az állítás, amely szerint a virágzás kezdete és hossza fajtajelleg, arra vezethető vissza, hogy az azonos klónok ugyan egyszerre virágoznak (bár nem ugyanolyan hosszú ideig, vagy mértékben), viszont azt egy adott hőmérséklet indukálja, amely eltér a különböző genotípusoknál. További kutatást érdemelne, hogy az azonos genetikai anyaggal rendelkező, azonos termőhelyi és időjárási tényezőknek kitett egyedek virágzása miért tér el – erre az egyik lehetséges választ a mikroszaporítás során bekövetkező szomaklonális változások jelentenék, amely módszer viszont így a méhészeti célú klónok esetében hátrányos lehet a fajtajellegek fenntartására.

KULCSSZAVAK

fehér akác, elterjedés, növekedés

BEVEZETÉS

A fehér akác (*Robinia pseudoacacia* L.) egy Észak-Amerika keleti feléről, egész pontosan néhány Appalache-hegységi populációból származó faj (Bouteiller et al. 2019), mely napjainkra meghonosodott minden szubmediterrán és mérsékelt égövi régióban, teljes területe pedig eredeti elterjedési areáján kívül meghaladja a 3 millió hektárt. Európába Jean Robin, IV. Henrik és XIII. La-

jos francia uralkodók kertésze hozta be 1601-ben, Magyarországra importálása pedig 1710 és 1720 közé datálható (Vadas 1905, Bartha et al. 2008). 1885-ben 37.000 hektárt, 2005-ben pedig már 400.000 hektár hazai erdőterületet foglalt el, ezt a jelentős növekedést pedig nem csak az Alföldfásítási program, de az első világháború pusztításai is elősegítették. 2022-re ez a szám 459.135 hektárra nőtt (Központi Statisztikai Hivatal, 2023). A második világháború után a faj fajta fontossága lecsökkent, mert nem volt rá kereslet sem a nagy területű gazdaságok, sem a faipar részéről. Ebből született meg az a nemesítési irány, amely a fehér akác fájának minőségi javítására törekedett (Keresztesi 1988). Nemesítése az 1960-as években kezdődött (Rédei 2020, Valeriu-Norocel et al. 2020), elsősorban az Erdészeti Tudományos Intézet foglalkozott a faj fajta szelekciós nemesítésével (Rédei 2020). Magyarországon elsősorban a gyors növekedésre, az egyenes, jó minőségű törzsre és a virágzási időtartam kitolására, illetve a virágzatok mennyiségének növelésére történt a szelektálás. Napjainkban a nemesített szaporítóanyag elterjedésének legnagyobb problémáját annak ára jelenti. Telepítésük elsősorban nem monoklónos ültetvényként ajánlott, hanem 30-35%-os arányban közönséges fehér akáccal keverve (Rédei 2020), ezzel is kiküszöbölve az egy adott genotípusra veszélyes károkat. Nem szabad elfelejteni, hogy a nyelés elhanyagolásával törzsmisége semmivel sem lesz jobb a közönséges akácénál gyorsabb növekedése ellenére sem, ugyanis sűrűbb ültetési hálózat esetén sem tisztul fel.

Ökológiai igényét tekintve Európában jóval szárazságtűrőbb, mint Észak-Amerikában, az ottani 1020-1830 mm-es évi összes csapadékgénnel ellentétben itt akár 500-550 mm-es csapadék mellett is megél. Észak-Amerikában jellemzően a nedves, vályogos talajokat részesíti előnyben, hazánkban leginkább a TVFLN, üde vízgazdálkodású termőhelyeket kedveli, tehát fontos, hogy mély termőrétegű, jó vízáteresztőképességű, termékeny talajokra ültessük (Halmágyi és Keresztesi 1991), amelyek pH-ja semleges, vagy enyhén savas. Az egyik leglevegőigényesebb fajunk (Valeriu-Norocel et al. 2020). Hazájában 5-10°-al délebbre fordul elő, ebből következik nálunk tapasztalható fagyérzékenysége (Bartha et al. 2008), az egyre gyakrabban előforduló kései fagyok pedig a virágrügyek elfagyását okozzák, ezzel indukálva a másodvirágzást, amely már nem, vagy csak alig termel nektárt (Lászka 2019). Tekintve, hogy az Alföldön akár két héttel is hamarabb virágzásba kezd, a kései fagyok főként ezeken a területeken érintik az állományokat, ezáltal hatalmas gazdasági károkat okozva a méhészeknek. A dombvidéki állományok később borulnak virágba, ennek köszönhetően az elmúlt években elkerülték a fagykárt,

idén viszont nem csak, hogy kevesebb ideig, vagy egyáltalán nem virágzott néhány klón, de a másodvirágzás is beindult, amely jelenség okai között szerepelhet a 2022-es eddig nem látott nyári aszály, illetve az őszi csapadéhiány, amely tényezők a virágrügyek kialakításában fontos szerepet játszanak. A bükknél is feljegyzett jelenség - miszerint élete végéhez közeledve fokozódik a magtermés - a fehér akácnál is megfigyelhető, emiatt a rosszabb termőhelyi viszonyok között virágzása tovább tart a napok számát tekintve. A hektikus időjárási viszonyok már nem csak a virágzásra vannak hatással, a viharok és a szárazság miatt a fák törzsalakja és egészségi állapota is rohamosan romlik. Li et al. (2014) kutatása alapján a fehér akác jövőbeni elterjedési területe főként Németország, Franciaország, illetve Svájc területére fog koncentrálni. Thurm et al. (2018) 2,9°C-os, illetve 4,5°C-os hőmérsékletnövekedést felhasználó modelljei 129%-os területi növekedést jósolnak a fehér akácnak, viszont a 2018-as elterjedésének középpontjától számolva egy, nagyjából 523 km-es (2,9°C), illetve egy 790 km-es (4,5°C) északra való eltolódást is előrejeleznek.

ALKALMAZOTT MÉRÉSEK ÉS MÓDSZEREK

Méréseink négy erdőrészletben zajlottak: Isaszeg 8/C, Isaszeg 8/E, Debrecen 17/C és Kecskemét-Méheslapos . A Kecskemét-Méheslapos erdőrészletet 2000-ben telepítették először 5 klónnal, majd 2002-ben további 8 klónnal bővült a kísérlet. Az Isaszeg 8/C, a Debrecen 17/C erdőrészletek telepítésének éve 2002, míg az Isaszeg 8/E erdőrészleté 2004-2005, 2006-os pótlással. Az ültetési hálózat minden esetben 2,5 x 1,0 m.

A három terület megegyező klónjai:

- Közöséges fehér akác található az Isaszeg 8/C, a Debrecen 17/C és Kecskemét-Méheslapos erdőrészletekben.
- R. p. 'Nyírségi' klón található az Isaszeg 8/C és Debrecen 17/C erdőrészletekben.
- R. p. 'Császártöltési', R. p. 'PV 201 E 2/4', R. p. 'Homoki' klón található az Isaszeg 8/C és Kecskemét-Méheslapos erdőrészletekben.
- R. p. 'Vacsi' és R. p. 'Szálás' klón található az Isaszeg 8/E és Kecskemét-Méheslapos erdőrészletekben.

Két adatot vizsgáltunk, ezek pedig a magasság, illetve a virágzás hossza a különböző klónoknál. A famagasságokat Vertex-magasságmérő eszközzel vettük fel 2021-ben, illetve 2023-ban. A virágzás alapvetően egy energiaigényes folyamat.

A virágzás mérése kis módosítással Csiha Imre módszerét követve egészen a zöld, még nem kinyílt virágbimbók megjelenésétől egészen a virágzatok elbarnulásáig feljegyzésre került, két naponta, a törzsfákat több, de mindig azonos szögből és azonos időben felmérve. Tekintve, hogy a fák akár a 19 méteres magasságot is elérhetik, a megfigyeléseket távcsővel végeztük.

A virágzási stádiumok bemutatása:

- 1. stádium: A koronában zömében csak zöld bimbókezdemények érzékelhetők.
- 2. stádium: A koronában észlelhető zöld bimbókezdemények végei kifehéredtek.
- 3. stádium: A koronában a virágok zöme fehér, kifejlett bimbó, nyitottbimbó állapotban van.
- 4. stádium: A koronában a virágok kinyíltak, a teljes virágzat fehér.
- 5. stádium: A koronában megjelennek az elfonnyadt virágok, fehér és barna színek vegyesen észlelhetők, megkezdődik a szirmok hullása. A gyepszinten elszórtan megjelennek a lehullott virágok.

A virágzás mértékének osztályozása:

- I: nincs virág
- II: a törzsfa koronájának 1/3-án található virágzat
- III: a törzsfa koronájának 2/3-án található virágzat
- IV: az egész koronán található virágzat (az összes ágon megfigyelhető legalább 1-2 darab)
- V: az összes ágon több virágzat is megfigyelhető

EREDMÉNYEK

Elsődlegesen a különböző klónok magasságát vettük alapul, mivel az átmérővel ellentétben, melyet a növénytér határoz meg, ezt a genetika, így következtethetünk belőle arra, hogy hogyan reagálnak a klónok a klímaváltozásra. Az átlagmagassági adatok eltérését (Δh) az 1. táblázatban mindig az Isaszegi erdőrészekhez viszonyítva néztük, mivel azok egészségi állapota jobb a másik két területen található törzsfákénál.

1. táblázat: A Debrecen 17/C és Kecskemét-Méheslapos klónjainak átlagmagassága viszonyítva az Isaszeg 8/C, illetve 8/E erdőrészek azonos klónjaihoz

Klón jele	Erdőrészlet	Átlag-magasság (m)	Δh (m)
Kommersz fehér akác	Isaszeg 8/C	16,3	-
	Debrecen 17/C	17,9	+ 1,6
	Kmét-Méheslapos	13,4	- 2,9
R. p. 'Nyírségi'	Isaszeg 8/C	16,0	-
	Debrecen 17/C	14,7	- 1,3
R. p. 'Homoki'	Isaszeg 8/C	17,1	-
	Kmét-Méheslapos	12,8	- 4,4

1. táblázat (folytatás): A Debrecen 17/C és Kecskemét-Méheslapos klónjainak átlagmagassága viszonyítva az Isaszeg 8/C, illetve 8/E erdőrészek azonos klónjaihoz

Klón jele	Erdőrészlet	Átlagmagasság (m)	Δh (m)
R. p. 'Császártöltési'	Isaszeg 8/C	16,2	-
	Kecskemét-Méheslapos	10,3	- 5,9
R. p. 'PV 201 E 2/4'	Isaszeg 8/C	16,0	-
	Kecskemét-Méheslapos	14,8	- 1,1
R. p. 'Vacsi'	Isaszeg 8/E	15,3	-
	Kecskemét-Méheslapos	11,7	- 3,6
R. p. 'Szálás'	Isaszeg 8/E	15,7	-
	Kecskemét-Méheslapos	9,4	- 6,3

Magasság tekintetében az átlagos eltérés a két isaszegi terület (Isaszeg 8/C, 8/E), illetve a Debrecen 17/C és Kecskemét-Méheslapos erdőrészek között $\Delta h = -2,7$ m, a varianciaanalízis pedig szignifikáns különbséget mutatott ($p = 0.000831$) az isaszegi és a kecskeméti területek között.

Ez a szám nem tűnhet soknak, de hozzátéve a tényt, hogy a két isaszegi erdő-részletben összesen 4 új törzsfát kellett jelölni, míg Kecskemét-Méheslapon telepített 45 darab kísérleti parcellából 14 már egyáltalán nem tartalmazott életképes egyedeket és a többiben is sokszor csak 2-3 törzsfát tudtunk jelölni a 6 helyett, felhívja a figyelmet a helyzet súlyosságára. Bár például a R. p. 'Nyírségi' (1973-ban szelektált fajta) magassági növekedése nem marad el számottevő mértékben, figyelembe kell venni a tényt, hogy az Isaszeg 8/C területen abban a parcellában már csak az a három törzsfafa maradt az eredeti 50-ből. Ezzel szemben a R. p. 'PV 201 E 2/4' jelű klón az új szelekciós program keretein belül 1996-ot követően lett szelektálva és az elültetett egyedek többsége még megtalálható a parcellában, ahogyan láthatóan a magassági növekedés is betudható az eltérő termőhelyi feltételeknek.

Virágzás tekintetében ugyanazokat a klónokat vizsgáltuk a négy erdő-részletben, a 2023-as mérési adatokat felhasználva és szintén az isaszegi területek értékeit vettük alapul az összehasonlítás során (2. táblázat). A zömvirágzást úgy határoztuk meg, hogy összeszámoltuk azokat a napokat, amelyeken az adott törzsfafa 3-as vagy 4-es stádiumban, illetve legalább IV-es, vagy V-ös mértékben virágzott.

2.táblázat: A Debrecen 17/C és Kecskemét-Méheslapos klónjainak átlagos virágzási, illetve zömvirágzási ideje viszonyítva az Isaszeg 8/C, illetve 8/E erdő-részletek azonos klónjaihoz

Klón jele	Erdő-részlet	Virágzás hossza (nap)	Eltérés	Zömvirágzás hossza (nap)	Eltérés
Kommersz fehér akác	Isaszeg 8/C	18		5	
	Debrecen 17/C	17	- 1	4	-1
	Kecskemét-Méheslapos	20	+ 2	5	+ 1
R. p. 'Nyírségi'	Isaszeg 8/C	15		5	
	Debrecen 17/C	13	- 2	3	- 2
R. p. 'Homoki'	Isaszeg 8/C	18		5	
	Kecskemét-Méheslapos	19	+ 1	2	- 3
R. p. 'Császár'	Isaszeg 8/C	8		0	

töltési'	Kecskemét-Méheslapos	9	+1	0	0
R. p. 'PV 201 E 2/4'	Isaszeg 8/C	20		11	
	Kecskemét-Méheslapos	20	0	4	- 7
R. p. 'Vaccsi'	Isaszeg 8/E	19		4	
	Kecskemét-Méheslapos	21	+ 2	0	- 4
R. p. 'Szálás'	Isaszeg 8/E	13		0	
	Kecskemét-Méheslapos	20	+ 17	0	0

Megfigyelhető, hogy bár a virágzás hosszát tekintve a debreceni és kecskemét-méheslaposi területen lévő azonos klónok jobban teljesítenek, zömvirágzás tekintetében sok helyen elmaradnak az isaszegi területtől, a méhészek számára viszont gazdasági szempontból ez a jelentősebb.

KÖVETKEZTETÉSEK

A fehér akác elterjedését elsősorban a klíma határozza meg, ezért annak gyors változása még egy ilyen rövid vágásfordulójú, évente termést hozó fafajnak is nehézséget okoz az alkalmazkodásban. El kell felejtetni azt a nézetet, hogy az akác egy igénytelen fafaj, amely minden termőhelyi és klimatikus szélsőséget képes tolerálni. A közönséges fehér akác generatív szaporítóanyagában jelenleg annak genetikai diverzitása miatt több alkalmazkodási potenciál rejlik – a fajtanemesítés hosszas folyamata viszont problémát jelent, ugyanis a már 40-60 éve szelektált fajták is (a fajtafenntartási munkálatok elvégzése nélkül) a leromlás jeleit mutatják, amely tükröződik mind a magassági növekedésben, amelyet elsősorban a genetika határoz meg, mind az egészségi állapotuk hanyatlásában, amely a virágzás által közvetetten megfigyelhető. Koncentrálunk kell a fiatalabb (20-30 éve szelektált) klónok fajtaelismerésére és termesztésbe vonására, illetve új klónok szelektálására, szem előtt tartva a gazdasági érdekeket is, melyek mind az erdészeti, mind a méhészeti ágazatot érintik.

Figyelembe kell vennünk továbbá a nemesíteni kívánt fafajok ökológiai igényét is, ugyanis amennyiben az egyenes, hengeres, ágtiszta törzs a korona méretének drasztikus csökkenésével jár, az a faegyedet akkora mértékű

stressz alá helyezi, amely más, alapvető életfunkciók (pl. virágzás) rovására megy. Amennyiben a generatív szaporodás mégsem kínál kellően gyors alkalmazkodóképességet, utolsó lehetőségünk a szelekciós nemesítés, mivel klónok esetében a virágzás mennyisége és minősége azok kizárólagos vegetatív szaporítása miatt nem szempont. Ez esetben viszont szükséges lesz egy olcsóbb és gyorsabb rendszer kidolgozására. Összességében elmondható, hogy a következő évtizedekben a fafaj délről északra, illetve az alföldi területeinkről domb- és hegyvidékeinkre fog vándorolni, erre pedig gazdaságilag fel kell készülnünk.

IRODALOMJEGYZÉK

- BARTHA D. – CSISZÁR Á. – ZSIGMOND V. (2008): Black locust (*Robinia pseudoacacia* L.). In: Botta-Dukat Z. - Balogh L - Feher A. szerk: The most important invasive plants in Hungary, Institute of Ecology and Botany, Hungarian Academy of Sciences, 63-76.
Megtalálható:
https://www.researchgate.net/profile/Zoltan-Botta-Du-kat/publication/311796497_The_most_important_invasive_plants_in_Hungary/links/585ae02b08ae329d61f1480f/The-most-important-invasive-plants-in-Hungary.pdf#page=64 hivatkozva: 2022.01.09.
- BOUTEILLER P. X. – VERU F. C. – AIKIO E. – BLOESE P. – DAINOU K. – DELCAMP A. – Thier De O. – Guichoux E. – Mengal C. – Monty A. – Pucheu M. – Loo van M. – Porté J. A. – Lassois L. – Mariette S. (2019): A few north Appalachian populations are the source of European black locust
- HALMÁGYI L. - KERESZTESI B. (1991): A méhlegelő, Akadémiai Kiadó, Budapest
- KERESZTESI B. (1988): The black locust, Budapest, Akadémiai kiadó, 196 p.
- Központi Statisztikai Hivatal (2023):
Megtalálható: https://www.ksh.hu/stadat_files/kor/hu/kor0004.html hivatkozva: 2023. 07. 20.
- LÁSZKA A. (2019): Hazai méhlegelők - Tavaszi-nyár eleji fás hordásnövényünk, Megtalálható: <https://magyarmezogazdasag.hu/2019/10/13/hazai-mehlegelok-tavaszi-nyar-eleji-fas-hordasnovenyunk> - hivatkozva: 2023. 07. 20.
- LI G. – XU G. – GUO K. – DU S. (2014): Mapping the global potential geographical distribution of black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) using herbarium data and a maximum entropy model
- RÉDEI K. (2020): Bevezetés az ültetvényszerű fatermesztés gyakorlatába, MED-KÖR Bt.,Kecskemét), ISBN: 978-615-00-8266-0

- THURM E. A. - HERNANDEZ L. - BALTENSWEILER A. - AYAN S. - RASZTOVITS E. - BIELAK K. - MLADENOV ZLATANOV T. - HLADNIK D. - BALIC B. - FREUDENSCHUSS A. - BÜCHSENMEISTER R. - FALK W. (2018): Alternative tree species under climate warming in managed European forests. *For Ecol Manag* 430:485–497
- VADAS J. (1905): Erdészeti Kísérletek, a Földmivelésügyi M.Kir. Minister Kiadványa, VII. évfolyam, 3-4.
- VALERIU-NOROCEL N. – RÉDEI K. - WILLIAM L. M. - TORSTEN V. – E. PÖETZELSBERGER - JEAN-CHARLES B. – R. BRUS- T. BENČAĚ – M. ĐODAN - B. CVJETKOVIC - SINIŠA A. – N. LA PORTA - VASYL L. – D. MANDŽUKOVSKI - KRASIMIRA P. – D. ROŽENBERGAR - RADOŠŁAW W. – G. M. J. MOHREN – M. C. MONTEVERDI – B. MUSCH – M. KLISZ – S. PERIĆ – L. KEÇA – D. BARTLETT – C. HERNEA – M. PÁSTOR (2020): Ecology, growth and management of black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) a non-native species intergrated into european forests

'FARKASSZIGETI' ÉS 'LAPOSI' AKÁC FAJTAJELÖLTEK FIATALKORI NÖVEKEDÉSÉNEK ÉRTÉKELÉSE ALFÖLDI KLIMATIKUS VISZONYOK MELLETT

ÁBRI TAMÁS, KESERŰ ZSOLT

Soproni Egyetem, Erdészeti Tudományos Intézet,
Ültetvényyszerű Fatermesztési Osztály,
Püspökladányi Kísérleti Állomás

KIVONAT

Az akác hazánk egyik legfontosabb fafaja. Termesztési technológiájának fejlesztésével – ide értve az új akácfaajták és fajtajelöltek szelektálását is – kapcsolatos kutatómunka az 1960-as évek óta zajlik. A kutatás elsődleges célja a fafaj hátrányos tulajdonságainak (törzsgörbeség, villásság, fagyérzékenység) javítása, valamint a fatermesztés, illetve a nektártermelés fokozása. Napjainkban a Soproni Egyetem Erdészeti Tudományos Intézet és a Napkori Erdőgazdák Zrt. közös projektje kiemelő, melynek célja kiváló tulajdonságú akác egyedek szelektálása, vegetatív úton történő szaporítása, erős gyökérzetű, relatíve szárazságtűrő csemeték előállítás, klónok iparfia célú faültetvényben történő vizsgálata. A ma már fajtajelölti státuszban lévő klónok közül a 'Laposi' és a 'Farkasszigeti' fajtajelöltek, valamint az 'Üllői' akácfa fajta fiatalkori növekedését vizsgáltuk 3 különböző ültetési hálózatban, a szélsőségesen száraz 2022-es év május-szeptember közötti időszakában. Az eredmények alapján megállapítottuk, hogy a vizsgált klónok növekedése között jelentős különbség mutatkozott: mindkét vizsgált fajtajelölt magassági és törzsméteri értéke szignifikánsan jobbnak bizonyult a kontroll 'Üllői' akácénál. Legjobb eredményt a 'Laposi' produkálta. Az ültetési hálózatok közül a legsűrűbb (2,5 × 2,5 m) hálózatban volt a legnagyobb a vizsgált klónok magassági és törzsméteri növedéke.

KULCSSZAVAK:

akác, ültetvényyszerű fatermesztés, alföldi erdőgazdálkodás

BEVEZETÉS

Az akác (*Robinia pseudoacacia* L.) a hazai erdőgazdálkodás egyik meghatározó fafaja. Magyarországra kerülése óta (1700-as évek) területe folyamatosan növekszik, napjainkban közel 460 ezer ha-on fordul elő. Főbb termesztő körzetei a Nyírség, valamint a Duna-Tisza köze (Keresztesi 1984, Rédei 2006, NFK 2022). Gyorsan növekvő, relatíve szárazságtűrő, szárazodó területek fásítására alkalmas fafaj, melynek nektártermelése is kiváló. Fája sokrétűen hasznosítható: tűzifa, szőlőkaró, kerti bútorok, parkettagyártás, stb. Elsősorban fater-

mesztési célzattal ültetik, de környezetfejlesztési, illetve méhlegelőként történő alkalmazása is jelentős (Rédei 2006, Nicolescu et al. 2018, 2020, Ciuvăţ et al. 2022).

Ugyan jelen tanulmány nem irányul az akác ökológiai szerepére, azért érdemes megemlíteni az inváziós jellegéből adódó természetvédelmi kockázatokat, melyek a megfelelő termőhely megválasztásával és termesztési technológiai elemek szigorú betartásával minimalizálható (Sádlo et al. 2017, Vítková et al. 2017). Továbbá több alföldi erdőgazdálkodó vallja, hogy a fenntartható erdőgazdálkodás kivitelezéséhez, az őshonos, természetes erdők fenntartásához – ökonómiai szempontból – szükségesek az ilyen gyorsan növő fajokból álló ültetvények.

Az akác termesztési technológiájának fejlesztésével, valamint szelektált akácfajták előállításával kapcsolatos kutatómunka évtizedek óta zajlik hazánkban (Benke és Keserű, 2022). Az Erdészeti Tudományos Intézet (ma Soproni Egyetem Erdészeti Tudományos Intézet, továbbiakban: SoE ERTI) kutatói az akác nemesítése során a jó törzsmínőségre, a gyors fiatalkori növekedésre, a fatermés és nektártermelés fokozására, illetve a szárazságtűrő képesség javítására fókuszáltak, fókuszálnak ma is (Keresztesi 1984, Rédei 2006). Ennek a kutatómunkának köszönhetően ma számos akácfajtaival, fajtajelölttel rendelkezünk, melyek a termesztési kísérletek alapján mind fatermés, mind törzsmínőség szempontjából ígéretesnek tűnnek (Rédei et al. 2017, Ábri et al. 2021, Rédei és Ábri, 2023).

A jelenlegi kutatómunkák közül kiemelendő a SoE ERTI és Napkori Erdőgazdák Zrt. közös projektje (Ábri et al. 2022, Borovics et al. 2022), mely során a fentebb meghatározott célok mentén indítottunk el egy, az akác termesztési technológiai fejlesztésével kapcsolatos programot. Az itt vizsgált klónok 2021 óta fajtajelölti státuszban vannak. Ebben a konferencia anyagban a 'Farkasszigeti' és 'Laposi' fajtajelöltek fiatalkori növekedését mutatjuk be, összevetve az államilag elismert 'Üllői' akácfajtaival.

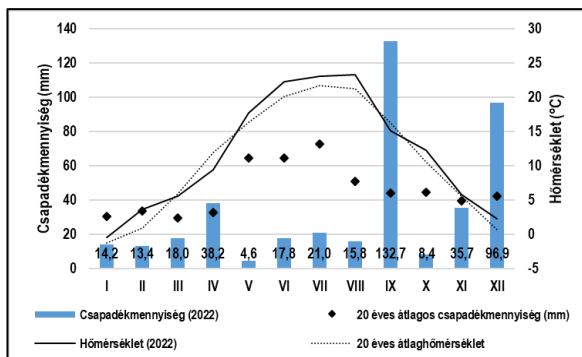
ANYAG ÉS MÓDSZER

A KÍSÉRLETI TERÜLET BEMUTATÁSA

A kísérleti ültetvény 2020-ban, hazánk fő akáctermesztő régiójában, a Nyírségben (Napkor település határában), humuszos homoktalajon került kialakításra újonnan szelektált akácklónok vizsgálatának, az államilag elismert 'Üllői' akáccal való összevetés céljából. A kísérletben a termesztési technológia

szempontjából meghatározó, ültetési hálózatok összehasonlítása is történik. A 4 vizsgált klón (PL040, PL251, NK1, NK2), valamint az 'Üllői' akác 1 éves csemetéit 3 különböző ültetési hálózatba telepítettük (2,5 × 2,5 m; 3 × 3 m; 4 × 4 m). Ebben a tanulmányban – a ma már fajtajelölti státuszban lévő – 'Farkasszigeti' (nemesítési jel: PL040) és 'Laposi' (nemesítési jel: NK1) fajtajelöltek, valamint az 'Üllői' fajta eredményeit mutatjuk be.

A térségben a sok éves (2002-2021) átlaghőmérséklet 10,9 °C, az éves átlagos csapadékmennyiség 550,6 mm. A vizsgálat évében (2022) 0,8 °C-kal volt magasabb az átlaghőmérséklet és 133,9 mm-rel kevesebb a csapadékmennyiség a 20 éves átlaghoz viszonyítva (az OMSZ Nyíregyháza-Napkor meteorológiai állomásának adatai alapján). Külön említést érdemel a szélsőségesen aszályos nyár: a 2022. május-augusztus közötti időszakban 194,1 mm-rel kevesebb csapadék hullott az átlagosnál (253,3) (Ábri és Csajbók 2023) (1. ábra).



1. ábra: A 2022-es év havi átlaghőmérséklet (°C) és csapadékmennyiség (mm) értékei, összevetve az elmúlt 20 év (2002-2021) átlagával
(az OMSZ Nyíregyháza-Napkor meteorológiai állomásának adatai alapján)

AZ ÁLLOMÁNYVIZSGÁLAT METODIKÁJA

A korábban kijelölt 3 éves mintafák (n=30) magassági és vastagsági növekedését vizsgáltuk a 2022. május és szeptember közötti időszakban. A magasság (h) mérése szintezőléccel, a mellmagassági törzsátmérőé ($d_{1,3}$) tolómérővel történt havi 1 alkalommal.

A havi átmérő és magassági átlagértékekre egyenest illesztettünk, regresszió analízist végeztünk, mely során az egyenes meredekségét vizsgáltuk (minél nagyobb a meredekségi mutató, annál intenzívebb a növekedés).

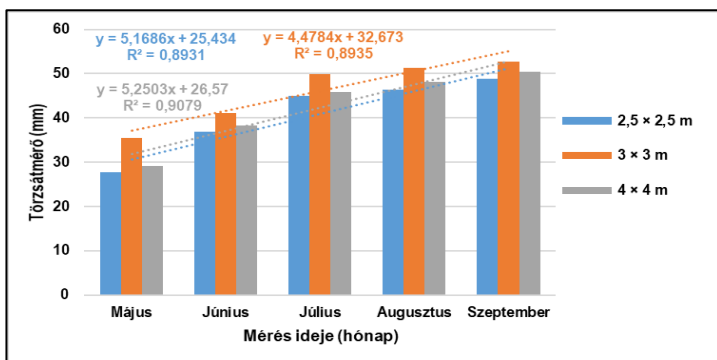
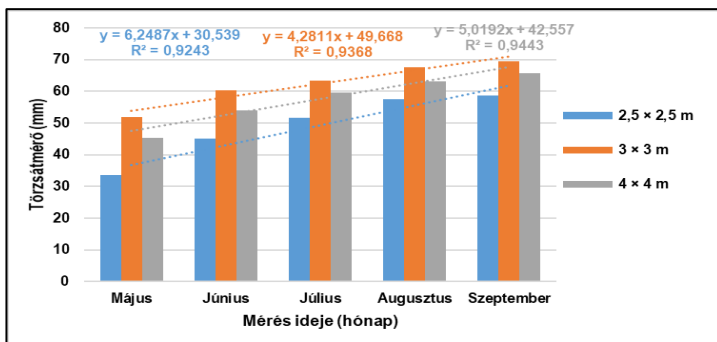
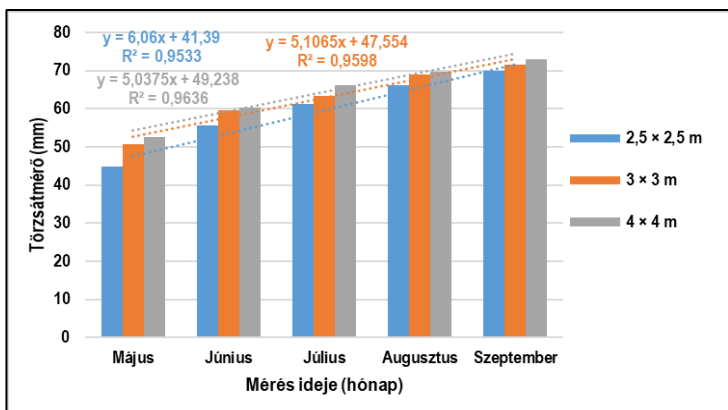
A legutolsó mérési eredményre (2022. szeptember 12.) statisztikai analízist (egytényezős varianciaanalízis, LSD post hoc teszt) végeztünk. Az egytényezős varianciaanalízis IBM SPSS 25.0 statisztikai szoftverrel, még a regresszió analízis MS Excel 2016 programmal történt.

EREDMÉNYEK

A mintafák vizsgálatának eredménye alapján megállapítható, hogy a 2022-es extrém száraz időjárás ellenére a fajtajelöltek a vizsgált időszakban (2022. május-szeptember) igen jó növekedést produkáltak (2. és 3. ábra).

Törzsátmérő tekintetében a 'Laposi' és a 'Farkasszigeti' fajtajelölt a $2,5 \times 2,5$ m-es ültetési hálózatban mutatta a legnagyobb növekedést, 25-25 mm-rel. A kontrollként beállított 'Üllői' akácé 21 mm volt. A 'Laposi' fajtajelölt a 3×3 m-es hálózatban is legjobbnak bizonyult 21 mm-es átmérő növekménnyel. Ebben az ültetési hálózatban a 'Farkasszigeti' és az 'Üllői' vastagsági növekedése között csekély különbség mutatkozott (17,8 és 17,3 mm). A 4×4 m-es hálózatban nem találtunk jelentős különbséget a vizsgált klónok törzsátmérő növekmény értékeiben: 'Laposi' és 'Farkasszigeti' (20,5-20,5 mm), 'Üllői' (21,3 mm).

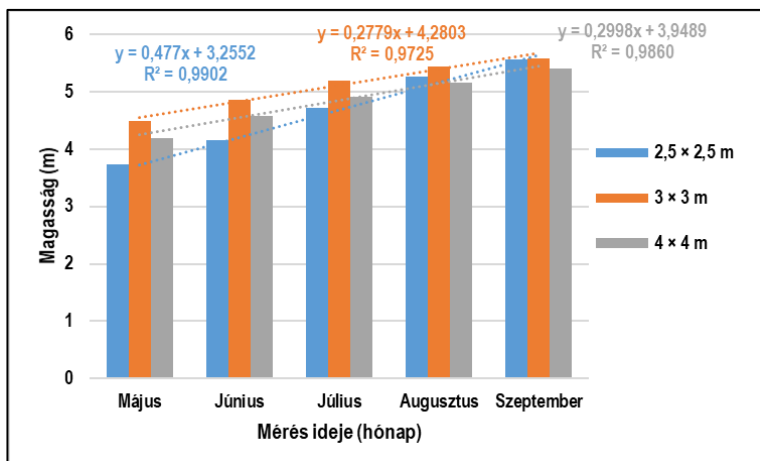
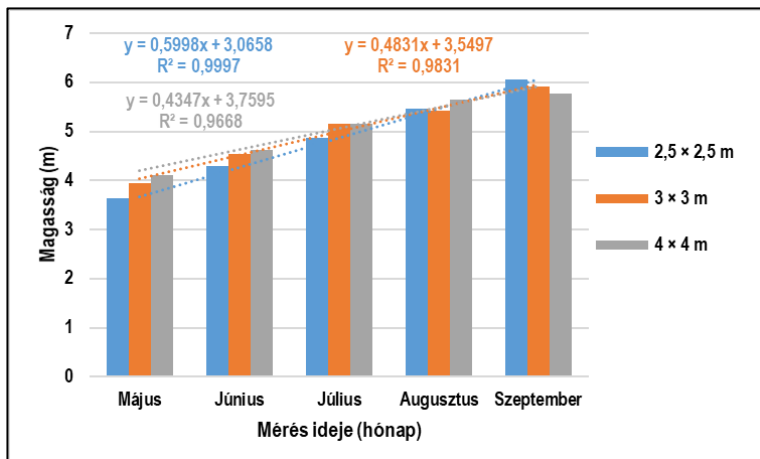
A törzsátmérő növekedése a $2,5 \times 2,5$ m-es ültetési hálózatban volt a legintenzívebb (2. ábra), amely ellentmond a szakirodalomban leírtaknak, miszerint minél tágabb az ültetési hálózat, annál nagyobbak az egyes fák átmérő értékei. Itt jegyezzük meg, hogy az ültetési hálózatok hatásának relevanciájáról, gyakorlati tapasztalatok alapján, 6-7 éves korú akácokban lehet megbízható következtetéseket levonni. Esetünkben feltételezzük, hogy az extrém száraz időjárási körülmények között a szűkebb hálózatban kedvezőbb mikroklíma alakult ki.

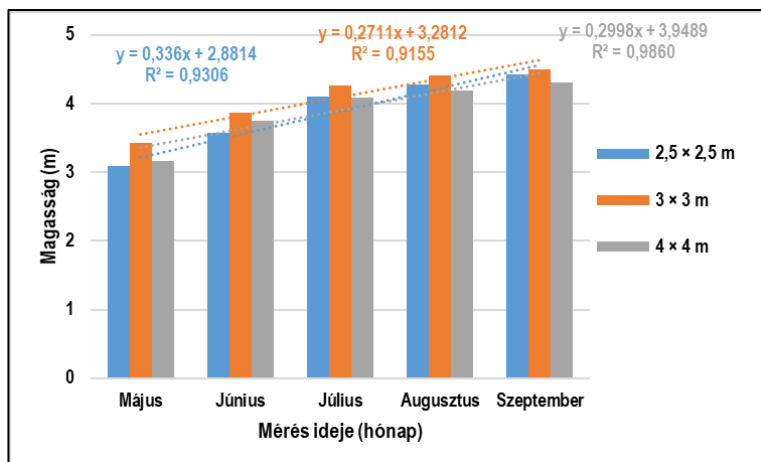


2. ábra: A vizsgált klónok törzsátmérő növekedése 3 különböző ültetési hálózaton 2022. május-szeptember közötti időszakban

A magassági növekedést vizsgálva hasonló eredményt kaptunk: a vizsgált fajtajelöltek, valamint az 'Üllői' akác a legszűkebb, 2,5 × 2,5 m-es ültetési hálózatban növekedett a legintenzívebben.

A kapott eredményeket részletesen megvizsgálva megállapítottuk, hogy mindhárom ültetési hálózatban a 'Laposi' fajtajelölt bizonyult a legjobbnak, az 'Üllői' a leggyengébbnek. A 'Laposi' fajtajelölt a 2,5 × 2,5 m-es ültetési hálózatban 2,4 m-t nőtt és 2,5 cm-t vastagodott a vizsgált időszak alatt.





3. ábra: A vizsgált klónok magassági növekedése 3 különböző ültetési hálózatban a 2022. május-szeptember közötti időszakban

A vastagsági növekedés nagy része (átlagosan 42 %) május-június közötti időszakban jött létre. Magassági növekmény esetében a harmada (átlagosan 33 %) alakult ki az említett periódusban. Itt azonban érdemes megjegyeznünk, hogy nagyobb szórás mutatkozott ezen értékekben, mint a vastagsági növekmény tekintetében.

A fajtajelölteket és az 'Üllői' akácot az utolsó, 2022. szeptemberi felvételi adatok alapján is összehasonlítottuk. Az egytényezős varianciaanalízis eredménye szignifikáns különbséget ($p < 0,05$) mutatott. Mindkét vizsgált paraméter (magasság és törzsátmérő) tekintetében a 'Laposi' bizonyult legjobbnak, az 'Üllői' leggyengébbnek (mindhárom ültetési hálózatban). A 3 × 3 m-es ültetési hálózatban nem mutatkozott szignifikáns különbség a 'Laposi' és a 'Farkasszigeti' törzsátmérő értékei között. Ezen vizsgálati eredményeket megvizsgálva látható a legszűkebb (2,5 × 2,5 m) és legtágabb (4 × 4 m) ültetési hálózatokba telepített klónok törzsátmérő és magasság értékei közötti különbség, miszerint előbbi a tágabb hálózatban nagyobb ('Laposi' esetében 7,30 cm a 4 × 4 m-es, és 6,99 cm a 2,5 × 2,5 m-es ültetési hálózatban), utóbbi érték a szűkebb, 2,5 × 2,5 m-esben. A 'Laposi' fajtajelölt mintafáinak átlagos magassága a 2,5 × 2,5 m-es ültetési hálózatban 6,1 m, a 4 × 4 m-esben 5,8 m. A 'Farkasszigeti' fajtajelölt is jelentősen felülmúlta a kontroll 'Üllői' akácot úgy a magasság, mint a törzsátmérő tekintetében. Magassága 5,4-5,6 m, törzsát-

mérője 5,87-6,96 cm volt. Ezzel szemben az 'Üllői' akác 4,3-4,5 m-es magassági és 4,88-5,27 cm átmérő értéket mutatott (1. táblázat).

1. táblázat: Fajtajelöltek magassági és törzsátmérő értékeinek összevetése a kontroll 'Üllői' akáccal (átlag±szórás). A H a mintafák átlagmagasságát, a $D_{1,3}$ az átlagos törzsátmérőt, a kis betűk a klónok közötti szignifikáns ($p < 0,05$) különbséget jelölik (2022. szeptember 12.)

Klónok	2,5 × 2,5 m		3 × 3 m		4 × 4 m	
	H (m)	$D_{1,3}$ (cm)	H (m)	$D_{1,3}$ (cm)	H (m)	$D_{1,3}$ (cm)
NK1	6,1±0,35 a	6,99±0,62 a	5,9±0,52 a	7,16±0,92 a	5,8±0,54 a	7,30±0,97 a
PL040	5,6±0,42 b	5,87±0,82 b	5,6±0,36 b	6,96±0,64 a	5,4±0,51 b	6,59±0,81 b
Üllői	4,4±0,46 c	4,88±0,69 c	4,5±0,55 c	5,27±1,19 b	4,3±0,32 c	5,04±0,75 c

ÖSSZEFOGLALÁS

A különböző klímaszenáriók az erdősztyep klíma növekedésével és egy új, minden eddigénél melegebb és szárazabb klímaosztály, a sztyep megjelenésével számolnak a 2021-2050-es, valamint 2041-2070-es időszakra. Az érintett területeken az erdőborítottság fenntartása igen nagy kihívást jelent majd (Gálos és Führer 2018, Borovics és Király, 2023).

Az ökológiai kihívások, a globális és lokális klímaváltozás negatív hatásai, a különböző időjárási kalamitások (egyenetlen csapadékeloszlás, szárazság, gyakori hőhullámok stb.) az utóbbi években egyre gyakrabban jelentkeznek. Elég, ha csak a rendkívül száraz 2022-es évre gondolunk. Ilyen körülmények között a relatíve szárazságtűrő fajoknak, mint például az akácnak, fontos szerepe lesz az új erdősítésekben. Ebből is következően az akáctermesztés és annak fejlesztése egyre bővülő jelentőséggel bír.

A SoE ERTI és a Napkori Erdőgazdák Zrt. munkatársai egy közös projekt keretén belül foglalkoznak az akác termesztési technológiájának fejlesztésével, új fajtajelöltek előállításával, azok iparifa célú ültetvényekben történő széleskörű vizsgálatával. A vizsgálatok az alapvető állományfelvételezéseken (magasság és átmérő mérése, mortalitás vizsgálata) túl kiterjednek a fajtajelöltek

ökoфизиологические (связь с углеродом, транспирация, фотосинтез, вегетационные индексы) исследования (Ábri et al. 2022, Ábri és Csajbók, 2023).

Selektált akácfajtákkal marginális termőhelyeken is értéktöbblet előállítására van lehetőség, ahol a szelektált ültetési anyag költségtöbbletének kompenzálása a faültvények adott korban jelentkező értékkihazatalával lehetséges.

Az ökológiai adottságok minél szélesebb körű ismerete, korszerű új fajták köztermesztésbe vonása, új termelési technológiák kidolgozása és gyakorlatba történő bevezetése, valamint a teljes termelési ciklus zöld beruházási szemléletű ökológiai, ökonómiai és fiziológiai vizsgálata alapozhatja meg az akácuültvényekben rejlő lehetőségek teljes körű kiaknázását. Ehhez további, az eddigieknél is hatékonyabb innovációs együttműködésekre van szükség a K+F+I műhelyek és a gyakorlati hasznosítók között.

KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS

Jelen publikáció a "TKP2021-NKTA-43 azonosítószámú ErdőLab" projekt az Innovációs és Technológiai Minisztérium (jogutód: Kulturális és Innovációs Minisztérium) Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a TKP2021-NKTA pályázati program finanszírozásában valósult meg.

Az Innovációs és Technológiai Minisztérium (jogutód: Kulturális és Innovációs Minisztérium) Kooperatív Doktori Program Doktori Hallgatói Ösztöndíj Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.

Köszönettel tartozunk Támba Miklósnak (Napkori Erdőgazdák Zrt.) a napkori kísérleti terület biztosításáért. Külön köszönet Dr. Rédei Károlynak a kéziratral kapcsolatos hasznos tanácsokért.

IRODALOMJEGYZÉK

- ÁBRI T. – KESERŰ Z. – RÁSÓ J. – RÉDEI K.:(2021). Stand structure and growth of Robinia pseudoacacia 'Jászakiséri'–'Jászakiséri' black locust. Journal of Forest Science. 67: 489-497. <https://doi.org/10.17221/57/2021-jfs>
- ÁBRI T. – KESERŰ Z. – BOROVICS A. – RÉDEI K. – CSAJBÓK J.:(2022). 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. 13(2): 292. <https://doi.org/10.3390/f13020292>

- ÁBRI T. – CSAJBÓK J.:(2023). Comparative study of newly-bred black locust clones with regard to photosynthetic rate and water use efficiency: early evaluation. *Acta Agraria Debreceniensis*. (1): 5-10. <https://doi.org/10.34101/actaagrar/1/12256>
- BENKE A. – KESERŰ Z.:(2022). A fehér akác nemesítése. [In: Bartha D., Csóka Gy., Mátyás Cs. (szerk.) *Az erdészeti tudományok története Magyarországon*]. Soproni Egyetem Kiadó, Sopron, 137-141.
- BOROVICS A. – KESERŰ Z. – RÉDEI K. – ÁBRI T. – RÁSÓ J. – TÁMBA M.:(2022). Szinkronban a gyakorlat és a kutatás az akáctermesztési innovációs fejlesztésében – A Napkori Erdőgazdák Zrt. és a SoE ERTI együttműködése. *Erdészeti Lapok*. 157(3): 86-89.
- BOROVICS A. – KIRÁLY E.:(2023). Klímamitigáció és alkalmazkodás a magyar erdőiparban. *Erdészeti Lapok*. 158(1): 5-9.
- CIUVĂȚ, A. L. – ABRUDAN, I. V. – CIUVĂȚ, C. G. – MARCU, C. – LORENT, A. – DINCĂ, L. – BARTHA, S.:(2022). Black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) in Romanian forestry. *Diversity*. 14(10): 780. <https://doi.org/10.3390/d14100780>
- GÁLOS B. – FÜHRER E.:(2018). A klíma erdészeti célú előrevetítése. *Erdészettudományi Közlemények*. 8(1): 43-55. <https://doi.org/10.17164/EK.2018.003>
- KERESZTESI B.:(1984). *Az akác*. Akadémia Kiadó, Budapest.
- NFK (2022).: *Nemzeti Földügyi Központ: Országos Erdőállomány Adattár, 2022*.
- NICOLESCU, V. N. – HERNEA, C. – BAKTI, B. – KESERŰ, Z. – ANTAL, B. – RÉDEI, K.:(2018). Black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) as a multi-purpose tree species in Hungary and Romania: a review. *Journal of Forestry Research*. 29: 1449-1463. <https://doi.org/10.1007/s11676-018-0626-5>
- NICOLESCU, V. N. – RÉDEI K. – MASON, W. L. – VOR, T. – PÖETZELSBERGER, E. – BASTIEN, J.-C. – BRUS, R. – BENČAĚ, T. – ĐODAN, M. – CVJETKOVIC, B. – ANDRAŠEV, S. – LA PORTA, N. – LAVNYI, V. – MANDŽUKOVSKI, D. – PETKOVA, K. – ROŽENBERGAR, D. – WAŚIK, R. – MOHREN, G. M. J. – MONTEVERDI, M. C. – MUSCH, B. – KLISZ, M. – PERIĆ, S. – KEÇA, L. – BARTLETT, D. – HERNEA, C. – PÁSTOR, M.:(2020). Ecology, growth and management of black locust (*Robinia pseudoacacia* L.), a non-native species integrated into European forests. *Journal of Forestry Research*. 31: 1081-1101. <https://doi.org/10.1007/s11676-020-01116-8>
- RÉDEI K.:(2006). *Az akác termesztés-fejlesztésének biológiai alapjai és gyakorlata*. Ag-roinform Kiadó, Budapest.
- RÉDEI K. – CSIHA I. – RÁSÓ J. – KESERŰ Z.:(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. – ÁBRI T.:(2023). Szelektált államilag elismert akácfajták és fajtajelöltek. [In: Rédei K. (szerk.) Szelektált akácfajták termesztési technológiája]. Soproni Egyetem Erdészeti Tudományos Intézet, Sopron, 13-18.
- SÁDLO, J. – VÍTKOVÁ, M. – PERGL, J. – PYŠEK, P.:(2017). Towards site-specific management of invasive alien trees based on the assessment of their impacts: the case of *Robinia pseudoacacia*. *NeoBiota*. 35: 1-34.
<https://doi.org/10.3897/neobiota.35.11909>
- VÍTKOVÁ, M. – MÜLLEROVÁ, J. – SÁDLO, J. – PERGL, J. – PYŠEK, P.:(2017). Black locust (*Robinia pseudoacacia*) beloved and despised: A story of an invasive tree in Central Europe. *Forest Ecology and Management*. 384: 287-302.
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.10.057>

NEMESNYÁR FAJTAJELÖLTEKKEL KAPCSOLATOS KUTATÁSI EREDMÉNYEK

BENKE ATTILA

Soproni Egyetem Erdészeti Tudományos Intézet

KIVONAT

A Soproni Egyetem Erdészeti Tudományos Intézetében létrehozott nemesnyár (*Populus × euramericana*) fajtajelöltek különböző termőhelyi körülmények között végzett tesztelése azok közepes vagy jó nyár termőhelyeken való sikeres alkalmazásukra hívja fel a figyelmet. Emellett az 'Sv-890' fajtajelölt, megfelelő fenotípusos stabilitása okán, gyengébb, vagy klímaváltozás szempontjából veszélyeztetett területek nemesnyárral történő hasznosítására is alkalmasnak mutatkozik. Nemesnyár tápanyagutánpótlási kísérletben végzett elemzések nagyobb, genotípusok közötti tápelemakkumuláció különbséget mutattak ki, az egyes genotípusokon belüli kezeléshatáshoz képest. A Site-Viewer alkalmazás nemesnyár termőhelyértékelő – fajtaválasztó bővítménnyel történő kiegészítése nemesnyárok ültetésére alkalmas területekre történő fajtaválasztásban nyújt segítséget.

KULCSSZAVAK:

*nemesnyár fajtajelölt, növekedési erély, tápelem-akkumuláció,
fajtaválasztó alkalmazás*

BEVEZETÉS

A 20. század első felében angliai és egyesült államokbeli kutatásokkal indult, majd számos európai országra (Németország, Olaszország, Hollandia) kiterjedt nyárnemesítési munkákhoz az 50-es években hazánk is csatlakozott, nemcsak a külföldön nemesített fajták vizsgálata és honosítása, de hazai törzsfák bevonásával végzett célirányos nemesítési munka formájában is (Kopecky 1968, Stanton et al 2014). A hazánkban Kopecky Ferenc vezetésével megkezdett, elsősorban fajkeresztezés alapú nemesítés munkálatok az 1970-es évektől, a FAO-IUFRO koordinálásával Magyarországon több helyszínen létesült *Populus deltoides* (W.Bartram ex Marshall, 1785), *P. trichocarpa* (Torr. & A.Gray ex Hook., 1851) és *P. nigra* (Linnaeus, 1753) származási kísérletek termőre fordulását követően váltak igazán intenzívvé. Több ezer új nemesnyár klón vizsgálatát téve lehetővé; az Erdészeti Tudományos Intézet Sárvári Kísérleti Állomásán folytatott nyárnemesítés volumenét jól mutatja, hogy 1952 és 1987 között összesen 40102 db Aigeros (fekete nyár), 11090 db *Populus* (fehér nyár) és 26979 db Tacahamaca (balzsamos nyár) szekcióba tarto-

zó klónt állítottak elő a munkatársak (Gergáczi 1988). Már Kopecky Ferenc kísérletei is rámutattak arra, hogy a magyarországi termőhelyek elsősorban a *P. deltoides* × *P. nigra* keresztezésből származó, úgynevezett euramerikai nyár klónok termesztésének felelnek meg (Gergáczi et al 1986); közülük is elsősorban azon klónok szelekcióját tűzték ki célul a nemesítők, amelyek a standard fajtának számító olasz nyárnál (*Populus* × *euramericana* (Dode) Guinier cv. 'I-214') gyorsabb növekedésűek, törzsalakjuk pedig kedvezőbb (Kopecky 1978). Nemesítési szempontból e tulajdonságokhoz hasonló jelentőséggel bír a nyárak kórokozókkal szembeni toleranciája és termőhelyállósága. Utóbbi a hazai fafajaink elterjedésében jelentős változásokat okozó klímaváltozás (Móricz et al 2013) okán nyer folyamatosan növekvő figyelmet, és olyan klónok szelekcióját célozza, melyek kedvezőtlen, elsősorban korlátozott vízkapacitású termőhelyeken is sikeres termesztetők, vagyis kellően magas fenotípusos stabilitással rendelkeznek.

