

Műtrágyázás tartamhatásának vizsgálata akácosban

¹HARTA István, ²GULYÁS Miklós és ²FÜLEKY György

¹Pákozd; ²SZIE MKK Talajtani és Agrokémiai Tanszék, Gödöllő

Bevezetés

A fehér akác (*Robinia pseudoacacia* L.) hazánkban nem őshonos, mégis az egyik legfontosabb fafajnak tekinthető, a közelmúltban „Hungarikum” státuszt kapott. Rendkívüli alkalmazkodóképességének köszönhetően mára teljesen meghonosodott (RÉDEI et al., 2008), sőt az akácok területe a rendszerváltás és az EU-csatlakozás óta nagymértékben növekedett Magyarországon (BARTHA et al., 2014). Nagy ökológiai tűrőképessége miatt olyan termőhelyekre is telepíthető, ahol a szántóföldi kultúrák termesztése már nem gazdaságos (JÁRÓ 1982; BALOGH et al., 2006). Alkalmas energiaültetvényekbe való telepítésre (GYURICZA, 2010) és rekultivációra is (PLASS 1972; KANZLER et al., 2015). Az agrár-erdei ökoszisztémák környezet- és természetvédelmi szempontból egyaránt jelentősek, a biodiverzitást növelik. Az integrált növénytermesztési és -védelmi gyakorlat, illetve az agrár-környezetgazdálkodási programok bevezetése és erősödése is alátámasztják ezt.

Az műtrágyázás hatása az akác energiaerdőkre kevésbé kutatott. A németországi vizsgálatok szerint a biomassza nyereség céljából 3–9 éves vágásfordulóban telepített akác pozitívan reagált a kijuttatott műtrágyaadagokra (GRUENEWALD et al., 2007). Nagy Britanniában, savanyú talajokon (pH 2,9–4,2) a foszfortrágyázás elősegítette az akác magoncok növekedését. A nitrogén- és foszforműtrágyát együtt használva a csak nitrogénkezeléshez képest a magoncok növekedése szignifikánsan jobb volt (PLASS 1972). Iránban települési szennyvíziszap hatására a mellmagassági átmérők, a körlepősszeg, a famagasság és a fatérfogat is szignifikánsan nagyobbak voltak rövid vágásfordulójú akácosban (TABARI & SALEHI, 2009). MANTOVANI és munkatársai (2015) azt tapasztalták, hogy akácosban az aszálystressz megnövelte a gumóképződést – a nitrogénhiány ellensúlyozására –, a stressz hatására a növények gyökér/hajtás aránya sokkal nagyobb volt. A biológiai nitrogén-fixáció is relatíve jelentősebb mértékű volt, de a stressz nem befolyásolta a levelek N-tartalmát.

A Gödöllői Agrártudományi Egyetem 1970-ben hozott létre egy 1 hektáros kísérleti területet, ahova 1995-ben fehér akácot telepítettek. A faállomány telepítése előtt 16 éven keresztül vizsgálták 12 különböző műtrágyakezelés (NPK) kukorica monokultúrára gyakorolt hatását. Ezt követően – négy éven keresztül – összesen $6 \text{ t ha}^{-1} \text{ CaCO}_3$ -ot juttattak ki a terület felére.

Postai cím: HARTA ISTVÁN, 8095 Pákozd, Templom sor 9.

E-mail: hartaitvan1990@gmail.com

Munkánk során legfontosabb célkitűzésünk az volt, hogy megvizsgáljuk, milyen hatással voltak a kijuttatott tápanyagok az akácállomány szerkezeti paramétereire a telepítés után 20 évvel.

Anyag és módszer

A vizsgálati terület jellemzése

A vizsgálati terület Gödöllőn, a Szent István Egyetem Szárítópusztai Kísérleti Telepén található. A terület földrajzilag a Gödöllői-dombság része, így az ott érvényes éghajlati és hidrológiai jellemzőkkel rendelkezik. A talajképző kőzet löszszel kevert homok, melyen 60–90 cm vastag rozsdabarna erdőtalaj alakult ki.

1. táblázat
Az évenként alkalmazott kezelések

(1) Műtrágya	(2) Mérték- egység	(3) Mintaterület											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
N	kg·ha ⁻¹	0	120	180	240	0	120	180	240	90	180	270	360
P ₂ O ₅	kg·ha ⁻¹	0	0	0	0	90	90	90	90	60	120	180	240
K ₂ O	kg·ha ⁻¹	0	0	0	0	90	90	90	90	50	100	150	200

A talaj fizikai félesége vályogos homok, vízháztartása gyenge – a gravitációs pórusok aránya nagy.

A desztillált vízzel mért pH értékek 7-es körüliek, a KCl-oldattal mértek 1,5 egységgel kisebbek, tehát meghatározó mennyiségű sav van adszorbeálva a kolloidok felületén. Általánosan jellemző a gyenge humusztartalom. Az AL-oldható foszfortartalom kicsi. A szintén kismértékű AL-oldható K-tartalmat a nagy mennyiségben jelenlévő Ca²⁺ ionok jobb szorpciós képessége és a kis agyagtartalom szintén okozhatja. A KCl-oldható Ca-tartalom a meszezés hatására nagy. A talaj magnéziumellátottsága szintén nagyon jó. A talaj bázistelítettsége kedvezőnek mondható (OCKERT, 2006). Az évente kijuttatott műtrágya-hatóanyagok parcellánkénti mennyiségét az 1. táblázat tartalmazza.

