

KÉREGTARTALOM JELENTŐSÉGE A FAANYAG ENERGETIKAI HASZNOSÍTÁSÁNAK "ÚJSZERŰ" TECHNOLÓGIÁIBAN

Soproni Egyetem, Erdészeti-műszaki és Környezettechnikai Intézet, Sopron

KIVONAT: Az erdei dendromassza szerepe kulcsfontosságú a hosszútávú szénmegkötésben, ezért az energetikai szektor jövőben várható fokozott biomassza igénye átgondolt növénytermesztési rendszer létrehozását sürgeti. A jövőben egyre nagyobb szerepet kaphat az energetikai hasznosítás során az erdei apadék még szabad potenciáljának kiaknázása és a rövid idő alatt nagy mennyiségű biomassza előállítására alkalmas fás szárú energetikai ültetvények telepítése. Ezen faanyagok azonban magas kéreghányaddal bírnak, valamint a rajtuk nagy mennyiségben jelen levő szennyeződések szignifikánsan megváltoztatják a fontosabb energetikai paramétereket, mint a hamutartalmat, a hamulágyulást és a fűtőértéket.

A cikkben kitérünk a kérges faanyag hasznosítási lehetőségeire és nehézségeire az olyan „újszerű” technológiák esetében, mint pl. a pelletálás és a lignocellulóz biohajtóanyag előállítás. Bemutatjuk a rövid vágásfordulójú energetikai ültetvények faanyagának laboratóriumi vizsgálati eredményeit, kitérve a hamutartalom és a fűtőérték változására a kéregtartalom függvényében.

KULCSSZAVAK: fás szárú ültetvény, erdészeti apadék, kéreghányad, energetikai hasznosítás

BEVEZETÉS

Az EU megújuló energiákkal kapcsolatos szigorú előírása szükségessé teszi az erdő mellett más dendromassza források nagyobb mértékű felhasználását. Potenciális források között szerepel Magyarországon a mintegy 700 ezer tonna mennyiségben begyűjthető erdészeti apadék, valamint új telepítésű, alacsony minőségű mezőgazdasági területeken létrehozott energetikai célú, fás szárú ültetvények. Az ilyen típusú faanyagok energetikai hasznosítását a jelentős kéreghányad, valamint a nagy mennyiségben kéregre tapadó szennyeződés nehezíti, mivel hátrányosan befolyásolják a tüzeléstechnikai paramétereket. A hamutartalmat mintegy 80-85%-ban a kéregtartalom és annak szennyezettsége adja (Molnár-Bariska, 2002). A rövid vágásfordulójú ültetvények esetében fiatal sarjaknál 18-27% közé, míg idősebb sarjak esetében 10-15% közé teszik a tömeg alapján kifejezett kéregtartalmat (Klasnja et al., 2002; Adler et al., 2005). A sarjak mezelem tartalma, a kéregtartalommal párhuzamosan emelkedik (Szalay, 2018). Jelenlétük tüzeléstechnikai szempontból főleg a hamutartalom, a salaklágyulás és olvadás szempontjából lényeges.

A hamutartalom érték jól követi a kéregtartalom mennyiségét. A kéregmentes fa általában 1% alatti, a kérges fa 1,5-3,5% közötti, míg a vonszolva közelített fa kérge 6,0-14% közötti hamutartalommal rendelkezik (Marosvölgyi-Ivelics, 2004). Az apadék átlagos hamutartalma akár 3-4% is lehet, ami a magas kéregtartalommal bíró vékony gallyaknál elérheti a 20-40%-ot (Biró, 2012).

Munkánk során különös figyelmet fordítottunk a magas kéregtartalmú alapanyagok tüzelésén túli, egyéb energetikai hasznosíthatóságára.

Pelletálás során, a legtöbb helyen faipari melléktermékként megjelenő kéregmentes lucfenyő vagy tölgy faforgácsot hasznosítanak. A faipari melléktermékek azonban nem fedezik a jelenlegi szükségletet, ezért több üzem nem tudja kihasználni a gyártási kapacitását. Az alapanyagok beszállítási távolsága is jelentősen megnőtt, ezzel megváltoztatva a folyamat energia-mérlegét (Papp, 2018). Így a jövőben egyre nagyobb mértékben vonhatnak be kérges faanyagot is a gyártási folyamatba. Európában főként Finnországban és Norvégiában járnak az élen a kérges anyagból gyártott pellet előállításában, de számos más kutatás is foglalkozik a kérdéskörrel (Paukkunen et al., 2015, Konrád et al., 2016). A legtöbb elemzés tapasztalata, hogy a kéregtartalom

emelkedésével jelentősen megváltoznak az energetikai paraméterek. Például lucfenyő forgács és különböző koncentrációban hozzáadott kéreg (1,2,5 és 10%-ban) pelletknél szignifikánsan emelkedett a hamutartalom a tüzelés során, valamint nőtt a CO kibocsátás és a szálló por mennyisége is a kéreg mennyiségének növelésével (Holubcik et al., 2017).