Jelen tanulmányban a Soproni Egyetem Erdészeti Tudományos Intézetében (továbbiakban SOE ERTI) Gergáczi József által szelektált ígéretes nemesnyár fajtajelöltek három, eltérő minőségű termőhelyen létesült fajtakiválasztó kísérletben mért növekedéséről, valamint egy tápanyagutánpótlási kísérletben mért elemakkumulációjáról számolunk be, illetve röviden bemutatjuk a SOE ERTI-ben fejlesztett Siteviewer alkalmazásba épített nemesnyár fajtaválasztó alkalmazást.

NEMESNYÁR FAJTAJELÖLTEK TELJESÍTMÉNYÉNEK ÉRTÉKELÉSE

A SOE ERTI Nemesítési Osztályának munkatársai a 2000-es évek eleje óta telepítenek nemesnyár fajtakiválasztó kísérleteket azon újonnan szelektált nemesnyár klónok felhasználásával, melyek a csemetekerti és elsődleges kiválasztó kísérletekben az 'I-214'-hez hasonló, vagy annál jobb növekedési teljesítményt mutattak. Jelen tanulmányban két állami erdőgazdaság egy-egy erdészetének területén (NEFAG Zrt. Monori Erdészet, SEFAG Zrt. Lábodi Vadaszerdészet) létesített kísérletek eredményeit ismertetjük. A kísérletek főbb adatait az 1. számú táblázat tartalmazza.

1. táblázat: Nemesnyár kísérleti területek főbb jellemzői³

Községhatár	Tag, erdő-részlet	Termőhelytípus-változat rövidítése*	Ültetési időszak	Telepítési hálózat
Mende	11/C	ESZTY-TVFLN-RCS-MÉ-A	2003/2004	6 m × 3 m
Lábod	41	KTT-TVFLN-TR-KMÉ-H	2010/2011	6 m × 5 m
Ócsa	128/E	SZTY-TVFLN-HH-MÉ-H	2020/2021	4 m × 3,5 m

A kísérletek felvételezése 2023. augusztus 30. és szeptember 1. között történt. A felvételezés során mellmagassági átmérő és magasságmérést végeztünk 0,1 cm és 0,5 m-es pontossággal, a lábodi és mendei helyszíneken a kísérletek teljes területén, az ócsai ültetvényben pedig a helyszínen kijelölt mintaparcellákban. A felvételi adatok feldolgozásához (statisztikai mutatók számítása, varianciaanalízis, post hoc teszt) R szoftverkörnyezetet használtunk (R Core Team 2022). Jelen tanulmányban a standard fajta mellett három nemesnyár fajtajelölt (P. × euramericana cv. 'Sv-778', 'Sv-879', 'Sv-890') teljesítményét ismertetjük.

A 2003 őszén egyéves gyökeres dugványok felhasználásával, gödörfúrásos ültetéssel telepített, 21 kezeléssel (fajtás), 4 ismétléssel mendei kísérlet mérési adataiból számolt átmérő- és magasságátlagokat a 2. számú táblázat tartalmazza.

³a termőhelytípus-változatok meghatározása a SiteViewer 2.0 alkalmazással történt. A tényleges termőhelyi adatok ettől eltérhetnek

2. táblázat: A Mende 11/C erdőrészletben létesített nemesnyár fajtakiválasztó kísérlet átlagos mellmagassági átmérő és magasság adatai ⁴

Klón	Átlagos mellmagassági átmérő (cm)	Homológ csoport*	Átlagos magasság (m)	Homológ csoport*
Sv-879	29,3	a	23,5	a
Sv-890	30,1	a	23,3	a
I-214	33,1	a	24	a

A kísérleti átlagok alapján a vizsgált klónok közül az 'I-214' növekedett a legintenzívebben Mendén, teljesítménye mind a mellmagassági átmérő, mind a famagasság alapján felülmúlja a fajtajelölteket. A varianciaanalízist követően számított post hoc teszt (Tukey teszt) alapján ugyanakkor az egyes genotípusok teljesítménye közötti különbség nem tekinthető szignifikánsnak, vagyis statisztikai alapon nem igazolható. E három fajta, illetve fajtajelölt a helyi termőhelyi viszonyokat tehát nagyban hasonló növekedési eréllyel hasznosítja.

A Lábod 41-es tagban 2011 tavaszán létesült fajtakiválasztó kísérletben a standard fajta ('I-214') mellett 13 fajta, illetve kísérleti klón tesztelését végezzük, 3 ismétlésben. A kísérlet egyéves csúcsrügyes karódugványok felhasználásával, mélyfúrásos technológiával létesült, tág, 6 m × 5 m-es hálózatban. A 13. vegetációs időszak végére elért átlagos mellmagassági átmérő és magassági növekedési adatokat a 3. számú táblázat tartalmazza.

⁴ az azonos betűket tartalmazó csoportok között szignifikáns különbség $p = 0,05$ szignifikanciaszinten statisztikailag nem igazolható

3. táblázat: A Lábod 41-es tagban létesített nemesnyár fajtakiválasztó kísérlet mellmagassági átmérő és magasság adatai ⁵

Klón	Átlagos mellmagassági átmérő (cm)	Homológ csoport*	Átlagos magasság (m)	Homológ csoport*
I-214	30,4	b	20,6	b
Sv-890	31,4	b	22,4	a
Sv-879	32,7	b	22,8	a
Sv-778	35,7	a	22,1	a

A lábodi kísérletben mind magassági, mind átmérő növekedés terén jobban teljesítettek a vizsgált fajtajelöltek az 'I-214'-nél. A növekedéskülönbség az 'Sv-778'-as fajtajelölt esetében mindkét növekedési paraméter esetében szignifikáns volt, míg az 'Sv-879' és 'Sv-890' fajtajelöltek esetében csupán a magassági növekedésbeli többlet volt statisztikailag igazolható. Érdekesség, hogy a lábodi kísérletben mért átlagos mellmagassági átmérő értékek meghaladták a 7 évvel korábban telepített mendei kísérletben mértéket. E különbséget csak részben magyarázhatja az induló tágabb telepítési hálózat. Meghatározó hatással lehetett rá az mélyebb ültetés, illetve a kedvezőbb (humidabb) termőhely.

Az előzőekben ismertetett kísérletekhez képest gyengébb termőhelyi körülmények között létesült az ócsai ültetvény, ahol teljes, tuskózásos talajelőkészítést követően suhángültetővel történt az egyéves gyökeres dugványok ültetése. A kísérletben mért növekedési adatok elemzésének eredményeit a 4. táblázat tartalmazza.

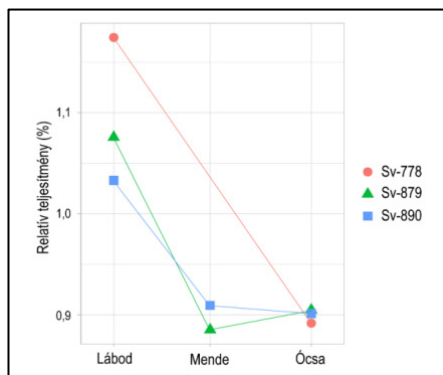
⁵ az azonos betűket tartalmazó csoportok között szignifikáns különbség $p = 0,05$ szignifikanciaszinten statisztikailag nem igazolható

4. táblázat: Az Ócsa 128/L erdőrésztletben létesített nemesnyár bemutató állomány mellmagassági átmérő és magasság adatai (* megjegyzés: lásd 2. táblázat)

Klón	Átlagos mellmagassági átmérő (cm)	Homológ csoport*	Átlagos magasság (m)	Homológ csoport*
Sv-778	7,50	b	7,07	b
Sv-890	7,58	b	7,13	ab
Sv-879	7,61	b	7,24	a
I-214	8,41	a	7,18	ab

A kísérletben az 'I-214'-es nemesnyár fajta mellmagassági átmérő növekedése szignifikánsan felülmúlta a nemesnyár fajtajelöltekét. A standard fajta esetében ugyanakkor magassági növekedésbeli többlet nem volt igazolható. E paraméter tekintetében az 'Sv-879'-es fajtajelölt mutatta a legjobb értékeket. A fajtajelöltek növekedése az ócsai területen közel azonosnak volt tekinthető, bár az 'Sv-778' statisztikailag igazolható, de nem számottevő magassági növekedésbeli lemaradást mutatott.

Az egyes fajtajelöltek standard fajtákhoz viszonyított relatív mellmagassági átmérő növekedését az 1. ábra szemlélteti kísérleti helyszínenként. Az ábra x tengelyén a helyszíneket a nyárak termőhelyi igénye szerinti feltételezett csökkenő sorrendben ábrázoltuk.



1. ábra: A vizsgált nemesnyár fajtajelöltek 'I-214'-hez viszonyított relatív mellmagassági átmérő növekedése a kísérleti helyszíneken

Az ábra alapján látható, hogy átlagos termőhelyi feltételek között az új nemesnyár fajtajelöltek az 'I-214'-éhez hasonló, vagy annál jobb teljesítményre képesek, száraz termőhelyen teljesítményük valamelyest elmaradnak attól. Ugyancsak megfigyelhető, hogy a fajtajelöltek közül az 'Sv-890' mutatja a legjobb fenotípusos stabilitást, vagyis a termőhely minőségének változásával a genotípus teljesítménye ingadozik a standard fajtahoz képest a legkevésbé. Emiatt a fajtajelölt ültetését mind kedvező, mind gyengébb minőségű termőhelyi körülmények között ajánljuk. Vele ellentétben az 'Sv-778' csak megfelelő termőhelyi viszonyok között képes intenzív növekedésre, ezért e fajtajelölt ültetése csak közepes és jó nemesnyár termőhelyeken ajánlható.

ELEMAKKUMULÁCIÓS VIZSGÁLATOK

Egy Versenyképességi és Kiválósági Együttműködések program támogatásában megvalósult projekt keretében növényi elemakkumulációs vizsgálatokat folytattak a SOE ERTI kutatói egy nemesnyár tápanyagutánpótlási kísérletben. A Monorierdőn létesített, és az 'I-214' standard fajta mellett az 'Sv-778', 'Sv-879' és 'Sv-890' nemesnyár fajtajelölteket is magában foglaló ültetvényben végzett kutatás arra kereste a választ, hogy az ültetvény területén végzett különböző dóziséjú műtrágya kezelések hatással vannak-e az egyes nyár genotípusok levélszövetének tápelem tartalmára. A foszfor-, kálium- és nitrogéntartalom vizsgálatok eredményét az 5. táblázat tartalmazza.

5. táblázat: Az egyes nemesnyár fajták, illetve fajtajelöltek levelének átlagos foszfor, kálium és nitrogéntartalma. Jelmagyarázat: A kezeléstípus: nullkezelés; B kezeléstípus: 75 kg/ha NPK műtrágya kijuttatás; C kezeléstípus: 150 kg/ha NPK műtrágya kijuttatás.

Fajta/fajtajelölt	Kezeléstípus	P (mg/g)	K (mg/g)	N (%)
I-214	A	3,081	15,386	4,562
	B	3,033	13,719	4,497
	C	3,055	13,431	4,497
Sv-778	A	2,202	10,439	3,558
	B	2,281	10,971	3,82
	C	2,358	11,948	3,789
Sv-879	A	2,593	11,769	3,767
	B	2,858	11,41	4,346
	C	2,672	11,961	4,052
Sv-890	A	2,559	11,436	3,889
	B	2,636	12,019	4,221
	C	2,787	12,347	4,241

A laboratóriumi eredmények statisztikai elemzése (varianciaanalízis) nem mutatott ki értékelhető kezeléshatást, vagyis a különböző dózisban végzett műtrágya kijuttatások nem okoztak szignifikáns tápelemtartalom változást az egyes nyár genotípusok levélszövetében. A mérési eredményekben megfigyelt variancia az egyes klónok közötti eltérésekre volt visszavezethető, vagyis a nemesnyár genotípusok levélszövetének tápelemtartalma (mindhárom elem tekintetében) közötti eltérés nagyobb volt, mint ez egyes genotípusokon belül a kezelések közötti különbség. E mérési eredmények, többek között, nemesnyár ültetvények tápelemforgalom vizsgálatához nyújthatnak értékes információkat.

NEMESNYÁR FAJTAVÁLASZTÓ ALKALMAZÁS

Egy Európai Innovációs Partnerségi projekt keretében a SOE ERTI kutatói egy olyan nemesnyár fajtaválasztó – termőhelyértékelő bővítménnyel egészítették ki a SiteViewer 2.0 alkalmazást, amely nemesnyárok ültetésére alkalmas termőhelyekre ajánl fajtákat a hazai fajtaszortimentből, különböző klímaprojekciók figyelembevételével. A fejlesztés során a kutatók nagyszámú nemesnyár kísérlet több évtizedes mérési adatbázisát értékelték, meghatározva az

egyes, a SiteViewer által figyelembe vett termőhelytípus-változatokon legintenzívebb növekedést mutatott fajtákat.



2. ábra: A SiteViewer alkalmazás mobiltelefonra fejlesztett verziójának képernyőképe, a kiválasztott erdőrészletbe ajánlható nemesnyár fajták megjelölésével

Tekintettel arra, hogy az intézet által létesített kísérletek a nemesnyarak által ajánlható termőhelyek egy részét fedték csak le, a kutatók a fennmaradó termőhelytípus-változatokat termőhelyi paraméterenként, az egyes fajták igényei alapján értékelték. Első körben az alkalmazás mobiltelefonra fejlesztett verziója lesz elérhető, melyet az asztali számítógépen használható változat megjelenése követ majd.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Munkánkhoz elvülhetetlen segítséget nyújtottak NEFAG Zrt. Monori Erdészetének (Kindla Norbert erdészeti igazgató, Papp Krisztián erdőművelési ágazatvezető, Brecsok Sándor, Poppé László és Rada Ferenc kerületvezető erdészek), és a SEFAG Zrt. Lábodi Vadászterdészetének munkatársai (Tímár József erdőművelési ágazatvezető).

TÁMOGATÁS

A nemesnyár fajtaválasztó alkalmazás fejlesztését a VP3-16.1.1-4.1.5-4.2.1-4.2.2-8.1.1-8.2.1-8.3.1-8.5.1-8.5.2-8.6.1-17 kódszámú felhívásra benyújtott, 1924342122 projektazonosító számú, NNY-EIP Nyár ültetvények ipari termesztés technológiájának fejlesztése című projekt, keretében végeztük.

A növényi elemakkumulációs vizsgálatokat a 2017-1.3.1-VKE-2017-00022 azonosítószámú. A fatömeg hozamot és faanyagminőséget jelentősen növelő, a gyakorlatban eddig nem alkalmazott állománynevelési és trágyázási eljárások kidolgozása új, gyorsnövésű fajtákkal létesített erdészeti ültetvényekben című projekt finanszírozásában végeztük. A 2017-1.3.1-VKE-2017-00022 számú projekt a Kulturális és Innovációs Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a Versenyképességi és kiválósági együttműködések (VKE_17) pályázati program finanszírozásában valósult meg.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- GERGÁCZ J. 1988: A nyárok keresztezéses nemesítése terén elért eddigi eredmények. Erdészeti Kutatások 80–81(1): 19–28.
- GERGÁCZ J., SIMON M. ÉS TÓTH B. 1986: A rezisztencia, a használati érték növelésére, a hazai termőhelyi lehetőség gazdaságosabb kihasználására alkalmas új nemesnyár-fajta-jelöltek, javaslat a fajtaszortiment bővítésére. Erdészeti Kutatások 78(1): 35–48.
- KOPECKY F. (1968) Nyárok. In Nemly E. (ed): Erdészeti növény-nemesítés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 229-232.
- KOPECKY F. 1978: Nemesítés. In: Keresztesi B. (szerk.) 1978: A nyárok és a fűzek termesztése. Kiadó, Budapest, 50–54 o.
- MÓRICZ N., RASZTOVITS E., GÁLOS B., BERKI I., EREDICS A. & LOIBL W. 2013: Modelling the Potential Distribution of Three Climate Zonal Tree Species for Present and Future Climate in Hungary. Acta Silvatica et Lignaria Hungarica 9:85–96.
- R CORE TEAM, 2022. R: A language and environment for statistical computing.
- STANTON J.S., SERAPIGLIA M.J. & SMART L.B. (2014): The domestication and Conservation of Populus and Salix Genetic Resources. In: Isebrands, J.G., Richardson, J. (ed.) (2014): Poplars and Willows – Trees for Society and Environment. FAO, CABI, United Kingdom. 124-125.

AKÁC (*ROBINIA PSEUDOACACIA* L.) MESTERSÉGES ERDŐFELÚJÍTÁS VIZSGÁLATA HATÁRTERMŐHELYEN A DÉL-NYÍRSÉGBEN

KOC SIS ISTVÁN ATTILA ^{1,2}, KINCSES SÁNDORNÉ ², LÁSZLÓ ZOLTÁN ²,
SÁNDOR ZSOLT ², TÁLLAI MAGDOLNA ²

1 Nyírerdő Nyírségi Erdészeti Zrt., Halápi Erdészet,

2 Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi-és Környezet-
gazdálkodási Kar, Agrokémiai és Talajtani Intézet

KIVONAT

A Dél-Nyírségben, Magyarország második legnagyobb homokhátságának déli szegletében történő fehér akác (*Robinia pseudoacacia* L.) mesterséges erdőfelújítás sikerességét vizsgáltuk a talajtényezők és a növekedési erély kapcsolata alapján (2023). Szabadföldi kisparcellás kísérletben talajjavító beavatkozásokat hajtottunk végre (műtrágya, szerves-trágya, szennyvíziszap komposzt, magas huminsav tartalmú dudarit készítmény, gyors pellet és talaj- baktériumtrágya kijuttatásával). A kezeléseket követően talajkémiai vizsgálatokat végeztünk, illetve június és augusztus hónapokban növény magassági növekedést mértünk. A kapott adatokat statisztikai módszerekkel elemeztük. A vizsgálati eredmények rámutatnak, hogy az akáccsemeték magassági növekedését az erdőfelújítás talaja időben fokozódó mértékben befolyásolja. A növényfejlődés kezdetén, júniusban a magassági adatok még nem jeleztek összefüggést a talajjavítási beavatkozások hatásaival. Az augusztusi magassági értékekkel a vizsgált talajtényezők azonban már közepes kapcsolatban állnak, mely tényező különösen fontos lehet a facsemeték túlélése és fejlődése szempontjából, főként az év legmelegebb és időnként rendkívül aszályos időszakában.

KULCSSZAVAK:

erdőfelújítás, akác, Nyírség, humuszos homok, tápanyag-utánpótlás

BEVEZETÉS

Az egykoron vizekben bővelkedő Dél-Nyírség kistáját az 1800-as évek második felében kezdődő vízrendezési munkák során belvízelvezető csatornákkal látták el. Az időszakosan megjelenő többletvizeket és a buckaközi laposok mocsarait, lápjait (Isd. Debrecen-Haláp mélyfekvésű terület rész elnevezése) a Hortobágy és a Berettyó folyókba vezették le (Szemerédy, 2007). Makádi et al.(2012) kutatásai szerint a Nyírségben általános szárazodási folyamat figyelhető meg. Jellemzőek a gyenge víz- és tápanyag-szolgáltató képességű termő-

területek a térségben, ahol a talajelőkészítés minősége különösen nagy jelentőséggel bír az erdőfelújítások sikerességének tekintetében..

IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A Dél-Nyírség a Tiszántúl síkságából 110-150 m tengerszint feletti magasságban emelkedik ki a Nyírség DNY-i részén. A kistáj a meleg, mérsékelt száraz éghajlati körzethez tartozik. A napsütéses órák száma évenként 2000 óra felett van, a terület hőösszege 3100°C, közepesen magasnak tekinthető. Az évi csapadékmennyiség sokéves átlaga 500-550 mm, a legtöbb csapadék júliusban hullik, a tenyészidőszakra átlagban 350 mm jut (Mezősi, 2015). A Nyírség Magyarország második legnagyobb homokhátsága, melynek klimatikus viszonyai az erdészeti kutatási modellek szerint nagy hasonlóságot mutat a Duna-Tisza közti homokhátság szárazodó és melegedő időjárási folyamataival (Führer et al., 2017). Azokon a területeken, ahol a növénytakaró záródása nem tökéletes és ezért a szél pusztító hatására a felszíni homokrétegek átrendeződtek, futóhomokos és gyengén humuszos homoktalajok alakultak ki (Kádár & Szemes, 1994).

Magyarországon és a NYÍRERDŐ Zrt. működési területén (Szabolcs-Szatmár-Bereg és Hajdú-Bihar vármegyében) a legmeghatározóbb fafaj az akác. Országos szinten az erdőterületek megközelítőleg 24 %-át, a Társaságnál 47%-át foglalja el ez a fafaj (Tóth R. et al., 2018).

Az erdőfelújítások eredményes elvégzése egyre nehezedő feladatot jelent számunkra. A vizsgált Dél-Nyírségben jellemzőek a humuszos homoktalajok (~1 % humusztartalommal a talaj legfelső 20-30 cm mélységű rétegben), melyek víz- és tápanyag-ellátottsága kedvezőtlen. A vizsgálati helyszínen (Debrecen 369/A) a véghasználati fakitermelést követő teljes talajelőkészítési eljárás következményeként a talajfelszínhez közeli szervesanyag tartalom jelentősen lecsökkent. A megelőző vizsgálat szerint a talajelőkészítési műveletek által a tuskósorokban és az 50 cm-es talajmélységben jelent meg jelentősebb szervesanyag mennyiség, amely így az újonnan ültetett facseteték számára időszakosan vagy végérvényesen hozzáférhetetlenné vált (Kocsis et al., 2022).

ANYAG ÉS MÓDSZER

Debrecen községhatárban (Debrecen 369/A) szabadföldi kisparcellás kísérleti kezeléseket állítottunk be véghasználati fakitermelést követően fehér akác (*Robinia pseudoacacia* L.) mesterséges erdőfelújításban, 2023 márciusában. Erdei fenyő (*Pinus sylvestris* L.) faállomány letermelését követően teljes talaj-

előkészítés történt. Kijelölésre kerültek kezelésként 10 m hosszú mintasorok az ültetési hálózatban. A sortávolság 2,7 m a tőtávolság 0,5 m. Az ültetést 1/0 magágyi csemetével végeztük el.

A kezeléseket (1. táblázat) 3 ismétlésben végeztük el, a kijuttatást kézi eszközzel, sekély bekapálással hajtottuk végre. A tenyészidőszakban a kezeléseket 0-20 cm mélységű talajmintáit és a júniusi és augusztusi magassági növekedést vizsgáltuk meg. A talajmintákból történő méréseket a DE MÉK Agrokémiai és Talajtani Intézet talajkémiai laboratóriumaiban végeztük. A humusztartalom mérését (Hu%) kolorimetriás módszerrel (MSZ-08 0210-77) mértük, a talaj szerves szén-tartalmát az MSZ-08-0210:1977 szerint becsültük, míg abból a szerves nitrogén (ON) tartalmát az MSZ-08-0458:1980 alapján számoltuk. Mértük a talajok kémhatását (MSZ 08-0206/2:1978), az ammóniumlaktát (AL) oldható foszfor- és káliumtartalmát (MSZ 20135:1999). Az adatfeldolgozáshoz és az eredmények kiértékeléséhez Microsoft Excel és IBM SPSS programokat használtunk fel.

1. táblázat A kisparcellás kísérletben alkalmazott kezelések és dózisok

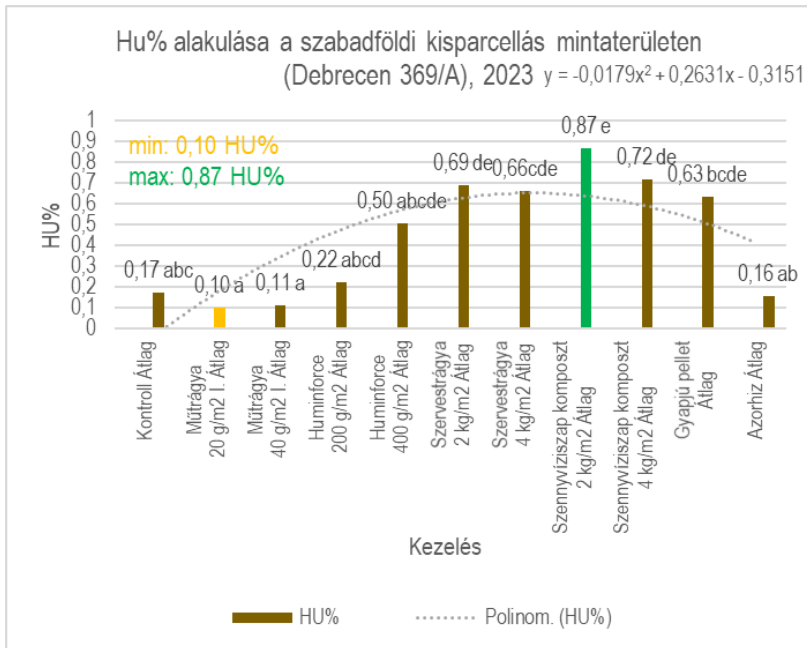
Kezelések	Termékleírás	Alkalmazott dózis
Kontroll terület	-	Ø
YaraMila Complex 12-11-18 műtrágya	Klórmentes, magas mikroelem tartalmú, speciális műtrágya készítmény.	20 g m ⁻²⁻¹
		40 g m ⁻²⁻¹
Alphaplant Humin-force Dudarit	Növényi anyagok természetes humifikációja során keletkezett szerves ásvány, magas huminsav tartalommal.	200 g m ⁻²⁻¹
		400 g m ⁻²⁻¹
Szervestrágya	Mélyalmos 3 éves szarvasmarha istállótrágya.	2 kg m ⁻²⁻¹
		4 kg m ⁻²⁻¹
Biomass Super AKSD komposzt	Debreceni Vízmű Rt-ből származó kommunális szennyvíziszap + adalékanyagok	2 kg m ⁻²⁻¹
		4 kg m ⁻²⁻¹
Fitowool gyapjú pellet	Segíti megőrizni a talajnedvességet a száraz, aszályos időszakban és lassan bomló tápanyagforrás a talajban.	2,5 kg m ⁻²⁻¹
Azoter Azorhiz talaj-baktériumtrágya	Talajtermékenység növelő talajoltó készítmény.	10 ml m ⁻²⁻¹

EREDMÉNYEK

Mintaterületünk a Debrecen 369/A erdőrésztben lett kijelölve (1. kép). A talajszelvény feltárás során humuszos homoktalajt találtunk.



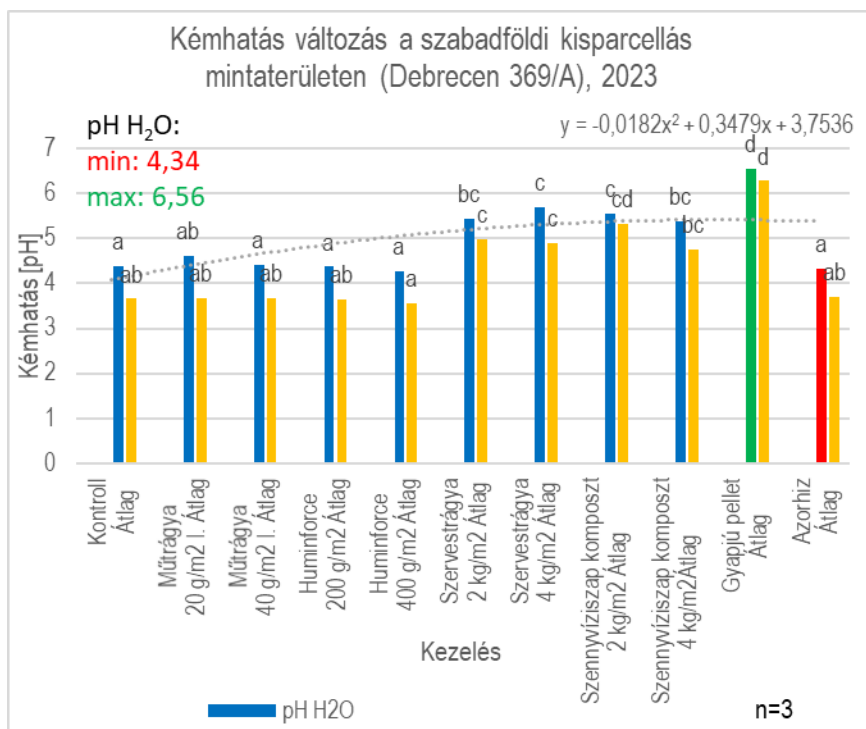
1.kép Debrecen 369/A erdőrészt mintaterület talajszelvénye(forrás: Saját)



1.ábra Debrecen 369/A erdőrészt mintaterület humusztartalom vizsgálati eredményei 2023 augusztus hónapban

A vizsgálati eredmények alapján megállapítottuk, hogy a kontroll területhez képest szignifikáns emelkedést (d,e) a humusztartalom tekintetében a szerves trágya és a szennyvíziszap komposzt hozzáadása okozott. A maximum értéket a nagydózisú szennyvíziszap komposzt hozzáadásával érték el. A minimum értéket a műtrágyával kezelt területen mértük, mely adatok közel meggyeztek a kontroll és a talaj-baktériumtrágya esetén mért értékekkel.

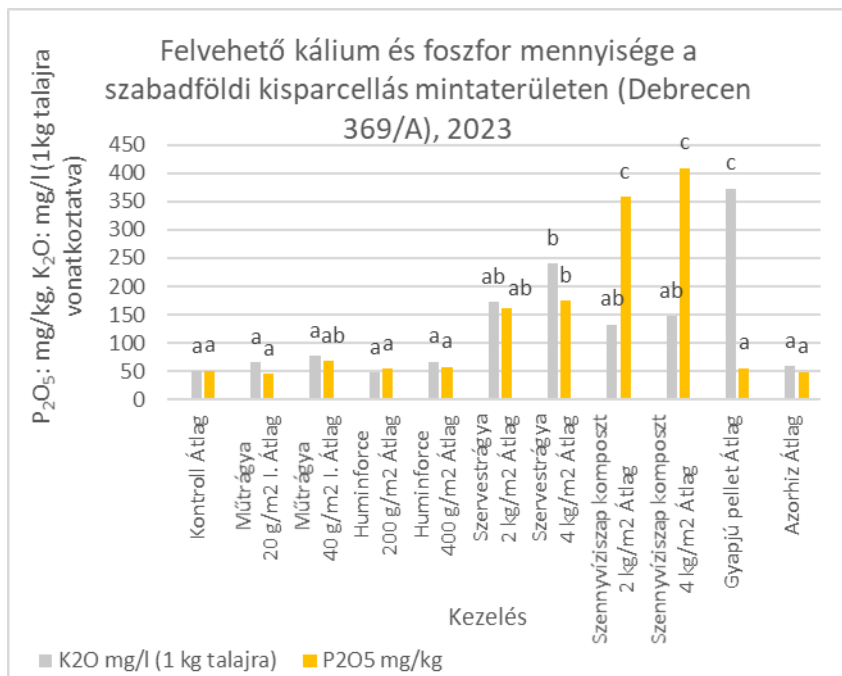
A Huminfoforce Dudarit készítmény a vizsgálat szerint szintén humusztartalom növekedést okozott, azonban szignifikánsan nem különböztek a kapott adatok a kontroll területhez képest (1. ábra).



2. ábra Debrecen 369/A erdőrézlet mintaterület kémhatás vizsgálati eredményei 2023 augusztus hónapban

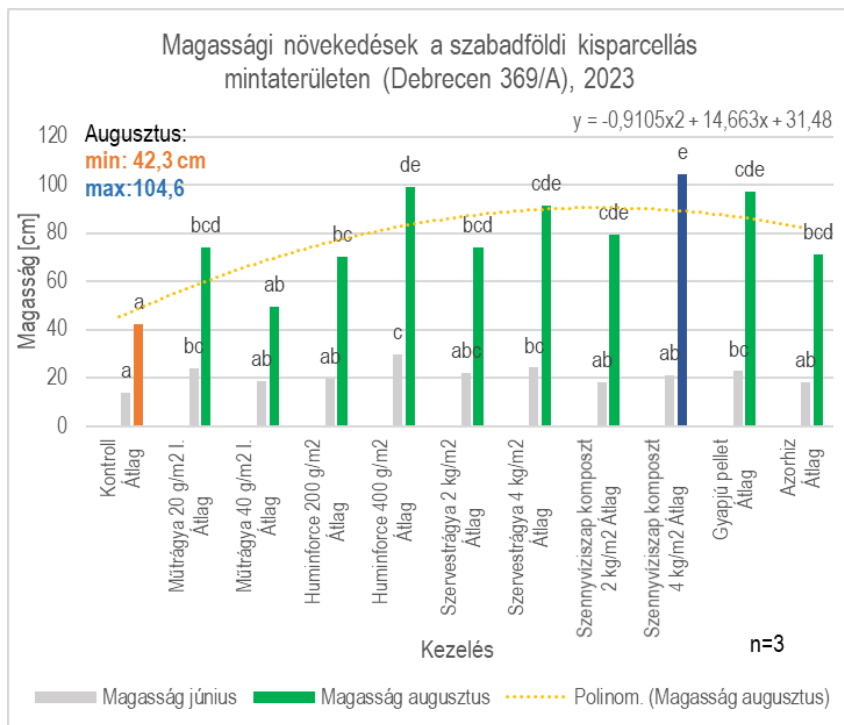
A talaj kémhatásának (2. ábra) fontos szerepe van a tápanyagok feltáródásában, ezért külön megvizsgáltuk pH H₂O és pH KCL értékeket a kísérletben. A szerves trágya, a szennyvíziszap komposzt (b, c) és kiemelkedően a gyapjú pellet (maximum) (d) okozott jelentős kémhatás emelkedést. A talaj-

baktériumtrágya (minimum) esetében a kontrollhoz, műtrágyakezeléshez és a Huminfoforce készítményhez hasonló alacsony, erősen savanyú kémhatást mértünk.



3. ábra Debrecen 369/A erdőrészt mintaterület felvehető kálium és foszfor vizsgálati eredményei 2023 augusztus hónapban

A 3. ábrán láthatóak az oxidatív állapotban mérhető, ezáltal a növény számára felvehető kálium és foszfor vizsgálati eredmények. A kálium esetében szignifikáns mennyiség-növekedést a nagy adagú szervestrágya (b) és a gyapjú pellet (c) esetében figyelhetünk meg. A foszfor tekintetében egyértelmű és határozott emelkedést a nagy adagú szervestrágya (b) és főként a szennyvíziszap komposzt (c) okozott.



4. ábra Debrecen 369/A erdőrészt mintaterület akác magassági növekedés vizsgálati eredményei 2023 június és augusztus hónapokban

A 4. ábrán a talajjavító kezelésekben kialakult magasságnövekedési értékek láthatóak. A kontrollhoz képest szignifikánsan különböző eredményeket, vagyis határozottan nagyobb növekedést, a nyár eleji, a növényfejlődés szempontjából kezdeti időszakban a kisadagú műtrágya, a nagy adagú Huminforce, a nagy adagú szervestrágya és a gyapjú pellett okozott. A nagy adagú műtrágya, a kis adagú Huminforce, a kis adagú szervestrágya, a szennyvíziszap komposzt és talaj-baktériumtrágya esetében nem mértünk jelentős növekménybeli különbséget.

Az augusztusi hónapra azonban változás következett be. Kimagasló magassági méreteket a nagy adagú szennyvíziszap komposzt (maximum) esetén kaptuk, és a nagy adagú műtrágya kezelés kivételével minden egyéb kezelésünk statisztikailag kimutatható akác növénymagasság értéket mutatott a kontroll területéhez képest.

2. táblázat Debrecen 369/A erdőrészt mintaterület vizsgált paramétereinek közötti összefüggések vizsgálata, 2023

Pearson-féle korreláció (r-értékek; n=33)	Magasság június (cm)	Magasság augusztus (cm)	HU%	AL-K ₂ O mg/l (1 kg talaj- ra)	AL-P ₂ O ₅ mg/kg	pH H ₂ O
Magasság au- gusztus (cm)	,696**	--				
HU%	0,254	,527**	--			
K ₂ O mg/l (1 kg talajra)	0,158	,399*	,473**	--		
P ₂ O ₅ mg/kg	-0,044	,355*	,556**	0,305	--	
pH H ₂ O	0,032	,393*	,588**	,709**	0,319	--
pH KCl	0,036	,396*	,568**	,658**	0,334	,963**
N	33	33	33	33	33	33
** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).						
* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).						

A korrelációs táblázat elkészítésénél a változók közé az összes kezelést belevontuk (n=33). A 2. táblázatban a vizsgált paraméterek közötti összefüggésekre vonatkozó eredmények kerültek a Pearson-féle korrelációs vizsgálat alapján. Látható, hogy a júniusi magassági értékeket nem befolyásolták kimutathatóan a talajkezelések. Az összefüggés azonban jelentősen megváltozott a későbbiekben, ugyanis augusztus hónapban a magassági növekedés és a HU% már közepes (r=0,527) kapcsolatot mutatott egymással. A HU% továbbá közepes összefüggést mutatott még az AL- K₂O (r=0,473), és AL- P₂O₅ tartalommal (r=0,556), hisz a humusz - a nitrogén mellett - ezen tápanyagok jelentős raktárkészlete. A kémhatásvizonyok kedvezőbbé válásával a humusz% értékei közepesen korreláltak (r=0,588; 0,568); illetve a kémhatásvizonyok alakulása a talaj felvehető káliumtartalmával mutatott közepes, pozitív összefüggést (r=0,709).

KÖVETKEZTETÉSEK

Eredményeink szerint a szervesanyag tartalom kezdetben (2023. június) nem mutatott kimutatható kapcsolatot az egyéves magágyi csemete fejlődésében, azonban a későbbiekben (2023. augusztus) az összefüggés bizonyíthatóvá vált, ami - véleményünk szerint - a csemete gyökérfejlődésével és a felvehető tápanyagtőke jelenlétével magyarázható. Statisztikai értékelésünkkor mutatuk ki, hogy a talaj humusztartalma a talaj felvehető kálium és foszfor készletével közepesen korrelált. A kémhatástól függően azonban jelentős eltérések mutatkoztak. A felvehető káliummennyiség esetében a kémhatásváltozás közepesen szoros összefüggést mutatott. A felvehető foszformennyiség a kémhatásváltozással gyenge korrelációt adott, elsősorban a szennyvíziszap komposzt kihelyezéssel értünk el jelentős pozitív irányú változást esetében. A jelenleg rendelkezésre álló adatok alapján feltételezzük, hogy a talaj felvehető foszfortartalom növekedése jelentős előnyt biztosít az akác növények előhegyért folytatott versenyében.

Összegzésül megállapítható, hogy a talajtermékenység megőrzését és javítását szolgáló célzott beavatkozások (víz- és tápanyagszolgáltató képesség javítása) az erdőfelújítások sikeres elvégzéséhez mindinkább elkerülhetetlenné válnak a térségben. Az éghajlati és klimatikus viszonyok időbeni gyors és drasztikus átalakulása miatt a kedvezőtlen adottságú talajok rendszeres monitorozása megkerülhetetlenné válik számunkra, ha a napjainkhoz hasonló erdőállományokat szeretnénk fenntartani.

IRODALOM

- CHRISTIN, C. – PETER, B. – MAIK, V. – DIRK, L. – HANS, P. (2018): Key drivers of competition and growth partitioning among Robinia pseudoacacia L. trees, Forest Ecology and Management, Volume 430, ISSN 0378-1127, pp. 86-93.
- FÜHRER, E. - GÁLOS, B. - RASZTOVICS, E. - JAGODICS, A. - MÁTYÁS, Cs. (2017): Erdészeti klímaosztályok területének változása. Erdészeti Lapok, 2017, pp. 174-177.
- KÁDÁR, I. - SZEMES I. (1994): A nyírlugosi tartamkísérlet 30 éve, MTA Talajtani és Agrár-kémiai Kut. Int. Budapest, pp. 9-36., 227-230.
- KOCSIS, I. - LÁSZLÓ, Z. - SÁNDOR, Zs. (2022): Increasing the fertility of arenosols in Nyírség in reforestations. In: 22nd World Congress of Soil Science: Poster book of abstracts, International Union of Soil Sciences (IUSS), British Society of Soil Science, Glasgow.
- MAKÁDI, M. – KÁTAI, J. – ZSUPOSNÉ, O. Á. (2012): Nyírségi Homoktalajok termékenységének megőrzése és fenntartása. Debreceni Egyetem AGTC, pp. 7-159.

- MEZŐSI, G. (2015): Magyarország természetföldrajza, Akadémia Kiadó Zrt., Budapest, p. 394.
- MSZ 20135: 1999. A talaj oldható tápanyagelem-tartalmának meghatározása. Magyar Szabvány Egyesület: Budapest, Magyarország. (Determination of the soluble nutrient element content of the soil. (in Hungarian). Hungarian Standard Association: Budapest, Hungary).
- MSZ-08-0210:1977. Talajok szerveszén-tartalmának vizsgálata. Magyar Szabvány Egyesület: Budapest, Magyarország. (Testing organic carbon content in soils (in Hungarian). Hungarian Standard Association: Budapest, Hungary).
- MSZ-08-0458:1980. Talajok összes nitrogéntartalmának meghatározása. Magyar Szabvány Egyesület: Budapest, Magyarország. (Determination of total nitrogen content in soils (in Hungarian). Hungarian Standard Association: Budapest, Hungary).
- SZEMERÉDY M. (2007): Az erdőspuszták parkerdei, Nyomdaipari Szolgáltató Kft. Debrecen, pp. 175.
- TÓTH, R. – POCSAJI, GY. – HALMOS, Z. (2018): Változó környezet, változó lehetőségek az akác gazdálkodásban a Nyírerdő Zrt. – nél, Alföldi Erdőkért Egyesület Kutatói Nap Tudományos Eredmények a Gyakorlatban, Lakitelek 2018, ISBN 978-615-80594-2-8.

ÍGÉRETES FEHÉR (LEUCE-) NYÁR KLÓNOK VIZSGÁLATA GYENGE ADOTTSÁGÚ TERMŐHELYEKEN

KESERŰ ZSOLT, PÓVIKNÉ TÖRÖK CSILLA, SÓVÁGÓ EMESE, RÁSÓ JÁNOS

Soproni Egyetem Erdészeti Tudományos Intézet

Ültetvényszerű Fatermesztési Osztály

KIVONAT

A hazai fehérynárasok túlnyomó része – több mint 80 %-a – a Duna-Tisza közti homokháton, valamint a Duna–Tisza hullámterében található. A magyarországi fehér nyár állományok jelenlegi területe az összes erdőterületre vetítve megközelítőleg 5% (kb. 90 ezer ha). Jelentős szerepük van a homoki erdőtelepítésekben és erdőfelújításokban, továbbá az ártéri erdők fajfajcserés felújítása során is. A Duna-Tisza közti homokháton tenyésztő fehérynárasok genetikai leromlásának megállítása céljából az Erdészeti Tudományos Intézetben 1974-ben kezdődött meg a kiváló erdészeti növény-nemesítő, Kopecky Ferenc és munkatársai által előállított fehér nyár (Leuce-nyár) mesterséges hibrid- (klón-) szelekciójával kapcsolatos kutatómunka. Fenotípusuk, növekedésük, gyökerezési képességük, valamint egészségi állapotuk alapján számos klón szelektálására került sor, elsősorban fajtakiválasztó klónkísérletek létesítése céljából. Jelen dolgozatban az erre a munkára alapozott jelenlegi vizsgálatainkat és az eddig levonható következtetéseket ismertetjük.

KULCSSZAVAK

fehér (Leuce-) nyár klón, gyenge minőségű termőhelyek, vegetatív szaporítás, faültetvények

BEVEZETÉS

A Leuce-nyárok közül Magyarországon a fehér nyár (*Populus alba* L) és a szürke nyár (*Populus x canescens* SMITH) bír erdőgazdasági jelentőséggel. A fehér nyár (*P. alba*) és a rezgő nyárral (*Populus tremula* L) képzett természetes hibridje, a szürke nyár (*P. x canescens*) az elmúlt századokban az Alföld egyik uralkodó fajtái voltak. A XIX. század második felében elvégzett folyószabályozások, vízrendezések, valamint a Duna-Tisza közti homokvidéken az egyre nagyobb területekre kiterjedő mezőgazdasági termelés nagymértékben beszűkítette élőhelyét. A fehér nyár őshonos faj, mégis a homoki termőhelyek döntő többségén faállományait ültetvényszerűen termesztik. Kisebb területi aránnyal megtalálhatók a Nyírségben, a Kisalföldön (Szigetköz), továbbá a Duna és Tisza hullámterében (ártéri fehérynárasok).

A klímaváltozás következtében a nyártermesztők és a nyárok termesztés-fejlesztésével foglalkozó kutatók számára az egyik legfontosabb feladat a fatermesztési célú nyárállományok és ültetvények létesítéséhez olyan klónok és fajták szelektálása, amelyek a szárazsággal szemben toleranciát mutatnak. Magyarországon a nyárfatermesztésre alkalmas termőhelyek kiterjedése meglehetősen korlátozott. Az utóbbi évtizedekben a Duna-Tisza közén a nyárfatermesztés számára néhány igen fontos ökológiai tényező kedvezőtlené vált. A vegetációs periódus alatti kevés csapadék (sok esetben 200–300 mm) és a folyamszabályozások számos helyen a talajvízszint drasztikus csökkenését eredményezték. Az ilyen helyeken a nyárfélék vízellátása a talaj nedvességtartalmától, a felszínen összefolyó vízmennyiségtől és a talajok víztárolóképességétől függ. Ebből kifolyólag a fő cél olyan fehér nyár klónok és fajták szelektálása, amelyek szárazságtűrőek és fatermesztési ipari célra jó törzsalakkal rendelkeznek (álgeszt nélkül), valamint alkalmazkodni tudnak a megváltozott ökológiai viszonyokhoz (Rédei és Keserű, 2007).

Napjainkban a fehérynárasok termesztés-fejlesztésében elsőrendűen fontos feladat a vegetatív módon is jól szaporítható, kiváló növekedésű, a klímaváltozás következtében a szárazodó klímát jól tűrő, kórokozókkal és károsítókkal szemben rezisztens, faipari célra értékesebb alapanyagot nyújtó új fajták előállítás és köztermesztésbe vonása. Az egyklónúság, a monokultúras termesztés a fehérynárasok körében sem kívánatos, ezért is fontos a kutatási eredmények alapján ígéretesnek tartott klónok legjobb vegetatív szaporítási eljárásának kidolgozása (Keserű 2013). A fejlesztésnek irányt szab, hogy a szelektált fehér nyár klónok intenzívebb termesztésbe vonásának egyik gátló tényezője a vegetatív úton történő szaporíthatóságuk eredményes megoldása. A szelektált leuce nyár klónok mikroszaporítása (szövettenyésztése) és az így előállított ültetési anyag terepi kísérletei terén az Erdészeti Tudományos Intézet (ERTI) és az Érdi Gyömölcs-és Dísznövénytermesztési Kutatófejlesztő Kht. jelentős eredményeket ért el (Balla et al. 2016).

Az Erdészeti Tudományos Intézetben korábban is végeztek olyan kutatásokat, amelyek a leuce nyár klónok vegetatív szaporíthatóságának megoldására irányultak. Egy OTKA pályázati munka keretében Borovics Attila, Benke Attila és Csintalan Zsolt a szekcióba tartozó fajokra jellemző gyenge gyökeresedés megjavítására alkalmas, az igen költséges megoldásokat (oltás, szemzés) felváltó új, üzemi szinten alkalmazható vegetatív szaporítási eljárás kidolgozásának lehetőségét vizsgálta. Az összehasonlító növényfiziológiai vizsgálatok a négy őshonos nyár faj (fehér nyár, fekete nyár, szürke nyár és rezgő nyár) el-

térő gyökeresedési hajlamának a háttérében álló okok és azok lehetséges befolyásolásának a meghatározására irányultak. A vizsgálatok alapján a klónok között a nem-strukturális szénhidráttartalomban eltérés nem mutatkozott, nem befolyásolta a gyökeresedési erélyt a dugványok eredeti helyzete és vastagsága sem. Az alkalmazott auxin kezelések a gyökeresedést nem fokozták, az auxin transzport gátlása viszont jelentősen csökkentette azt. Pozitív hatást értek el az etilénszintézis fokozásával. Az eredményeik alapján a nyár fajok közötti gyökeresedési különbség az eltérő etilén szintre vezethető vissza (Borovics et al. 2009).

A Soproni Egyetem Erdészeti Tudományos Intézetében folyó korábbi vizsgálatok alapján két ígéretes Leuce-nyár kísérleti klón (*Populus alba* x *P. grandidentata* H-337 és H-384) alkalmas lehet a megfogalmazott célok teljesítéséhez. Európai Innovációs Projekt (EIP) keretén belül a közelmúltban megkezdtük a kísérleti klónok vegetatív szaporíthatóságának vizsgálatát és kísérleti iparifa-ültetvények létesítését.

Az új, potenciális fajtákkal szemben alapvető elvárás az optimális hozam (mennyiségi) és faanyag-minőségi tulajdonságok mellett a környezethez való magas szintű alkalmazkodóképesség, az éghajlatváltozás szélső értékeivel szembeni tolerancia, a melegedő és szárazodó klimatikus körülmények között is jól érvényesülő természetbiztonság. A technológia kifejlesztéséhez szükséges mintaültetvények létesítése a konzorciális együttműködés következtében eltérő agrárerdészeti termőtípusokon és eltérő genetikai talajtípusokon, ökológiai környezetben valósult meg (Keserű 2022).

ANYAG ÉS MÓDSZER

Kísérleti területek bemutatása

A Duna-Tisza közti homokháton tenyésztő fehérnyárasok genetikai leromlásának megakadályozása érdekében az Erdészeti Tudományos Intézet kecskeméti csemetekertjében 1974-ben kezdődött meg a kiváló erdészeti növénynevelő, Kopecky Ferenc és munkatársai által előállított fehér nyár (*Leuce-nyár*) mesterséges hibrid- (klón-) szelekciójával kapcsolatos kutatómunka. A Duna-Tisza közti homokhát déli körzetében, a Balotaszállás 84/L erdőrészletében 1986-ban kezdődött meg az őshonos nyár klóngyűjtemény kialakítása génrezervációs céllal. A 10 ha-os géngyűjtemény létesítésének gondolata az ERTI kutatóitól származott, akik ezt a lehetőséget 1985-ben a Duna menti országok részvételével szervezett nemzetközi tanácskozáson vetették fel. A gyűjtemény minél hamarabbi létesítését azért szorgalmazták, mert abban az

időben az őshonos nyárok és fűzek területe rohamosan csökkent, ami együtt járt génkészletük rohamos csökkenésével (KESERŰ 2013).

