

## III. Évfolyam 3. szám - 2008. szeptember

**Bakosné Diószegi Mónika**  
Budapesti Műszaki Főiskola

**Solymosi József**  
Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem  
[solymosi.jozsef@zmne.hu](mailto:solymosi.jozsef@zmne.hu)

### **LÁGYSZÁRÚ MEZŐGAZDASÁGI NÖVÉNYEKBŐL ELŐÁLLÍTOTT PELLET VIZSGÁLATA, AZ ENERGIABIZTONSÁG NÖVELÉSÉT SZOLGÁLÓ LEHETŐSÉG SZEMSZÖGÉBŐL**

#### *Absztrakt*

*Az emberiség növekvő energiaigénye, a kifogyóban levő földgáz és kőolaj forrás felgyorsítja az újabb energia előállítására irányuló kutatásokat. Fő szempont bolygónk biológiai egyensúlyának fenntartása, egyben a Kiotói világkonferencia megállapodásainak figyelembe vétele. További sürgető kötelezettség hazánknak e területen előírt szigorú Európai Unió elvárások kielégítése. Melyben célkitűzésként szerepel az egyes tagországok megújuló energiaforrás százalékos növelése a hagyományos energiaforrásokhoz képest. A nap, szél és a geotermikus energiaforrások, valamint a biomassa kifogyhatatlan forrásként vesznek körül bennünket. Magyarország kitűnő természeti adottságának és több évszázados állattenyésztési múltjának köszönhetően- rendkívül jó eséllyel nyithat a biomassából előállítható energia felé. Ebben a közleményben rövid áttekintést adunk a hazánkban képződő nagy mennyiségű mezőgazdasági hulladék energetikai hasznosíthatóságának lehetőségeiről.*

*Human's increasing demand of energy use, the ending resources of natural gas and fuel accelerates researches on development of 'newer' energy production. The main criteria is to preserve our planet's biological balance considering also the agreements of the World Conference on environmental protection of Kyoto. Furthermore our country's urging obligation is to fulfill the strict European Union requirements in this domain. In which the goal is to increase the percentage of renewable energy resources contra our traditional energy sources. Solar, wind, geothermal power and biomass surround us with unlimited sources. Hungary - with its excellent natural features and centuries long agricultural and animal husbandry tradition - has an extremely promising base to open towards the energy*

*processed from biomass. This publication gives a brief overview on the possibility of energy recycling of Hungary's significant amount of agricultural waste.*

**Kulcsszavak:** *biomassza, energia egyensúly, mezőgazdasági hulladék hőenergia, energia ellátottság, környezetvédelem ~ biomass, energy balance, agricultural waste heat energy, energy supply provision, environmental protection.*

## MAGYARORSZÁGI ENERGIATERMELÉS

A hazánkban előállított energia az ország éves energia igényének mindösszesen az egyharmadát fedezi. Kézenfekvő elgondolkodni azon, hogy ennek az aránynak a javítását milyen eszközökkel lehet elérni. Fejlett, komoly hagyományokon alapuló mezőgazdaságunk nagy mennyiségű szerves hulladékot hagy maga után évente. Ennek hasznosíthatósága vezet az elégetéséből nyerhető energia vizsgálata felé. Rövid közleményünk fókuszában az eljárás műszaki és gazdasági vizsgálata áll, aminek célja az energiamérleg elkészítése és értékelése.

Magyarország elektromos energiatermelésében a megújuló energiák részaránya 2003-ban 0,5 százalék volt [1]. Az EU csatlakozási tárgyalásokon hazánk képviselői elérték, hogy a megújuló energiák részaránya 2010-re messze a többi tagállam vállalt értéke alatt, mindössze 3,6 százalék (38 PJ/év) legyen. (Ebből kb. 2,8 százalék a biomassza, főleg tűzifa.) Ugyanakkor 2015-ig a megújuló energiák részarányát Magyarországon is 12 százalékra kell növelni.

A megújuló energiatermelés hazai szempontjainak megfogalmazásakor az EU-s elvárásokon és vállalásainkon túl azt is figyelembe kell venni, hogy Magyarország fosszilis energia tartalékai végesek. Valószínűsíthető a gázárak további gyors növekedése is, ami az energiafelhasználás struktúráját át fogja rendezni. A jelenlegi energiatermelés meglehetősen környezetszennyező, emiatt szigorúbb környezetvédelmi szabályozás várható.

