



AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search
<http://ageconsearch.umn.edu>
aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

**AGRIPELLET ELŐÁLLÍTÁS ALAPANYAGBÁZIS VIZSGÁLATA
MAGYARORSZÁGON**

Examination of Base Materials in Agri-Pellet Production in Hungary

PAPP Viktória – SZALAY Dóra – GAÁL László

Összefoglalás

Magyarország klimatológiai és földtani adottságai révén nagy mennyiségű fás- és lágyszárú biomasszával rendelkezik, melyek jelentős része energetikai célokra is hasznosítható. A biomassza ágazaton belül a szilárd biomassza egyik felhasználási lehetősége a pelletgyártás. A fakitermelés, feldolgozás és bútorgyártás során keletkező apríték és forgács feldolgozásra kerül az országban működő fapellet és brikett üzemekben, a termelés növeléséhez szükséges faalapú készletek végesek. A szántóföldeken keletkező mezőgazdasági melléktermékek azonban évente újratemelődnek, melyek egy része az agripellet előállítás alapanyaga lehet. Kutatásunk jelentősége abban áll, hogy az alapanyag potenciál összegzéséhez és a konkurens felhasználók vizsgálatához számos adatbázis rendszerbe foglalása történik, amelyet egy térinformatikai módszerrel egészítettünk ki az adatok nagyobb megbízhatósága érdekében.

Kulcsszavak: agripellet, alapanyag potenciál, mezőgazdasági melléktermék

Abstract

Due to the climate and geological features of Hungary, there are large amounts of wood and herbaceous biomass in which a significant part can be used for energy purposes. The pellet production is one potential area for solid biomass. During timber processing and furniture production wood chips and shavings are produced, which can be processed into wood pellets and briquettes. The wood based resources are needed to increase the production are limited. However the agricultural by-products that are generated each year on arable land. A part of residues could be base material of the production of agripellets. The significance of our research is that it uses a number of database systems to summarise the potential base material and examine competing users; this was supplemented by geospatial data to ensure the greater reliability of the results.

Keywords: agripellet, basic material, agricultural residues

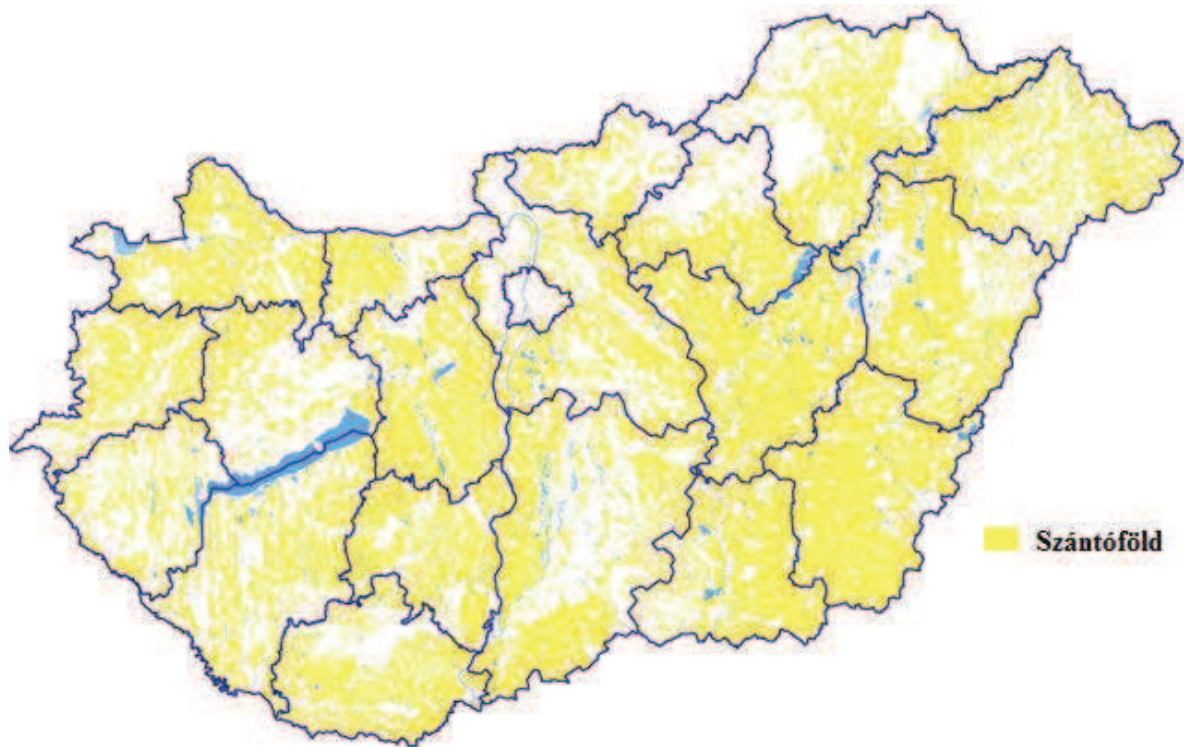
Bevezetés

A biomassza ágazaton belül a szilárd biomassza egyik felhasználási lehetősége a pelletgyártás. A pellet nagy nyomáson előállított energetikai tömörítvény, henger alakú granulátum. Jellemzője a nagy sűrűség (600-650 kg/m³) és tömörség [Szamosi, 2012]. Átmérője 5-10 mm, hossza 10-25 mm [Burján, 2010]. A mezőgazdasági melléktermékek

közös tulajdonsága, hogy kis térfogati sűrűséggel rendelkeznek, így szállításuk nem gazdaságos és a tüzelés is problémás. Az a távolság, amit energetikai, illetve gazdasági szempontból érdemes bálázásra, rakodásra és szállításra fordítani, energetikai szempontból hosszabb, mint gazdaságilag [Bai - Tarsoly, 2011]. Agripellet előállításával korábbi vizsgálataink alapján jó energiahatékonysággal állítható elő olyan tüzelőanyag, ami automatizált módon hasznosítható. Az alap gyártási technológia primer energia igényét, és a termék energiatartalmát vizsgálva kukoricaszár, búzaszalma, és repceszárból készült pelletek esetén az energetikai hatásfok 89,3-89,7%. [Papp - Marosvölgyi, 2013]. Az előállítás költsége függ az üzem mérettől, az alapanyag árától, a villamos energia áráktól, és az alkalmazottak számától. A pellet előállítás költségének alakulását számos tanulmány vizsgálta [Mani et al 2006, Szamosi 2013, Boldog-Blaskó 2012]. Egyes elemzések szerint a költség 40%-át az alapanyagár, 15-20%-át a gyártáshoz használt villamos energia, 25%-át a munkabér teszi ki [Mani et al 2006]. Az előállítás önköltsége a kapacitás függvényében nagyon változó lehet. Egy 10 tonna/óra kapacitású üzemben körülbelül 800 forint/tonna az élőmunka költsége, míg egy 2 tonna/órás üzemben 2000 forint/tonna [Boldog- Blaskó 2012]. Az alapanyagárak növényfajtánként és régióként is eltérőek, valamint a beszállítás távolsága is meghatározó. Az aktuális szalmabála árakat figyelembe véve 15-16 ezer Ft-os tonnánkénti árral számolhatunk. A pelletálás energia igénye is változó, [Szamosi 2013, Papp-Marosvölgyi 2013] tonnánként 5,5-6,5 ezer Ft.

