

NYÁR ÉS AKÁC ÜLTETVÉNYEK FONTOSABB ENERGETIKAI JELLEMZŐINEK VIZSGÁLATA

INVESTIGATION OF SIGNIFICANT ENERGETIC CHARACTERISTICS OF LOCUST AND POPLAR PLANTATIONS

Komán Szabolcs*, Molnár Sándor**, Fehér Sándor***,
Ábrahám József****, Tóth Béla*****

ABSTRACT

Gradual depletion of fossil energy sources and the increasing energy demand make alternative energy sources – including energy utilization of biomass – becoming more and more considerable.

*Optimal utilization of renewable energy sources, like energy forests, energetic forest plantations, etc. became topical by now. Objectives of our researches are set towards this, specially considering determination of wood-energetic properties of quickly growing species, such as Black locust (*Robinia pseudoacacia*) and different kinds of Poplars, 'Pannonia', 'I-214' (*Populus x euroamericana* cv. *Pannonia* and *I-214*)*

Our analyses covered determination of heating value, ash content, considering potential age-groups from the aspect of utilization.

1. BEVEZETÉS

Napjainkban egyre inkább központi kérdéssé válik a természeti erőforrások felhasználása. A fejlődés üteme és iránya nem tartható tovább, egy fenntartható pályára kell átállni, amihez elengedhetetlenek a megújuló energiaforrások [1-2]. Az utóbbi évtizedekben egyre több jel utal arra, hogy az emberiség a környezetet szennyező és energia pazarló életmódja hosszú távon a fosszilis erőforrások (szén, kőolaj, földgáz) kimerüléséhez, ökológiai és ökonomiai katasztrófához fog vezetni [3]. Miközben az egyre inkább fenyegető globális problémák – túlnépesedés, klímaváltozás (a légköri szén-dioxid szint növekedése) stb. – még mindig megoldásra várnak. Ennek megfelelően az elmúlt időszakban fokozottan előtérbe kerültek a megújuló energiaforrásokat hasznosító technológiák fejlesztése, ill.

*intézeti mérnök, NymE Faanyagtud. Intézet. komansz@fmk.nyme.hu
**egyetemi tanár, NymE Faanyagtud. Intézet. smolnar@fmk.nyme.hu
***egyetemi docens, NymE Faanyagtud. Intézet. fesa@fmk.nyme.hu
****intézeti munkatárs, NymE Faanyagtud. Intézet. abrahamj@fmk.nyme.hu
*****ügyvezető igazgató, 2 E.K.F.M. Kft., e-mail: central@ekfm.hu

az azokkal kapcsolatos kutatások. Különösen szükséges ez Magyarországon, mivel nálunk az energetikai növénytermesztésnek számos akadálya van [4].

A biológiai eredetű megújuló energiaforrások egyik csoportját az energiaerdők és az energetikai faültetvények képezik [5]. Az energiaerdők speciális céllal létesített, vastagabb tűzifát biztosító erdők, míg az energetikai faültetvények vékony faanyagot adó, rövid vágásfordulójú faültetvények. Különösen a gyorsan növekvő fajok (nyár, fűz, akác) jöhetnek szóba az energetikai faültetvényeknél [6-8]. Ennek több oka is van, pl. a nagy szárazanyag termelés és a jó sarjadzó képesség.

A különböző fajok energianyerés célú felhasználását azok fűtőértéke, hamutartalma, égés jellemzői, a kibocsátott égéstermékek, valamint a hamutartalom kémiai összetevői jelentősen meghatározzák. Az egyes fajok energetikai jellemzőire viszont az adott faj genetikai tulajdonságai, szöveti szerkezete, fizikai és kémiai jellemzői, ill. az állomány kora lehetnek hatással. A fa, mint tüzelőanyag szempontjából a fa tulajdonságai közül négy összetevő az, amely az energetikai hasznosítás tekintetében meghatározó, a fajlagos tömeg, a fűtőérték, a nedvességtartalom és a hamutartalom, hamuösszetétel [9].

Ennek megfelelően e kutatás célja a különböző korú (termesztési célú), energiatermelésre alkalmas fajokból álló állományok energetikai jellemzőinek meghatározása, továbbá az egyes paraméterek összefüggéseinek kimutatása. A kutatási célok közül kiemeljük, hogy különösen fontosnak tartottuk a kor szerepének tisztázását, mivel a vékonyabb, juvenilis faanyagok még kevésbé gesztessednek és anatómiai szerkezetük sem stabilizálódott. Ugyancsak szükségesnek ítéljük a jelentős arányú (12-20%) kéreg energetikai szerepének korrekt tisztázását.

