

Erdőtelepítések tápanyag-utánpótlásának speciális kérdései

Marozsán Marianna

NYÍRERDŐ Nyírségi Erdészeti Zrt., Nyírerdő
marozsanm@nyirerdo.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

Kísérleteinkben egy baktériumtartalmú biotrágya és a fahamu néhány fiziológiai hatását vizsgáltuk. A modern mezőgazdasággal szemben támasztott legfontosabb elvárások egyike a felhasznált kemikáliák mennyiségének csökkentése. Erre a talaj mikrobiális életének serkentésén keresztül nyílnak lehetőségek. A mikroorganizmusok és a gyökerek szervesanyag kiválasztása kulcsfontosságú a tápelemek felvételében.

A megújuló energiaforrások használatának egyik mellékterméke a fahamu. A mezőgazdasági használata során a legfőbb problémát a fahamu toxikus nehézfém-tartalma jelenti. A fahamu toxikus nehézfém-tartalma nehezen oldódik, ezért kísérleteink alapján nem látjuk akadályát a mezőgazdasági és a kertészeti felhasználásnak sem. A fahamu és a biotrágya az erdészeti és mezőgazdasági növények számára nélkülözhetetlen tápelemeket tartalmaz optimális közeli koncentrációban.

Kulcsszavak: biotrágya, fahamu, magassági növekedés, tőátmérő, levélfelület

SUMMARY

Some physiological effects of bacteria containing fertilizer and some wood ash were examined in the experiments. The minimization of the use of chemicals in agriculture has been an ongoing challenge. One option lies in the intensification of soil life. The release of organic matters by the roots and bacteria play a significant role in the uptake of minerals. The main problem to utilize wood ash in agriculture is its heavy metal contents. The solubility of heavy metals is very low, therefore there is no risk to use the wood ash in the agriculture and in the horticulture according to our experiments. The wood ash and biofertilizer contains several micronutrients in an optimum composition for forestry and agricultural plants.

Keywords: bacteria containing biofertilizer, wood ash, height growth, buff diameter, leaf area

1. BEVEZETÉS

A társadalom jólétének, életminőségének javítása hosszú távon csak akkor biztosítható, ha a társadalmi és gazdasági fejlődés a természeti erőforrásaink védelmével, fenntartható használatával, a megfelelő környezeti minőség elérésével szerves egységben valósul meg.

A megvalósítás fontos eleme lehet a fenntartható mezőgazdaság, amely a környezeti adottságoknak megfelelő eszközöket és anyagokat használja fel a környezet és a természet védelme mellett oly módon, hogy az a gazdálkodó számára profitorientált legyen. A baktériumtartalmú biotrágyák és a fahamu környezetkímélő tápanyag-utánpótlási lehetőségként való alkalmazása egyszerre kíván megfelelni ezeknek

a követelményeknek. Elősegítik a növények tápanyagfelvételét, egyrészt fokozzák a tápanyagok feltáródását, mobilizálását, másrészt közvetlenül is növelik a tápanyagfelvételt.

A növénytermesztés és az erdőgazdálkodás egyik fő kérdése, hogy tudnak-e a növények alkalmazkodni az alacsony pH-hoz, képesek-e tolerálni az alacsony pH kedvezőtlen hatásait, ugyanis az erdő talaja általában szegény tápelemekben, mivel az erdők telepítését csökkent termékenységű talajokon végzik, továbbá a leszivárgó savanyú kémhatású csapadékvíz a kationok kimosódását okozza.

Az erdőművelés többféle módon befolyásolja az erdők tápanyag-gazdálkodását. A legtöbb erdőművelési beavatkozás csökkenti a talaj eredeti tápelem-tartalmát. Ilyen hatása van a fakitermelésnek is, mely során nagymértékű a kivont tápelemek mennyisége. A végkitermelésű erdőknél több tonna a kivágott fával a területről elszármazó kationok mennyisége. Ez rendkívüli módon csökkenti a talaj pH-ját és puffer kapacitását, bizonytalanná téve a következő növényállomány fejlődését. A szántóföldi kísérletek során arra a kérdésre kerestük a választ, hogy a fahamu és a baktérium tartalmú biotrágya felhasználható-e a különböző növények tápanyag-utánpótlásának biztosítására.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A mikroorganizmusok szerepe a növények tápanyagellátásában