Terepi felvételi módszerek

Az 1 hektáros terület 144 parcellája közül összesen 48 db, egyenként 42 m² nagyságú mintaterületet jelöltünk ki. Ezeket úgy választottuk, hogy a 12 különböző műtrágyakezelés reprezentálva legyen a mésszel kezelt és a meszezetlen területeken is, illetve mindegyik kezeléscsoportból legyen 1-1 ismétlés is. A mintaterületek elhelyezkedését a 1. ábra mutatja.

c				b				a			
11	9	10	12	5	6	7	8	4	3	2	1
3	1	4	2	9	10	11	12	8	7	6	5
7	5	8	6	1	2	3	4	12	11	10	9
4	3	2	1	10	12	9	11	5	6	7	8
8	7	6	5	2	4	1	3	9	10	11	12
12	11	10	9	6	8	5	7	1	2	3	4
5	6	7	8	4	3	2	1	11	9	12	10
9	10	11	12	8	7	6	5	3	1	4	2
1	2	3	4	12	11	10	9	7	5	8	6
10	12	9	11	7	5	8	6	2	4	1	3
2	4	1	3	11	9	12	10	6	8	5	7
6	8	5	7	3	1	4	2	10	12	9	11

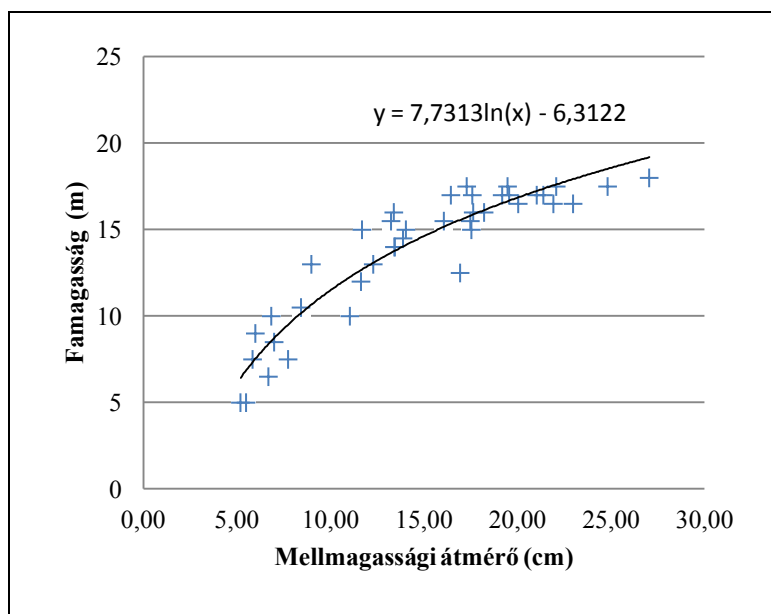
1. ábra

A mintaterületek elhelyezkedése a kísérleti területen belül

A mintaterületeken lévő összes fa mellmagassági átmérőjét, és ezen belül 40 minta-fa magasságát mértük meg. A vizsgálat során csak a 8 cm-t meghaladó mellmagassági átmérőjű akácokat vettük figyelembe – az ennél kisebb fák magasságukat tekintve a cserjeszinhez tartoznak. Összesen 369 db fa felvételezését végeztük el.

Az állományok záródását (%) öt százalékos pontossággal, szintenként, szembecslés alapján állapítottuk meg, a vizsgálati parcellák közepére állva. A mellmagassági átmérőket egyvonós, milliméter beosztású átlalóval mértük, minden fa esetében két merőleges irányban. A kiértékelés során a két átmérő mértani átlagával számoltunk. A famagasságok méréséhez az ún. „hasonló háromszögek elvén működő famagasság mérést” alkalmaztuk, 30 cm-es Christen-féle famagasság-mérőt és 4 m hosszúságú bázisrudat használva. A mintafákat a mintaterületen random választottuk ki, hogy megfelelően reprezentálják az egész területet. A mellmagassági átmérők alapján négy csoportot különítettünk el (5–10 cm, 10–15 cm, 15–20 cm, illetve 20–25 cm átmérővel jellemezhető csoport), amelyeken belül 10-10 fa paramétereit mértük meg.

A többi fa magasságát a lement mellmagassági átmérők és famagasságok közötti függvénykapcsolat alapján határoztuk meg. Az így kapott famagassági görbét a 2. ábra mutatja.



2. ábra
A famagassági görbe és egyenlete

A szerkezeti jellemzők és a fatérfogatok számítása

A terepen mért adatokból számítottuk ki az állomány szerkezeti paramétereit, melyek az alábbiak: törzsszám (N), az átlagos törzstávolság (a – 1. egyenlet), a körlapösszeg (G – 2. egyenlet), az átlagos mellmagassági átmérő (D – 3. egyenlet) és az átlagmagasság (H – 4. egyenlet).

A fatérfogatok kiszámításához a kétváltozós ($d_{1,3}$; h) Király-féle fatérfogat-függvényt használtuk (5. egyenlet) – amely alapján a vágáslap feletti összes fatérfogat számítható ki (VEPERDI, 2008).