A melléktermékek energiasűrűség növelésének legalkalmasabb módja az alapanyag tömörítése. A tömörítés során a kiinduló alapanyag halmazsűrűségét megnövelik 80-120 kg/m³-ről [Fenyvesi et al. 2008] 600-650 kg/m³-re [Ongrádi, 2006]. Magyarországon a legelterjedtebb bálaméret 250-300 kg-os körbála, amelyből egyszerre átlagosan 16 darabot tudnak szállítani [Szamosi et al. 2012]. Az energiahatékonyság tovább fokozható egy a jövőben nagy lehetőségeket rejtő fejlesztés, a mobil pelletáló egység alkalmazásával. A gépsort a gyártó úgy tervezte meg, hogy az összes szükséges alkatrész elfér egy speciális konténerben. A mobil üzemek termelési kapacitása változó: 1000 kg/óra, 1500 kg/óra és 2000 kg/óra [Steiner et al. 2015]. Német kutatók kifejlesztettek egy olyan mobil pelletáló gépet, ami az aratás után a rendről felszedve állít elő agripelletet, óránként 5 tonnát [Mezőhír 2015]. Az így készült pellet fizikai tulajdonságainak vizsgálatáról, nem állnak még rendelkezésre kutatások. Az átmérő nagyobb, mint a megszokott agripelleteknél, 16 mm-es [Krone technical data 2016]. Az optimális nedvességtartalom 15% körüli, így a betakarítás ideje szintén időjárás-függő. Azonban ezzel az egy művelettel kiváltják a bálázás és rakodás költségeit, valamint a szántóföldön állítanak elő 650-700 kg/m³-es halmazsűrűséget. Az 5 t/h pelletáláshoz minimum 300 kW teljesítményű traktor input szükséges. Vizsgálataik szerint a mobil eljárással készült pellet előállítási költsége fele annyi, mint az üzemi előállítás [Krone technical data 2016].

Magyarország 9,3 millió hektárnyi területének 79%-a – 7,4 millió hektár – termőterület. Ezen belül 5,3 millió hektár mezőgazdasági és 1,9 millió hektár erdőterület volt, a mezőgazdasági terület 57%-ot, az erdő 21%-ot foglalt el az ország területéből 2014-ben. A szántóterület 46%-os aránya (4 millió 326 ezer hektár) viszonylag stabil, mindössze 2%-kal marad el a 2004. évitől [KSH 2015]. Az agripellet előállítás során a fő alapanyagok a szalma és szár, de kukoricacsutka, malomipari melléktermékek, préselt napraforgómag is hasznosítható. A melléktermékek hasznosításának szempontjából a legfontosabb növények a kukorica, a kalászosok, a repce és a napraforgó. A felsorolt növények a szántóterületek 80%-át fedik le. A mezőgazdasági területek megyei eloszlását a Corine Land Cover felszínborítási adatok alapján az 1. ábra szemlélteti.



1. ábra: Magyarország szántóterülete a Corine Land Cover felszínborítási térkép alapján,
Forrás: saját szerkesztés

Magyarországon évente 1,1-1,2 millió hektáron termelnek szemes kukoricát. Jobb években a termés mennyisége meghaladja a 8 millió tonnát is. Az utóbbi öt év termésátlaga az aszályos évek figyelembe vételével átlagosan 6,1 tonna hektáronként [KSH 2015]. A kukoricaterméshez viszonyítva nagy tömegű kukoricaszár és csutka marad vissza a területen. A szakirodalmi források eltérőek a hektáronként keletkező melléktermék mennyiségére vonatkozóan, 0,8-1,5 szem-szár arány adatok jelennek meg [Sokhansaj 2011, Boris 2011, Christian 2014, Pappné Vancsó 2010.]. A kukoricaszár hasznosítás jelenleg legelterjedtebb módja a beszántás, mely a vetésterület kb. 93–94%-án történik [Haszon Agrár 2010]. A nagy mennyiségű szerves anyag cellulózhatást vált ki a talajban, amely nitrogénműtrágyával ellensúlyozható [Tármeg 2008]. A szármagmaradványok talajba kerülésekor drasztikusan megváltozik a szén-nitrogén arány, ami úgynevezett pentozán hatás kialakulását eredményezheti. A pentozán hatás lényege, hogy a magas cellulóztartalmú szerves anyagok bomlásához szükséges nitrogént a lebontó mikroorganizmusok a talajból, sok esetben a növény elől vonják el, amely a növényeken tápanyaghiány tünetek formájában válik láthatóvá. [Zsombik 2007] A nitrogén műtrágya nagy mennyiségű alkalmazása jelentős mértékben növeli a költségeket, és környezetvédelmi szempontból is problémákat vet fel. A növénytermesztésben használt műtrágyák, elsősorban a nitrogén és foszforműtrágyák károsan hatnak a víz minőségére. A nitrogénműtrágyák az N03-N-szennyezés révén a vizek nitrátosodását, a foszforműtrágyák pedig azok eutrofizációját segítik elő. Közvetetten növelik a légkör NOx-tartalmát, ami a savas eső és savas ülepedés formájában visszakerül a talajra és az élővizekbe [Rakonczay 2004]. A talajjavításra fordítandó szalma és szár mennyiségekről is különböző szakirodalmi értékek jelennek meg, a szár tömegének 20-30%-a lenne optimális a legtöbb elemzés szerint [EBTP 2013, Mann et al., 2002, Kline 2010]. Hőenergia nyelés céljából az új technológiákat is figyelembe véve igen jelentős mennyiségű kukoricaszár áll rendelkezésre. A tüzelésre való hasznosítást azonban a kukoricaszár magas, 40–65%-os nedvességtartalma nagyon megnehezíti. A szár fűtőértékét jelentősen befolyásolja a