Magyarország energiatermelése a Központi Energia Hivatal adatai [1] alapján 2007-ben energiahordozók szerint:

**1. táblázat**

<b>Energiaforrás</b>	<b>Energia</b>	<b>Részarány</b>
	[PJ]	[%]
Szén	74,1	17,4
Kőolaj	35,1	8,6
Földgáz	83,1	19,8
Gazolin	6,8	1,7
Propán-bután gáz	7,4	1,9
Tűzifa	25,2	6,1
Nukleáris energia	160	38,2
Vízierőművek	0,8	0,2
Egyéb	25,5	6,1
<b>ÖSSZESEN</b>	<b>418</b>	<b>100</b>

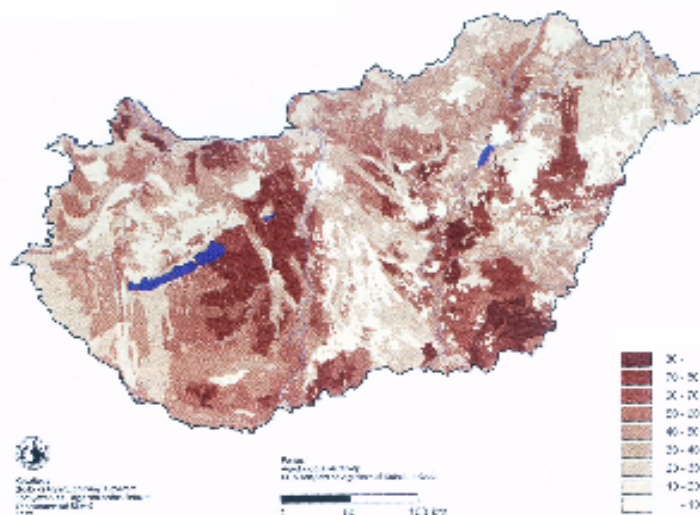
A 418 PJ mellett, a még szükséges energia behozatal értéke: 849 PJ!

Magyarországon közel 1 millió hektárnyi gyenge minőségű szántóterület van, melyen az Európai Unió által előírt minőségű gazdaságos növénytermesztés megvalósíthatatlan. E területek egy része energetikai növénytermesztésre hasznosítható. Energetikai növénytermesztés az 1,79 millió ha 17 AK alatti – rossz minőségű –, talajokon is megvalósítható. Országos szinten is fontos feladat meghatározni azt az energia mennyiséget, amely a hagyományos mezőgazdasági termelésből kieső területeken energetikai növényekből előállítható.

Magyarország területének felosztása mezőgazdasági szempontból, a Központi Statisztikai Hivatal [2] által közzétett mezőgazdasági termelés 2003:

vegetáció:	7 596 000 ha,
erdő:	1 760 000 ha,
megművelt terület:	5 744 000 ha,
szántó terület:	4 500 000 ha,
az EU által támogatott terület:	3 488 000 ha,
17 AK alatti terület:	1 790 000 ha.

Hazánk talajminőségének megoszlása jól érzékelhető az MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézetében 1997-ben készült agrotopográfiai térképen [3]:



1. ábra

Magyarország biomassza potenciálja kb. 350-360 millió tonna, ebből évente 105-110 millió tonna regenerálódik. Az évente megújuló növényzet energiapotenciálja: 1185 PJ. Ez több mint az ország energiaszükséglete, mely 2007-ben 1040 PJ/év (ennek 57-58 százaléka, 583 PJ import volt).

Magyarországon évente 15-20 millió tonna biomassza keletkezik, melyből kb. 9 milliót az energiaerdő, a többit a lágyszárú növények tesznek ki. (Az összes erdő mennyisége mintegy 250 millió tonna.)

A mezőgazdasági melléktermékként jelentkező biomassza jelentős mértékű. A betakarított hasznosításra kerülő növények csupán egy része kerül feldolgozásra fogyasztás céljából. A többi része mezőgazdasági hulladékká válik az aratás után. Emellett Magyarországon is egyre nagyobb szerepet kapnak a kifejezetten energianyeres céljából termesztett energianövények.

Ezek a fűz (salix), a nyár (poplar), az akác (robinia), a bálványfa, a különböző energiafűvek, az energianád (miscanthus), a repce, a kender és a tritikale.

## A HAZAI KUKORICASZÁR,-CSUTKA ÉS -CSUHÉ ALAPÚ BIOMASSZA KÉSZLET

Az alábbiakban látható a kukoricaszár, -csutka és -csuhé alapú biomassza hasznosítása területén tudomásomra jutott legújabb ismeretek.