Az egyes mintaterületekhez tartozó fatömegeket ezután $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ értékre számítottuk át.

$$a = \sqrt{\frac{20000}{N\sqrt{3}}}, \quad (1)$$

$$g = \frac{d^2 \pi}{4}, \quad (2)$$

ahol: a a fák közötti átlagos távolság (m); N a hektáronkénti törzsszám ($\text{db} \cdot \text{ha}^{-1}$); d a mellmagassági átmérők átlaga (cm) (VEPERDI, 2008)

$$D_g = \sqrt{\frac{4G}{\text{MI}}}, \quad (3)$$

$$H_g = \frac{g_1 h_1 + g_2 h_2 + \dots + g_n h_n}{g_1 + g_2 + \dots + g_n} = \frac{\sum gh}{\sum g}, \quad (4)$$

$$v = (p_1 + p_2 dh + p_3 d + p_4 h) \left(\frac{h}{h-1,3} \right)^k \left(\frac{d^2 h}{10^8} \right), \quad (5)$$

ahol: D_g a körlappal súlyozott átlagos mellmagassági átmérő (cm); G a hektáronkénti körlapösszeg ($\text{m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$); g az egyes fák mellmagassági körlapja (m^2); h az egyes fák magassága (m); v a fatérfogat ($\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) és $p_1 - p_4$, illetve k az illesztés paraméterei (VEPERDI, 2008)

Statistikai kiértékelési módszerek

Az adatok statisztikai elemzésénél a kéttényezős varianciaanalízist az egyes kezelések közötti statisztikai különbség kimutatására, a Pearson-féle lineáris korrelációvizsgálatot a paraméterek közötti összefüggés erősségének megállapítására használtuk.

A varianciaanalízis két tényezője a meszezés (+CaCO₃; -CaCO₃) és a 12 műtrágyakezelés (N, P₂O₅, K₂O) volt.

Eredmények

Szerkezeti paraméterek és fatérfogat

Az állomány kétszintes. A felső lombkoronaszintet (A), kizárólag akác alkotja. A második szint a cserjeszint (B), amely 4–6 m magas cserjékből és fiatal akácokból áll. A ritkább állományrészekben háromszögművelés, a sűrűbb állományrészekben a téglalapművelés jellemző.

A vizsgálat során meghatározott szerkezeti paramétereket a 2. táblázat tartalmazza.

Kéttényezős varianciaanalízis

Növőtér – A hektáronkénti törzsszám (SzD(5%) = 161,88) és a törzstávolság (SzD(5%) = 0,13) alapján a meszezett és a meszezetlen területek között szignifikáns különbség van. A törzsszám (SzD(5%) = 560,76) és a törzstávolság (SzD(5%) = 0,44) alapján az összes kezelés között (CaCO₃, N, P₂O₅ és K₂O) szignifikáns a különbség (3A ábra).

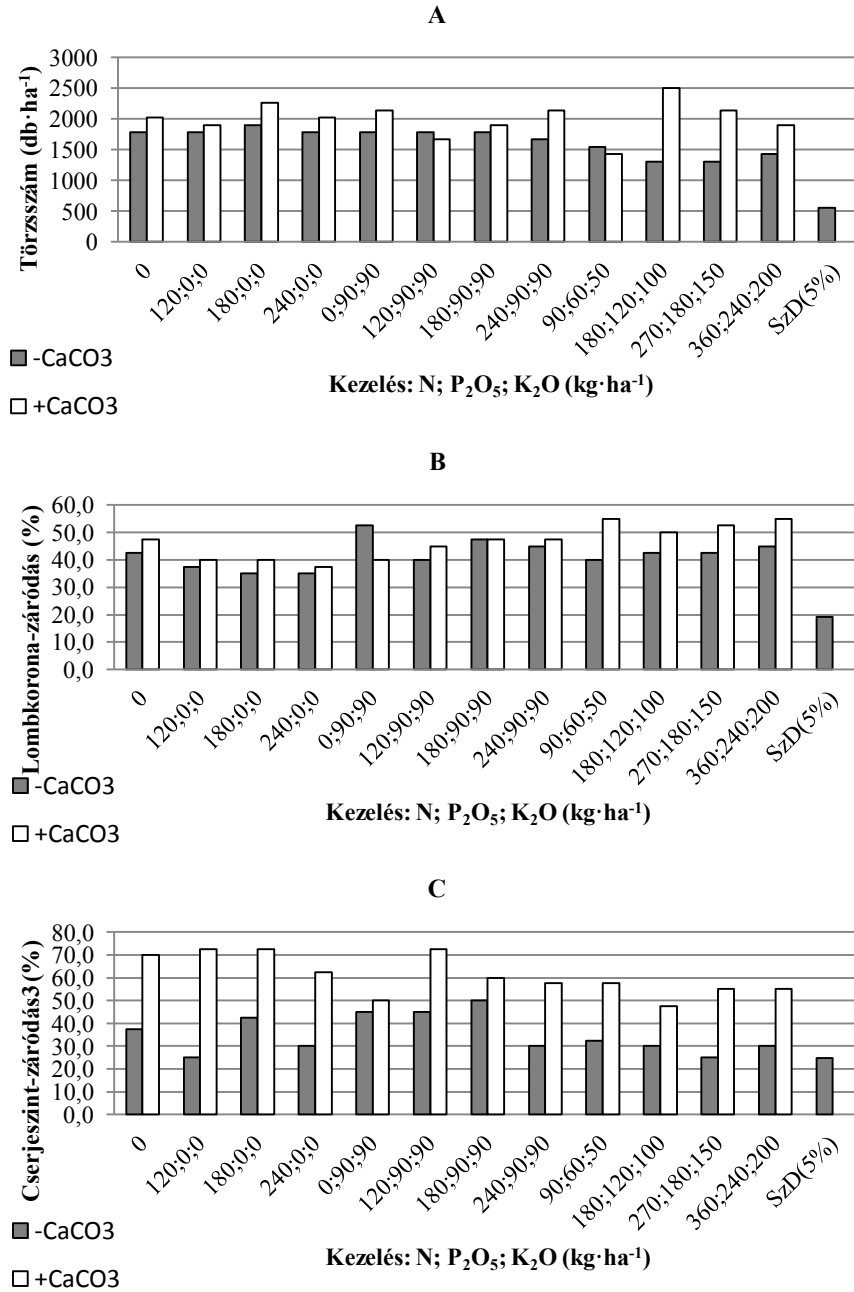
2. táblázat
A vizsgált állomány szerkezeti paramétereit