A folyamatosan zajló és ismételt klónszelekciós munka alapján újabb és újabb törzsfaklónok kerültek kiválasztásra, amelyek mikroszaporítási (szövettenyésztés) eljárását is sikerült kidolgozni. A Kecskemét 80A erdőrészletben öt fehér (*Leuce-*) nyár klónnal létesítettünk fajtaösszehasonlító klónkísérletet 2004-ben.

A Kecskemét 80A fajtakiválasztó klónkísérletben a B-10 (H-325), B-25 (H-337) és B-31 (H-384) jelölésű balotaszállási törzsfák mikroszaporítással létrehozott utódait, valamint két szentkirályi törzsfá (SZ-1 és SZ-3 jelzésűek) szintén mikroszaporítással előállított csemetéit helyeztük el. Viszonyítási alapnak kommersz (kontroll) fehér nyár magági csemetét alkalmaztunk. Klónonként 3 ismétlést alkalmaztunk véletlen blokk elrendezésben (1. ábra). Minden egyes parcella 30 egyedet tartalmaz (6x5 db), az egyes parcellák területe 150 m². A kísérleti terület köré 2 soros védőszegélyt ültettünk 1 éves magági fehér nyár csemeték felhasználásával. A kísérlet koordinátái: É 46. 883547; K 19. 588868.

A termőhely- és laboratóriumi vizsgálatok alapján az erdőrészlet termőhelytípusa: erdőssztyepp klímában, többletvízhatástól független, sekély termőrétegű homoktalaj, amely a nyárfatermesztés szempontjából határtermőhelynek minősül.

Az évek során a folyamatos vizsgálatok, értékelések kiterjedtek a növekedési vizsgálatok mellett az egyes klónok egészségi állapotának felmérésére, alaki tulajdonságaik elemzésére is.

H-384 (B-25)	H-337 (B-31)	H425-4/3 m. (SZ-3 m.)
H425-4/3 (SZ-3)	H425-4/1 (SZ-1)	Kontroll
Kontroll	H425-4/3 (SZ-3)	H-325 (B-10)
H-337 (B-31)	H-384 (B-25)	H425-4/1 (SZ-1)
H-325 (B-10)	H425-4/3 m. (SZ-3 m.)	H-337 (B-31)
H425-4/1 (SZ-1)	Kontroll	H-384 (B-25)
H425-4/3 m. (SZ-3 m.)	H-325 (B-10)	H425-4/3 (SZ-3)

1.ábra. Leuce-nyár klónkísérlet elrendezési vázrajza (Kecskemét 80A)

2020-ban, Európai Innovációs Partnerség (EIP-AGRI) projekt keretében („Kedvezőtlen termőhelyeken alkalmazható ígéretes Leuce-nyár klónok vegetatív szaporítási eljárásának kidolgozása”), konzorciális együttműködéssel ismét megkezdtük a fehér (*Leuce-*) nyárak vegetatív szaporítási módszerének vizsgálatát, iparifa ültetvények létesítését. A projekt célja ígéretes Leuce-nyárak vegetatív szaporíthatóságának és faipari célokra való alkalmasságának vizsgálata üvegházi, csemetekerti és üzemi kísérleti (iparifa-ültetvények) körülmények között. Alapvető célunk minél több olyan klón kiválasztása, illetve előállítása, amelyek olyan hasznos és szükséges tulajdonságokkal rendelkeznek, amelyeket a nyárfatermesztés és a faipar igényel.

A kísérleti faültetvényekben telepített nyár és fűz klónok a következők:

- *Populus alba* x *Populus grandidentata* cv. 'H-337'
- *Populus alba* x *Populus grandidentata* cv. 'H-384'
- *Populus* x *euramericana* cv. 'I-214'
- *Populus tomentosa*
- *Populus alba*
- *Salix alba* cv. 'Express'

Az ültetvényekbe telepített 'H-337' és 'H-384' jelzésű leuce nyár klónok a kecskeméti klónkísérlet törzsfáinak mikroszaporítással előállított utódai. A Hungaroplant Kft. végezte a kiindulási Leuce-nyár szaporítóanyagok felhasználásával a 2 db Leuce-nyár fajta (Populus alba x P. grandidentata H-337 és H-384) felszaporítását a Floratom Kft. közreműködésével. A konzorcium 2021 őszén tervezte az 5 ültetvény telepítését, az időjárási körülmények miatt erre végül 2022 tavaszán került sor (2. ábra).

A kísérleti ültetvények telepítése 5 különböző adottságú erdészeti kistáj területén történt 2022-ben.

- **Földes** Külterület 0182/10
- **Nyíracsd** Külterület 0405/49
- **Sátoraljaújhely** Külterület 051/2
- **Gyomaendrőd** Külterület 01411/3
- **Szentmártonkáta** Külterület 083/4

Az ültetvények létesítését megelőzően elvégeztük a részletes termőhelyfeltárásokat és talajlaboratóriumi vizsgálatokat. A főbb jellemzőket az 1. táblázat szemlélteti.

1. táblázat: A kísérleti területek termőhelyvizsgálati eredményei

Jellemzők	Szentmártonkáta	Gyomaendrőd	Földes	Sátoraljaújhely	Nyíracsd
Klíma	Erdőssztyepp	Erdőssztyepp	Erdőssztyepp	Cseres-Kocsánytalan tölgyes	Erdőssztyepp
Hidrológia	Többletvízhatástól független	Többletvízhatástól független	Többletvízhatástól független	Változó vízhatás	Többletvízhatástól független
Termőréteg vastagsága	Sekély/közepes	Sekély/Közepes	Igen mély	Igen mély	Sekély/Közepes
Fizikai talajféleség	Homok	Homok	vályog	agyagos vályog	Homok
Humusztartalom a termőrétegben [%]	1,07-0,99 gyengén humuszos/0,54-0,17 humuszbanszegény	1,07-0,99 gyengén humuszos/0,54-0,17 humuszbanszegény	2,96-0,57 igen jó	3,08-0,92 igen jó	1,07-0,99 gyengén humuszos/0,54-0,17 humuszbanszegény
Ajánlható célállomány	KST, FNY, A	KST, FNY, A	KST, A, FNY, NNY	KTT, FNY, FFÜ, NNY	KST, FNY, A
Genetikai talajtípus	karbonátos csernozjom jellegű homoktalaj	szolonyeces réti talaj	karbonátos réti csernozjom	öntés réti talaj	karbonátos humuszos homoktalaj

GYÖKERESEDÉSI VIZSGÁLATOK

A fehér nyár fás dugványról általában csak igen mérsékelt eredményességgel gyökereztethető. Ismert továbbá az a tény is, hogy a szelektált klónok, fajták genetikailag azonos szaporítóanyagának tömeges előállításához alapvető feltétel valamely vegetatív szaporítási mód gazdaságos alkalmazásának a lehetősége. Korábban fás dugványozással csak a 'Villafranca' ('I-58/57') fehér nyár hibrid előállítása folyt üzemi méretekben.

A többi, döntően az Erdészeti Tudományos Intézet által előállított mesterséges Leuce-nyár hibrid, kiemelten a két szóban forgó *Populus alba* x *Populus grandidentata* 'H-337' és 'H-384' jelű klónok esetében, gyökeresedési kísérleteket folytattunk. Termesztő közegként legjobban bevált a perlit és a homok 1-1 arányú keveréke. A fentebb említett két klón esetében az *INCIT-8* elnevezésű serkentő anyagot (hatóanyaga: alfa-naftil-ecetsav; *NES-0,8%*) használtuk. A 12 cm-es félfás- és gyökérdugványokat tövi részükön 1-2 cm-es hosszban a serkentőanyagba mártottuk be dugványozás előtt, s így raktuk a termesztő közegbe.

EREDMÉNYEK

A korai (8 éves kori) értékelése alapján (2. táblázat) a 'H-337' (*Populus alba* x *Populus grandidentata* H-337) és a 'H-384' (*P. alba* x *P. grandidentata* H-384) jelű klónok tűnnek ígéretesnek faipari célú hasznosításra.

2.táblázat: Fehér (Leuce-) nyár klónok fatermési adatai 8 éves korban (Kecskemét 80A, 2011.)

Klón neve	Átlagos magasság (m)	%	Átlagos mellmagassági átmérő (cm)	%	Átlagfaterfogat (dm ³)	%
H-325	8,05	11 1	7,40	10 2	25,8	10 2
H-337	10,95	15 1	9,44	13 0	51,3	20 2
H-384	8,84	12 2	9,08	12 5	37,9	14 9
H 425-4	7,66	10 6	7,82	10 8	26,6	10 5
Kontroll FRNY	7,24	10 0	7,26	10 0	25,3	10 0

Az állományfelvételeket az évek során többször is elvégeztük. A 2021-ben végzett teljes fás állományfelvétel eredményei a 3. táblázatban láthatóak. Az eredmények alapján elmondható, hogy a H-384-es klón teljesítménye kissé visszaesett a 10 évvel korábban mutatott teljesítményétől. A H-337-es klón azonban továbbra is messze felülmúlja a kommersz fehér nyár és a többi kísérleti klón mutatóit.

3.táblázat: Fehér (Leuce-) nyár klónok fatermési adatai 18 éves korban
(Kecskemét 80A, 2021.)

Klón neve	Átlagos magasság (m)	%	Átlagos mellmagassági átmérő (cm)	%	Átlagfatermogat (dm ³)	%
H-325	16,24	102	14,56	103	147,64	99
H-337	20,86	131	17,06	120	234,03	157
H-384	15,63	98	13,44	95	118,47	79
H 425-4	16,60	104	12,05	85	93,78	63
Kontroll FRNY	15,86	100	14,12	100	148,95	100

GYÖKERESÉDÉSI VIZSGÁLATOK

Az elvégzett vizsgálatok alapján az említett serkentőszert hatása csak a félfás dugványozás estében volt kimutatható a 'H-337' jelű klónnál, + 12 %-os gyökeresedési többlettel. A további kísérletes munkák feladata lesz annak megállapítása, hogy az alkalmazásra kerülő gyökeresedést serkentő szerek szignifikáns eltéréssel fajta-, illetve klónspecifikusak-e.

A fehér nyár szaporítható oltással és szemzéssel is. Ezeket az eljárásokat elsősorban értékes törzsfák oltványkészítésére, illetve más vegetatív eljárásokkal nem szaporítható értékes klónok elszaporítására alkalmazzák.



2. ábra: Az EIP konzorciumi együttműködés keretében létesített nyár kísérleti ültetvény Gyomaendrőd térségében (fotó: Horváth Sándor)

ÖSSZEFOGLALÁS

Napjainkban a fehérnyárasok termesztés-fejlesztésében elsőrendűen fontos feladat a vegetatív módon is jól szaporítható, kiváló növekedésű, a klímaváltozás következtében a szárazodó klímát jól tűrő, kórokozókkal és károsítókkal szemben rezisztens, faipari célra értékeesebb alapanyagot nyújtó új fajták előállítása és köztermesztésbe vonása. A fejlesztésnek irányt szab, hogy a szelektált fehér nyár klónok intenzívebb termesztésbe vonásának egyik gátló tényezője a vegetatív úton történő szaporíthatóságuk eredményes megoldása.

Alapvető célunk minél több olyan klón kiválasztása, illetve előállítása, amelyek olyan hasznos és szükséges tulajdonságokkal rendelkeznek, amilyeneket a nyárfatermesztés és a faipar igényel. Az Erdészeti Tudományos Intézetben folyó korábbi vizsgálatok alapján két ígéretes Leuce-nyár kísérleti klón alkalmas lehet a megfogalmazott célok teljesítéséhez. Európai Innovációs Projekt (EIP) keretén belül a közelmúltban megkezdtük a kísérleti klónok vegetatív szaporíthatóságának vizsgálatát és kísérleti iparifa-ültetvények létesítését.

Az ültetvényszerű fatermesztés, és ezen belül az iparifa célú ültetvények létesítése elsősorban az egyre növekvő faanyagigény kielégítését célozzák. Ezen túlmenően hozzájárulnak a környezet-, illetve a tájfejlesztéshez, a légköri széndioxid-körforgalom előnyös szabályozásához, a különböző légszennyeződések szűréséhez, és egyúttal a klímaváltozás káros hatásainak mérsékléséhez.

Az új, potenciális fajtákkal szemben alapvető elvárás az optimális hozam (mennyiségi) és faanyag-minőségi tulajdonságok mellett a környezethez való magas szintű alkalmazkodóképesség, az éghajlatváltozás szélső értékeivel szembeni tolerancia, a melegedő és szárazodó klimatikus körülmények között is jól érvényesülő termesztésbiztonság. A technológia kifejlesztéséhez szükséges mintaültetvények a konzorciális együttműködés következtében eltérő agrárerdészeti termőtípusokon és eltérő genetikai talajtípusokon, ökológiai környezetben valósulnak meg.

A kísérletbe vont Leuce nyár klónok kezdeti értékelése alapján a 'H-337' és a 'H-384' jelű klónok mennyiségi és minőségi paraméterei voltak a legjobbak, messze felülmúlva a kontroll szürke nyár állományrészeket. Az utolsó felmérés alapján a legjobb mutatókat a 'H-337' jelű klón produkálta.

A korábban létesített kísérlet bizonyította, hogy a mikroszaporítás, mint vegetatív szaporítási mód eredményesen alkalmazható a fehér nyár szelekciós nemesítése során.

A szelekciós többlet a nyárfatermesztés számára marginális termőhelyi viszonyok mellett is kimutatható.

Az ipari célú minőségi faanyagot termő Leuce-nyár ültetvények kísérleti eredményeinek potenciális hasznosítói az állami, társas- és magán erdőtulajdonosok, erdőkezelők, de akár települési önkormányzatok is lehetnek. A legszélesebb várható célcsoport azon magán földbirtokosok, akik gazdaságos mezőgazdasági termesztésre nem alkalmas, vagy akár a gazdaságosság határán mozgó földbirtokokkal rendelkeznek. Közismerten mintegy 750 ezer hektár gazdaságtalanul hasznosítható mezőgazdasági terület (zömében szántó) található hazánkban. A potenciális hasznosítás fő alternatívája különböző agrárerdészeti rendszerek létrehozása, a fásítás - faültetvény (iparifa ültetvény) létesítése vagy az erdőtelepítés. Az összterületből jelentős kiterjedésű az olyan terület, amelynek hasznosítása a szárazodó klíma miatt a jó szárazságtűrő tulajdonsággal bíró Leuce-nyárakkal is célszerű lehet.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatás a „Kedvezőtlen termőhelyeken alkalmazható ígéretes Leuce-nyár klónok vegetatív szaporítási eljárásának kidolgozása (Azonosító: 1924457105)” projekt támogatásával valósult meg.

IRODALOMJEGYZÉK

- BALLA I. – KESERŰ ZS. – RÉDEI K. – ANTAL B. (2016): Leuce-nyár klónok mikroszaporítása és ennek szerepe a szelekciós nemesítésben. Agrártudományi Közlemények/Acta Agraria Debreceniensis 69: 43-48.
- BOROVICS A. – BENKE A. – CSINTALAN Zs. (2009): Hazai nyárok populációgenetikai és élet-tani vizsgálata az erdészeti célú felhasználás fejlesztése céljából. OTKA Zárójelen-tés, 2009.
- KESERŰ Zs. (2013): A nemesítés szerepe a homoki leuce-nyárasok termesztés-
fejlesztésében Doktori (PhD) értekezés. Debreceni Egyetem.
- RÉDEI K. – KESERŰ ZS. (2007): A szelekciós nemesítés újabb eredményei
- IN: RÉDEI KÁROLY (szerk): Homoki fehérnyárasok termesztés-fejlesztése. Buda-
pest, Agroinform Kiadó, 24-28. ISBN:9635028563

AKÁC ÉS NEMESNYÁRAZ ERDŐGAZDÁLKODÓ NÉLKÜLI TERÜLETEKEN

VAJAI DÁNIEL, LETT BÉLA, HORVÁTH SÁNDOR

Roth Gyula Erdészeti és Vadgazdálkodási Tudományok Doktori Iskola

Erdő- és Természeti Erőforrás-gazdálkodási Intézet

Erdő- és Vadgazdálkodási Ökonómiai PhD Kutatócsoport

KIVONAT

A bejegyzett erdőgazdálkodó nélküli erdőterületek problémája komoly kihívást jelent a magyar erdőgazdálkodásnak. Számuk az elmúlt években majdnem megduplázódott a megbízási jogviszony adattári nyilvántartásból való kivezetésével.

A tanulmány a 2022-es évvégi állapotot mutatja be, kiemelve az akác és nemesnyár jelentőségét, különös tekintettel a Nagyalföld erdészeti nagytájunkra. A két faállománytípus terület, elsődleges rendeltetés, kor és fahasználati lehetőség szerinti vizsgálatával megerősítést nyer a gazdálkodásba vonás kulcsfontossága, illetve magán-erdőgazdálkodást serkentő hatása.

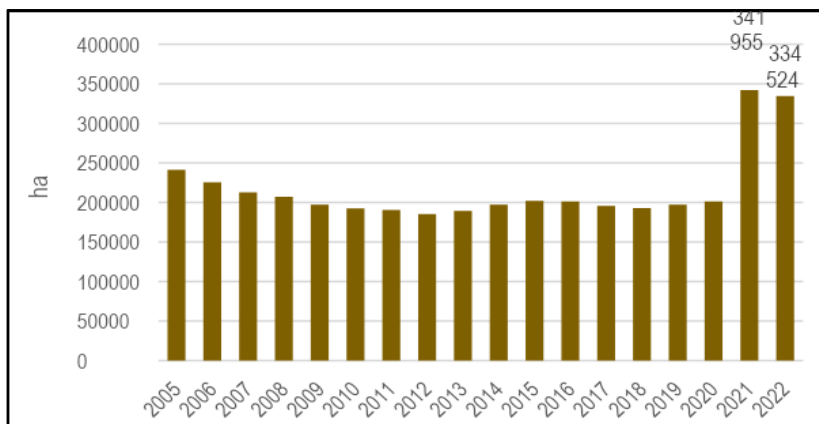
KULCSSZAVAK:

magán-erdőgazdálkodás, rendezetlen erdőterület, akác, nemesnyár

BEVEZETÉS

Az elmúlt években nem javult a bejegyzett erdőgazdálkodó nélküli erdők helyzete, sőt 2021. év végétől megnövekedett nagyságuk.

A megbízási jogcímmel működő gazdálkodók kivezetésre kerültek a szakhatósági nyilvántartásból, amellyel közel megduplázódott a rendezetlen erdők amúgy sem kevés területe. A tanulmány egy helyzetjelentést nyújt a 2022-es év végi adatokkal, milyen arányban növekedett meg a kezeletlen erdők területe.



1. ábra: Gazdálkodó nélküli erdőterületek alakulása
(NFK, 2022 alapján saját szerkesztés)

Erdészeti nagytájainkat tekintve kiemelkedő a rendezetlen erdőterületek aránya a Nagyalföldön. A több, mint 5 millió hektár kiterjedésű nagytájunk a legnagyobb erdőterülettel bír (közel 600.000 ha), de mégis a legkisebb erdőssűrűségű (~13%). Eközben közel 134.000 hektáron megoldatlan probléma az erdőhasználat ebben az országrészben.

1. táblázat: Rendezetlen erdőterületek megoszlása erdészeti nagytájanként
(NFK, 2022 alapján saját szerkesztés)

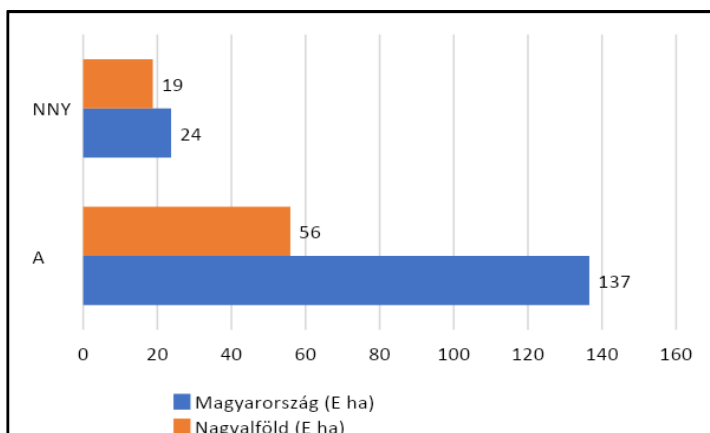
Erdészeti nagytáj	Erdőssűrűség (E ha)	Rendezetlen erdő (E ha)	Rendezetlen erdő (%)
Nagyalföld	595	134	23%
Északi- középhegység	423	62	15%
Dél-Dunántúl	328	58	18%
Nyugat-Dunántúl	181	41	22%
Dunántúli- középhegység	257	26	10%
Kisalföld	71	14	20%

ANYAG ÉS MÓDSZER/OEA ELEMZÉSE

A tanulmányhoz a Nemzeti Földügyi Központ (NFK) által üzemeltetett Országos Erdőállomány Adattárból kérelemztük a bejegyzett erdőgazdálkodó nélküli erdőkről az adatokat. A 2022. novemberi lekérdezés adatállományát Microsoft Excel táblázatkezelő programban dolgoztuk fel. A munka megkezdéséhez több kódlista megfeleltetését kellett elvégezni az adatsoroknál, mert a nyilvántartás vezetése kódok alapján történik.

EREDMÉNYEK

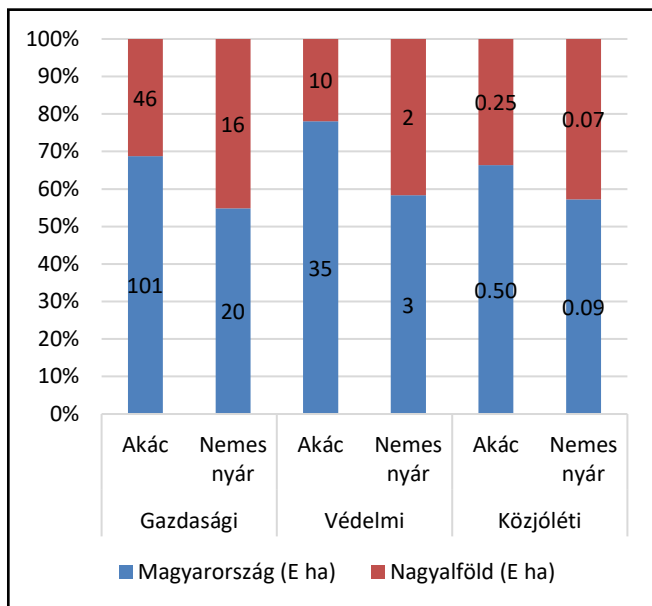
Magyarország rendezetlen erdeinek közel 90%-a magántulajdonban van, és az országos statisztikái alapján az akác, a fenyő, a nemesnyár és a tölgy állományok rendelkeznek a legnagyobb, együtt kétharmadot meghaladó aránnyal (~230.000 ha). A Nagyalföld erdészeti nagytájra tovább szűkítve a kört, az akác és a nemesnyár arányát tekinthetjük a legjelentősebbnek, az ország rendezetlen akácosainak 41%-a, nemesnyárasainak 79%-a helyezkedik el itt.



2. ábra: Rendezetlen akác és nemesnyár faállománytípusok megoszlása ⁶

⁶ NFK, 2022 alapján saját szerkesztés

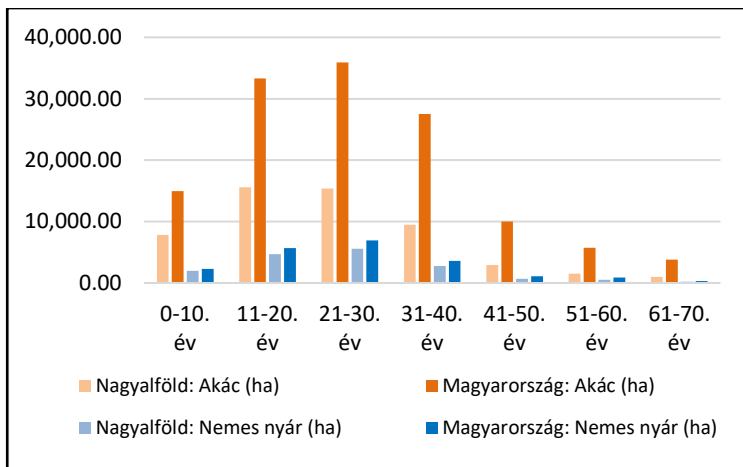
Hazánk kezeletlen erdeinek 82%-a gazdasági elsődleges rendeltetésű. A két vizsgálat faállomány országos és a Nagyalföldre vetített értékei külön is megerősítették ezt. Igazolást nyer ismét, hogy az egyes időbeli és térbeli korlátozások nem lehetnek visszatartó erő az erdőhasználat megindításában.



3. ábra: Rendezetlen akác és nemesnyár faállománytípusok megoszlása elsődleges rendeltetés szerint ⁷

Az erdőtörvény végrehajtási rendeletének 5. mellékletében akác esetében 25-35 év, míg nemesnyárnál 15-30 év a vágásérettségi szakasz (Nagyalföld). Egyértelműen megállapítható, hogy az állományok jelentős hányada túltartott, amely a folyamatos értékvesztés veszélyét rejti magában. A 125 m³/ha (akác) és 167 m³/ha (nemesnyár) átlagos fakészlet, az általánosan gyengébb termőhelyi viszonyok mellett, szintén ezt sejteti magában.

⁷ NFK, 2022 alapján saját szerkesztés



4. ábra: Rendezetlen akác és nemesnyár faállománytípusok megoszlása korcsoport szerint(NFK, 2022 alapján saját szerkesztés)

Ugyan e rövid ismertetés részletesen nem vizsgálja, de a jelentős véghasználat számottevő erdőfelújítási kötelezettséget is jelent, amely nemesnyár esetében kimondottan komoly kérdéseket vet fel a hazai nyár 'nagyértékű' alkalmazásának létjogosultságában.

A tízéves fahasználati lehetőségek elemzése során ismertté vált, hogy a két vizsgálat faállománytípus termelhető mennyiségének 47%-a (A 35%, NNY 81%) nagyalföldi gazdálkodó nélküli erdőkben van.

2. táblázat: Rendezetlen akác és nemesnyár faállománytípusok fahasználati lehetőségei használati módonként (NFK, 2022 alapján saját szerkesztés)

Fahasználati mód	Magyarország (E m3)		Nagyalföld (E m3)	
	A	NNY	A	NNY
Egészségügyi	10	1	2	0,4
Egyéb termelés	88	13	16	6
Előhasználat	793	204	288	156
Véghasználat	5 679	2 026	2 024	1 665
Tarvágás	5 673	2 026	2 024	1 665
Összesen	6 575	2 246	2 332	1 828,4
%			35	81

ÖSSZEGZÉS

A tanulmány kimutatásai alapján láthatjuk, hogy a bejegyzett erdőgazdálkodó nélküli erdők komoly potenciált rejtenek magukban, amely ágazati jelentőséggel bírnak. Mivel a rendezetlen erdők 90%-a magántulajdonban van, szintén sürgető lenne gazdálkodásba vonásuk a magán-erdőgazdálkodás és közvetve a vidékfejlesztés érdemi előrehaladásához.

ADATFORRÁSOK

Országos Erdőállomány Adattár 2022. Agrárminisztérium, Nemzeti Földügyi Központ

TÖRVÉNYEK, RENDELETEK

2009. évi XXXVII. törvény az erdőről, az erdő védelméről és az erdőgazdálkodásról

A KÖRNYEZETI HŐMÉRSÉKLET VÁLTOZÁSÁNAK HATÁSA A FAANYAG BELSŐ HŐMÉRSÉKLETÉRE

KOMÁN SZABOLCS, CSISZÁR GERGELY

Soproni Egyetem, Faipari Mérnöki és Kreatívipari Kar, Faipari és Műszaki Intézet, koman.szabolcs@uni-sopron.hu

KIVONAT

A faanyagok teljes keresztmetszetben való átmelegítését a keresztmetszeti méreteken túl, jelentősen befolyásolja a környezettel érintkező faanyag anatómiai iránya. Rostirányban, a nagyobb a hővezetési tényezőnek köszönhetően gyorsabban történik meg a hőátadás, mint arra merőlegesen. A húr- és a sugárirány között viszont nincs lényegi különbség ebben a tekintetben. A vizsgált 45 mm élhosszúságú csertölgy kockák 50°C illetve 70°C-ra való teljes keresztmetszeti átmelegítéséhez 120 perc sem elegendő, abban az esetben, ha a hőközlés csak egy lapon keresztül történik meg. A faanyag hőmérsékletének emelkedési üteme, 50°C esetén 40 perc után, míg 70°C-nál 80 perc közelében csökkent 1°C alá, anatómiai iránytól függetlenül.

KULCSSZAVAK:

csertölgy, hőmérséklet, hővezetés

BEVEZETÉS

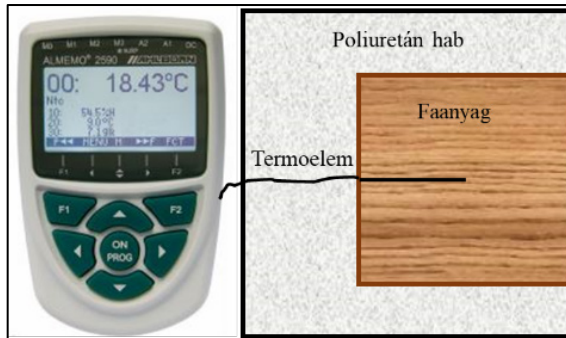
A faipari termékeke gyártása előtt különös figyelmet kell fordítani az alapanyag megfelelő előkészítésére. Ideális esetben ez már a raktározással elkezdődik, ahol a kívánt nedvességtartalom elérése vagy fenntartása érdekében, megfelelő hőmérséklet és páratartalom mellett tárolják az alapanyagot. Ezeknek a paramétereknek a figyelmen kívül hagyása, már a megkezdni kívánt technológia folyamat előtt, de közben és után is jelentős problémákat okozhat. A külső hőmérséklet változásának a faanyag belső hőmérsékletre gyakorolt hatását különösen fontos ismerni egyes technológia folyamatoknál. Ragasztás esetén például problémát okoz, ha faanyag belső hőmérséklete és felszíne között nagy a hőmérsékleti különbség, mert a belső hidegebb réteg, a minimális filmképzési hőmérséklet alá hűtheti a ragasztóanyagot. Ilyen esetekben fontos tudni, hogy gyártási helytől alacsonyabb hőmérsékleten tárolt alapanyagoknak mennyi idő szükséges ahhoz, hogy teljes keresztmetszetében átmelegedjen. Energiahatékonyság szempontjából is fontos, hogy szárítás vagy hőkezelés esetén mennyi az átmelegedési ideje a faanyagnak. A gyártástechnológia igények figyelembevételén kívül, a kültérben elhelyezkedő, vagy

azzal kapcsolatban lévő szerkezetek, termékek hőingadozás hatására történő viselkedésének szempontjából is fontos tényező a faanyag ezen tulajdonságának ismerete.

A faanyag inhomogén, anizotróp jellemzője miatt természetesen több tényező is befolyással bír a hővezetésre. Ezek közül a legfontosabbak a fafaj, sűrűség, nedvességtartalom, anatómiai irány (rost-, húr-, sugárirány), keresztmetszeti méretek, hőmérséklet. Az európai fafajoknál a rostokra merőleges hővezetési tényező körülbelül a fele a rosttal párhuzamosnak. Alacsony nedvességtartalom esetében - 0% és rosttelítettségi állapot között - a faanyag jó szigetelő. A porózusabb faanyagoknak pedig alacsonyabb a hővezetési tényezője (Rohsenow 1973), mivel a szabad víz több hőt vezet (Siau 1971). Parrot és Stuckes (1975) szerint a mikrofibrilla hossza mentén nagyobb a hővezetés, ezért hosszirányban a hővezetési tényező nagyobb lesz, mint keresztirányban. A radiális és a tangenciális anatómia irányok közti különbségre a bélsugár lehet hatással. Mivel ezek a sejtek radiális irányúak, ezért ebben az irányban lesz nagyobb a vezetőképesség. Steinhagen (1977) szerint fenyők esetében a vezetőképességet a késői pászta mennyisége határozza meg.

ANYAG ÉS MÓDSZER

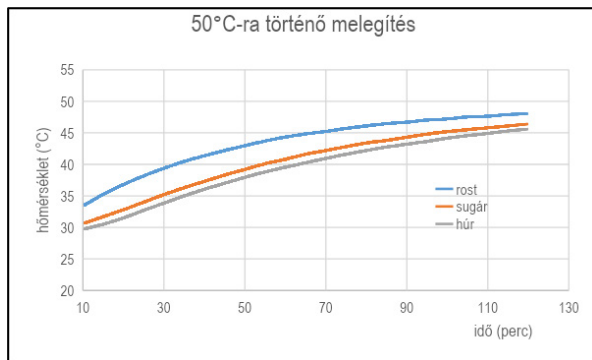
A vizsgálatok 45 mm élhosszúságú csertölgyből készült kockákon történtek. A kockáknál, a lap közepén, egy 1,5 mm átmérőjű, az élhossz feléig érő furatba került bevezetésre a termoelem, ami egy Ahlborn Almemo 2590 típusú mérő, adatgyűjtő berendezéshez csatlakozott. A kívánt anatómiai irány mérésére szolgáló lapon kívül, a többi lap poliuretán hab segítségével került szigetelésre (1. *ábra*). A minták adott hőmérsékletet és páratartalmat biztosító klímaszekrénybe kerültek 120 percre. A mérőegység egyik szondája a klímaszekrény hőmérsékletét mérte. A minták a vizslatok előtt 20°C-on és 65%-os relatív páratartalom mellett kerültek tárolásra. Az alkalmazott hőmérsékletek: 50°C, 70°C; 65%-os relatív páratartalom mellett.



1.ábra Mérés elvi vázlatja

EREDMÉNYEK

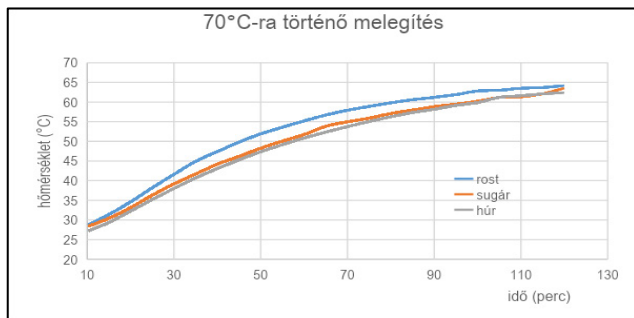
Az 50°C-ra való melegítés más-más intenzitással zajlik az egyes anatómiai irányokban (2. ábra). A legintenzívebben rostirányban következik be, míg a sugár és a húrirány között nincs érdemi különbség. Egészen a 40-45 percig nő a rost- és a másik két anatómiai irány közötti különbség, majd ez a kívánt hőmérséklet eléréséig fokozatosan csökken. 120 perc elteltével, még egyik anatómiai irányból származó hőáram sem képes felmelegíteni a minta belsejét 50°C-ra. Mindhárom anatómiai iránynál 40 perc környékére tehető az határ, amikor a hőmérsékletkülönbség 1°C alá esik egy 5 perces intervallumban.



2.ábra Hőmérséklet változása 50°C-ra való melegítés közben

A 70°C-ra való melegítésnél hasonló jelenség figyelhető meg (2. ábra) az anatómiai irányok szempontjából. Ebben az esetben is a rostirányú felmelegedés az intenzívebb, míg a másik két irány értékei gyakorlatilag megegyeznek.

Az 50°C-ra való melegítéshez képest egészen 50 percig nő az anatómiai irányok közti különbség. 120 perc elteltével viszont ebben az esetben nagyobb a különbség a kívánt hőmérséklethez képest. Az 5 perces intervallumban megfigyelhető hőmérsékletnövekedés 1°C alá esése 80 perc környékén figyelhető meg.



3.ábra Hőmérséklet változása 70°C-ra való melegítés közben

ÖSZEFoglalás

A csertölgly teljes keresztmetszetben való átmelegedése a külső környezet hőmérsékletváltozásának hatására, a különböző anatómiai irányokban más-más intenzitással megy végbe. 50°C és 70°C-ra való melegítés hatására is rost-irányban történik meg leggyorsabb ütemben a hőmérséklet emelkedése. Rostra merőlegesen – hús- és sugárirányban – ez az intenzitás lassabb, így ezekben az irányokban kisebb a hővezetési tényezője a faanyagnak. A 45 mm élhosszúságú kockák teljes keresztmetszetben való átmelegítésére, mindkét kívánt hőmérséklet esetén kevésnek bizonyult a 120 perces időtartam, az egy lapon keresztül történő melegítés hatására. A hőmérsékletemelkedés 1°C alá való csökkenésének üteme 5 perces intervallumban vizsgálva, 50°C-ra 40 perc környékére, míg 70°C való felmelegítés esetén 80 perc környékére tehető anatómiai iránytól függetlenül.

KöszöNETNYíLVÁNÍTás

Jelen publikáció a TKP2021-NKTA-43 azonosítószámú projekt keretében a Kulturális és Innovációs Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a TKP2021-NKTA pályázati program finanszírozásában valósult meg.

FELHASZNÁLT IRODALOM

PARROT, J. E., STUCKES A. D. (1975). Thermal conductivity of solids. London: Pion.

Rohsenow, W.M., Hartnett, J.P., Cho, Y.I. (1998). Handbook of Heat Transfer. New York: McGraw-Hill Book Company.

SIAU, J. F. (1971). Flow in Wood. New York: Syracuse University Press.

STEINHAGEN, H.P. (1977). Thermal properties of wood. Madison: Forest Products Laboratory.

A MAGYARORSZÁGI NYÁRASOK ÖSSZETÉTELÉBEN BEKÖVETKEZETT VÁLTOZÁSOK AZ ELMÚLT ÉVTIZEDBEN

KOMÁN SZABOLCS, FARKAS PÉTER

Soproni Egyetem, Faipari Mérnöki és Kreatívipari Kar, Faipari és Műszaki Intézet,
koman.szabolcs@uni-sopron.hu

KIVONAT

*A gyorsan növényöző fajok között a nyárok jól termeszthető, értékes fájuknak köszönhetően világviszonylatban is fontos szerepet játszanak. Faanyagát felhasználja a csomagolóipar (rakodólapok, ládák), lemezipar, rostipar, bútortipar és fontos alapanyaga a biomassza alapú energiaiparnak vagy speciális fatermékeknek, például a gyufagyártásnak. Európában a nyár erdőterületek tekintetében Magyarország a második helyen áll. Hazánkban az elmúlt tíz évben a nyárok területi aránya nem változott - jelenleg ennek kétharmad részét két fajta adja - a szürke nyár (*Populus × canescens*) 42%, míg a Pannónia nyár (*P. × euramericana 'Pannonia'*) 22% területarányával rendelkezik. A bruttó fakitermelés tekintetében az akác után a második helyen állnak és mennyiségük elsősorban 30 éves korig jelentős. A nemesnyárok átlagos kora 24, míg az őshonos hazai nyáráké (fekete nyár, fehér nyár, szürke nyár és rezgőnyár) 34 év.*

KULCSSZAVAK:

nemesnyár, őshonos nyár, fajta, erdőterület, élőfakészlet

BEVEZETÉS

A második világháború után gyors növekedésük miatt egyre nagyobb érdeklődés mutatkozott a fűzek (*Salix L.*) és nyárok (*Populus L.*) iránt, az elmúlt néhány évtizedben pedig a nyár nemzetség egyedülálló pozíciót nyert az ökológia, fakereskedelem, és a tudomány területén is (Stobrawa 2014). A nyárfa-termesztés mai magyarországi helyzetének a kialakulása több, a második világháborút követő nyárfa-telepítési programnak az eredménye. A kutatások a XX. század második felében tisztázták az eredményes nemesnyár-termesztés termőhelyi feltételeit, a magyarországi viszonyok között célszerű és optimális termesztési technológiákat, létrehozták az adottságaiknak megfelelő nemesnyár fajtaválasztékot. Mindezek az általában biztonságos faanyag-értékesítési lehetőségekkel együttesen gazdaságossá, jövedelmezővé tették a nemesnyár termesztést (Tóth 2006).

A gyors növekedésű fafajok, mint a nyárfák is, nyersanyagot szolgáltatnak a faipari szektor számára, alternatívaként a természetes erdők kivágására vagy importált faipari termékekre. A nyárfák nyersanyagot biztosítanak ipari feldolgozásra (cellulóz, papír, rétegelt lemez, furnér- és egyéb lemezek, fűrészáru, ládák, raklapok, bútorok, bioenergia), valamint értékes nem fa alapú termékeket (például állati takarmány, gyógykivonatok, élelmiszerek) (FAO 2016). Emellett környezetvédelmi szempontból fontos a szerepük a talajvédelemben, a leromlott területek regenerációjában, a természetes folyóparti környezetek helyreállításában, a fitoremediációban, valamint a klímaváltozás és légszennyezés hatásainak csökkentésében (Nervo 2011). Az egyik jelentős előnye a nemesített nyár és fűz fajtáknak, hogy viszonylag rövid vágásforduló alatt termelhetők le, így fenntartható alapon maximális rosthozamot lehet alkalmazásukkal elérni. A jövőben a nyár- és fűzfa felhasználásának egy integrált és teljes körű koncepcióra kell épülnie, azaz a legmagasabb értékű termékeket vagy termék kombinációkat kell előállítani adott nyersanyag mennyiség felhasználásával, hogy semmi se vesszen kárba (Balatinecz és mtsai 2013).

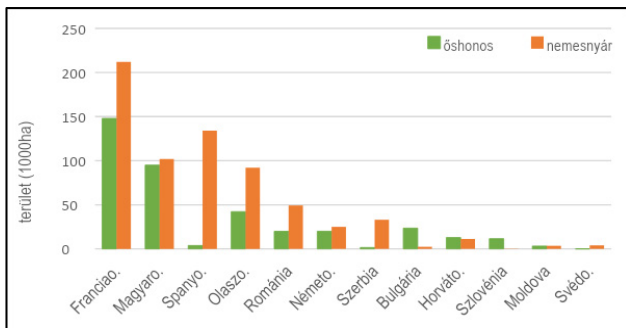
Jelen cikk a nyárák aktuális adatait vizsgálja Magyarországon kitérve az Európában fellelhető mennyiségre is. Többek között olyan jellemzőket elemezve, mint a fajtaválaszték, korosztály összetétel vagy felhasználási területek.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A magyarországi adatok a NFK (2011-2021) által közreadott adatbázisokból, míg az Európaiak az IPC (FAO 2016) jelentéséből származnak.

EREDMÉNYEK

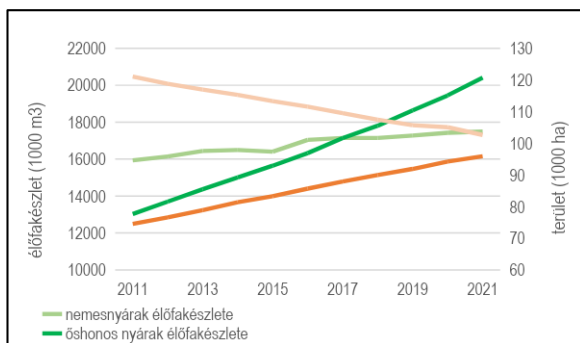
Az IPC adatai alapján készült grafikon (1. ábra) alapján is látható, hogy Magyarország európai viszonylatban is jelentős nyárfakészlettel rendelkezik. A közel 200e ha-os nyárfa területével csak Franciaország előzi meg. Ez egymaga több mint a többi kelet-közép európai országban található összes mennyiség. Az őshonos és nemesnyár fajták hazánkban közel azonos mennyiségben vannak jelen. Franciaországban is hasonló a helyzet, de míg pl. Spanyolországban szinte csak nemesnyárat találunk, addig Bulgáriában vagy Szlovéniában épp fordított a helyzet.



1. ábra Őshonos és nemesnyárak területe egyes európai országokban

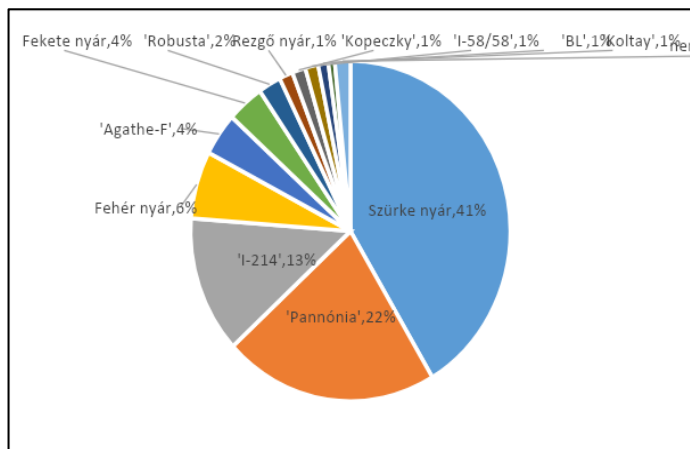
Magyarországon az utóbbi 10 évben a nyárak által elfoglalt terület nagysága gyakorlatilag nem változott. A tölgyek és az akác után következik 10,6%-os területével. Az élőfakészletet vizsgálva már a bükk és a fenyők is megelőzik, de a 9,4% körüli mennyiségi aránya még mindig jelentősnek mondható. Elsősorban azért, mert a fafajok korosztályait 10 éves bontásban vizsgálva az akác mellett az első 30 évben a legnagyobb területtel rendelkezik. Az e fölötti korcsoportokban viszont már jelentősen visszaesik területaránya, ami rövid vágásfordulójának köszönhető.

Az elmúlt 10 év során vizsgálva a nemesnyárak és az őshonos nyárak által elfoglalt terület nagyságát az országban (2. ábra), az látható, hogy míg a nemesnyárak területe évente 1-2 %-kal csökken, addig az őshonos nyárak területe közel azonos arányban nő. Az élőfakészlet esetében a nemesnyárak mennyisége nem változott jelentősen, míg az őshonos nyárak évi 4-5%-os növekedést produkáltak.



2. ábra Terület és élőfakészlet változása

A különböző nyárak területi arányait figyelembe véve gyakorlatilag 2 fajta teszi ki a teljes terület kétharmadát (3. ábra). A legnagyobb mennyiségben a fehér nyár (*P. alba*) és rezgőnyár (*P. tremula*) természetes hibridjeként elterjedt hazai nyár, a szürke nyár (*P. × canescens*) van jelen 42%-kal, amit a nemesnyárak közül a Pannónia nyár (*P. × euramericana* 'Pannonia') követ 22%-kal.



3. ábra Különböző nyárak területarányai

A nyárak fájának felhasználását az alábbi szakmai területekre csoportosíthatjuk:

- rétegeltlemez- és gyufaipari felhasználás
- fűrészipari termékek
- bútór- és épületszerkezeti elemek
- cellulóz-, farostlemez- és forgácslapgyártás
- energetikai célú felhasználás

A sokoldalúan felhasználható nyárak elsősorban a faipari tömegtermelés (ládák, rakodólapok, lemezipari termékek) legfontosabb alapanyagai. A fűrészipari feldolgozás legnagyobb hányadát a rakodólapelemek gyártása adja. A bútoriparban elsősorban kárpitoskereteket, bútortalapokat és egyéb nem látható elemeket készítenek belőle, de találkozhatunk velük rönkbútorok formájában is.

Az egykoron létező 28 magyarországi gyufagyártó üzem (magyargyufa.hu) és a mára egyetlenként megmaradt szegedi gyufagyár legfontosabb fa alapanyaga a nyárfa.

A mesterséges hibrid nyárak felhasználási lehetőségei azonosak az őshonos nyárakéval, de előnyük, hogy irányított genetikai módosítással és szelekcióval tulajdonságaik javíthatók (Rathke et. al 2012). Gyenge mechanikai szilárdságuknak köszönhetően építőanyagként kevésbé használatosak Szerkezeti felhasználásra a 400 kg/m^3 légszáraz sűrűséget meghaladó fajták lehetnek alkalmasak (Molnár et al. 2016). Szélesebb körű felhasználásuk szempontjából fontos fizikai és mechanikai tulajdonságaik javítása (Wang et al. 2015). Ilyen irányú pl. hőkezelési eljárásokkal több kutatás (Bak, Nemeth 2012, Cai et al. 2012, Gao et al. 2016, Marcon et al. 2018) is biztató eredményeket ért már el.

A biomassza felhasználás szempontjából a nyárfákat számos országban széles körben termesztik és különböző technológiával használják fel. Az SRP (short-rotation plantation) nyárból származó faanyag a szén és más fosszilis tüzelőanyagokkal szemben gazdasági és környezeti előnyökkel is rendelkezik (Klasa, Karlen 2014). A nyár SRP az egyik legfontosabb biomassza forrás energetikai célokra (Berndes et al. 2003), amely Európában körülbelül 50 000 hektárnyi területet foglal el (Lindegaard et al. 2015).

ÖSZEFoglalás

A faanyag iránt Európában is egyre növekvő kereslet mutatkozik. A faipari termékekhez használt nyersanyag mellett energetikai felhasználásuk is növekszik. A nyárfák széles körű elterjedése főként gyors növekedésüknek, rövid vágásfordulójuknak, és faanyaguk sokoldalú felhasználhatóságának köszönhető. Ezen jellemző tulajdonságok miatt Magyarországon fontos nyersanyagforrássá váltak az erdőgazdálkodás és faipar területén, és jelentős mennyiség áll rendelkezésre európai viszonylatban is. A nyárak területi részaránya az elmúlt évtized során gyakorlatilag változatlan maradt, a nemesnyárak és az őshonos nyárak aránya gyakorlatilag megegyezik. Két fajta teszi ki az összes terület kétharmadát: az őshonos szürke nyár és a 'Pannonia' nemesnyár. A rendelkezésre álló mennyiség nagy része maximum 30 éves, ami rövid vágásfordulójuknak köszönhető. Felhasználásukat tekintve jelentős mennyiségben szolgáltatnak anyagot raklapok és rétegelt lemezek előállításához. Az vizsgált időszakra vonatkozóan megállapítható, hogy a nyárak továbbra is fontos alapanyagai a magyar faiparnak.

KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS

Jelen publikáció a TKP2021-NKTA-43 azonosítószámú projekt keretében a Kulturális és Innovációs Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a TKP2021-NKTA pályázati program finanszírozásában valósult meg.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- BALATINECZ, J., MERTENS, P., BOEVER, L., DE YUKUN, H., JIN JUWAN ACKER, J.VAN. (2003). Properties, Processing and Utilization in Poplars and willows: trees for society and the environment / edited by J.G. Isebrands and J. Richardson, FAO, ISBN: 978 92 5 107185 4 Brus, D.J., G.M. Berndes, G., Hoogwijk, M. and van der Broek, E. The contribution of biomass in the future global energy supply: a review of 17 studies. *Biomass and Bioenergy*, 25, 1–28
- AK, M., NÉMETH, R. (2012). Changes in swelling properties and moisture uptake rate of oil-heat-treated poplar (*Populus x euramericana* cv. Pannonia) wood. *BioResources* 7(4) DOI: 10.15376/biores.7.4.5128-5137
- CAI, J. B., DING T., YANG L. (2012). Dimensional stability of poplar wood after densification combined with heat treatment. *Applied Mechanics and Materials* 152-154. DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMM.152-154.112
- FAO, 2016. Poplars and Other Fast-Growing Trees - Renewable Resources for Future Green Economies. Synthesis of Country Progress Reports. 25th Session of the International Poplar Commission, Berlin, Federal Republic of Germany, 13-16 September 2016. Working Paper IPC/15. Forestry Policy and Resources Division, FAO, Rome. <http://www.fao.org/forestry/ipc2016/en/>.
- GAO, H., SUN, M-Y., CHENG, H-Y., GAO, W-L., DING X-L. (2016). Effects of heat treatment under vacuum on properties of poplar. *BioResources* 11(1). DOI: 10.15376/biores.11.1.1031-1043
- KLASA, A., KARLEN, D. (2014). "Poplar". Publications from USDA-ARS / UNL Faculty. 1663. <http://digitalcommons.unl.edu/usdaarsfacpub/1663>
- magyargyufa.hu, <https://magyargyufa.hu/gyufaipari-tortenelem/gyufagyarak>, utoljára látogatva: 2023. 08.14
- MOLNÁR, S., FARKAS P. (2016): Nemes nyár (euramerikai nyárok) –*Populus x euramericana*. In: Földünk ipari fái, Eds. Molnár, S., Farkas, P., Börcsök, Z., Zoltán, Gy., Photog. Richter, H.G. & Szeles, P., ERFARET Nonprofit Kft., Sopron, ISBN 978-963-12-5239-2, pp. 95–99.
- LINDEGAARD, K.N., W. R. ADAMS, P., HOLLEY, M., LAMLEY, A., HENRIKSSON A., LARSSON, S., VON ENGELBRECHTEN, H-G., LOPEZ, G. E., PISAREK M. (2015). Short rotation plantations po-

licy history in Europe: lessons from the past and recommendations for the future. Food and Energy Security 2016; 5(3):125–152.