nedvességtartalom, melynek nagysága nagyban függ a betakarítás időpontjától és a betakarításkor uralkodó időjárástól [Kocsis-Kelemen 2013]. Így szakirodalmi források alapján eltérő értékek jelennek meg a fűtőértékre vonatkozóan, 10-13 MJ/kg között [Bakosné Diószegi – Solymosi 2008]. Kukoricaszárból készült pelletek vizsgálata során 10%-os nedvességtartalomnál 15,5 MJ/kg-os fűtőértéket mértek [Fábián 2010]. A Gödöllői MGI kutatásaiban foglalkozott a kukoricaszár bálázásával. Vizsgálataik alapján a nagyobb aprítás következtében a szárrészek vízleadó felülete megnövekszik, és az anyag gyorsabban szárad. A szárzúzó munkája után visszamaradt egyenletes terített renden lévő anyag, még az esetleges megázás utáni 40-60%-os, elsősorban felületi nedvességét 4-6 napsütéses óra alatt leadhatja 25-27%-os nedvességtartalomra [Haszon Agrár 2010].

2014-ben 7,2 millió tonna kalászos gabona termett, ami az előző évinél 6,1%-kal több [KSH 2015]. A növekedést elsődlegesen a tenyészidőszak alatti kedvező időjárás tette lehetővé. Búzából 2014-ben 5,2 millió tonna termést takarítottak be. A kalászosok területének jellemzően 80-87%-án takarítják be a szalmát az utóbbi években, a kalászosok termésátlaga és a szalmahozam között gyenge-közepes összefüggés tapasztalható [Bai –Tarsoly, 2011]. Kalászosok esetében is eltérő szakirodalmi adatok jelennek meg a melléktermék, a szalma mennyiségére vonatkozóan, a szem-szalma arány alapján 1:0,5-1,2 közötti értékek [Sokhansaj 2011, Boris 2011, Pappné Vancsó, 2010]. Kistérségi vizsgálatok alapján Borsod-Abaúj-Zemplén megyében 1,7-3 t/ha mennyiségű szalmát takarítottak be, a 2006-2011-es időszakban [Bai et al, 2016]. A gabonaszalma betakarításkor a kukoricaszárhoz képest alacsony nedvességtartalmú, 15-20% közötti értékek jelennek meg, fűtőértéke 14,5-15,5 MJ/kg [Bakosné Diószegi – Solymosi 2008].

A napraforgó és repceszár is jelentős mennyiséget képvisel a mezőgazdasági melléktermékek között. Az utóbbi években a napraforgó termőterülete 600 ezer hektár körül alakult, a repcét 190 ezer hektáron termesztették [KSH 2015]. A repceszár hasznosításával a biodízel gyártás fellendülésekor kezdtek foglalkozni. A szár hektáronkénti mennyisége a termés kétszerese is lehet. Laboratóriumi vizsgálatok során foglalkoztunk a pelletként történő hasznosítással, hamutartalom és fűtőérték vizsgálatokkal. Ezek alapján a repceszár jelentős energiát tartalmaz, fűtőértéke betakarításkor 14-16 MJ/kg [Papp-Marosvölgyi, 2010]. A napraforgószárat aratás után teljes mennyiségben összezúzzák és beszántják, holott betakarítás után viszonylag alacsony nedvességtartalmú, zöldtrágyaként alkalmazva egyenesen káros [Bai et al, 2002].

Az alapanyagbázis becslés során nem csak azt szükséges felmérni, hogy mennyi melléktermék keletkezik a vizsgált területen, hanem azt is, hogy milyen konkurens felhasználó üzemek vannak, amelyek csökkenthetik a hasznosítható alapanyag mennyiségét. A mezőgazdasági melléktermékek fő hasznosítási területei a talajjavítás, az állattartás, az erőművek, a fűtőművek, bálátüzelésű kazánok, papíripar és biogáz üzemek.

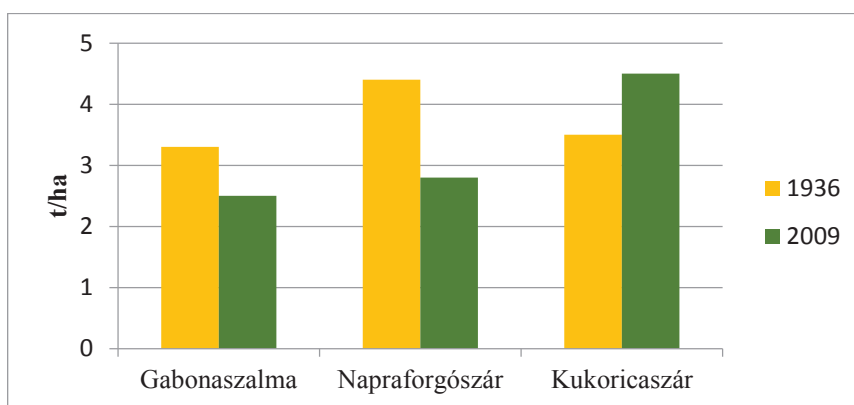
Anyag és módszer

Corine Land Cover felszínborítási térkép segítségével földhasználati kategóriák szerint határoztuk meg a biomassza termőterületét. 2012-től, a COPERNICUS program keretében zajlik a GIO-land projekt. Fő feladatai a CORINE felszínborítás adatbázis 2012-es évre vonatkozó aktualizálása (CLC, 2012), valamint ezzel párhuzamosan 2006-2012 közötti felszínborítás változások keresése. Új elemként 5 ún. Nagyfelbontású Felszínborítás Réteg is készül teljes Európára. A CLC2012 adatbázisokat a 2014 őszén befejeződött GIO-Magyarország projekt keretében, az EEA finanszírozásával készítették el [Fömi, 2015].

A standard EU CLC100 nomenklatúrából, az alábbiakat vettük figyelembe munkánk során a térképek előállításához:

- Mesterséges felszínek: Ez a csoport elsősorban földhasználati osztályokat tartalmaz. Részletezi a lakott területeket, ipari területeket, közlekedési infrastruktúrát, bányákat, lerakóhelyeket és a városi zöld területeket.
- Mezőgazdasági területek: A kategóriából a szántóföldek, legelők, zártkertek, szőlő- és gyümölcs-ültetvények kerültek leválogatásra.