(1) Paraméter	(2) Mérték- egység	(3) Karbonát- tartalom	(4) Átlag	Minimum	Maximum	(5) Szórás	CV%	N
a) TSZ	db·ha ⁻¹	-CO ₃	1657	1190	2143	285,02	17,20	24
		+CO ₃	2004	1190	2619	343,36	17,13	24
		Σ	1830	1190	2619	358,09	19,56	48
b) TT	m	-CO ₃	2,67	2,32	3,11	0,25	9,33	24
		+CO ₃	2,43	2,10	3,11	0,24	9,82	24
		Σ	2,55	2,10	3,11	0,27	10,60	48
c) L	%	-CO ₃	42,08	25,00	60,00	9,32	22,14	24
		+CO ₃	46,46	35,00	60,00	8,66	18,64	24
		Σ	44,27	25,00	60,00	9,17	20,71	48
d) Cs	%	-CO ₃	35,21	15,00	55,00	12,20	34,65	24
		+CO ₃	61,04	25,00	85,00	13,59	22,27	24
		Σ	48,13	15,00	85,00	18,27	37,96	48
e) G	dm ² ·ha ⁻¹	-CO ₃	21,71	11,61	27,77	4,06	18,72	24
		+CO ₃	21,09	10,55	27,60	3,93	18,61	24
		Σ	21,40	10,55	27,77	3,96	18,52	48
f) D _g	cm	-CO ₃	12,96	10,17	15,99	1,46	11,22	24
		+CO ₃	11,58	9,53	12,81	0,77	6,64	24
		Σ	12,27	9,53	15,99	1,35	10,97	48
g) H _g	m	-CO ₃	13,80	11,79	15,51	0,95	6,91	24
		+CO ₃	12,97	11,25	14,23	0,65	5,00	24
		Σ	13,39	11,25	15,51	0,91	6,80	48
h) V	m ³ ·ha ⁻¹	-CO ₃	177,84	86,85	237,62	37,83	21,27	24
		+CO ₃	167,66	80,23	258,82	36,24	21,62	24
		Σ	172,75	80,23	258,82	37,01	21,42	48

Megjegyzés: TSZ : törzsszám; TT : törzstávolság; L: lombkorona-záródás; Cs: cserjeszint-záródás; G: Körlopósszeg; D_g: átlagos mellmagassági átmérő; H_g: átlagmagasság; V: fatér-fogat

Lombkorona- és cserjeszint-záródás

A mésztrágyázás a lombkorona záródását szignifikáns mértékben nem befolyásolta (SzD(5%) = 5,51). Az összes kezelés (CaCO₃, N, P₂O₅, K₂O) alapján (SzD(5%) = 19,09), a meszezett 9. és 12. kezelés szignifikánsan nagyobb, mint a nem meszezett 3. és 4. kezelés (3B ábra). A cserjeszint-záródás alapján a meszezett és a meszezetlen blokkok között szignifikáns különbség van (SzD (5%) = 7,17).