- MARCON, B., GOLI, G., MATSUO-UEDA, M., DENAUD, L., UMEMURA, K., GRIL, J., KAWAI, S. (2018). Kinetic analysis of poplar wood properties by thermal modification in conventional oven (11): 131-139. doi: 10.3832/ifer2422-010
- NERVO G., COALOA D., VIETTO L., GIORCELLI A., ALLEGRO G. (2011). Current situation and prospects for European poplar culture: the role of research. Actas del Tercer Congreso Internacional de las Salicáceasen Argentina ‘Los álamos y lossauces junto al paisaje y el desarrollo productivo de la Patagonia’ Neuquen, Argentina 16-19 Marzo. pp. 9 [En].
- NFK https://nfk.gov.hu/Magyarország_erdeivel_kapcsolatos_adatok_news_513
- RATHKE, J., SINN, G., HARM, M., TEISCHINGER, A., WEIGL, M., MULLER, U. (2012). Effects of alternative raw materials and varying resin content on mechanical and fracture mechanical properties of particle board. BioResources 7(3), 2970 - 2985.
- STOBRAWA, K. (2014). Poplars (*Populus* spp): Ecological Role, Applications and Scientific Perspective in the 21st Century. Baltic Forestry 20(1): 204-213
- TÓTH, B. (2006). Nemesnyár-fajták ismeretetője. Agroiinform Kiadó, Budapest.
- WANG, J., GUO, X., ZHONG, W., WANG, H., CAO P. (2015). Evaluation of mechanical properties of reinforced poplar laminated veneer lumber. BioResources 12(1):43-55.

A TÖRTÉNELMI ASZÁLY HATÁSAI ÉS KÖVETKEZMÉNYEI ERDŐÁLLOMÁNYAINKRA

BOLLA BENCE, SZABÓ ANDRÁS

Soproni Egyetem Erdészeti Tudományos Intézet

Ökológiai és Erdőművelési Osztály

KIVONAT

A 2022-ben egész Európát extrém aszály sújtotta. Ez a történelmi aszály Magyarország szinte teljes területén érezte hatását. Az extrém száraz időjárás negatív hatásai nem csak a mezőgazdasági szektorban okoztak nagy károkat, hanem az erdőgazdálkodást is kihívások elé állították. Egyszerre tapasztalhattuk meg a felmelegedő klíma eddig ismert negatív hatásait (csapadék csökkenése a vegetációs és nyugalmi időszakban, extrém heves csapadékesemények, növekvő száraz periódusok, a hőmérséklet és párolgás emelkedése), amelynek mérséklése folyamatos kihívások elé állítja a szakértőket. Az extrém időjárási körülményeknek köszönhetően az erdőállományok jelentős részén csökkent az éves növedék, valamint 30%-os nyári lombvesztést tapasztaltunk a Dunától keletre.

KULCSSZAVAK:

erőállományok, aszály, klímaváltozás, vízháztartás

THE EFFECTS AND CONSEQUENCES OF THE HISTORIC DROUGHT ON THE FOREST STANDS

ABSTRACT

The historic drought of 2022 has affected almost the whole territory of Hungary. The effects of the severe drought were felt throughout Europe in 2022. Not only the agricultural sector, but also forestry has suffered from the negative effects of extreme weather. The expected impacts of climate change (for example: decrease of precipitation in the vegetation period and also in the dormant season, the increase in frequency of the extreme intensity precipitation events, increase of the length of dry periods, increase of the evapotranspiration due to the mean temperature increase) this will be an increasing challenge to the specialists in future. The annual growth of the forest stands also dropped significantly because of the extreme dry weather conditions. The leaf loss was significant (30% on average) in the areas east of the Danube.

KEYWORDS:

forest stands, drought, climate change, water balance

BEVEZETÉS

Az elmúlt egy évben Magyarország jelentős részét (főleg az Alföldet) történelmi aszály sújtotta, amely az erdőállományainkat is jelentősen érintette. Az időjárási szélsőségek fokozták a klímaváltozás negatív hatásait a sík-, hegy- és dombvidéki erdőállományokban a Duna vonalától keletre. Az alföldi erdők erőteljes lombvesztéssel reagáltak a csapadékmentes és rendkívül meleg nyári időjárásra. Több vizsgált mintaterületen 30-50%-os lombvesztés is tapasztalható volt augusztus hónap elején. Ennek ellenére erdőállományaink jelentős része a kritikus vízhiány idején is betöltötték szénmegkötő, ökológiai, gazdasági, közjóléti szerepüket átvészelve a kritikus vízhiányt.

Mindezek miatt különösen fontos, hogy ahol megfelelőek a körülmények, ott továbbra is fenn tudjuk tartani az erdei ökoszisztémát a klímaváltozás hatásainak mérséklésére.

ANYAG ÉS MÓDSZER

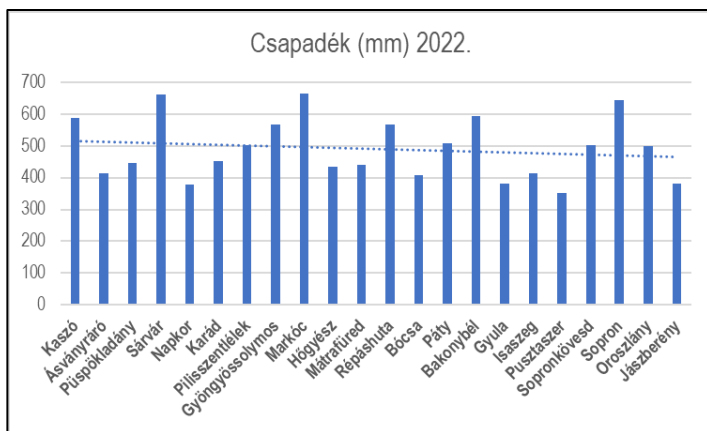
A 2022-ben regisztrált nagymértékű aszály hatásait a Soproni Egyetem Erdészeti Tudományos Intézetének hidro-meteorológiai hálózatának segítségével (22 db meteorológiai állomás, 15 db talajvízkút), a vegetációs időszakban FÖMI légifotók elemzésével, valamint 22 mintaterületről 125 db növedékcsap segítségével vizsgáltuk meg. A mintaterületek az ország területén egyenletesen helyezkednek el. Kutatásunkat kocsányos tölgy, kocsánytalan tölgy, cser-tölgy, bükk, akác, erdei fenyő faállományokban folytattuk.

EREDMÉNYEK ÉS MEGVITATÁSUK

Az elmúlt évben az átlaghőmérséklet ismét növekvő tendenciát mutatott az alföldi meteorológiai állomásaink hőmérsékleti adatai szerint. A hőség napok ($T_{\max} \geq 30^\circ\text{C}$) száma és a forró napok ($T_{\max} \geq 35^\circ\text{C}$) száma is növekedést mutat (2022-ben 62 hőség nap, 14 forró nap).

A szokottnál melegebb, aszályos időszakokat és az alacsony (napi) csapadékösszegeket jól adják vissza a relatív pártartalom értékek. Jellemzően a márciusi, áprilisi, valamint a június és a júliusi adatok elmaradnak az ilyenkor megszokott légnedvesség-tartalomaktól (75-85%). Június hónapban növekedett a relatív páratartalom mértéke. 2022-ben 51 nap volt, amikor harmat-

képződés sem jött létre a légköri aszály fokozódó mértéke miatt. Jászberény környékén a légköri aszály extrém magas mértékű volt (364 h/év).



1. ábra: az éves csapadék alakulása 2022-ben a 22 meteorológiai állomás adatai alapján.

Az elmúlt év első felében a csapadékadatokról elmondható, hogy országos szinten is mutatkoznak egyezések (pl.: a tavaszi helyenként nagy mennyiségű csapadék esetében), valamint eltérések is (Pl. Gyulán a fő növekedési hónapokban 71,2 mm. Püspökladányban a január, február, március hónapokban 24,2 mm volt a három hónap csapadékösszege, ám az év végére mégis 446,1 mm csapadék hullott. Az éves átlaga a 22 meteorológiai állomás által mért csapadékösszegnek 491 mm (1. ábra).

A talajvízszint tekintetében is nagy szélsőségek figyelhetők meg. Erre jó példát adnak a jászfelsőszentgyörgyi és ménteleki monitoring kutak adatai. A jászsági területek több éve viszonylag stabil talajvízszintet mutatnak (1 és 4 m közti ingadozás). A talajvíz dinamika a fotoszintetikus aktivitás által irányított ingadozást mutatja éves és napi szinten is. Mindez arra utal, hogy a növényzet közvetlenül képes a talajvízből történő vízfelvételre. Egy másik alföldi kút (Kecskemét-Méntelekek) adatai alapján a megfigyelések kezdete óta süllyedő tendenciát mutat, amit a fotoszintetikus aktivitás éves ciklusa sem változtat meg alapvetően. Ez utóbbi esetlegesen a süllyedés ütemének változásában érhető tetten. Itt tehát a felszíni növényzet és a talajvíz között nincs közvetlen kapcsolat, amit a talajvíz rendkívüli mélysége is megerősít (>10 m).

Szintén a talajvíz nagy mélysége miatt a lehulló csapadék, és a talajvíz közti kapcsolat is megszakadt, illetve az év csak viszonylag rövid időszakára korlátozódik függetlenül a felszíni növényzet típusától. Értelemszerűen az ehhez hasonló területeken, ahol az erdőállományok teljes mértékben a talaj nedvességtartalmára vannak utalva, az aszályos időszakok hatása erősebben megmutatkozhat az erdőállományok egészségi állapotában, ugyanakkor szintén a fent bemutatott okok miatt ezen időszakok hatása a talajvíz adatokban nehezebben vagy egyáltalán nem mutatható ki.

A mintaterületeken (1. ábra) a lombvesztés mértékét vegetációs időszakban június és augusztus hónapokban vizsgáltuk, légifotók, távérzékelési módszerek és terepi bejárások alapján. Jelentős (50%) lombvesztés volt tapasztalható a Mátrában, Gyula környékén, Püspökladányban és a Szigetközben. Lombvesztéssel érintett faállományok: akácosok, kocsányos és kocsánytalan tölgyesek, nemes nyárasok.



2 ábra: A növedékfúró használata és gyűjtött növedékcsapok.

A mintaterületekről begyűjtött növedékcsapok eddigi elemzése alapján a 2022-es évben a területek 75%-án az éves növedék visszaesett, főleg az alföldi, a szigetközi és a mátrai területeken (2. ábra).

ÖSSZEFOGLALÁS

Az elmúlt évben a történelmi aszály országszerte éreztette negatív hatásait. Hosszú csapadékmentes, száraz periódusok jellemezték az időjárást az év első felében. A forró napok száma és a légköri aszály mértéke országszerte kimagasló volt. A hőhullámokat extrém intenzitású csapadékok váltották a nyári hónapokban. A vizsgált mintaterületeken a faállományok jelentős lombvesztését állapítottuk meg. A klímamodellek előrejelzéseinek és a mért adatok ismeretében számítanunk kell a kedvezőtlen adottságú területek növekedé-

sére. Elképzelhető, hogy ezeken a területeken az erdőgazdálkodás a gazdasági szempontok alapján nem, vagy csak nehézségek árán lesz fenttartható. Az erdőállományok klímaváltozás hatásait mérséklő, ökológiai, közjóléti, humánegészségügyi funkciói miatt, tehát mindannyiunk elemi érdeke hosszútávú fennmaradásuk biztosítása a jövőben.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A publikáció a TKP2021-NKTA-43 számú projekt az Innovációs és Technológiai Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a TKP2021-NKTA pályázati program finanszírozásában valósult meg, köszönet érte.

AZ AUTOMATIZÁCIÓ, ROBOTIZÁCIÓ TECHOLÓGIAI FELTÉTELEI

MAJOR TAMÁS¹, HORVÁTH BÉLA²

1 Soproni Egyetem, Erdő- és Természeti Erőforrás-gazdálkodási Intézet, Sopron;major.tamas@uni-sopron.hu

2 Soproni Egyetem, Sopron

KIVONAT

Az utóbbi időben egyre gyakrabban találkozunk a közbeszédben, a médiában, sőt a szakmai kiadványokban is az automatizációhoz és a robotizációhoz kapcsolódó fogalmakkal. Cikkünkben rávilágítunk a fogalmak különbségeire és bemutatjuk az ezek által definiált gépesítési szintek alkalmazásának feltételeit, előnyeit és hátrányait.

KULCSSZAVAK:

gépesítési szintek, precíziós erdőgazdálkodás, erdő 3.0, okos erdő, erdő 4.0, intelligens gazdálkodás

BEVEZETÉS

Az információs technológia (IT) napjainkra az erdőt is elérte. A szakirodalomban, de a közbeszédben is egyre gyakrabban találkozunk az olyan fogalmakkal, mint: precíziós erdőszet, precíziós erdőgazdálkodás, fenntartható erdőgazdálkodás, erdőgazdálkodás digitalizációja, okos erdő, erdőszet 4.0, mesterséges intelligencia az erdőben stb.

A technológiai újítások átalakítják a gazdálkodás módját. Az agrárium és ezen belül az erdőgazdálkodás modernizációja és a digitális technológia használata, új koncepciók megjelenését eredményezik. Ezen technológiák alkalmazásának eredménye a kisebb ökológiai terhelés, az alacsonyabb költség, a nagyobb és megbízhatóbb hozam, továbbá a nagyobb profit.

FOGALOMMEGHATÁROZÁS

Fenti kifejezések, annak ellenére, hogy gyakran felcserélve használják őket, jelentésükben eltérnek, ezért szükségesnek érezzük először az egyes fogalmak tisztázását. A gépesítés szintjeit az 1. ábrán szemléltetjük.

Intelligens termelés				
Okos termelés				
Automatizált termelés				
Gépesített termelés				
Hagyományos termelés				
	Forest 1.0	Forest 2.0	Forest 3.0	Forest 4.0

1. ábra. A gépesítés szintjei

A hagyományos termelést, gazdálkodást az emberi és állati erőforrások alkalmazása, a kézimunka szükséglet jellemzi. Működésének hatékonysága rendkívül alacsony.

Magyarországon az 50-es évektől, az erőgépek (motorfűrészek, mezőgazdasági traktorok) megjelenésétől beszélhetünk gépesített termelésről. Az erdészeti ágazaton belül megkülönböztetünk műveletgépesítést és folyamatgépesítést. A folyamatgépesítés a többműveletes gépekre jellemző, melyek egyszerre két, vagy több művelet elvégzésére is alkalmasak. Ilyenek a harvesztetek és a processzorok, de ide sorolhatjuk a forvardereket is, melyek a közelítés és kiszállítás műveleteit végzik kapcsoltan.

A legújabb harvesztetek és proceszorok már az automatizált termelés (precíziós gazdálkodás) gépei, melyek a számítástechnika, az informatika fejlődésének köszönhetően, választékoló szoftverük segítségével képesek a törzs méreti és minőségi jellemzői alapján a megfelelő választék termelésére.

A precíziós gazdálkodás ugyan elsősorban a szántóföldi növénytermesztés kapcsán használatos kifejezés, de az agrárinformatikai megoldások használata – különösen az automatizált rendszerek és a digitális adatgyűjtés, adatelemzés révén – ma már az erdőgazdálkodás területén is jelen van. A precíziós

gazdálkodás a digitális technikák használatával figyeli és optimalizálja a termelés folyamatát; figyelembe veszi az eltérő körülményeket, és ennek megfelelően határozza meg a beavatkozás módját, jellemzőit.

A gépesítés következő szintje az okos termelés, okos gazdálkodás (mezőgazdaság 4.0 és erdőgazdaság 4.0), melyet az adatokon alapuló, az adatokat összekapcsoló és egymással folyamatosan kapcsolatban lévő eszközök és megoldások jellemzik. A gazdálkodás 4.0 tulajdonképpen a gazdálkodás 3.0 (a precíziós gazdálkodás) kiegészülve a gépek és az eszközök hálózatba szervezésével, valamint a nagy mennyiségű adat (big data) feldolgozásával.

Alig ismerkedtünk meg a gazdálkodás 4.0 fogalmával, már küszöbön áll az 5.0-as lépcsőfok. A mező- és erdőgazdálkodás 5.0, azaz az intelligens termelés várhatóan a robotikán és a mesterséges intelligencia valamilyen formáján alapul majd.

A DIGITALÍZÁCIÓ ALKALMAZÁSÁNAK FELTÉTELEI

A precíziós gazdálkodás technikai háttere, feltételei:

- GPS technológia (Global Positioning Systems /globális helymeghatározási rendszer/),
- GIS (Földrajzi Információs Rendszer) alapú alkalmazási térképek,
- távérzékelés, szenzortechnika.

A precíziós gazdálkodás az eredetileg katonai célra kifejlesztett GPS rendszeren alapul. A precíziós (helyspecifikus) gazdálkodás elsődleges célja a műveltek térben és időben megfelelő megvalósítása, ezért a helymeghatározás pontossága elsődleges feladat. A helymeghatározó rendszerek feladata a gépek pozícionálása, iránytartása (automatikus kormányzás) mellett, hogy a nyert adatokat koordinátákkal ellátva a beavatkozásokat pontosan a szükséges helyen tudjuk elvégezni.

Az okos gazdálkodás (gazdálkodás 4.0) a precíziós gazdálkodásban alkalmazott technológiák és szenzorok által előállított nagytömegű adatokra épül, jellemzői és feltételei:

- dolgok/tárgyak internete – Internet of Thing (IoT),
- szenzorok és aktuátorok árának nagy mértékű csökkenése,
- processzorok árának csökkenése,
- széles sávú hálózati kommunikáció,

- adattárolás és feldolgozás felhőalapú ICT (Info-kommunikációs technológia) rendszerekben,
- nagy mennyiségű adat – „big data” – feldolgozása és elemzése.

A tárgyak internete (IoT) egyedi azonosítóval rendelkező, hálózatra kapcsolt eszközök rendszerét és kommunikációra való felkészítését jelenti. Számos alkalmazási területen megkönnyíti az adatgyűjtést és a folyamatok automatizálását. A szenzorok (pl. talajnedvesség, léghőmérséklet, páratartalom, tápanyag-ellátottság mérése) lehetővé teszik a gazdálkodásban használt erőforrások ellenőrzését és a növényfejlődés folyamatos monitoringját. A gépek működését ellenőrző IoT-érzékelők lehetővé teszik a gépek távfelügyeletét, valamint a megelőző karbantartást is. Ha a karbantartás a szenzorok által mért állapotjellemzők alapján történik, akkor a gazdaságok képesek előre felkészülni a meghibásodásokra, a karbantartás még a hiba bekövetkezése előtt elvégezhető, mely kisebb leállási időt és költségmegtakarítást eredményez.

A szenzorokból származó nagy mennyiségű adat „big data” önmagában még nem elég, tudni kell az adatokat megfelelően tárolni és feldolgozni is. Ez az informatika fejlődésének köszönhetően ma már gyorsan megoldható.

A DIGITALÍZÁSCIÓ ELŐNYEI ÉS HÁTRÁNYAI

Az új technikai megoldásoknak, az adatok összekapcsolásának számos előnye van: például kisebb üzemanyag-, műtrágya- és növényvédő szer fogyasztás, ennek következtében kisebb környezeti terhelés, ugyanakkor magasabb termelékenység és hatékonyság. A folyamatos adatgyűjtés az azonnali beavatkozást is lehetővé teszi, a digitalizálás révén az adminisztrációs feladatok elvégzése és a munkafolyamatok szervezése is könnyebbé válik.

Az új technológia azonban kihívásokat és veszélyeket is hordoz magában, melyek a következők: a széles sávú vezeték nélküli kapcsolat kiépítése, a különböző gyártók adatai közötti átjárhatóság kérdése, az adatok vegyes minősége, a betanulás időigénye, jogi és szabályozási kérdések (pl. vezető nélküli közlekedés kérdései) és adatbiztonsági kérdések.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A tanulmány/kutató munka a „Fás biomassa termesztési feltételeinek vizsgálata - GINOP-2.3.3-15-2016-00039” projekt támogatásával készült.

IRODALOM

- FENG, Y. – AUDY, J. F. (2020): Forestry 4.0: A framework for the forest supply chain toward Industry 4.0. *Gest Ao Produç Ao*, 27.
- GAÁL M- ILLÉS I. SZERK. (2020): A precíziós szántóföldi növénytermesztés helyzete és ökonómiai vizsgálata. NAIK Agrárgazdasági Kutatóintézet.
- HORVÁTH A. L. (2015): Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában. Doktori (PhD) értekezés, Sopron. Budapest.
- HORVÁTH B. ET. AL. (2013): Motor- és tisztítófűrészek, Nemzeti Agrárszaktanácsadási és Vidékfejlesztési Intézet, Budapest.
- HORVÁTH B. szerk. (2016): Erdészeti gépek. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest.
- HORVÁTH B – CZUPY I. (2022): Robotizációs az erdészeti gépesítésben. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest.
- JÓRI I. (2017): CEMA: A Digitális Mezőgazdaság fejlődésének története.
<https://agroforum.hu/szakcikkek/gepeszet/cema-a-digitalis-mezogazdasag-fejlodesenek-tortenete>
- POPP J. – ERDEI E. – OLÁH J. (2018): A precíziós gazdálkodás kilátási Magyarországon. Outlook of precision farming in Hungary. *International Journal of Engineering and Management Sciences (IJEMS)* Vol. 3. No. 1.
- RUMPF J. (szerk.), HORVÁTH A. L., MAJOR T., SZAKÁLOS NÉ MÁTYÁS K. (2016): Erdőhasználat, Mezőgazda Kiadó, Budapest. 133-147.
- SZŐKE V. – KOVÁCS L. (2020): Mezőgazdaság 4.0 – relevancia, lehetőségek, kihívások. *Gazdálkodás*. 64:289-304.
- VÉRTESY L. (2023): Precíziós mezőgazdaság: helyzetkép és gazdasági megfontolások. Műhelytanulmány. MATE Press. Gödöllő.
- WALTER, D. (2017): Landwirtschaft 4.0 aus Sicht der heutigen Praxis. ÖKL-Landtechnik-Seminar „Datenübertragung”.
<http://www.forschungsnetzwerk.at/downloadpub/Detlef-WALTER-OeKL-Landwirtschaft-4.0-10-05-2017.pdf>

CSÁSZÁRFA (*PAULOWNIA TOMENTOSA*) CSAVARÁLLÓSÁGI JELLEMZŐI

KOMÁN SZABOLCS, SÁJTOS DÁNIEL

Soproni Egyetem, Faipari Mérnöki és Kreatívipari Kar,
Faipari és Műszaki Intézet,
koman.szabolcs@uni-sopron.hu

KIVONAT

A faanyag szerkezetként való felhasználásakor fontos szempont annak csavarállósága, amely a behajtott csavar kihúzásakor jelentkezik. A vizsgálatba paulownia, lucfenyő és nyár fafajok, valamint önmetszős, hagyományos és gipszkarton csavarfajták kerültek bevonásra. A fafajok közül csavar típustól függetlenül a paulownia csavarállósága a legkisebb, míg a nyáré a legnagyobb. Ez igaz mind a húrirányú, mind a bütüben elvégzett vizsgálatok esetén. A csavarállósági értékek közti különbségek a bütüben történt vizsgálat esetén jelentősebbek. A kötőelemek szempontjából az önmetsző csavar teljesített a legrosszabbul, míg a gipszkarton csavar a legjobban.

KULCSSZAVAK:

paulownia, nyár, lucfenyő, csavarállóság, facsavar

BEVEZETÉS

A faszerkezetek kötőelemeiként gyakran alkalmazzák a szegeket és csavarokat, amelyek fajtái a különböző szerkezeti célú felhasználásnak, és a fa vagy fa alapú alapanyagoknak köszönhetően rendkívül széles skálán mozognak. Éppen ezért a fa szerkezetként való felhasználása során fontos jellemző a szeg és csavarállóság, amely a beütött szeg vagy behajtott csavar kihúzásakor jelentkezik. Ennek a nagyságát többek között a faanyag tulajdonságai is jelentősen befolyásolják, amely természetes eredetű szerkezetének köszönhetően anizotróp.. Az egyes fafajok szeg- és csavarállósága a különböző anatómiai és ezáltal fizikai, mechanikai tulajdonságai miatt eltérőek.

A legtöbb esetben a nagyobb sűrűségű anyagok nagyobb csavarterhelhetőséget mutatnak, másrészt a nedvességtartalom növekedésével a teherbírás is csökken (Eckelman 1990). A rosttelítettség határ alatt a faanyag nyírási modulusza és a kihúzási szilárdság a nedvességtartalom növekedésével csökken (Keunecke et al. 200,; Hübner et al. 2010). A maximális csavarhúzási szilárdság egyenesen arányos a csavar behatolási mélységével és a faanyag sűrűségével. A csavarok eltörése akkor fordul elő, amikor a kihúzási szilárdság

nagyobb, mint a csavar ellenállási határa. Ez elsősorban magasabb sűrűségű fajoknál jellemző (Ribeiro 2018).

A fa építőanyag iránti kereslet és a közelmúltban jelentősen megnövekedett alapanyagárak miatt egyre nagyobb figyelmet kapnak a gyorsan növvő fajok. Ezen problémák leküzdésére pl. a paulownia is jelentős segítséget jelenthet, amely a világ egyik leggyorsabban növekvő faja. Széleskörű hasznosítása az ipari felhasználástól (bútor- és épületfa, papíripari alapanyag, energia célú biomassa, stb.) a méhészeti és gyógyszeripari hasznosításon át (kérreg, levél, virágzat) a díszítő funkcióig (parkfa, művészi fafaragványok alapanyaga) terjed. A magas szilárdság/tömeg arányának köszönhetően jól alkalmazható például a hajóépítésben, légiközlekedésben, szűrődeszkák és lakókoszlik készítésénél.

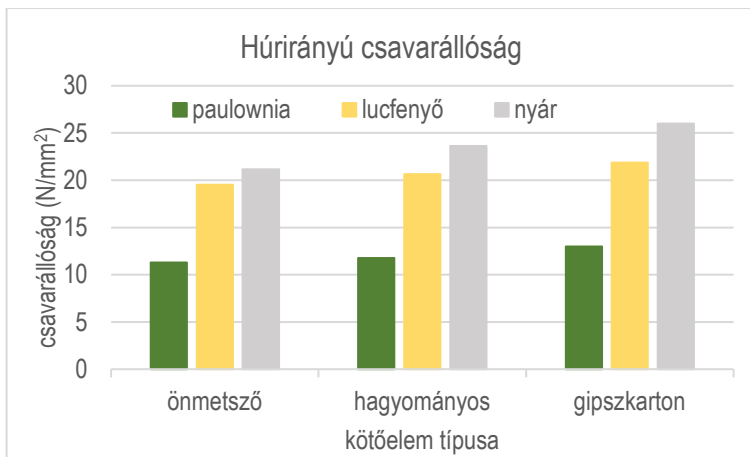
A különböző paulownia fajták faanyagának tulajdonságairól megjelent publikációk száma más fajokhoz viszonyítva még igen szerény, így ismereteink több szempontból is hiányosak erről a fajáról. Alapvető tulajdonságaik vizsgálatáról az utóbbi időben több tanulmány született (Kalaycioglu et al. 2005, Barton et al. 2007, Akyildiz, Kol 2010, Koman et al. 2017, Koman, Feher 2020, Sedlar et al. 2020, Koman 2023), a technológiai tulajdonságairól (pl. keménység, kopásállóság, szeg- és csavarállóság) viszont még nincs tudományosan alátámasztott ismeretanyagunk.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A vizsgálathoz felhasznált császárfá minták a *Paulownia tomentosa* (Robust4) szelektált változatból (H-7812 Garé) kerültek kialakításra. Az eredmények összehasonlítása lucfenyő (*Picea abies*) és nyár (*Populus sp.*) fajokkal történt, melyek mintái a Soproni-hegységből kerültek kitermelésre. A vizsgálatok az EN 1382:2016 szabvány alapján kerültek elvégzésre. A vizsgálatokhoz 3 különböző csavartípust használtuk 25 mm behatolási mélységgel, előfúrás nélkül.

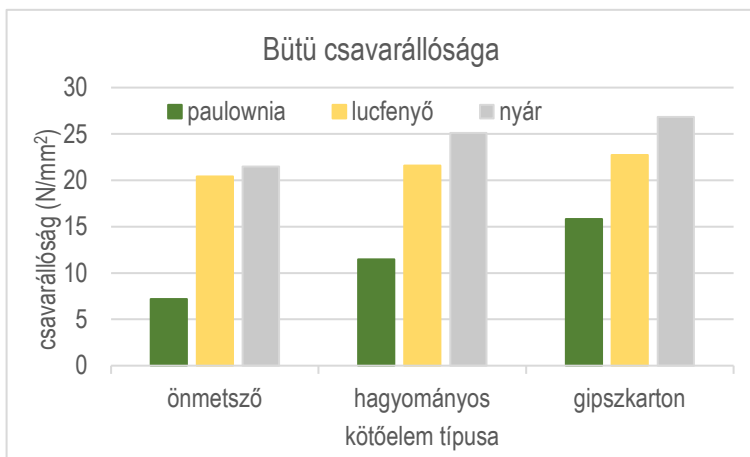
EREDMÉNYEK

A vizsgált fajok esetében csavartípustól függetlenül azonos sorrend állapítható meg a csavarállóság szempontjából a húrirányú vizsgálat esetén (1. ábra). A legmagasabb értékekkel a nyár rendelkezik, amit a lucfenyő, majd a császárfá követ. A paulownia értékeit a másik két faj 70-100% közötti értékben múlja felül.



1. ábra A vizsgált fajok húrirányú csavarállósága

A bütü irányban elvégzett csavarállósági vizsgálat esetében is a paulownia értékei bizonyultak a legkisebbnek, míg a legmagasabb értéket ebben az esetben is a nyár érte el (2. ábra). A húrirányú vizsgálattal szemben itt még jelentősebb különbségek mutatkoznak. A nyár és a lucfenyő értékei a paulowniához képest a félszerestől a háromszorosig terjednek.

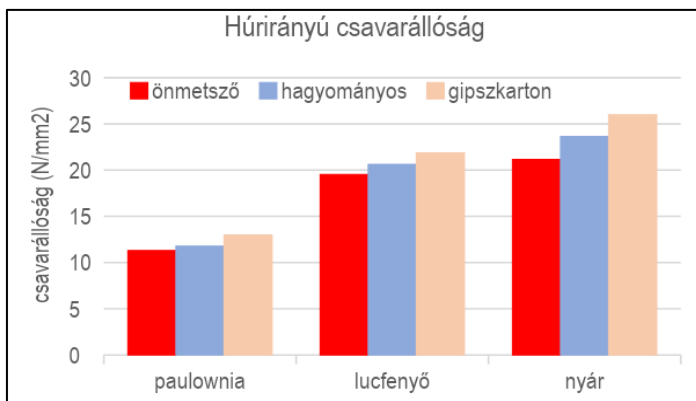


2. ábra A vizsgált fajok csavarállósága a bütüben

A kötőelemek közötti csavarállóság különbségét húrirányban a 3. ábra mutatja. Mindhárom faj esetében az önmetsző csavar értékei bizonyultak a legki-

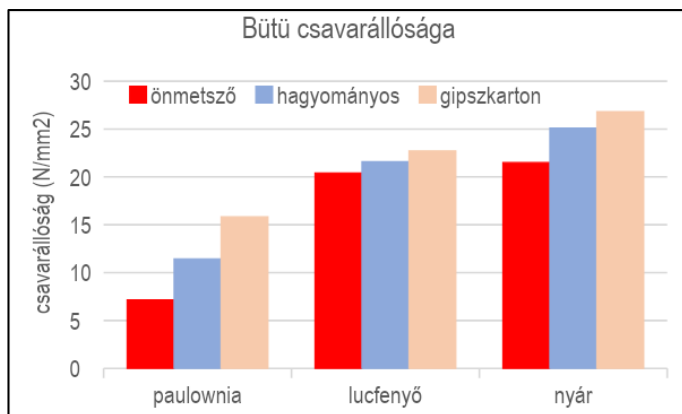
sebbnek, amit a hagyományos, majd a gipszkarton csavar követ. Ezek a különbségek egyes esetekben azonban olyan kicsik, hogy gyakorlatilag azonosnak tekinthetők. Az ilyen kis eltérések a faanyag inhomogén szerkezetéből adódóan is előfordulhatnak.

A paulownia esetében az önmetsző és a hagyományos csavar értékei között nincs jelentős eltérés, a gipszkarton csavarral viszont 10-15%-kal magasabb értékek voltak elérhetőek húrirányban. A lucfenyő esetén is hasonló megállapítás tehető. A nyár esetében a hagyományos 12%-kal, míg a gipszkarton csavar már 23%-kal múlta fölül az önmetsző csavar értékeit a vizsgálatok szerint.



3.ábra Csavarállóság a kötőelem típusa szerint fajonként húrirányban

A bütü irányú vizsgálat esetében is hasonló a sorrend a különböző kötőelem típusok közt (4. ábra). Ennél az anatómiai iránynál azonban már több esetben figyelhető meg markáns különbség. A paulowniánál az önmetsző csavar értékét a hagyományos 60%-kal, míg a gipszkarton csavar már 121%-kal haladja meg. A lucfenyőnél a három kötőelem közt nincs érdemi különbség. A nyár esetében pedig a gipszkarton csavar $\frac{1}{4}$ -del nagyobb értéket produkált az önmetszőhöz képest.



4.ábra Csavarállóság a kötőelem típusa szerint fafajonként a bütüben

ÖSZEFOGLALÁS

A faszerkezetek kötőelemeiként alkalmazott csavartípusok fajtájától függően változik a kialakított kötés erőssége. Az különböző csavarok kötési erősségére természetesen az adott faj is jelentős hatással van. A végső csavarállóságot ezért a csavar típusa és a faj együttesen határozza meg, egyéb befolyásoló tényezők mellett. A paulownia, a lucfenyő és a nyár közül a vizsgált 3 csavartípustól (önmetsző, hagyományos, gipszkarton) függetlenül a paulownia rendelkezik a legkisebb csavarállósággal, míg a nyár a legnagyobbval. Ez húrirányú és bütüben elvégzett vizsgálat esetében is beigazolódott. A 3 faj közül a paulownia sűrűsége a legkisebb, ami az egyik magyarázata a kapott eredményeknek. A 3 különböző csavartípus szempontjából mindhárom faj esetében az önmetsző csavarral érhető el a legkisebb csavarállóság, míg a gipszkarton csavarral a legnagyobb.

KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS

Jelen publikáció a TKP2021-NKTA-43 azonosítószámú projekt keretében a Kulturális és Innovációs Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a TKP2021-NKTA pályázati program finanszírozásában valósult meg.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- AKYILDIZ, M.H., KOL, S.H. (2010). Some technological properties and uses of paulownia (*Paulownia tomentosa* Steud.) wood. *Journal of Environmental Biology* 31:351-355. http://www.jeb.co.in/journal_issues/201005_may10/paper_21.pdf
- ECKELMAN, C. A. (1975). Screw-holding performance in hardwoods and particle board. *Forest Products Journal* 25(6):30-35.
- EN 1382:2016 Timber Structures. Test methods. Withdrawal capacity of timber fasteners
- HÜBNER, U., RASSER, M., AND SCHICKHOFER, G. (2010). Withdrawal capacity of screws in European ash (*Fraxinus excelsior* L.), 11th World Conference on Timber Engineering, Trentino, Italy.
- KALAYCIOGLU, H., DENIZ, I., HIZIROGLU, S. (2005). Some of the properties of particleboard made from paulownia. *Journal of Wood Science* 51(4):410-414. <http://dx.doi.org/10.1007/s10086-004-0665-8>
- KEUNECKE, D., SONDEREGGER, W., PERETEANU, K., LÜTHI, T., NIEMZ, P. (2007). Determination of young's and shear moduli of common yew and Norway spruce by means of ultrasonic waves, *Wood Sci. Technol.* 41(4):309-327.
- KOMAN, S., FEHER, S. (2020). Physical and mechanical properties of Paulownia clone in vitro 112, *European Journal of Wood and Wood Products* 78(2):421-423. <http://dx.doi.org/10.1007/s00107-020-01497-x>
- KOMAN, S., FEHER, S., VITYI, A. (2017). Physical and mechanical properties of paulownia tomentosa wood planted in hungaria. *Wood Research* 62(2):335-340. <http://www.woodresearch.sk/wr/201702/15.pdf>
- KOMAN SZ. (2022) Quality characteristics of the selected variant of paulownia tomentosa (Robust4) wood cultivated in Hungary. *Maderas Ciencia y tecnología* <https://doi.org/10.4067/s0718-221x2023000100401>
- RIBEIRO, M.L., MENEZZ, C.H.S., SIQUEIRA, M.L., MELO, R.R., (2018). Effect of wood density and screw length on the withdrawal resistance of tropical wood. *Pesquisas Agrárias e Ambientais. Nativa, Sinop*, 6(4):402-406. <http://dx.doi.org/10.31413/nativa.v6i4.5638>
- SEDLAR, T., ŠEFC, B., DRVODELIC, D., JAMBREKOVIĆ, B., KUČINIĆ, M., IŠTOK, I. (2020). Physical properties of juvenile wood of two paulownia hybrids. *Drvena industrija* 71(2):179-184. <http://dx.doi.org/10.5552/drvind.2020.1964>

DRÓNTECHNOLÓGIA A MEZŐ- ÉS ERDŐ- GAZDÁLKODÁSBAN

DOBAI ROLAND, FERENCZI MÁTÉ, GYIMESI SOMA, KÁRÁSZ NOEL FERENC,
RÁBAI DÓRA, MAJOR TAMÁS
Soproni Egyetem, Sopron
major.tamas@uni-sopron.hu

KIVONAT

A precíziós gazdálkodásban az elmúlt években egyre nagyobb teret nyert a dróntechnológia. Dolgozatunkban bemutatjuk a drónokat és azok alkalmazási lehetőségeit a mező- és erőgazdálkodásban.

KULCSSZAVAK:

UAV, dróntechnológia, precíziós gazdálkodás

BEVEZETÉS

Az UAV, azaz pilóta nélküli jármű kifejezés az angol Unmanned Aerial Vehicle kifejezésből ered. A köznyelvben azonban gyakran a drón elnevezést használjuk.

A dróntechnológia az elmúlt évek során az élet számos területén megjelent. A pilóta nélküli repülő járművek, légi robotok, drónok valójában már több mint 20 éve léteznek, mindennapjainkba azonban csak pár évvel ezelőtt kezdtek beépülni. Egyre több helyen vetnek be drónokat az egyszerű hétköznapi feladatok ellátására is, pl.: gyors csomagkézbesítés, légi kárfelmérés, eltűnt személyek keresése. A drónok nem csak hatékonyak, hanem olcsóbban, gyorsabban és biztonságosabban is képesek a különböző feladatok elvégzésére, melyek az ember számára nem, vagy nehezen kivitelezhetőek.

A drónokat ma már az ipar és a mezőgazdaság számos területén alkalmazzák. Egyre nagyobb a gazdálkodók érdeklődése a precíziós gazdálkodás és azon belül is a dróntechnológia iránt. A precíziós mezőgazdaság és a dróntechnológia a közeli jövő meghatározó trendje.

DRÓNOK TÍPUSAI

A drónokat nagyon sokféle célra készítik, ezért sok fajtája alakult ki. Alapvetően megkülönböztetünk merevszárnyú és forgószárnyú változatokat, illetve ezek hibrid változatait (1. ábra).

További csoportosításuk:

- a hajtások száma,
- a vezérlés fajtája,
- a meghajtás típusa és
- a méretük alapján történhet.

A merev szárnyú gépek előnye, hogy a repülési idejük jóval nagyobb, mint a forgószárnyú változatoké, utazó sebességük is magas, és jól terhelhetőek. Hátrányuk, hogy nem képesek helyből felszállásra, lebegésre és helyből leszállásra. A felszállás kilövőállásról, esetleg kézből történik, a leszállás pedig hasra, néha ejtőernyővel.

A forgószárnyú (kopter típusú) gépek leggyakoribb fajtái a 4 karon 4 motorral rendelkező quadkopterek.

Használhatnak még:

- 3 karon 3 motoros,
- 3 karon 6 motoros,
- 6 karon 6 motoros (hexakopter),
- 8 karon 8 motoros (octokopter) fajtákat.

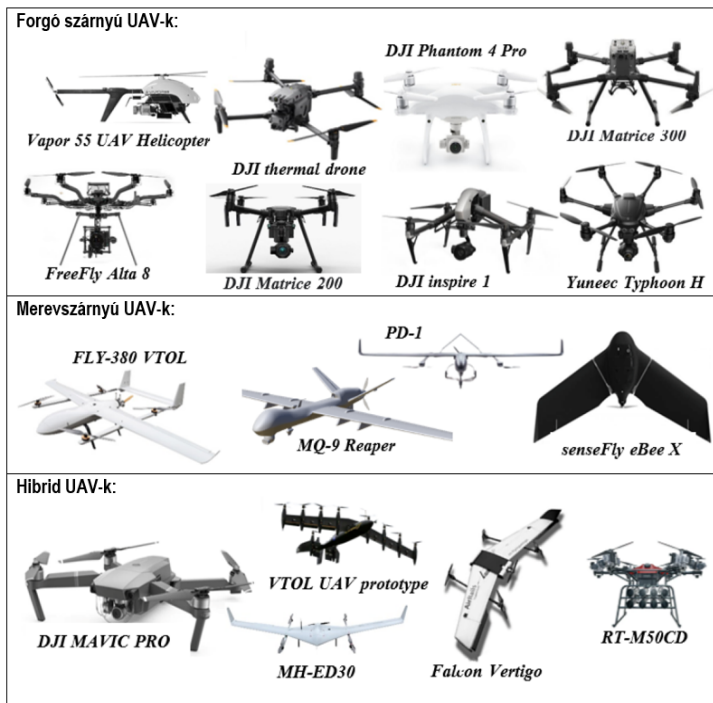
Ezeket a több motorral és karral rendelkező gépeket összefoglalóan multikoptereknek nevezzük. A helikopter és a multikopter közti alapvető különbség az, hogy míg a helikoptereknél a forgószárnyak dőlésszögének változtatásával változtatják a felhajtóerőt, addig a multikoptereknél a fix dőlésszögű rotorok forgási sebességének változtatásával teszik ezt.

A normál helikopterekhez képest a multikopterek előnye még a stabilabb repülés és a kisebb rezonancia. Minél több karral, illetve motorral rendelkeznek, annál könnyebb a vezérlésük.

A drónok vezérlése történhet rádió távvezérléssel, vagy automatikus módon előre beprogramozva.

Meghajtásukat tekintve elektromos (akkumulátoros), robbanómotoros, valamint a légáramlatokat kihasználó vitorlázó gépek lehetnek. Az elektromos meghajtás előnye, hogy könnyen szerelhetőek, alacsony alkatrész árak van-

nak, és relatív alacsony súllyal rendelkeznek. Hátrányuk a rövid repülési idő, és az akkumulátor nagy súlya. A robbanómotoros gépek előnye a relatív nagy erő kifejtés, illetve a hosszabb repülési időre való képesség. Hátránya pedig, hogy drágább az elektromosnál és komplexebb felépítést kíván.



1. ábra. Drón típusok

A DRÓNOK ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEI A MEZŐ- ÉS ERDŐGAZDÁLKODÁSBAN

A precíziós gazdálkodásnak ma már szerves része a dróntechnológia. A drónok alkalmazásával az élőmunka lényegesen csökkenthető, ez a termelési költségére is kihat. Előnye még a művelt terület kímélése, semmit nem tapos le, hiszen a drónok nem lépnek közvetlen kapcsolatba a talaj felszínével. Ráadásul a drónokkal olyan esetekben is lehet dolgozni, amikor a földi gépekkel nem tudnánk rámenteni egy adott területre, például a belvíz miatt, vagy azért, mert túl nagy kárt okoznának az állományban.

A drónok alkalmazási köre évről évre bővül. A mező- és erőgazdálkodásban a következő területeken használják már:

- monitoring, térképezés,
- vetés,
- permetezés,
- tápanyagutánpótlás,
- állatok körüli feladatok.

A természetvédelem ismert madárfészkek ellenőrzésére és ismeretlen fészkek helyének pontosítására használja.

A teljesség igénye nélkül itt az erdőgazdasági felhasználását szeretnénk bemutatni. A géptestre szerelhető szenzorok és kamerák a növényfejlődés monitoringját segítik. A kamera típusától (RGB, multi- vagy hiperspektrális) függően alkalmasak például a terület, a talaj, a vegetáció, a vadállomány, és ezek állapotának felmérésére, kár- és hozambecslésre. Az általuk készített felvételek kielemezése lehetőséget ad a pontos döntések meghozatalára.

A drónok speciális vetőszerkezettel felszerelve erdőtelepítési és erdősítési feladatokra is felhasználhatóak. Az ausztrál AirSeed technológia esetében a bevonatos (inkrusztált) magokat pneumatikus vetőszerkezettel lövik a talajba (2. ábra). A drónok önállóan, automata vezérléssel repülnek végig a beprogramozott útvonalon, és vetés közben rögzítik a magok cél-GPS-koordinátáit. Ez lehetővé teszi azt, hogy később, a kelés után ellenőrizni lehessen a vetés eredményességét.

A drónokat egyre többen alkalmazzák a növényvédelemben és a tápanyagutánpótlásban is. Ezekre a berendezésekre szerelhető permetező adapterek már akár 30 dm³ térfogatú permetlé tartállyal is rendelkezhetnek. Teljesítményük akár 10-12 ha/h is lehet. Felületpermetezésre az erdősítési és csemetermesztési technológiákban egyaránt használhatóak (3. ábra). A helikopter-es permetezéshez képest kisebb költségeket eredményez és a permetezés hatékonysága is sokkal jobb, mintha helikopterről, vagy repülőgépről végeznék. A rovarok és kártevők támadásának súlyosságától függően a permetező vegyszerek mennyisége változtatható.



2. ábra. Vetőszerkezettel szerelt drón



3. ábra. Drón felületpermetezés közben

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A tanulmány/kutató munka a „Fás biomassa termesztési feltételeinek vizsgálata - GINOP-2.3.3-15-2016-00039” projekt támogatásával készült.

IRODALOM

- BÁRTFAI, Z., BLAHUNKA, Z., BOGNÁR, I. ÉS FAUST, D. (2018): Robotok a mezőgazdaságban. Mezőgazdasági Technika, 2018. október, 2–7
- GAÁL M- ILLÉS I. szerk. (2020): A precíziós szántóföldi növénytermesztés helyzete és ökonómiai vizsgálata. NAIK Agrárgazdasági Kutatóintézet.
- HORVÁTH B – CZUPY I. (2022): Robotizációs az erdészeti gépesítésben. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest.
- MILICS, G. (2019): Application of UAVs in Precision Agriculture. In Palocz-Andresen, M., Szalay, D., Gosztom, A., Sípos, L. és Taligás, T. (szerk.): International Climate Protection. Springer International Publishing, Cham (Svájc), 93–97.
- VÉRTESY L. (2023): Precíziós mezőgazdaság: helyzetkép és gazdasági megfontolások. Műhelytanulmány. MATE Press. Gödöllő.

FAFAJOSZTÁLYOZÁS ÉS PONTOSSÁGI VIZSGÁLATA LÉGI HIPERSPEKTRÁLIS FELVÉTEL ALAPJÁN A SOPRONI-HEGYVIDÉKEN

SZALAI ÁRON, DR. KIRÁLY GÉZA, DR. BROLLY GÁBOR

Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Geomatikai és Kultúrmérnöki Intézet

KIVONAT

A hiperspektrális felvételek nagy spektrális felbontásuknak köszönhetően kitűnően alkalmasak az egyes fajok elkülönítésére. Az osztályozás pontossága egyéb passzív távérzékelte felvételekével összehasonlítva a legjobb. Kutatásunk során egy a Soproni-hegységben 2021-ben készült hiperspektrális felvételt használtunk fel. A mintaterületünk a Hidegvíz-völgy erdőrezervátumot és azzal szomszédos néhány erdőrészletet foglalja magában. Öt fajra végeztük el az osztályozást, ebből négy főfaj: kocsánytalan tölgy, bükk, lucfenyő, vörösfenyő és egy elegyfaj: gyertyán. A kapott eredmények osztályozási pontossága indokoltá teszi a hiperspektrális felvételek szélesebb körű alkalmazását a fajajtéreképezésben.

KULCSSZAVAK:

hiperspektrális felvétel, fafajosztályozás, Soproni-hegyvidék

BEVEZETÉS

A hiperspektrális szenzorok a passzív távérzékelés körébe tartoznak. A szenzorok által készített felvételek jellemzője, hogy sok (>20, akár több 100) keskeny (2-10 nm) sávból épülnek fel. Spektrális felbontásuk nagy, míg geometriai felbontásuk hordozó eszköztől függően elég jó, akár m-es is lehet, mint az általunk feldolgozott felvételé. Ennek folyamánként nagy adatmennyiség keletkezik, így kisebb területek felvételezésére alkalmas. Viszont a nagy spektrális felbontás lehetővé teszi az egyes fajok elkülönítését (Belényesi és mtsai, 2013.). Az erdészeti kutatás évtizedek óta foglalkozik már a témával. Először kizárólag hiperspektrális felvételek alapján vizsgálták a fafajosztályozás pontosságát, összehasonlítva a multispektrális felvételekével. Jelenleg LiDAR felvételek bevonásával zajlanak a vizsgálatok, amellet, hogy a lézer segítségével faállomány szerkezeti paraméterek meghatározása is lehetővé válik, az osztályozás pontosságának további javulását eredményezi (Mäyrä és mtsai, 2021.). A kutatások további irányát az adatfeldolgozási módok összehasonlítása jelenti, melyek szintén nagy szerepet játszanak az osztályozás megfelelő pontosságának elérésében. A felvételek zajosak, ezért különböző

képjavító eljárásokat alkalmaznak. A következő lépés már maga az osztályozás. Tanulmányunkban egy képjavító eljárást alkalmazunk, és három osztályozó modult fogunk a pontosság alapján összehasonlítani.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A hiperspektrális felvételek esetében nagyon fontos a nagyszámú terepi referencia adat. A Mäyrä és mtsai (2021.) tanulmányban kétféle módszerrel összesen 6599 faegyedet vettek fel. Általunk kétféle körös felvételezési módszer került alkalmazásra a terepi referencia fáink bemérésére. A Hidegvölgy Erdőrezervátum területén található egy már korábban kitűzött felvételezési ponthálózat. A hálózat pontjait álláspontként használva mértük be a jól beazonosítható fák távolságát és szögét (Szalai, 2022.). Ez a módszer egy változó sugarú körös mintavétel, és az elegyes faállományokban alkalmaztuk.

