

RÖVID VÁGÁSFORDULÓJÚ ENERGETIKAI ÜLTETVÉNYEK LOMBTÖMEGÉNEK VIZSGÁLATA, SZÉNKÖRFORGALOMBAN BETÖLTÖTT SZEREPE

Szalay Dóra¹ - Dr. Borovics Attila² - Dr. Bidló András¹

¹Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar

²Erdészeti Tudományos Intézet

Összefoglalás

Az energetikai ültetvények CO₂-mérlegének szempontjából kiemelkedő jelentőség a lombtömeg meghatározása. A vizsgálatokhoz 4 fajta/faj került kiválasztásra, az olasz származású *Populus x euramericana* Ø12-14, a hazai nemesítésű *Populus x euramericana* ØKoltay, valamint a *Robinia pseudoacacia* és a *Salix alba* ØDrávamenti. Kutatásaink során arra a megállapításra jutottunk, hogy a vizsgált területen a magyar nemesítésű ØKoltay nyárfajta az olasz nyárfajtaival szemben magasabb lombtömeg hozamokat produkál párhuzamosan az intenzívebb növekedéssel, azonban a 4 fajta/faj közül a 3 éves akác esetében kaptuk a legmagasabb lombtömeget egy hektárra vonatkoztatva. Ekkor az ültetvény teljes 20 éves élettartama alatt 3 éves vágásforduló esetén a talajba jutott C mennyiség mintegy 37 t hektáronként, amelynek csupán 13%-a kerül a vizsgált f z esetén a talajba.

Bevezetés, célkitűzés

A jelen tanulmány célja a rövid vágásfordulóú energetikai ültetvények lombtömeg vizsgálat eredményeinek ismertetése, egy, kettő és három éves sarjak esetében. A lombtömeg mennyiségét befolyásoló tényezők bemutatása, korrelációanalízis segítségével a sarjfatömege és lombtömege közti összefüggések felírása. A lomb által a talajfelszínre juttatott szén-tömegének ismertetése, a talajba juttatott tápanyag szempontjából legkedvezőbb vágásforduló kiválasztása.

Az energetikai célú biomassza termesztés egyik lehetséges formája a sarjaztatásos energetikai ültetvények létesítése. A 45/2007. (VI. 11.) FVM rendelet szerint sarjaztatásos típusú fás szárú energetikai ültetvény kizárólag nyár, f z és akác fajokból létesíthető. A jelenleg hazánkban telepített ültetvények nagysága 2338 ha, amelynek legnagyobb részét, mintegy 72%-át a nemesnyár alkotja [NÉBIH, 2013], mivel a rendelkezésre álló területek hasznosítására leginkább ezek alkalmasak [Borovics et al., 2013]. A f z az ültetvények 19%-át, míg az akác 9%-át teszi ki [NÉBIH, 2013]. Munkánk során a minél jobb összehasonlíthatóság kedvéért mindhárom fafajt vizsgáltuk.

A fa a levélen keresztül veszi fel szén-dioxid formájában a szenet annál nagyobb mennyiségben, minél nagyobb lombtömeggel, illetve levélfelülettel rendelkezik [Ibity, 1955]. Számítások szerint egy lombköbméter asszimiláló felület egy évben, a vegetációs időszakban 440 gramm oxigént termel és 590 gramm szén-dioxidot dolgoz fel [Radó, 1999]. A teljes karbon mérlegben a levélzetnek tehát kiemelkedő szerepe van. A teljes C megkötés a rövid vágásfordulóú ültetvényeknél lényegesen magasabb, mint az egynyári szántóföldi növények esetében, de elmarad a kifejtett erdőkéhez képest. A megnövekedett C koncentráció a rövid vágásfordulóú ültetvények talajában nagyrészt a magas éves lombavar mennyiségnek köszönhető, átlagosan 1-5 t/ha/év. [Boman-Turnbull, 1997]. Így a könnyen felvehető C forrás a f z tömegét alkotja a talajlakó mikroorganizmusok számára a lombohullásból származó avar [Huang and Schoenau, 1996]. Rubino és társai avarmanipulációs vizsgálatokat végeztek, amelyben megállapították, hogy egy év elteltével a talajfelszínre hullott levélvar elvesztette körülbelül 80%-át az eredeti súlyának. Az avar C-tartalmának nagy része (67±12%-a) inputként a talajba került, amely kétszer annyi, mint a légkörbe felszabaduló CO₂ mennyiség (30±3%) [Rubino et al., 2010]. A vizsgált fafajok faanyagának és levélzetének C tartalma irodalmi adatok

alapján nem mutat túl nagy eltéréseket. Elemanalizátoros vizsgálatok során a törzs 49,0-49,4%, a levélzet 43-56%-os értéket mutat (Heller et al., 2003; Rahmonov, 2009).