A Magyarországon országos átlagként figyelembe vehető hektáronként 6 tonna betakarított kukorica-szemtermés esetén, a visszamaradó növényi részek szárazanyagban kifejezett mennyisége és aránya tetemes [4]:

**2. táblázat**

Megnevezés	1 ha-on maradó szárazanyag	1 ha-on maradó szárazanyag	1 ha-on maradó energia
	[kg]	[%]	[MJ]
Szár+ címer	1965	33	8057
Levél	1867	31	9690
Csuhé	862	14	4396
Csutka	1003	17	4403
Szem	261	5	2490
<b>Összesen</b>	<b>5958</b>	<b>100</b>	<b>29036</b>

A különböző időpontokban vett tárolt kukoricaszár-minták szárazanyag tartalma:

**3. táblázat**

Mintavétel időpontja	Szárazanyag- tartalom
	[%]
Október	43
November	53
December	57
Január és február	71

Az adatokból megállapítható, hogy a kukoricaszár megfelelő tárolás mellett történő természetes száradása igen jelentős.

## BIOAMASSZÁBÓL NYERHETŐ HŐENERGIA ELŐÁLLÍTÁSÁNAK MŰSZAKI VIZSGÁLATA

A biomassza közvetlen elégetése történhet :

- a biomassza közvetlen tüztérbe juttatásával,
- tömörítést követő égetéssel (bála-, apríték -, biobrikett- vagy pellettüzeléssel),
- illetve termikus elgázosítással.

*A biomassza közvetlen tüztérbe juttatása:*

Az energetikai hasznosítás legegyszerűbb és az energiamérleg szempontjából is a legkedvezőbb változata az eredeti, vagy az eredetihez közeli állapotban történő energetikai

felhasználás. A biomassa ily módon való eltüzelése a magas szállítási és tárolási költségek miatt gazdaságtalan annak ellenére, hogy előkészítési munkát – az esetleges szárításon kívül – , nem igényel.

#### *Tömörítéssel történő előkészítés:*

Célja a térfogati sűrűség növelése, ami kedvezően befolyásolja a tárolás helyigényét, a rakodás és a szállítás feltételeit és a tüzelés szabályozását. A tömörítés történhet bálázással, brikettálással vagy pelletálással. A biomasszát eredeti vagy aprítást és homogenizálást követő állapotban lehet tömöríteni.

#### *Termikus elgázosítás:*

A biomassa közvetlen égetésének harmadik módja a termikus elgázosítás. A biomassa égése közben keletkező hő hatására bomlás megy végbe, a kigázosodás során pirolízisgázok keletkeznek. A pirolízis gázait egy másik tüztérben égetik el további levegő beadagolásával, ahol az égés magas hőmérsékleten (1100–1250 °C) fejeződik be.

Ennek alapján meg kell vizsgálni a mezőgazdasági hulladék hasznosíthatóságának állomásait a betakarítástól a raktározásig.

### **Betakarítás**

A mezőgazdasági növényi maradványokat – így a kukorica szárát, csutkáját és csuhéját, valamint a gabonaszalmát is –, a főtermék betakarításával egy időben, vagy közvetlen azt követően kell begyűjteni, és a feldolgozás helyére szállítani. A szalma – a főtermék betakarítása után –, szálasan, kazlazva vagy bálázott formában takarítható be. A teljes betakarított szalmamennyiség mintegy 90 százaléka bálázva (kisbála, hengerbála, szögletes bála) kerül le a táblákról. A betakarításkor általánosan 15 – 20 százalék nedvességtartalmú gabonaszalma bálakazlakban jól tárolható. A tárolás során különös figyelmet kell arra fordítani, hogy csapadék a kazlakat ne érje, mivel a nedves szalma feldolgozása (brikettálása, pelletálása, égetése) költségtöbblettel jár.

A kukoricaszár gazdaságos felhasználása abban az esetben valósítható meg, ha a betakarításkori nedvességtartalma a 30 százalékot nem sokkal haladja meg. A kukoricacsutka nedvességtartalma alacsonyabb. Nedvességtartalom szempontjából nem eléggé homogén alapanyagból nem lehet egyenletes minőségű brikettet, pelletet gyártani.