A régióra jellemző mezőgazdasági növényi melléktermékek tömegének becslése, a termésátlagok meghatározása KSH táblázatok feldolgozásával és szakirodalmi adatok segítségével történt. A mezőgazdaságnál a termésmennyiségekkel, majd a szem-szár aránnyal határozható meg a keletkező melléktermék mennyisége [Boris et al. 2011]. Aszályos években a termés hozam, és így a melléktermék mennyisége is jelentősen csökkenhet, ezért öt éves termésátlagot (2010-2014) vettünk alapul. Ebben beletartozott egy erősen aszályos év is. Figyelembe vettük, hogy a betakarítás során mekkora a növény átlagos nedvességtartalma és ehhez mekkora fűtőérték tartozik. Ennek segítségével energiamennyiségben fejeztük ki az eredményeket. Figyelembe véve a felvevőpiacot és a konkurens felhasználókat, határoztuk meg a potenciálisan agripellet előállítására felhasználható alapanyag éves átlagmennyiségét Magyarországon. A vetésforgó alkalmazása miatt, a mezőgazdasági melléktermékek mennyiségének becslése során ötéves országos átlagokat veszünk figyelembe. A főbb növények leggyakrabban kétéves ciklusokban termeszthetők ugyanazon a területen [Gyuricza 2006], olajnövények esetén ötéves ciklusok figyelhetők meg. A melléktermékek mennyisége, a szárképzés a különböző fajták alapján is eltérő lehet. Magyarországon kukoricából és búzából is több száz fajtából választhatnak vetőmagot a termelők. Őszi búza esetén 66 magyar és 57 külföldi faj szerepel az állami fajlistán, azonban a területek 90%-án csak 20-25, jellemzően hazai fajtákat termesztnek [Beke 2007]. A fajtaszerkezet kialakításakor figyelembe kell venni a fajok ökológiai, agrotechnikai igényét, a fenntartható termesztés szempontjait és a gazdaságosságot is [Ágoston 2009]. Az időjárási körülmények, a csapadékos időszakok és az aszályos hónapok rendszeres megjelenését figyelembe véve el kell gondolkozni a vetett gabona fajtaszerkezet módosításán. Az elmúlt években ugyanis megfigyelhető, hogy a jelenlegi fajtaszerkezet a rendszeresen kialakuló szárazságot egyre kevésbé tolerálja [Szabó 2013]. A fő termékek mellett a mezőgazdasági melléktermékek, a szalma és szármennyiségek, a növénynevelési folyamatok következtében is erős mennyiségbeli változáson mennek keresztül.



Forrás: [Szalay-Palócz, 2013]

2.ábra Szalma és szármennyiségek változása a növénynevelési tevékenységek következtében,

A gabonaszalma és a napraforgószár hektáronkénti tömege csökkenő tendenciát mutatott az elmúlt évszázadban, míg a kukorica esetében akár 1 tonnás növekedés is kimutatható. Oka,

hogy a nemesítési tevékenységnek köszönhetően emelkedett a szár állékonysága. A szárszilárdság növelése - a veszteségmentes gépi betakarítás fontos követelménye. Azonban a dőlésmentes hibridkukorica és a nagyobb állománysűrűség terménynövelő hatása csak a megfelelő tápanyag ellátottsági talajokon érhető el. Az 1922-től 1955-ig tartó időszakban elsősorban szerves trágyát alkalmaztak, a műtrágyák a felhasznált tápanyag csupán 5%-át tették ki. Az ezt követő időszakban azonban a szerves trágya és a felhasznált műtrágya aránya megváltozott, 85% lett a műtrágya és 15% az istállótrágya [Gombás, 2010] ezzel biztosítva a szükséges tápanyagellátást. Emellett a kukorica C4-es növény lévén a száraz, meleg klimatikus körülmények között is akár kétszerannyi szárazanyag előállítására képes, mint más C3-as gabonanövények [Pepó-Sárvári, 2011].

Az alapanyagbázis vizsgálat fontos része a konkurens felhasználók vizsgálata. Az egyik legnagyobb felhasználó a búzaszalma esetén az állattenyésztés. A szalmaféleket elsősorban kérődzőkkel etetik, de csak kis mennyiségben. Alacsony energiakonzentrációjuk miatt a szénát nem helyettesíthetik, ezért csak kisebb napi adagban etethetők eredményesen [Bokodi et al 2011]. A melléktermékek takarmányként történő hasznosítása, az aszályos években lehet nagyobb mértékű, ha a betakarított termény mennyisége nem fedezi az országos szükségletet. Az almozásra használt mennyiségek azonban jelentősek, bár az utóbbi években már sokkal kevesebb szalmát vesznek igénybe az újabb állattartási technológiák miatt. A használt alomanyag (jellemzően szalma) mennyisége, a telepen alkalmazott tartástechnológiától függ. Általánosságban elmondhatjuk, hogy a nagyobb telepek almozás nélküli, vagy csak nagyon kevés alomanyagot igénylő technológiát alkalmaznak, a sertéstelepek leginkább csak az anyakocák tartása során használnak szalmát [Maga J. 2012].

A szakirodalmi adatokkal, valamint a Magyarországi állatállomány adataival számolva határoztuk meg az évente átlagosan almozásra használt szalma mennyiségét. 2015. júniusi KSH adatok alapján 30 ezerrel emelkedett a szarvasmarhák száma. A sertések száma 64 ezerrel több az egy évvel korábnál. A baromfi ágazatban is gyenge növekedés figyelhető meg. [KSH 2015]. Az állatállomány éves alomszükségletét a 2. táblázat mutatja be.

1. táblázat: Az állatállomány átlagos éves alomszükséglete

Gazdasági állatok	Szalma az aljazásra		Összes alomszükséglet [t/év]
	[kg/db/nap]	[kg/db/év]	
Szarvasmarha ágazat	3,8	1400	1 145 760
Sertéságazat	1,4	511	104 106
Juhágazat	1,1	220	264 110
Baromfiágazat	-	3,3	124 896

Forrás: Saját szerkesztés, [Maga J. 2012, KSH (2010-2015) állatállomány adatai alapján]

Az országban általunk vizsgált 27 biogáz üzem közül, csak három-négy olyan működik, amely valamilyen növényi szarát vagy szalmát hasznosít, mint kiegészítő alapanyag [AVE T. 2013, Solti Biogáz. 2014, ELMIB 2010]. Jövőben ezek bővülése várható, azonban az általunk vizsgált rendelkezésre álló alapanyagok mennyiségét, egyelőre nem csökkentik jelentős mértékben. Papíripari szalmaszükséglet hazánkban csak a Dunacell Kft.-nél van, évi 30 ezer tonna [Koltai 2012].

