

NYUGAT-MAGYARORSZÁGI EGYETEM
MEZŐGAZDASÁG- ÉS ÉLELMISZERTUDOMÁNYI KAR
ÁLLATTUDOMÁNYI INTÉZET
ÁLTALÁNOS ÁLLATTENYÉSZTÉSI INTÉZETI TANSZÉK
TAKARMÁNYOZÁSTANI INTÉZETI TANSZÉK

MEZŐ- ÉS ERDŐGAZDASÁGI MELLÉKTERMÉKEK ENERGIACÉLÚ FELHASZNÁLÁSÁNAK VIZSGÁLATA

Készítette:

NAGY RENÁTA
III. évfolyam
Mezőgazdasági mérnök alapképzési szak (BSc)

Konzulensek:

DR. GULYÁS LÁSZLÓ
egyetemi docens

DR. ZSÉDELY ESZTER
egyetemi adjunktus

Mosonmagyaróvár
2014

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS	3
2. TÉMAFELVETÉS ÉS CÉLKITŰZÉS	4
3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	4
3.1. Megújuló energiaforrások	5
3.2. Hazánk megújuló energiafelhasználása számokban	6
3.3. Biomassza	10
3.3.1. Biomassza potenciál.....	13
3.3.2. Biomassza energetikai hasznosításának lehetőségei.....	17
3.3.3. Biomassza tömörítése	18
3.3.4. Égéshő, fűtőérték	18
4. SAJÁT VIZSGÁLAT.....	19
4.1. Anyag és módszer	19
4.1.1. Vizsgálat képekben	21
4.1.2. Vizsgált minták képekben.....	22
4.2. Eredmények és értékelésük	23
4.2.1. Lágyszárú növények	23
4.2.2. Mezőgazdasági melléktermékek.....	25
4.2.3. Erdőgazdasági melléktermékek	27
4.2.4. Fás szárú növények	28
4.2.5. Brikettált energiaforrások	30
4.2.6. Minták égéshő értékei	31
4.2.7. Eredmények összehasonlítása	32
5. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK.....	34
6. ÖSSZEFOGLALÁS	36
7. SZAKIRODALMI JEGYZÉK.....	37

1. BEVEZETÉS

Mindennapi életünk elválaszthatatlan az energiától. Az energiához való folyamatos hozzájárulás az emberi élet elengedhetetlen feltétele, hiszen a létfenntartáshoz (táplálkozás), környezetünk élhetővé tételéhez (fűtés), a társadalom fenntartásához (közlekedés, kommunikáció, közvilágítás, ipari termelés) folyamatosan energiát használunk fel.

A fosszilis energiahordozók az elmúlt évtizedekben jelentős szerepet kaptak, hiszen a világ energiafogyasztása elsősorban ezen energiaforrásokra támaszkodik. Az 1970-es évek elején kirobbanó energiaválság felhívta a világ figyelmét egy globális problémára, miszerint a fosszilis energiahordozók korlátozottan állnak rendelkezésre.

A csökkenő fosszilis energiahordozó készlet, az ismert források egyre nehezebb és költségesebb kitermelhetősége, valamint a használatukból adódó környezetszennyezés miatt, olyan energiahordozókat kell keresni, amelyek emberi léptékben kimeríthetetlenek és kevésbé terhelik a környezetet.

Az elmúlt években kiemelt szerepet kapott a megújuló energiaforrások felhasználásának növelése az Európai Unió (EU) energiapolitikájában. Ennek legfőbb oka, hogy részarányuk növelésével csökkenthető az energiainport, növelhető az ellátásbiztonság és az energiahatékonyság. Európa versenyképességének fejlesztésére létrehozták az Európa 2020 stratégiát, amelyben 5 fő nemzeti gazdasági célt határoztak meg, amelyek közül az egyik az üvegházhatást okozó gázok kibocsátásának 20 százalékos csökkentése az 1990-es szinthez képest, a megújuló energiaforrások arányának 20 százalékra való növelése a teljes energiafogyasztásban, illetve az energiahatékonyság 20 százalékkal történő növelése. Magyarország csatlakozva az Európa 2020 stratégiához a Megújuló Energia Hasznosítási Cselekvési Tervben (NCST) vállalta, hogy 2020-ig a hazai energiaszükséglet 14,65%-át biztosítja megújuló energiaforrásokból (URL¹; TÓTH, 2013).

Hazánk lehetőségei az alternatív energia hasznosításban elsősorban a biomassza alapú energiatermelésben vannak. Éves szinten jelentős, de még kihasználatlan mennyiségű szilárd biomassza keletkezik, amelynek megfelelő energetikai felhasználására számos kutatást végeztek az elmúlt évtizedekben.

2. TÉMAFELVETÉS ÉS CÉLKITŰZÉS

A világ társadalmának növekedésével párhuzamosan növekszik az éves energia szükséglet és felhasználás, amelynek jelentős részét ma a fosszilis energiahordozókból fedezik. Azonban a készletek kimerülése, a források drága kitermelhetősége és a felhasználásuk során adódó környezetszennyezés miatt, új energiaforrások bevonása szükséges a hazai energiatermelésbe. A növekvő energia felhasználás kielégítésére jó alternatíva lehet, az évente nagy mennyiségben keletkező hazai szilárd biomassza. Az elmúlt évtizedekben jelentős változás indult el ezen energiaforrások energiacélú felhasználásában. A szakirodalomban azonban kevés adatot lehet találni a szilárd biomassza energiaértékéről. Dolgozatom célja a mező- és erdőgazdálkodásban fellelhető energiaforrások egy helyen való összesítése, valamint a saját vizsgálat során kapott energiaértékük összehasonlítása a szakirodalomban jelenleg fellelhető adatokkal.

3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

3.1. Megújuló energiaforrások

A megújuló energiaforráshoz olyan energiaforrások tartoznak, amelyek egy időciklus alatt újratermelődnek, illetve a kimerülés veszélye nélkül felhasználhatók (KOVÁCS, 2010).

A megújulás biztosítója a Napnak a Földre érkező energiája, mely elengedhetetlen termelődésük és felhasználásuk egyensúlyához. Elsősorban a napenergia, a szélenergia, a geotermikus energia, a vízenergia és a biomassa tartozik ebbe a csoportba (SZENDREI, 2005).

Az alternatív energiaforrások felhasználása sokoldalú lehet. Hagyományosan a legelterjedtebb alkalmazási területük a fűtési célú hőenergia- és villamosenergia-termelés, valamint az utóbbi időben egyre nagyobb mennyiségben alkalmazták az üzemanyag kereslet kielégítésére is (LUKÁCS, 2011).

Magyarország adottságait tekintve az alternatív energia hasznosításában a biogén forrású energiatermelés (erdészetből és mezőgazdaságból származó biomassa, biogáz, agroüzemanyag), a geotermikus és termálenergia, illetve hosszú távon a napenergia lehet meghatározó (LUKÁCS, 2011). Hazánk helyzete a szélenergia szempontjából a Kárpát-medence földrajzi jellegéből adódóan nem kedvező, továbbá a nagy esésű folyók hiánya miatt a felszíni vizek energiájának hasznosítására nincs sok lehetőség (MAGDA, 2011).

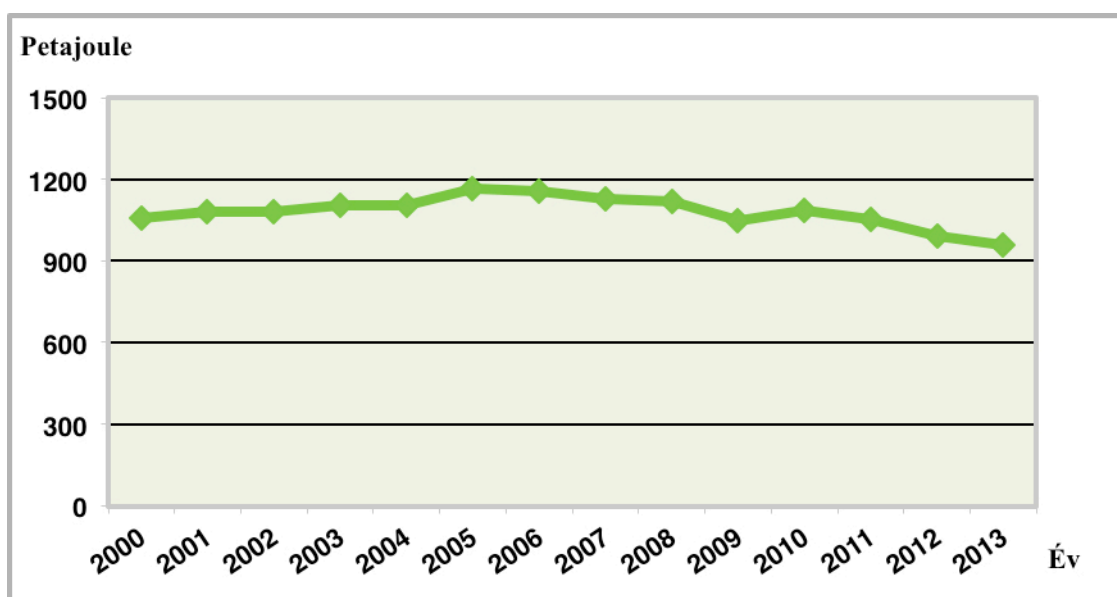
Az energetikai biomassa felhasználása számos hatást gyakorol a társadalomra, a gazdaságra és a környezetre, amely egyaránt rendelkezik előnyökkel és hátrányokkal. A ország fosszilis energiahordozókból adódó energia kiszolgáltatottságát csökkentheti a biomassa energiatermelésbe való beintegrálása. Az energianövények lehetővé teszik a gyengébb termőhelyi adottságú és a parlagon hagyott területek gazdaságos hasznosítását és kultúrállapotban való megtartását. Elégetésük kevésbé szennyezi a természetet, mint a fosszilis energiahordozók, hiszen a káros anyagok kibocsátása, valamint az égés során visszamaradó hamu mennyisége is kisebb, továbbá a keletkezett hamu növényi tápanyagként hasznosítható. A mező- és erdőgazdasági mellék- és ikertermékek külön befektetés nélkül évről évre képződnek, amelyek elsőrendű energetikai biomassa alapanyagok. Nem utolsósorban előállításukhoz a mezőgazdasági és erdészeti termelésben alkalmazott gépek a legtöbb esetben felhasználhatóak. A környezeti és gazdasági előnyök mellett társadalmi érvek is állnak. Ezen energiahordozók termelése és felhasználása új munkahelyeket teremt, a