A rövid vágásfordulójú fás szárú energetikai ültetvények a szántóföldi növényekhez képest sokkal kevesebb mesterséges tápanyag utánpótlást igényelnek (Gustafsson et al., 2007). A sokkal alacsonyabb m_{ve} és m_{tr} trágyázási igénynek köszönhetően sokkal alacsonyabb a karbon lábnyomuk a bioüzemanyag alapanyagának termesztésével szemben is (Heller et al., 2004).

Anyag és módszer

A méréseket az ERTI bajti energetikai kísérleti ültetvényén végeztük, amelyen 2007 áprilisában 3,00*0,40 m-es hálózatban, 3 ismétlésben, 66 sorban, soronként 100 egyed került ültetésre. Az egyes sorokban különböző klónokat telepítettek. A terület gyertyános-tölgyes klímában lévő, többletvízhatástól független, vályog fizikai féleségű, mély termőrétegű öntéses erdő talaj.

Az ültetvény elnevezése, hogy egyazon területen azonos talaj és klimatikus viszonyok között több faj illetve klón is megtalálható, egy, kettő és három éves korban. Ezek közül négy széles körben elterjedt, köztermesztésben lévő fajtát választottunk ki: *Populus x euramericana* Ø-214Ø, *Populus x euramericana* ØKoltayØ, *Robinia pseudoacacia*, *Salix alba* ØDrávamentiaØ

A vizsgálatokat a törzsek esetében 4-szeres ismétlésben végeztük el, a minták véletlenszerűen kerültek kiválasztásra. A mérések elvégzésére 2013. augusztus és szeptember hónapokban került sor, amikor a levelek már teljes méretükben és tömegükben jelen vannak, de a lombhullás még nem indult meg.

A terepi mérések során vizsgáltuk az egy t_{höz} tartozó sarjszámot, a sarjak tömegét, t_{átmérj}t, mellmagassági átmérj_t, magasságát és a sarjakhoz tartozó lombtömeget. Meghatároztuk a levelek nedvesség tartalmát, majd ebből kiszámítottuk a szárazanyagra vonatkoztatott tömeget. Hasonló laboratóriumi vizsgálatokat végeztünk a faanyagra vonatkozóan. Az adatok kiértékelését a STATISTICA 11 szoftverrel és Microsoft Excel táblázatkezelővel végeztük.

Eredmények

Az első vegetációs időszak utáni visszavágás a második évtől intenzív sarjképzésre készíteti a növényeket. A kísérletben vizsgált növényanyag közül a ØKoltayØ nyár és a ØDrávamentiaØ f z esetében figyeltük meg a legmagasabb hajtásszámot. A ØKoltayØ fajta és az akác esetében a kor növekedésével egyes vesszők visszafejlődnek, esetenként elhalnak. Az olasz származású Ø-214Ø fajta, valamint a f z esetében a korral emelkedik az egy t_{höz} tartozó sarjak száma.

Az 1. táblázatból jól leolvasható, hogy a f z esetében a magas sarjszámnak köszönhetően kevésbé intenzív a magassági növekedés, ezzel ellentétben az akácnál és a nyaragnál az egyes sarjak több mint 4 méteres magasságot is elérnek a 3. évben.

Jól látható a különbség az 1. ábrán az egyes fajták ágszerkezetében. Az olasz nyárnál és az akácnál sokkal erőteljesebb oldalágak alakultak ki, míg a Koltay nyár és a f z esetében vagy nem, vagy gyengébb oldalágak figyelhetők meg. Éppen az oldalágak miatti jelentős eltérések miatt a vizsgált mellmagassági átmérőket a különböző energetikai ültetvények esetében nem adnak lehetőséget az összehasonlításra.