Az eröművek, fűtőművek, egyre nagyobb mennyiségben hasznosítanak rönkfából készített apríték és faipari melléktermékek kiegészítésére erdészeti, mezőgazdasági melléktermékeket, gyümölcsfa és szőlővenyige nyesedéket. Pécsen már kifejezetten mezőgazdasági

melléktermékre, elsősorban szalmára alapozott bálátüzelés folyik, éves szinten 240 ezer tonna mezőgazdasági mellékterméket felhasználva [PannonP. 2015]. Az utóbbi időben több próbálkozás is történt a Vértes Erőműben a kukoricaszár-bálák tüzelésére, amely száraz körülmények között készült bálákkal sikeresnek bizonyult [Vértes Erőmű 2014]. A Mátrai erőműnél, Visontán is jelentős évi 100 ezer tonna szalma, kukoricaszár és csutka került felhasználásra [Mátrai Erőmű 2015]. Az országban működő pelletüzemek alapanyag igényét internetes adatgyűjtés segítségével a következő táblázatban foglaltuk össze.

2. táblázat: Pellet előállítás alapanyagigénye Magyarországon

Telephely	Üzemeltető	Termék	Alapanyag [t/év]	Alapanyagigény [t/év]
Tiszaújváros	Eko Fire Pellet	Fapellet	Keményfa, Erdészeti melléktermék, Energetikai ültetvény	30 000
Bakonyjákó	Jákófa Ipari és Ker. Kft.	Fapellett, Fabrikett	Fűrészipari, Asztalos ipari melléktermék	5 000
Polgárdi	Vertikál Zrt.	Fapellet	Faipari melléktermék Mezőgazdasági mellékter.	1 000
Tuzsér	Erdért-Tuzsér Zrt.	Fapellet	Kéregmentes apríték Fűrészpor, Faforgács	7 000
Lenti	Németh-Fa Kft.	Fapellet	Faipari melléktermék	1 000
Belezná	Pannon Pellet Kft.	Fapellet	Fűrészpor, apríték	13 000
Tiszalök	PelletInternat.Kft.	Fapellet	Raklapgyári melléktermék	3 500
Petőháza	Pellet Produkt Kft	Fapellet	Kéregmentes fenyő eselék	6 000
Cegléd, Érsekcsanád	Lenes-Agrofa Cégcsoport	Fapellet	Fűrészipari melléktermék	30 000
Lenti	Zalaerdő Zrt.	Fapellet	Fűrészipari fűrészpor	2 000
Lajosmizse	Hungaropell. Kft.	Fapellet	Faipari hulladék	80 000
Cegléd	Wood Pellet Kft.	Fapellet	Fűrészipari melléktermék	15 000
Zsira	Gold Pellet Kft.	Fapellet	n.a.	n.a.
Kölked	Mű-Pellet Zrt.	Fapellet	n.a.	n.a.
Szombathely	Pappel-T. Kft.	Fapellet	n.a.	n.a.
Szigetvár	Szigetvári P..Kft.	fapellet	n.a.	n.a.
Szentes	T&T Technik Kft	Agripellet	Energiafű, Búzaszalma Kukoricaszár, Repceszár Fanyesedékek, Energianád	3 600
Agárd- Pálmajor	Agripellet Kft	Agripellet	Széna, Búzaszalma Repceszár	4 200
Kölked	Mű-Pellet Zrt.	Alompellet	Szalma	n.a.
Vép	Agripellet Üzem	Agripellet	Szalma	n.a.
Jászládány	Gold Brikett Kft.	Agripellet	Szalma	4 000
Összesen	Fapellet			194500
	Agripellet			12000

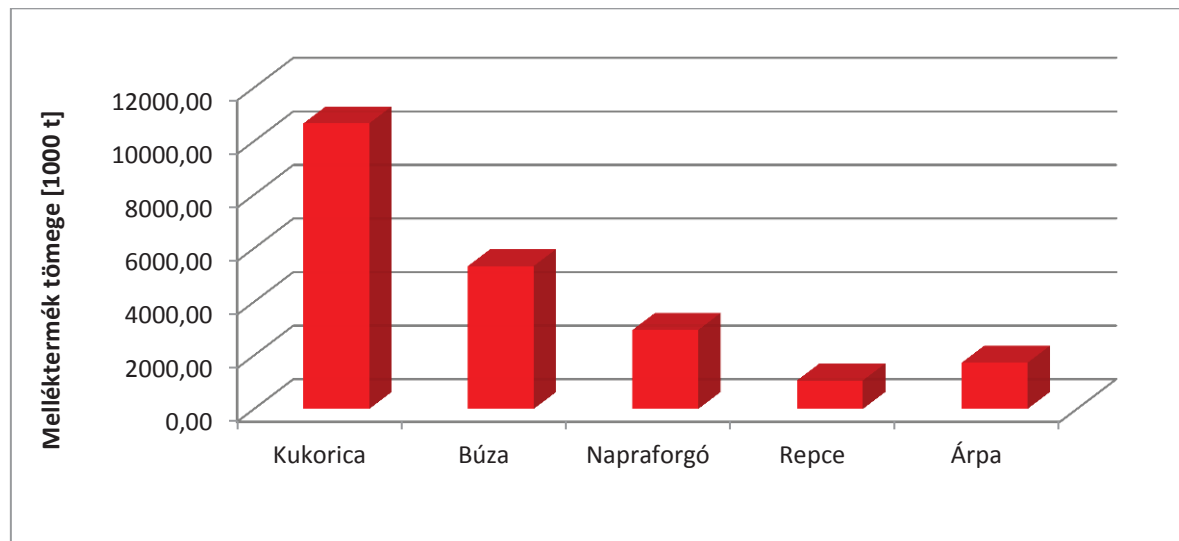
n.a. – nem áll rendelkezésre nyilvános adat

Saját szerkesztés [MPE 2010, MPE 2009, Jákófa Kft. 2012, Varga 2012, Zöldtech 2010, Zalaerdő Zrt 2012, Mű-Pellet Zrt. 2013, Pappel-T Kft. 2014, Szigetvári P. Kft. 2012, Simon E. 2011, Gold Brikett Kft. 2012] alapján

A rendelkezésre álló alapanyagbázis ellenére, egyelőre az agripellet gyártás éves mennyisége töredéke a fapelletnek. Ennek egyik oka a jó minőségű fapellet iránti kereslet növekedése az Európai Unióban. 2014-ben már 13,5 millió tonna fapelletet állítottak elő, ami 35%-os növekedés 2010-hez képest. Azonban ez még mindig nem fedezi a 18 millió tonna éves szükségletet, így évente 5 millió tonnát importálnak Észak-Amerikából [Christin et al, 2015]. Az agripellet a lágyszárú növények magas hamutartalma, és az alacsonyabb salakolvadási hőmérséklet miatt csak speciális agripellet tüzelő berendezésekben, vagy együtt tüzelve nagyobb kazánokban, erőművekben hasznosítható. Ezek a berendezések egy gázkazánhoz viszonyítva drágák, ami indokolhatja, hogy az agripellet nem terjedt el a lakossági felhasználás körében.