A gyökerek által kiválasztott szerves anyagok nem csupán szervesanyag forrást jelentenek a mikroorganizmusok számára, hanem sajátos jeleknek is felfoghatók. Számos esetben a flavonoidok a gyökér exudátumok aktív komponensei. Bizonyos baktériumok közvetlenül serkentik a növények növekedését és fokozzák a termést, míg más mikroorganizmusok indirekt módon hatnak. A mezőgazdasági gyakorlat már használ néhányat a kedvező hatású baktériumok közül, mint mikrobiális talaj inokulátumokat (Okon, 1985).

A mikroorganizmusok elősegítik a növények tápanyagfelvételét is. Ez két alapvető hatásra vezethető vissza: 1. fokozzák a tápanyagok feltáródását, mobilizálását, 2. közvetlenül is fokozzák a tápanyagfelvételt. Korai kutatások eredményeként tisztázódott (Gerretsen, 1948; Katznelson és Bose, 1959), hogy az inokulált baktériumok elősegítették a foszfor felvehetőségét, a szerves foszfátok mineralizációját fokozták és az oldhatatlan foszfátot oldhatóvá tették. A talaj inokulálása *Azospirillum brasiliense*-vel a búza, a cirok és a kukorica esetében jelentősen növelte a nitrogén-, a kálium- és a foszfor

felvételét (Morgenstein és Okon, 1987). A búza talaját inokulálva *Azospirillum*-al, azt tapasztalták, hogy a gyökér csúcs mögötti része intenzívebben fejlődött, megnőtt a gyökérszőrök felülete, ami a tápanyagok fokozott felvételéhez vezetett (Okon et al., 1988). Más kísérletekben azt tapasztalták, hogy a *Pseudomonas putida* törzsével inokulált talajon fokozódott a ^{32}P felvétele, és szignifikánsan emelkedett a gyökér és a hajtás ^{32}P -tartalma is (Lifshitz et al., 1987).

2.2. A fahamu

A fahamu felhasználásának kezdete az elmúlt századokra nyúlik vissza. A 19. századtól rendszeresen használták Észak-Európa állattartó régióiban, a legelők mielőbbi használatba vételére. Ezekben az országokban a hosszú tél miatt nagyon lassan olvadt el a hó a legeltetésre szánt területeken, ezért feltehetően még régebbre visszanyúló népi tapasztalat alapján a télen összegyűjtött fahamut kiszórták a területre. A fahamu hatására a hó gyorsabban és folyamatosan olvadt el. Ezzel elkerülték a területek vízborítását – ami a gyors olvadás következménye –, miközben jelentős mennyiségű tápanyagot is juttattak a legelőre. Göke (1998) kísérleteiben kimutatta, hogy a fahamuval kezelt hó fény- (energia) visszaverő képessége (albedo) 53%-kal csökkent, míg a hóréteg vékonyodása 195%-os volt a kezeletlen felületekhez viszonyítva.

A fahamu mezőgazdasági alkalmazása elmarad az erdészeti alkalmazástól, igaz, az erdészeti alkalmazás sem általános. Terjedését elősegíti a tűzifára alapozott erőművek terjedése, vagy a hagyományos tüzelőanyagról való átállásuk a fatüzelésre, valamint az, hogy a nagy mennyiségű fa kitermelésével a fában – sokszor több évtized alatt – felhalmozott tápanyagok visszajuttatása a kitermelés területére a talaj termékenységét, minőségét megőrző tényezővé vált. Az intenzív erdőművelésnél a talajok tápanyaggal való feltöltésének legegyszerűbb és költségtakarékos módja a fahamu visszaszállítása és kijuttatása a kérdéses területre.

A fahamu kijuttatásával a talajok savanyodása megállítható, mivel lúgos kémhatású, ugyanakkor a növények számára létfontosságú makro- és mikroelemek kedvező hatása a termésgyarapodásban mérhető.