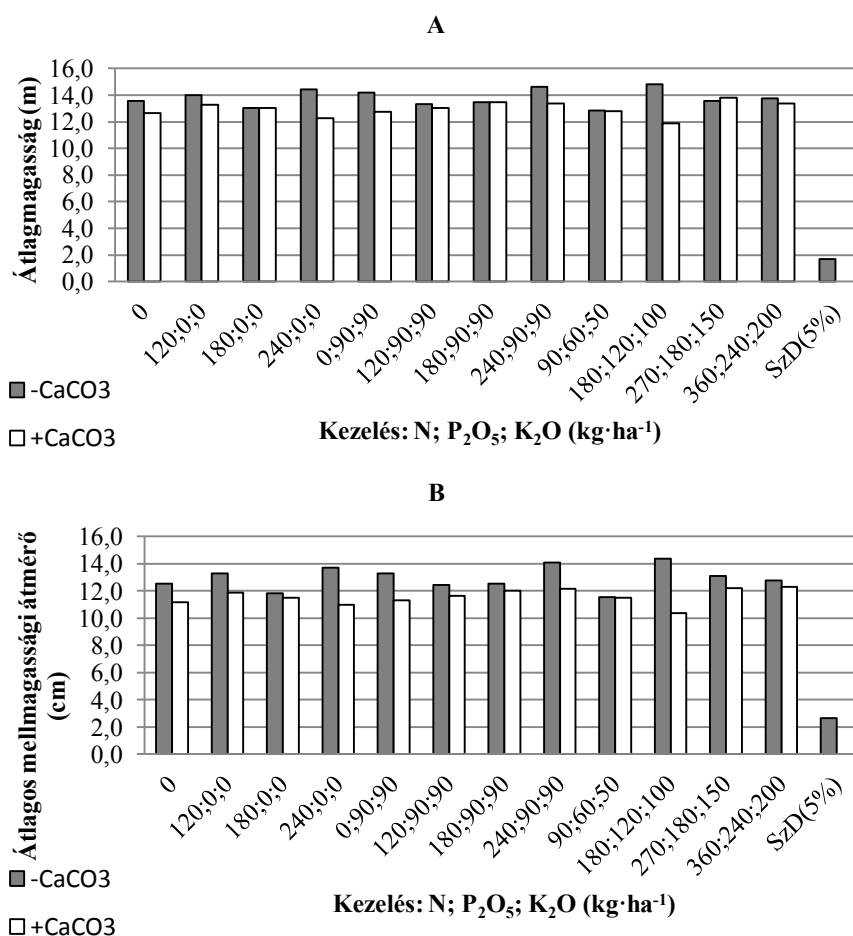
3. ábra

A törzsszám (A), illetve a lombkorona- és cserjeszint-záródás (B és C) varianciaanalízisének eredményei

Az összes kezelés (CaCO_3 , N, P_2O_5 , K_2O) alapján ($\text{SzD}(5\%) = 24,84$), a meszezett területeken a 10. kivételével az összes kezelés értékei szignifikánsan nagyobbak a legtöbb meszezetlen parcella értékeinél (3C ábra).

Átlagos mellmagassági átmérő és átlagmagasság

Az átlagos mellmagassági átmérők ($\text{SzD}(5\%) = 0,77$) és az átlagmagasságok ($\text{SzD}(5\%) = 0,49$) alapján a meszezett és a meszezetlen blokkok között szignifikáns különbség van. Az összes kezelés (CaCO_3 , N, P_2O_5 , K_2O) alapján, az átlagos mellmagassági átmérők ($\text{SzD}(5\%) = 2,65$) és az átlagmagasságok ($\text{SzD}(5\%) = 1,70$) közötti szignifikáns különbségek vannak (4A és 4B ábra).

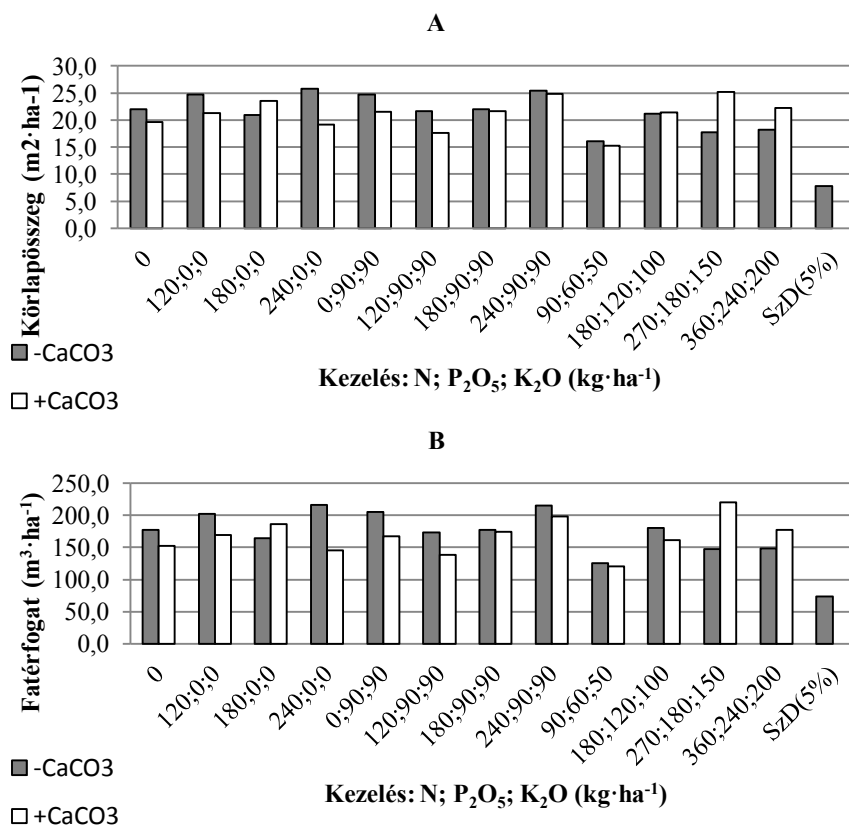


4. ábra

Az átlagos mellmagassági átmérő (A) és az átlagmagasság (B) varianciaanalízisének eredményei

Körlapösszeg és fatérfogat

A körlapösszegek (SzD(5%) = 2,26) és a fatérfogatok (SzD(5%) = 21,16) alapján a meszezett és a meszezetlen blokkok között nincs szignifikáns különbség. Az összes kezelésben (CaCO₃, N, P₂O₅, K₂O) a körlapösszegek és a fatérfogatok (SzD(5%): 7,83, illetve 73,29) alapján is szignifikáns különbség van (5A és 5B ábra).



5. ábra

A körlapösszeg (A) és a fatérfogat (B) varianciaanalízisének eredményei

Lineáris korrelációvizsgálat

A meghatározott szerkezeti paraméterek, a fatérfogatok és a kijuttatott műtrágya-hatóanyagok mennyiségének lineáris korrelációs mátrixát a 3. táblázat mutatja. Erős korreláció csak a közvetlenül egymásból származtatott tulajdonságok között van. Mérsékelt korreláció van a törzsszám és a törzstávolságból adódó növtér és a cserjeszint záródása, a körlapösszegek, átlagos mellmagassági átmérők és a fmagasságok.