Eredmények

A kukoricatermesztés során évente 10,6 millió tonna melléktermék keletkezik az országban. A búzaszalma mennyisége is jelentős, több mint 5,3 millió tonna. A kalászos gabonák közül az árpa szalma is nagy mennyiségű, évente átlagosan 1,7 millió tonna. Az olajos növények melléktermékei közül a napraforgószár és tányér keletkezett a legnagyobb mennyiségben, azonban a betakarítás nehézségei miatt az energetikai hasznosítás egyelőre kérdéses.



Forrás: saját szerkesztés, 2016

2. ábra: Évente keletkező vizsgált növényi melléktermékek mennyisége Magyarországon (2010-2014 átlaga)

A hasznosítható mennyiségeket nagyban befolyásolja, hogy begyűjtésre kerül-e a melléktermék. Feltételezzük, hogy a technológia fejlődésével a kukorica-és napraforgószár is egyre nagyobb területekről betakarítható. Régebbi kutatások szerint a kukoricaszár szinte teljes mennyisége eltüzelhető lenne, ha begyűjtésre kerül, míg a búzaszalma körülbelül fele lenne hasznosítható energiatermelésre [Barótfi, 2008]. Egyes elemzések szerint, az évente keletkező kukorica és napraforgószár 50%-a hasznosítható, míg búzaszalma esetén körülbelül 25-30% [Pappné Vancsó 2010]. Figyelembe véve a talajjavításra fordítandó, az állattartás során megjelenő, és a konkurens felhasználók által hasznosított mennyiségeket határoztuk meg az elméletben rendelkezésre álló melléktermékek éves potenciálját.

3. táblázat: Magyarországon keletkező mezőgazdasági melléktermékek energia tartalma

	Évente keletkező [PJ]	Energetikai célra hasznosítható [PJ]
Kukoricaszár	128,0	62,0
Búzaszalma	66,7	26,7
Napraforgószár	5,9	2,9
Repceszár	2,1	1,1
Árpa szalma	2,6	1,3

Forrás: Saját szerkesztés

Az évente átlagosan keletkező mezőgazdasági melléktermékek energiatartalma 205 PJ, melyből a konkurens felhasználók és a talajjavításra fordítandó mennyiségek levonása után körülbelül 92 PJ lenne hasznosítható. Aszályos években, nem csak a terméshozam, de a melléktermékek mennyisége is jelentősen csökkenhet. Az utolsó erősen aszályos évben 2012-ben a kukorica termésátlagai 40%-kal, a búzáé 30%-kal csökkentek az átlagértékhez képest, ezzel együtt a melléktermékek mennyisége is jelentősen lecsökkent, ami kockázatot jelenthet egy nagyobb üzem alapanyag ellátása szempontjából. Vizsgálataink szerint az állattartásban évente 1,64 millió tonna szalmaszükséglet jelentkezik, és az állatállomány gyenge növekedése várható a következő években. A konkurens felhasználók közül kiemelkedik a Pécsi Erőmű évi 240 ezer tonna mezőgazdasági melléktermék hasznosításával. Az alapanyag begyűjtése, több környező megyére, és horvát területekre is kiterjed. Az agripellet alapanyagai lehetnek az olajsajtolás melléktermékeiként megjelenő préselt napraforgó és repcemag is, azonban ezek hasznosítása elsősorban állati takarmányozásra irányul, az energetikai hasznosítás másodlagos. Az egyelőre kis területtel rendelkező lágyszárú energianövények is alapanyagul szolgálhatnak, energiafű és energianád termesztésével és pellet előállításával már korábbi kutatások is foglalkoztak [Pintér-Marosvölgyi 2011].

Következtetések

Vizsgálataink alapján, Magyarországon nagy mennyiségű szalma és szár lenne hasznosítható energetikai célokra, azonban a begyűjtés és szállítás sok esetben problémás. A jövőben megoldás lehet a mobil pelletáló gépek alkalmazása, melyek használatával bálázás helyett az alapanyagokat már az aratás után helyben tömörítik, gazdaságosabbá téve a szállítást. A mezőgazdasági melléktermékek iránt, a jövőben egyre nagyobb kereslet várható a bővülő biomassza hasznosító üzemek, és újabb technológiák miatt, ami komoly versenyt idézhet elő az alapanyagok piacán. A legtöbb elemző szerint az agripellet előállítás csak nagyüzemi szinten, minimum 800 kg/h előállított mennyiség felett lehet jövedelmező, [Szamosi, 2012] ami éves szinten jelentős mennyiségű alapanyagot igényel. Ezért egy agripellet üzem létesítése előtt mindenképp célszerű kisebb körzetben vizsgálni a rendelkezésre álló melléktermékek mennyiségét, és a konkurens felhasználókat is.

A rendelkezésre álló alapanyagbázis ellenére az agripellet előállítás csak évi 12 ezer tonna körül alakul. A pellet fűtésre történő átállás egyik legnagyobb problémája a pelletkályhák és kazánok magas ára, mely egy gázkazán árának többszöröse. Ezzel szemben az agripellet ára még alacsonyabb a gáz áránál, de hazánkban a rezsicsökkentés miatt sem az agripellet sem a fapellet nem versenyképes az olcsóbb gázzal szemben. A földgáz 34,3 MJ/m³-es fűtőértékével kalkulálunk, a fapelletek fűtőértéke 18MJ/kg körüli, az agripelleteké kicsit alacsonyabb, általában 16 MJ/kg körül alakul. Így egy köbméter földgáz kiváltására fapelletből 1,9 kg, míg agripelletből 2,2 kg-ra van szükség, ha a gázkazánok és pelletkazánok hatásfokát azonosnak

tekintjük. A pellet árak folyamatosan emelkedtek az utóbbi években, a jó minőségű fapellet ára már 85-105 Ft/kg körül mozog. Az agripelletek olcsóbbak az áruk 55-65 Ft/kg körül alakul. A legjobb minőségű fapellet ára így már magasabb, mint ha gázzal fűtenénk. Agripelletek esetén a gázrészhez képest 10%-kal olcsóbban fűthetünk, de a magas tüzelőberendezés árak miatt, a befektetés csak lassan térül meg. A fatüzelés árával összehasonlítva, figyelembe véve optimális esetben a nedvességtartalmat és fűtőértéket, 14 MJ/kg-os értékkel kalkulálva 1,2 kg tűzifa felel meg 1 kg agripelletnek. A tűzifa ára átlagosan 30-32 Ft/kg, így körülbelül 38 Ft-ba kerül 1 kg agripellet fűtőértékével megegyező mennyiség. Az agripellet tüzelés leginkább azokban a háztartásokban érne meg, akik kényelmi szempontból a gázfűtéshez hasonló komfortú, környezetvédelmi szempontokat is mérlegelő fűtési rendszert alkalmaznának.