A másik nagy alapanyagigényű, gyorsan fejlődő technológia a lignocellulóz biohajtóanyag gyártás. A lignocellulóz biomassa folyékony hajtóanyaggá történő átalakítása költséges, összetett technológiát igényel, ezért jelenleg az EU-ban kereskedelmi méretben csak néhány üzemben működik, ott is elsősorban alacsony kéregtartalmú faanyagot felhasználva.

A magas kéregtartalmú biomasszából történő bioüzemanyag-előállítás technológia fejlesztése folyamatban van. Tapasztalatok szerint az etanol előállítása során a kéregtartalom hátrányosan befolyásolhatja a biokonverziós folyamatot, amely azonban előkezeléssel javítható (Frankó et al., 2015). Ábel (2016) többek között nyírfakéreg apríték feldolgozása során gőzrobbantásos előkezelést alkalmazott, amely hatékonyan távolítja el a nátrium-, és káliumionokat a fa mintákból és kedvező hatással van a cukorkihozatalra. Ennél még hatékonyabb módszernek Sebestyén (2014) szerint a 60 °C-os vizes mosás bizonyult, amely a káliumionok 90%-át, a nátriumionok 80%-át extrahálta ki, ezáltal csökkentve a minták hamutartalmát.

A pirolízis-olaj előállítása során a kéregre tapadt talajrészecskék és a magas kéregtartalom a kezelési és feldolgozási rendszerek fokozott kopását, a pirolízis olajok megnövekedett instabilitását, a reaktorban salakosodást okoz. A magas hamu és mezoelem tartalom csökkenti az olaj kihozatali arányát és a reakciót eltolja gáz kihozatal irányába, ezzel rontva az energiamérleget.

Anyag és módszer

A kéregtartalom meghatározásához a mintákat a NAIK-ERTI által 2007-ben telepített Bajti Kísérleti Telepén gyűjtöttük a téli hónapokban. Az energetikai ültetvényt sarjzatatos technológiával művelik, ahol minden évben a három parcellán felváltva a három éves sarjak kerülnek betakarításra. A vizsgálatba vont fajták: *Populus x euramericana* 'I-214', *Populus x euramericana* 'Koltay',

Alföldi Erdőkért Egyesület Kutatói Nap

Lakitelek 2020.11.10

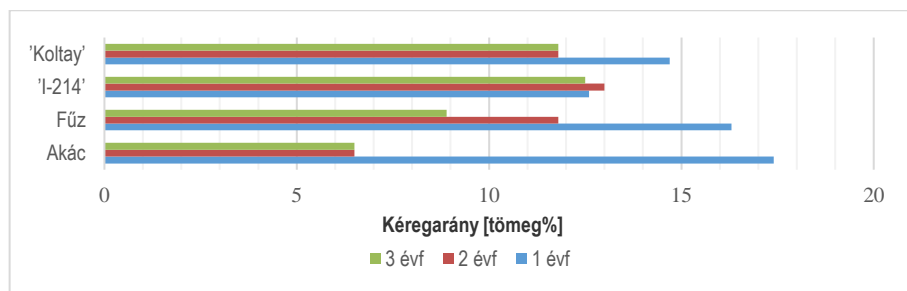
Robinia pseudoacacia, *Salix alba* 'Drávamenti'. Mind a négy fafajból/fajtából három éves korban egy-egy átlagos növekedésű tő került kivágásra, amelyek sarjait 1,3 m-es mellmagasságban, továbbá 50 cm-ként 1 cm magas próbatesttel mintáztuk.