A másik módszernél egyetlen állományokat vagy kisebb egyfajú facsoportokat kerestünk. Itt állandó sugarú körös mintavételt alkalmaztunk, a sugár nagysága 8,92 m volt. A kör középpontját GNSS RTK módszerrel határoztuk meg, deciméteres pontossággal. A faegyedek pozícióinak meghatározásán túl mértünk átmérőt és a szociális helyzetet is rögzítettük egyedenként. A két felmérésen túl még használtuk a rezervátumban végzett korábbi mérések adatait is (Bazsó, 2007.). A felvételezett faegyedek száma 245, az álláspontokról végzett távolság és mágneses azimut mérés segítségével meghatároztuk az egyes faegyedek EOY koordinátáit. A pontos helyadatok felhasználásával 100 faegyedhez rajzoltunk tanító- vagy tesztterületet. A tanítóterületek az osztályozó modulok paraméterezésére, míg a tesztterületek az osztályozás pontosságának ellenőrzésére szolgáltak. A tanító- és tesztterületek arányánál törekedtünk a 2 : 1 viszonyra.

A hiperspektrális felvételek általában zajosabbak a multispektrális felvételeknél, ezért képjavító eljárásokat alkalmaznak ennek kiküszöbölésére (Likó és mtsai, 2021.). Esetünkben az Minimum Noise Fraction-t (MNF) alkalmaztuk, mely két főkomponens analízisből álló lineáris transzformáció. Az osztályozási modulok közül a felügyelt eljárásokat alkalmaztunk. A felügyelt módszerek esetében tanító területeket kell képeznünk a spektrális felvételen, melyekből a felügyelt eljárások az adott spektrális tulajdonságokkal rendelkező osztályokat hozzák létre. Három felügyelt osztályozási módot választottunk, ezek a következők: Minimum Distance (MiD), Mahalanobis Distance (MaD) és a Support Vector Machine (SVM). Az MiD eljárás az adott pixelek euklidészi távolságát számolja az osztályonkénti átlagos pixel értékektől. A legközelebbi

pixelek kerülnek egy osztályba. Az MaD osztályozó egy irányérzékeny távolságosztályozó, statisztikákat számít az egyes osztályokra, feltételezve, hogy a kategóriák kovarianciája egyenlő. A legközelebbi tanulóterülethez párosítja a pixeleket. Végül a leggyakrabban használt osztályozó az SVM. Egy döntési területet alkalmaz az osztályok szétválasztásához, amely segítségével az osztályok közötti eltéréseket maximalizálja. Ezt nevezzük hipersíknak, és a hipersíkhoz legközelebb lévő pixelek képezik a támasztóvektorokat (L3HARRIS, 2022). Ezen eljárások osztályozási pontosságát vetettük össze egymással.

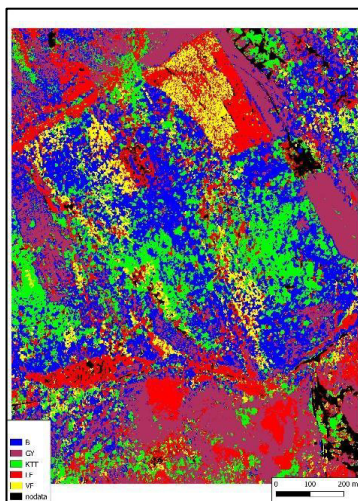
EREDMÉNYEK

Az általunk használt osztályozók közül a MiD és a MaD egyszerűbb elven működő osztályozók, előnyük, hogy sokkal hamarabb lefutnak, mint az SVM. Az SVM az egyik legelterjedtebb, és különböző körülmények között is megbízható eredményeket produkál (Melgani és Bruzzone, 2004.). Ezek voltak az előzetes elvárásaink. Az irodalomban nagy hangsúlyt helyeznek joggal az egyes osztályozók pontosságának összehasonlítására, de ugyanilyen fontos a tanuló- és tesztterületek megfelelő kiválasztása, mert e nélkül a legjobb eljárások sem működnek megfelelően. A hiperspektrális felvételek előkészítésének utolsó lépése az osztályozás előtt a növényzettel nem borított területek kizárása. Az NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) segítségével különítettük el ezeket a területeket. A 0,6-os NDVI értéknél kisebbel rendelkező pixelek kerültek ebbe a csoportba. Végül ezen pixelek számára létrehoztunk egy nodata osztályt, ez esetben, mivel mindegyik 0-s értéket kapott, nem volt tévesztés a besorolásban.

Az osztályozás teljes pontossága a SVM osztályozónál lett a legjobb, 94,31%. A MaD és MiD eljárásoknál sem volt lényeges különbség a pontosság tekintetében, előbbinél 93,89% míg utóbbinál 91,76% ez az érték. Ha közelebbről megvizsgáljuk az eredményeket, akkor 5%-ot meghaladó különbségeket a kocsánytalan tölgy és a lucfenyő esetében tapasztaltunk. Viszont több helyen is ugyanazt az eredményt kaptuk. Az okokra a következő fejezetben fogok kitérni.

1. táblázat: SVM osztályozás pontossága

SVM	KTT	B	LF	VF	GY
KTT	99,53	0,61	0,00	0,00	0,00
B	0,47	99,39	0,00	0,00	0,00
LF	0,00	0,00	74,41	1,75	0,00
VF	0,00	0,00	25,59	98,25	0,00
GY	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00



1 kép: SVM osztályozás eredménye

KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

Az osztályozás pontossága a vártnál jobb lett. Gyertyán esetében egy felvételezés állt rendelkezésre, a pixel szám és pixel értékek varianciája is a legalacsonyabb volt. Ennek tudható be a 100%-os osztályozási pontosság.

2.táblázat: Pixelék száma fajajonként

	KTT	B	LF	VF	GY
minta terület	213	16 3	25 4	11 4	72
tanító terület	311	34 7	18 3	28 9	17 8

A bükk és a tölgy esetében viszont magasabb pixel számok és szórtan elhelyezkedő mintaterületek ellenére pontos az osztályozás. A félre osztályozás értéke a lucfenyő esetében volt a legnagyobb a vörösfenyő javára. Érdekes módon ez a vörösfenyő osztályozásánál nem mutatkozott meg. Összeségében elmondható, hogy a lucfenyőt kivéve mindhárom osztályozó jó eredményeket hozott. Célszerű lenne a jövőben a fafajok és a tanító területek számát növelni és kiterjeszteni a teljes mintaterületre. A nodata területeket pedig osztályozás helyett maszkolással célszerű kizárni.

IRODALOMJEGYZÉK

- BAZSÓ, T. (2007). A Hidegvíz-völgy Erdőrezervátum kutatási eredményeinek térinformatikai feldolgozása. Budapest.
- BELÉNYESI, M., BURAI, P., CZIMBER, K., KIRÁLY, G., KRISTÓF, D., & TANÁCS, E. (2013). Távérzékelési adatok és módszerek erdőértékelési célú felhasználása, megvalósíthatósági tanulmány. (D. Kristóf, Szerk.) Budapest: An Augur Kft.
- L3HARRIS. (2022). (L3Harris Geospatial Solutions, Inc.)
Forrás: https://www.l3harrisgeospatial.com/docs/using_envi_Home.html
- LÍKÓ, B. S., BEKŐ, L., BURAI, P., & MARI, L. (2021). Légi hiperspektrális felvétel osztályozási pontosságának vizsgálata fás mintaterületen. *Geodézia és Kartográfia*, 3, 7-12.
- MÄYRÄ, J., KESKI-SAARI, S., KIVINEN, S., TANHUANPÄÄ, T., HURSKAINEN, P., KULLBERG, P., ... VIHHERVAARA, P. (2021). Tree species classification from airborne hyperspectral and LiDAR data using 3D convolutional neural networks. *Remote Sensing of Environment*, 256, 1-16.
- MELGANI, F. & BRUZZONE, L. (2004). Classification of Hyperspectral Remote Sensing Images With Support Vector Machines. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 42, 1778-1790.
- SZALAI, Á. (2022). A Soproni-hegyvidék erdőállományának elemzése hiper- és multisppektrális felvételek alapján. Szakdolgozat. Sopron.

FATERMÉSI TÁBLÁS ÉLŐFAKÉSZLET- ÉS FOLYÓNÖVEDÉK-BECSLÉSEK MAGYARORSZÁG ERDEIRE, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL AZ ALFÖLDI FAJAJOKRA

KOLLÁR TAMÁS

Soproni Egyetem, Erdészeti Tudományos Intézet,
Ökológiai és Erdőművelési Osztály
kollar.tamast@uni-sopron.hu

KIVONAT

A magyar erdők 71%-ában fatermési táblás, míg további 24%-ában egyszerű körlap-méréssel, tehát a fatermési tábla sűrűség szerinti módosításával határozzák meg az élőfakészletet. Folyónövedék többnyire fatermési táblával határozható meg. Az Országos Erdőállomány Adattár jelenleg az 1970-es években készített fatermési táblákból levezetett adatokat használja. Munkánkban fajajcsoportonként a legújabbnak tekinthető fatermési táblák élőfakészletét és folyónövedékét hasonlítjuk a 2012 évi állomány adataihoz.

KULCSSZAVAK:

fatermési tábla, élőfakészlet, folyónövedék, erdőállomány adattár

ABSTRACT

Yield table estimation for living stand volume and current increment of Hungarian forests, with special regard to lowland tree species

In Hungarian forests, living stand volume is determined 71% by yield table, and other 24% by simple basal area measurement, therefore the yield table is modified by density. Current increment is mainly determinable by yield table. The National Forest Database currently use the data of yield tables made in the 1970s. In our work, the living stand volume and current increment of the newest yield tables per tree species groups are compared to the stand data of 2012.

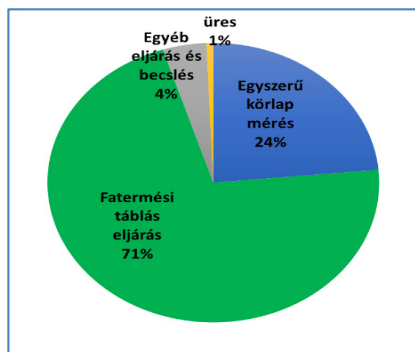
KEY WORDS:

yield table, living stand volume, current increment, forest database

BEVEZETÉS

Az Országos Erdőállomány Adattár a magyarországi erdők élőfakészlet és folyónövedék becslésének elsődleges forrása. Azonban az adattár nagyrészt fatermési táblás becsléseken alapul. A hazai erdők 71%-ában fatermési táblás, míg további 24%-ában egyszerű körlapméréssel, tehát a fatermési tábla sűrű-

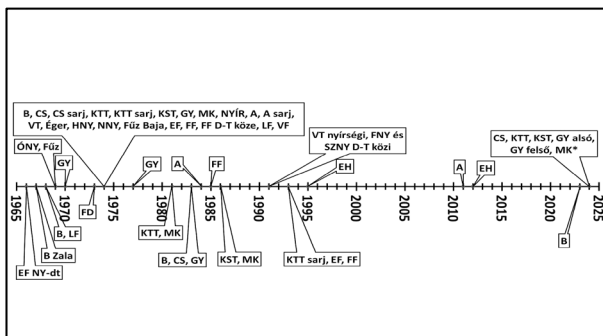
ség szerinti módosításával határozzák meg az élőfakészletet (1. ábra). Folyónövedék pedig kizárólag visszatérési felvételezéssel, vagy fatermési táblával határozható meg. A számítások részletes menete nem nyilvános. Ismert, hogy az első generációs, 1970-es években készített fatermési táblákat először nomogramként rögzítették, majd ezeket szalagmátrixra digitalizálták. Ez a szalagmátrix változtatás nélkül került át a jelenlegi adattárba.



1. ábra: Felvételi módok megoszlása az Országos Erdőállomány Adattárban

Figure 1.: Distribution of recording methods in the National Forest Database

Az adattár nem vette használatba már az 1980-as és 90-es évek második generációs fatermési tábláit sem, illetve jelenleg folyik a legújabb harmadik generációs fatermési táblák készítése és publikálása (2. ábra), melyet az NFK remélhetőleg a későbbiekben bevezet.



2. ábra: Fatermési táblák kiadásának időszora *tervezett megjelenés

Figure 2.: Timeline of the release of yield tables *planned release

ANYAG ÉS MÓDSZER

A harmadik generációs fatermési táblák részletesen megadott függvényekkel készülnek, melyek alapján könnyen felhasználhatóak nagyobb adatbázisok becslésére is. A bükk fatermési táblája már megjelent (Kollár 2023), és további őshonos lombos fafajok (tölgyek, gyertyán, kőris) megjelenése folyamatban van. Azonban a korábban megjelent első és második generációs fatermési táblák könnyen újra parametrizálhatóak, amennyiben a táblaszerkesztés bemenő adatának a korábbi fatermési tábla 6 fatermési osztályának részletes adatait vesszük. Ezzel a módszerrel elkészítettük a Magyarországon publikált összes fellelhető fatermési tábla paraméterkészletét, és egy könnyen kezelhető Excel rendszerben kezeljük.

Az élőfakészlet számításához szükség van az állomány (fafajsor) korára, átlagos magasságára, az adott fafaj elegyarányára, záródására, területére. Ha van körlap adat, akkor azzal az állomány sűrűsége kiszámítható, és pontosabb élőfakészlet becslés kapható.

A folyónövedék számítása még fatermési táblával is nehézkes, mivel számítása függ a tábla több paraméterétől, az élőfakészlet, mellékállomány fakészlete és a táblák korszak osztásától is. A könnyebb becslés érdekében felületmodellt használunk a folyónövedék számításához, melyhez a fatermési táblák kor, átlagmagasság és folyónövedék adatait használjuk. A felületmodell egyenletét pedig már használhatjuk az erdőállomány adatbázis adataival, hogy aktuális folyónövedék adathoz jussunk.

EREDMÉNYEK

Munkánkban fafajcsoportonként a legújabbnak tekinthető fatermési táblák élőfakészletét és folyónövedékét hasonlítjuk a 2012 évi erdőadattár állomány adataihoz. Az országos adatokból fontosnak tartjuk kiemelni a legfontosabb alföldi fafajokat, mint a kocsányos tölgy, kőrisek, melyekre készül új fatermési tábla, illetve az akác, nyárok, erdei- és feketefenyő, melyek fatermési tábláit újra parametrizáltuk. Noha korábban készültek külön fatermési táblák sarj és mag eredetre is egyes sarjaztatással is kezelt fafajcsoportok esetében, jelenleg ezeket a csoportokat egy táblával becsüljük, mivel faterméstani jellemzőik nem különböznek jelentősen. Emellett a gyertyán esetében a korábbi tábla kétfelé lett bontva alsó és felsőszintű gyertyán állományokra, melyek faterméstani jellemzői jelentősen különböznek. A nemesnyarak becslése nem megbízható, mivel 1974 óta nem jelent meg egyedi fatermési tábla, egyedül az őriásnyárra készült egyedi fajtaként tábla 1969-ben, azonban a nemesnya-

rak fajtaszerkezete jelentős változásokon eshetett át az elmúlt évtizedekben. Eredményeinket az 1. táblázat foglalja össze részletesen.

ÖSSZEFOGLALÁS

Jelen munka célja, hogy felhívja a figyelmet arra, hogy az országos becslésekhez mekkora jelentősége van a pontos forrás ismeretének. Ugyanazon erdőállományokat becsülhetjük különböző fatermési táblák alapján is, melyek így jelentős különbségeket mutathatnak.

Az országos erdőállomány adattár lehetséges megújításának folyamata már megkezdődött, remélhetőleg az új eredmények minél hamarabb használatba kerülhetnek.

táblázat: A magyarországi erdők élőfakészletének és folyónövedékének fatermési táblás becslése az Erdőállomány adattár 2012 évi adatai alapján. Pirossal jelölve a legfontosabb alföldi fajfajokat. *tervezett megjelenés

Table 1.: The living stand volume and current increment estimation by yiled tables for the hungarian forests, based on the National Forest Database of 2012. The most important lowland species marked with red. *planned release

Fafaj	Eredet	Szint	Fatermési tábla Fafaj (megjelelése éve) Szerző	Országos erdőállomány adatbázis alapján				Fatermési táblás becslés				Különbség				Országos erdőállomány adatbázis alapján				Fatermési táblás becslés				Különbség			
				Terület		Élőfakészlet V _e		Élőfakészlet V _e		ΔV _e		Folyónövedék I _f		Átlagos folyónöve- dék I _a		Folyónövedék I _f		Átlagos folyónöve- dék I _a		ΔI _a							
				(ha)	%	(m ³)	%	(m ³)	%	(m ³)	%	(m ³ /év)	%	(m ³ /ha/év)	%	(m ³ /év)	%	(m ³ /ha/év)	%	(m ³ /ha/év)	%						
Bükk			B (2023) Kollár	110 026	5	39 401 881	11	45 855 078	13	6 453 197	116%	888 887	7	8,1	988 710	7	9,0	0,9	111%								
Cser	mag		CS (2024) Kollár*	150 848	7	31 654 355	9	33 390 818	9	1 736 464	105%	942 185	7	6,2	771 562	6	5,1	-1,1	82%								
Cser	sarj		CS (2024) Kollár*	73 226	4	15 126 119	4	18 672 641	5	3 546 522	123%	126 367	1	1,7	241 341	2	3,3	1,6	191%								
Kocsánytalantölgy	mag		KIT (2024) Kollár*	108 920	5	23 754 093	7	24 161 616	7	407 524	102%	925 940	7	8,5	681 197	5	6,3	-2,2	74%								
Kocsánytalantölgy	sarj		KIT (2024) Kollár*	285 928	14	21 626 110	6	24 007 980	7	2 381 870	111%	295 010	2	1,0	451 938	3	1,6	0,5	153%								
Kocsányostölgy			KST (2024) Kollár*	169 903	8	32 959 889	9	35 216 685	10	2 256 796	107%	1 227 318	9	7,2	1 041 592	8	6,1	-1,1	85%								
Gyertyán	alsó		Gy alsó (2024) Kollár*	65 709	3	11 475 201	3	14 684 320	4	3 209 118	128%	216 257	2	3,3	427 206	3	6,5	3,2	198%								
Gyertyán	felső		Gy felső (2024) Kollár*	29 902	1	5 798 042	2	7 009 765	2	1 211 723	121%	118 036	1	3,9	177 501	1	5,9	2,0	150%								
Kőris			MK (2024) Kollár*	57 964	3	11 815 214	3	11 503 865	3	- 311 348	97%	431 559	3	7,4	477 290	3	8,2	0,8	111%								
Nyír			NYR (1974) Sopp	4 888	0	1 054 774	0	915 306	0	- 139 468	87%	47 289	0	9,7	44 419	0	9,1	-0,6	94%								
Akác	mag		A nyírsegi (2011)	163 234	8	16 709 845	5	12 269 194	3	- 4 440 652	73%	1 392 035	11	8,5	767 980	6	4,7	-3,8	55%								
Akác	sarj		A nyírsegi (2011)	283 598	14	31 369 016	9	24 895 883	7	- 6 473 133	79%	1 849 875	14	6,5	1 235 611	9	4,4	-2,2	67%								
Dió			FD (1973)	9 254	0	1 427 175	0	1 111 950	0	- 315 226	78%	84 631	1	9,1	40 308	0	4,4	-4,8	48%								
Vöröstölgy			VT nyírsegi (1991)	17 213	1	4 212 011	1	2 790 289	1	- 1 421 723	66%	225 484	2	13,1	98 258	1	5,7	-7,4	44%								
Éger			Éger (1974) Sopp	49 718	2	10 301 513	3	10 472 505	3	170 992	102%	329 182	3	6,6	401 639	3	8,1	1,5	122%								
Hazai nyár			NY és SZNY D-T közi (1991)	62 931	3	10 549 137	3	8 315 988	2	- 2 233 149	79%	613 557	5	9,7	419 296	3	6,7	-3,1	68%								
Nemes nyár			NNY (1974) Sopp	115 047	6	14 122 767	4	17 277 164	5	3 154 397	122%	962 791	7	8,4	2 749 497	20	23,9	15,5	286%								
Óriás nyár			NNY (1974) Sopp	8 601	0	1 708 766	0	2 508 187	1	799 421	147%	46 992	0	5,5	164 358	1	19,1	13,6	350%								
Fűz			Fűz Baja (1974) Sopp	21 093	1	4 892 866	1	4 272 454	1	- 559 911	88%	174 892	1	8,3	151 256	1	7,2	-1,1	86%								
Hárs			EH (2012)	22 033	1	6 636 782	2	5 092 622	1	- 1 544 160	77%	210 424	2	9,6	121 377	1	5,5	-4,0	58%								
Erdőfenyő			EF (1993)	124 010	6	34 869 118	10	29 568 567	8	- 5 300 551	85%	946 941	7	7,6	1 154 420	8	9,3	1,7	122%								
Fekete fenyő			FF (1993)	64 650	3	11 904 742	3	10 565 993	3	- 1 338 750	89%	363 910	3	5,6	482 354	4	7,5	1,8	133%								
Lucfenyő			LF (1974) Sopp	17 728	1	5 647 963	2	4 529 093	1	- 1 118 870	80%	227 407	2	12,8	255 702	2	14,4	1,6	112%								
Vörösfenyő			VF (1974) Sopp	3 882	0	1 274 566	0	1 114 914	0	- 159 652	87%	51 339	0	13,2	39 927	0	10,3	-2,9	78%								
Egyéb fenyő			EF (1993)	2 610	0	362 293	0	254 913	0	- 107 380	70%	12 518	0	4,8	11 312	0	4,3	-0,5	90%								
Egyéb kemény lomb			KIT (2022) Kollár	37 960	2	6 053 850	2	6 716 519	2	662 669	111%	308 714	2	8,1	281 252	2	7,4	-0,7	91%								
Egyéb lágy lomb			EH (2012)	2 015	0	307 510	0	251 381	0	- 56 129	82%	20 494	0	10,2	13 582	0	6,7	-3,4	66%								
Összesen				2 062 887	100	356 955 099	100	357 425 689	100	470 590	100%	13 040 030	100	6,3	13 690 883	100	6,6	0,3	105%								

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Jelen publikáció a TKP2021-NKTA-43 azonosítószámú projekt keretében az Innovációs és Technológiai Minisztérium (jogutód: Kulturális és Innovációs Minisztérium) Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a TKP2021-NKTA pályázati program finanszírozásában valósult meg.

IRODALOMJEGYZÉK

- HAJDÚ G. – PESZLEN R. – VEPERDI G. (2012): Ezüsthárs (*Tilia tomentosa* Mönch) fatermési táblázatok - módosítás. Erdészettudományi Közlemények 2. évf. 1. sz. 73-80.
- KOLLÁR T. (2023): Bükk (*Fagus sylvatica*) állományok fatermési függvénye és táblája az ERTI tartamkísérleti hálózatának adatbázisa alapján. Erdészettudományi Közlemények, 12. évfolyam 1-2. szám: 5-29
- KOVÁCS F. & VEPERDI G. (1993): A feketefenyő fatermése és erdőnevelési modellje. Erdészeti kutatások, 1990-91. Vol. 82-83./II. 328-344.
- PALOTÁS F. (1973): Feketedió-állományok fatermése. Erdészeti Kutatások Vol. 69/1: 191-199
- RÉDEI K. - CSIHA I. - KESERŰ Zs. - KAMANDINÉ VÉGH Á. - RÁSÓ J. (2011): Nyírségi akácosok táji fatermési táblája. Erdészettudományi közlemények 1. évf. 1. szám. 115-124
- RÉDEI K. (1991): Vöröstölgy fatermési tábla a nyírségi erdőgazdasági tájra. E. L. CXXVI. Évf. 11. sz.
- RÉDEI K. 1991: Duna-Tisza közti fehér és szürke nyárasok fatermési táblája. Erdészeti Lapok majd E.K. (1993) Vol. 82-83/2: 345-352.
- SOLYMOS R. (1993)Új fatermési táblák erdeifenyőre. Erdészeti kutatások, 1990-91. Vol. 82-83./II. 357-382.
- SOPP L., ADORJÁN J., BÉKY A., BIRCK O., FARAGÓ S., FOGARASI D., HARKAY L., KISS R., KOVÁCS F., MÁRKUS L., MENDLIK G., PALOTÁS F., SOLYMOS R., SZODFRIDT I., TUSKÓ L. (1974): Fatömegszámítási táblázatok fatermési táblákkal, második, átdolgozott, bővített kiadás. Budapest: Mezőgazda Kiadó.

HARVESZTERES FAKITERMELÉS IDŐSZÜKSÉG- LETÉNEK ALAKULÁSA NETTÓ FATÉRFOGAT CSOPORTONKÉNT LOMBOS ÁLLOMÁNYOKBAN

DR. HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ, SZAKÁLOSÉ DR. MÁTYÁS KATALIN

Soproni Egyetem, Erdő- és Természeti Erőforrás-gazdálkodási Intézet, Sopron
ahorvath@uni-sopron.hu

KIVONAT

A többműveletes fakitermelő gépek napjainkra már nem csak fenyves állományok kitermelésében állnak helyt a hazai erdőhasználatok során, hanem lombos állományokban is. Harveszterrel végrehajtott fakitermelés időtartamának és fajlagos időszükségletének alakulását taglalja jelen mű a nettó fatérfogat csoportok vonatkozásában. Keménylombos állományok kitermelése során terepi adatgyűjtéseket végeztünk folyamatos időméréses módszerrel, mely során rögzítésre kerültek többek között a műveletelemek és azok befejező időpontja, faegyedenként termelt választékok száma és mérete (hossz, csúcsátmérő). Ezek alapján meghatározható volt a műveletelemek időtartama, a faegyed kitermelésének időtartama, az egyes faegyedek nettó fatérfogata. Továbbá az időtartam és a nettó fatérfogat hányadosa alapján a fajlagos időszükséglet. Harveszterrel végzett munka esetében, jelen kutatás szempontjából az alábbi műveletelemek a fontosak: Fa felkeresése, Döntés, Felkészítés.

KULCSSZAVAK:

harveszter, lombos állományok, fajlagos időszükséglet, nettó fatérfogat

BEVEZETÉS

A harvesztetek eredetüket tekintve a skandináv fenyvesek kitermelésére specializált vezérgépek. A gallyazás, mint a legidőigényesebb fakitermelési művelet elem indította el az ezirányú gépfejlesztéseket a skandináv régióban. A fejlesztéseknek köszönhetően az elmúlt több mint fél évszázad során számos többműveletes fakitermelő gép, ezen belül harvesztetek és processzorok jelenetek meg Európa és világszerte a fakitermelésekben. A felhasználói, azaz a fakitermelő vállalkozások igényeinek hatására bekövetkező fejlesztések eredményeképpen a mai harvesztetek már alkalmasak lombos, ezen belül lágy és keménylombos állományok kitermelésére.

Világszinten egyre nagyobb az igény a nagyteljesítményű gazdaságos fakitermelések lebonyolítására, azonban az ágazatot egyre nagyobb mértékben terheli a munkaerőhiány. Ennek következtében egyre inkább emelkedik a

harveszteres fakitermelések részaránya, amely hazánkba is megfigyelhető. Míg 2010 környékén még csak egy-két hazai tulajdonú gép dolgozott az országban, addigra napjainkban ez a szám már 90-100 környékén mozog.

ALKALMAZOTT MÉRÉSEK ÉS MÓDSZEREIK

Kutatásunk arra irányult, hogy a folyamatgépesített technikai szinten végrehajtott fakitermelési munka fajlagos időszükséglete milyen mértékben változik lombos állományok esetében nettó fatérfogatra vetítve. A vizsgálatokra elegyes és elegyetlen állományokban került sor, melynek során jellemzően a következő fafajok kerültek kitermelésre: bükk, cser tölgy, gyertyán, akác és elegy fafajok. Számos terepi adatgyűjtést végeztünk az évek során folyamatos időmérési módszerrel, amely során rögzítésre kerültek többek között a műveletelemek és azok befejező időpontja, faegyedenként termelt választékok száma és mérete (hossz, csúcsátmérő). Ezek alapján meghatározható volt a műveletelemek időtartama, a faegyed kitermelésének időtartama, az egyes faegyedek nettó fatérfogata. Továbbá az időtartam és a nettó fatérfogat hányadosa alapján a fajlagos időszükséglet.

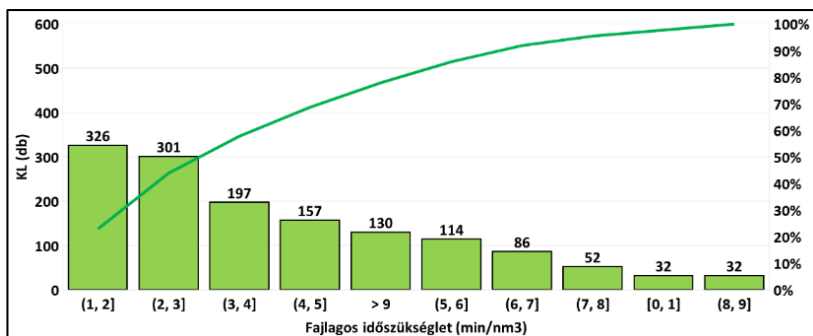
Harveszterrel végzett munka során, jelen kutatás szempontjából az alábbi műveletelemek a fontosak:

- Fa felkeresése (F): a harveszterfejjel a fa törzsének megfogása;
- Döntés, felkészítés (D): a döntést, előközelítést, gallyazást, választékolást, darabolást és a választékok minőség szerinti rakásolását magába foglaló műveletelem.

A vizsgált fafajok morfológiai tulajdonságai nagyon eltérőek, azonban a harveszterekkel végrehajtott fakitermelés szempontjából a törzsalak és korona felépítése a mérvadó, ugyanis a gépek teljesítményét alapvetően a kitermelésre kerülő faegyedek ágassága és térgörbesége befolyásolja számottevően.

EREDMÉNYEK

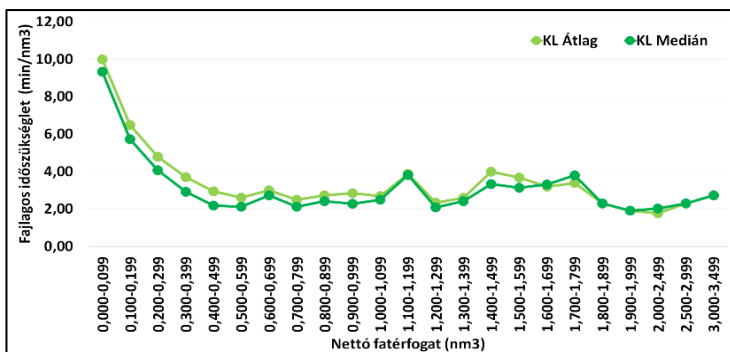
A kitermelt faegyedek esetében meghatároztuk a fajlagos időszükségleteket (min/nm^3). Az 1. ábrán harveszteres fakitermelés egyes fákra vonatkoztatott, fajlagos időszükségleteinek eloszlásai láthatók. A kitermelt keménylombos faegyedek 23%-ban 1 nm^3 faanyag kitermelése 1,0-2,0 percet, míg a faegyedek 44%-ban 1,0-3,0 percet vett igénybe. Látható, hogy a kitermelt faegyedek 69%-ban a fajlagos időszükséglet $1,0\text{-}5,0 \text{ min}/\text{nm}^3$.



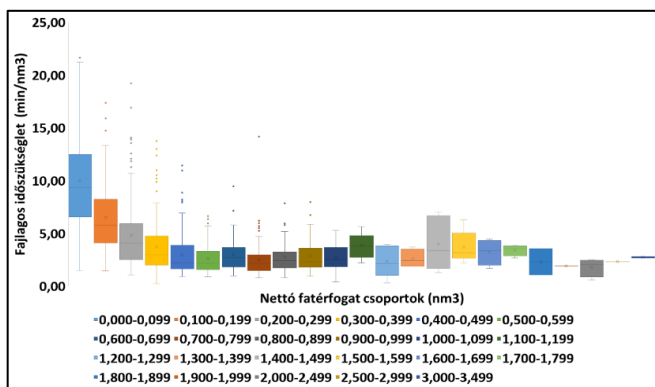
1. ábra: Fajlagos időszükségletek eloszlása a kitermelt lombos faegyedek függvényében. (Forrás: Saját szerkesztés.)

A kitermelt faegyedeket nettó fatérfogatuk alapján csoportosítva meghatároztuk a kitermelésükre fordított időt és a kitermelés fajlagos időszükségletét. A 2. ábrán a nettó fatérfogat csoportonként látható a kitermelések fajlagos időszükségletének átlag és medián értékei. Az ábra jól tükrözi, hogy a harveszterfej optimumához képest vékonyabb, ennek következtében kisebb köbtartalmú faegyedek kitermelése magas fajlagos időszükséglettel jár, így gazdaságtalan. Látható, hogy az optimum esetében 2-3 percet vesz igénybe kemény-lombos fafajok esetében 1 m³ faanyag kitermelése.

Az egyes fák kitermelésének fajlagos időszükségleti adatainak nettó fatérfogat csoportonkénti eloszlásának vizsgálata mélyebb összefüggéseket mutat meg az átlagidőknél. A 3. ábrán megjelenő téglalapok (dobozok) szélei mutatják az alsó és felső kvartilis közötti távolságot, míg a középen megjelenő vonal a medián értékét. Az ábrán, a dobozokban található X jelöli az átlagot. Az interkvartilis (felső és alsó kvartilis különbsége) másfélszerese a dobozból felfelé és lefelé irányuló vonalak hosszának (ÁCS ET AL., 2014).



2. ábra Átlag és medián értékek alakulása: fajlagos időszükséglet esetében nettó fatérfogat csoportonként. Forrás: Saját szerkesztés.



3. ábra: Lombos állományokban harvászterrel végrehajtott fakitermelés fajlagos időszükségletének eloszlása nettó fatérfogat csoportonként
Forrás: Saját szerkesztés.

Fajlagos időszükségleti adatok nettó fatérfogat csoportonkénti eloszlásának vizsgálata alapján megállapítható, hogy az 2. ábrán megfigyelhető tendenciák helytállóak. Az 3. ábrán látható nettó fatérfogat csoportonkénti dobozok az interkvartiliseket tartalmazzák, azaz adathalmazok középső 50%-át. A legjellemzőbb adatok által rajzolódik ki tehát a fajlagos időszükségletek (döntés, döntés-gallyazás, fakitermelés) tendenciája, melyek így megbízhatóak. A fajlagos időszükséglet eloszlásánál látható, hogy 0,4 nm³ alatti és az 1,2 nm³ feletti faegyedek esetében a dobozok nagy sávot fednek le, azaz az adathalmaz interkvartilise nagy szórással rendelkezik.

Ez egyrészről arra vezethető vissza, hogy a többi fatérfogat csoporthoz képest kevesebb adat állt rendelkezésre. Másrészről pedig ezek a harveszterfej optimumán kívüli csoportok, így gyakorlati szempontból előnyös és helyes a kevés rendelkezésre álló adat.

ÖSZEFOGLALÁS

Az eredmények alapján megállapítható, hogy a kitermelendő állomány paramétereinek megfelelően kell többműveletes fakitermelő gépet és azon a harveszterfejet alkalmazni a gazdaságos üzemeltetés érdekében. A vizsgálatok során a lombos faegyedek kitermelése a faegyedek 44%-ban 1,0-3,0 percet vett igénybe, illetve 2-3 percként került előállításra 1 nm³ választékolt fanyag.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Jelen publikáció a „GINOP-2.3.3-15-2016-00039 – Fás biomassa természeti feltételeinek vizsgálata” című projekt támogatásával valósult meg.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- ÁCS P. – OLÁH A. – KARAMÁNNÉ PAKAI A. – RAPOSA L. (2014) : Gyakorlati adatelemzés. Pécsi Tudományegyetem Egészségtudományi Kar; Pécs; ISBN 978-963-642-682-8; 280 p.
- HORVÁTH A. L. – SZNÉ. MÁTYÁS K. – HORVÁTH B. (2012): Investigation of the Applicability of Multi-Operational Logging Machines in Hardwood Stands. Acta Silvatica et Lignaria Hungarica Vol. 8, Magyar Tudományos Akadémia Erdészeti Bizottsága, Sopron, ISSN 1786-691X, pp 9-20.
- HORVÁTH A. L. (2015): Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában. NYME EMK EMKI, Doctoral (PhD) dissertation, Sopron, 180 p.
- RUMPF J. (szerk.), HORVÁTH A. L., MAJOR T., SZAKÁLOS NÉ MÁTYÁS K. (2016): Erdőhasználat, Mezőgazda Kiadó, Budapest, ISBN:9789632867199, 390 p.

HARVESZTERES FAKITERMELÉS IDŐSZÜKSÉG- LETÉNEK ALAKULÁSA NETTÓFATÉRFOGAT CSOPORTONKÉNT FENYVES ÁLLOMÁNYOKBAN

DR. HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ, SZAKÁLOSNÉ DR. MÁTYÁS KATALIN

Soproni Egyetem, Erdő- és Természeti Erőforrás-gazdálkodási Intézet, Sopron
ahorvath@uni-sopron.hu

KIVONAT

A gallyazás, mint a legidőigényesebb fakitermelési műveletelem indította el a többműveletes fakitermelő gépek fejlesztését a skandináv régióban. terrel végrehajtott fakitermelés fajlagos időszükségletének alakulását taglalja jelen mű a nettó fatérfogat csoportok vonatkozásában. Fenyő állományok kitermelése során terepi adatgyűjtéseket végeztünk folyamatos időméréses módszerrel, mely során rögzítésre kerültek többek között a műveletelemek és azok befejező időpontja, faegyedenként termelt választékok száma és mérete (hossz, csúcsátmérő). Ezek alapján meghatározható volt a műveletelemek időtartama, a faegyed kitermelésének időtartama, az egyes faegyedek nettó fatérfogata. Továbbá az időtartam és a nettó fatérfogat hányadosa alapján a fajlagos időszükséglet. Harveszterrel végzett munka esetében, jelen kutatás szempontjából az alábbi műveletelemek a fontosak: Fa felkeresése, Döntés, Felkészítés

KULCSSZAVAK:

harveszter, fenyves állományok, fajlagos időszükséglet, nettó fatérfogat

BEVEZETÉS

A többműveletes fakitermelő gépek fejlesztését a gallyazás – mint a legidőigényesebb fakitermelési műveletelem – indította el a skandináv régióban. Az elmúlt hat évtizedben rengeteg harveszter és processzor (többműveletes fakitermelő gép) került kifejlesztésre és legyártásra Európa és világszerte. Világszinten egyre nagyobb az igény a nagyteljesítményű gazdaságos fakitermelések lebonyolítására, azonban az ágazatot egyre nagyobb mértékben terheli a munkaerőhiány. Ennek következtében egyre inkább emelkedik a harveszteres fakitermelések részaránya, ez hazánkba is megfigyelhető. Míg 2010 környékén még csak egy-két hazai tulajdonú gép dolgozott az országban, addigra napjainkban ez a szám már 90-100 környékén van.

ALKALMAZOTT MÉRÉSEK ÉS MÓDSZEREIK

Kutatásunk arra irányult, hogy a folyamatgépesített technikai szinten végrehajtott fakitermelési munka időtartama és fajlagos időszükséglete milyen mértékben változik fenyő állományok esetében nettó fatérfogatra vetítve. A vizsgálatokra elegyes és elegyetlen állományokban került sor, melynek során jellemzően a következő fenyő fajok kerültek kitermelésre: lucfenyő, erdei és fekete fenyő. Számos terepi adatgyűjtést végeztünk az évek során folyamatos időmérési módszerrel, amely során rögzítésre kerültek többek között a műveletelemek és azok befejező időpontja, faegyedenként termelt választékok száma és mérete (hossz, csúcsátmérő). Ezek alapján meghatározható volt a műveletelemek időtartama, a faegyed kitermelésének időtartama, az egyes faegyedek nettó fatérfogata. Továbbá az időtartam és a nettó fatérfogat hányadosa alapján a fajlagos időszükséglet.

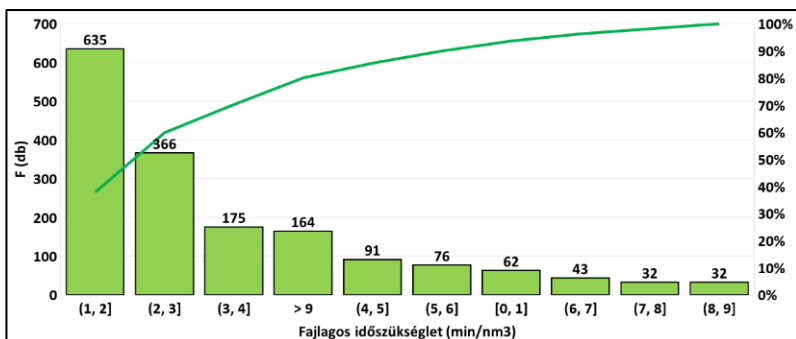
Harveszterrel végzett munka során, jelen kutatás szempontjából az alábbi műveletelemek a fontosak:

- Fa felkeresése (F): a harveszterfejjel a fa törzsének megfogása;
- Döntés, felkészítés (D): a döntést, előkészítést, gallyazást, választékolást, darabolást és a választékok minőség szerinti rakásolását magába foglaló műveletelem.

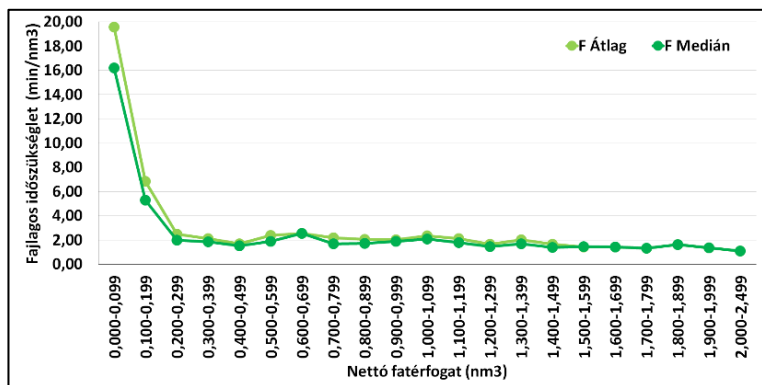
A vizsgált fajok morfológiai tulajdonságai eltérőek, azonban a harveszterekkel végrehajtott fakitermelés szempontjából a törzsalak és korona felépítése a mérvadó, ugyanis a gépek teljesítményét alapvetően a kitermelésre kerülő faegyedek ágassága és térgörbesége befolyásolja számottevően.

EREDMÉNYEK

A kitermelt faegyedek esetében meghatároztuk a fajlagos időszükségleteket (min/nm^3). A 1. ábrán harveszteres fakitermelés egyes fákra vonatkoztatott, fajlagos időszükségleteinek eloszlásai láthatók. A kitermelt fenyő faegyedek 38%-ban 1 nm^3 fa-anyag kitermelése 1,0-2,0 percet, míg a faegyedek 60%-ban 1,0-3,0 percet vett igénybe. Látható, hogy a kitermelt faegyedek 70%-ban a fajlagos időszükséglet $1,0\text{-}4,0 \text{ min}/\text{nm}^3$.



1. ábra: Fajlagos időszükségletek eloszlása a kitermelt fenyő faegyedek függvényében. (Forrás: Saját szerkesztés.)

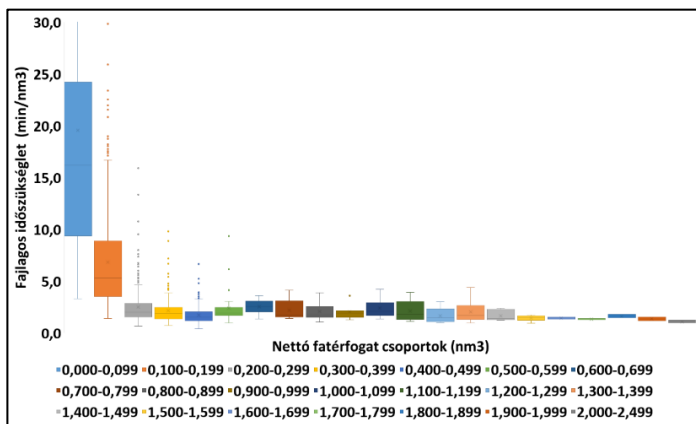


2. ábra Átlag és medián értékek alakulása: fajlagos időszükséglet esetében nettó fatérfogat csoportonként. (Forrás: Saját szerkesztés.)

A kitermelt faegyedeket nettó fatérfogatuk alapján csoportosítva meghatároztuk a kitermelésükre fordított időt és a kitermelés fajlagos időszükségletét. A 2. ábrán a nettó fatérfogat csoportonként látható a kitermelések fajlagos időszükségletének átlag és medián értékei. Az ábrán jól megmutatkozik, hogy a harveszterfej optimumához képest vékonyabb, ennek következtében kisebb köbtartalmú faegyedek kitermelése magas fajlagos időszükséglettel jár, így gazdaságtalan. Látható, hogy az optimum esetében 2 perc környéki időt vesz igénybe fenyő fafajok esetében 1 m³ faanyag kitermelése.

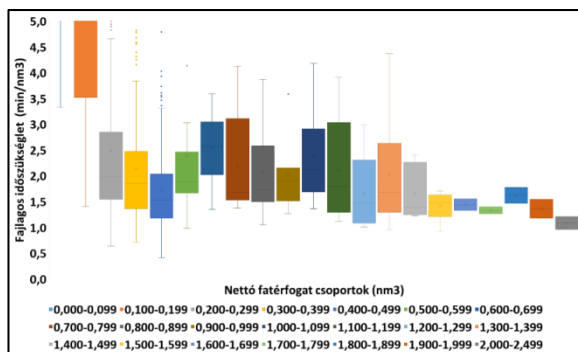
Az egyes fák kitermelésének fajlagos időszükségleti adatainak nettó fatérfogat csoportonkénti eloszlásának vizsgálata mélyebb összefüggéseket mutat meg az átlagidőknél. A 3. ábrán megjelenő téglalapok (dobozok) szélei mutat-

ják az alsó és felső kvartilis közötti távolságot, míg a középen megjelenő vonal a medián értékét. Az ábrán, a dobozokban található X jelöli az átlagot. Az interkvartilis (felső és alsó kvartilis különbsége) másfélszerese a dobozból felfelé és lefelé irányuló vonalak hosszának (ÁCS ET AL., 2014).



3. ábra: Fenyő állományokban harveszterrel végrehajtott fakitermelés fajlagos időszükségletének eloszlása nettó fatérfogat csoportonként 1.
(Forrás: Saját szerkesztés.)

Fajlagos időszükségleti adatok nettó fatérfogat csoportonkénti eloszlásának vizsgálata alapján megállapítható, hogy az 2. ábrán megfigyelhető tendenciák helytállóak. Az 3-4. ábrán látható nettó fatérfogat csoportonkénti dobozok az interkvartiliseket tartalmazzák, azaz adathalmazok középső 50%-át. A legjellemzőbb adatok által rajzolódik ki tehát a fajlagos időszükségletek (döntés, döntés-gallyazás, fakitermelés) tendenciája, melyek így megbízhatóak. A fajlagos időszükséglet eloszlásánál látható, hogy a kvartilisen belüli adatok akár 1 perc, ill. 1,5-2 min/nm³ értéken belül is mozognak. Ez a kitermelésre került faegyedek fajfajta különbözőségeire vezethetők vissza. A nagyobb fatérfogaú csoportok esetében nem tapasztalható a fajlagos időszükséglet értékeinek az emelkedése, ami arra enged következtetni, hogy a kitermelt faegyedek jellemzően a harveszterfej optimumában voltak.



4. ábra: Fenyő állományokban harveszterrel végrehajtott fakitermelés fajlagos időszükségletének eloszlása nettó fatérfogat csoportonként.
(Forrás: Sajat szerkesztés.)

ÖSZEFOGLALÁS

A kutatás eredményei alapján megállapítható hogy fenyő esetében a nettó fatérfogat növekedésével számottevően nem változik a fajlagos időszükséglet, feltételezve hogy a harveszter optimumának megfelelő a kitermelendő fenyő állomány. Ideális esetben hazai fenyő állományokban 1-3 percként termelhető 1 nm³ választékolt fanyag.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Jelen publikáció a „GINOP-2.3.3-15-2016-00039 – Fás biomassa termesztési feltételeinek vizsgálata” című projekt támogatásával valósult meg.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- ÁCS P. – OLÁH A. – KARAMÁNNÉ PAKAI A. – RAPOSA L. (2014) : Gyakorlati adatelemzés. Pécsi Tudományegyetem Egészségtudományi Kar; Pécs; ISBN 978-963-642-682-8; 280 p.
- HORVÁTH A. L. – SZNÉ. MÁTYÁS K. – HORVÁTH B. (2012): Investigation of the Applicability of Multi-Operational Logging Machines in Hardwood Stands. Acta Silvatica et Lignaria Hungarica Vol. 8, Magyar Tudományos Akadémia Erdészeti Bizottsága, Sopron, ISSN 1786-691X, pp 9-20.
- HORVÁTH A. L. (2015): Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában. NYME EMK EMKI, Doctoral (PhD) dissertation, Sopron, 180 p.
- RUMPF J. (szerk.), HORVÁTH A. L., MAJOR T., SZAKÁLOS NÉ MÁTYÁS K. (2016): Erdőhasználat, Mezőgazda Kiadó, Budapest, ISBN:9789632867199, 390 p.

HAZAI AGRÁRERDÉSZETI RENDSZEREK SZÉNMEGKÖTÉSI KÉPESSÉGÉNEK ÉRTÉKELÉSE

SZABÓ ORSOLYA¹, MOLNÁR TAMÁS¹, KIRÁLY ÉVA ILONA¹, KESERŐ ZSOLT²

¹Soproni Egyetem, Erdészeti Tudományos Intézet,

Ökológiai és Erdőművelési Osztály

²Ültetvényyszerű Fatermesztési Osztály

KIVONAT

Az Éghajlatváltozási Kormányközi Testület (IPCC) jelentése 2022-ben az agrárerdészetet a három legfontosabb mitigációs alternatíva közé sorolta a földhasználati szektoron belül. A szénmegkötés becslésére alkalmazott módszerek igen változatosak. Van globális modellek, amelyek a terepi mérések extrapolációján alapulnak, és amelyeket az erdőgazdálkodásban használnak a szén-dioxid megkötésének becslésére. Felhő alapú rendszerek segítségével térképeket és grafikonokat készíthetünk, amelyek a biomasszát, a talaj széntartalmát, a szén-dioxid-elnyelést és az üvegházhatású gázok kibocsátását ábrázolják. Az erdősáv rendszerek esetében az Országos Erdőállomány Adattár adatai alapján tudunk pontosabb szénkészlet számítást végezni, amely terepi méréseken és becsült adatokon alapul. Szabadföldi mérések esetén a föld feletti és föld alatti biomasszában, valamint a talajban tárolt szén mennyiségét vizsgáljuk. Kutatómunkánkban a magyar agrárerdészeti rendszerek mérséklési potenciálját kívánjuk felmérni, összevetve az említett módszerek pontosságát.

KULCSSZAVAK:

agrárerdészet, mitigáció, szénmegkötés, széntartalom, biomassza.