2. VIZSGÁLATI ANYAG ÉS MÓDSZER

A vizsgálatok alapanyagát olyan fajok képezték, amelyek a hazai termőhelyeken potenciális szerepet kaphatnak az energiaerdők és energetikai faültetvények telepítésénél (1. táblázat).

1. táblázat A vizsgált fajok, fajták korosztétele

Fafaj / Fajta	Korosztályok			
	I.	II.	III.	IV.
'Pannonia' nyár (<i>Populus euramericana</i> cv. 'Pannonia')	4	6	10	19
'I-214' olasz nyár (<i>Populus euramericana</i> cv. 'I-214')	-	7	10	19
Fehér akác (<i>Robinia pseudoacacia</i>)	5	10	17	26

A nemesnyár fajták (*Populus* spp.) és az akác (*Robinia pseudoacacia*) mellett megfelelő vízellátás esetén a fűzek is kimagasló produktívot biztosíthatnak. A I-II. korosztály az energetikai ültetvényeket (sűrű hálózat), a III. az energiaerdőket, a IV. pedig az ipari fa célú erdőket modellezi (az utóbbi esetben is a kitermelt faanyag minimum 50%-a tűzifa).

A vizsgálatokhoz véletlenszerű mintavételi eljárással fajtánként és korosztályonként 6-6 db átlagos méretű törzset választottunk ki a különböző korú állományokból. A mintatörzsek származási helye a Kisalföldi Erdőgazdaság Dél-hansági Erdészete, ahol az egyes fajták korosztályonként átlagos termőképességű területekről kerültek kiválasztásra. Minden egyes törzs mellmagassági átmérőjénél történtek a korong kivágások, amelyekből egyrészt forgácsolással állítottuk elő az energetikai mérésekhez a mintákat, másrészt fűrészeléssel sűrűségvizsgálati próbatesteket készítettünk.

A vizsgálatok a különböző korosztályú nyárfajták és az akác fűtőértékére és hamutartalmára terjedtek ki, figyelembe véve a faanyag fő részeit. Így meghatározásra kerültek külön-külön a geszt, a szijács, a kéreg és a három fő farész együttes jellemzői. A három fafajra és korosztályra meghatároztuk az átlagos faanyagsűrűségeket is (MSZ EN 6786-3).

3. VIZSGÁLATI EREDMÉNYEK

Az energetikai hasznosítás szempontjából a faanyag sűrűségének két okból van jelentősége:

- **egyrészt** a faanyag bázis (biológiai) sűrűségének (ρ_b) ismerete közvetlenül lehetővé teszi az adott térfogatú faanyag száraz tömegének meghatározását:

$$\rho_b = \frac{m_0}{V_{\max}} \quad [t/m^3]; \text{ ebből következik: } m_0 = V_{\max} \cdot \rho_b;$$

ahol m_0 az abszolút száraz ($u=0\%$) fatömeg [t]; V_{\max} az élőnedves, vagy minimum rosttelítettségi határt ($u \sim 30\%$) elérő nedvességű, maximális térfogatú faanyag [m^3].

Tehát ρ_b ismeretében meghatározhatjuk a faállományok, ültetvények szárazanyag produktóját, illetve a szál-

lított energiafa „atrotonnás” átvételénél visszaszámítható a nedves térfogat. A gyakorlati szakemberek a bázissűrűséget „atrotonna/ m^3 ” tényezőként használják.

- **másrészt** a faanyag abszolút száraz sűrűségének ismerete lehetővé teszi a fűtőérték fatérfogatra történő átszámítását. E jellemző meghatározása elősegíti a tüzelőberendezés és az anyagmozgatási rendszer megfelelő kialakítását. A fafajonkénti és korosztályonkénti sűrűségértékeket a 2. táblázatban összegeztük.