Meghatároztuk a csonkakúp alapkörének és fedőkörének átmérőjét, majd vettük ezek átlagát. Megmértük a korongokhoz tartozó kéreg és fatest absz. száraz tömegét, majd meghatároztuk az egyes átmérőkhöz tartozó jellemző tömegszázalékokat. A kapott adatokat osztályoztuk az átmérő szerint, majd a 3 egymást követő vegetációs évben lévő sarjakra alkalmaztuk, ezáltal nagyobb elemszámot elérve. A mintakorongok segítségével számoltuk a sarjra jellemző kéregszázalékot, majd a sarjak tömegével súlyozva kaptuk meg a fafajra jellemző kéreghányadot, ugyanis a fa/kéreg arány a kis átmérőjű ágrészeken fajlagosan nagyobb, mint a törzs vastagabb részein.

Mind a pelletálási folyamat, mind a biohajtóanyag előállítás esetében meghatározó tényező a hamutartalom. Vizsgálatainkat a Hőker Kft. LS-12 típusú izzítókemencében végeztük el az MSZ EN ISO 18122:2016 szabvány szerint, háromszoros ismétlésben, mind teljes fára, mind külön kéregre.

Eredmények

Az eredményekből jól látszik, hogy a kéregtartalom erősen függ az alkalmazott vágásforduló és fafaj megválasztásától, lásd 1. ábra.



10. ábra: Adott fafajra/fajtára jellemző fatömeghez viszonyított kéregarány

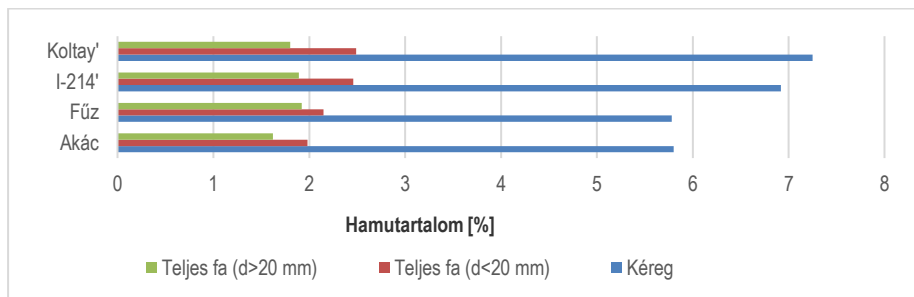
Alföldi Erdőkért Egyesület Kutatói Nap

Lakitelek 2020.11.10

Fig. 1: Proportion of bark compare with wood mass at different tree species/varieties

A legkisebb kéreghányaddal az akác és a fűz, míg a legnagyobbal a nyár fajták rendelkeznek. A vágásfordulók hosszával a kéregtartalom csökkent, különösen a második évre, fűz esetében a harmadik évben is, amely a sarjak átmérőnövekedésével magyarázható. Átmérőosztályozás eredményeként a sarjak a legkisebb átmérőosztályban (0-4 mm) akár a 20,0–33,7%-os kéregarány is elérték, míg a legnagyobb átmérőnél (44-48 mm) 6,7–11,7% között változott akác, fűz és nyár fajoknál emelkedő sorrendben.

A hamutartalom a kéreghányad emelkedésével növekszik, amelyet izzítókemencés vizsgálataink is bizonyítottak, lásd 2. ábra.



2. ábra: Hamutartalom vizsgálat eredményei a különböző fajok/fajták esetében
Fig. 2: Examination results of ash content for different tree species/varieties

A tiszta kéreg hamutartalma a fajtától függően 3–4-szer akkora volt, mint a kérés fa esetében.

Következtetések

A hasznosító berendezés folyamatos kiszolgálása és a könnyebb betakarítás érdekében a minél rövidebb vágásforduló alkalmazása lenne kedvező. Azonban a gyakoribb betakarítás és szállítás plusz költséggel és emisszióval jár. További hátránya, hogy a kis átmérővel rendelkező sarjak esetében magas a kéregtartalom, ami magas hamutartalommal jár.

A fapellet piac alapanyag igényének növekedése maga után vonja, a gyengébb minőségű kérges faanyag gyártási folyamatba vonását. A jövőben a magas kéreghányaddal rendelkező faanyagok, mint pl. az energetikai ültetvényekről származó fa, vagy az erdei apadék pelletként történő hasznosítása inkább a nagyméretű kazánokban, vagy fűtő- és erőművekben lenne optimális, ugyanis ezek a berendezések kevésbé érzékenyek és megfelelő füstgáz-szűrő rendszerrel felszereltek.