Irodalomjegyzék

- Ágoston T.(2009): Az évjárat hatása az őszi búzafajták agronómiai tulajdonságaira – Doktori értekezés, 11.p.
- AVE Tatabánya Hulladékhasznosító Kft. (2015): Biogázunió projektek <http://www.biogazunio.hu/projektek/tatabanya/> 2015.09.03.
- Bai, A -, Durkó, E - Tar K, - Tóth J,- Lázár I,- Kapocska L, Kircsi A,- Bartók B,- Vass R, - Péntes J,- Tóth T, (2016): Social and economic possibilities for the energy utilization of fitomass in the valley of the river Hernád, Renewable Energy, Volume 85, January,, Pages 777-789, ISSN 0960-1481, <http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2016.02.04>.
- Bai A.; Lakner Z.; Marosvölgyi B.; Nábrádi A. (2002): A biomassza felhasználása. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest. ISBN: 963 9422 460
- Bai A. – Tarsoly P. (2011): A hazai melléktermék hasznosítás - Agrárium. A Magyar Agrárkamara lapja. 21. évf., 5. sz., HU ISSN 1215-8380, Szaktudás Kiadó Ház Zrt, Budapest, 2011, pp. 46-47.
- Bakosné Diószegi M.- Solymosi J. (2008) – Lágyszárú mezőgazdasági növényekből előállított pellet vizsgálata,
- Boldog G.-Blaskó G.(2012) – Az agripellet előállítás költségtényezői - <http://bestmachinery.hu/agripellet-gyartasanak-koltsegtenyezoi-megterulo> Hadmérnök, III: évf. 3. szám. 14.p. - http://hadmernok.hu/archivum/2008/3/2008_3_dioszegi.pdf
- Beke B. (2007) – Gabonatermesztési interjú, Agrárunió, VIII.évf. 8.szám, 31.p.
- Bokodi J., Gundel J., Herold I., Kakuk T., Kovács G., Mézes M., Schmidt J., Szigeti G., Vincze L. (2011): A takarmányozás alapjai. Mezőgazda kiadó. http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/2011_0001_521_A_takarmanyozas_a_lapjai/ch06s05.html
- Boris C. – Zoran S.- Novic D. (2011): Geographic distribution of economic potential of agricultural and forest biomass residual for energy use: Case study Croatia – Energy https://www.researchgate.net/publication/223006293_Geographic_distribution_of_economic_potential_of_agricultural_and_forest_biomass_residual_for_energy_use_Case_study_Croatia 2015.10.11.
- Burján Z. (2010): Pelletfűtés II. Pelletgyártás-Víz- Gáz- Fűtéstechnika áprilisi szám, <http://www.pannonpellet.hu/publicistica.php?newsid=978> 2015. 10.12.
- Calderón C - Gauthier, G - Jossart J.M. (2015): AEBIOM- Statistical report- European Bioenergy Outlook - http://www.aebiom.org/wp-content/uploads/2015/10/AEBIOM-Statistical-Report-2015_Key-Findings1.pdf - 2016.02.03.
- C. Weiser,- V. Zeller- Fr Reinicke – B. Wagner- S. Majer- A. Vetter- D. Thraen (2014): Integrated assessment of sustainable cereal straw potential and different straw-based energy applications in Germany- Applied energy, 749pp. ISSN- 03062619

- EBTP (2013) – European Biomass Technology Platform - Agricultural residues as feedstocks for biofuels production, - <http://biofuelstp.eu/agri-residues.html>
- ELMIB(2010)- Domosdi biogázermű- <http://www.alternativenergia.hu/megkezdte-az-aramtermelest-a-domsodi-biogaz-eromu/6799> 2015.09.03.
- Fábián Cs.(2010) – Kukoricaszár pelletek fizikai tulajdonságai - http://www.eu-info.hu/pure_txt_hirek.asp?id=10726
- Fenyvesi L., Ferencz Á., Tóvári P. (2008): A tűzipellet, Cser Kiadó, Budapest, ISBN 9639759848
- Fömi (2015): Földfelszín monitorozás. - <http://www.fomi.hu/portal/index.php/termekeink/felszinboritas-corine>, 2015.08.15.
- Gold Brikett Kft. (2012): Céginformáció- <http://www.goldbrikett.hu/#&panel1-5>
- Gyuricza Cs. (2006): Vetésforgó és vetésváltás. In: Földművelés és földhasználat (szerk. Birkás M.). Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Haszon Agrár (2010): Mit kezdünk a kukoricaszárral? <http://www.haszon.hu/agrar/noevenytermesztes/533-mit-kezdjenk-a-kukoricaszaral.html> 2015.09.03
- Jákófa Kft.(2012): Európai Unió forrású fejlesztéseink. <http://www.jakofa.hu/index.php/component/content/article/70.html>
- Katonáné Gombás K. (2010): Birtoktervezési és rendezési ismeretek 13., A fenntartható erdőgazdálkodás tervezése, nyilvántartásának rendszere. Nyugat-magyarországi Egyetem, Digitális Tankönyvtár. http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0027_BTRI13/ch01s02.html
- Kline R. (2010): Estimating crop residue cover for soil erosion control. Soil factsheet. <http://www.agf.gov.bc.ca/resmgmt/publist/600series/641220-1.pdf>
- Kocsis L., Kelemen Zs. (2011): A kukoricaszár bálázása. Agrárágazat 2011/11.
- Koltai L. (2012): 50 éves a Dunaújvárosi Cellulózgyár – Papíripar, LVI/3. ISSN 0031-1448
- Krone technical data (2016): [file:///C:/Users/User/Downloads/Premos5000_2015_EN_Druck_144dpi%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/Premos5000_2015_EN_Druck_144dpi%20(1).pdf)
- KSH (2013): A mezőgazdaság szerepe a nemzetgazdaságban, 2013. <http://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/pdf/mezoszerepe13.pdf>
- KSH (2013): Fontosabb növényi kultúrák előzetes terméseredményei, 2012. <http://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/gyor/nte/nte21212.pdf>
- KSH táblázatok (2015): Mezőgazdasági növények éves termőterülete, terméseredmények (2010-2015)
- KSH táblázatok (2015): Állatállomány alakulása (2010-2015) - https://www.ksh.hu/allatallomany_tn
- Mann L, Tolbert V, Cushman J.(2002): Potential environmental effects of corn (Zea mays L) stover removal with emphasis on soil organic matter and erosion. Agriculture, Ecosystems & Environment 2002;89 p.
- Maga Juraj(2012): A szalma energetikai felhasználásának lehetőségei Szlovákiában – Innovációval a zöld jövőért- Konf.kiadvány -99.p.- ISBN-978-963-9941-55-7
- Mani S.-Sokhansaj S.- Bi X.- Turhollow (2006): Economics of production fuel pellets from biomass - <http://biomassinnovation.ca/pdf/Research/Developments%20in%20Biomass/Economics%20of%20Producing%20Fuel%20Pellets%20From%20Biomass.pdf>
- Mátrai Erőmű Zrt (2015): <http://www.mert.hu/a-matrai-eromu-zrt-velemenyezese-es-pontosito-javaslat-a-nemzeti-energiastrategia-2030-cimu-dokumentumhoz>
- Mű-Pellet Zrt.(2013): Termékek - <http://www.mu-pellet.hu/termekek/>
- MPE Magyar Pellet Egyesület (2010): Pelletgyár épült Tiszaújvárosban.- http://www.mapellet.hu/?page=news.php&news_id=298