leghátrányosabb kistérségekben is lehetőséget nyújt jövedelemszerzésre. Tartós szerepe van a népesség megtartásában és növeli a régiók és a kistérségek versenyképességét (LUKÁCS, 2011).

3.2. Hazánk megújuló energiafelhasználása számokban

Magyarország primerenergia felhasználásának jellemzésénél elmondható, hogy az ország összes elsődleges energia felhasználása 2000-től fokozatosan növekedett, majd 2005-ben 1166 petajoule (PJ) értékkel elérte tetőpontját. Ezt követően hazánk energiafogyasztása leszálló ágba fordult és évről-évre csökkenve 2013-ban, már csak 960,5 PJ volt az ország összenergia felhasználása (1. ábra). A Központi Statisztikai Hivatal (KSH) adatai alapján elmondható, hogy az ország primerenergia igényének kielégítéséhez az energia behozatal (import) fokozatosan növekedett (URL²).

1. ábra: Magyarország primerenergia felhasználása (2000-2013)

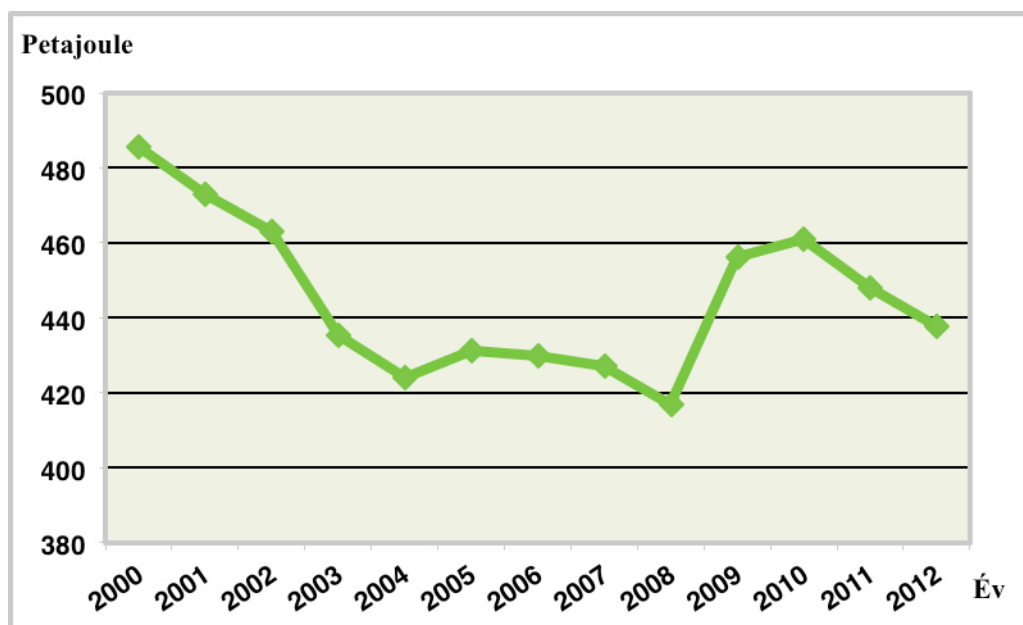


Forrás: Központi Statisztikai Hivatal adatai alapján saját készítés

A 2. ábrán megfigyelhető Magyarország primerenergia termelése, amelyet összehasonlítva az 1. ábrán feltüntetett adatokkal, elmondható, hogy jóval kevesebb energiát termelt, mint amennyi igény lett volna a felhasználás során. Ennek következtében az ország

energiaigényének fedezésére az energiaszükséglet 61 százalékát külső forrásból szerezte be (URL²).

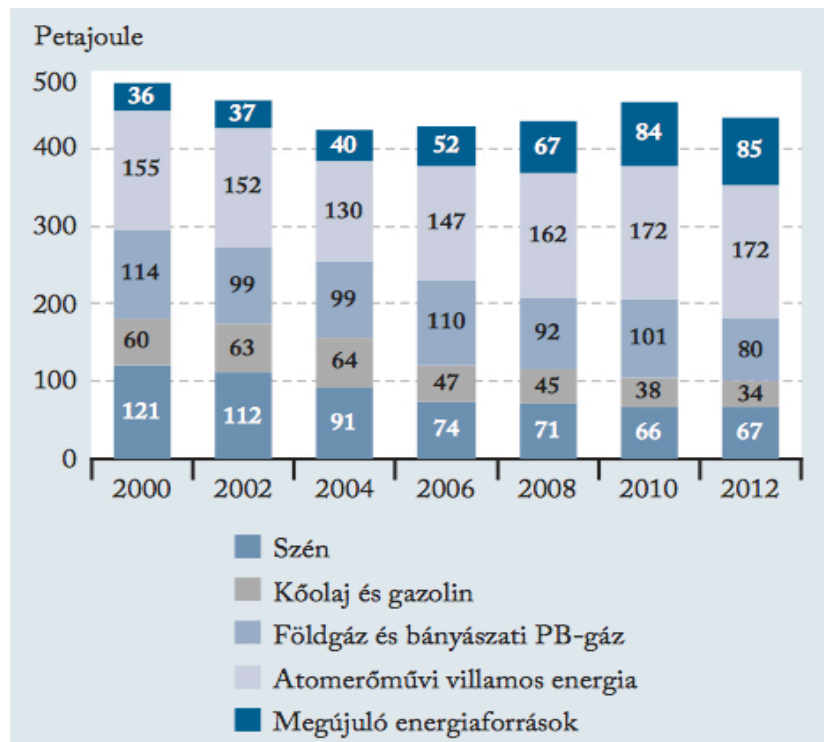
2. ábra: Magyarország primerenergia termelése (2000-2012)



Forrás: Központi Statisztikai Hivatal adatai alapján saját készítés

Az ország energia termelése 2012-ben 2,3 százalékkal volt kevesebb, mint az azt megelőző évben. Az energia előállítás döntő hányadát az atomerőművi villamos energia termelés tette ki, amely 2000-től kezdve egy kisebb csökkenéstől eltekintve fokozatosan emelkedett 2012-ig. A fosszilis energiahordozók szerepe az ezredforduló óta fokozatosan csökkent, legnagyobb mértékben a szén és a kőolajtermelés esett vissza, de földgázból is kevesebbet termeltünk. A megújuló energiaforrásokból termelt energia, az atomerőművi villamos energia termeléshez hasonlóan fokozatosan nőtt az elmúlt évtizedben (3. ábra).

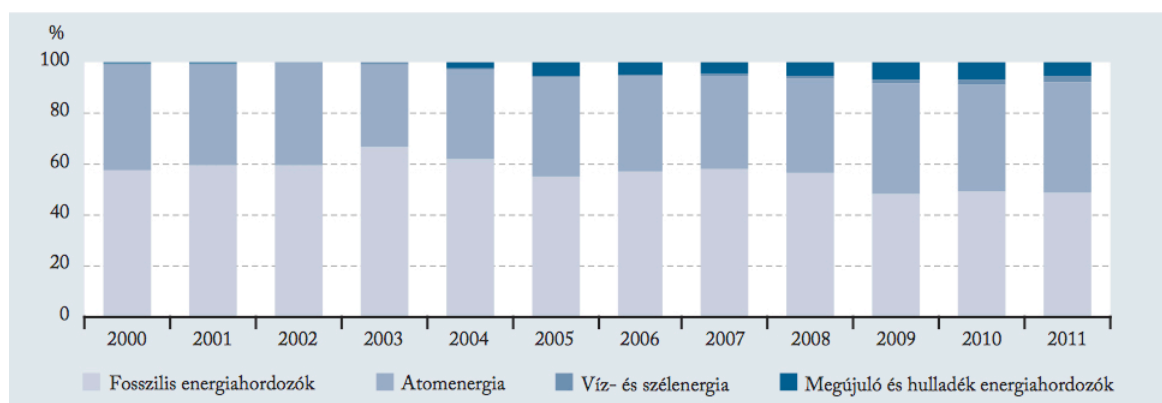
3. ábra: Magyarország energiatermelése (2000 és 2012)



Forrás: Központi Statisztikai Hivatal éves beszámoló (2012)

Az utóbbi időben a fosszilis energiahordozókat egyre kisebb mennyiségben termelte az ország (3. ábra), míg a megújuló energiahordozók egyre nagyobb szerephez jutottak a villamos energia biztosításában (4. ábra).