Laza az összefüggés a lombkorona- és cserjeszint záródási értékei között, a cserjeszint záródása és a famagasság között, illetve a növtér és a fatér fogati értékek között. Szintén laza kapcsolat áll fenn a kijuttatott foszfor és kálium hatóanyagok és a lombkorona-záródás között.

3. táblázat

A lineáris korrelációvizsgálat (r-értékek; $p < 0,05$) (N = 96)

	(1) TSZ	(2) TT	(3) L	(4) Cs	(5) G	(6) D _g	(7) H _g	(8) V
<i>A. Műtrágyázás</i>								
N	-0,07	0,11	0,06	-0,15	0,08	0,16	0,16	0,12
P	-0,19	0,24	0,36	-0,19	-0,08	0,13	0,13	-0,02
K	-0,18	0,22	0,37	-0,17	-0,05	0,14	0,14	0,00
<i>B. Szerkezeti paraméterek</i>								
TSZ		-0,99	0,16	0,40	0,43	-0,53	-0,45	0,29
TT			-0,16	-0,40	-0,45	0,51	0,43	-0,31
L				0,32	-0,04	-0,23	-0,18	-0,04
Cs					-0,04	-0,43	-0,36	-0,09
G						0,53	0,58	0,98
D _g							0,97	0,63
H _g								0,70

Megjegyzés: TSZ : törzsszám; TT : törzstávolság; L: lombkorona-záródás; Cs: cserjeszint-záródás; G: Körlapösszeg; D_g: átlagos mellmagassági átmérő; H_g: átlagmagasság

Eredmények értékelése, következtetések

Az eredmények alapján a 16 évig kijuttatott nagy műtrágyaadagok és a meszezés hatással voltak az akácok mai szerkezetének kialakulására. A kijuttatott hatóanyag-mennyiségekre végzett korrelációvizsgálat alapján a nagyobb dózisú kálium- és foszforműtrágyák kismértékben hozzájárultak a zártabb lombkoronaszinthez. Korábbi vizsgálatok alapján ezek közül csak foszfort találtak nagyobb mennyiségben a talajban (OCKERT, 2006). A lombzáródási paramétereknél figyelembe kell venni a szegélyhatást is. A cserjeszint záródását legjobban befolyásoló tényező a meszezés (a talaj Ca²⁺ tartalma) és az emiatt magasabb pH-érték. A nagyobb törzsszám és a jobban záródott lombkoronaszint nem okozzák a cserjék visszaszorulását.

A korrelációvizsgálat alapján a kijuttatott nitrogén-hatóanyagra, minden szerkezeti paraméterre nézve kis r-értékek adódtak. Ennek oka valószínűleg az, hogy a kevesebb hatóanyagot kapott parcellákon hatékonyabban valósulhatott meg a légköri nitrogén gyökérgümők általi asszimilációja. A nitrát-nitrogén kimosódhat a talajból, a területen korábban végzett vizsgálatok szerint azonban az akáctelepítés előtti mélységi nitrát-felhalmozódás kilenc év után megszűnt, majd a nitrát-többlet később a gyökérszónában jelentkezett (SZOVÁTI et al., 2006; TOLNER et al., 2010).

A kijuttatott mész is kimosódhat a talajból, azonban a cserjék folyamatos körforgásban tartják azt, mert a Ca^{2+} a kimosódás szempontjából immobilizálható – a lehulló levelek jelentős mennyiségben tartalmazzák. A növénytér nagyságának tekintetében az elsődleges befolyásoló tényező a nevelővágások során alkalmazott törzsszám-gyérítő módszer. A meszezett területek szignifikánsan nagyobb törzsszáma azt mutatja, hogy az újulat életképessége és növekedése jobb a mésszel ($+\text{CaCO}_3$) kezelt parcellákon. A nagyobb tápanyagtartalmú talajokon tehát a fiatal akácok kezdetben jobban növekedtek. A nagyobb törzsszámok, így sűrűbb állomány leginkább a magassági- és átmérő- és körlap-értékeket csökkentik. Ez megfelel RÉDEI (2000) vizsgálati eredményeinek. A kijuttatott tápanyagok hatása itt tehát közvetett módon jelentkezik.

A kedvezőtlen talajadottságok és a relatív kevés termőterület ellenére a fatermési osztály mégis jó-közepes. A Nyírségben, Magyarország legjobb hozamú akácosaiban elkészített fatermési táblák (RÉDEI et al., 2011) szerint az átlagmagasságok alapján az állomány a IV. és V. fatermési osztályba tartozik. A térfogati értékek szerint az I. – VI. fatermési osztályba. A relatív alacsonyabb magasságok ellenére tehát a faterfogatok mégis megfelelőnek mondható. A kijuttatott műtrágyaadagok a kezdeti fejlődést indukálhatták jobban, ahogy a talajok tápelem-tartalma kezdett fogyni, úgy a magassági növekedés is lassult. A magassági növekedés lassulása megmutatkozik a területen kilenc éve készített kutatás (OCKERT, 2006) eredményeivel összehasonlítva is.