BEVEZETÉS

Sok más ágazat mellett az agrárium is része a legkiszolgáltatottabbaknak az éghajlatváltozással szemben (Verchot et al., 2007). Az agrárkutatásokat az elmúlt évtizedekben hajtotta a törekvés a mezőgazdasági rendszerek termelékenységének és ellenálló képességének fokozatos növelésére (Kandji et al., 2006). Az agrárerdészeti rendszerek olyan fenntartható többfunkcionális rendszerek, amelyek gazdasági, szociokulturális és környezeti előnyök széles skáláját nyújthatják (Augère-Granier, 2020). Hosszú távú perspektívájuk biztosítja a megkötött szerves szén állandóságát, továbbá jelentős kibocsátások kerülhetnek el az általánosan magas termelékenység és multifunkcionalitás miatt. A több föld feletti és föld alatti réteget tartalmazó kombinált növénytermesztési rendszerek nagyobb hatékonyságot eredményeznek a biomassza-termelés és a szénmegkötés tekintetében, mint a monokultúrás rendszerek

(Aertsens et al., 2012). Kutatási eredmények bizonyítják, hogy az agrárerdészetnek rendkívül jelentős és pozitív hatása van a talajban lévő szerves szén megkötésére és mennyiségi stabilitásának megőrzésére a mérsékelt égövben. Elmondható, hogy az agrárerdészet az egyik legígéretesebb negatív kibocsátású mezőgazdasági technológia és megfelelő szén-dioxid-gazdálkodási intézkedés, amelyet CO₂-tanúsítvánnyal lehet jutalmazni (Mayer et al, 2022).

Komoly kihívással nézünk szembe az agrárerdészeti rendszerekben a szén megkötésének becslésére tett erőfeszítéseink során. Az alkalmazott módszerek igen változatosak, így a különböző irodalmakban nehezen találni azonos, következetesen használt technikákat és egyszerűen összehasonlítható eredményeket, így ez valószínűleg a teljes szénkészlet súlyos alul-, vagy túlbecslését eredményezi (Nair, 2011).

Kutatásunkban két mintaterületen határozzuk meg a föld feletti és föld alatti biomassza, valamint a talaj széntartalmát, ezen kívül pedig számított értékekkel is dolgozunk. Munkánk során a különböző módszereket és azok eredményeit kívánjuk összehasonlítani, alkalmazásuk limitáló faktorait bemutatni, valamint képet kapni két hazai különböző típusú és funkciójú agrárerdészeti rendszer szénmegkötési potenciáljáról.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Mintaterületek

Földes

Az 5,1 hektáros mezővédő erdősávrendszer a Nagykun-Hajdúhát erdőgazdasági tájban a Földes 0234/13, 0234/14, 0234/15, 0234/16, 0234/17 hrsz.-ú területen található. Sík középmagas fekvésű, klímája kontinentális. A terület talaja sekély termőrétegű, változó vízgazdálkodású sztyeppesedő réti szolonyec talaj időszakosan túlnedvesedő területrészekkel. Az 1999-ben telepített erdősávrendszer rendelkezésre álló terület 5,1 ha. A sávok 8 sort tartalmaznak és fontos tulajdonságuk a rendkívüli fajgazdagság. A közbezárt területen a tulajdonos biogazdálkodást folytat olajtök, cukkini, tönkölybúza és bio-kukorica termelésével. Az alkalmazásra került fa és cserjefajok kiválasztásában döntő szerepet játszott azok méhészeti jelentősége.

Fertőd (Sarród)

A MATE Gyümölcstermesztési Kutatóközpontjának (GYKK) Fertődi Kutatóálmomásán 2016-ban létesített közel 1 hektáros agrárerdészeti kísérleti ültetvényt vizsgálunk. Az SV-890 nemesnyár fajták között különböző bogyós fajo-

kat vizsgálunk (málna, ribizli, eper, szeder) köztes termesztésben. A rendszer létrehozásának fő motivációja az árnyékhatás vizsgálata volt, így a kísérlet során vizsgáljuk a rendszer jellemző mikroklimatikus sajátosságait is.

Terepi talajmintavétel

2022 őszén a mintákat mindkét területen több pontban, 4 mélységből (0-5 cm, 5-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm), kétszeres ismétlésben 100 cm³-es mintavevő hengerrel vettük. A mintákat az ERTI Sárvári Kutatóállomásának laboratóriumába szállítottuk, ahogy a széntartalom vizsgálat mellett egyéb elemek vizsgálata is elvégzésre került.

2023 szeptemberében a mérések megismétlésre kerültek, valamint a föld feletti és föld alatti biomasza mintavételek is elvégzésre kerültek.

Számított szénmegkötés az Országos Erdőállomány Adattár adatai alapján

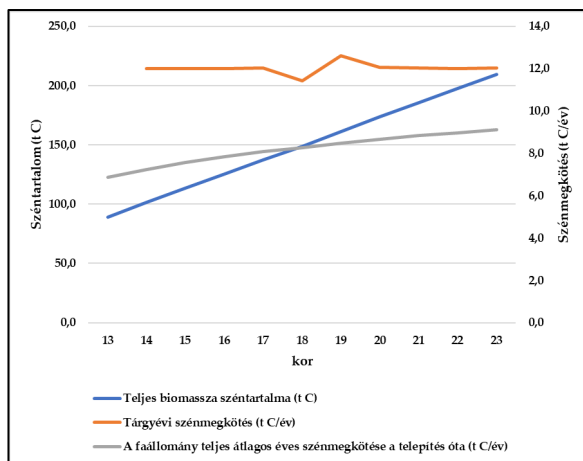
A földesi mezővédő erdősáv erdőtervezési kötelezettség alá esik Magyarországon, így ennek adatai megtalálhatóak az Országos Erdőállomány Adattárban, melyből a széntartalom, illetve szénmegkötés számítások végezhetőek el. A szénkészlet és szénkészlet változás becslése az IPCC (2006, 2019) módszertanán alapul, és összhangban van a hazai Üvegházgáz-leltárral (GHGI; NIR 2023) is. A szénkészlet számítás alapja az Adattár éves állandó növedék adatai, a sűrűség és a szénfrakció értékeket a magyarországi GHGI-ből vettük. A föld feletti biomasza széntartalmának kiszámításához a 0,25-ös gyökérhajtás arányt használtuk (NIR, 2023).

EREDMÉNYEK

A laboratóriumi vizsgálat során a talajmintákból humusz és összes szén (TC%), összes szerves szén (TOC%), összes szervesetlen szén (TIC%) eredményeket kaptunk. Összességében a várakozásoknak megfelelően a fák alól, fasorokból gyűjtött talajminták humusztartalma volt a legmagasabb.

Az 1. számú ábrán jól látszik, hogy a földesi területen a teljes szénkészlet az évek haladásával folyamatosan növekszik, 10 év alatt 100 tonnáról 200 tonnára gyarapszik a számítások szerint. Az erdőtervezés időpontjában még igen fiatal volt az állomány, így a következő erdőtervezés alkalmával feltételezhetően módosulni fog a görbe lefutása.

Az 12 tonna/év átlagos éves szénmegkötés a nemzetközi irodalmak fényében megfelelő eredménynek tekinthető (Mayrinck et al., 2019).



1. ábra: A Földes 68 A erdőrészlet szénkészlete és szénkészlet-változása

KONKLÚZIÓ

Az eddigiekben általunk megvizsgált irodalmak arra engednek következtetni, hogy hatalmas potenciál rejlik az agrárerdészeti rendszerek szénmegkötő képességében, amely fontos értéket képvisel általában a társadalom és konkrétan a mezőgazdasági szektor számára is.

A jövőben célunk meghatározni egy egységes módszertant, mely alapján elvégezzük a szénmegkötés és széntárolási kapacitás meghatározásához szükséges méréseket, így kapva képet a hazánkban működő agrárerdészeti rendszerekben rejlő lehetőségekről.

Ez a publikáció az „EGF/211/2022 Agrárerdészeti rendszerek klímavédelmi szempontú fejlesztése” című projekt keretében készült, amely az Innovációs és Technológiai Minisztérium és az Agrárminisztérium támogatásával valósult meg.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- AERTSENS, J., DE NOCKER, L., GOBIN, A.(2012): Valuing the carbon sequestration potential for European agriculture. Land Use Policy, <http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2012.09.003>
- AUGÈRE-GRANIER, M-L. (2020): Agroforestry in the European Union: European Parliamentary Research Service Members' Research Service PE 651.982 –Briefing

- IPCC (2006): IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme; Eggleston, H.S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., Tanabe, K., Eds.; IGES: Kanagawa, Japan.
- IPCC (2019): 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Calvo Buendia, E., Tanabe, K., Kranjc, A., Baasansuren, J., Fukuda, M., Ngarize, S., Osako, A., Pyrozhenko, Y., Shermanau, P. and Federici, S. (szerk). IPCC, Switzerland
- KANDJI, ST, VERCHOT, LV, MACKENSEN, J., BOYE, A., VAN NOORDWIJK, M., TOMICH, TP, ONG, C., ALBRECHT, A., PALM, C. (2006): Opportunities for linking climate change adaptation and mitigation through agroforestry systems. In: Garrity, D., A. Okono, M. Grayson and S. Parrott, eds. 2006. World Agroforestry into the Future. Nairobi: World Agroforestry Centre. ISBN 92 9059 184 6
- MAYER, S., WIESMEIER, M., SAKAMOTO, E., HÜBNER, R., CARDINAE, R., KÜHNEL, A., KÖGEL-KNABNER, I. (2022): Soil organic carbon sequestration in temperate agroforestry systems – A meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Valóme 323, 107689, ISSN 0167-8809, <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107689>
- MAYRINCK, RC; LARQUE, CP; AMICHEV, BY; VAN REES, K. ABOVE - AND BELOW-GROUND (2019) Carbon Sequestration in Shelterbelt Trees in Canada: A Review. *Forests* , 10, 922. <https://doi.org/10.3390/f10100922>
- NAIR, PKR (2011): Methodological Challenges in Estimating Carbon Sequestration Potential of Agroforestry Systems. In: Kumar, BM; Nair PKR (2011): Carbon Sequestration Potential of Agroforestry Systems
- NIR (2023): National Inventory Report for 1985–2021. Hungary. Chapter: Land-Use, Land-Use Change and Forestry; Somogyi, Z., Tobisch, T., Király É., Hungarian Meteorological Service: Budapest, Hungary.
- VERCHOT, LV, VAN NOORDWIJK, M., KANDJI, S. ET UNDER (2007): Climate change: linking adaptation and mitigation through agroforestry. *How long Adapt Strat Glob Change* 12, pp. 901–918. <https://doi.org/10.1007/s11027-007-9105-6>

KÖRÖS-MAROS-KÖZI ERDŐK TALAJÁNAK SZÉNKÉSZLETE

VÉGH PÉTER, BALÁZS PÁL, HORVÁTH ADRIENN, BIDLÓ ANDRÁS

Soproni Egyetem,
Erdőmérnöki Kar, Környezet- és Természetvédelmi Intézet

KIVONAT

Az erdők és talajainak szénelnyelése előtérbe került a szénszegesség mielőbbi elérése érdekében. A folyamatosan növekvő kibocsátás felborítja a légkörben uralkodó egyensúlyi állapotot és folyamatok eltolódásával éghajlati változásokban és időjárás szélsőségekben nyilvánul meg. Kutatásunk célja különböző éghajlati és erdészeti viszonyok között az erdei ökoszisztémák talajában tárolt szerves széntartalom felmérése.

A vizsgált területünk a Körös-Maros közén található 15 erdőállomány. Talajszelvény készítés után bolygatatlan és bolygatott talajmintákat vettünk 40 cm-es mélységig. Ezenfelül mintavételi pont közelében lévő állományok meglévő élőfakészletét is felmértük, valamint avarmintavétel is történt.

A 15 kijelölt erdőállományban elvégzett vizsgálatok alapján a területek típusos réti talaj és réti csernozjom genetikai talajtípusba sorolhatók, a talajkémhatás többsége gyengén savanyú (átlag = 5,7 pH_{H2O}), a talajok agyagos és agyagos-vályog fizikai féléységűek. A humusztartalom vizsgálatokból kimutatható, hogy a talajok felső 40 cm-ének a humusztartalma 3,2%, mely átlagosan 21,2 t/ha szénkészletnek felel meg.

KULCSSZAVAK:

szénkészlet, talaj, avar, erdő

BEVEZETÉS

Az erdőállományok talajában tárolt – a föld feletti biomasszában tárolthoz hasonló nagyságrendű – szervesszén mennyiségéről, és ennek az emberi tevékenységek (pl.: erdőhasználat, erdőművelés) hatására bekövetkező változásáról magyarországi viszonylatban egyelőre csak kevés adat áll rendelkezésünkre. A Magyarországon eddig végzett kutatások alapján (Führer 2005, Somogyi és Horváth 2006, Führer és Jagodics 2009, Bidló et al. 2014 stb.) az erdei ökoszisztémáink a szárazföldi vegetációk közül a legfontosabb széntárolók közé sorolhatók. Ez a hosszú életciklusuknak, a nagy biomassza tömegüknek, valamint, a talajban található nagy mennyiségű felhalmozódó szerves anyagnak köszönhető. Vizsgálatunk fő célja, hogy különböző klimatikus viszo-

nyok között vizsgáljuk az erdőállományok talajában található szervesszén mennyiségét.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Vizsgálatainkat 2022 nyarán kezdtük el a Körös-Maros-közi erdészeti tájon. A területre jellemző a löszborítás, amely típusos lösz és ártéri lösz formájában van jelen. A tájat meleg, száraz klíma jellemzi, az évi középhőmérséklete 10,8°C, a csapadékösszeg sokévi átlaga 534 mm, melyből a vegetációs időszakra átlagosan 353 mm-re tehető (Dövényi et al. 2010).

Az állományok talaját talajszelvény ásása után vizsgáltuk 0,4 m-es mélységig, majd ebből 10 centiméterenként Vér-féle hengerrel 100 cm³-es, bolygatatlan mintát vettünk. Ezenfelül bolygatott mintákat is vettünk a további vizsgálatok elvégzéséhez. Talajmintavétel után minden állományból véletlenszerűen három helyről avarmintákat gyűjtöttünk, amelyen a nyers talajfelszín felett található összes bomlásban lévő lombot, kisebb-nagyobb gallyakat értjük. A talajszelvénytől mért 10 m-es sugarú körön belül álló faegyedek esetén dendrometriai vizsgálatokat is végeztünk, mely esetén a szelvénytől mért távolságot, a mellmagassági kerületet mértünk, természetesen fafajonkénti bontásban.

A laboratóriumi vizsgálatok során a Vér-hengerrel gyűjtött ismert térfogatú (100 cm³) bolygatatlan minták segítségével a térfogattömeget határoztuk meg. Mértük a talajok kémhatását (potenciometriás mérés; desztillált vizes és KCl-os kivonattal – MSZ 08-0206-2:1978), szervesanyag tartalmát (MSZ 21470-52:1983), valamint a szemcseeloszlás alapján a talajminták fizikai féleségét (MSZ 08-0205:1978). A talajok szerves széntartalom meghatározását nedves égetéses vizsgálati módszerrel végeztük el, mely során meghatározott körülmények között elvégeztük a szervesanyag nedves oxidációját (Bellér 1997), az ehhez fogyott oxidálószer mennyisége arányos a humusztartalommal. Elkezdjük meghatározni az avarmintákban kötött szénkészlet mennyiségét is. Ezen minták esetén a széntartalom meghatározása száraz égetéses módszerrel történt Elementar vario EL III típusú elem-tartalom analízátor segítségével.

EREDMÉNYEK

A vizsgálati helyszínek területi elhelyezkedése nagyban befolyásolja az eredmények alakulását, mely elsődlegesen az eltérő klimatikus viszonyok között jelen lévő eltérő lebomlási folyamatokkal magyarázható, azonos talajtulaj-

donságok esetén is. Jelen munkánkban Körös-Maros-közi erdők lettek kijelölve, melyek lösz alapkőzetten, alacsony bolygatottságú, állandó erdőborítással és kis lejtéssel rendelkeznek.

A pH értékek leginkább a gyengén savanyú és savanyú tartományokba tartoztak ($\text{pH}_{\min} = 4,7$), de néhány eredménynél előfordult lúgos kémhatás is ($\text{pH}_{\max} = 8,0$) a lösz alapkőzethez közel található szintekben. Ezért szükség volt a szénsavas mésztartalom mérésére is.

A kémhatás eredményei jellegzetes lefutást mutattak, vagyis a felsőbb szintek alacsonyabb kémhatását az erdők alatt található savanyú humuszanyagok és a csapadék, valamint az erdei avar kilúgzó hatása okozta. A kilúgzás hatásának csökkenése miatt a mélyebb szintekre ezek kevésbé hatottak, így a kémhatás is a lúgos tartomány felé tolódott.

Bolygatatlan minták szárítása után, lemértük azok abszolút száraz tömegét. A Vér-henger térfogatának ismeretében (100 cm^3) kiszámítottuk a térfogat-tömeg értékeket, melyekből jól látható, hogy az elvárásnak megfelelően az értékek a felső szintektől lefelé haladva növekednek.

A legfelső rétegek esetében a humusztartalom mindenhol meghaladta a 2,6%-ot, majd a mélységgel fokozatosan csökken ($\text{H}\%_{10-20 \text{ cm(átlag)}} = 1,7\%$, $\text{H}\%_{20-30 \text{ cm(átlag)}} = 1,1\%$, $\text{H}\%_{30-40 \text{ cm(átlag)}} = 1,1\%$). Az átlag értékeket figyelve észrevehető, hogy a 20-30 és a 30-40 cm-es rétegeknél inkább stagnálást/kis növekedés mutatkozik. A talajok felső 40 cm-es rétege a lebontó folyamatok színtere, így itt halmozódik fel a legtöbb szervesanyag, melyhez az avartakaró jelenléte nagyban hozzájárul.

A vizsgált erdőterületek avartakaró szerves széntartalma 23,8 és 40,7 % között volt, az átlag széntartalmuk 32,5%. Az értékek azt mutatják, hogy a vizsgált erdőállományok esetén egy-két mintavételi helyen jelentős eltérés volt az avartakaró mennyiségében és összetételében. Feltehetően a terepi adottságok miatt valamivel több/kevesebb avar akkumulálódott az adott mintavételi helyeken.

ÖSSZEFOGLALÁS

Vizsgálataink során 6 kocsányos tölgyes, 4 kőrises-kocsányos tölgyes és 5 egyéb lomb elegyes-kocsányos tölgyes állomány talajának széntartalmát mértük fel. Bár nem egykorú állományokat vizsgáltunk, a kapott széntartalom-értékek jól reprezentálják az adott állománytípusokat, mivel azok hosszú ideig fennálló egyensúlyi állapot eredményei.

A vártnak megfelelően a felső talajrétegekben tárolt szervesszén mennyisége volt a legmagasabb, viszont a különböző állományok szénkészlete között viszonylag jelentős eltérés volt tapasztalható. Vizsgálataink alapján az a megállapítás tehető, hogy a kocsányos tölgy állományok alatt kevesebb mennyiségű szén raktározódott a talajban, mint a kőrises-kocsányos tölgyes vagy az egyéb lomb elegyes-kocsányos tölgyes állományok alatt. A különbség mind a 4 rétegben észrevehető volt, valamint az eredményekből jól látható, hogy az elegyarány növekedésével a szén nagyobb mennyiségben raktározódik a talajban. A jövő nagy kérdése, hogy a klímaváltozás hogyan érinti fafajaink elterjedését, valamint erdeink ökoszisztémáinak sokszínűségét. Az érzékenyebb állományalkotó kocsányos tölgyes bizonyos hányadát várhatóan felváltják majd a kevésbé érzékeny elegyfajok. Ezzel összefüggésben esetlegesen számíthatunk arra, hogy változni fog az erdőállományok talajának szénmegkötő kapacitása.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Jelen publikáció a TKP2021-NKTA-43 azonosítószámú projekt keretében az Innovációs és Technológiai Minisztérium (jogutód: Kulturális és Innovációs Minisztérium) Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a TKP2021-NKTA pályázati program finanszírozásában valósult meg.

A szerzők köszönetet mondanak a terepi munkánk támogatásáért a Kőrös-Maros Nemzeti Parknak, valamint Bolodár-Varga Bernadettnek és Harmatiné Páll Rékának a laboratóriumi vizsgálatokért.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- BELLÉR P. 1997: Talajvizsgáló módszerek. Egyetemi jegyzet, Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Termőhelyismerettani Tanszék, Sopron, 118 p.
- BIDLÓ A.; SZÜCS P.; HORVÁTH A.; KIRÁLY É.; NÉMETH E.; SOMOGYI Z.; 2014: Telepített kocsánytalan tölgy és akác fiatalosok hatása a talaj, szénkészletére néhány dunántúli erdőtelepítés példáján. Erdészettudományi közlemények. 4. (2): 121-133.
- DÖVÉNYI Z. 2010: Magyarország kistájainak katasztere. Magyar Tudományos Akadémia, pp. 34-37.
- FAO 1990: Guidelines for soil description. 3rd Ed. Soil Resources, Management and Conservation Service, Land and Water Development Division. FAO, Rome.

- FÜHRER E. 2005: Az erdőgazdálkodás talajtani vonatkozásai. In: Stefanovits P. és Michéli E. (eds): Talajok jelentősége a 21. században. MTA Társadalomkutató Központ, Budapest. pp. 97–117.
- FÜHRER E. és JAGODICS A. 2009: A klímajelző fafajú állományok szénkészlete. „KLÍMA-21” Füzetek, 57: 43–55.
- HORVÁTH A.; BENE Zs.; BIDLÓ A.; 2016: Comparison of the carbon stock in forest soil of sessile oak and beech forests. EGU 2016. Geophysical Research Abstracts Vol. 18, EGU2016-14487 (Q1)
- MSZ-08-0205; 1978: A talaj fizikai és vízgazdálkodási tulajdonságainak vizsgálata. Budapest.
- MSZ-08-0206-2; 1978: A talaj egyes kémiai tulajdonságainak vizsgálata. Laboratóriumi vizsgálatok. Budapest.
- SOMOGYI Z. és HORVÁTH B. 2006: Az 1930 óta telepített erdők szénlekötéséről. Erdészeti Lapok. CXLI. évf. 9. szám, 2006. szeptember: 257-259.

KÜLÖNBÖZŐ TERMESZTŐKÖZEGEK CSEMETEKERTI HASZNÁLATÁNAK EREDMÉNYEI

HEILIG DÁVID, HARDI IMRE, BÁRÁNY GÁBOR, ANDRÉSI DÁNIEL

KEFAG Kiskunsági Erdészeti és Faipari Zrt.

KIVONAT

A kutatás a fenntartható erdőgazdálkodáshoz elengedhetetlen csemetetermelés fontosságát hangsúlyozza. Az intenzív csemetetermesztés során konténereket és hideg-ágyakat használnak a növények optimális körülményeinek biztosítására. A hagyományos tőzeg alapú termesztőközegek helyett környezetbarát alternatívákat kerestünk, például letermett gomba termesztőközeget és erdei humuszos feltalajt. A kutatás eredményei szerint a hagyományos keverék (homok + tőzeg) hozza a legjobb eredményeket. A homok + letermett gomba termesztőközeg, illetve az erdei feltalaj gyengébb víz- és tápanyag-tároló képességgel rendelkezik. Az eredmények alapján nincs szignifikáns különbség a kezelések között, de a fenntarthatóság és környezetvédelem szempontjából fontos a környezetbarát termesztőközegek alkalmazása.

KULCSSZAVAK:

intenzív csemetetermelés, tőzeg, gomba termesztőközeg

RESULTS OF THE USE OF DIFFERENT GROWING SUBSTRATE IN SAPLING NURSERIES

ABSTRACT

The research stresses the importance of seedling production, which is essential for sustainable forest management. In intensive seedling production, containers and cold frames are used to ensure optimal conditions for the plants. Environmentally friendly alternatives to traditional peat-based growing media, such as decomposed mushroom growing media and forest topsoil, were sought. The results of the research show that the traditional mixture (sand + peat) gives the best results. The sand + fungi growing medium and forest humus topsoil have poorer water and nutrient retention capacity. The results show no significant difference between treatments, but the use of environmentally friendly growing media is important for sustainability and environmental protection.

KEYWORDS:

intensive tree sapling production, peat, mushroom growing substrate

BEVEZETÉS

Az erdőtelepítés és erdőfelújítás, így az erdészet fenntartható fejlődéséhez kulcsfontosságú folyamat a csemetetermelés. A hagyományos, szabadföldi módszerek alkalmasak a jó csíráképeségű, nagymennyiségben elérhető fajok termelésére, azonban a kisebb és nehezen csírázó, körülményes nevelésű csemeték termelése nem kellően biztonságos (Tompá, 1980). Ilyen esetekben szükséges intenzív termesztéstechnológia alkalmazása válik szükségessé.

Az intenzív csemetetermesztés során konténereket, hidegágyakat használnak a csemeték nevelésére. Ezen rendszerek lehetővé teszik a növények számára az optimális hőmérséklet, vízellátás, tápanyagellátás biztosítását. Azonban ezeknek a rendszereknek alapvető eleme a megfelelő termesztő-közeg kiválasztása (Tihanyi – Tompa, 1985).

Hagyományosan a termesztőközeg elsődleges alapanyaga a tőzeg (Bildersback et al., 2013). Azonban napjainkban a tőzeg egyre nehezebben és drágábban hozzáférhető nyersanyag, ráadásul a tőzegkitermelés környezeti hatásai miatt is a környezetbarát, körkörös gazdálkodásra alkalmas alternatívákat kell keresni (Csoma, 2010).

Az alternatív alapanyagok közé tartoznak a különböző szerves anyagok, például komposzt, kókuszrost, vagy a faforgács alapú keverékek. Ezek az anyagok környezeti szempontból kedvezőbbek, viszonylag könnyen elérhetők és olcsók, miközben megfelelő növekedési feltételeket képesek biztosítani a csemeték számára (Mácsai, 2005).

A kutatásunk során kiemelten fontos volt a fenntarthatóság és a környezetvédelem szempontjainak figyelembevétele. Az új termesztőközegnek nem csak hatékornak, hanem környezetbarátnak is kell lennie és kapcsolódnia kell a körforgásos gazdaságba. A választásunk így esett a gombatermesztésre már nem alkalmas ún. letermelt gombatermesztőközegre, ami gyakorlatilag gombák által részben lebontott szalma. Összehasonlítási alapként fehér akác (*Robinia pseudoacacia* L.) állományból származó humuszos feltalajt is alkalmaztunk.

ANYAG ÉS MÓDSZER

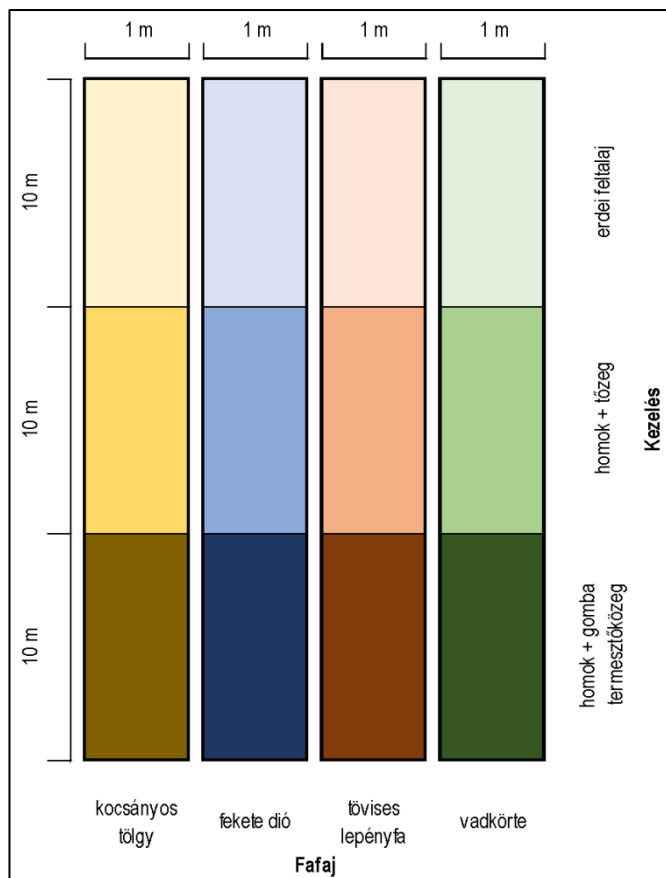
A KEFAG Kiskunsági Erdészeti és Faipari Zrt. Innovációs Központjának Kísérleti Csemetekertjében – Kecskeméten – végeztük a vizsgálatainkat a 2022-es év folyamán. A vegetációs időszak átlaghőmérséklete 16,3 °C, a csapadékösszeg 239 mm volt.

4 db 30 m²-es hidegágyban állítottuk be a kísérletet, amelynek során három különböző termesztőközeget alkalmaztunk. Kontroll („K”) kezelésnek a hagyományos homok és Lettországból származó tőzeg 2:1 térfogatarányú keverékét vettük. A tőzeg helyett letermett gomba termesztőközeget alkalmazva kaptuk az „A” kezelést, míg a „B” kezelést rostált, erdei humuszos feltalaj jelentette. Az ágyásokat három 10 m²-es szakaszra osztottuk. Minden szakasz különböző termesztőközeget kapott és ágyásonként egy kultúrát alkalmaztunk (1. ábra).

Az ágyások előkészítése egységesen történt, 160 kg/ha N hatóanyag dózisnak megfelelő hőkezelt, pelletált marhatrágyát szórtunk ki, majd egymenetben rotációs kapával beforgattuk.

Az alkalmazott fajok a következők: kocsányos tölgy (*Quercus robur* L.) tövises lepényfa (*Gleditschia triacanthos* L.), fekete dió (*Juglans nigra* L.) és vadrörte (*Pyrus pyraeaster* L.). A megfelelő magkezelést követően elvetettük az egyes magtétételeket. A vegetációs időszak alatt azonos beavatkozás történt a kultúrákban, ez mechanikus gyomkorlátozást, rovarölő, illetve gombaölő permetezést jelentett továbbá folyamatos öntözés is biztosítva volt. A lombvesztést követően magasság szerinti osztályokba (0-15 cm, 15-30 cm, 30-50 cm, 50+ cm) soroltuk és számoltuk az egyedeket.

Az eredmények összehasonlítására két tényezős varianciaanalízist végeztünk, aminek segítségével a kezelések és azoknak az egyes fajokra gyakorolt hatását vizsgáltuk. A statisztikai vizsgálatok során 5%-os szignifikancia szintet használtunk. A statisztikai feldolgozást R-környezetben végeztük el (R Core Team, 2021)



1. ábra A csemetekerti kísérlet telepítés vázrajza

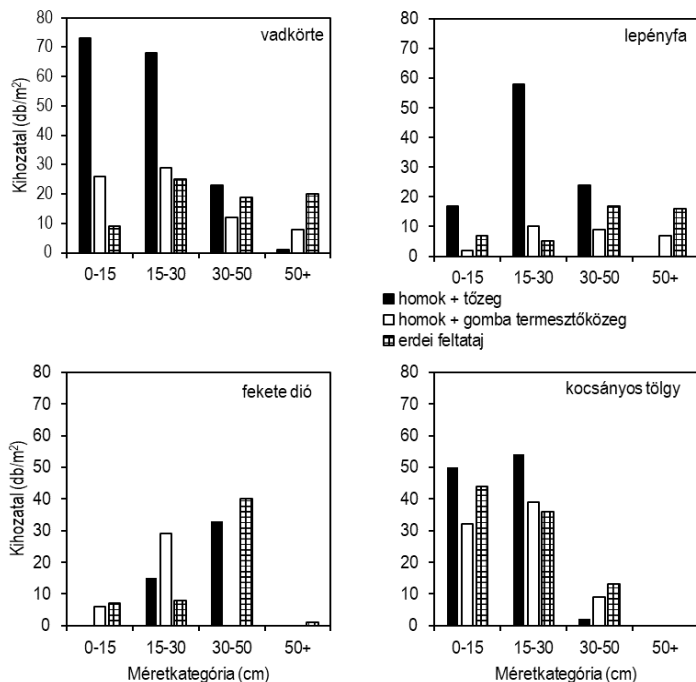
Figure 1. The layout of the tree nursery experiment

EREDMÉNYEK ÉS MEGVITATÁSUK

A 2. ábrán mutatjuk be az egyes fafajok méret szerinti eloszlását a különböző termeszőközegekben. Általánosan elmondható, hogy a fafajok méret szerinti eloszlása nem különbözik az egyes kezelések hatására, viszont abszolútértékben különböznek egymástól. Vadkörte esetében a „K” parcellák érték el a legnagyobb hozamot. A másik két kezelésnél a 15-30 cm-es méretből volt a legnagyobb mennyiség. Lepényfa esetében a 15-30 cm-es mérettartományban volt a legtöbb egyed a „K” és „A” parcellában, míg a „B” esetében a 30-50 cm-es és 50+ cm-es kategóriák érték hozták a legjobb eredményt. Fekete dió esetén fokozatosan növekedő egyedszámokat láthatunk kategóriánként min-

den kezelés alatt. Legjobb méretű csemetéket a „B” kezelés esetén, leggyengébbeket pedig az „A” kezelésnél találtunk. A kocsányos tölgyet vizsgálva A „K” és „A” kezelések hasonló eloszlást mutattak, míg a „B” kezelésnél a méret növekedésével párhuzamosan csökkent a gyakoriság.

Abszolútértékben nem tértek el egymástól jelentősen a kezelések eredménye. Az egyes kezelések között szignifikáns eltérés nem tudtunk kimutatni.



2. ábra Az egyes fajok gyakorisága méretkategóriánként a különböző kezelések hatására

Figure 2. Frequency of the given tree species by size classes under different treatments

Alapvetően legjobb eredményeket szinte kivétel nélkül a hagyományos keverék („K”) hozta, míg a két további kezelés nagyjából hasonlóan teljesített. Az „A” kezelés „K”-hoz mért gyengeségét a letermelt gomba termesztőközeg („A”) – tűzeghez mérten – gyengébb víz- és tápanyag-tároló képessége okozhatta. Az erdei feltalaj („B”), bár a tiszta homokhoz viszonyítva gazdag táp-

anyagban, de a tárolóképesége gyenge. A feltöltőtrágyázás feltehetően kisebb arányban hasznosul, illetve a vízgazdálkodása is szélsőségesebb.

ÖSSZEFOGLALÁS

A kutatás eredményei azt mutatják, hogy a különböző termesztőközegek hatására a fafajok méret szerinti eloszlása általánosságban nem változik, viszont az abszolút mennyiségek különböznek. Például vadkörte esetében a "K" parcellák a legjobb hozamot produkálták, míg a lepényfa esetében a "B" kezelés hozta a legjobb eredményt a nagyobb méretű csemeték tekintetében. Fekete dió esetén minden kezelés során nőtt az egyedszám méretkategóriánként. Az eredmények alapján a hagyományos keverék ("K") általában a legjobb eredményeket hozta, míg az "A" közeg gyengébb víz- és tápanyag-tároló képességgű lehetett, és a "B" közeg is hasonlóképp viselkedett. A kezelések között szignifikáns eltérést nem találtunk.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- BILDERBACK, T.E. – RILEY, E.D. – JACKSON, B.E. – KRAUS, H.T. – FONTENO, W. C. – OWEN J.S. – ALTAND JR. J. – FAIN, G.B. (2013): Strategies for Developing Sustainable Substrates in Nursery Crop Production. *Acta Horticulturae* 1013:43-56
<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2013.1013.2>
- CSOMA, (2010): A talajok pufferképességét befolyásoló tényezők és jelentőségük a kertészeti termesztésben. Doktori Értekezés. Corvinus Egyetem. Budapest. pp.155
- MÁCSAI, I. (2005): Zöldségajtatási teendők a különféle közegeken. *Kertészet és Szőlészet*. 54 (18):6-7
- TIHANYI, Z. – TOMPA, K. (1985): Az erdészeti szaporítóanyag termesztés. Kézirat. Erdészeti és Faipari Egyetem. Sopron. pp. 227
- TOMPA, K. (1980): Különféle termesztőközegek és levéltrágyák az erdészeti csemete-termesztésben. *Az Erdő*. 29 [115] (3): 121-127
- R CORE TEAM (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

PLANTMA-X A TOVÁBBFEJLESZTETT STOREBRO SILVA NOVA

DR. HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ

Soproni Egyetem,
Erdő- és Természeti Erőforrás-gazdálkodási Intézet, Sopron
ahorvath@uni-sopron.hu

KIVONAT

A magas technikai színvonalú nagyteljesítményű csemeteültető gépek fejlesztése Svédországban már az 1960-as években megkezdődött. Az ültetőgépek forvarder alvázakra épültek. Cél a talajelőkészítés, talajtömörítés és a minőségi csemeteültetés folyamatos megvalósítása nagy teljesítmény és minimális munkaerő szükséglet mellett. A fejlesztés eredményeképpen a 90-es évek elejére megvalósult a Storebro Silva Nova 90 M. A fejlesztés ezt követően leállt 2018-ig, a Plantma X létrehozásáig.

KULCSSZAVAK:

nagyteljesítményű csemeteültetőgép, Storebro Silva Nova, Plantma X

STOREBRO SILVA NOVA ÜLTETŐGÉP FEJLESZTÉSÉNEK TÖRTÉNETE

Az ültetőgép kifejlesztéséhez az első lépéseket a svéd Mo och Domsjö AB (MoDo) cég erdészeti osztálya tette meg az 1960-as évek végén a Robertsfors AB leányvállalattal együttműködve, amelynek részleges talajelőkészítő gépet is fejlesztett. 1970-ben életbe lépett a MoDo Mekan projekt, amelynek célja egy nagyteljesítményű ültetőgép gyártása volt. 1969-1971 között a projektfejlesztés kezdeti szakaszában a Svéd Erdészeti Egyetem és az ÖSA által kidolgozott talajhasító ültetőbarázda szerinti megoldáshoz kapcsolódott. Ezt az ültetőegységet a Robertsfors foltos talajelőkészítőjével kombinálták. Az ültetőgépnek hasító- és tömörítő egysége is volt. 1972-1973 között a kiáb-rándító eredmények után kiértékeltek a gép munkáját. Az elemzés és fejlesztés eredményeképpen egy olyan duplakaros ültetőegység került kialakításra, amely a mai napig fémjelzi a gépet. A burkolt gyökerű csemeték sűrített levegővel, karonként 1-1 db csövön keresztül szállították a raktérből az ültetőkarba.

A MoDo Mekan kezdetben szabadgyökerű csemeték ültetésével működött, de később áttértek a Hiko és Paperpot burkoltgyökerű csemetéire. 1973-1976 között számos változtatáson esett át mind az ültetőgép felfüggesztésében, mind a talajérzékelésben és az ültetési nyomásban (1. ábra). 1977-1978 kö-

zött az ÖSA új részleges talajelőkészítőjével fejlesztették a gépet (2. ábra). Továbbá három erdészeti társaság, a MoDo Skogen, a STORA Skog és a Norvég Földhivatal is belépett a projektbe. 1979-ben a tesztelés kiábrándító eredményei után az ÖSA-val való együttműködést felmondták.

A karos ültetőgép egység által elért eredmények azonban annyira ígéretesek voltak, hogy a projektgazdák úgy döntöttek, hogy új prototípust építenek a hosszú távú tesztekhez. 1981 őszén a MoDo Mekan projektet a Storebro Bruks AB vette át a Domänverket, Korsnäs, STORA és SCA érdekelt felek részvételével. A 1982-ig folytatódó fejlesztési munkák és tesztek eredményei azonban azt mutatták, hogy túlságosan optimisták voltak a fejlesztés valós állapotának megítélésében. Meg kellett állapítaniuk a fejlesztőknek, hogy mind az ültetés, mind az üzemeltetés tekintetében a gyakorlat által támasztott sok követelményt kell még teljesíteniük (Hallonborg, U., 1991).



1. ábra: MoDo Mekan Robertsforstälj-előkészítővel (kb. 1973)
(Forrás: SLU Mediabanken)



2. ábra: MoDo Mekan ÖSA talajelőkészítővel (kb. 1978)
(Forrás: Hallonborg, U.)

1984-től négy gépet építettek – egyet-egyet az érdekelt csoportba tartozó erdészeti társaságok számára – és tesztelték működés közben. A karos ültetőgépek egy-egy nagyméretű kihordóra (ÖSA 260, Kockum 850) épültek, a talaj-előkészítés pedig Wadell talajművelővel valósult meg. A csemeték adagolása továbbra is sűrített levegővel történt. A négy gépet 1984-1989 között gyakorlatban üzemeltették, ezzel egy időben a megfelelő ültetési mélység, valamint a kíméletes és biztonságos csemete adagolás érdekében fokozatosan fejlesztették és értékelték őket. A részleges talajelőkészítéssel kapcsolatos

kutatások az 1980-as években jó eredményeket mutattak, ezért az új Silva Novát Donaren 380 MIDAS talajelőkészítővel szerelték fel.

Az új fejlesztésű hidraulikus meghajtású tárcsás pásztákészítő az alapgép közepén kapott helyet az eddigi hátsó elhelyezéssel szemben. Ez a Silva Nova 90 M (3. ábra) néven ismertté vált konstrukció olyan sikeres volt, hogy az 1992-es szezonra négy új gépet építettek. Az 1990-es évek közepére már öt gép üzemelt, a gépi ültetés aránya nőtt. 1997-ben a Silva Nova az ültetvényterületek 9%-át, illetve 12%-át tette ki Svédország északi és középső részén. A jövőre vonatkozó előrejelzések azt mutatták, hogy mintegy 20 gépet fognak üzembe helyezni röviddel a századforduló után. A nagy beruházások és az akkori optimista előrejelzés ellenére az 1990-es évek végén gyorsan leült az érdeklődés. Az utolsó Silva Novan egy Plant-I-Ett nevű újjáépített gép volt.

A gép túlélte néhány évet a 2000-es évekig. A meghíúsult Silva Nova beruházásnak több oka is volt. Olcsóbb külföldi munkaerőt kezdtek el alkalmazni. A gépek technológiailag fejlettek és drágák voltak, továbbá nagy területeken, egyenes vonalú ültetési pályákkal üzemeltetve voltak hatékonyak. Ugyanakkor az erdőtelepítési terület csökkent (2002-ben Svédországban 125 000 ha, 1980-as évek 200 000 ha). Valamint megjelentek az ültetőgépek új generációja, a darukra szerelhető ültetőadapterek (Hallonborg et al. 1995; von Hofsten 2003; Sundblad, L. et al., 2023).



3. ábra: Silva Nova 90 M ültetőgép (Fotó: Henrik von Hofsten)

PLANTMA-X A TOVÁBBFEJLESZTETT SILVA NOVA

A Plantma X elsősorban a Silva Nova gép továbbfejlesztése, amelynek alapkoncepciója az alapgép derekában megvalósuló részleges talajelőkészítés és a csemeteültetés közbeni folyamatos előrehaladás volt. A Plantma X új ültetőgépen való munka 2018-ban kezdődött, és az ötlet az volt, hogy egy hatékony, nagy teljesítményű gépet állítsanak elő, amely a korábbi tapasztalatokra épít. A gép hátulján, az elődeihez hasonlóan két ültetőkar található, melyek külön-külön körülbelül 2-3 másodpercenként hajthatják végre ültetési kísérletet. Az első terepi tesztek 2019-ben és 2020-ban végezték el. Optimális körülmények között (sík, homokos és akadálymentes talajon) a gép óránként 2800 palántát tudott elültetni. 2020-ban a gépet különböző típusú talajokon (3 nagy svédországi erdészeti vállalatnál) tesztelték, ami új fejlesztési ötletekhez vezetett. Az egyik ötlet a szenzortechnológia és a mesterséges intelligencia fejlesztése a megfelelő ültetési pontok azonosítására a folyamatos előrehaladás során, ez a munka a Skogforsk-kal együttműködésben történik. A sikeres svédországi próbákat követően a gépet Észak-Amerikában és Kanadában tesztelték.

A gép első sorozatgyártású változatát, a PlantMaxot 2022-ben szállították le. Jelenleg Svédországban, Brazíliában és Új-Zélandon működnek ezek a gépek. A kihordó vezetőfülkéjében lévő kezelő irányítja a kihordót és ő felelős a vágásterületen bejárandó útvonal megtervezéséért, valamint a tárcsás részleges-talajelőkészítő üzemeltetéséért és beállításaiért is. A gép hátsó része áthalad az előkészített talajon és a kerekeivel tömöríti azt. A hátsó fülkében, az ültetőfülke kezelője felelős azért, hogy a csemetét kézzel a tárolóban lévő kartondobozokból a speciálisan kialakított "csészékbe" helyezze, amelyek a palántát az ültetőkarba továbbítják. Ez a kezelő felelős az ültetési eredményekért is, az ültetőkarok megfelelő beállítása által. A tényleges ültetési ciklust szoftver vezéri.

Amikor az ültetési pontok közötti előre beállított távolságot eléri, akkor a rendszer elindítja az ültetőkart lefelé. A kar hegyében található szenzor érzékel, ha az ültetőhegy a talajhoz ér, ekkor elindul a rendszerben az ültetési körülmények kiértékelése, hogy a talajviszonyok alkalmasak-e az ültetésre, pl. nem túl nedves, nincs szikla vagy fatuskója stb. Ha az értékelés pozitív, akkor az ültetőcsúcs kinyílik, lehetővé téve a csemetének, hogy a földben lévő lyukba essen, amelyet a zárt hegy alakított ki. A tömörítő elemek az ültetőhegy oldalról lefelé és befelé irányuló mozgással tömörítik a csemete körüli talajt. Ezután a kar felmegy a „dokkolási helyzetébe”, hogy új palántákat gyűjtsön a

„csészékből”. Az új palánta a kar belsejébe esik a hegyéig, ahol készen áll az ültetésre. Ha az értékelés eredménye negatív, a kar azonnal felemelkedik és új ciklust kezd (Johansson, J., Semberg T. 2022; Sundblad, L. et al., 2023; www.plantmaforestry.com).



4. ábra: Plantma X ültetőgép (Forrás: www.plantmaforestry.com)

ÖSZEFOGLALÁS

A forvarder alapgépre épített többműveltes nagyteljesítményű ültetőgépek fejlesztése Svédországban zajlott a 60-as évek végétől a 90-es évek végéig. A fejlesztési lendületet közel 20 évre visszavetette a külföldi olcsóbb munkaerő megjelenése. 2018-tól újabb lendülettel megindult a gép fejlesztése.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Jelen publikáció a „GINOP-2.3.3-15-2016-00039 – Fás biomassza termesztési feltételeinek vizsgálata” című projekt támogatásával valósult meg.

FELHASZNÁLT IRODALOM

HALLONBORG, U. (1991): Den maskinella planteringen utveckling. Plantnytt nr 1991:1. Avdelningen för skogsförnyelse, Skogshögskolan, Garpenberg. 4 s.

HALLONBORG, U., VON HOFSTEN, H., MATTSSON, S., HABERG, J., THORSÉN, Å., NYSTRÖM, C. ÉS ARVIDSSON, A. (1995): Maskinell plantering med Silva Nova – nuvarande status samt utvecklingsmöjligheter i jämförelse med manuell plantering. Redogörelse nr 6, 1995. Skogforsk. 95 s.

JOHANSSON, J.É SEMBERG, T. (2022): Mekanisk planteringsmaskin lär sig ”se” var plantan ska sättas. Skogforsk, Kunskapsbanken nr 67-2022.

von HOFSTEN, H. (1996): Delmekaniserad plantering med HevoTrac. Skogforsk. Resultat nr12.

SUNDBLAD, L.-G., HANNERZ, M., MANNER, J. ÉS ERSSON, B. T. (2023): Tidigare, nuvarande och framtida planteringsmaskiner. Skogforsk 2023, Uppsala, ISSN 1404-305X, 27 p.

www.plantmaforestry.com

AZ ERDŐTELEPÍTÉS HATÁSA A TALAJFEJLŐDÉSI FOLYAMATOKRA A DUNA-TISZA KÖZÉN

BIDLÓ ANDRÁS, VÉGH PÉTER, BALÁZS PÁL, HORVÁTH ADRIENN

Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Környezet- és Természetvédelmi Intézet

KIVONAT

Munkánkban – egy esettanulmány keretében – arra kerestük választ, hogy milyen hatással van az erdőtelepítés a talajok tulajdonságaira. Szentkirály községhatárban egy mezőn, egy 19 éves, illetve 79 éves kocsányos tölgy állományban vizsgáltuk a talajban bekövetkező változásokat. Eredményeink azt mutatták, hogy az erdők alatt jelentősen javult a talaj szerkezete és ezzel a vízháztartása is. Növekedett a talaj kilúgzás és a savanyodás mértéke. Ennek eredményeképpen az idős állomány alatt a talaj felső rétege gyengén savanyúvá vált és mészmentes lett. Nőtt a talajok szerves széntartalma (humusz) is. Eredményeink alapján kijelenthetjük, hogy az erdő maga számára „kedvezőbbé tette” a talaj tulajdonságait, ami megkönnyítheti a jövőbeni erdőfelújításokat. Vizsgálataink azt is megmutatták, hogy egyes talajtulajdonságok a környezet változásának (pl. erdőtelepítés) hatására viszonylag rövid idő alatt megváltozhatnak.

KULCSSZAVAK:

erdőtelepítés, talaj szénkészlet, talajképződési folyamatok, kocsányos tölgy

BEVEZETÉS

Az elmúlt évszázadban a hazai erdésztársadalom egyik legnagyobb kihívása az alföldi erdők telepítése volt. Ennek előzményeit sokan és sokszor leírták, több publikáció készült (Magyar 1932, Magyar 1961. Oroszi, 1990). Ugyanakkor a mai utókor egyik feladata annak értékelése, hogy miként hatott a környezetre az Alföld fásítása. Nem titok, hogy az elvégzett munka megítélése a társadalom részéről kérdéses, aminek az egyik oka, hogy a kedvező hatásokat (pl. a defláció megkötése) gyakran természetesnek vesszük, illetve megfelelkezünk róluk, másrészt a kedvezőtlen hatásokat (pl. talajvíz süllyedés) gyakran akkor is az erdőkre „fogjuk”, amikor azoknak számtalan más oka is van.

Munkánk célja – egy esettanulmány keretében – annak vizsgálata, hogy milyen hatással van az erdőtelepítés a talajok tulajdonságaira. Ilyen vizsgálat viszonylag kevés készült, azonban az alföldi erdők hosszabb távú fennmaradása mindenképpen fontossá teszi a vizsgálatokat.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Vizsgálatainkhoz a Duna-Tisza közí hátság erdészeti táj (Bartha et al. 2006, Führer et al. 2017), illetve a földrajzi besorolás szerint a Kiskunsági löszös hát földrajzi kistáj két erdőállományában, illetve egy a közvetlenül mellettük található szántóföldön (kukoricásban) vettünk talajmintákat 2023 nyarán. A kistáj lösszel és homokkal fedett hordalékkúpság, amely felszínét típusos ártéri, infúziós lösz, homokos lösz és futóhomok borítja. A tájban az évi napfénytartalom 2030-2050 óra, az évi középhőmérséklet 10,3-10,4 °C, az éves átlagos csapadék mennyisége 510-530 mm (Dövényi, 2010). Az Erdőállomány Adattár alapján a két erdőterület termőhelyi viszonyai közel azonosak voltak (1. táblázat).