4. ábra: Bruttó villamosenergia-termelés megoszlása energiahordozók szerint

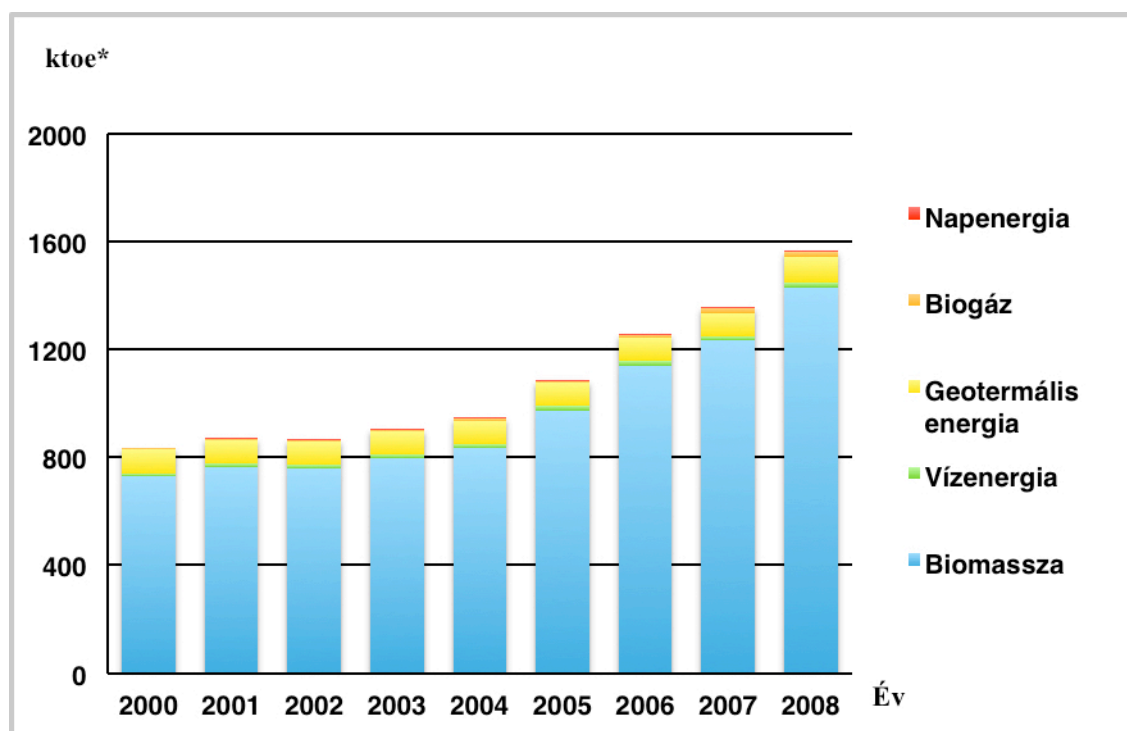


Forrás: Központi Statisztikai Hivatal éves beszámoló (2012)

A 2000 és 2008 közötti időszakban, a hazai energiatermelésben jelentős szerepet kapott a biomassza, ennek köszönhetően folyamatosan nőtt a belőle előállított energia mennyisége, míg a többi megújuló energiaforrás csak csekély növekedést mutatott (URL²).

A megújuló energiaforrásokon belül a biomassza hasznosítás egyeduralkodója figyelhető meg (5. ábra). Az alternatív energiaforrásokból termelt energia 90 százaléka valamilyen biomassza forrásból származott (GÖDÖS, 2005).

5. ábra: Megújuló energiaforrásokból termelt energia (2000-2008)



Forrás: Központi Statisztikai Hivatal adatok alapján saját készítés

* ktoe = kilotonna olajegyenérték

Magyarország a megújuló energiaforrások hasznosítását tekintve messze nem használta ki a rendelkezésre álló hazai potenciált (1. táblázat). Mindeközben a fenntartható energiaellátás érdekében szükséges a megújuló erőforrások primerenergia-felhasználásbeli arányának jelenlegi 7 százalékról 20 százalékra való növelése (LUKÁCS, 2011).

1. táblázat: Hazánk megújuló energia potenciálja és annak jelenlegi hasznosítása

Erőforrás típusa	Elméleti potenciál az MTA alapján (PJ)	Gyakorlati potenciál az FVM szerint (PJ)	Jelenleg hasznosított (PJ)
Napenergia	1838	2	0,1
Vízenergia	14,4	1	0,7
Geotermális energia	63,5	12	3,6
Biomassza	203-328	142	49,2
Szélenergia	532,8	6	0,16
Összesen	2600-2700	163	53,8

Forrás: LUKÁCS, (2011)

BAI és TARSOLY (2011) szerint a fosszilis energiahordozók kiváltására a legalkalmasabb, legolcsóbb és leginkább széles körben elérhető alternatív energiaforrás a biomassza, amely kifogyhatatlan, mégis sokféle hasznosítási lehetősége behatárolja felhasználását energiaforrásként. Energia importfüggőségünk csökkentésére kiváló alternatíva és egyben fontos megtakarítási forrás.

3.3. Biomassza

A biomassza valamely élettérben egy adott pillanatban jelen levő szerves anyagok és élőlények összessége. A létrejött szerves anyag mennyisége a zöld növények által a fotoszintézis során a Nap sugárzó energiájából átalakított és megkötött kémiai energia. A mező- és erdőgazdasági termelés tulajdonképpen a napenergia transzformációja: a Föld felszínére érkező napenergiát a növényi klorofil kémiai energiává alakítja át. A biomassza tehát transzformált napenergia. A jelenlegi energiaforrásaink (szén, kőolaj, földgáz) is az évmilliókkal ezelőtt Földre érkezett napenergia biológiailag megkötött és tárolt alakja (BAI és mtsai., 2002).

A biomassza fogalom alatt értjük:

- a szárazföldön és vízben található, összes élő és nemrég elhalt szervezetek (mikroorganizmusok, növények, állatok) tömegét,
- a mikrobiológiai iparok termékeit,
- a transzformáció után (ember, állat, feldolgozó iparok) keletkező valamennyi biológiai eredetű terméket és hulladékot.

Maga az ember is biológiai tömeg, azaz biomassza, de nem tartozik bele a biomassza rendszerezésbe, az ember által termelt melléktermék azonban igen (BAI és mtsai., 2002).

A biomassza a Föld felületén egyenetlenül oszlik el, a sarkok felől az egyenlítőhöz közeledve az élőlények tömege, valamint a fajok diverzitása fokozatosan növekszik. A Föld egyes területein az éghajlattól függően eltérő az élővilág sűrűsége, ezáltal a biomassza mennyisége is. Energetikai célokra szinte kizárólag a növényi anyagokat (fitomassza) hasznosítják (KAZAI, 2008).

Az energetikai célra hasznosított biomasszát legalább kétféleképpen csoportosíthatjuk. Egyrészt az anyagok halmazállapota, másrészt a keletkezési hely vagy eredet szerint. Halmazállapot szerint beszélhetünk szilárd, folyékony és gáznemű biomasszáról. A szilárd biomassza további csoportokra osztható, a fás szárú növények és a lágyszárú növények csoportjára. A folyékony biomassza alatt az állattenyésztésben keletkezett hígtrágyát értjük, a gáznemű biomassza pedig a szerves eredetű metánt (depóniagáz, biogáz) foglalja magába (KAZAI, 2008).

A következő csoportosítási lehetőség a származási helye alapján történő csoportosítás. Ezen kategorizálás alapján az alábbi csoportokat különböztetjük meg:

- elsődleges biomassza: természetes vegetáció, szántóföldi növények, erdő, rét, legelő, kertészeti növények, vízben élő növények
- másodlagos biomassza: állatvilág, gazdasági haszonállatok összessége, továbbá az állattenyésztés, főtermékei, melléktermékei és hulladécai
- harmadlagos biomassza: a biológiai eredetű anyagokat felhasználó iparok termékei, melléktermékei, hulladécai, emberi települések szerves eredetű hulladécai (URL³).

A potenciális szilárd biomassza energiaforrások keletkezési és előállítási helye alapján két fő csoportra oszthatóak. Az első csoportot a mező- és erdőgazdasági melléktermékek, a második csoportot a közvetlenül energiatermelési célra termesztett energianövények alkotják.