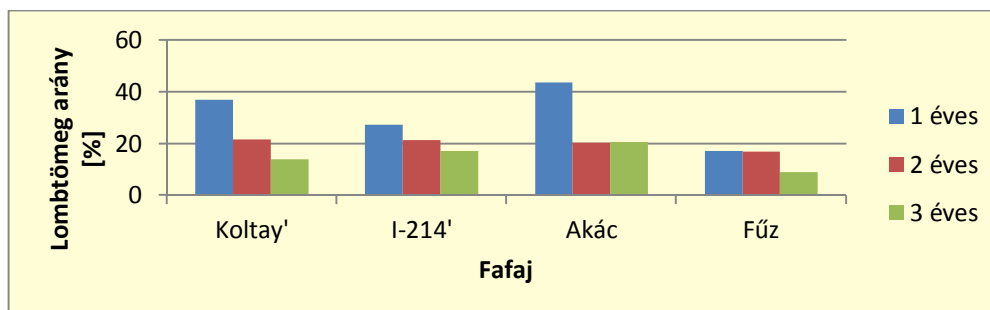
A nagy mennyiségű levélserű ágrendszer igényel. Így az Ø-214Ø és az akác esetében, a harmadik évben az alacsonyabb faanyag hozam ellenére magasabb lombtömegarányt állapítottunk meg a többi fajtával szemben. A 2. ábrán az is jól megfigyelhető, hogy az évek során a sarjtömegének növekedésével párhuzamosan, a lombtömegarány csökken. Ugyanakkor a hektáronként keletkező lombtömege az évek során növekszik, a fafajok között akár 6 t/ha-os különbségek is létrejöhetnek a harmadik évre, lásd 3. ábra.

6. táblázat. Fenológiai paraméterek alakulása nyár, akác és f z energetikai ültetvényeken

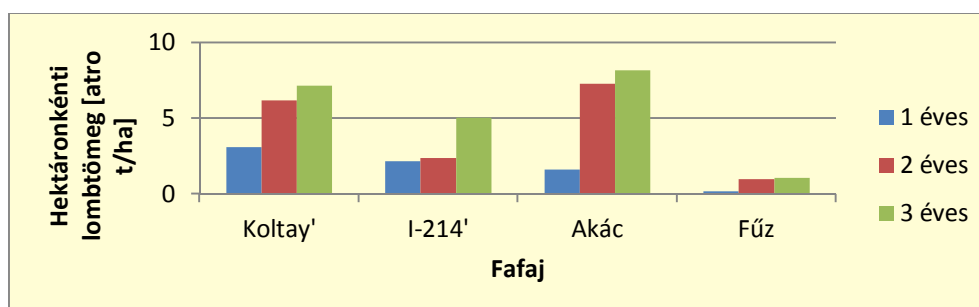
	Sarjszám [db/t] (Szórás)				Sarjmagasság [cm] (Szórás)			
	ØKoltayø	Ø-214ø	Akác	F z	ØKoltayø	Ø-214ø	Akác	F z
1. év	15 (6,3)	6 (2,6)	15 (3,3)	12 (4,1)	192,7 (43,4)	214,8 (56,9)	80,0 (24,8)	98,8 (40,3)
2. év	15 (4,1)	6 (0,8)	7 (2,7)	17 (7,9)	285,5 (77,6)	276,4 (58,2)	335,0 (117,1)	215,8 (44,7)
3. év	11 (2,9)	8 (4,2)	4 (0,8)	7 (3,0)	428,9 (157,6)	425,8 (110,9)	426,5 (108,0)	363,9 (90,2)



14. ábra. *Populus x euramericana* ØKoltayø, *Populus x euramericana* Ø-214ø valamint *Salix alba* ØDrávamentiø és *Robinia pseudoacacia* ágszerkezete 2 éves korban



15. ábra. Abszolút száraz tömegben kifejezett sarjtömeghez viszonyított lomtömeg arány az ültetvény egy, kett és három éves korában



16. ábra. Hektáronkénti lomtömeg abszolút száraz tömegben kifejezve az ültetvény egy, kett és három éves korában

Statistikai elemzéseket végeztünk arra vonatkozóan, hogy mely az általunk vizsgált fenológiai paraméter mutatja a lomtömeggel a leger sebb összefüggést. A korrelációs analízis

eredményeként azt tapasztaltuk, hogy a lombtömeget a sarj fatömegével jellemezhetjük a legjobban. A fatömeg és a lombtömeg közötti korreláció analízis segítségével sikerült a korrelációs egyenes egyenletét meghatározni. Ezzel a későbbiekben a sarj fatömegének ismeretében meghatározható az ültetvény által a talajfelszínre juttatott lombmennyiség, azon keresztül a C tömege. A módszer elnye, hogy nincs szükség az ültetvény töveinek kivágására, mint azt a jelen kísérletben tettük, hanem elegendő a lombtömeg megállapításához az ültetvény betakarítása során a fahozamok ismerete, lásd 2. táblázat.