A vizsgálat során az egyes szerkezeti paraméterekben megállapított különbségeket a kis parcellaméret és az erdők tápanyagforgalmi tulajdonságai miatt nem lehet csak bizonyos kijuttatott tápelemnek tulajdonítani, a hatások minden esetben komplex formában jelentkeznek. Az eredmények megerősítik a 20 éves akácállomány jelentős tápanyag-kiegyenlítő hatását. Lombhulláskor jelentős mennyiségű tápanyag kerül vissza a talajra (akác esetében főleg kalcium és nitrogén) és cserélődik ki a szomszédos parcellák között. Az akáclomb avarja könnyen mineralizálódik és gyorsan felvehetővé válik, így a tápelemek körforgalma is gyors. A lehulló termések foszfortartalma szintén magas. A kis területű parcellák (42 m^2) miatt a fák gyökerei átnyúlnak a szomszédos parcellákra, elősegítve ezzel a tápanyagok cseréjét. A latinnégyzet elrendezés következtében a tápanyagok kiegyenlítődése még hatékonyabban valósul meg.

Összefoglalás

A Gödöllői Agrártudományi Egyetemen 1970-ben 1 hektáros kísérleti területet hoztak létre, ahol 16 éven keresztül vizsgálták különböző műtrágyakezelések (N, P, K) kukorica monokultúrára gyakorolt hatását. Ezt követően összesen $6 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ mennyiségű CaCO_3 -ot juttattak ki a kísérleti terület felére, majd 1995-ben a területre fehér akácot telepítettek. A munka során a nagy mennyiségű, komplex műtrágyázás hosszú távú hatását vizsgáltuk 20 éve telepített akácállomány szerkezeti paramétereire. Ehhez 48 mintaparcellát jelöltünk ki (4x12 műtrágya-kezelés) úgy, hogy minden kezeléscsoportból egy-egy ismétlés legyen.

A legfontosabb meghatározott paraméterek a törzsszám, a törzstávolság, a lombkorona-záródás, a cserjeszint-záródás, a körlepősszeg, az átlagos mellmagassági átmérő, az átlagmagasság és a fatérfogat voltak. Ehhez a mintaterületen található 369 db akác mellmagassági átmérőit és 40 mintafa magasságát mértük meg.

A statisztikai elemzés során kéttényezős varianciaanalízist és korrelációanalízist alkalmaztunk.

Az eredmények alapján minden szerkezeti paraméter esetében szignifikáns különbség volt, a kezelések tehát hatással voltak az akác szerkezetének alakulására. A lineáris korrelációvizsgálat eredményei szerint a kijuttatott tápanyagok és a meszezés hatásai komplex formában jelentkeznek. A kijuttatott foszfor- és kálium csak a lombkorona-záródásra mutatott gyenge korrelációt. A kijuttatott nitrogén hatóanyagra sem lehet korrelációt megállapítani. Ennek oka valószínűleg az, hogy a nagy mennyiséget kapott parcellákon csökkent a légköri nitrogénfixáció. A meszezés hatására több helyen adódott szignifikáns különbség, tehát a kijuttatott CaCO_3 hatással volt az egyes elemek felvehetőségére, így az állomány szerkezeti paramétereire. A meszezés hatása leginkább a növtér nagyságában és a cserjeszint záródásában mutatkozik meg. A csökkent növtér eredményeképp az egyes szerkezeti paraméterek (átlagos mellmagassági átmérő, átlagmagasságok) értékei csökkentek, ez azonban nem okozta a hektáronkénti fatérfogatok alacsonyabb értékét.

A kijuttatott műtrágyaadagok növelték a faállomány térfogatát, a termőhely minősége ellenére jó-közepes fatermési osztályokat lehet megállapítani. A kis parcellaméreték és az erdők tápanyagforgalmának sajátosságai miatt az állomány egyes paramétereit a kiegyenlítődés irányába mutatnak.

Kulcsszavak: akác, műtrágyázás, meszezés, állományszerkezet

Irodalom

- BALOGH L., CSOBOTH I., KOVÁCS G. & TÍMÁR G., 2006. Az akác termesztésének termőhelyi lehetőségei és korlátai. Erdészeti Lapok. **141.** (7–8) 230–233.
- BARTHA D., SZMORAD F. & TÍMÁR G., 2015. A fehér akác (*Robinia pseudoacacia* L.) hazai helyzetének elemzése.
http://www.okologia.mta.hu/sites/default/files/BARTHA_es_mtsai_Akac_attekint_es_2014_vegleges.pdf
- GRUNEWALD, H., BRANDT, K. V. B., SCHNEIDER, B. U., BENS, O., KENDZIA G. & HÜTTL L. F., 2007. Agroforestry systems for the production of woody biomass for energy transformation purposes. Ecological Engineering. **29.** 319–328.
- GYURICZA CS.: Energetikai faültetvény létesítésére alkalmas fajok és fajták (1).
https://www.farmit.hu/sites/default/files/GyuriczaCs_2010szept.pdf (2015. szept.)
- JÁRÓ Z., 1982. Az akác termőhelyigénye és termesztése. Az Erdő. **31.** (4) 155–157.
- KANZLER, M., BÖHM, C. & FREESE, D., 2015. Impact of P fertilisation on the growth performance of black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) in a lignite post-mining area in Germany. Annals of Forest Research. **58.** (1) 39–54.