Az ültetvényről származó alapanyag termokémiai hasznosítását megelőzően pedig nem kerülhető el valamilyen előkezelési eljárás. További lehetőség a technológiai kritériumok miatt a kérges faanyag kéregmentes faipari melléktermékekkel történő vegyes hasznosítása. Hengeloban (Finnország) található pirolízis üzem például a biomassza hamutartalmának max. 2%-os tűrésére képes, az optimális 1,5%. Vizsgálataink szerint a rövidebb vágásfordulójú ültetvényekről származó alapanyag 2–3% közötti hamutartalmat eredményezett, míg az ültetvények 20 mm átmérő feletti sarjai a 2%-os hamutartalom érték alatt maradtak. Az optimális 1,5%-ot csak az akác közelítette meg a nagyobb sarjak esetében. Így mindenképpen ajánlott a minél hosszabb vágásfordulóval történő termesztés.

Meg kell azonban jegyezni, hogy a hamutartalom-mérés során csak a növekedés során többször tapadt természetes szennyeződések voltak jelen. A magas hamutartalom másik fő okozója a betakarítás során kéregre tapadó külső fizikai szennyezők. Megelőzésének egyik lehetősége az egy menetes ültetvény betakarítás járvaaprító alkalmazásával, vagy a szelelő rosta alkalmazása a szennyeződések utólagos eltávolítására.

Alföldi Erdőkért Egyesület Kutatói Nap

Lakitelek 2020.11.10

A hamutartalom csökkentésében tehát fontos szerepe van az alapanyag megfelelő kiválasztásának, előkezelésének, valamint a termesztés, betakarítás, hasznosítás során alkalmazott technológiáknak, mind gazdasági, környezeti, és technológiai szempontból.

Köszönetnyilvánítás:

A kutató munka a „Fenntartható Nyersanyag-gazdálkodási Tematikus Hálózat – RING 2017” című, EFOP-3.6.2-16-2017-00010 jelű projekt részeként a Szechenyi2020 program keretében az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Felhasznált irodalom

- Ábel M. (2016): Mezőgazdasági hulladékok hasznosításának és az alkalmazott enzim visszanyerésének lehetőségei. Doktori disszertáció. SZTE, Szeged. p. 119.
- Adler A.; Verwijst T.; Aronsson P. (2005): Estimation and relevance of bark proportion in a willow stand. *Biomass and Bioenergy* 29 (2). pp. 102-113.
- Bíró B. (2012): Biomassza hasznosítás. Kézirat. Edutus Főiskola. p. 86.
- Frankó B.; Galbe M.; Wallberg O. (2015): Influence of bark on fuel ethanol production from steam-pretreated spruce. *Biotechnology for Biofuels* 8(1). DOI: 10.1186/s13068-015-0199-x
- Holubcik M.; Jandacka J. Palacka M.; Kantova N.; Jachniak E.; Pavlik P. (2017): The impact of bark content in wood pellets on emission production during combustion in small heat source. *Communications 2A/2017* vol. 19. pp 94-100.
- Klasnja B.; Kopitovic S.; Orlovic S. (2002): Wood and bark of some poplar and willow clones as fuelwood. *Biomass and Bioenergy* 23 (6), pp. 427-432.

Alföldi Erdőkért Egyesület Kutatói Nap

Lakitelek 2020.11.10

-
- Konrád K.; Németh G.; Viharos Zs. J. (2016): Minőség szabályozási rendszerek kiterjesztése pellet alapanyagokra - https://eprints.sztaki.hu/8923/1/Konrad_72_3154452_ny.pdf
- Marosvölgyi B.; Ivelics R. (2004): Research Report on wood-chips and energy wood production experiments. In: Energy Forest Project, Hungarian Experiments, Budapest.
- Molnár S.; Bariska M. (2002): Magyarország ipari fája. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest, p. 210.
- Paukkunen S.; Sikanen L.; Ikonen R. (2015): The ash content of wood pellets made from small pine (*Pinus sylvestris* L.) trees with bark, Forest Products Journal 65. p 7-8
- Papp V. (2018): Energetikai pelletek előállításának és hasznosításának ökoenergetikai vonatkozásai, Doktori PhD értekezés, Soproni Egyetem, Sopron.
- Sebestyén Z. (2014): Biomassza anyagok jellemzése termikus analízis és analitikai pirolízis alkalmazásával. Doktori disszertáció. BME Budapest. p. 140.
- Szalay D. (2018): Energetikai célú dendromassza termesztés és hasznosítás lehetséges szerepe a lignocellulóz biohajtóanyag üzemem alapanyag ellátásában. Doktori értekezés. Soproni Egyetem. Sopron, p. 151.