A talaj termékenységét a fahamu több kísérletben fokozta. A savanyú talajok esetében ez a hatás kifejezett volt. A savanyú talajok kezelése fahamuval fokozta a foszfor felvehetőségét. 6 pH alatti talajoknál ugyanis a vas és az alumínium csökkenti a foszfor felvehetőségét, továbbá néhány esszenciális mikroelem felvétele is gátolva van. A fahamu vagy a kalcium-karbonát túladagolása hasonló hatású. 7 pH felett nehezen oldódó kalcium- és magnézium-

foszfátok keletkeznek, ami a növények mérsékelt növekedését okozza. Kísérletekkel igazolták, hogy fahamut használva lúgosító anyagként a tradicionális kalcium-karbonát helyett a foszfor hozzáférhetősége és felvétele fokozódott, ezzel párhuzamosan a termés mennyisége is nőtt (Lickacz, 2002).

A fahamu egyik fontos komponense a kén. A Patterson és mtsai (2004) által végzett kísérletekben a fahamu 1,7% SO_4 -ot tartalmazott. Szoros összefüggést mutattak ki a magvak olajtartalma és a növények kén ellátottsága között. Nuttal et al. (1987) szerint már 25 kg/ha kén az olajtartalom 5-6%-os növekedését eredményezi.

A fahamu alkalmazását követően a növekvő terméssel jelentős mennyiségű tápanyagot vonunk ki a talajból, sőt egyes vélemények szerint kifejezetten kizsaroljuk a területet (Vesterinen, 2003), tehát a fahamuval, mint lúgosító anyag, és úgy is, mint tápanyag körütekintően kell bánni. Ennek oka a fahamu esetenkénti nagyobb toxikus nehézfém-tartalma. Ez nagymértékben függ az alapanyag (fa) termőhelyi adottságaitól. Az erdészeti kultúráknál nincs közvetlen és közvetett káros hatás, az erdei aljnövényzetben, gombákban sem mértek magasabb nehézfém-tartalmat a fahamuval kezelt területeken (Vesterinen, 2003).

Több kutató a fahamu visszajuttatását a termőterületekre egy természeti ciklus részeként tekinti, és kellő körütekintéssel javasolja az erdészeti és a mezőgazdasági kultúrákban egyaránt (Taipale, 1996).

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

A kísérlet a NYÍRERDŐ Nyírségi Erdészeti Zrt. Debreceni Erdészetének 2 erdőtömbjében lett beállítva.

A kísérlet során 6 különböző kezelést vizsgáltunk egyenként 20×50 m-es parcellákban. Debrecen 294 H területen a genetikai talajtípus csernozjom barna erdőtalaj, fizikai talajfélesége a homok, termőréteg vastagsága mély, a terület fekvése sík. A letermelt faállomány a kocsányos tölgy (*Quercus robur*) volt. Hajdúböszörmény 40 C területen a genetikai talajtípus humuszos homok, fizikai talajfélesége a homok, termőréteg vastagsága mély, a terület fekvése sík. A letermelt faállomány az akác (*Quercus robur*) volt. A minták vételére is itt került sor. A minták és a fahamu kémiai analízisét a DE AMTC Műszerközpontja végezte, az egyéb méréseket a Debreceni Egyetem Agrár- és Műszaki Tudományok Centruma (DE AMTC) Növénytudományi Tanszékén végezték.

Kísérleti fafajként akácot (*Robinia pseudoacacia*), tölgyet (*Quercus robur*), illetve nemes nyárt (*Populus x euramericana*) használtam (1-2. kép).

1. kép: Kísérleti akác fafaj



Picture 1: The experimental acacia tree species

2. kép: Kísérleti tölgy illetve nyár fafaj



Picture 2: The experimental oak and poplar tree species

3.1. Alkalmazott kezelések

3.1.1. A biotrágya: Phylazonit MC®

Az alkalmazott biotrágya a Phylazonit MC® volt. A Phylazonit MC® egy többhasznú, baktériumtartalmú biotrágya, amely viszkózus folyadék, a szerves és szervetlen összetevők mellett két baktériumot, az *Azotobacter chroococcumot* ($1-2 \times 10^9$ db cm^{-3}) és a *Bacillus megatheriumot* ($1-2 \times 10^8$ db cm^{-3}) tartalmazza. A kísérlet során az alkalmazott dózis a $10 \text{ dm}^3 \text{ ha}^{-1}$ volt. A szabadalmi leírások szerint eddig három lényeges alkalmazási területe van:

- a talaj nitrogéntartalmának gazdagítása és foszfor felvehetőségének javítása,
- a nagy rosttartalmú tarlómaradványok mineralizációjának gyorsítása,
- a talajélet serkentése.