A hagyományos erdőgazdálkodásból évről évre nagy mennyiségű alapanyag kerül ki, amelyek energetikai felhasználásában jelentős potenciállal rendelkeznek az ország. Az erdei

tűzifa az egyik legalapvetőbb alapanyaga az energetikai célra hasznosított biomasszának. A tűzifa mellett jelentős mennyiségű vágástéri apadék is keletkezik, az erdők gyérítése és kitermelése során. Apadéknak nevezzük azt a faanyagot, amely az ipari célú fakitermelés során a szálfák letisztítása közben keletkezik, valamint a lehulló ágakat és gallyakat. Továbbiakban ide sorolható a másodlagos fafeldolgozás (asztalosipar) során keletkező fűrészpor, háncs és finomforgács is (KAZAI, 2008; SZABÓ, 2009).

A mezőgazdaság területén elsősorban a termesztett szántóföldi növények szára (szalma) és a kertészeti nyesedék képezi a termelés során keletkező melléktermékeket. Az ipari feldolgozás folyamán a maghéj, ocsú és az olajpogácsa hasznosítható leginkább energetikailag (KAZAI, 2008; SZABÓ, 2009).

A mezőgazdasági hulladék kategóriába tartozik az állattenyésztés során keletkező trágya, valamint az élelmiszerfeldolgozásból származó állati tetemek. Ezen energiaforrások elsősorban a biogáz-termelésben hasznosíthatók (KAZAI, 2008).

A közvetlenül energiatermelési célra termesztett növények további két fő csoportra oszthatóak, a fás szárú- és lágyszárú energetikai ültetvényekre.

A fás szárú energetikai ültetvények csoportjába tartoznak az energiaerdők és az energetikai faültetvények. A gyakorlatban azonban az energiaerdő fogalmát gyakran keverik az energetikai faültetvénnyel. Közös bennük, hogy mindkét esetben energiafa termelésére szolgáló állományról van szó, amely energetikai szempontból kedvező fafajokat tartalmaz, amik általában gyorsabban növe és nagyobb tömeghozamú a hagyományos erdőkkel szemben (fűz, nyár, akác). A kettő között az alapvető különbség azonban az, hogy míg a speciális céllal létesített energiaerdő az erdőgazdálkodási művelési ágba tartozik, addig az energetikai faültetvény a mezőgazdasági ültetvénygazdálkodási ágba sorolandó, energiafa termesztésére létesített faültetvény (KAZAI, 2008; BAI és mtsai., 2002).

A lágyszárú energianövények csoportjába tartoznak az egyéves növényfajok, valamint az évente aratott évelő fajok. Magyarországon termesztethető évelő lágyszárú energianövények közé sorolhatók az energiafűvek (energiafű, kínai nád, elefántfű, japánfű), az amerikai bársonymályva, az orvosi és fehérvirágú somkóró, a csicsóka, a zöld pántlikafű, a réti ecsetpázsit, a nádképű csenkesz, az évelő rozs és az olasz nád. Az egyéves lágyszárú növények közé a cukorcirok, a szemescirok, a szudánifű, a rostkender, a repce, a napraforgó, a kukorica, a búza, a tritikálé, a rozs, az árpa és a zab (FOGARASSY, 2001).

3.3.1. Biomassza potenciál

Magyarország teljes biomassza készlete 350-360 millió tonnára becsülhető, amelynek 30 százaléka, körülbelül 105-110 millió tonna évente újraképződik. Ebből 54 millió tonna az elsődleges biomassza, amelyből a mezőgazdasági termelés 46 millió tonnát, míg az erdészet 8 millió tonnát biztosít (GÓDÖS, 2005).

Az ország elméleti energetikai biomassza potenciálja összesen 417 PJ, amelyből a primer (mezőgazdasági melléktermékek) és szekunder (állattenyésztési hulladék) biomassza energiatartalma 342 PJ. Ennek az értéknek természetesen nem lehet a teljes mennyiségét a gyakorlatban kiaknázni. A reálisan energetikai célra hasznosítható biomassza energiaértéke csupán 95-100 PJ, amelyből a melléktermékek és hulladékok energetikai célra használható mennyisége az éves energiaigény 8-9 százaléka (LUKÁCS, 2011).

Legnagyobb energetikai tartalékunk a kukoricaszár és a gabonaszalma, amik együtt 6,3 millió tonnát tesznek ki. Továbbá nem elhanyagolható a tűzifa, a gyümölcsfanyesedék, valamint a szőlővenyige évente termelődő mennyisége sem (2. táblázat). Ezen energiaforrások elsősorban közvetlen égetéssel hasznosíthatók, míg a hígtrágya, trágya és szerves trágya, amelyekből évente 9 millió tonna energetikai célra felhasználható mennyiség keletkezik, a biogáz előállítás alapanyagai (LUKÁCS, 2011). Évente összesen 17-23 millió tonna mennyiségű energiaforrás keletkezik, amelyből 9-12 millió tonna mennyiséget lehetne felhasználni energia előállításra.

2. táblázat: Mező-és erdőgazdasági melléktermék, tűzifa évi mennyisége

Energiaforrás	Évenként képződő mennyiség (millió tonna/év)	Energetikai célra használható	
		millió tonna/év	PJ/ év
Gabonaszalma	4-5,5	2,1	28-43
Kukoricaszár	7-10	4-4,5	48-60
Napraforgósár	0,7-0,9	0,5	6,1
Gyümölcsfanyesedék és szőlővenyige	1,3-1,4	1,0	16,2
Tűzifa	3,5-4,5	4,1	62,5
Erdőgazdasági fahulladék	1,2-1,4	0,8	10,6
Faipari, háztartási és kereskedelmi fahulladék	0,5-0,6	0,5	7,8
Összesen	17,2-23,4	9,9-12,7	243,6

Forrás: GÖDÖS, (2005); LUKÁCS, (2011); LUKÁCS, (2013)

A továbbiakban a szakirodalomban talált mező- és erdőgazdálkodásban energiatermelés céljára termesztendő növények hozam és fűtőérték adatait kívánom bemutatni, természetesen a széles választék miatt a teljesség igénye nélkül. Az energiatermelés céljára alkalmazott növényi melléktermékeket és növényeket az alábbi csoportokra bontva ismertettem: növénytermesztés és kertészet melléktermékei, lágyszárú növények, fás szárú növények.

A növénytermesztés melléktermékei közül a különböző gabonafélék szalmája, a kukoricacsutka és szár, valamint néhány egyéb növény szármadványa használható fel tüzelési célokra. Ezen melléktermékek hozam és fűtőértékei a 3. táblázatban találhatók.

3. táblázat: Különböző melléktermékek hozam és fűtőértéke

Energiaforrás	Hozam (tonna/hektár)	Fűtőérték (MJ/kg)
Búzaszalma	1,5-3,5	15-16,7
Kukoricaszár	5-11	16-17,5
Kukoricacsutka	-	16-17,5
Napraforgósár	1,9-3,5	15,2-17,5
Repceszalma	2,5-6	15,3-16,2
Repce préselvény	0,6-1,3	19,5-21,5
Gyümölcsfa nyesedék	1-2	8-14,7
Szőlővenyige	1-2	15-17,2

Forrás: BARÓTFI, (1994); FOGARASSY, (2011); HAJDÚ és PÁSZTOR (2012); TÓTH (2012)

A 4. táblázatban található a kifejezetten energiatermelés céljából termesztett növények hozam és fűtőérték adatai. Nádtippan, réti széna, valamint lápi gyep széna esetében irodalmi adatokat sajnos nem találtam.

A kifejezetten energiatermelés céljából termelt energiafa ültetvények mellett (4. táblázat), jelentős mennyiségű erdészeti apríték (8-9 t/ha), valamint vágástéri hulladék (1,5-2 t/ha) képződik évente. Az erdészeti apríték fűtőértéke 11-16,7 MJ/kg, a vágástéri hulladéké 11-14,6 MJ/kg között változik. Továbbá a fafeldolgozás során keletkezik fűrészpor és faforgács, amelyek fűtőértéke 12-17 MJ/kg, valamint 11-18 MJ/kg (TÓTH, 2012).

4. táblázat: Lágyszárú növények hozam és fűtőértéke

Energiaforrás	Hozam (tonna/hektár)	Fűtőérték (MJ/kg)
Szudánifű	18-25	14,7-16,8
Energianád (miskantusz)	4-44	17-18
Energiakender	12-15	16-17,2
Cukorcirok	20-30	16-17
Nádtippan	10	-
Réti széna	5	-
Lápi gyep széna	6	-

Forrás: CSUTÁK, (2012); FOGARASSY, (2001); BARABÁS és mtsai., (2011); TÓTH (2012)

5. táblázat: Fás szárú növények hozam és fűtőértéke

Energiaforrás	Hozam (tonna/hektár)	Fűtőérték (MJ/kg)
Tölgy	11-20	9-18
Akác	8-23	16-18
Fűz	15-25	14-18
Nyár	15-21	12-18
Bükk	11-20	10-18
Fenyő	11-20	14-18
Nyír	11-20	12-18

Forrás: LUKÁCS, (2011); SZABÓ (2009); MAGYARI és GYŐRI, (2011); TÓTH (2012)

3.3.2. Biomassza energetikai hasznosításának lehetőségei

A szilárd biomassza energetikai hasznosításának legegyszerűbb módja a közvetlen eltüzeléssel történő energiatermelés. A növényi biomassza elégetése tüzelőberendezésekben történik, nagyobb darabokban vagy különböző méretű bálák, apríték vagy az aprított biomasszából előkészítés során létrehozott brikett vagy pellet formájában (LENGYEL, 2012). A tüzelőberendezések működési elvük szerint direkttüzelők és előtéttüzelők lehetnek. A direkttüzelők egy tűztérrel rendelkeznek és általában kisebb teljesítményű berendezések. Ilyenek például a háztartási kályhák, kandallók és kiskazánok. Utóbbiak osztott tűztérrel rendelkeznek, ahol először primer levegő hozzákeverésével tökéletlen égés történik, amely során pirolízis gázok keletkeznek. A pirolízis gázok a második tűztérben szekunder levegő bevezetésével égnak el. Az ilyen berendezések általában nagyobb kapacitásúak, de a kereskedelmi forgalomban kaphatóak már vezérelt égést biztosító háztartási kazánok is (BAI és mtsai., 2002).