1. táblázat: A vizsgált erdőállományok termőhelyi viszonyai az Erdőállomány Adattár alapján

Hely	Klíma	Hidrológia	Genetikai talajtípus	Termőréteg vastagság	Fizikai féleség
Szentkirály 1/A	ESZTY	TVFLEN	TR	KMÉ	H
Szentkirály 2/H	ESZTY	TVFLEN	HH	KMÉ	H

Míg a Szentkirály 1/A erdőrészletben 67 éves kocsányos tölgy állomány volt 79% elegyaránnal, addig a Szentkirály 2/H erdőrészletben 19 éves 100%-os elegyarányú kocsányos tölgy állomány található. A Szentkirály 1/A erdőrészletben elegyként hegyi juhar, akác és szürke nyár is előfordult. Mindkét állományt egy korábbi szántóra telepítették (1. ábra).



***Kukoricás, háttérben az
idős tölgyessel***

Fiatal tölgyes

Idős tölgyes

1. ábra: A vizsgált állományok

A talajmintákat motoros talajfúró segítségével vettük 1,1 m-es mélységig, majd a furatból 10-10 cm-enként Vér-féle hengerrel 100 cm³-es, bolygatatlan mintát vettünk. Az egyes rétegekből fennmaradó talaj szolgált a további vizsgálatok elvégzéséhez. A laborvizsgálatok során a Vér-hengerrel gyűjtött, ismert térfogatú (100 cm³) minta segítségével száraz tömeget határozzunk meg. A talajok kémhatását (potenciometriás mérés; desztillált vizes és KCl-os kivonattal – MSZ 08-0206-2:1978) határoztuk meg. Ezután a kalcium-karbonát (Scheibler-féle kalciméter; MSZ 08-0205:1978) és szervesanyag-tartalmat a magyar szabvány (MSZ 21470-52:1983) szerint határoztuk meg. Ezen kívül még a szemcseeloszlás alapján vizsgáltuk a talajminták fizikai féleségét (MSZ 08-0205:1978) (Bellér, 1997).

EREDMÉNYEK

Az egyes állományokban végzett fúrások közel azonos eredményt adtak. A helyszíni vizsgálatok alapján megállapítható volt, hogy mindhárom terület viszonylag vastag humuszos szinttel rendelkezett, majd a szerves anyag tartalom lefelé haladva fokozatosan csökkent. A szántó felső rétege a folyamatos talajművelés hatására szerkezet nélkülivé vált, illetve 30 cm-es mélység körül meg tudunk figyelni egy tömörödöttebb (eketalap) réteget, illetve mind a szántó, mind a fiatal erdő alatt mészszeledéket tudunk leírni 40 cm-es mélységben (Stefanovits et al. 1999).

Az egyes mintákban eltérő volt a talaj szerkezete. A szántó alatt tömődöttebb, szerkezet nélküli mintákat tudtunk gyűjteni, az erdők alatt már jól megfigyelhető volt a szerkezetképződés (2. ábra).



Kukoricás

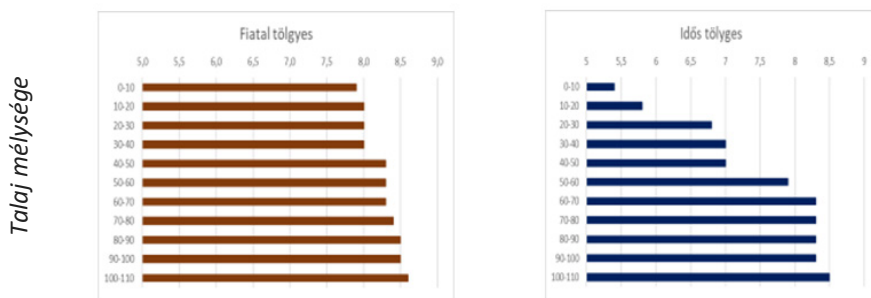


Fiatal tölgyes



Idős tölgyes

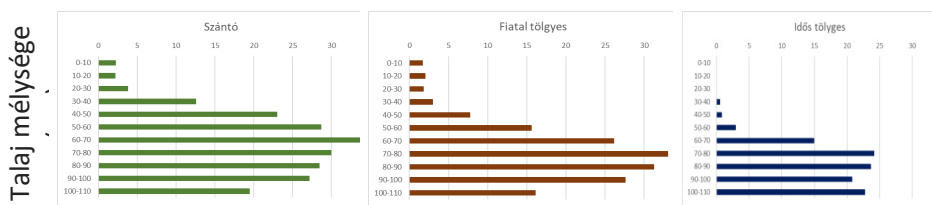
2. ábra: Az egyes állományokban végzett fúrás eredménye



3. ábra: Az egyes talajminták kémhatása (pH_{H2O})

A vizsgált talajminták vizes kémhatása (pH_{H2O}) 5,4 és 8,5 között volt (3. ábra). Az egyes fúrásokban a kémhatás lefutása lényegesen eltért. Az alsó rétegekben (60 cm alatt) mindhárom fúrás esetén a kémhatás (pH_{H2O}) 8,3 és 8,6 között változott, az egyes fúrások és rétegek között jelentős eltérést nem tapasztaltunk. A felső rétegekben azonban jelentős eltérés volt az egyes fúrások eredményei között. Szántó esetén a felső réteg kémhatása (pH_{H2O}) 8,1 és 8,3 között volt, az altalajhoz képest egy minimális kilúgzást tudtunk megfigyelni, de jelentős eltérés az egyes szintek között – részben a szántás miatt –

nem volt. Hasonló volt a kép a fiatal tölgyes esetén is. Itt a felső rétegek vizes kémhatása ($\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$) 7,9 és 8,3 között változott. A telepítés óta eltelt közel két évtizedben már megindult egy kisebb kilúgzódás, azonban ennek mértéke még nem jelentős. Lényegesen eltér az idős tölgyes alatt található talaj kémhatásának lefutása. Itt a vizes kémhatás értéke ($\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$) 5,4 és 7,9 között változott. Míg a többi fűrés, illetve minta kémhatása gyengén lúgos - lúgos volt, addig ebben az esetben megjelent a közömbös, gyengén savanyú, illetve savanyú kémhatás is (Stefanovits et al. 1999). A telepítés óta eltelt nyolc évtized alatt a talajban egy erőteljes kilúgzódás indult meg, amely egy gyenge savanyodással járt együtt. Ez egyértelműen az erdőállomány hatására vezethető vissza, hiszen a három terület klimatikus viszonyai, illetve az alapkőzete között nincsen eltérés (Babos et al. 1966).



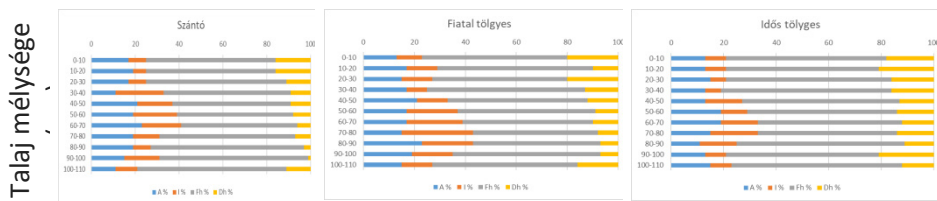
4. ábra: Az egyes talajminták szénsavas mésztartalma (CaCO_3 %)

Lényegesen eltért az egyes fűrésokból begyűjtött talajminták szénsavas mésztartalma, illetve ennek lefutása (4. ábra). Szántó esetén a szénsavas mésztartalom mennyisége 2 és 34 % között változott. A lefutásból látható, hogy a felső 30 cm-en kisebb volt a mésztartalom. A mész ezekből a rétegekből kilúgzódott, és – miként az a helyszíni vizsgálatok során megfigyelhető volt – jelentős része mészlepedék formájában jelent meg elsősorban a 40-70 cm-es rétegben. Feltételezhetjük, hogy a 40-100 cm-es rétegek többlet mésztartalma a felső rétegek kilúgzódásából származik. 100 cm alatt már lecsökkent a talaj mésztartalma az alapkőzetre jellemző értékre (19 % CaCO_3). Kissé más képet mutatott a fiatal tölgyes terület. Itt a mésztartalom 2 és 33 % CaCO_3 között változik, de ennek lefutása eltér a szántóhoz képest. Ebben az esetben már a felső 50 cm-es rétegben kisebb volt a mésztartalom (2-8 % CaCO_3), és csak ez alatt növekedett meg.

Az erdőnek erősebb a kilúgzó hatása, mint a lágyszárú növényzetnek, de természetesen számolnunk kell a telepítés előtti talajelőkészítés hatásával is. 100 cm alatt ebben az esetben is lecsökkent a mésztartalom (16 % CaCO_3).

Miként az a kémhatás értékéből várható volt, az idős állomány alatt lényegesen eltér a szénsavas mésztartalom változása az egyes rétegekben. A talaj felső 60 cm-es rétege mészmentes, illetve minimális mennyiségben tartalmaz csak meszet. Ez alatt a mésztartalom jelentősen megnőtt és elérte a 21-24 %-ot, ami hasonló a másik két fűrásban tapasztalt értékhez. A mésztartalom ilyen jellegű lefutása egyértelműen az állomány kilúgzó, illetve savanyító hatására vezethető vissza. A mésztartalmi eredmények megerősítik a kémhatás vizsgálatok során tapasztaltakat.

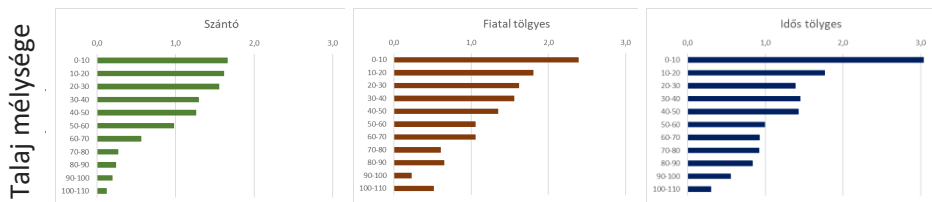
Vizsgálataink során egyes mintákból meghatároztuk a vízben oldható összes sótartalmat (8,1 pH_{H2O} felett), illetve a fenolftalein lúgosságot (8,3 pH_{H2O} felett), de ezek csak nyomokban, illetve igen kis mennyiségben fordultak elő, így a talajképződési folyamatokban nem játszanak szerepet a vizsgált szelvényekben.



5. ábra: Az egyes talajminták szemcseeloszlása (%)

A talajfizikai tulajdonságának meghatározására a szemcseeloszlási vizsgálatokat végeztük el (5. ábra). Az egyes minták között jelentős eltérést nem tapasztaltunk. A mintákban legnagyobb arányban a finom homok frakció (0,02-0,2 mm) fordult elő átlagosan 59%-ban. A finom homok frakció aránya 49 és 70% között változott. A Dunától való nagy távolságra (Mezősi 20119) vezethető vissza, hogy a durva homok frakció (0,2 mm nagyobb szemcsék) átlagos aránya csak 12%. A szél ide már csak kevés nagy szemcsét tudott szállítani, ugyanakkor kisebb szemű löszlerakodással is lehet számolni. A leiszapolható (iszap és agyag - 0,2 mm alatti) részek aránya 19 és 43% között volt, ami homok – homokos vályog – vályog fizikai féleségre utal. A legtöbb minta homokos vályog fizikai féleségű volt. Ugyanakkor az egyes szelvényeken belül közel azonos tendencia volt megfigyelhető a leiszapolható részek arányának változásában. Ezek a felső és az alsó rétegekben kisebb értéket mutatnak, míg a közepes mélységben (50 cm körül), mind az agyag, mind az iszap frakció aránya megnőtt. Ez valószínűleg a talajban a talajképződési folyamatok során fel-

lépő gyenge agyagosodási folyamatokra vezethető vissza. Bár a terület alapvetően homok alapkőzetű, a vizsgált részen az alapkőzetben előfordulnak más ásványok (pl. földpátok, csillámok) is, amelyek mállása lehetővé teszi a gyenge agyagosodási folyamatok megjelenését. A talaj mélyebb rétegében kissé magasabb az agyagtartalom, mely javítja a talaj vízháztartását, hiszen lassítja a víz mélybe szívargását.



6. ábra: Az egyes talajminták humusztartalma (%)

Vizsgálataink során meghatároztuk az egyes rétegek szerves szén (humusz) tartalmát (6. ábra). A kedvezőtlen környezeti feltételeknek megfelelően a mintákban viszonylag alacsony 0,1 és 3,5% közötti humusztartalmi értékeket kaptunk. (Megjegyezzük, hogy a laboratóriumi vizsgálati módszerből adódóan a 0,5% alatti értékek nehezen értékelhetők). A három szelvényben – az elvártnak megfelelően – közel azonos volt a humusztartalom lefutása. A legnagyobb értéket a felső rétegekben mértük, majd ez fokozatosan csökkent. Ugyanakkor az egyes fúrások között eltérések is jelentkeztek. A legkisebb humusztartalmi értékeket (0,1-1,7%_{humusz}) a szántó területen figyeltük meg. Ennek alapvető oka a szántás, illetve a folyamatos szervesanyag elhordás (aratás) szervesanyag csökkentő hatása. A felső 30 cm-es réteg humusztartalma közel azonos (1,6-1,7%_{humusz}), ez alatt egy kisebb csökkenés volt megfigyelhető, majd 70 cm alatt jelentősen lecsökkent a humusztartalom (0,1-0,3%_{humusz}). Nagyobb humusztartalmi értékeket figyeltünk meg a fiatal tölgyes alatt. A legfelső 10 cm-es rétegben 2,4%-ot mértünk, majd ez csökkent le a szántó felső szintjére jellemző (1,6-1,8%_{humusz}) értékre. Ezután a talaj szervesanyag tartalma folyamatosan csökkent, de végig magasabb maradt, mint a szántóé. Még nagyobb volt a szervesanyag tartalom az idős tölgyes alatt, ahol a legfelső 10 cm-es rétegben már 3,0%-ot mértünk. Ez alatt egy jelentősebb csökkenés figyelhető meg, de a humusztartalmi értékek az egész szelvényben magasabbak voltak, a szántóhoz, vagy a fiatal tölgyeshez képest. A vizsgálatokból látható, hogy az erdőtelepítés hatására megindult egy szervesanyag

felhalmozódás a folyamatosan szántott területhez képest. E szervesanyag felhalmozódás nem csak a talajban, hanem – természetesen – az avartakaróban is megjelenik, de ennek értékelésére most nem térünk ki.

KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

Vizsgálataink fő célja annak megállapítása volt, hogy milyen hatással van az erdőtelepítés a talajfejlődési folyamatokra. A vizsgált területen egymás közvetlen közelében volt megtalálható egy szántó, egy fiatal (19 éves) kocsányos tölgy, illetve egy idősebb (79 éves) kocsányos tölgy állomány. Mivel a terület sík volt, számolhattunk azzal, hogy az eredeti termőhelyi tényezők azonosak.

A területen eredetileg mészlepedékes csernozjom talaj volt (Stefanovits 1956, Járó 1963). Ez mind a mai napig jól megfigyelhető a szántó alatt, bár a szervesanyag tartalma a talajnak – a szántóföldi művelés hatására – viszonylag kisebb. Az erdőtelepítés hatására a talaj tulajdonságai lényegesen megváltoztak, mégpedig jelentősebb lett a kilúgzás, illetve savanyodás. Az erdő kilúgzó hatása már 8 évtized után is olyan jelentős volt, hogy a felső rétegek kémhatása a gyengén lúgosról, gyengén savanyúvá, illetve savanyú változott. Ezzel egyidejűleg a talaj felső rétegeiből szénsavas mész lefelé vándorolt. Mivel a csapadék mennyisége a vizsgált területeken azonos az erőteljesebb kilúgzó hatás két tényezőre vezethető vissza. Egyrészt az erdő avartakarója savanyú kémhatású, másrészt a gyökerek mélyebben helyezkednek el, így a lefelé való vízáramlás is erőteljesebb. Természetesen számolnunk kell az erdő alatti kedvezőbb mikroklimával is. A kilúgzás, illetve a savanyítás mellett, megfigyelhető volt a területen az erdők alatt a szervesanyag fokozottabb felhalmozódása is. Az erdőkben képződő szervesanyag jobban felhalmozódik (Szodfridt 1993), ezzel is növelve az avartakarót, illetve a talaj szerves szénkészletét. Ez a megállapítás megegyezik a korábbi tapasztalatainkkal (Bidló et al. 2014, Csorba et al. 2022), ugyanakkor felhívja a figyelmet arra, hogy a föld feletti biomassza mellett (Somogy et al. 2006, Führer et al. 2005, Führer et al. 2009) a talaj szénkészletét is figyelembe kell venni az erdőtelepítések értékelése során.

Vizsgálati eredményeink jelzik, hogy az erdőtelepítés kedvező hatással van a talajképződési folyamatokra a vizsgált területen, azokat meggyorsítja. Ennek eredményeképpen a csökkenő mésztartalma miatt, a talaj kedvezőbbé válik a jövőbeni erdők számára, jobb lesz a vízgazdálkodása, illetve nő a talajban a szervesanyag felhalmozódás és ezzel a légköri szénmegkötés. Mivel hazánkban az elmúlt évszázadban jelentős erdőtelepítés zajlott, érdemes

lenne ennek a talajra, az ökoszisztéma szolgáltatásokra gyakorolt kedvező hatását behatóbban vizsgálni, illetve a társadalom számára megfelelően kommunikálni.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Jelen publikáció a TKP2021-NKTA-43 azonosítószámú projekt keretében az Innovációs és Technológiai Minisztérium (jogutód: Kulturális és Innovációs Minisztérium) Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a TKP2021-NKTA pályázati program finanszírozásában valósult meg.

A szerzők köszönetet mondanak munkánk támogatásáért Madácsi Sándor erdészeti igazgatónak, illetve a KEFAG Kiskunsági Erdészeti és Faipari Zrt.-nek, valamint Csorba Mátyás hallgatónak, Bolodár-Varga Bernadettnek és Harmatiné Páll Rékának a laboratóriumi vizsgálatokért.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- BABOS I., HORVÁTHNÉ PROSZT S., JÁRÓ Z., KIRÁLY L., SZODFRIDT I., TÓTH B. (1966): Erdészeti termőhelyfeltárás és térképezés, Akadémiai Kiadó Budapest, 493 p.
- BARTHA D., BIDLÓ A., BERKI I., KIRÁLY G., KOLOSZÁR J., MÁTYÁS CS., VIG P., HALÁSZ G. (szerk.) (2006): Magyarország Erdészeti Tájai. Budapest: Állami Erdészeti Szolgálat, 2006. 154 p.
- BELLÉR P. (1997): Talajvizsgálati módszerek. Egyetemi jegyzet, Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Termőhelyismerettani Tanszék, Sopron, 118 p.
- BIDLÓ A., SZÜCS P., HORVÁTH A., KIRÁLY É., NÉMETH E. ÉS SOMOGYI Z. (2014): Telepített kocsánytalan tölgy és akác fiatalosok hatása a talaj szénkészletére néhány dunántúli erdőtelepítés példáján. Erdészettudományi Közlemények, 4(2): 121-133.
- CSORBA M., BALÁZS P., VÉGH P., HORVÁTH A., BIDLÓ A., (2022): Mező- és erdőtalaj szénkészletének összehasonlítása a Nyíri-erdőben. Alföldi Erdőkért Egyesület, Kutatói Nap, Tudományos eredmények a gyakorlatban, Lakitelek, 91-98 pp.
- DÖVÉNYI Z. (szerk.) (2010): Magyarország kistájainak katasztere, MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, Budapest, 876 p.
- FÜHRER E. (2005): Az erdőgazdálkodás talajtani vonatkozásai. In: Stefanovits P. és Michéli E. (szerk.): Talajok jelentősége a 21. században. MTA Társadalomkutató Központ, Budapest. pp. 97-117.
- FÜHRER E. (szerk.) (2017): Magyarország erdészeti tájai 1. Nagyalföld erdészeti tájcsoport, Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (NÉBIH), Budapest, 972 p.

- FÜHRER E. ÉS JAGODICS A. (2009): A klímajelző fafajú állományok szénkészlete. „KLÍMA-21” Füzetek, 57: 43-55.
- JÁRÓ Z. (1963): Talajtípusok, Országos Erdészeti Főigazgatóság, Budapest, 152 p.
- Magyar P. (1932): Néhány alföldfásítási cikkhez. – Erdészeti Lapok 71. (5.) pp. 448–461.
- MAGYAR P. (1961): Alföldfásítás. I.-II. – Akadémiai Kiadó, Budapest
- MEZŐSI G. (2011): Magyarország természetföldrajza, Akadémiai Kiadó, Budapest, 394 p.
- MSZ 21470-52:1983 Környezetvédelmi talajvizsgálatok. Talajok szervesanyag-tartalmának meghatározása.
- MSZ-08-0205; 1978: A talaj fizikai és vízgazdálkodási tulajdonságainak vizsgálata. Budapest.
- OROSZI S. (1990): Az alföldfásítás a két világháború között Magyarországon. – Erdészettörténeti Közlemények I. Országos Erdészeti Egyesület, Budapest–Szolnok 150 p.
- SOMOGYI Z. ÉS HORVÁTH B. (2006): Az 1930 óta telepített erdők szénlekötéséről. Erdészeti Lapok. CXLI. évf. 9. szám, 2006. szeptember: 257-259.
- STEFANOVITS P. (1956): Magyarország talajai, Akadémiai Kiadó, Budapest, 252 p.
- STEFANOVITS P., FILEP GY., FÜLEKY GY. (1999): Talajtan, Mezőgazda Kiadó, Budapest, 471 p.
- SZODFRIDT I. (1993): Erdészeti termőhelyismeret-tan, Mezőgazda Kiadó, Budapest, 317 p.

SZIMULÁTOROS GÉPKEZELŐ KÉPZÉS KEZDETI TAPASZTALATAI PONSSE FOX HARVESZTER ESETÉBEN

DR. HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ

Soproni Egyetem, Erdő- és Természeti Erőforrás-gazdálkodási Intézet, Sopron
ahorvath@uni-sopron.hu

KIVONAT

A biomassza betakarítása a motorfűrészek és a járvaaprítók mellett a többműveletes fakitermelő gépekkel (harveszterek, processzorok) valósítható meg. Az utóbbi években a többműveletes fakitermelő gépek egyre nagyobb mértékű elterjedésének lehetünk tanúi. Ezen gépek kezelésének elsajátítását teszi lehetővé a harveszter szimulátor, baleseti kockázat nélkül. Jelen publikáció a Ponsse Fox harveszterre összeállított szimulátoros oktatócsomag, 2 napos intenzív tanfolyamának eredményeit mutatja be.

KULCSSZAVAK:

szimulátor, harveszter, gépkezelő képzés, ponsse fox,

BEVEZETÉS

A szimulátorok a többműveletes gépek kezelésének megismerését, begyakorlását teszik lehetővé. A többműveletes gépek kezelőinek szakmai és gyakorlati tudása alapvetően meghatározza az erdészeti műveletek gazdaságosságát. A gépkezelők kisebb hányada az átlagnál sokkal könnyebben sajátítja el az adott gépkezelés művészetét. A többség viszont hosszú és fáradságos tanulási és gyakorlási folyamat révén válik az adott szakma kiváló művelőjévé. Képzési kereteken belül a minél jobb minőségű elméleti és gyakorlati alaptudás megszerzése a cél. A készség szintű tudás a szakmában eltöltött munkaórák (évek) számának növekedésével mindinkább kialakul, megszilárdul.

Nincs ez másként az erdőgazdálkodásban sem, különösen a többműveletes gépek kezelése tekintetében. A nagyértékű, magas üzemóraköltségű, bonyolult és összetett működésű és irányítású gépekkel történő erdei munkavégzés nemcsak géptani (pl. mechanikai, hidraulikai) tudást és erdészeti (pl. dendrológiai, fakitermelői) ismereteket igényel, hanem többek között informatikai és logisztikai ismereteket is, valamint magasfokú gépkezelői gyakorlatot. Ha a gépkezelő bármelyik területben hiányosságokkal rendelkezik, annak előbb-utóbb anyagi következményei lesznek (Horváth B. – Horváth A. L., 2021).

ALKALMAZOTT MÉRÉSEK ÉS MÓDSZEREIK

A szimulátorok már más szakterületeken (pl. versenyautó- és repülőgéppilóta képzés, űrhajós képzés) is bizonyítottak a fenti készségek és képességek elsajátításának segítségével. Nagyértékű, összetett működésű és nagy üzemóra-költségű gépek esetében minden szempontból hasznos lehet a gépkezelők magas szintű képzése. Az elmúlt évtizedben a hazai többműveletes gépek száma jelentősen megemelkedett. Pl. míg 2010 környékén még csak egy-két hazai tulajdonú harveszter dolgozott az országban, addigra napjainkban ez a szám már 90-100 környékén van. A többműveletes gépek kezelőinek hiánya évek óta egyre fokozódó probléma. Nemcsak megfelelő tudású és megbízható gépkezelőt, hanem egyáltalán minimális gyakorlati tapasztalattal rendelkező gépkezelőt is nehéz találni, mivel hogy évek óta nincs ilyen jellegű gépkezelői képzés hazánkban. A gépkezelők többsége autodidakta módon próbálta/próbálja elsajátítani az ehhez szükséges tudást. A szerencsésebbek voltak 1-2 napos „gyorstalpalón”, de elvétve akad olyan gépkezelő is, aki több hetes külföldi képzésen vehetett részt (Horváth B. – Horváth A. L., 2021).

Külföldi képzések és továbbképzések (pl. több éves gépkezelői gyakorlattal rendelkezők számára tartott tanfolyam) fontos eleme a szimulátoros képzés-gyakorlás. A kezdők teljesen az alapoktól indulva (pl. kezelőszervek, alapbeállítások), az egyszerű gépmozgásoktól az összetettebbekben keresztül, egészen a valósághű feladatokig tudják a gépkezelést elsajátítani. Mindezt úgy, hogy az elkövetett hibáknak semmilyen következménye sincs, nincs személyi sérülés, anyagi kár, és a faállományban vagy a gépben történő károkozás. Sőt a hibák kielemezhetők, értékelhetők. Az egyes feladatok igény szerint ismételhetők, a helyes mozdulatsorok begyakorolhatók, a fejlődés nyomon követhető (Horváth B. – Horváth A. L., 2021).

EREDMÉNYEK

A Soproni Egyetem, Erdő- és Természeti Erőforrás-gazdálkodási Intézetének tulajdonában lévő három kijelzős, a virtuális valóságot megjeleníteni tudó Ponsse harveszter-forvarder szimulátor gépkezelői képzésekre, továbbképzésekre, de közép- és felsőfokú szakképzésben történő alkalmazására is kiváló lehetőséget nyújt, továbbá az ezekhez kapcsolódó kutatási célokra is alkalmas.

Egy állami erdőgazdaságtól érkezett egy megkeresés, mely szerint egy kisméretű harveszter kezelésére szeretnének felkészíttetni egy harveszter gépkezelői tudással nem rendelkező személyt. A képzésre csupán 2 napot tudtak biz-

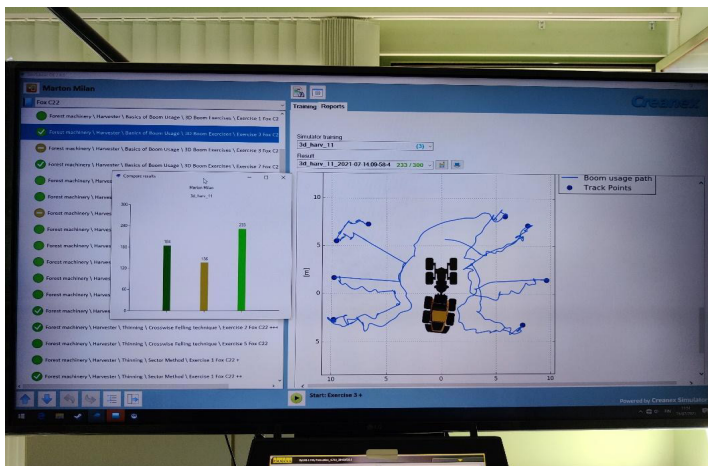
tosítani a leendő gépkezelőnek. Az elvárások alapján összeállításra került a szimulátorban egy Ponsse Fox kisméretű harveszterre alapozott intenzív oktatócsomag.

A kezdők számára a szimulátoros oktatás az alapoktól indul. A legegyszerűbb feladatoktól az egyre bonyolultabb és összetettebbekig. Első lépésben a kezelőszervek megismerése, használatának elsajátítása történik meg. Ezt követően a daru mozgatásának, irányításának képességét kell elsajátítani. Első lépésben 2D-s feladatok vannak, azaz a harveszterfejet a kijelölt pontok fölé kell vinni, a meghatározott időtartamon és a darumozgatási távolságon belül (1. ábra). A legelső feladat esetében a szintidő 30 s és 33 m a harveszterfejjel megtehető út, ez esetben 200 pont jár. Tanulónk első próbálkozásra 24 pontot szerzett, 5 min 20 s idővel és 85,3 m távolsággal. Negyedszerre végrehajtva a feladatot már 1 min 18 s alatt teljesítette az 5 pont felkeresését, 48,9 m távolsággal, amely már 137 pontot jelentett. Ezen feladatsor esetében 100 – 150 pont a megfelelő, 150-200 pont a kiváló minősítést jelenti. A feladatok az idő és távolság értékének csökkenésével és a felkeresendő pontok számának növekedésével nehezedik.

A következő feladatcsoport típus a 3D-s pontfelkeresés. Itt a harveszterfejet pontosan a kijelölt pontra kell helyezni, tehát itt már a fej magassági pozíciója is lényeges szempont. A pontozás és minősítés az előzőekhez hasonló megy. A 2. ábrán már egy olyan feladat eredménye látható, ahol a 8 db pontot már erdőállományon belül kellett felkeresni, így a tősrölésekre is figyelni kellett. Tanulónknak, az előző 20 db gyakorlófeladat, közel 2 órányi gyakorlás és a minden egyes feladat kiértékelésének és elemzésének hatására, ezt a feladatot már harmadik nekifutásra kiváló minősítéssel abszolválta.



1. ábra: 2D-s pontfelkereséses feladat Ponsse szimulátoron. (Forrás: Saját fotó.)



2. ábra: 3D-s pontfelkeresés erdőállományban. (Forrás: Saját fotó.)

A következő nagy feladatcsoport a fadöntés megtanulása, begyakorlása (3. ábra). A megjelölt faegyedeket a kijelölt döntési irányba kell ledönteni, feladatonként meghatározott időn és határtávolságon belül. Ezen képzés során az utolsó feladattípusban faegyedek kitermlését kell végrehajtani a termelt választékokat pedig az előre kijelölt helyekre kell rakásolni (4. ábra). A feladat során fontos a szintidő és a tőserülések elkerülése.

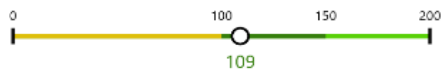


3. ábra: 3 fa döntése a kijelölt döntési irányba. (Forrás: Saját fotó.)

Simulator training report

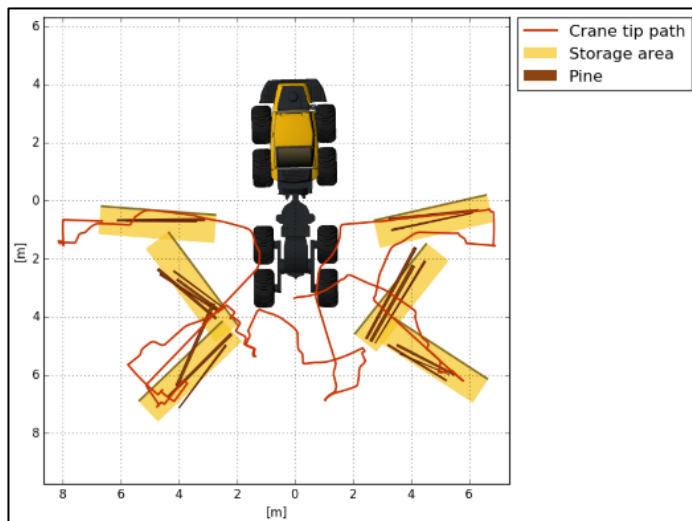
15.07.2021
10:19:29

Result:



	TXT_Requirement	Value	Max Score	Score
Distances				
Distance of boom tip movement relative to rear frame	-	95.1m	100	59
Collisions				
Damaged trees	-	2	100	50
Total score	100		200	109

Harvester: Fox C22 H6



4. ábra: 6 fa döntése, majd darabolása a kijelölt területekre .
(Forrás: Saját fotó.)

ÖSSZEFOGLALÁS

A rövid 2 napos intenzív tanfolyam során a gyakorlatilag harveszter kezelés tekintetében előképzettség nélküli, minimális gyakorlati tudással (teherautó daru kezelésében volt gyakorlata) rendelkező tanuló gyors fejlődése volt megfigyelhető. Az új feladatok kezdetben mindig nehezen mentek, de néhány ismétlés után már minimum a megfelelő minősítést elérte a tanuló. Az egy-másra épülés következtében az egyre nehezedő feladatok az esetek többségében nem okoztak nagy problémát. Természetesen a hosszabb időtartamú képzés, az egyes (főleg a problémásabb) feladatok többszöri gyakorlása a magasabb minősítést, a magabiztosabb, megbízhatóbb tudást eredményezi a leendő gépkezelők számára.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Jelen publikáció a „GINOP-2.3.3-15-2016-00039 – Fás biomassza termesztési feltételeinek vizsgálata” című projekt támogatásával valósult meg.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- HORVÁTH A. L. (2015): Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában. NYME EMK EMKI, Doctoral (PhD) dissertation, Sopron, 180 p.
- HORVÁTH B., HORVÁTH A. L. (2021): Többműveletes erdészeti gépek. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest, ISBN: 978-963-575-005-4, 53 p.
- RUMPF J. (szerk.), HORVÁTH A. L., MAJOR T., SZAKÁLOS NÉ MÁTYÁS K. (2016): Erdőhasználat, Mezőgazda Kiadó, Budapest, ISBN:9789632867199, 390 p.

MEGÚJULT A PESZÉRI-ERDŐ, AZ OAKEYLIFE PROJEKT EREDMÉNYEI

ANDRÉSI DÁNIEL¹, BÁRÁNY GÁBOR¹, ERDÉLYI ARNOLD², HEILIG DÁVID¹,
MADÁCSI SÁNDOR¹, VADÁSZ CSABA³

¹KEFAG Kiskunsági Erdészeti és Faipari Zrt.

² Magyar Madártani és Természetvédelmi Egyesület

³ Kiskunsági Nemzeti Park Igazgatóság

KIVONAT

Az OAKEYLIFE – LIFE16/NAT/HU/000599 projektet 2017. augusztus 01. és 2022. december 31. között a KEFAG Kiskunsági Erdészeti és Faipari Zrt. (mint fő kedvezményezett), a Kiskunsági Nemzeti Park Igazgatóság (KNPI) és a Magyar Madártani és Természetvédelmi Egyesület (MME) (mint társkedvezményezettek) az Európai Unió LIFE Nature alapja, valamint az Agrárminisztérium támogatásával valósította meg.

Az OAKEYLIFE projekt - amelynek neve a „tölgyes” -re és a „kulcs” szóra utal – fő célja a kiemelkedő természetvédelmi értéket képviselő erdőssztyepp tölgyesek helyzetének javítása volt.

KULCSSZAVAK:

OAKEYLIFE, Peszéri-erdő, Kunpeszér, erdőssztyepp komplexek

THE PESZÉR-FOREST HAS RENEWED, RESULTS OF THE OAKEYLIFE PROJECT

ABSTRACT

The OAKEYLIFE project was implemented between 01 August 2017 and 31 December 2022 by KEFAG Kiskunsági Forestry and Wood Industry Plc. (as the main beneficiary), Kiskunság National Park Directorate and MME BirdLife Hungary (as co-beneficiaries) with the support of the LIFE Nature Fund of the European Union and the Ministry of Agriculture of Hungary.

The main objectives of the OAKEYLIFE project were the conservation and restoration of native forest steppe habitats, such as the lowland pedunculate oak forests.

KEYWORDS:

OAKEYLIFE, Peszér-forest, Kunpeszér, forest steppe complex habitats

BEVEZETÉS

A Bács-Kiskun megye északi határán, Kunpeszér település mellett fekvő Peszéri-erdőben még megtalálhatók a fajgazdag, homoki erdőssztyepp élőhelyek napjainkra fennmaradt képviselői. Projektünk hazánkban elsőként egy teljes Natura 2000 terület léptékén célozta meg mind természetvédelmi, mind gazdasági szempontokból fenntartható pályára állítani az erdőgazdálkodási és erdőkezelési tevékenységeket.

Kiemelt céljaink voltak a projekt megvalósítása során:

- az erdőssztyepp élőhelyek természetvédelmi helyzetének javítása,
- a védeni kívánt élőhelyek fennmaradását veszélyeztető tényezők – elsősorban az idegenhonos, inváziós növényfajok – felmérése és hatékony kezelése,
- a közösségi jelentőségű állat- és növényfajok állományainak felmérése, és a számukra alkalmas élőhelyek kiterjedésének növelése,
- oktatási- és szemléletformálási tevékenységekkel a társadalmi felelősségvállalás és környezettudatos magatartás növelése,
- jó példák megfogalmazásával a hasonló problémákkal szembesülő gazdálkodók segítése.

Az OAKEYLIFE projekt a többi LIFE projekthez hasonlóan akciókból épül fel. Elkülönítettük előkészítő (A), szakmai (C), monitoring (D), PR-ral és oktatással kapcsolatos, valamint a projektmenedzsmenttel (F) kapcsolatos akciókat.

ELÉRT EREDMÉNYEK

Az egyes akciók során a következő eredményeket értük el a projekt öt éves időtartama alatt:

A Peszéri-erdőben zajló, természetvédelmi célú beavatkozások megtervezéséhez, az egyes munkaterületek kijelöléséhez, az előrehaladás nyomon követéséhez és a terület állapotában bekövetkezett változások elemzéshez rengeteg adat gyűjtésére, feldolgozására és tárolására volt szükség. A projekt megvalósulása során GIS adatbázisba integráltuk a Peszéri-erdőben gyűjtött korábbi biotikai (elsősorban a védett fajok előfordulásaira vonatkozó) adatokat, illetve a projektidőszak során gyűjtött adatokat is.

Elkészült a Peszéri-erdő teljes termőhely térképe, amely során 638 pontból több, mint 2 500 db talajmintát vettünk. A telepített automata talajvíz monitoring kutak hozzájárultak ahhoz, hogy a talajvíz mozgását az erdő különböző részein éveken keresztül nyomon tudtuk követni.

Hazánkban a napjainkban fennmaradt erdőssztyepek fenntartása szempontjából az inváziós fajok terjeszkedése és az ezzel együtt járó degradáció jelenti a legnagyobb veszélyt. Projektünkben is ezzel a problémával szembesültünk. A visszaszorítás során mechanikus és vegyszeres módszereket alkalmaztunk. A nagymértékben fertőzött területeken a mechanikus irtást követő teljes talajelőkészítést alkalmaztuk, míg a kismértékben fertőzött területeken a szelektív, vegyszeres módszerekkel dolgoztunk.

A beavatkozások során a KEFAG Zrt. vagyonkezelésében lévő területekből 403,8 ha-on végeztük el az inváziós fászszerű növényfajok visszaszorítását. A KNPI vagyonkezelésében álló teljes erdőterületen, azaz összesen 185,19 hektáron végeztük el a beavatkozásokat.

A Peszéri-erdőben a fiatal, sarjztatott erdőállományokban sok esetben olyan szintű cserjeborítás alakult ki, amely negatívan befolyásolta az erdőrészek élőlágának sokszínűségét, valamint az erdő állományalkotó fajaibanak növekedését. A cserjeborítás korlátozásával a célállomány fajtái a cserjék fölé tudnak nőni, majd a nagyobb mértékű koronazáródást követően már nem alakulnak ki ilyen összefüggő zárt cserjések. A cserjeborítás korlátozása mechanikus úton, kézi és gépi eszközökkel történt. A korlátozását összesen 104,29 ha-on végeztük el.

A nem őshonos fajú erdőállományok őshonos fajokkal történő szerkezetátalakítása révén nagyságrendekkel több állat- és növényfaj számára alkalmas élőhely jön létre. Az erdőszerkezet átalakítási munkálatok tuskózást követő teljes talajelőkészítéssel történtek. A beavatkozásokkal elsősorban az inváziós fajok tömeges jelenlétével jellemezhető állományokra összpontosítottunk. A munkálatok során 52,51 ha erdő szerkezetátalakítását sikerült elvégezni, amelyből 33,14 ha szürke nyár főfafajú, valamint 19,37 ha kocsányos tölgy főfafajú állományt hoztunk létre.

Az alföldi erdőgazdálkodás egyik sajátossága a mesterséges erdőfelújítások során alkalmazott tuskózás, amely munka után a kiszedett tuskókat úgynevezett tuskópásztákba rendezik. A projekt során összesen 2,31 ha-on szüntettük meg a – többségükben bálványfával teljes területükben benőtt – tuskópásztákat, helyükre pedig őshonos fajok csemetéit ültettünk.

A díszes tarkalepke (*Euphydryas maturna*) egy védett, kiemelt jelentőségű közösségi lepkefaj. Ezen lepkefaj populációi számára nagy fontossággal bírnak a napfényes ökológiai folyosók, nyiladékok, amelyek szélén szegélycserjések találhatóak. Ezekben a cserjésekben élnek a lepkefaj főbb tápnövényei. Az akció során a becserjésedett nyiladékok szárazúzása, valamint új folyosók ki-

alakítása volt a cél, amely hozzájárult a lepke populációinak megerősítéséhez. Az ökológiai folyosók kialakítását 15,31 ha-on végeztük el.

A már meglévő, elcserjésedett tisztások rehabilitációja is célunk volt. Az eredeti tisztáson megindult önerdősülési folyamatok miatt a tisztások egy részét inkább egyes gyenge növekedésű akácok (*Robinia pseudoacacia*) helyén alakítottuk ki. A munkálatokat 25,63 ha-on végeztünk el.

A homoki erdőssztyepekben a védett növény- és gerinctelen állatfajok jelentős része a záródáshiányos részekhez, gyakran a kis kiterjedésű tisztásokhoz, illetve a tisztások és kisebb-nagyobb facsoportok térbeli mozaikjából felépülő felnyíló erdőkhez kötődik. A kialakított tisztások, cserjések (amelyeket szintén teljesen megtisztítottunk az inváziós fajoktól) területén 63,19 hektáron sikerült visszafordítani a degradációs folyamatokat, őshonos fajokból álló erdőssztyepp élőhelyek kialakulását biztosítva. Az inváziós fajok eltávolítását követően a helyreállított területeken őshonos növényfajok ültetését, illetve magvetését végeztük el, alapvetően két célból. Egyrészt bizonyos, rossz terjedőképességű, a Peszéri-erdőben ritka növényfajok csak rendkívül lassan lennének képesek kolonizálni a helyreállított területeket és így a természetes folyamatok felgyorsításával az ilyen növényfajok állományait sikerült jelentős mértékben megnövelni. Másrészt kifejezetten a díszes tarkalepke számára ültettünk magyar kőris és fagyal csemetéket, mert a Peszéri-erdőben kizárólagosan ezekre a fásszárú fajokra rakja a petéit ez a lepkefaj.

A Peszéri-erdőben a projekt megkezdése előtt megfigyelhető volt a kocsányos tölgy természetes, megmaradó újulata. Érdekes módon, ez a túlélő újulat nem a kocsányos tölgyesekben jelentkezett, hanem cserjésekben, felnyíló erdőkben és pionír puhafás erdőállományokban. Az OAKEYLIFE projekt során az előerdők kezelésére – az inváziós fásszárú fajok visszaszorítása mellett a kocsányos tölgy alászorult helyzetű egyedeit elnyomó cserjék kivágására nagy hangsúlyt helyeztünk.

Többszöri beavatkozással, az idegenhonos fajok teljes visszaszorításával sikerült az erdőállományok elegyarányait jelentősen megváltoztatni. Összesen 59,99 hektáron alakítottunk ki kocsányos tölgy elegyes nyíreseket és kocsányos tölgy elegyes hazai nyárasokat.

A projekt során kialakításra került egy kocsányos tölgy csemetekert, ahol a nem erdőművelési ágú területeken felhasználni kívánt csemetéket állítottuk elő. Az inváziós fajok (mirigyes bálványfa, nyugati ostorfa, kései meggy, zöld juhar) állományainak változását hazánkban és egyben Európában is egyedinek mondható részletességgel követtük nyomon. Mintavételezés helyett az

erdőt teljes területében, egy 25x25 m-es rácshálót lefektetve (közel 16 000 db kvadrát) mértük fel. Igyekeztünk minden egyes négyzetet bejárni, s megszámolni a négy faj összes, 5 cm-es mellmagassági átmérőnél vastagabb egyedét, illetve megbecsülni az újulati tőszámokat is. A beavatkozások sikerességét további 10 000 db kvadráton keresztül követtük nyomon.

A projektben a monitoring tevékenységekre fordítható erőforrások másik részét a természetvédelmi értékek feltérképezésére és az esetükben végbe menő változások nyomon követésére fordítottuk. Teljes területi átjárással valószínűsítettük meg az erdő élőhelytérképezését. A Peszéri-erdő változatosságát jól jelzi, hogy a teljes 1083 hektáros területet 1012 db különböző élőhelyfolt-ra tudtuk felosztani.

Az OAKEYLIFE projekt során sikeresen újra bevezettük az erdei legeltetést két területen, az érdemi természeti értéket nem képviselő, idegenhonos fajokból álló erdőállományokban (összesen 30 000 négyzetméteren) az erdei legeltetéssel a magról jól terjedő inváziós fajok visszaszorítása, a magas természeti értékű, nem erdő művelési ágú erdőssztyepekben (összesen 95 000 négyzetméteren) pedig a változatos záródásviszonyok megőrzése céljából.

A 2017-ben indult erdei élőhely-helyreállító programunk minden szereplője elkötelezett volt a szélesebb társadalmi közvélemény tájékoztatása, oktatása terén. A pályázatban vállalt pr tevékenységek, a networking és az edukációs terveink ennek köszönhetően már az első évben túlszárnyalták az 5 éves pályázatban elvárt szinteket. 2019 őszétől használatba vehettük a projektben megvásárolt és felújított erdészházat, amely az erdő közepén Bemutatóházként elsősorban a projekt során elindult egyetemi gyakornoki program hallgatóinak, az Erdőkezelési tábor egyetemistáinak, kutatóknak és networking alkalmaknak biztosított helyszínt.

ÖSSZEFOGLALÁS

Az OAKEYLIFE projekt 2022. december 31-ig lezárult. 2023. január 1-től 5 éven keresztül az eddig elért eredmények fenntartása a feladatunk, amelyet a projektpartnereknek már önerőből kell megoldaniuk. A projektünk több tekintetben újszerű eredményeket hozott. Először működött együtt alföldi állami erdőgazdaság koordinátorként hivatásos és civil természetvédelmi szervezetekkel. Az eddigiek során még senki nem tudott érdemi eredményeket felmutatni az erdőssztyepp tölgyesek megőrzése területén. A szakmai akcióink hozzájárultak az egyes élőhelyek természetességi állapotainak javulásá-

hoz, valamint az erdőssztyepp tölgyesek területarányának növekedéséhez. Korábban még senki nem mért fel alföldi erdőt (de máshol fekvő erdőt sem) ilyen részletességgel. Továbbá, ezidáig nem indítottak ennyire átfogó kommunikációs kampányt az alföldi erdők különféle funkcióinak fontosságára való figyelem felhívás érdekében.

A projekt végrehajtása során az egyes részletes beavatkozások és felmérések hozzájárultak ahhoz, hogy új, a gyakorlat számára is hasznos módszereket ismerjünk meg.

Az inváziós fásszárú növények elleni védekezések során több új tapasztalatot szereztünk a vegyszerezések időbeli alkalmazhatósága terén. A nyári, 30°C feletti meleg napok kivételével vegetációs időszakban használhatóak a vegyszerek sebész-kenés és fúrás-injektálás módszerrel egyaránt.

A Peszéri-erdőben gyűjtött pusztuló bálványfa mintákból sikerült izolálni *Verticillium* gombafajokat, amelyek további célzott kutatásokkal potenciálisan alkalmazhatóak a bálványfa ellen, mint biológiai védekezési módszer.

Az erdő részletes felmérésnek köszönhetően több védett, fokozottan védett, valamint kiemelt jelentőségű, közösségi élőlényt sikerült kimutatni, mint pl. nagy hősincér, szarvasbogár, apró vetővirág. Továbbá eddig ritkának tűnt fajok új populációi kerültek elő a területről.

A projektnek köszönhetően a társszervezetek közötti kapcsolat szorosabbá vált. Egy alföldi szinten unikális erdő természetességét növeltük, továbbá hazai szinten is ismertté vált a Peszéri-erdő. A projekt fenntartási időszakában tovább folytatódnak a beavatkozások, de az sem kizárt, hogy a projektpartnerek folytatják a Peszéri-erdő természetességi állapotának javítását egy másik projekt keretében.

NÉHÁNY ALFÖLDI ERDŐ TALAJÁNAK VÍZTARTÓKÉPESSÉGE

KATONA MÁTÉ, BIDLÓ ANDRÁS, VÉGH PÉTER, HORVÁTH ADRIENN

Soproni Egyetem,

Erdőmérnöki Kar, Környezet- és Természetvédelmi Intézet

KIVONAT

Korunk változó klímája szélsőséesebb időjárást, és a csapadékesemények aránytalan eloszlását hozza magával. Ezek a hatások már napjainkban is érezhetők, és habár a sok éves csapadékösszegek átlaga nem változik jelentős mértékben, az aszályosabb periódusok gyakoribbá válnak és hatásukat a hazai erdők is jobban megérik. Ezért szerettünk volna foglalkozni a szélsőséesebb időjárású alföldi erdők talajainak víztartóképeségével és megvizsgálni ezen talajok aszályérzékenységet.

Az elmúlt időszakban az Alföld területén a kunpeszéri Tilos-erdő két erdőállományában és a szentkirályi Peitsik-ér melletti erdő két állományában vizsgáltuk az egyes erdőállományok talajának víztartó képességét. A talajokból motoros talajfúró segítségével vettünk bolygatatlan talajmintákat 110 cm-es mélységéig.

A két kijelölt területen erdőssztyepp klíma osztályba sorolható és a területre egyébként annyira nem jellemző kocsányostölgyes állományok alatt humuszos homok illetve mészlepedékes csernozjom genetikai talajtípust vettünk fel. A talajok fizikai félesége homok és vályogos homok volt, térfogatsűrűségük átlagosan $0,9-1,5 \text{ g/cm}^3$ között alakult és lefelé fokozatosan növekedett. A talajok elérhető vízkészlete 12-17 % között mozgott, az elmúlt ötven év alatt átlagosan 7,3 aszályos nap volt, mely aránya folyamatosan nőtt.