3.1.2. A fahamu

Kísérleteinkben a NYÍRERDŐ Nyírségi Erdészeti Zrt. Nyírbátori Fafeldolgozó Üzeméből származó akácfa hamuját használtuk. A fahamut a következő

dózisban adagoltuk ki a 20×50 m-es kezelési parcellákban: 5 t ha^{-1} fahamu, 1 t ha^{-1} fahamu, 5 t ha^{-1} fahamu+ $10 \text{ dm}^3 \text{ ha}^{-1}$ Phylazonit, 1 t ha^{-1} fahamu+ $10 \text{ dm}^3 \text{ ha}^{-1}$ Phylazonit.

3.2. Alkalmazott módszerek

3.2.1. Az akácfa elemtartalmának meghatározása

A minták elemtartalmának meghatározását a DE AMTC Műszerközpontjában, OPTIMA 3300DV ICP-OES (Perkin-Elmer) típusú spektrofotométerrel végeztük.

3.2.2. A levelek felületének meghatározása

A levelek felületét speciális Delta T-1 típusú levélfelület mérővel mértük.

3.2.3. A levelek szárazanyag-tartalmának meghatározása

A növényi részek aktuális szárazanyag-tartalmát termogravimetriás módszerrel határoztam meg. Az uborka és kukorica növények hajtását és gyökerét külön választva, négyszeres ismétlésben előre felmelegített $85 \text{ }^\circ\text{C}$ -os szárítószekrénybe helyeztem 48 h-ra. A tömegmérésekhez Ohaus (Svájc) típusú analitikai mérleget használtunk.

3.2.4. A levelek fotoszintetikus pigment-tartalmának meghatározása

Mértem a levelek relatív klorofiltartalmát SPAD-502 (MINOLTA, Japán) klorofill mérővel. Méréseinkben SPAD-egységek szerepelnek.

4. KÍSÉRLETI EREDMÉNYEK

4.1. A fahamu elem tartalma

A hamu elemtartalmának a meghatározását spektrofotometriásan végeztük. A vizsgálati eredményeket az 1. táblázat mutatja.

A fahamu elem tartalma nagy, a növények számára fontos makro- és mikroelemekből jelentős mennyiséget tartalmaz. A minta alumínium-, nikkell- és krómtartalma nagyságrendekkel kisebb. Ezen elemek előfordulása a hamuban az eredeti növényállomány termőhelyi adottságaival van összefüggésben. Az alumínium különböző szilikátokban fordul elő a talajban, $\text{pH} < 5$ alatt oldódik nagyobb mennyiségben, jelenléte a mintában ezzel magyarázható. Humánéletteni szempontból a króm jelentősége nem elhanyagolható, kedvező hatása miatt esetenként táplálék-kiegészítőként is alkalmazzák. A nikkell mért mennyisége kifejezetten az elégetett fa eredeti termőhely talaj-tulajdonságaival van összefüggésben.

Néhány elem koncentrációja az akácfa hamujában

elemkoncentráció a fahamuban (mg kg ⁻¹)(1)										
esszenciális tápelemek(2)						potenciálisan toxikus elemek(3)				
Ca	Mg	P	Fe	Mn	Cu	Zn	Al	Cr	Ni	Pb
343070	19378	34042	4235	11870	97,7	96,61	4018	3,3	40,76	30,38
±7725	±527	±4750	±217	±411	±2,9	±2,87	±150	±0,07	±1,2	±0,97

Table 1: The contents of different elements in wood ash
 Contents of some elements in wood ash in mg kg⁻¹(1), essential elements(2), potentially toxic elements(3)

4.2. Különböző kezelések hatása a kísérleti fajok növekedésére

Vizsgáltuk a különböző dózisu fahamu és a Phylazonit MC hatását a kísérleti fajok növekedésére. Azt tapasztaltuk, hogy valamennyi kezelés pozitívan hatott. Az 5 t ha⁻¹ kezelés mutatkozott a legeredményesebbnek.