7. táblázat. Korrelációs együtthatók értékei a sarj fatömeg és a lombtömeg összefüggésére a négy vizsgált fafaj esetében 3 éves korban

Fafaj	Korrelációs együttható (p < 0,05000) és a korrelációs egyenes egyenlete
<i>Populus x euramericana</i> ØKoltayø	R = 0,994189 Lombtömeg [atro kg]=0,00977+0,16028*Sarj fatömege [atro kg]
<i>Populus x euramericana</i> Ø-214ø	R = 0,973900 Lombtömeg [atro kg]=0,03561+0,15993*Sarj fatömege [atro kg]
<i>Salix alba</i> ØDrávamentiø	R=0,960921 Lombtömeg [atro kg]=-0,0186+0,15783*Sarj fatömege [atro kg]
<i>Robinia pseudoacacia</i>	R=0,980541 Lombtömeg [atro kg]=0,00149+0,25991*Sarj fatömege [atro kg]

A harmadik táblázatban összefoglaltuk a lomb szerepét a különböző vágásfordulóú ültetvények esetében, az ültetvény 20 éves fenntartása alatt. A talaj szerves anyag tartalmának növelése szempontjából a három éves ØKoltayø nyár és akác ültetvények bizonyulnak a legkedvezőbbnek.

8. táblázat. A levélzetből származó C útja különböző korban és fafajoknál 20 éves ültetvényfenntartás esetében

	C input talajba [t/ha]				C input légkörbe [t/ha]			
	ØKoltayø	Ø-214ø	Akác	F z	ØKoltayø	Ø-214ø	Akác	F z
1 évf	21	15	11	2	10	7	5	1
2 évf	31	16	31	4	15	7	14	2
3 évf	37	21	37	5	17	10	18	2

évf ó éves vágásforduló

Mint látható a magas lombtömeg kiemelkedő jelentőség a teljes karbon mérlegben, hiszen a levélzetnek nagy szerepe van a talaj humusztartalmának megtartásában, s t növelésében is. A magas lombtömeg és a belük képződött humusz javítja a talajtulajdonságokat, így csökkentheti a trágyázási igényt és ezzel el segítheti a gépek által kibocsátott emisszió csökkentését.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás az Európai Unió és Magyarország támogatásával a TÁMOP 4.2.4.A/2-11-1-2012-0001 azonosító számú ŐNemzeti Kiválóság Program ó Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és m ködtetése konvergencia program ó című kiemelt projekt keretei között valósult meg.

Irodalomjegyzék

1. 45/2007. (VI. 11.) FVM rendelet a fás szárú energetikai ültetvények telepítésének engedélyezése, telepítése, m velése és megszüntetése részletes szabályairól, valamint ezen eljárások igazgatási szolgáltatási díjáról
2. Borovics A.; Csiha I.; Benke A. (2013): Az energetikai ültetvények fajtaválasztéka. Dendromassa alapú energiaforrások. Projektkiadvány. p. 12-15. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó. Budapest.
3. Bowman U, Turnbull J (1997) Integrated biomass energy systems and emission of carbon dioxide. *Biomass Bioenergy* 13:333-343
4. Gustafsson J, Larsson, S, Nordh, N-E (2007) Manual for Salix growers (In Swedish), Lantmännen Agroenergi AB/Salix, Örebro, Sweden.
5. Heller M. C.; Keoleiana G. A.; Volk T. A. (2003): Life cycle assessment of a willow bioenergy cropping system. *Biomass and Bioenergy* 25. 147 ó 165.
6. Heller M. C., Keoleian G. A., Mann M. K., Volk T. A. (2004): Life cycle energy and environmental benefits of generating electricity from willow biomass. *Renewable Energy* 29(7): 1023-1042.
7. Huang WZ, Schoenau JJ (1996) Forms, amounts and distribution of carbon, nitrogen, phosphorus, and sulfur in a boreal aspen forest soil. *Can J Soil Sci* 76:3736385
8. Ibity, Á. (1955): A természetes felújítás hozamfokozó hatásáról. *Erdészeti Lapok*, 1955. június (http://www.erdeszetilapok.hu/?page=arch_view&id=5937)
9. NÉBIH (2013)
http://www.nebih.gov.hu/szakteruletek/szakteruletek/erdeszeti_igazgatosag/kozerdeku_adatok/adatok
10. Radó D. (1999): Fasorok EU-módszer szerinti értékelése. *Lélegzet* 1999/768
11. Rahmonov O. (2009): The chemical composition of plant litter of black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) and its ecological role in sandy ecosystems. *Acta Ecologica Sinica* 29. 237ó 243.
12. Rubino M.; Dungait, J.A.J.; Evershed, R.P.; Bertolini, T.; De Angelis, P.; DeOnofrio, A. (2010): Carbon input belowground is the major C flux contributing to leaf litter mass loss p. 1009-1016: Evidences from a ¹³C labelled-leaf litter experiment. *Soil Biology & Biochemistry* 42.