2. táblázat Sűrűségi jellemzők [kg/m³]

Fafaj/fajta, korosztály	Sűrűség				
	Abszolút száraz	Légszáraz (u=12%)		Bázis	
		átlag	szórás [%]		
'Pannonia'	I.	422	457	3,8	376
	II.	423	448	8,4	369
	III.	415	439	4,1	361
	IV.	443	469	7,2	386
'I-214'	I.	-	-	-	-
	II.	342	362	6,9	298
	III.	322	340	2,9	280
	IV.	369	390	10,0	321
Akác	I.	531	570	3,7	462
	II.	586	612	7,3	496
	III.	623	651	8,2	528
	IV.	724	757	9,5	614

A vizsgálati eredmények igazolták, hogy

- a vékony sejtfa nyáraknál az ültetvény kora nincs számottevő hatással a faanyag sűrűségére;
- az egyes nyárfajták között azonban 20-30% különbség is előfordul;
- a gyűrűslikacsú akácnál jelentős a juvenilis hatás, a fiatalabb ültetvények átlagosan alacsonyabb sűrűséggel rendelkeznek.

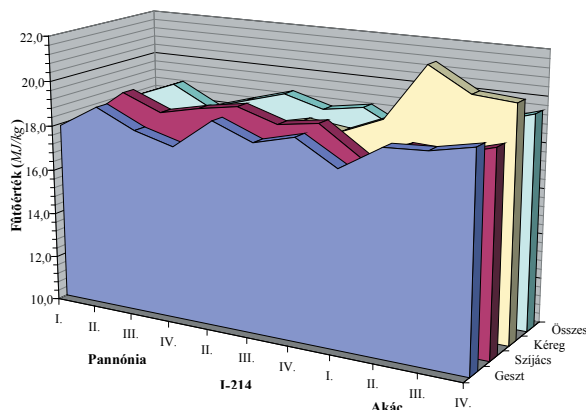
A fűtőérték abszolút száraz értékben faanyag tömegéhez viszonyított vizsgálata kimutatta, hogy a három fafaj/fajta között az egész mintára vonatkoztatva lényeges eltérések nincsenek (3. táblázat). A korosztályok tekintetében a fiatalabbak hasonló eredményeket produkáltak, mint az idősebbek. A geszt eredményei kisebb eltéréseket adtak az egyes fajták között, s ugyanez mondható el a korosztályokról is. Az eredmények egyértelműen igazolták, hogy a gesztesedés nincs érdemi hatással a fűtőértékre.

A nyár kéreg fűtőértéke valamivel elmarad a fatestétől (1-5%), ezzel szemben azonban az akácé 1-10%-kal meghaladja azt. Korábbi vizsgálatok az akác kérgére és fatestére hasonló fűtőértéket mutattak ki [10]. Az akác kérgének fűtőértéke messze kimagaslik a két nemesnyár klón mellett (1. ábra), különösen igaz ez a II. korosztálynál (21,46 MJ/kg). Az akác és nyár fafajok közötti jelentős (10-18%) fűtőérték eltérések azt igazolják, hogy az egyes fafajok kéregjellemzői között nagyobb különbségek lehetnek, mint a fatestek között.

3. táblázat Farészek fűtőértéke ($u=0\%$)

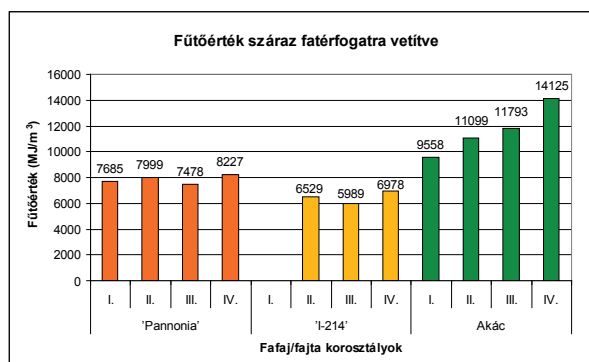
Fafaj / Fajta, Korosztály	Fűtőérték (MJ/kg)				
	Geszt	Szijaács	Kéreg	Összes	
'Pannónia'	I.	17,92		17,86	18,21
	II.	18,96	19,24	17,92	18,91
	III.	18,15	18,55	17,68	18,02
	IV.	17,68	18,95	18,09	18,57
'I-214'	I.	-			
	II.	19,04	19,26	18,03	19,09
	III.	18,34	18,71	18,44	18,60
	IV.	18,82	18,99	18,23	18,91
Akác	I.	17,76		19,00	18,00
	II.	18,89	18,49	21,46	18,94
	III.	19,00	18,41	20,49	18,93
	IV.	19,39	18,96	20,36	19,51