A fahamuval kijuttatott Phylazonit-kezelés hatására bekövetkezett pozitív hatást azzal magyarázhatjuk, hogy a fahamu hatására a biotrágya baktérium komponensei révén aktívan bekapcsolódik a talaj-növény- tápanyagfelvétel kapcsolatrendszerbe. A baktériumok által kiválasztott szerves anyagok

kötik a kationokat, így azok felvehetősége csökken, mérséklődik az általuk kifejtett stressz-hatás is.

Kísérleti eredményeinket a 2. táblázat szemlélteti.

A csemetéknél gyorsabb kezdeti növekedés volt tapasztalható a kezelések hatására. Ennek okán hamarabb „kinő” a vad szája alól, így csökkenteni lehet a vadkárt. Kísérleti növényeink is azt példázzák, hogy a fahamu kezelés hatására a növényzet bujább és oldalirányba növekedése fokozottabb, mint a kontroll növényeké, ami szintén akadályozó tényező a vad számára, hogy a hajtáscsúcsot károsítsa. Kísérleti növények a 3-4. képen láthatóak.

Különböző kezelések hatása a kísérleti fajok növekedésére (cm), (n=10±s.e.)

Kísérleti terület(1)	Kezelések(6)	Kontroll(7)	5 t ha ⁻¹ fahamu(8)	1 t ha ⁻¹ fahamu(9)	10 dm ³ ha ⁻¹ Phylazonit(10)	5 t ha ⁻¹ fahamu +10 dm ³ ha ⁻¹ Phylazonit(11)	1 t ha ⁻¹ fahamu +10 dm ³ ha ⁻¹ Phylazonit(12)
	Kísérleti fafaj(2)						
Józsa	Tölgy(3)	25,4±0,7	32,6±0,9	25,8±0,6	27,9±1,20	30,1±0,8	27,5±0,45
	Nyár(4)	171,5±0,68	185,8±1,2	174,4±1,09	169,6±0,85	172,5±1,3	173,5±0,9
	Akác(5)	185,9±0,16	203,9±0,70	203,5±0,4	187,5±0,30	197,7±0,5	196,6±1,05
Bodaszőlő	Tölgy(3)	24,8±0,93	31,9±0,30	30,1±0,6	27,5±0,55	28,8±0,75	27,2±0,50
	Nyár(4)	133,2±0,51	147,6±1,05	137,6±1,5	134,1±0,25	143,3±0,40	140,2±0,50
	Akác(5)	145,6±0,46	155,9±0,70	151,1±0,40	150,4±0,50	153,6±0,8	153,3±0,85

Table 2: Effects of different treatments on the height growth (cm), (n=10±s.e.)
 Experimental area(1), experimental tree species(2), oak(3), poplar(4), acacia(5), treatments(6), control(7), 5 t ha⁻¹ wood ash(8), 1 t ha⁻¹ wood ash(9), 10 dm³ ha⁻¹ Phylazonit(10), 5 t ha⁻¹ wood ash+10 dm³ ha⁻¹ Phylazonit(11), 1 t ha⁻¹ wood ash+10 dm³ ha⁻¹ Phylazonit(12)

3. kép: 5 t ha⁻¹ fahamu hatása a nyár fafajra



Picture 3: Effects of 5 t ha⁻¹ wood ash on poplar

4. kép: Kezeletlen (kontroll) nyár fafaj



Picture 4: Control poplar

4.3. Különböző kezelések hatása a kísérleti fajok tőátmérőjére

Következő lépésként vizsgáltam a különböző kezelések hatását a kísérleti fajok tőátmérőjére. Az 5 t ha⁻¹ fahamu kezelés pozitív hatása itt is megmutatkozott, kiugró értékeket kaptunk a magasabb dózis alkalmazása során valamennyi kezeléshez képest (3. táblázat).