**4. táblázat** A gabonaszalma és a kukoricaszár hozama, fűtőértéke és energiahozama (Kocsis Károly, 1992 [5])

<b>Biomassa</b>	<b>Nedves ségtartalom [%]</b>	<b>Biomassza hozam [t/ha]</b>	<b>Fűtőérték [MJ/kg]</b>	<b>Nettó hőérték [kgOE/kg*]</b>	<b>Nettó energiahozam [kgOE/ha*]</b>
Gabonaszalma	10–15	1,5–3,5	15,3–16,2	0,29–0,31	435–1085
Kukoricaszár	30–40	3,5–5,5	10,2–12,4	0,19–0,24	665–1320

\*80% hatásfok mellett

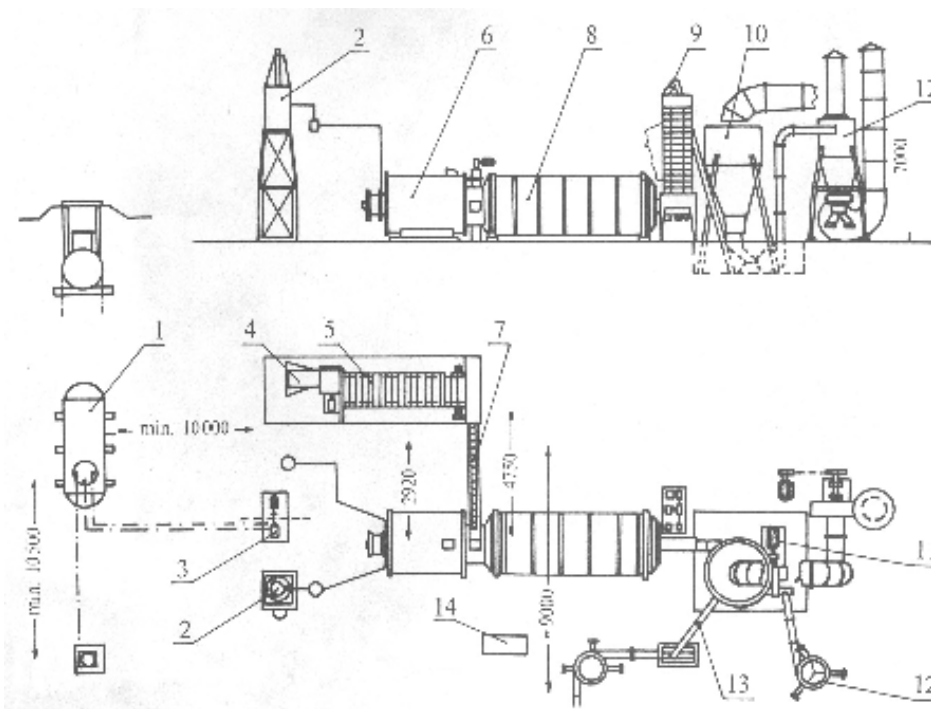
Meg kell jegyezni, hogy a kukoricaszár nedvességtartalma elérheti az 53 % is.

## Szárítás

A brikettáláshoz, pelletáláshoz vagy a közvetlen hőenergetikai felhasználáshoz, tüzeléshez előírt nedvességtartalom beállítása szárító üzemekben történik. Erre leginkább alkalmas berendezések a zöldtakarmány-szárítók.

A forgódobos zöldtakarmány-szárítók a legkedvezőbb fajlagos hőfelhasználással rendelkeznek. Előnyük, hogy a mezőgazdasági üzemekben egyéb szárítási célokat is szolgálnak, tehát a beruházási költségük több termékre megoszlik. Járulékos beruházási igényük (tűzivíztároló, épületek, útburkolatok stb.) alacsony, hiszen szabadban telepíthetők. Gépi segédberendezései (ventilátor, ciklon, kalapácsos daráló) felhasználhatók a présgépek kiszolgálásához szükséges technológiai gépláncban. Előny, hogy az üzemet kiszolgáló személyzet szakképzettsége is közel áll a biomasszát feldolgozó üzem személyzetének szakképzettségéhez.

A következő ábra egy forgódobos zöldtakarmány-szárító üzem technológiai folyamatábráját mutatja:



2. ábra Forgódobos zöldtakarmány-szárító üzem

- 1 – olajállomás, 2 – tüzelőberendezés, 3 – szivattyúház, 4 – szecskavágó, 5 – behordó, 6 – kemence,  
7 – ferde felhordó, 8 – szárítódob, 9 – hűtőtorony és hűtőciklon, 10 – szecskaciklon,  
11 – daráló,  
12 – lisztciklon, 13 – szemestermény-szárító, 14 – vezérlőszekrény

