

Papp V* – Szalay D

Soproni Egyetem, Erdészeti- műszaki és Környezettechnikai Intézet

** papp.viktoria@uni-sopron.hu*

MEZŐGAZDASÁGI MELLÉKTERMÉKEKBŐL KÉSZÜLT KEVERÉK PELLETEK ENERGETIKAI VIZSGÁLATAI

ABSZTRAKT

A klímaváltozás megfékezése és a megújuló energiák használatának növelése miatt egyre nagyobb figyelmet kap a különböző mezőgazdasági növényi melléktermékek és hulladékok hasznosítása. A növénytermesztés során keletkező szalma és szár maradványok közös tulajdonsága, hogy alacsony térfogati sűrűséggel rendelkeznek, ezért átalakításuk szükséges. Az egyik lehetőség a pelletálás, amely egy tömörítési eljárás, eredményeként gazdaságosan szállítható, az automatizált berendezésekben jól hasznosítható tüzelőanyagot nyerünk.

A fapellet előállítás szignifikánsan emelkedett az utóbbi tíz évben az Európai Unióban és hazánkban is. Oka, hogy mind a lakossági, mind az ipari szektor ezirányú felhasználása jelentősen növekedett, emiatt a faiparból származó melléktermékek már nem fedezik a szükségletet. Így a jövőben a mezőgazdasági melléktermékekből előállított tömörítvények is nagyobb szerephez juthatnak. Magyarország adottságai révén jelentős mennyiségű lágyszárú mezőgazdasági melléktermékkal rendelkezik, így ehhez az alapanyag bázis adott.

A kutatás során búzaszalma, repceszár és napraforgó héjból készült pelletek fűtőérték, nedvességtartalom és hamutartalom vizsgálataival foglalkoztunk. Míg a magas hamutartalom és az alacsony hőmérsékleten bekövetkező hamulágyulás tüzeléstechnikai szempontból okozhat problémát, addig az alapanyag magas nedvességtartalma egyrészt a pellet töredezését, szétesését okozza, másrészt a folyamat gazdaságosságát rontja a szükséges szárítási folyamat magas energiaigénye miatt. Emellett a magas nedvességtartalom a fűtőértéket is hátrányosan befolyásolja.

A fapellet esetén az EU piac megköveteli a jó minőségű pellet gyártását, azonban az agripelletek esetében a szabványnak megfelelő minőségű pellet előállítása egyelőre kevésbé jellemző. Az EN plus rendszer már külön kitér az agripelletre, előírása alacsonyabb fűtőértéket, és magasabb hamutartalom értékeket enged meg.

A mérési eredmények alapján kijelenthető, hogy a napraforgó héj energetikai jellemzői a fapellethez hasonlóak. Fűtőértéke az olajmaradványok miatt sokkal magasabb, mint általában a lágyszárú növények melléktermékéből készült agripelleteké. A hamutartalom 3 % körüli, ami a fapellet hamujának többszöröse, viszont jelentősen alacsonyabb, mint a szalmafélek hamutartalma. A repce-szár átlagos fűtőértéke betakarítás idején 16 MJ/kg volt, ami agripelletek esetén jó értéknek mondható. A nedvességtartalom csökkenése miatt a pellet fűtőértéke valamivel magasabb, 16,2 MJ/kg volt. A szentesi T&T Technik Kft-nél előállított repceszár, illetve repceszár-búzaszalma (50-50%-os) keverék pelleteket is vizsgáltuk. A tiszta repceszár tömörítvény energetikai jellemzői agripelletekhez viszonyítva megfelelőek voltak, a búzaszalma-repceszár keverék pellet hamutartalma kis mértékben magasabb volt.