Vizsgálataim során azt tapasztaltam, hogy a lassabb növekedésű tölgy esetében a kezelések nem mutattak jelentős különbségeket a kontrollhoz képest, ami arra enged következtetni, hogy amennyiben a cél minél nagyobb élő fatömeg előállítás a trágyázás folyamán, akkor célszerű a trágyázást gyorsan növekvő fajok esetében alkalmazni.

3. táblázat

Különböző kezelések hatása a kísérleti fajok tőátmérőjére (cm), (n=10±s.e.)

Kísérleti terület(1)	Kezelések(6)		Kontroll(7)	5 t ha ⁻¹ fahamu(8)	1 t ha ⁻¹ fahamu(9)	10 dm ³ ha ⁻¹ Phylazonit(10)	5 t ha ⁻¹ fahamu +10 dm ³ ha ⁻¹ Phylazonit(11)	1 t ha ⁻¹ fahamu +10 dm ³ ha ⁻¹ Phylazonit(12)
	Kísérleti fafaj(2)							
Józsa	Tölgy(3)		0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
	Nyár(4)		2,09±0,19	3,06±0,08	2,68±0,11	2,63±0,25	2,71±0,25	2,47±0,45
	Akác(5)		2,15±0,23	2,71±0,70	2,54±0,3	2,4±0,13	2,64±0,03	2,41±0,15
Bodaszőlő	Tölgy(3)		0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
	Nyár(4)		1,96±0,11	2,72±0,05	2,38±0,15	2,35±0,25	2,51±0,32	2,34±0,05
	Akác(5)		1,99±0,26	2,34±0,17	2,17±0,40	2,11±0,10	2,15±0,08	2,01±0,09

Table 3: Effects of different treatments on the butt diameter (cm), (n=10±s.e.)

Experimental area(1), experimental tree species(2), oak(3), poplar(4), acacia(5), treatments(6), control(7), 5 t ha⁻¹ wood ash(8), 1 t ha⁻¹ wood ash(9), 10 dm³ ha⁻¹ Phylazonit(10), 5 t ha⁻¹ wood ash+10 dm³ ha⁻¹ Phylazonit(11), 1 t ha⁻¹ wood ash+10 dm³ ha⁻¹ Phylazonit(12)

4.4. A Phylazonit MC[®] és a fahamu hatása a relatív klorofill-tartalomra

A levelek klorofill-tartalma és fotoszintetikus aktivitása között szoros összefüggés van. Ezért vizsgáltuk a különböző kezelések hatását a levelek relatív klorofill-tartalmára. Minél nagyobb a levelek klorofill-tartalma, annál intenzívebb a fotoszintézis. Az intenzívebb fotoszintézis pedig nagyobb szerves

anyagot eredményez. A levelek relatív klorofill-tartalmának alakulását a különböző kezelések hatására az 1. ábra szemlélteti.

A mért klorofill-tartalom alátámasztja a vizuális megfigyeléseket. A relatív klorofill-tartalom minden kezelésnél viszonylagosan nagy. Az eredmények alapján állíthatjuk, hogy a vizsgált készítmények növelték a levelek klorofill-tartalmát az abszolút kontrollhoz viszonyítva.