KULCSSZAVAK:

talajok víztartóképesége, aszályérzékenység, kocsányos tölgy

BEVEZETÉS

Hazai erdőállományaink folyamatos állományátalakuláson mennek keresztül, mely részben kihat a természetességükre. Ezen változásokat nagyban befolyásolja a termőhelyi tényezők folyamatos változása, mely a klímaváltozás hatásai miatt felerősödött. (Führer, 2018) Kutatások alapján az évi csapadék nagysága nem változik számottevően, azonban az eloszlása, intenzitása, valamint a hőmérséklet okozta evapotranspiráció növekedése megváltoztatja a termőhely vízháztartását (Szilágyi & Józsa, 2008). A termőhely-típológiában az adott klímára jellemző állományalkotó fafajok és faállománytípusok jellemzik az osztályokat az erdészeti gyakorlatban. A precízen mért meteoroló-

giai paraméterek meghatározzák az erdészeti éghajlati osztályokat (bükk, gyertyános-kocsánytalantölgy, kocsánytalan tölgy-csertölgy és erdős-sztyepp éghajlat). A modellek azt mutatják, hogy az erdei éghajlati osztályok a 21. század közepére eltolódnak; Az erdőssztyepp klímájú területek növekedni fognak, míg a zárt erdők csökkenése várható (Führer, 2017). A klímaváltozás hatására megnő az egyes talajtulajdonságok jelentősége. A talaj vízmegtartó képességét illetően csak a megfelelő vízkészlettel rendelkező erdők képesek túlélni a hosszabb csapadékmentes időszakokat. A csapadékmentes, aszályos időszakokban a talajok vízvisszatartó képességének kiemelt jelentősége van, amit az adott talaj metrikus potenciáljával (pF-görbékkel) és a talajok fizikai féleségével is le tudunk írni (Rajkai & Kabos, 1999). Utóbbi a talajszemcsék méreteinek eloszlása határozza meg (Stefanovits, 1992). Másodlagos tényezők ezt tovább módosítják, melyeket szintén figyelembe kell venni a felmérés során (Tóth et al., 2014). A szemcseeloszlás segítségével számos modell készült a talajok vízháztartásának leírására, többek között a Thornthwaite típusú havi időléptékű vízmérleg-modell, mely erdészeti alkalmazásra is alkalmas. (Herceg et al., 2018) A modellek alkalmazásával, valamint a jövőben változó klimatikus viszonyok figyelembe vételével jobban felkészíthetjük hazai természetes erdőállományainkat a jövő kihívásaira.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Az alföldi vizsgálatainkat 2022 nyarán kezdtük el a Bács-Kiskun vármegye északi határán, a Kunpeszér község külterületén fekvő Tilos-erdőben, majd egy évvel később felmértük a vármegye északkeleti határában, a Szentkirály melletti vadászház környezetében található erdőterületet. A két helyszín viszonylag közel fekszik egymáshoz, azonban eltérő talajtulajdonságok és mikroklimatikus viszonyok jellemzik. Kunpeszér a Dunamenti síkság erdészeti tájhoz tartozik, a Csepeli-síkon, igen közel a Kiskunsági homokhát területekhez. Míg a szentkirályi erdőrészek a Duna-Tisza közti hátság erdészeti táj részét képezik és a Kiskunsági löszös hát földrajzi kistáj belsejében találhatók (Halász, 2006). A makroklimatikus viszonyok közel azonosak: mindkét erdő az erdőssztyepp klímaosztályba tartozik (NFK, 2023), az évi középhőmérséklet 10,3-10,5°C között változik, az évi csapadékösszeg 510-550 mm között található, melyből a vegetációs időszakra 290-320 közötti értékek tehetők. Az alapköze azonban a kunpeszéri erdőnek homok, míg a szentkirályi erdőknek lösz, melyet futóhomokos területek is határolnak (map.mbfisz.gov.hu, 2023). Egy másik fontos különbség még a talajok múltja. A Kunpeszéri erdő

már a középkor óta erdős terület volt, Szentkirályon azonban első generációs erdőket vettünk fel, ahol korábban mezőgazdasági művelés folyt, állandó bolygatás alatt álltak a területek (Dövényi, 2010).

A mintavételt négy erdőrészetben motoros talajfúróval végeztük 1,1 m-es mélységig, majd ebből 10 centiméterenként vettünk bolygatott és Vér-féle hengerrel 100 cm³-es, bolygatatlan mintát. Kivételt képez Kunpeszér 30/B erdőrészet, mely esetén a furat mélysége csupán 90 cm, mivel a mintavételezés során, a 90-110 cm-es talajréteg kihullott a furatból.

A begyűjtött mintákat kiszárítottuk, és az ismert térfogatú, száraz talajmintákkal meghatároztuk a térfogatsűrűséget (Bellér, 1997). Nedves szitalással és pipettás méréssel meghatároztuk a talajok szemcseeloszlását, mely a térfogatsűrűséggel együtt elsődlegesen határozza meg a víztartó képességet (MSZ 08-0205:1978).

A kapott értékekből kiszámoltuk a talajok porozitását és a leiszapolható frakciókat (Agyag%+Iszap%). Ezeket felhasználtuk további számításokhoz, mely során megkaptuk a talajok elérhető vízkészletét 10 cm-es léptékben (PAW), valamint Thornthwaite-féle (1955) vízmérlegszámítások segítségével határoztuk meg a növények által felvehető relatív vízmennyiséget (REW) az elmúlt 50 évben, valamint megvizsgáltuk az aszályos évek alakulását a vizsgált időszakban Granier (1999) ajánlásai alapján. Ezekhez felhasználtuk az OMSZ (Országos Meteorológiai Adattár) országos rácsponti adatsorait (odp.met.hu, 2023).

EREDMÉNYEK

Az itt bemutatott eredményeket elsősorban a két helyszín makroklimatikus viszonyai és termőhelyi tulajdonságai határozták meg, melyek nagyban hasonlítottak a két település környezetéhez. Az eltéréseket elsősorban az eltérő tájhasználat és az alapkőzet (homok és lösz) okozták.

Az ülepítéssel meghatározott frakciókat az USDA rendszere alapján értékeltük ki, mely során négy fizikai féleséget különböztettünk meg. A minták döntő többsége a homok és homokos vályog fizikai féleséget mutatta, de voltak homokos-agyagos vályog és vályog minták is. A szemcseeloszlás lefutása a furaton jellegzetes mintázatokat mutatott. Mind a négy furat esetében a felső szintekben magasabb volt a finom szemcsék aránya, ami utalhat az erdei talajok agyagosodási folyamataira. A kunpeszéri erdők altalaja azonban szintén vályogosabb volt a vártnál, ezt egy alsó, eltemetett rétegnek köszönheti. Ezek a minták azonban ennek ellenére is sokkal egyenletesebb lefu-

tásúak, ami a természetközeli tájhasználatra utal. A szentkirályi erdők kevert jellege a korábbi intenzív hasznosításból is adódhat.

A minták fizikai féleségéből és a térfogatsűrűségéből már meghatározhatuk az elérhető vízkészletét. Ehhez először besoroltuk az USDA rendszerébe a mintákat a fizikai féleségük szerint és az adott fizikai féleséghez tartozó segedtáblákkal (Clapp & Hornberger, 1978), valamint a térfogatsűrűségekből számított porozitással kiszámítottuk a potenciálisan elérhető vízkészletet (PAW). A lefutása hasonló volt a szemeloszlásokéhoz, azonban az eltérő térfogatsűrűségek tovább módosították a kapott értékeket.

A felső szinteknek volt magasan a legnagyobb a potenciális vízkészlete (16-20%), azonban ez nem egyenlő a valós vízkészlettel, ugyanis a párolgás is itt a legjelentősebb. Az alsóbb rétegek vízkészlete a növekedő vályog- és agyagtartalom miatt kedvezőbb, ám ez is viszonylagos csökkenést mutat a furat alsó szakaszán (11-16%).

Szerettük volna látni, hogy ezek a talajtulajdonságok milyen feltételeket biztosítanak a helyi erdőállományoknak, ezért az Országos Meteorológiai Adattár helyi csapadék- és hőmérséklet adatait használtuk fel (odp.met.hu, 2023) és a modellbe beillesztettük a mért talajadatokat is. A modellezéshez az erdészeti gyakorlatban használt Thornthwaite-modellt használtuk, Granier (1999) ajánlásai alapján a 40% ariditási index alatti időszakokat aszályosnak ítéltük meg. A durva frakciók magas aránya homokos talajokat feltételez, melyeknek ugyan jó a vízáteresztő képességük, de igen gyenge a vízmegtartó képességük. Ezért a kapott modellek is szélsőséges termőhely képét mutatták, ami az aszályos időszakok magas arányával is járt. A vizsgált időszakot három léptékben vizsgálva (1972-2002, 1982-2012, 1992-2022) azt tapasztaltuk, hogy az aszályos napok száma minden helyszínen esetében növekedett, annak ellenére, hogy a csapadékösszegek nem követték ezeket a tendenciákat. Ez alátámasztja Gálos és társai (2013) állítását, miszerint a csapadék mennyisége nem csökken, de az eloszlása kedvezőtlennek válik a vegetáció számára.

KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

Az általunk vizsgált területek jól jellemezték az alföldi természetes klímazonális erdőterületeket. Homokos erdőtalajaink vízgazdálkodását ezeken a modelleken tudjuk végig kísérni mind térben, mind időben. Habár a felső, humuszos rétegek kedvező tulajdonságúak, ez önmagában kevés egy jó vízgazdálkodású talajhoz, viszont nem elhanyagolható az értéke. Ezért javasoljuk a felújításokkor és telepítésekkor a felső humuszos, agyagosabb szintek vé-

delmét, év során minél jobb árnyalását, hogy kedvező tulajdonságait meg tudja őrizni a felújítások és nevelések során. Fontos kiemelni továbbá, hogy egy felvételezéskor nem elég az alsóbb szinteknél megállni, és önmagában azokból számításokat végezni, mert a mélyebb rétegek sokszor komoly potenciális vízraktározók lehetnek. A modellek megmutatták azt is, hogy a mély termőréteg és a vázas részek hiánya még nem eredményez önmagában kedvező termőhelyi viszonyokat és a forró nyarak ezeken a területeken kifejezetten aszályos időszakokat hoznak magukkal. A klímamodell továbbá előre vetítette a táj jövőjét is, az időjárás szélsőségsége itt elsősorban a víz hiányában jelentkezik és fog jelentkezni. Tudatos erdőgazdálkodással és megfelelő felújításokkal azonban fel lehet készülni ezekre a változásokra, de ezek a feladatok túlmutatnak jelen kutatás határain.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Jelen publikáció a TKP2021-NKTA-43 azonosítószámú projekt keretében az Innovációs és Technológiai Minisztérium (jogutód: Kulturális és Innovációs Minisztérium) Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a TKP2021-NKTA pályázati program finanszírozásában valósult meg. A szerzők köszönetet mondanak a KEFAG Kiskunsági Erdészeti és Faipari Zrt.-nek és Madácsi Sándor erdészeti igazgatónak munkák támogatásáért.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- BELLÉR P. 1997: Talajvizsgáló módszerek. Egyetemi jegyzet, Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Termőhelyismerettani Tanszék, Sopron, 118 p.
- CLAPP, R. B., HORNBERGER, G. M. 1978: Empirical equations for some soil hydraulic properties. *Water Resources Research* 14:601–604.
- DÖVÉNYI Z. 2010: Magyarország kistájainak katasztere. MTA, 34-37.
- FÜHRER, E. 2017: Az erdészeti klímaosztályok új lehatárolása öko-fiziológiai alapon, *Erdészeti Lapok*, 42(5):173-177.
- FÜHRER, E. 2018: A klímaértékelés erdészeti vonatkozásai, *Erdészettudományi Közlemények*, 8(1): pp. 27-42. DOI: 10.17164/EK.2018.002
- GÁLOS B., HAGEMANN S., HÄNSLER A., KINDERMANN G., RECHID D., SIECK K., TEICHMANN C., JACOB D. 2013: Case study for the assessment of the biogeophysical effects of a potential afforestation in Europe. *Carbon Balance and Management*, 8 (1), DOI: 10.1186/1750-0680-8-3
- HALÁSZ, G. 2006: Magyarország erdészeti tájai, Állami Erdészeti Szolgálat, Budapest, 2006, 156p

- HERCEG, A., KALICZ, P., KISFALUDI, B., ÉS GRIBOVSKI, Z. 2018: Egy thornthwaite típusú vízmérleg modell az éghajlatváltozás hidrológiai hatásainak elemzéséhez, Erdészettudományi Közlemények, 8(1): pp. 73-92. DOI: 10.17164/EK.2018.005
- MSZ-08-0205; 1978: A talaj fizikai és vízgazdálkodási tulajdonságainak vizsgálata. Budapest.
- MBFSZ 2023: Magyarország felszíni földtana. <https://map.mbfisz.gov.hu/fdt100/>
- NFK 2023: Országos Erdőállomány Adattár.
- OMSZ 2023: Napi átlagos hőmérséklet adatok és csapadékösszegek homogenizált rácsponti adatok. https://odp.met.hu/climate/homogenized_data/gridded_data_series/daily_data_series/from_19/1/
- RAJKAI, K., KABOS, S. 1999: A talaj víztartóképeség-függvény (pF-görbe) talajtulajdonságok alapján történő becslésének továbbfejlesztése, Agrokémia és Talajtan, 48(1-2): 15-32.
- STEFANOVITS P. 1992: Talajtan. Mezőgazda Kiadó. Budapest. 379. p.
- Szilágyi, J., Józsa, J. 2008: Klímaváltozás és a víz körforgása, Magyar tudomány 2008/6. 698-703
- TÓTH, B., MAKÓ, A., TÓTH, G. 2014: Talajtulajdonságok szerepe jellegzetes hazai talajok víztartó képességének jellemzésében. Journal of Central European Agriculture, 2014, 15(2), 137-153 . DOI: 10.5513/JCEA01/15.2.1465

VEGYSZERES KEZELÉSEK HATÁSA A FEKETEFE NYŐ (PINUS NIGRA ARNOLD) MAG CSÍRAKÉPESSÉGÉRE MAGTERMELŐ PLANTÁZSBAN

HEILIG DÁVID, KÁLMÁN MARIANNA, BÁRÁNY GÁBOR, ANDRÉSI DÁNIEL
KEFAG Kiskunsági Erdészeti és Faipari Zrt.

KIVONAT

A feketefenyő (*Pinus nigra* Arnold) betelepítése Magyarországon a 19. század második felében indult, elsősorban talajvédelmi célokból. Azonban az utóbbi évtizedekben a feketefenyő területe folyamatosan csökkent. Az éghajlatváltozás kedvezőtlen hatást gyakorolt az állományokra, és új károsítók, mint a nyugati levéllábú poloska (*Leptoglossus occidentalis* Heidemann) is veszélyeztetik őket. A kutatásunk arra irányult, hogy hatékony növényvédelmi módszereket találjunk a magtermelés biztonságának fokozására. A különböző rovarirtó kezelések és a kezeletlen egyedek magtermése között nincs szignifikáns különbség. Összességében a vizsgált szerek hatástalannak bizonyultak, de fontos az állomány védelme a magok minőségének és mennyiségének megőrzése, növelése érdekében.

KULCSSZAVAK:

feketefenyő (*Pinus nigra* A.), magtermő plantázs, rovarölő szeres kezelés

EFFECTS OF CHEMICAL TREATMENTS ON THE GERMINATION OF BLACK PINE (*PINUS NIGRA*ARNOLD) SEEDS IN SEED ORCHARDS

ABSTRACT

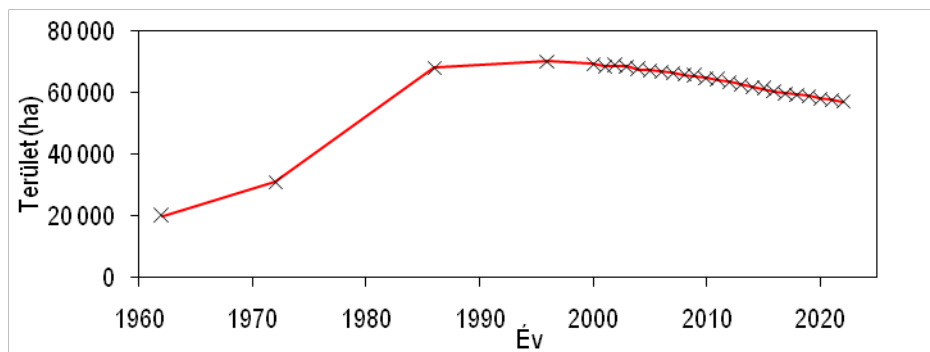
The introduction of black pine (*Pinus nigra* Arnold) in Hungary started in the second half of the 19th century, mainly for soil protection purposes. However, in recent decades the area of black pine has been steadily declining. Climate change has had a negative impact on the stands, and new pests such as the western leafhoppers (*Leptoglossus occidentalis* Heidemann) are threatening them. Our research aimed to find effective pest management methods to increase the safety of seed production. There is no significant difference between seed yield of different insecticide treatments and untreated individuals. Overall, the tested products proved to be ineffective, but it is important to protect the herd in order to maintain and increase seed quality and quantity.

KEYWORDS:

black pine (Pinus nigra, A.), seed orchard, insecticide treatment

BEVEZETÉS

A feketefenyő (*Pinus nigra* Arnold) betelepítése a 19. század második felében kezdődött Magyarországon, elsősorban termőhelyi tényezőkkel szembeni igénytelensége és megfelelőnek vélt faanyagtulajdonságai miatt (Székely, 1868). A hazánkban nem őshonos fajfajt talajvédelmi céllal ültették kopárokra, majd a homokterületeken a mozgó homokbuckák megkötésére. Az 1950-es és '70-es években érte el a csúcspont a telepítés. Az utóbbi két évtizedben folyamatosan csökken a fajaj területaránya (1. ábra).



1. ábra A feketefenyővel borított területek változása 1962 és 2022 között⁸
Figure 1. Changes of the area of black pine stands between 1960 and 2022

Az összterület csökkenése mögött számos indok sorakoztatható fel. A talajvédelmi rendeltetésű állományok elérték a céljukat és a letermelés után őshonos fajokkal történt az erdősítés. A szélsőségesedő klíma következtében az állományok egészségi állapota romlásnak indult és fogékonyakká váltak a károsítókkal és kórokozókkal szemben, ami a pusztulásukhoz vezetett. A telepítésük nehézkessé vált a nem megfelelő minőségű és mennyiségű szaporítóanyag következtében.

A szakszerű toboz-, illetve maggyűjtés fontosságára hívja fel a figyelmet Witt(1953), továbbá a fenyőmagtermelő állományok kialakításának szempontjait, kritériumait is összefoglalja. Fila előadásában (1950) a következő átlagértékeket ismerteti: a pergetőből vett minták esetén a 20 év körüli álló-

⁸ Az adatok forrása: / Source of data: Tamás (2001): Központi Statisztikai Hivatal [KSH], letöltve: 2023.09.20.

mányok 60-65%-os csíráképeességet, míg a 30-40 éves állományok mintái 80-85%-os csíráképeességet mutattak. Ezeket a tételeket utóérlelve 90%-os csíráképeességet is el tudtak érni. A Kecskeméti Erdőgazdaság (KEFAG Zrt. jogelődje) területén 3 500 kg jóminőségű fekete- és erdeifenyő magot tudtak előállítani az '50-es években (Kovács, 1955). Napjaink egyik legnagyobb problémája – a gyűjtés nagy kézi munkaerőigényén túl – a magtermés igen gyenge minősége és kis mennyisége. A magminőség romlása a 2000-es évek második felétől vált egyre nagyobb problémává a KEFAG Kiskunsági Erdészeti és Faipari Zrt. vagyonkezelési területén. Gyakorlatilag magforgalmazóból magvásárlóvá vált az erdőgazdaság.

1999-ben írták le először Európában a nyugati levéllábú poloskát (*Leptoglossus occidentalis* Heidemann). Ez a rovarfaj táplálkozása során fenyők fejlődő tobozainak nedvét szívogatja, ezzel jelentősen csökkentve az életképes magok számát (Bernardinelli – Zandigiacomo, 2001). Hazánkban 2004-ben került elő az első példány és azóta gyakori fajjává vált. Természetes ellenségei ismertek őshazájában, de Európában egyelőre csak egy generalista tojásparazitoid fémfürkész (*Anastatus bifasciatus* Geoffroy) parazitálása ismert. A madarak nem különösebben kedvelik, mivel védekezésként bűzös váladékot bocsát ki, illetve jó látóképeességgű, mozgékony faj (Harmat et al., 2006).

Kutatásunk célja, hogy ezen károsító ellen hatékony módszert találjunk, amivel elsősorban a magtermelő plantázsokban növelhető lenne a magok életképeessége, így a termelés biztonsága. Kísérletünk során különböző vegyszerekkel, eltérő módon kezeltünk feketefenyő magfákat. A kezelést két egymást követő évben hajtottuk végre, mivel a feketefenyő tobozok két éven keresztül fejlődnek.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A kísérleteinket a KEFAG Zrt. Innovációs Központjának gondozásában álló, kecskeméti Csalános Géngyűjteményben, 2007-ben létesített, 8 × 8 m-es hálózatos feketefenyő plantázson (WGS84: N46°53'02"; E19°35'29") végeztük 2021-ben és 2022-ben. A kísérleti területre jellemző a meleg és száraz klíma, 2021-ben az éves átlaghőmérséklet 10,5 °C volt és 478 mm csapadék hullott, míg 2022-ben 11,4 °C volt az átlaghőmérséklet és az csapadékösszeg 376 mm volt a helyi meteorológiai állomás adatai szerint. A talajadottságok megfelelnek a Duna-Tisza közti homokhátra jellemző homoktalajoknak, azok közül is a vizsgálati területen igen sekély termőréteggű karbonátos futóhomoktalaj található.

Két kezelést állítottunk be, emellett kontroll („K”) fákat is kijelöltünk. A kezeléseket kétszer öt egyeden végeztük el. A plantázs két területileg elkülönülő alrészletből áll (I. és II.), így mindegyiken 15-15 darab fa jelentette a vizsgálati mintát. A kontroll egyedeken nem végeztünk beavatkozást. Az „X” kezelés havi rendszerességgel, 0,01%-os acetamiprid (Mospilan 20 SG) és 0,01%-os lambda-cihalotrin (Karate Zeon 5 CS) hatóanyagtartalmú rovarölő permetezést jelentett március és október között. A „O” kezelés során tavasszal egy kísérleti rovarölőszerral, abamektin hatóanyagtartalmú, Vertimec Pro nevű szerral injektáltuk a fák törzsét, majd a sebet lezártuk, kezeltük.

A kezelések hatékonyságának vizsgálatára januárban begyűjtöttük a fákról a tobozokat. Egy hónapos szárítást követően kipergettük a magokat, majd azokat szárnyaltanítottuk és az így kapott magtátelek mindegyikéből 200 db-ot Jacobsen-féle asztalon csíráztattunk. A végleges csíráképességet a fekete-fenyő magok csírázásának szabványa szerint három hét után határoztuk meg az ép csírák leszámolásával.

A kezelések hatásának eltérőségét kéttényezős varianciaanalízis segítségével vizsgáltuk a csíráképessegen keresztül, illetve a második vizsgálati évben a magkihozatalt is megadtuk. Az eljárás során 5%-os szignifikancia szintet használtunk. A statisztikai feldolgozást R-környezetben végeztük el (R Core Team, 2021).

EREDMÉNYEK ÉS MEGVITATÁSUK

Az egyes években meghatározott csíráképeségeket az 1. táblázat foglalja össze. Az első vizsgálati évben az átlagokat szemlélve a leggyengébb csíráképesseget a „K” minták mutatták, amit a z „O” kezelés követett és a legjobb eredményt az „X” kezelés érte el. Ez a tendencia megváltozott a második vizsgálati időszakban. A leggyengébb átlagos eredményt az „O” kezelés mutatta, amit a „K” követett és ismét az „X” kezelés mutatkozott a legjobbnak. A két vizsgálati év között jelentős különbséget tapasztaltunk. A 2021-es vegetációs időszakból származó minták esetében az eredmények homogénebbek, mind a kezeléseken belül, mind a kezelések között, mint a 2022-es minták esetében. A megnövekedett mintaterjedelmet magyarázhatja az igen aszályos 2022-es év, ami egyrészt a faegyedek párologtatását, így az injektált rovarirtószer terjedését korlátozza, illetve maga a szer injektálása, a fa sebzése regenerációs folyamatokat indít be az egyedekben (gyantakiválasztás), ami a magtermeléstől is elvonja az erőforrásokat. A kontroll és a permetezés közötti minimális eltérés a kezelések alacsony sikeressége okozhatja. A kéttényezős

varianciaanalízis eredménye alapján nincs szignifikáns különbsége a kezelések hatása között, sem az évek között, továbbá a vizsgált tényezők között interakciós hatás sem jelentkezett.

1. táblázat A kezelések csírázási minimuma és maximuma (%) a vizsgált években
Table 1. Min. and max. germination (%) of different treatments in the investigation years

Kezelés	Csírázás (%)	
	2021	2022
Havi permetezés (X)	4,5 – 6,0%	6,5 – 28,5%
Injektálás (O)	4,0 – 4,0%	4,0 – 13,5%
Kontroll (K)	1,0 – 6,0%	8,0 – 27,5%

A két év közötti jelentős eltérést feltehetően az igen erős aszály okozta. Egyrészt a fokozott stressz hatására a fák fokozták a szaporítóanyag termelésüket, illetve a forróság és a vízhiány kedvezőtlenül befolyásolhatta a károsító szaporodásbiológiáját, így kisebb károsító-nyomás terhelte a magokat.

A 2022-es vizsgálatok alapján 1 kg 100%-os tisztaságú és csíráképeségű mag előállításához 280-300 kg tobozra volt szükség a 27,5-28,5%-os csíráképeségű magból, a 13,5%-os esetében 1 000 kg tobozra, míg a 4,0%-os tételnél 3 600 kg toboz szükséges. Ezen eredmények jelentősen alulmaradnak a bevezetésben ismertetett korábbi adatokhoz (Kovács, 1955) képest.

ÖSSZEFOGLALÁS

A kutatásunk eredményeképpen megállapítható, hogy a feketefenyő magok csíráképeségét erősen befolyásolja a nyugati levéllábú poloska károsítása, de az időjárási erőteljes hatást gyakorol a magtermésre. Az általunk alkalmazott vegyszerek kísérletek nem hoztak szignifikáns eredményt. Az alkalmazott módszerek hatástalanságának és magas költségének eredményeképpen alkalmazásuk ebben a formában nem javasolt. Új vegyszerek bevetése esetlegesen pozitív eredményt hozhat.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- BERNARDIELLI, I. – ZANDIGIACOMO, P. (2001): *Leptoglossus occidentalis* Heidemann (Heteroptera, Coreidae): a conifer seed bug recently found in northern Italy. In: Knizek, M. – Forster, B. – Grodzki, W. (eds.): *Methodology of forest insect and diseases survey in Central Europe. Proceedings of the 4th international Workshop of the IUFRO WP 7.03.10, Praha (Czech Republic), September 17-20, 2001. J. For. Sci., 47 Special Issue, 2: 56-58.*
- CSERESNYÉS, I. (2013): Feketefenyvesek természetvédelmi megítélésének ökológiai alapjai. Doktori Értekezés. Szent István Egyetem, Gödöllő. pp 135
- FILA, J. (1950): Korszerű erdei magtermelés. Előadás átirat. Fila József - Papírnymoda. Budapest. pp. 32
- Harmat, B. – Kondorosy, E. – Rédei, D. (2006): A nyugati levéllábú poloska (*Leptoglossus occidentalis* Heidemann) első magyarországi megjelenése (Heteroptera: Coreidae). *Növényvédelem* 42 (9): 491-493
- KOVÁCS, N. Zs. (1955): Erdősítési, fásítási irányelveink a Duna-Tiszaközi homokháton. *Az Erdő* 4 [90] (3):103-108
- Központi Statisztikai Hivatal [Hungarian Central Statistical Office] (2023): A faállománnyal borított erdőgazdálkodási célú erdőterület megoszlása fafajcsoportok és korosztályok szerint. Központi Statisztikai Hivatal. Budapest.
- R CORE TEAM (2021): R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- SZÉKELY, M. (1868): A feketefenyő (*Pinus austriaca*) művelésének és terjesztésének hasznairól. *Erdészeti Lapok* 7 (4-5):205-210
- WITT, L. (1953): A fenyőmagtermelő állományok törzskönyvezésének eddigi tanulságai. *Az Erdő* 2 [88] (4):336-341

EMLÉKÉRMESEK ÉLETÚTJA



DONKÓ FERENC
erdésztechnikus,
kerületvezető erdész

Javaslattevő tagszervezet: **NEFAG Nagykunsági Erdészeti és Faipari Zrt.**

Donkó Ferenc 38 éves aktív szolgálati pályája során az erdész szakma, az erdészeti munkák széles skáláját járta végig. 1967. szeptember 21-én született Szolnokon. 1985-ben végzett a szegedi Kiss Ferenc Erdészeti Technikumban. Az akkori oktatási rend alapján 1987-ben erdőgazdálkodási technikus, 1988-ban vadgazdasági technikus oklevelet szerzett. 1985 augusztus 1-től a NEFAG Zrt. erdésze. Pályája elején erdőművelő erdész és hivatásos vadász munkakörökben szolgált, később a Karcag-Apavári és Kisújszállási erdészkerületek vezetője, 2012. május 1-től jelenleg is a Jászkiséri erdészkerület vezetője.

Munkája minden mozzanatát az elhivatottság és a precizitás jellemzi. Széreny emberként sikereit úgy szokta értékelni, hogy "Az erdész csak tette a dolgát." A mindig erényes magatartása és az újító gondolkodása tette Donkó Ferencet a NEFAG Zrt. egyik legnagyobb tapasztalattal bíró munkatársává. Kerülete jelenleg 1550 hektár, ami 13 község határában 100.000 hektár közigazgatási területen az Alsó-Jászságban fekszik. Jellemző a munkaszervezési képességeire, hogy kerületét saját gazdaságának tekinti és úgy irányítja, mint egy kis erdészetet.

Éveken keresztül az Országos Erdészeti Egyesület által megrendezett Év Erdésze Szakmai Verseny eredményes résztvevője, versenyszámok győztese.

Jogosult erdészeti szakszemélyzeti és Szarvasgomba gyűjtő vizsgát tett. Korábban erdész munkája mellett az apróvadtenyésztésben szerzett jártasságot, jelenleg a Jászszági szarvasgomba termő erdők ismerője. Az alig 500 mm csapadékhoz jutó alföldi erdők szikes talaján igazi kihívás erdésznek lenni. Makkvetéssel történő erdőtelepítésekben vállalt újító szerepet kiváló eredményekkel.

Magánéletében is a munka becsülete vezérli, 4 gyermekét a hagyományos értékek tiszteletére nevelte, hivatásán túl megye szerte elismert méhészt is.

A NEFAG Zrt-nél és jogelődjeinél mindenkor igényes és lelkiismeretes munkát végzett és nyugállományba vonulásáig reméljük, hogy jó egészségben még folytatni is fogja.



DR. KORDA MÁRTON

természetvédelmi mérnök,
erdőmérnök
egyetemi adjunktus

Javaslattevő tagszervezet: **Soproni Egyetem**

Dr.Korda Márton 1983. augusztus 20-án Budapesten született. Az általános iskolát, illetve a gimnáziumot is ott végezte. Már középiskolai tanulmányai alatt is foglalkoztatta a természetvédelem ügye, önkéntesként számos természetvédelmi eseményen vett részt. Felsőfokú tanulmányait a Nyugat-magyarországi Egyetem Erdőmérnöki Karán 2003-ban kezdte Természetvédelmi mérnöki szakon. Már hallgatóként elkezdett dolgozni a Növénytan Tanszéken. Eleinte demonstrátorként, a diploma megszerzése után tanársegédként. 2020-ban védte meg doktori disszertációját és ugyanebben az évben szerezte meg erdőmérnöki oklevelét is. Jelenleg a Soproni Egyetem Erdőmérnöki Karának Környezet- és Természetvédelmi Intézetében dolgozik adjunktusként. Oktatási tevékenysége során növénytan és természetvédelmi témájú tantárgyakat oktat. Kutatásai során inváziós növényfajokkal, védett értékekkel és élőhelyek kezelésével foglalkozik.

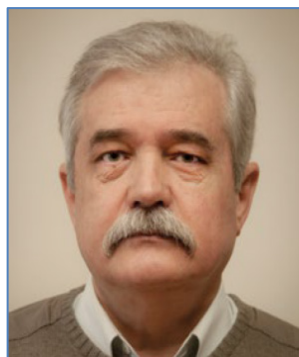
Szakmai érdeklődése hamar a növénytanra irányult. Tanára, Vidéki Róbert ezt felismerve már hallgatóként számos terepi munkára magával vitte. Ekkor került először komolyabb kapcsolatba az alföldi erdőkkel, nevezetesen a Beregi-síkon elterülő Bockerek-erdővel. Az itteni terepi munkák eredményeként az erdőről megjelent kötet elkészítésében társszerzőként vett részt. Hasonló kutatások vezettek a Baktai-erdőről és a Sóstói-erdőről készült könyvek megjelenéséhez, melyek elkészítésében ugyancsak közreműködött.

Erdőkkel kapcsolatos szakmai tevékenysége során mindig a természetvédelmi szempontokat is figyelembe vevő gazdálkodási, illetve kezelési lehetőségeket preferálja, és ezek alkalmazása mellett érvel.

A Körös–Maros Nemzeti Park Igazgatósággal közel egy évtizede működik együtt – dr. Bartha Dénessel közösen – dél-tiszántúli erdők természetvédelmi kezelésével kapcsolatos kérdésekben. Kísérleteik során hullámtéri erdők hosszú távú fenntartásának és szerkezeti, illetve faji változatosságuk kialakításának lehetőségeit vizsgálják. Eredményeikre alapozva az Igazgatóság ma már számos erdőrészletben megkezdte a természetvédelmi erdőkezelést. Foglalkoznak szikes pusztai környezetben telepített erdők diverzitásnövelésének lehetőségeivel és hullámtéri környezetben zajló szukcessziós jelenségek monitorozásával is. Az Igazgatóság működési területén található Natura 2000 területek erdeinek felmérését, ökológiai szempontú értékelését évek óta végzi. A munka során a természeti értékek megőrzését lehetővé tevő gazdálkodási lehetőségekre is javaslatot tesz.

Hasonló feladatokban vett részt a Kiskunsági Nemzeti Park Igazgatóság megbízásából, ahol homoki termőhelyeken álló erdők természetvédelmi szempontú vizsgálatát végezte kollégáival.

Alföldi erdőkkel kapcsolatos kutatási eredményeit publikációkban, konferenciákon, illetve szakmai rendezvényeken teszi közzé. Bízik benne, hogy az alföldi erdőkkel kapcsolatos eredményei segítenek e különleges természeti értékek állapotának javításában, illetve megőrzésében.



DR. KUCSARA MIHÁLY

erdőmérnök,
nyugalmazott egyetemi docens

Javasló tagszervezet: **Soproni Egyetem**

Erdőmérnöki oklevelének megszerzését követően 1976-ban a Gyulaji Állami Erdő- és Vadgazdaságnál műszaki vezetőként kezdte pályafutását. 1976-83 között a Győr-Sopron Megyei Tanács körzeti útfelügyelője. 1983-ban az Erdészeti és Faipari Egyetemen tudományos segédmunkatársként helyezkedett el. Tanszéki tevékenysége az első években kifejezetten kutatási jellegű volt. Részt vett az erdészeti vízgazdálkodási kutatások elindításában, s jelentős szerepe van azok kiterjesztésében, a soproni erdészeti hidrológiai kutatóhely kialakításában. Kollégánk az erdőmérnöki, a környezetmérnöki, a vadgazda mérnöki és a természetvédelmi mérnöki szakos hallgatókat oktatta különféle víztani ismeretekre. Egyebek mellett a vízgazdálkodás, a hidrológia és a víztani értékek című tárgyak előadásait és gyakorlatait tartotta. Említésre méltó még, hogy részt vett az Erdőmérnöki Kar szakmérnöki szakjai vizes tárgyainak oktatási munkájában, valamint a csíkszeredai távoktatási programban.

Fő kutatási témája „az erdő vízháztartása”, az ezzel kapcsolatos ökológiai és műszaki összefüggések feltárása, számszerűsítése, a folyamatok modellezése. A témakör egyik részterületével, az intercepcióval foglalkozik az 1996-ban készített egyetemi doktori értekezése. Másik fontos résztémaköre a csapadék-lefolyás kapcsolat vizsgálata erdővel borított kisvízgyűjtőkön. Külön kell említeni az alkalmazott kutatásnak minősülő műszaki fejlesztési és tervezési munkákat (erdészeti utak, átereszek, gázlók, kishidak, víztározók, mérőműtárgyak és forrásfoglalások tervezése). 1997-ben tudományos tevékenysége alapján a Soproni Egyetem Doktori Tanácsa az erdészeti tudományágban PhD fokozatban részesítette. Nyugdíjazásáig a Nyugat-Magyarországi Egye-

tem Geomatikai, Erdőfeltárási és Vízgazdálkodási Intézetében egyetemi docsként dolgozott. Több mint egy évtizeden keresztül vezette a Vízgazdálkodás Tanszéket.

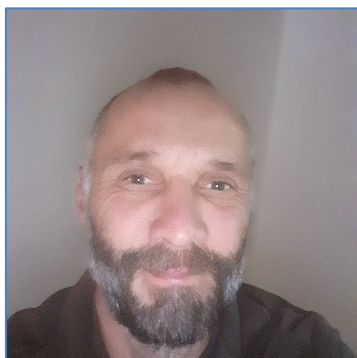
Alapító tagja és sokáig elnöke volt az OEE Erdészeti Vízgazdálkodási Szakosztályának. Ehhez kapcsolódóan számos szakmai program szervezésében vett részt az alföldi erdőkkel kapcsolatos vízgazdálkodási problémákat illetően is. Ezen témák közül néhány a teljesség igénye nélkül: A homokhátság vízgazdálkodási problémái, a hátsági erdők vonatkozásában; A Vásárhelyi-terv kapcsán létesített tározók és az ottani erdők szerepe. A gemenci erdők vízgazdálkodási szerepe és folyótól való függése.

A Magyar Hidrológiai Társaság (MHT) Soproni Területi Szervezetében az erdészeti hidrológia szakterületét képviselte a vezetőség tagjaként több évtizeden keresztül. Dr. Kucsara Mihály az MHT rendezvényein is gyakran vállalta előadások, részelőadások megtartását, szakmai bemutatók szervezését az erdészeti hidrológia tématerületén.

Tevékenységei közül külön kiemelendő a nemzetközi elismertségű és Magyarországon sajnos mára szinte egyedülálló Hidegvíz-völgyi Erdészeti Hidrológiai Kutatóhelyen (kísérleti vízgyűjtő) végzett, több mint 20-éves, lelkes vezető kutatói megbízatása.

A közelmúltban végzett egyik komoly szakmai munkája az OEE Szaktudás Füzetek 3. számának, az „Erdő és Víz, Erdészeti Vízgazdálkodás” című kiadványnak a szerkesztése. A kiadvánnyal a korszerű vizes ismeretek közérhető formában történő továbbadása történt meg az erdész szakmában dolgozók számára nemcsak a vízkörforgalom elméleti ismertetését illetően, hanem a gyakorlati szakember számára jól hasznosítható esettanulmányok formájában is.

Dr. Kucsara Mihálynak köszönhető, hogy az elmúlt évtizedekben a Soproni Alma Materben képzett erdőmérnökök olyan szintű vizes ismeretekkel rendelkeznek, amellyel az erdész szakma és a vízzel foglalkozó egyéb tudományágak egymást jól kiegészítve, közösen végezhetnek a hidrológiával és vízgazdálkodással kapcsolatos szakmai munkát, a tudományos ismeretterjesztést és a tájékoztatást



MISÓ MIHÁLY

vadgazda mérnök, fővadász,
vadgazdálkodási ágazatvezető

Javasló tagszervezet: **NYÍRERDŐ Nyírségi Erdészeti Zrt.**

Misó Mihály 1974. október 23 - án Várpalotán született, majd fiatalkori álma-
it követve középiskolai tanulmányai után elvégezte a vadgazda mérnöki kép-
zést. Munkatapasztalatot több helyen is szerzett, köztük a Balaton-felvidéki
Nemzeti Park Igazgatóságánál Veszprémben, majd az Állami Erdészeti Szolgá-
latnál Budapesten, illetve innen alig egy évvel később az EGERERDŐ Zrt.-hez
került. 2009. április 1-től máig is a NYÍRERDŐ Zrt. Gúthi Erdészetének fővadá-
sza, ahol 2023. január 1-től vadgazdálkodási ágazatvezetőként szolgál.

Dunántúli, hegyvidéki emberként az Alföldre kerülve hamar megmutatko-
zott szaktudása, alkalmazkodóképessége. Első munkahelyein megszerzett er-
dészeti és vadászati ismereteit gyorsan alkalmazta, átültette a gúthi homok-
dombok közé. Az erdőt és annak vadállományát elválaszthatatlan egységként
kezelte, és kezeli mindennapi munkája során. A dámállomány génmegőrzése
miatt különleges rendeltetésű gúthi vadászterület a világon az egyetlen, mely
már kétszer is megkapta a Nemzetközi Vadvédelmi Tanács Edmond Blanc dí-
ját, mely az ott folyó munka minőségét jól jellemzi.

A vadászati feladatok elvégzésében sohasem az előre jelszóval dolgozott,
beosztott munkatársai sokkal inkább az utánam utasítást hallhatták. Úttörő
munkát végzett a vadállomány kezelése mellett a vadászathoz kapcsolódó
feladatokban. Kitűnő vadászkiűrtös, vezetésével több szólamban adják meg a
végtisztességet a gúthi terítékeken. Több évtizede elismert vérebvezető, bíró,
oktató, a véreb egyeslet kelet-magyarországi összekötője. A csapdázásban, a
ragadozógyérítésben (aranyaskál) vezető szerepet tölt be szolgálati helyén.

Az erdő-, és vadállomány egyensúlyának megtartása érdekében több éves adatfeldolgozás alapján felállította a gúthi dámállomány és nagyvadállomány populációs modelljét, számszerűsítette a különböző célok eléréséhez szükséges feladatokat.

Munkájában alapos, precíz. Évtizedet felölelő fényképkatalógusa van a gúthon elejtett valamennyi trófeás vadról. Rendszeretétét, igényességét a kikészített trófeák nyilvántartásában is tetten érhetjük, mivel kialakította a trófeatárolás és nyilvántartás rendszerét.

Több mint egy évtizedes munkájával hozzájárult, hogy az Alföld egyik legnagyobb és legszebb erdőtömbjében az erdő és vadállomány harmóniája ne sérüljön, továbbra is fennmaradjon.



NAGY MIKLÓS IGOR
erdészeti igazgató helyettes

Javasló tagszervezet: **NYÍRERDŐ Nyírségi Erdészeti Zrt.**

Nagy Miklós Igor 1979. január 14-én született Debrecenben. A szakirányú érettségi vizsgát a szegedi Kiss Ferenc Erdészeti Szakközépiskolában tette le. Ezt követően Sopronban, az Erdőmérnöki Karon kezdte meg tanulmányait, ahol 2003 júniusában vette át erdőmérnöki és vadgazda mérnöki oklevelét.

2003 őszén a NYÍRERDŐ Zrt. Hajdúhadházi Erdészeténél kezdte meg gyakornoki évét. A következő év tavaszától már az erdőművelési ágazatot vezeti. Négy eltérő termőhelyi adottságú tájon, a nyírségi, hajdúhádi, hortobágyi és a Tisza menti erdők erdőfelújítási, erdőnevelési és az erdészet erdőtelepítési munkáit irányítja.

2007 januárjától az erdészet főmérnöke. Ebben a beosztásban nemcsak az idős tölgyes erdők kíméletének képviselője, hanem az őshonos fafajokból álló, elegyes állományok létesítésének állhatatos szorgalmazója. A kultúrerdők szerkezetének őshonos fafajokkal való átalakításában komoly tapasztalatokra tett szert.

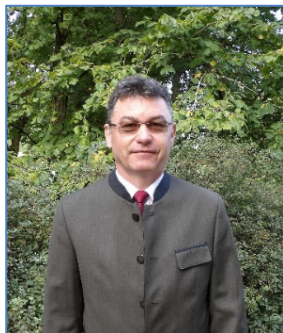
Elképzeléseinek megvalósításában komoly háttérrel ad a Hajdúhadházi Erdészet csemetekertje, ahol az akác és a kocsányos tölgy mellett tág tér nyílt a kőris, szil, juhar, fűz, hazayár és más elegyfajok csemetéinek felnevelésére.

A 2010-es vihar okozta károk felszámolásának szerteágazó terhe új, nem várt megmérettetés elé állította az erdészetet. A hosszan elnyúló, több erdőmérnök munkáját feltételező kihívások megvalósításban Nagy Igor igazgató-helyettesként oroszlánrészt vállalt. Állhatatossága, szilárd hite és meggyőződése adott erőt az embert próbáló feladatok teljesítéséhez.

Korán felismerte az özönnövények megjelenésével járó kockázatokat, a természetszerű erdők fenntarthatósági nehézségeit. Elindította a fásszárú özönnövények, különösen a kései meggy és a bálványfa visszaszorítását eredményező programokat. Szakirodalmi tájékozottságára támaszkodva folyamatosan tartja a kapcsolatot az inváziós fajok kutatásával foglalkozó tudományos műhelyekkel.

Munkáját mindig nagy odaadással, kezdő szakembereket is felülmúló energiával végzi. A napi problémák és feladatok megoldásában mindig keresi a hosszútávon is alkalmazható módokat. Szakmai hitvallása és tudása, és ennek a térségben történő adaptálása igen ritka a mai erdészársadalomban.

A Savóskúti erdő mélyén álló ősi erdőőri lak a családja otthona, ahol erdőmérnök feleségével négy leánygyermeket nevelnek.



TÓTH ATTILA
erdőmérnök,
erdészeti igazgató

Javaslattevő tagszervezet: **KEFAG Kiskunsági Erdészeti és Faipari Zrt.**

Tóth Attila 1967. november 28-án született Kiskunhalason. Általános iskolai tanulmányait Kiszálláson végezte, majd a szegedi Kiss Ferenc Erdészeti Szak-középiskolában érettségizett. Az iskolai tanulmányai alatt 1986-ban elnyerte a Kiss Ferenc díjat, a legmagasabb kitüntetést, amelyet az iskola vezetése odaítélhet a jól teljesítő tanulóknak. Végzését követően a soproni Erdészeti és Faipari Egyetem Erdőmérnöki Karára jelentkezett, ahol 1992. június 9-én szerezte meg az erdőmérnöki diplomáját.

1992. szeptember 1-től a KEFAG Kiskunsági Erdészeti és Faipari Zrt. jog-elődjénél, a Kiskunhalasi Erdészetnél gyakornoki munkakörbe került felvétel-re.

1994. szeptember 1-től ugyanezen erdőgazdaság Kelebiai Erdészeténél fa-használati műszaki vezetői munkakört töltött be.

1998. április 1-től a fahasználati műszaki vezetői munkakör mellett ugyan-itt, ellátta az erdészetvezetői munkakört is, míg 1998. október 1-től megkapta tényleges erdészetvezetői kinevezését.

2003. április 8-tól 2004. december 31-ig az erdészetvezetői munkaköre mellett ellátta az erdőművelési műszaki vezetői munkakört is.

A szervezeti átalakítások után 2005. január 1-től a KEFAG Zrt. Dél-Kiskunsági Erdészetének erdészetvezetője, majd 2011. szeptember 1-től erdészeti igazgatója.

Az Országos Erdészeti Egyesületnek 1996. január 1-től tagja. Az egyesület 2021-ben megvalósított 151-edik Vándorgyűlésének nagy sikerű kelebiai szakmai programjának irányítója, vezetője.

Országos Magyar Vadászkamara Bács-Kiskun Vármegyei Területi Szervezetének vadgazdálkodási bizottsági tagja.

2022. óta tagja a Bács-Kiskun Vármegyei Vadgazdálkodási Tanácsnak, amely szervezet kiemelt jelentőséggel bír a vadgazdálkodás, vadászati igazgatás, valamint a szakmai és érdekképviselői szervezetek vadászati ágazatot érintő egységes álláspontjának megformálásában.

Vezetői tevékenysége során minden igyekezetével arra törekszik, hogy az irányítása alá tartozó üzemegység területén a termőhely adta lehetőségek keretein belül az erdőgazdálkodás és a vadgazdálkodás optimális összhangban legyen. A KEFAG Zrt. általa irányított Dél-Kiskunsági Erdészetének tudatos és szakszerű vadgazdálkodási tevékenysége jelentősen hozzájárult ahhoz, hogy a csupán 35 éves múltra visszatekintő Balotaszállás-kelebiai dámvadállomány környezetének és a genotípusának kölcsönhatásában mára egy nemzetközileg is elismert populáció jöjjön létre, amely a vármegyei értéktárba is felvételt nyert. Mindezen eredmények bemutatására hívta életre, és rendezte meg már 11. alkalommal a térségi trófeaszemlét, amelynek keretében a KEFAG Zrt. Kelebiai és Mélykúti vadászterületein kívül lehetőséget teremtett a térségi vadgazdálkodók megjelenésére is.

Közvetlenül Magyarország déli határa mentén teljesítve szolgálatát, mindig kiemelt figyelmet fordít a határőrizeti szervekkel való jó kapcsolat és együttműködés megteremtésére, amellyel komoly segítséget nyújt a térségben tapasztalható irreguláris migrációs tevékenység megfékezéséhez.

TÁRGYMUTATÓ

A,Á

agrárerdészet.....	145
akác	42, 84
erdőfelújítás.....	63
alanthus altissima	24
aszály	102
aszályérzékenység	189
avar.....	150

B

bálványfa	24
irtás.....	24
biomassza	145

Cs

csavarállóság.....	112
csemeteültetőgép	
nagyteljesítményű	161
csertölgý	90

D

dróntechnológia	118
-----------------------	-----

E,É

élőfakészlet.....	129
erdő 3.0	107
erdőfelújítás	8, 63
erdőtelepítés	8
erdőterület	95
erőállományok.....	102

F

fafajcsere	8
fafajosztályozás	124
fajlagos időszükséglet	135, 140
fatermési tábla	129
fehér (Leuce-) nyár klón.....	73

fehér akác	33
elterjedése	33
fehér nyár	8
fehér nyár klón	73
feketefenyő (Pinus nigra A.)	195
fenyves állományok	140
folyónővedék	129

G

gépesítési szintek.....	107
gépkezelő képzés.....	177

Gy

gyenge minőségű termőhelyek	73
-----------------------------------	----

H

harveszter	135, 140, 177
hiperspektrális felvétel	124
hőmérséklet.....	90
humuszos homok.....	63

I,Í

intenzív csemetetermelés.....	155
invazív fajok	24

K

klímaváltozás	16, 102
Kunpeszér	183

L

lombos állományok	135
lucfenyő	112

M

magán-erdőgazdálkodás.....	84
magtermő plantázs.....	195
mitigáció.....	16, 145

N

nagyteljesítményű csemeteültetőgép ..	161
Natura 2000 hálózat	8
nemesnyár	95
nemesnyár fajtajelölt.....	53
nemesnyár fajtajelöltek	
növekedési erélye	53
tápelem-akkumulációja	53

Ny

nyár.....	112
fajta.....	95
Nyírség.....	63

O,Ó

OAKEYLIFE.....	183
okos erdő, erdő 4.0.....	107

Ö,Ő

őshonos nyár	95
--------------------	----

P

paulownia	112
Peszéri-erdő.....	183
Pinus nigra	195
ponsse fox.....	177
precíziós erdőgazdálkodás.....	107

R

rendezetlen erdőterület	84
-------------------------------	----

S

Storebro Silva Nova	161
---------------------------	-----

Sz

szénforgalom	16
szénkészlet.....	150
szénmegkötés	145
széntartalom.....	145
szimulátor	177
szürke nyár	8

T

talaj.....	150
víztartóképesége	189
termőhely	73
tőzeg.....	155

U,Ú

UAV.....	118
----------	-----

Ü,Ú

ÜHG leltár, ...	16
ültetvényszerű fatermesztés	42
üzemmód.....	16

V

vegetatív szaporítás	73
----------------------------	----