KULCSSZAVAK: pellet, agripellet, mezőgazdasági melléktermék, szalma, energetika

BEVEZETÉS

A fapellet és agripellet nagy nyomáson, 800-1000 bar-on előállított energetikai tömörítvény. A faforgács és a különböző mezőgazdasági melléktermékek kis térfogati sűrűséggel rendelkeznek, ezért az energiasűrűség növelésének egyik legalkalmasabb módja az alapanyag tömörítése. A tömörítés során a kiinduló alapanyag halmazsűrűségét megnövelik 80-160 kg/m³-ről [1] 600-750 kg/m³ -re [2]. Technológiától függően a pelletek mérete változó, átmérőjük 4-10 mm, hosszuk 15-50 mm közötti. Európában a 6 és 8 mm átmérőjű pelletek terjedtek el. A kémiai összetevők közül a lignin, a pentozánok valamint a fehérje jelenléte nagyban befolyásolja a tömörítvény tulajdonságait. A lignin jelenléte megváltoztatja, ill. alakítja ki a kötési jellemzőket. Viszonylag alacsony hőmérsékleten, 140 C^o-on megolvad, s később ez tartja össze a részecskéket a tömörítés után [3]. A fehérje tartalom is fontos szerepet játszik a pelletálás során kialakuló kötésekben. A tartózkodási idő, a hőmérséklet, valamint a magas nyomás a fehérjék részleges denaturációját okozza [4]. A biomassza pelletek tulajdonságait nagyban befolyásolja a préselési nyomás is, újabb kutatásokban a radiális nyomáseloszlás vizsgálatával is foglalkoznak [13].

A fapellet előállítása és kereskedelme szignifikánsan emelkedett 2008 óta [5,6]. Az Egyesült Államok és Kanada fő gyártó és exportőr lett, elsődlegesen az Európai Unióba. Az EU fapellet „függőségét” az üvegházhatású gázok csökkentésére, és a megújuló energiák arányának növelésére irányuló politikai irányelv idézi elő. Számos európai villamos-energia előállító konvertálta, vagy folyamatban van a szén és gáz kiváltása biomasszával, mely sok esetben fapellettel történik. Hazánk adottságai révén azonban nagy mennyiségű lágyszárú melléktermékkel rendelkezik, melyek az agripellet gyártás alapanyagai lehetnek [7]. A lágyszárú növények kémiai összetételük miatt energetikai szempontból nehezebben hasznosíthatók, mint a faanyag. Az agripelletek a fapellethez képest alacsonyabb fűtőértékkel, magasabb hamutartalommal rendelkeznek. A viszonylag alacsony hamuolvadási pont a kazánokban salakosodási problémákat is okozhat. Ezen problémák elsősorban a tüzelőanyag megtermelése és betakarítása során a talajból a biomasszába beépülő kémiai elemek jelenlétével és azok hatásával magyarázhatók. A környezetkímélő eltüzelés szempontjából elsősorban a N-, Cl- és S-tartalom érdekes, míg tüzeléstechnikai szempontból – főleg a salaklágulás és –olvadás – az alkáli (Na, K) és alkáli földfémek (Mg, Ca) jelenléte lényeges [8]. Szálas takarmányok eltüzelésekor a fatüzeléshez képest több a salak, nagyobb a N-, Cl- és K-tartalom, valamint alacsonyabb a salakolvadási hőmérséklet. Mindez megnöveli az emissziót és az üzemeltetési kiadásokat. Az agripellet kazánok mozgó rostéllyal rendelkeznek, ezzel részlegesen kiküszöbölve a salakosodási problémát. Az agripelletek gyengébb minőségi tulajdonságai mellett, a kazánok magas ára is hátráltatja a nagyobb mértékű elterjedést.

VIZSGÁLATOK BEMUTATÁSA

A mérések során kísérleti síkmatricás pelletálón előállított keverék pelleteket, illetve üzemi körülmények között készült tömörítvényeket vizsgáltunk. Repceszár, illetve repceszár és búzaszalma 50-50%-os keverékeket, valamint az olajprés üzemeknél nagy mennyiségben megjelenő napraforgó héjből készült pelletet is bevontuk a vizsgálatokba. Az évente országosan keletkező héj energiatartalmát 1,7 PJ-ra, a napraforgószárét 16 PJ-ra becsülik [9]. Különböző biomasszák, és a napraforgó héj erőtűvi hasznosítását és hamutartalmát is vizsgálták a Miskolci Egyetemen [10]. Méréseik szerint a napraforgó héj 7,8%-os nedvességtartalomnál, 57 % illó anyagot, 31 % fix-szenet, és 3,9 % hamut tartalmazott. Fűtőértéke a héjban lévő olajmaradékok, és magas lignin tartalom miatt, magasabb, mint általában az agripelleteké, 16- 19,5 MJ/kg között alakul. A Renergy UK Ltd. is foglalkozik

nagy mennyiségű napraforgó héj kereskedelmével és pelletálásával, vizsgálataik szerint a fűtőérték 17-18 MJ/kg, a hamutartalom 2,6-3 % körül alakul. A problémát a pelletnél a magas finomhányad, illetve mechanikai szilárdság okozhat, mely főleg az Oroszországból érkező pelletekre igaz, az Ukrajnából szállított pellet valamivel jobb minőségű [11].