A bálázott növényi szárrészek a környezeti levegővel is száríthatók. Itt igen lényeges a bálák tömörsége, általában  $100 \text{ kg/m}^3$  térfogattömeg a kedvező. A szalmabálák nedvességtartalma nem lehet magasabb, mint 30 százalék. A környezeti levegővel való szárításhoz 70 százalék relatív páratartalom alatti levegő szükséges, ekkor a szárítással kinyerhető víz  $1\text{--}2 \text{ g/m}^3$ , a levegő kezdeti relatív páratartalmának függvényében. A szárítási idő hosszú, 30 százalékos kezdeti nedvességtartalomnál meghaladja a 240 órát. E szárítási

mód előnye az olcsósága és egyszerűsége. Hátránya az egyenetlen száradás, a hosszú száradási idő, szakaszos jellege, bizonyos időszakokban (amikor a levegő relatív páratartalma 70–75 százalék körül van, tehát kora tavasszal és késő ősszel) használhatatlan, a szellőztető szintekre való be-, és kitárolás költséges, s kazalszáritásnál fóliatakarás, szellőztető kazal alkalmazása szükséges.

A mesterséges szárítókban az alapanyag nedvességtartalmát folyamatosan mérni kell, hogy a homogenizálást és a szárítást szabályozni lehessen. A túlszáritás energiatöbbletet igényel, és ez növeli a költségeket, rontja a gyártás eredményességét. Éppen ezért ajánlatos a technológiai folyamatba már légszáraz anyagot bevinni, mely előzőleg fedett, de levegő járta helyen pihent. A mesterséges szárítók akkor gazdaságosak, ha hulladékhővel működtethetők, vagy fűtésük a szárított mezőgazdasági melléktermék felhasználásával történik.

Egy tonna nedves szalma nedvességtartalmának 20 százalékkal való csökkentése a gyakorlatban 900–1000 MJ, azaz 250–280 kWh energiát igényel. Ugyanekkora mennyiségű nedves kukoricaszár nedvességtartalma kétszer akkora, mint a szalmáé, ezért nedvességtartalmának 40 százalékkal való csökkentésére 1800–2000 MJ, azaz 500–560 kWh energiára van szükség.

A gazdaságos szárítás és tömöríthetőség érdekében célszerű az alapanyagot a szárítás előtt megőrölni, mechanikailag feltárni. Különösen szükséges ez a kukoricaszár feldolgozása esetében, mert a szár felületét fényes, vízzáró réteg vonja be, mely jelentős mértékben akadályozza a száradást. A szálás, ömlesztett és bálázott melléktermékek aprítására azok a bálabontók (pl. az ún. univerzális dézsás őrők) alkalmasak, melyek rostával ellátott kalapácsos forgórésszel rendelkeznek.

A szalma és a kukoricaszár, -csutka, -csuhé további feldolgozásához, préseléséhez szükséges, hogy az alapanyagok ne tartalmazzanak szilárd idegen anyagokat, pl. fémeket, követ. Az idegen anyagok eltávolítására rostákat és mágneses fémleválasztót kell alkalmazni.

### Préselés

A tömörítés présgépekben történik. A biobrikett előállításához kötőanyagot nem használnak, a szemcséket hideg tömörítés esetén a súrlódásos kapcsolatok tartják össze, a meleg eljárás során ezen túl az alapanyagban végbemenő kémiai elváltozások is szerephez jutnak.



3. ábra



A pellet a brikettnek egy speciális változata, előállításának technológiáját eredetileg takarmány készítésére fejlesztették ki. A pellet igen jó tulajdonságokkal rendelkező energiahordozó. Alacsony nedvességtartalmú növényi eredetű hulladék, amit darálás után nagy nyomáson és magas hőmérsékleten átsajtolnak egy 6-8 mm átmérőjű nyíláson. Az így kapott rudacskákat nevezzük pelletnek.

A gabonaszalma, kukoricaszár, -csuhé és -csutka más mezőgazdasági melléktermékkel, biomasszával együtt történő pelletálásának elvileg és a gyakorlatban nincs akadálya. Ebben az esetben külön technológiai lépésként jelentkezik a komponensek összekeverése, mely azonban nem jár jelentős költségnövekedéssel. Ha a keverés a pelletálás technológiai paramétereire kedvező hatással van, könnyen előfordulhat, hogy gazdaságos alkalmazni. Erre nézve a gyártók nem adnak tájékoztatást, mivel a technológiai paraméterek üzemi titkot képeznek.

A biomassza tömörítésének – brikettálásának vagy pelletálásának –, legfontosabb fázisa a préselés. A présgépek számos változata alakult ki, ezek általában egy-egy biomassza speciális tulajdonságaihoz igazodnak. Közös jellemzőjüket meghatározza az a tény, hogy a présgépekben a 800 bar feletti nyomáson, és az ekkora nyomáson létrejövő 80–150°C hőmérsékleten az anyagrészekké idegen kötőanyag nélkül is egymáshoz kötődnek. A gépből kijövő, 60–80°C hőmérsékletű anyagot le kell hűteni.