A szilárd biomassza tüzelése egyaránt használható lakossági kommunális, közösségi kommunális, termelési célú hőhasznosításra, valamint villamos energia termelésre (LENGYEL, 2012).

1. kép: Nagytűzterű kazánok



Forrás: GULYÁS (2014)

3.3.3. Biomassza tömörítése

A tüzelési célú szilárd biomassza tömörítését a nagyobb távolságba történő szállíthatósága, valamint a komfortosabb felhasználás indokolja. Tömörítés történhet bálázással, brikettálással és pellettálással. A bálák 15-20 kilogrammos kisbála, illetve 200-1000 kilogrammos nagybálák lehetnek. A brikett rendszerint kötőanyag nélkül készül, célszerű azonban a melléktermékeket összekeverni. Az így készült brikett fűtőértéke a hazai barnaszén fűtőértékének felel meg (17-19 MJ/kg). A pellettálás a brikettálás speciális változata, amely során 5-25 mm átmérőjű darabok előállítása történik (SZENDREI, 2005).

3.3.4. Égéshő, fűtőérték

„Az égéshő az a hőmennyiség, amely a tüzelőanyag tömegegységének bombakaloriméterben, nagy nyomású oxigén atmoszférában, 25 °C hőmérsékleten való elégetésekkor felszabadul. A fűtőérték az elégetés során a tüzelőanyagból távozó nedvesség és a hidrogén elégetéséből keletkező víz, párolgási hőjével csökkentett égéshő ” (URL⁴).

A szilárd biomassza fűtőértéke alapvetően két tényezőtől, a víztartalomtól és a biomassza sűrűségétől függ. Ezen megállapítás alapján elmondható, hogy minél nagyobb az eltüzetni kívánt biomassza nedvességtartalma, annál kisebb lesz a fűtőértéke. A nedvességtartalom elpárologtatásához körülbelül 2,5 MJ/kg hő szükséges, ami veszteségként jelentkezik.

4. SAJÁT VIZSGÁLAT

4.1. Anyag és módszer

Kísérleteink célja, légszáraz mező- és erdőgazdasági melléktermékek szárazanyagtartalmának és energiatartalmának (égéshő) vizsgálata. A vizsgálathoz szükséges mintákat Győr-Moson-Sopron megye különböző mező- és erdőgazdasági területeiről gyűjtöttük be 2013 és 2014 években. Az előkészített minták jelentős részét a mosonmagyaróvári Városüzemeltető és Fenntartó Kft. brikett gyártó telepe szolgáltatta.

A minták összegyűjtése külön csomagolva és címkézve történt. A laboratóriumi vizsgálatokat a Nyugat-Magyarországi Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar, Takarmányozástani Intézeti Tanszék laboratóriumában Németh Valéria intézeti mérnök végezte 2014. 05. 20.-án valamint 09. 30.-án.

A vizsgálat során a következő eszközöket alkalmazta: aprító készülék, analitikai mérleg, kapszula préselő, szárítószekrény, IKA C 2000 basic bombakaloriméter.

A kaloriméter rendszer szilárd és folyékony anyagok égéstermékének meghatározásához használják. A minták égéshőjének vizsgálata a dinamikus elv szerinti 25 °C-on (belső tartály induló hőmérséklete) történt.

Első lépésként a begyűjtött minták aprítása és méret szerinti elosztatása (szitálással) történt. Következő lépésként a szárítószekrényben történő szárítást követően meghatározásra került a minta szárazanyagtartalma. A minták szárítása 105 °C-on, az anyag állandósult tömegének eléréséig tartott. A nedvességtartalom pedig a tömegvesztés százalékában került meghatározásra.

Az égéshő meghatározásához a pontosan bemért tömegű anyagot tömöríteni szükséges, az erre kialakított kapszula tömörítőben. Az elkészült kapszula tömege analitikai mérleg segítségével lemérésre került, majd a feltáráredény tégelyébe lett helyezve. Ezt követően a kapszula begyűjtéséhez szükséges pamutszálat a fém gyújtósálhoz rögzítve, majd a tégelyt felhelyezve a tégelytartóra és a feltáráredényt összeszerelve behelyezésre került a bombakaloriméter műszerbe. A rendszer hűtéséhez szükséges hűtővíz és oxigénnyomás (30 bar) beállítását követően, elindult a mérési folyamat. A mérőcella fedele automatikusan becsukódott, majd a feltáráredény az égetendő mintával a belső tartályba merült. Az oxigén töltőberendezésen keresztül tiszta oxigén áramlott a feltáráredénybe, majd a belső tartályba beáramlott víz 25 °C-ra felmelegedett. Az égetendő mintát a gyújtóberendezés elektromosan

meggyújtotta, a behelyezett minta elégett, amely során keletkező hőmérséklet a feltáráedény falát felmelegítve közvetlenül felmelegítette a belső tartályban lévő vizet. Végezetül a belső tartály vizének hőmérséklet emelkedését mérve, a kijelzőn kirajzolódott a hőmérsékletváltozásának görbéje, majd a rendszer meghatározta a behelyezett minta égéshőjét. Ezen égéshő adatokat jegyzőkönyvben került rögzítésre.

Vizsgálatom szempontjai:

- a begyűjtött minták szárazanyagtartalmának és nedvességtartalmának vizsgálata
- égéshő, fűtőérték meghatározása

Vizsgálatban részvevő energiaforrások:

- mező- és erdőgazdasági melléktermékek: búzaszalma, kukorica kóró és csutka, napraforgó kóró, vegyes erdei lomb, gyümölcsfa lomb, vegyes gyümölcsfa apríték és brikett, fűrészpor és fűrészpor brikett
- lágyszárú energianövények: energianád, nádtippan, réti széna, lápi gyepszéna
- fás szárú energianövények: akác, fenyő (ág, brikett), tölgy (ág, fűrészpor)
- egyéb anyagok: vegyes brikett (papír, forgács), fűmag-hulladék (angol és réti perje) brikett, papír brikett

4.1.1. Vizsgálat képekben

2. kép: Kapszula készítés mintából



Forrás: GULYÁS (2014)

3. kép: Feltáróedény részei



Forrás: GULYÁS (2014)

4. kép: IKA C 2000 basic bombakaloriméter



Forrás: GULYÁS (2014)

4.1.2. Vizsgált minták képekben

5. kép: Fűrészpor minták



Forrás: GULYÁS (2014)

6. kép: Brikett minták



Forrás: Saját fotó (2014)

7. kép: Apríték



Forrás: GULYÁS (2014)

8. kép: Csomagolt minták



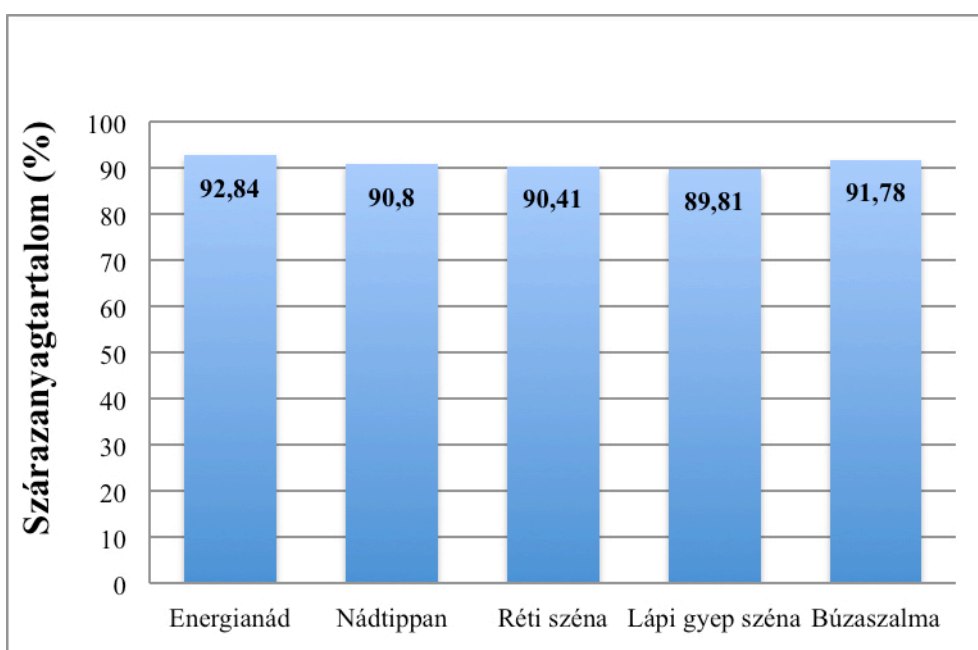
Forrás: Saját fotó (2014)