Kaloriméteres mérésekkel meghatároztuk a fűtőértéket, vizsgáltuk a kiinduló anyag és az agripelletek nedvességtartalmát. Hamutartalom méréseket végeztünk izzító kemencés vizsgálatokkal.

A fűtőérték meghatározása energetikai szempontból a legfontosabb kérdés. A különböző anyagok és a belőlük készült tömörítvények energia tartalma alapján határozható meg az energia hatékonyság, ezért az energia mérleg vizsgálatához minden esetben szükség van az alapanyag és kész-termék fűtőértékének ismeretére [12]. Egy kaloriméter működésének lényege, hogy égés következik be meghatározott körülmények mellett. Ehhez a feltáróedénybe egy megmért tüzelőanyag mintát kell tenni, majd meg kell gyújtani és közben a gép méri a kaloriméter hőmérsékletének növekedését. Az alsó fűtőértéket úgy kapjuk meg, hogy az égéstermékot csökkentjük a tüzelőanyagban lévő és az égés által képződő víz kondenzációs energiájával. Ez a szám, amit fűtőértéknek is hívnak, a műszakilag fontosabb mérőszám, hiszen ezt lehet energetikailag kiértékelni. IKA 2000C típusú bombakaloriméter segítségével végeztük a méréseket. A vizsgálat során a műszer segítségével közvetlenül az égéshő értékét kapjuk meg.



Figure 1

IKA-2000 C típusú kaloriméter

A hamutartalom energetikai szempontból fontos jellemző, a tüzelő berendezések kialakítása miatt is lényeges. A fapellet hamuja alacsony, általában 0,5% alatti érték, míg a lágyszárú növényekből készült agripelletek magasabb, 3-10% körüli hamutartalommal rendelkeznek. A biomassza energetikai hasznosítása során keletkező éghetetlen salak, a nagyobb teljesítményű tüzelő berendezéseknél is speciális üzemeltetési gondokat vethet fel. Ez egyrészt tüzelőberendezés károsodásával, másrészt a nagy mennyiségben keletkező hamu elhelyezésével kapcsolatos.

A hamutartalom vizsgálat menete:

- Nedvességtartalom mérése, anyag szárítása
- Száraz anyag bemérése analitikai mérlegen

- Égetés izzító kemencében



- Hamu visszamérése analitikai mérlegen

Tüzeléstechnikai szempontból a nedvességtartalom az egyik legfontosabb tulajdonság, hiszen szoros összefüggésben van a fűtőértékkel [8]. A nedvesség tartalom meghatározása a pelletálás miatt is lényeges, ha túl magas, vagy túl alacsony akkor a pellet töredezik, szétesik. Az optimális nedvességtartalom 10-12% körüli. Pelletálás után a nedvesség tartalom valamennyit csökken, előírás szerint, szabványban meghatározva 10 % alatt kell lennie.

EREDMÉNYEK

A kaloriméteres, nedvességtartalom és hamutartalom méréseket minden minta esetében háromszor ismételtük, az eredmények átlagát az 1-es táblázat szemlélteti. A repce-szár átlag fűtőértéke betakarítás idején 16 MJ/kg volt, ami agripelletek esetén jó értéknek mondható. A nedvességtartalom csökkenése miatt a pellet fűtőértéke valamivel magasabb, 16,2 MJ/kg volt. Az energetikai jellemzőkben tiszta repceszár pellet esetén nem volt jelentős eltérés, a búzaszalma-repceszár keverék pellet hamutartalma viszont magasabb volt.

A mérési eredmények átlaga alapján, a napraforgó héj energetikai jellemzői a fapellethez hasonlóak. Fűtőértéke az olajmaradványok miatt sokkal magasabb, mint általában a lágyszárú növények melléktermékéből készült agripelleteké. A hamutartalom 3 % körüli, ami a fapellet hamujának többszöröse, viszont jelentősen alacsonyabb, mint a szalmafélék hamutartalma.