- MPE Magyar Pellet Egyesület (2009): A pelletgyártás helyzete és fejlődési irányai. InnoLignum Konferencia, 2009.09.04. Sopron.- <http://www.mapellet.hu/images/page/content/file/sopron.pdf>
- PannonPower (2015): Biomassza -<http://www.pannonpower.hu/biomassza/mi-mivel-tuzelunk> 2015.09.10.
- Pappel-T. Kft. (2012): Cégböngésző- <http://pappel-termotec-c.cegbongeszo.hu/>
- Pappné Vancsó J. (2010): A biomassza mint megújuló energiaforrás hasznosítási lehetőségei, különös tekintettel Magyarországra. Doktori értekezés. ELTE. Budapest.
- Papp V.; Marosvölgyi B. (2013): A pellet mint megújuló energiaforrás előállítása, hasznosítása és energetikai értékelése- Energiagazdálkodás, 21 pp. ISSN 0021-0757.
- Papp V-Marosvölgyi B.(2010): A pelletálás energiamérlegének vizsgálata. Tudományos eredmények a gyakorlatbanhttp://eda.eme.ro/bitstream/handle/10598/26882/18_FMTU2013_PappViktoria,MarosvolgyiBela_297-300old.pdf?sequence=1 2015.09.14.
- Pepó P.; Sárvári M. (2011): Gabonanövények termesztése. http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0010_1A_Book_09_Gabonanoenyek_termesztese/ch03s03.html
- Pintér Cs.-Marosvölgyi B.-Horváth Zs. (2011): A Miscanthus termesztése és hasznosítása - <http://e-nergia.hu/nyomtat.php?id=425>
- Ongrádi M.(2006): A szalma, mint energiaforrás, Cser Kiadó, Budapest, ISBN 9639666106
- Rakonczay Z. (2004) – Környezetvédelem, Szaktudás Kiadó Ház, ISBN: 963955324 - http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0032_kornyezetvedelem/ch14s02.html
- Tármeg J. (2008): Teendő a szármadaradványokkal, Agrárágazat, 9. évf. 9. szám.46.p. ISSN - 1586-3832
- Mezőhír (2015): Mobil pelletálás -<http://mezohir.hu/mezohir/2015/11/premos-5000-mobil-pelletalo-a-krone-tol/> 2015.12.23.
- Simon E. (2011): Zöld energiák: Mintatelepülés lett Vép. VAOL Vas Népe Online. - <http://vaol.hu/cimlapon/zold-energiak-mintatelepules-lett-vep-1229685>
- Sokhansanj S, Turhollow A, Cushman J, Cundiff J. (2002): Engineering aspects of collecting corn stover for bioenergy. Biomass and Bioenergy 23 pp. - https://www.researchgate.net/publication/221942858_Engineering_aspects_of_collecting_corn_stover_for_bioenergy_Biomass_Bioenergy
- Szalay D.- Palocz-Andresen M. (2013): A biomassza termesztés és feldolgozás függősége a klímaváltozástól. Alföldi Erdőkért Egyesület, Kutatói nap kiadványa. Lakitelek. p 89-93. ISBN: 978-963-08-7830-2
- Szamosi Z. –Sintérfalvi Z. (2012): Mezőgazdasági hulladékot feldolgozó pelletüzem létesítésének feltételei - Multidiszciplináris tudományok, 2. kötet. (2012) 1 sz. pp. 115-120. http://www.matarka.hu/koz/ISSN_20629737/2k_1sz_2012/ISSN_2062_9737_2k_1_2012_115-120.pdf
- Szamosi Z., Lakatos K., Siménfalvi Z.(2012): Az agripellet, mint megújuló energiaforrás vizsgálata, GÉP Magazin, 63.évf/6 77.pp. ISSN 0016-8572
- Szigetvári P. Kft. (2012): Céginfő - <http://www.ceginfo.hu/ceg/szigetvari-pellet-gyarto-es-kereskedelmi-kft-1122718.html>
- Varga J. (2012): Gáz helyett pellet kell. FEOL. FMH Online.<http://feol.hu/hirek/gaz-helyett-pellet-kell-1110396> Zalaerdő Zrt. (2012) - Zalaerdő: Pelletgyártás-http://www.zalaerdo.hu/hu_pelletgyartas.php
- Zöldtech (2010): Pelletgyártó üzem létesült Tuzséron <http://zoldtech.hu/cikkek/20101003-pelletgyarto-uzem-Tuzser/?idorend=novekvo>

Zsombik L. (2007): A tápanyag-ellátás helyzete – Agrárágazat -
<http://www.pointernet.pds.hu/ujsagok/agraragazat/2007/12/20071224160345244000000823.html>

Vértes Erőmű Zrt. (2014): Oroszlányi erőmű- <http://www.vert.hu/oroszlany.aspx>
[2015.09.12.](http://www.vert.hu/oroszlany.aspx)

Szerzők:

PAPP Viktória, kutató,

ERFARET Kft., papp.viktoria@nyme.hu

SZALAY Dóra, kutató,

ERFARET Kft., szalay.dora@nyme.hu

GAÁL László, kutatás és fejlesztés szakértő,

MOL Finomítói Kutatás és Innováció LaGaal@MOL.hu