4.2. Eredmények és értékelésük

4.2.1. Lágyszárú növények

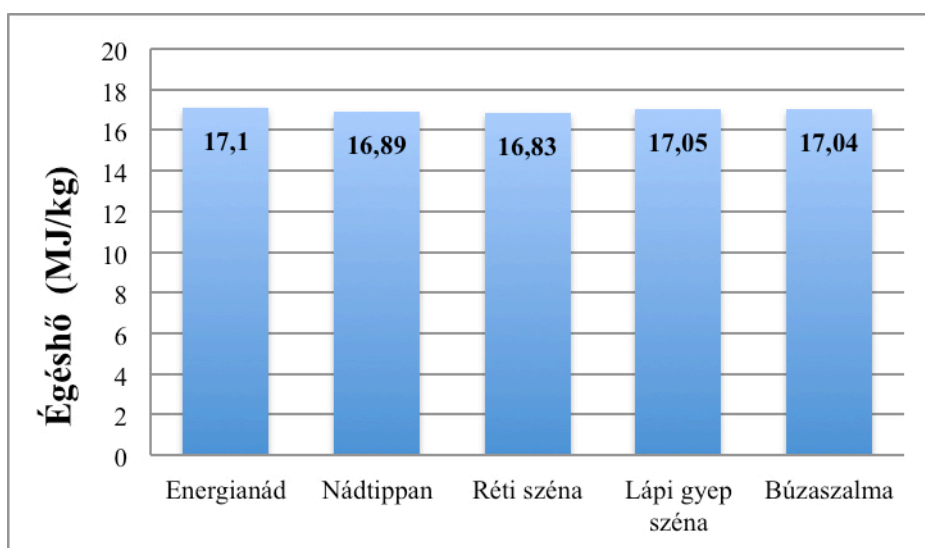
A 6. ábrán a lágyszárú növények szárazanyagtartalma látható. A begyűjtött energiaforrások légszáraz minták, amelyek nedvességtartalma mindegyik esetben 11% alatt van. Legnagyobb szárazanyag tartalommal és ebből következően legkisebb nedvességtartalommal az energianád és a búzaszalma rendelkezik. A nádtippanak és réti szénának közel azonos mennyiségű a szárazanyagtartalma. Legkisebb értékkel a lápi gyep széna került elégetésre.

6. ábra: Lágyszárú növények szárazanyagtartalma



A lágyszárú növények égéshő vizsgálata során kapott eredmények alapján elmondható (7. ábra), hogy a nádtippan és a réti széna közel azonos égéshő értékkel rendelkezik, valamint a 6. ábrán látható, hogy szárazanyagtartalmukban sincs jelentős eltérés. Ezzel szemben a lápi gyep széna és a búzaszalma 2-3%-kal több nedvességet tartalmazva, közel azonos égéshővel jellemezhető, mint a kisebb nedvességtartalmú energianád.

7. ábra: Lágyszárú növények égéshő értékei



A 6. táblázatban a vizsgált növények energiaértéke került feltüntetésre a hozamok függvényében. Ezen táblázat alapján látható, hogy a szakirodalomban fellelhető hozam és a saját vizsgálatban kapott szárazanyag, valamint égéshő értékek kalkulálásával mennyi energia nyerhető egy hektárra vetítve. Az energianád egy hektárra vetített energiaértéke több mint 600 ezer MJ, ezt követi a nádtíppan közel 155 ezer MJ energiával, majd a lápi gyep széna 92 ezer MJ, a réti széna 76 ezer MJ, és végül a búzaszalma 62 ezer MJ energiaértékkel.

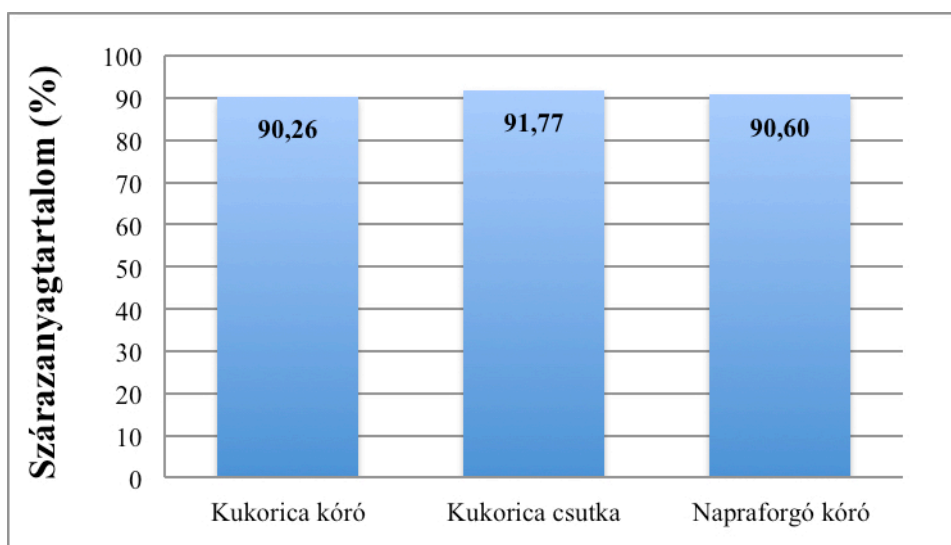
6. táblázat: Energiaértékek a hozamok függvényében

Energiaforrás	Hozam (t/ha)	Szárazanyag (%)	Szárazanyag (t/ha)	Égéshő (MJ/kg)	Energia (MJ/ha)
Energianád	44	92,84	40,8	17,10	697680
Nádtíppan	10	90,80	9,08	16,89	153361
Réti széna	5	90,41	4,52	16,83	76071
Lápi gyep széna	6	89,81	5,4	17,05	92070
Búzaszalma	4	91,78	3,67	17,04	62536

4.2.2. Mezőgazdasági melléktermékek

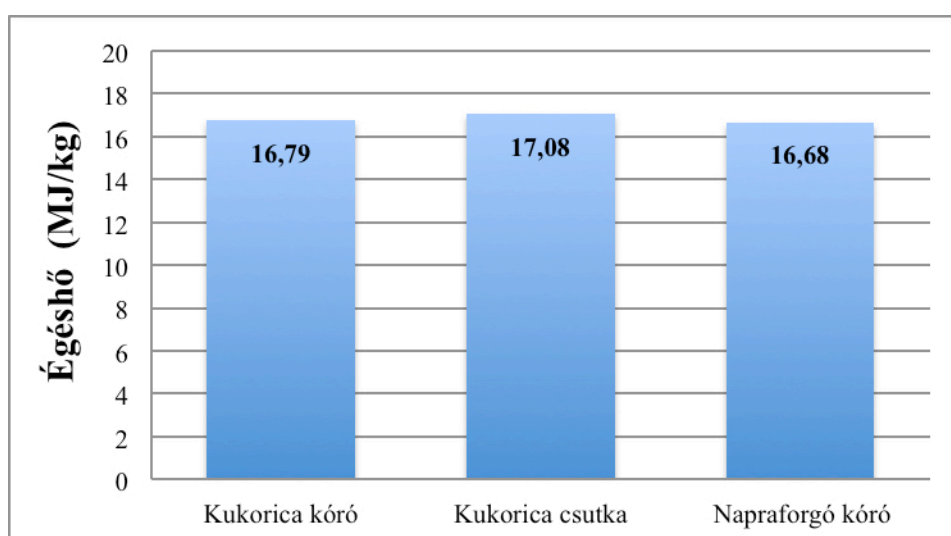
A mezőgazdasági melléktermékek vizsgálatban kapott eredményeiből elmondható, hogy legnagyobb szárazanyag tartalommal a kukorica csutka rendelkezik 91,77 %-kal, míg a kukorica kóró (90,26 %) és a napraforgó kóró (90,60 %) esetében közel azonos értékeket kaptunk (8. ábra).

8. ábra: Mezőgazdasági melléktermékek szárazanyagtartalma



Az égéshő adatokat elemezve a legnagyobb értéket szintén a kukorica csutkánál kaptuk, amely köszönhető a magas szárazanyag tartalomnak (91, 77 %). A napraforgó kóró esetében nagyobb szárazanyag tartalomhoz (90, 60 %) kisebb égéshő érték párosul, mint a kisebb szárazanyag tartalommal (90, 26 %) rendelkező kukorica kóró esetében (9. ábra).