A fűtőérték vizsgálat eredménye a nyáraknál nagyobb értéket (7-13%), míg az akác esetében meggyezőt mutatott a szakirodalmi adatokkal [6] [11]. Az egyes farészek hasonló eltéréseket mutatnak, kivétel az akác kérgé, amely korosztálytól függően igen jelentősen is (~15%) meghaladhatja az irodalmi értékeket. A fenti pozitív eltérések elsősorban az anyagsűrűség, valamint a termőhelyi viszonyok eltéréseiből adódhatnak. Mindezekből pedig következik, hogy akár a nyár, akár az akác esetében a klón, a fajta is meghatározza a fűtőértéket, ha nem is nagymértékben, de befolyásoló hatással lehet rá.



1. ábra A fűtőérték vizsgálat eredményei

A logisztikai, anyagmozgatási és előkészítési feladatok, valamint a tüzelőberendezések kialakítása egyaránt igénylik, hogy ismereteink legyenek a fatérfogatra eső fűtőérték-jellemzőkről. A száraz fatérfogatra vetített fűtőérték az abszolút száraz sűrűség alapján határozható meg, amelynek értékeit a 2. ábra mutatja be.



2. ábra Fűtőérték jellemzők száraz fatérfogatra vetítve [MJ/m³]

Megállapítható, hogy a térfogatra számított fűtőértéket a faanyag sűrűsége jelentősen befolyásolja, ilyen szempontból az akác lényegesen (25-100%) kedvezőbb a nyáraknál. Figyelemreméltó azonban a két legelterjedtebb nyárfajta közötti 15-20%-os különbség is. A korosztály szerepe a nyáraknál kevésbé jelentős, az akácnál azonban a legidősebb korosztály esetében már lényeges eltérés mutatható ki.

A hamutartalom vizsgálatok a legfiatalabb korosztályok nem kerültek vizsgálat alá. A nyáraknál a II. korosztály jelentéktelen gesztesedése miatt pedig nem tudunk elegendő hamut biztosítani. Ugyanez vonatkozik a keskeny akác szijaácsra is (4. táblázat).

4. táblázat Farészek hamutartalma

Fafaj / Fajta, Korosztály	Hamutartalom (%)				
	Geszt	Szijaács	Kéreg	Összes	
'Pannónia'	I.	-			
	II.	-	0,36	4,00	0,80
	III.	1,20	0,32	5,20	1,50
	IV.	0,78	0,48	4,60	1,80
'I-214'	I.	-			
	II.	-	0,40	4,60	1,60
	III.	1,20	0,38	4,30	1,40
	IV.	1,20	0,43	4,70	1,40
Akác	I.	-			
	II.	0,43	-	3,90	0,92
	III.	0,24	-	4,30	1,10
	IV.	0,20	-	4,20	0,71

A fatest részei közül a szijaácsnak kedvezőbb a hamutartalma, mivel a gesztesedés 3-4-szeres értékre növelheti azt meg. A kéreg hamutartalma 4-20-szor haladja meg a fatestét, tehát a nagy kéreghányad jelentősen befolyásolja a tüzelő berendezés kialakítását (hamutárolás, eltávolítás). Az akác eredményeit összevetve a nyárfajták eredményeivel, kitűnik, hogy az akác kedvezőbb hamutartalommal rendelkezik. Különösen igaz ez a geszt részre (0,20-0,43%), de a kéreg égetésének salakanyag tar-

talma is valamivel jobb eredményeket mutat (3,9-4,3%), mint a nyáaraké (4,0-5,2%).

A hamutartalom mennyiségét összevetve az irodalmi adatokkal [12] kitűnik, hogy a nyáaknál korosztálytól függően azok mintegy 10-50%-al elmaradnak az irodalomban megadottaktól. Az akácnál is közel hasonló mértékű és tendenciájú különbség látható. A mérési eredmények mintegy 50%-al alacsonyabb értéket adtak, mint a szakirodalmi adatok. Az 4. táblázat alapján jól látható, hogy az adatok ilyen mértékű eltérését a fűrészek közötti különbségek adják. Az akácnál a geszt hamutartalma nagyon minimális, mintegy fél százalék maximum. Ezzel szemben a kéreg hamutartalma többszöröse a gesztnek illetve a fűrészeket magába foglaló összes mintának.