Table 1

Agripelletek energetikai laboratóriumi mérési eredményei

	Nedvességtart. W (%)	Fűtőérték (MJ/kg)	Hamutart. AS (%)
Repceszár	11,2	16,0	5,1
Repcepellet 6mm	10,1	16,2	5,1
Repcepellet 8 mm	9,4	16,3	5,2
Repce-búzaszalma 8mm	8,7	15,9	8,3
Napraforgóhéj pellet	8,9	17,9	2,9

KÖVETKEZTETÉSEK

A vizsgált agripellet minták közül a repceszár, illetve a búzaszalma-repceszár tömörítvények fűtőértéke is megfelelő volt. A keverék pellet hamutartalma magasabb volt, amit a szalmafélék betakarításakor jelenlévő szennyeződések is okozhattak. A napraforgó héj pellet jelentősen jobb energetikai tulajdonságait a héjban lévő olajmaradványok okozzák. A

napraforgó héj tulajdonságai miatt optimális pellet alapanyag lehet, a jövőben érdemes lenne különböző keverékeket vizsgálni, esetleg alacsonyabb fűtőértékű anyagokhoz keverve a héjat.

Vizsgálatok folynak a repceszár és búzaszalma pelletek mechanikai tulajdonságaira irányulva is, illetve füstgázelemzési méréseket is megkezdtünk. Az optimális energetikai tulajdonságok ellenére, az agripellet tüzelés során számos probléma adódhat, melyek főként a hamulágyulással és a pellet töredezettséggel vannak összefüggésben.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A tanulmány/kutató munka a „Fenntartható Nyersanyag-gazdálkodási Tematikus Hálózat – RING 2017” című, EFOP-3.6.2-16-2017-00010 jelű projekt részeként a Széchenyi 2020 program keretében az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

IRODALOMJEGYZÉK

1. **Fenyvesi L.; Ferencz Á.; Tóvári P.:** "A tűzipellet." Cser Kiadó, Budapest 2008, p. 11.
2. **Ongrádi M. (szerk.):** "A szalma, mint energiaforrás." Cser Kiadó, Budapest 2006, p. 92.
3. **Sen, S.; Patil, S.; Argyropoulos, D. S.:** "Thermal properties of lignin in copolymers, blends, and composites: a review." Green Chemistry, Vol. 2, Issue 11. 2015, p. 29.
4. **Wood, J. F.:** "The functional properties of feed raw materials and their effect on the production and quality of feed pellets." Animal Feed Science and Technology. Vol. 18, Issu 1. 1987, pp. 1-17.
5. **European Pellet Report:** "Pellet production in the EU." 2015. <http://www.enplus-pellets.eu/wp-content/uploads/2013/11/D2.2bis-European-pellet-report.pdf>
6. **Biofuels Annual Report:** "Biomass for heat and power." 2020, p. 44. https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Biofuels%20Annual_The%20Hague_European%20Union_06-29-2020
7. **Papp V.; Beszédes S.; Szalay D.:** "Opportunities and challenges of agripellet production in Hungary", Journal of International Scientific Publications: Agriculture and Food 7, 2019, pp. 197-204.
8. **Marosvölgyi B.:** "Szilárd, biomassza alapú tüzelőanyagok energetikai tulajdonságainak vizsgálata." 2006. <http://docplayer.hu/12093734-Szilard-biomassza-alaputuzeloanyagok-energetikai-tulajdonsagainak-vizsgalata-segedlet.html>
9. **Tóth P.; Bulla M.; Nagy G.:** "Energetika – Digitális tankönyvtár." 2011. http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0021_Energetika/ch04s02.html
10. **Szemmelveiszné H. K.; Szűcs I.; Palotás Á. B.; Winkler L.:** "Biomasszák erőművi hasznosítása." 2007. https://matarka.hu/koz/ISSN_1589-827X/2007/ISSN_1589-827X_2007_051-062_png.pdf
11. **Renergy UK Ltd.:** "Sunflower husk pellets." 2015. <http://www.renergyuk.com/sunflower-husk-pellets/>
12. **Papp V.:** "Energetikai pelletek előállításának és hasznosításának ökoenergetikai vonatkozásai." Doktori értekezés, Soproni egyetem, 2018.
13. **Quyen T. V., Nagy S., Faitli J., Csóke B.:** Determination of radial pressure distribution on the wall of the press channel of a novel biomass single die pelletiser. EUROPEAN JOURNAL OF WOOD AND WOOD PRODUCTS Open Access, published 17 August 2020 p. 12. (2020)