9. ábra: Mezőgazdasági melléktermékek égéshő értékei



A 7. táblázatban feltüntetett energia és hozam értékek alapján elmondható, hogy legnagyobb energia mennyiség a kukorica esetében hozható le egy hektár területről. A napraforgó esetében egy hektárról több mint 50 ezer MJ, kukorica kóróból 166 ezer MJ energia, míg legkevesebb energia a kukorica csutkából (30 ezer MJ) nyerhető.

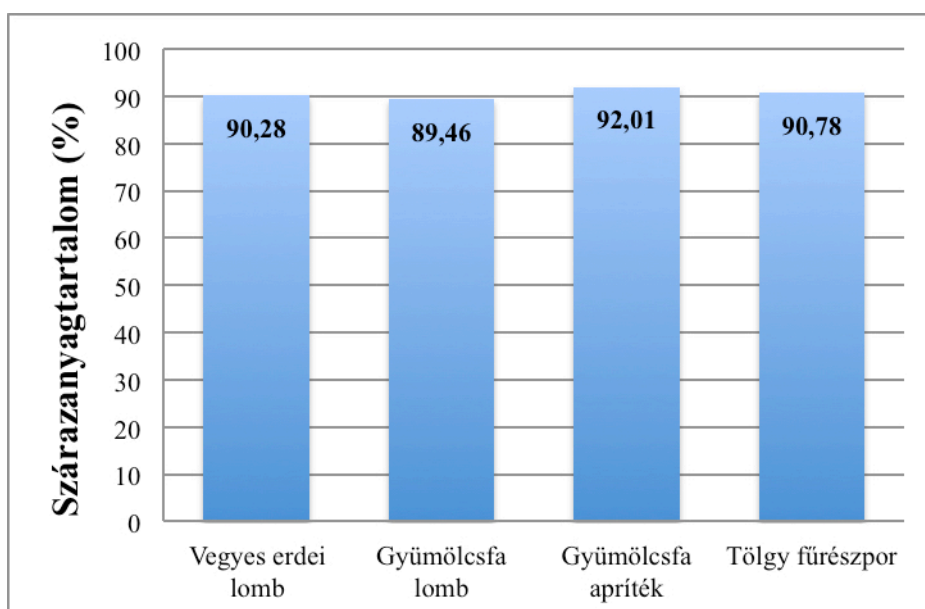
7. táblázat: Energiaértékek a hozamok függvényében

Energiaforrás	Hozam (t/ha)	Szárazanyag (%)	Szárazanyag (t/ha)	Égéshő (MJ/kg)	Energia (MJ/ha)
Kukorica kóró	11	90,26	9,9	16,79	166221
Kukorica csutka	2	91,77	1,8	17,08	30744
Napraforgó kóró	3,5	90,60	3,2	16,68	53376

4.2.3. Erdőgazdasági melléktermékek

A következő vizsgálatban szereplő mintákat az erdőgazdasági melléktermékek csoportba soroltam. Ezen csoportosítás szerint a vegyes erdei lomb, gyümölcsfa lomb, gyümölcsfa apríték és a tölgyből készült fűrészpor tartozik ide. Legnagyobb szárazanyag tartalma a gyümölcsfa aprítéknak van, amely közel másfél százalékkal haladja meg a tölgyből készült fűrészpor szárazanyag tartalmát. Ezt követi 0,5 %-kal kisebb értékkel a vegyes erdei lomb, majd legkisebb szárazanyag tartalommal (89,46 %) a gyümölcsfa lomb rendelkezik (10. ábra).

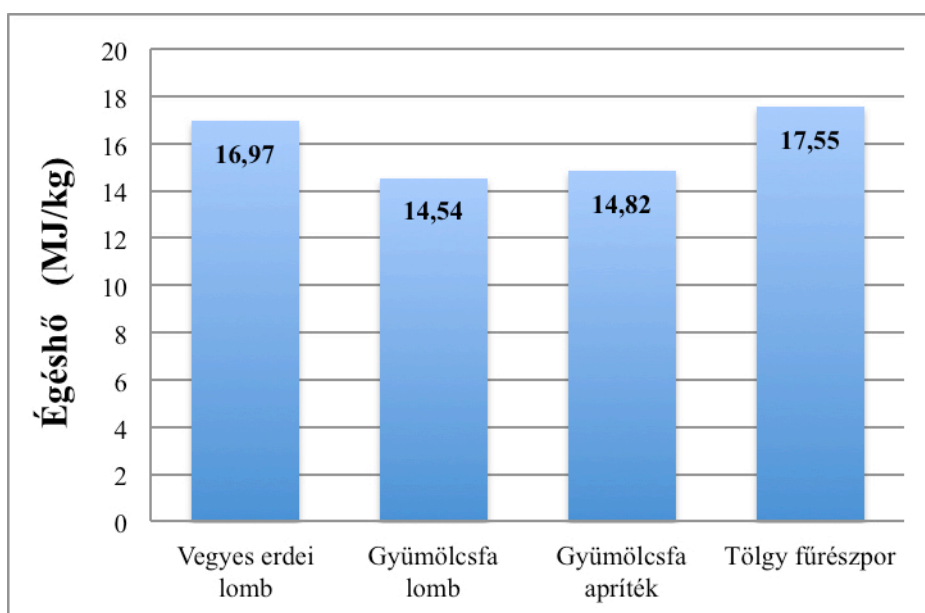
10. ábra: Erdőgazdasági melléktermékek szárazanyag tartalma



Az égéshő adatokat vizsgálva látható, hogy a szárazanyag tartalommal ellentétben, jelentős eltérések jelentkeztek az egyes minták között. Legkisebb égéshővel a gyümölcsfa lomb rendelkezik, majd ezt követi a gyümölcsfa apríték. Legnagyobb égéshője a tölgyből készült fűrészpornak van, majd 16, 97 %-kal a vegyes erdei lomb követi (11. ábra).

Ezen energiaforrások esetében hozam értékeket nagyon nehéz megállapítani, az irodalomban sem található egy hektárra vetített hozam érték. Ebből következően az erdőgazdasági melléktermékek egy hektáron nyerhető energia értékét nem tudtam meghatározni.

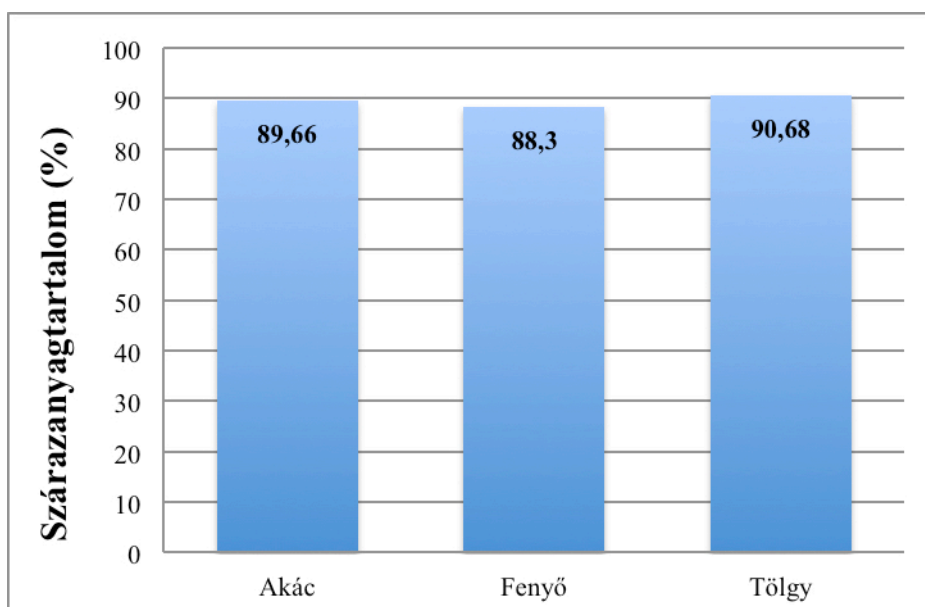
11. ábra: Erdőgazdasági melléktermékek égéshő értékei



4.2.4. Fás szárú növények

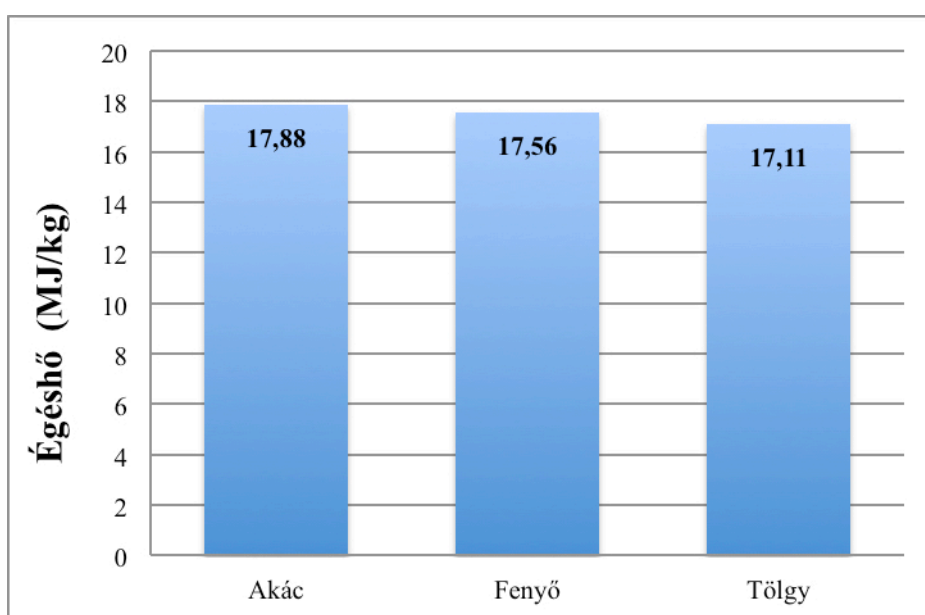
Ezen csoportba az akác, fenyő és a tölgy került. A 12. ábrán jól látható, hogy legnagyobb szárazanyag tartalommal (90,68 %) a tölgy rendelkezett, majd az akác (89,66 %) és a fenyő (88,3 %). A tölgy és az akác minta között jelentős különbség (2 %) tapasztalható, amely már nagymértékben befolyásolja az égés folyamatát és ebből következően az anyag égéshő értékét is.