A felhasznált biomasszák eltérő fizikai jellemzőik (sűrűség, térfogattömeg stb.) és összetételük miatt nem egyformán préselhetők. Az egyes prés típusok alapanyagokkal szemben támasztott követelményei különbözőek lehetnek. A legtöbb géptípusnál a feldolgozandó biomassza nedvességtartalmának maximuma 10–14 százalék között van.

A présgépek főbb részei: a présfej, a tömörítő szerkezet (dugattyú, csiga, görgő) és a prэшüvely. A présfej hűtése vagy fűtése, valamint a prэшüvely kiképzése döntő az optimális hőmérséklet és préselési nyomás kialakítása szempontjából. A présgépek villamosenergia felhasználása meglehetősen nagy, a présgépek motorteljesítménye 30–180kW, fajlagos villamosenergia felhasználásuk 50–150kWh/t.

A dugattyús és csigás présgépek elvi megoldásukat tekintve annyiban különböznek egymástól, hogy a biomassza szállítását és tömörítését egyikben dugattyú, másikban csiga végzi. Mindkét présfajta ikresített változatban is üzemeltethető.

Préselés után a termékek fizikai jellemzői különbözőek lehetnek, a biobrikett összetétele egy kutatási eredmény szerint az alábbi:

**5. táblázat** A biobrikettek főbb fizikai és tüzeléstechnikai jellemzői ([6]Janzsó, 1989)

<b>Alapanyag</b>	<b>Sűrűség [kg/m<sup>3</sup>]</b>	<b>Nedvesség- tartalom [%]</b>	<b>Fűtőérték [MJ/kg]</b>	<b>Hamu- tartalom [%]</b>
Gabonaszalma	1130–1370	6,3	15,42	8
Kukoricaszár	1290–1310	6,2	15,49	6

A brikett (pellet) gyártásához szükséges gépek, berendezések terén a hazai ipar jelentős fejlesztéseket végzett az elmúlt két évtizedben. Ugyanakkor a pelletáló berendezések fejlesztése és hazai gyártása nem hozott látványos eredményt, a hazai pelletáló üzemek import présgépekkel működnek.



## Csomagolás, tárolás

A biobrikett és pellet nedvszívó tulajdonságából következik, hogy tárolásuk és a csomagolásuk fokozott figyelmet igényel. Amennyiben lakossági igények kiszolgálása a cél, akkor 25-50 kg-os egységcsomagolás (zsák, papírdoboz stb.) alakítható ki. Nagyüzemi felhasználásnál konténerekben történik a szállítás.

Csomagolóanyagként célszerű természetes anyagokat, papírzsákokat használni, tekintettel arra a tényre, hogy a csomagolóanyagokat általában elégetik. A műanyag alapú csomagolóanyag elégetésével a környezet súlyosan szennyeződik.

## ENERGIAMÉRLEG ELKÉSZÍTÉSE A FENT LEÍRTAK FIGYELEMBE VÉTELÉVEL

A kukoricacsutka és -cuhé, valamint gabonaszalma alapú biomasszák energetikai célból történő felhasználása rendkívül időszerű feladat. E téren az elmúlt évtizedekben jelentős kutatások, fejlesztések történtek, ugyanakkor számos kérdés még megoldásra vár.

Jelen energetikai elemzésben külön kell választani a biomassza elégetésének közvetlen módját a préseles utáni elégetéstől.

Közvetlen eltüzelés esetén magasak a szállítási és tárolási költségek, és a tüzelés határfoka az alacsony égési hőmérséklet miatt rossz. A szálas anyag aprításához és szárításához energiára van szükség.

Préseles utáni elégetés esetén ugyan alacsonyabbak a szállítási és tárolási költségek, de a szálas termék aprításához és szárításához itt is jelentkező energiaigényen túl, jelentős mennyiségű energiát igényel a brikettálás, vagy még inkább a pelletálás.

Az alábbiakban összefoglalom a pelletek felhasználásának energiamérlegét, figyelembe véve a pellet előállításának energiaigényét, és a pellet energiatartalmát. Az energiamérleget elkészítettem pellet felhasználása és közvetlen tüzelés mellett.

Számításaim során a következő átlagos adatokból indultam ki:

A melléktermékként keletkező (bálázott) szalma piaci ára **3000 Ft/tonna**,  
a melléktermékként keletkező (bálázott) kukoricaszár ára **4000 Ft/tonna**,  
a házak fűtésére szolgáló energia ára **3,1 Ft/MJ** (240.000 Ft/év per 80.000 MJ/év),  
a földgáz ára (2008. január 1-jétől hatályos GKM rendelet) **2,7 Ft/MJ**,  
a villamos energia ára (ELMŰ, 2008. január) 43,2 Ft/kWh, azaz **12 Ft/MJ**.