1. ábra: A Phylazonit és a fahamu hatása a levelek klorofill-tartalmára

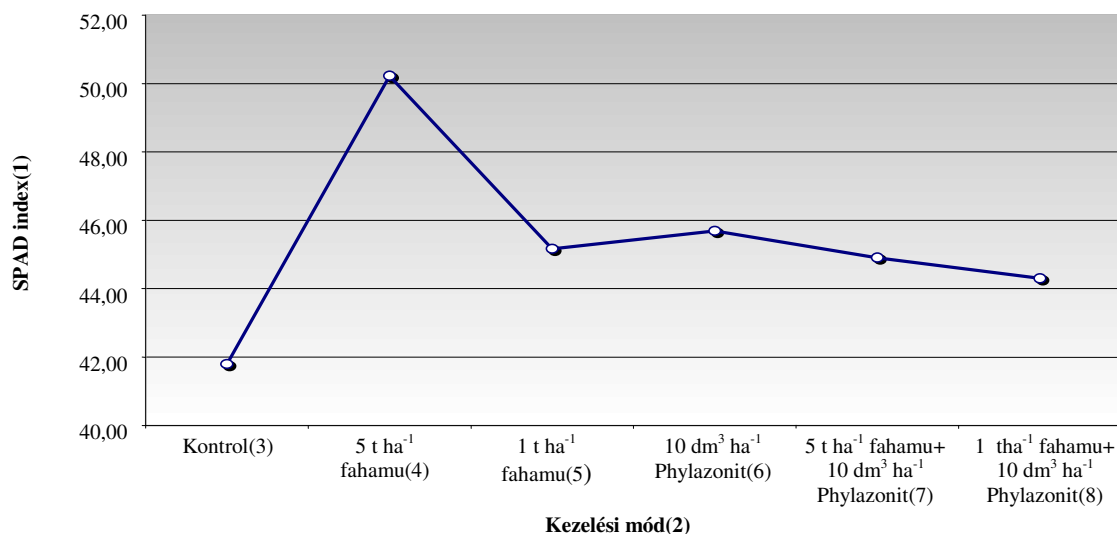


Figure 1: Effects of Phylazonit and wood ash on the relative chlorophyll contents of leaves

SPAD index(1), treatments(2), control(3), 5 t ha⁻¹ wood ash(4), 1 t ha⁻¹ wood ash(5), 10 dm³ ha⁻¹ Phylazonit(6), 5 t ha⁻¹ wood ash+10 dm³ ha⁻¹ Phylazonit(7), 1 t ha⁻¹ wood ash+10 dm³ ha⁻¹ Phylazonit(8)

4.5. A Phylazonit MC[®] és a fahamu hatása a levelek felületére

A növények számára a levél jelenti az asszimilációs felületet, ezért fontosnak tartottuk, hogy megvizsgáljuk, a kezelések miként hatnak a

levelek felület nagyságára. Ugyanis a levélfelületben bekövetkező változás jellemzi a fotoszintézis intenzitását, a szerves anyag produkció változását. Minél nagyobb az asszimilációs felület, a fa annál több biomassza termelésre képes (4. táblázat).

4. táblázat

A különböző kezelések hatása a levélfelületre (mm²) (n=4±s.e.)

Kísérleti terület(1)	Kezelések(6)		Kontroll(7)	5 t ha ⁻¹ fahamu(8)	1 t ha ⁻¹ fahamu(9)	10 dm ³ ha ⁻¹ Phylazonit(10)	5 t ha ⁻¹ fahamu +10 dm ³ ha ⁻¹ Phylazonit(11)	1t ha ⁻¹ fahamu +10 dm ³ ha ⁻¹ Phylazonit(12)
	Kísérleti fafaj(2)							
Józsa	Tölgy(3)		9214,00±178	10451,21±113	10186,65±199	10126,25±367	10249,76±327	10197,76±268
	Nyár(4)		16261,70±334	24013,65±303	23896,15±405	23527,78±502	24029,65±304	24028,52±245
	Akác(5)		29470,03±512	49810,52±657	47434,38±401	46832,643±428	47978,91±367	47834,76±427
Bodaszőlő	Tölgy(3)		7746,88±146	9610,00±456	9526,12±238	9128,38±197	9185,24±101	9376,87±373
	Nyár(4)		12853,37±241	20521,13±321	19483,00±272	19005,38±368	19579,67±258	19053,75±482
	Akác(5)		37491,28±344	45001,89±714	44644,39±485	44133,12±433	4421,51±437	4827,75±427

Table 4: Effects of different treatments on the leaf area (mm²) (n=4±s.e.)

Experimental area(1), experimental tree species(2), oak(3), poplar(4), acacia(5), treatments(6), control(7), 5 t ha⁻¹ wood ash(8), 1 t ha⁻¹ wood ash(9), 10 dm³ ha⁻¹ Phylazonit(10), 5 t ha⁻¹ wood ash+10 dm³ ha⁻¹ Phylazonit(11), 1 t ha⁻¹ wood ash+10 dm³ ha⁻¹ Phylazonit(12)

Eredményként megállapítható, hogy valamennyi kezelést növelte a levélfelületet a kontrollhoz képest, és szignifikáns változást okozott az elvégzett próbák alapján. A kezelések hatása a szárazanyag-tartalomra is kifejezett volt.