A hamutartalom mennyiségének eltérését az irodalmi adatoktól, ebben az esetben is a genetikai tulajdonságok, valamint a termőhelyi adottságok befolyásolhatják.

4. ÖSSZEFOGLALÁS

A különböző nyárfajták és akác korosztályonkénti faenergetikai vizsgálata során összefoglalóan a következő megállapítások tehetők:

Sűrűség

- A faanyag kora a vékony sejtfalú, alacsony sűrűségű fáknál (pl. nyár) nincs lényegi hatással a sűrűségre.
- A vastag sejtfalú, nagy sűrűségű fáknál (pl. akác) fiatalabb korban (juvenilisfa) a faanyag sűrűsége lényegesen kisebb.

Fűtőérték

- A száraz tömegre vetített fűtőértékben a vizsgált nyárfajták között gyakorlatilag lényeges különbség nem mutatható ki, a kor befolyásoló hatása is elhanyagolható (2-5%). Az akác esetében ez az eltérés már nagyobb (~9%).
- A kéreg fűtőértéke az akácnál jobb, mint a nyáaknál. A fa részeit vizsgálva a nyáak esetében a kéreg általában a geszthez és a szíjácshoz hasonló fűtőértékkel rendelkezik, míg az akácnál jelentősen meghaladta a fatestét.
- A vizsgálatok eredménye arra utal, hogy a térfogatra vetített fűtőértékre a fafaj, fajta mellett a kor és a termőhely is hatással lehet. A nagy sűrűségű fák (pl. akác) előnyösebbek.

Hamutartalom

- A kéreg hamutartalma 5-20-szorosa a többi fűrész hamutartalmának. A nyáaknál a fiatalabb korosztály hamutartalma kisebb, míg a gesztesedett nagyobb korúaknál több hamu marad vissza.
- A hamu mennyiségét a faj, a fajta és a termőhelyi tényezők jelentősen meghatározzák.
- A nagy hamutartalom miatt a kéreghányadék figyelembe kell venni a tüzelőberendezések kialakításánál (pl. pernyeeltávolítás, tárolás).

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatómunka az NKTH Jedlik Ányos „Faforrás” projekt kereteiben valósult meg.

IRODALOM

- [1] EICHHORN, H. (1999): Landtechnik. Landwirtschaftliches Lehrbuch. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart
- [2] SZENDREI, J. (2005): A biomassza energetikai hasznosítása. Agrártudományi Közlemények, 2005/16. Különszám
- [3] BAI, A. (2002): A biomassza felhasználása. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest
- [4] KACZ, K. – NEMÉNYI, M. (1998): Megújuló energiaforrások. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest
- [5] MONOKI, Á. (2006): <http://www.nyf.hu/others/html/kornyezettud/megujulo/Biomassza/Biomassza.html>
- [6] MAROSVÖLGYI, B. (2002): A potenciális energiaforrások. In: Bai, A. (szerk.): A biomassza felhasználása. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest
- [7] FÜHRER, E.–RÉDEI, K.–TÓTH, B. (2003): Ültetvényyszerű fatermesztés I. Mezőgazda Kiadó-ERTI, Budapest
- [8] D. MURACH, D. – KNUR, L. – MURN, Y. – WALOTEK, P. – BILKE, G. – MUCHIN, A. – GRUNDMANN, P. – EBERTS, J. – SCHNEIDER, U. (2007): Wood – raw material of the future. Sustainable Neighbourhood from Lisbon to Leipzig through Research (L2L), 8 – 10 May 2007, Leipzig
- [9] TÓTH, B. – MOLNÁR, S. – FEHÉR, S. (2007): Az energetikai faültetvény létesítésének hasznosításának összefüggései. II. Ökoenergetikai és X. Biomassza Konferencia, Sopron. 2007. febr. 28 - márc. 1.
- [10] NÉMETH, K. – MOLNÁR, S. (1983): Az akácfa égésmelegének és fűtőértékének vizsgálata. Budapest, Faipar, 3.
- [11] MOLNÁR, S. (2004): Faanyagismeret. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest, 245-250.
- [12] MAROSVÖLGYI, B. (1996): Az energetikai ültetvények létesítése és hasznosítása. In: Körmenyi, P. – Pecznik, P. (szerk.): Megújuló energiaforrások hasznosítása. FM Műszaki Intézet, Gödöllő, GATE, 49–55.