A nyersanyag árának energia-egyenértékké történő átszámításakor, valamint a tüzelőanyag fűtőértékének ár-egyenértékké történő átszámításakor a házak fűtésére szolgáló energia árával számoltam.

A szárítás hőigényének ár-egyenértékké történő átszámításakor figyelembe vettem, hogy a szárítás közvetlen hőfelhasználással történik, ezért – földgáztüzelésű szárítót feltételezve –, a földgázból nyerhető energia árával számoltam.

A pelletálás energiaigényének ár-egyenértékké történő átszámításakor figyelembe vettem, hogy a pelletálás közvetlen villamos energia felhasználással történik, ezért a villamos energia árával számoltam.

Az alábbi táblázatban összefoglalom a pellet tüzelés gazdaságossági számításainak eredményét, mely a fentiekben ismertetett kiindulási adatokra és megfontolásokra épült. A táblázat első fele energetikai adatokat, a második fele áradatokat tartalmaz [7].

**6. táblázat**

		Gabonaszalma		Kukoricaszár		Kukoricacsutka	
		Átlagos betakarítási nedv.tart.	Legnagyobb betakarítási nedv.tart.	Átlagos betakarítási nedv.tart.	Legnagyobb betakarítási nedv.tart.	Átlagos betakarítási nedv.tart.	Legnagyobb betakarítási nedv.tart.
		15%	20%	52%	65%	35%	40%
Nyersanyag ára	MJ/kg	1,3	1,4	1,7	2,3	1,5	1,6
Szárítás 10%-ig	MJ/kg	0,3	1,3	3,6	6,1	1,7	3,3
Pelletálás	MJ/kg	1,4	1,4	1,6	1,6	1,6	1,6
<i>Összesen</i>	<i>MJ/kg</i>	<i>3,0</i>	<i>4,1</i>	<i>6,9</i>	<i>10,0</i>	<i>4,8</i>	<i>6,5</i>
Fűtőérték	MJ/kg	13,5	13,5	13,0	13,0	13,5	13,5
Költséghányad	%	22	30	53	77	36	48
<hr/>							
Nyersanyag	Ft/kg	3,0	3,2	4,0	5,5	4,0	4,3
Szárítás 10%-ig	Ft/kg	0,81	3,51	9,72	16,47	4,42	5,28
Pelletálás	Ft/kg	16,8	16,8	19,2	19,2	19,2	19,2
<i>Összesen</i>	<i>Ft/kg</i>	<i>20,61</i>	<i>23,51</i>	<i>32,92</i>	<i>41,17</i>	<i>27,62</i>	<i>28,78</i>
Fűtőérték	Ft/kg	41,85	41,85	40,3	40,3	41,85	41,85
Költséghányad	%	49	56	81	-2	65	68

A biomassza hőenergiájának hasznosítására lehetőség kínálkozik olyan módon is, hogy a biomasszát közvetlenül, pelletálás nélkül vezessük a tüztérbe. Ebben az esetben a pelletáláshoz szükséges energia illetve költség nem terheli a folyamatot, ugyanakkor a technológia más területen (pl. szállítás, tárolás) bonyolódik.

Az alábbi táblázatban összefoglalom a közvetlen (pelletálás nélküli) tüzelés gazdaságossági számításainak eredményét, mely ugyancsak a korábbiakban ismertetett kiindulási adatokra és megfontolásokra épült. A táblázat első fele energetikai adatokat, a második fele áradatokat tartalmaz.

**7. táblázat**

		Gabonaszalma		Kukoricaszár		Kukoricacsutka	
		Átlagos betakarítási nedv.tart.	Legnagyobb betakarítási nedv.tart.	Átlagos betakarítási nedv.tart.	Legnagyobb betakarítási nedv.tart.	Átlagos betakarítási nedv.tart.	Legnagyobb betakarítási nedv.tart.
		15%	20%	52%	65%	35%	40%
Nyersanyag	MJ/kg	1,3	1,4	1,7	2,3	1,5	1,6
Szárítás 10%-ig	MJ/kg	0,3	1,3	3,6	6,1	1,7	3,3
<i>Összesen</i>	<i>MJ/kg</i>	<i>1,6</i>	<i>2,7</i>	<i>5,3</i>	<i>8,4</i>	<i>3,2</i>	<i>4,9</i>
Fűtőérték	MJ/kg	13,5	13,5	13,0	13,0	13,5	13,5
Költséghányad	%	12	20	41	65	24	36
<hr/>							
Nyersanyag	Ft/kg	3,0	3,2	4,0	5,5	4,0	4,3
Szárítás 10%-ig	Ft/kg	0,81	3,51	9,72	16,47	4,42	5,28
<i>Összesen</i>	<i>Ft/kg</i>	<i>3,81</i>	<i>6,71</i>	<i>13,72</i>	<i>21,97</i>	<i>8,42</i>	<i>9,78</i>
Fűtőérték	Ft/kg	41,85	41,85	40,3	40,3	41,85	41,85
Költséghányad	%	10	16	34	54	20	23