- MANTOVANI, D., VESTE, M., BOLDT-BURISCH, K., FRITSCH, S., KONING, L. A. & FREESE, D., 2015. Carbon allocation, nodulation, and biological nitrogen fixation of black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) under soil water limitation. *Annals of Forest Research*. **58**. (2) 1–16.
- OCKERT, J., 2006. Biomasse- und Nährstoffbilanzierung für einen unterschiedlich gedüngten 11jährigen Robinienbestand (*Robinia pseudoacacia* L.) auf einer ehemaligen landwirtschaftlichen Dauerversuchsfläche bei Gödöllő (Ungarn). Diplomarbeit. Westungarische Universität. Sopron.
- PLASS, W. T., 1972. Fertilization treatments increase black locust growth on extremely acid surface-mine spoils. *Tree Planters' Notes*. **23**. (3) 10–12.
- RÉDEI K., 2000. Az ültetési hálózat hatása az akácfiatalosok faállomány-szerkezetére és fatermésére. *Erdészeti Lapok*. **135**. (6) 165–166.
- RÉDEI, K., OSVÁTH-BUJTÁS, Z. & VEPERDI, I., 2008. Black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) improvement in Hungary: a Review. *Acta Silvatica*. **4**. 127–132.
- RÉDEI K., CSIHA I., KESERŐ ZS., KAMANDINÉ VÉGH Á. & RÁSÓ J., 2011. Nyírségi akácosok táji fatermési táblája. *Erdészettudományi Közlemények*. **1**. (1) 115–124.
- SZOVÁTI K., FÜLEKY GY. & TOLNER L., 2006. Nitrate accumulation in the soil affected by nitrogen fertilization. *Bulletin of the Szent István University. Gödöllő*. 2006. 97–104.
- TABARI, M. & SALEHI, A., 2009. Long-term impact of municipal sewage irrigation on treated soil and black locust trees in a semi-arid suburban area of Iran. *Journal of Environmental Sciences*. **21**. 1438–1445.
- TOLNER L., VÁGÓ I., SIPOS M., TOLNER I. & FÜLEKY GY., 2010. Energiaerdő hatása a talaj nitráttartalmának mélységi eloszlására.
<http://www.mkk.szie.hu/~tolner/2010/Gyongyos/Energia.pdf> (2016. január)
- VEPERDI G., 2008. Erdőbecsléstan. NyME jegyzet. Sopron.

Érkezett: 2016. január 30.

Effect of long-term fertilization in a black locust plantation

I. HARTA¹, M. GULYÁS² and GY. FÜLEKY²

¹Pákozd; ²Department of Soil Science and Agricultural Chemistry, Institute of Environmental Science, Faculty of Agricultural and Environmental Sciences, Szent István University, Gödöllő

Summary

A one-hectare experiment was set up at the Agricultural University of Gödöllő in 1970 to examine the effect of NPK fertilisation on a maize monoculture. After a period of 16 years half the experimental area was treated with $6 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ CaCO}_3$ and a black locust plantation was established on the experimental area in 1995.

In the course of the present work the long-term effect of a high rate of complex fertilization on the structural parameters of the 20 year-old plantation was examined. A total of 48 sample plots (4×12 fertilization treatments) were designated in such a way that there were two replications of each treatment group. The main structural parameters tested were the tree number, tree distance, crown closure, shrub layer cover, circular section, average diameter at breast height, average height and wood volume. For this purpose the diameter of 369 trees at breast height and the height of 40 sample trees were measured. Statistical analysis was performed using two-factor analysis of variance and correlation analysis.

Significant differences were obtained for all the structural parameters, indicating that the treatments influenced the structure of the plantation. Linear correlation analysis revealed that fertilization and liming had a complex effect. Phosphorus and potassium application were only weakly correlated with crown closure. No correlation was found between the application of nitrogen and the structural parameters, probably due to reduced atmospheric nitrogen fixation on plots given a high rate of nitrogen fertilizer. Liming had a significant effect on the uptake of nutrients and therefore on the structural parameters, especially the growing space and shrub layer cover. Smaller growing space led to a reduction in the average diameter at breast height and in the average height, but not in the wood volume. Fertilization improved the wood volume and the quality of the yield despite the poor fertility of the soil. Due to the small plot size and the special nature of the nutrient cycle in forests the various structural traits tended to compensate for each other.

Table 1. Treatments applied each year. (1) Fertilizer treatment. (2) Unit. (3) Sampling site.

Table 2. Structural parameters determined. (1) Structural parameter. (2) Unit. (3) CaCO_3 content. (4) Mean. (5) Standard deviation. a) Tree number; b) Tree distance; c) Crown closure; d) Shrub layer cover; e) Circular section; f) Mean diameter at breast height; g) Mean height; h) Wood volume.

Table 3. Linear correlation analysis. (1) Tree number, $\text{number}\cdot\text{ha}^{-1}$. (2) Tree distance, m. (3) Crown closure, %. (4) Shrub layer cover, %. (5) Circular section, $\text{dm}^2\cdot\text{ha}^{-1}$. (6) Mean diameter at breast height, cm. (7) Mean height, m. (8) Wood volume, $\text{m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$. A. Fertilizer. B. Structural parameters.

Figure 1. Location of the sample areas on the experimental area

Figure 2. Tree height curve and equation (x : Diameter at breast height; y : Tree height)

Figure 3. Analysis of variance on the tree number (A), crown closure (B) and shrub layer closure (C)

Figure 4. Analysis of variance on the mean diameter at breast height (A) and the mean tree height (B).

Figure 5. Analysis of variance on the circular section (A) and wood volume (B).