5. KÖVETKEZTETÉSEK

Az ipari melléktermékként keletkezett fahamu a növények számára nélkülözhetetlen, létfontosságú elemeket tartalmaz jelentős koncentrációban. A mért elemek koncentrációja kedvezőnek tekinthető. A fahamu jelentős kiegészítő anyag lehet a növények tápanyag-utánpótlásában. Jelentőségét fokozza, hogy egy melléktermék újrahasznosításáról lehet szó, illetve az, hogy a fahamu nem tekinthető klasszikus

kemikáliának, természetes körülmények között is keletkezik. Ismert az erdőtüzek vagy pusztatüzek után megújuló vegetáció intenzív növekedése, ami a keletkezett fahamu kedvező hatására is visszavezethető. A fahamu alkalmas lehet az emberi tevékenység miatt savanyodó talajok természetes állapotának a helyreállítására, így környezetvédelmi szempontok is indokolják a további vizsgálatokat.

Kísérleti eredményként megállapíthatjuk, hogy a kezelések kedvezően hatottak a növények főbb fiziológiai mutatóira. A relatív klorofiltartalom minden kezeléskor viszonylagosan nagy volt. A baktériumtartalmú Phylazonit MC[®] kedvező hatása a mikroorganizmus-talaj-növény kölcsönhatás eredménye.

IRODALOM

- Gerretsen, F. C. (1948): The influence of microorganisms on the phosphate intake by the plant. *Plant Soil* 1. 51-81.
- Göke, C. (1998): Artificial blackening of snow influence on the melt velocity. Lulea Univ. of Technology, Division of Water Resources Engineering. Report for a senior design project
- Katznelson, H.-Bose, B. (1959): Metabolic activity and phosphate dissolving capability of bacterial isolates from wheat roots, rhizosphere and non-rhizosphere soil. *Can. J. Microbiol.* 5. 79-85.
- Lickacz, J. (2002): Wood Ash- an Agricultural Liming material for Agricultural Soils. in: *Agri-facts*, febr.2002. Alberta/Canada
- Lifshitz, R.-Klopper, J. W.-Kozlowski, M. (1987): Growth promotion of canola (rapeseed) seedling by a strain of *Pseudomonas putida* under gnotobiotic conditions. *Can. J. Microbiol.* 33. 390-395.
- Morgenstein, E.-Okon, Y. (1987): Promotion of plant growth and NO₃⁻ and Rb⁺ uptake in *Sorghum bicolor* × *Sorghum sudanense* inoculated with *Azospirillum brasilense* Cd. *Arid Soil Res. Rehabil.* 1. 211-217.
- Nuttal, W. F.-Ukrainetz, H.-Szewart, J. W. B.-Spurr, D. T. (1987): The effect of nitrogen, sulphur, and boron on yield and quality of rapeseed (*Brassica napus* L. and *B. campestris* L.) *Can. J. Soil Sci.* 67:545-559.
- Okon, Y. (1985): *Azospirillum* as a potential inoculant as crop-yield enhancers. *CRC Crit. Rev. Biotechnol.* 6. 61-85.
- Okon, Y.-Fallik, S.-Yahalom, E.-Tal, S. (1988): Plant growth promoting effects of *Azospirillum*. In 'Nitrogen Fixation: Hundred Years After' (Eds: Bothe, H.-de Bruijn, F. J.-Newton, W. E.) Fischer Verlag, Stuttgart, 741-746.
- Patterson, S. J.-Acharaja, S. N.-Bertschi, A. B.-Thomas, J. E. (2004): Application of Wood Ash to Acidic Boreal Soils and its Effect on Oilseed Quality of Canola. *Agr J.* 96:1344-1348.
- Taipale, R. (1996): Characteristics of solid fuels. M.Sc Thesis, University of Jyväskylä, Dept. of Chemistry, Lab. of applied chem. Jyväskylä, Finland
- Vesterinen, P. (2003): Wood Ash Recycling. State of the Art in Finland and Sweden. Research Report (PRO2/6107/03)