Minden esetben megállapítható, hogy a kukorica alapú technológiáknál célszerű a nyersanyag természetes szárítását alkalmazni. Ha ez nem lehetséges, akkor könnyű belátni, hogy e biomasszák energetikai hasznosítása csak akkor versenyképes a jelenlegi energiahordozókkal, ha a szárítás hőenergia igényét valamilyen ún. „hulladékhővel” tudjuk

biztosítani, illetve célszerű a kukorica alapú technológiáknál a nyersanyag természetes szárítását alkalmazni.

## A LÁGYSZÁRU MEZŐGAZDASÁGI TERMÉKEK ENERGIAHASZNOSÍTÁSÁNAK GLOBÁLIS ÉRTÉKELÉSE

A biomassa energetikai hasznosításának gazdasági értékelésekor sokszor csak a hagyományos „költség – jövedelem – beruházás” jellegű módszert alkalmazzák. Eszerint minél kisebb költséggel és eszközfelhasználással minél nagyobb profitot érünk el, annál kedvezőbb lesz a befektetés. Ez tény, mégis célszerű foglalkozni a biomassa-energetikai vertikum érdekérvényesítésével, mert a jelenlegi energiaforrások készlete véges, s apadásuk a jövőbeni energiaárak további jelentős emelkedését fogja eredményezni. A magasabb energiaárak tükrében, a ma még gazdaságtalannak tűnő energiaforrások kihasználása hamar gazdaságossá fog válni, és akkor az lesz lépéselőnyben, aki már ma ebben az irányban halad.

Kukoricacsutka és -cuhé, valamint gabonaszalma hasznosításának számos gazdasági indoka van, melyek pénzértéke azonban nehezen becsülhető. Vegyük például a mezőgazdasági területek versenyképességét, új munkahelyek keletkezését vagy az ezekkel együtt járó helyi infrastruktúra és életszínvonal fejlődését. Szintén nem pénzesíthető a környezetkímélőbb tüzelés során a levegőbe jutott jóval kevesebb kén-dioxid és nitrogén-oxidok mértéke, a foszilis tüzelőanyagokéhoz képest. Továbbá nem szabad elfelejteni azt az ésszerű és megkérdőjelezhetetlen törekvés szükségességét, ami a hazai energiaellátás kiszolgáltatottságának csökkentésére irányul.

Általánosan megállapítható, hogy a biomassa-energiaforrások előnyei a makrogazdaságban – környezetvédelemben, vidékfejlesztésben, energiapolitikában, hulladékgazdálkodásban –, jelentkeznek. Jelentős elterjedésük kizárólag az energiatermelők, az energiafogyasztók és az állami érdekek harmonizálásával képzelhető el.

### Irodalomjegyzék

- [1] Központi Energia Hivatal 2007, <http://www.eh.gov.hu>
- [2] Mezőgazdasági termelés 2003. Központi Statisztikai Hivatal, Budapest, 2004.
- [3] MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet 1997, <http://www.taki.iif.hu>
- [4] dr.Horváth S., dr. Legeza L., dr. Goda T., Barányi I., Bakosné D.M.: Kukoricacsutka és csuhé, valamint gabonaszalma, mint mezőgazdasági melléktermékek hasznosítása , Kutatási jelentés, 2005., pp:23.
- [5] Kocsis Károly: A biomassa energetikai hasznosítása az agrárgazdaságban. I. Országos Agrár-környezetvédelmi Konferencia, Budapest, 1992. nov. 26–27.
- [6] Janzsó J.: Mezőgazdasági és erdészeti melléktermékek hasznosítása. BIO-INNOCOR D. Budaörs, 1989.
- [7] Bakosné Diószegi Mónika: Biomassa tüzelésű kazánház tervezése Diplomamunka, BME Gépészmérnöki Kar, 2006., pp:100