12 ábra: Fás szárú növények szárazanyag tartalma



Égésző vizsgálatuknál az eltérő szárazanyag tartalommal ellentétben elmondható, hogy számottevő különbség nem tapasztalható. A legmagasabb szárazanyag tartalommal rendelkező tölgynek van a legkisebb égésző értéke (17,11 MJ/kg), majd a fenyőnek (17,56 MJ/kg) és a legmagasabb égésző értékkel az akác (17,88 MJ/kg) jellemezhető (13. ábra). A 12. ábrát és a 13. ábrát összehasonlítva elmondható, hogy a kisebb szárazanyag tartalommal rendelkező fenyőnek nagyobb az égésző értéke, mint a nagyobb szárazanyag tartalommal vizsgált tölgynek.

13. ábra: Fás szárú növények égésző értékei



A 8. táblázatban látható, hogy az égésző értékekhez hasonlóan az egy hektárról lehozható energia mennyiségében sincs jelentős különbség, ami a hasonló hozam értékeknek köszönhető. Legnagyobb energia mennyiség az akác esetében nyerhető, közel 370 ezer MJ/ha. A fenyő és a tölgy felhasználása során 309 ezer MJ energiát lehet hasznosítani egy hektár területről.

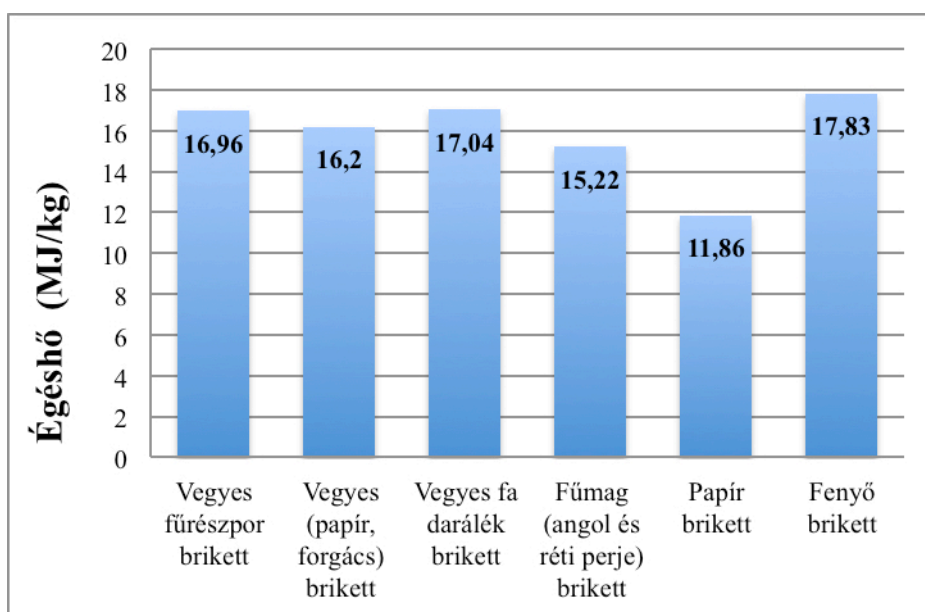
8. táblázat: Energiaértékek a hozamok függvényében

Energiaforrás	Hozam (t/ha)	Szárazanyag (%)	Szárazanyag (t/ha)	Égэшő (MJ/kg)	Energia (MJ/ha)
Akác	23	89,66	20,6	17,88	368328
Fenyő	20	88,3	17,6	17,56	309056
Tölgy	20	90,68	18,1	17,11	309691

4.2.5. Brikettált energiaforrások

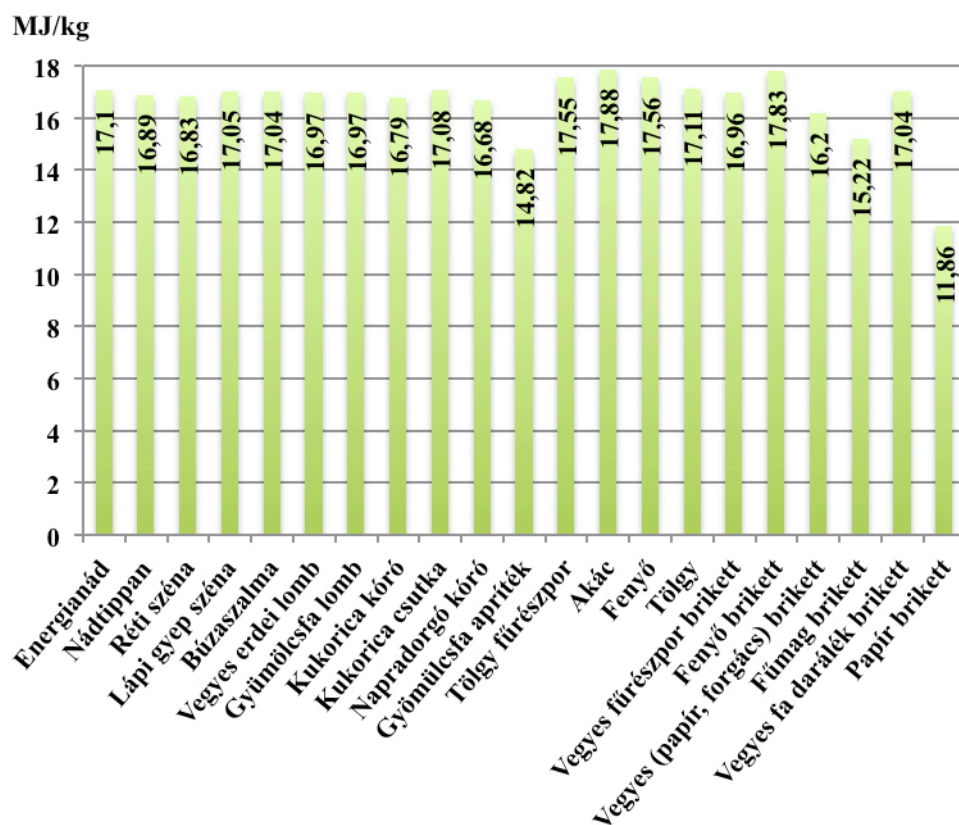
A következő minták mindegyike előkészített (brikettált) és légszáraz formában állt rendelkezésünkre. Ezen energiaforrások esetében csak égэшő értékekkel rendelkezem. A 14. ábra alapján elmondható, hogy a brikettált minták közül legnagyobb fűtőértékkel a tiszta fenyő brikett rendelkezik, amelynek égэшő értéke 17,83 MJ/kg. Ezt követi 17,04 MJ/kg értékkel a vegyes fa darálékból készült brikett, majd nem sokkal kisebb értékkel a vegyes fűrészpor brikett (16,96 MJ/kg). A vegyes alapanyagokból (papír, forgács) készült brikett 16,20 MJ/kg, míg közel 1 %-al kisebb az égэшője az angol és réti perje fűmagból előállított brikettnek. Legkisebb fűtőértéket a papír brikett (11,86 MJ/kg) esetében kaptunk.

14. ábra: Brikettált energiaforrások égэшő értékei



4.2.6. Minták égéshő értékei

15. ábra: Minták égéshő értékei



Az összesített 15. ábra alapján elmondható, hogy a minták égéshő értékei jelentős különbséget nem mutatnak, kivéve a gyümölcsfa apríték, a fűmág brikett, valamint a papír brikett esetében. Legjobb égéshő értékekkel a fás szárú energianövények rendelkeznek. Látható, hogy a mezőgazdasági és erdőgazdasági melléktermékek sem maradnak el az égéshő értékek tekintetében a fás szárú energiaforrásoktól. Legmagasabb égéshője az akácnak van, 17,88 MJ/kg értékkel, majd a fenyőből készült brikettnek 17,83 MJ/kg és a tiszta fenyő mintának 17,56 MJ/kg.

4.2.7. Eredmények összehasonlítása

A jelenleg fellelhető szakirodalomban nem található minden energetikai célra felhasználható forrás esetében pontos fűtőérték adat. Továbbá kevés esetben lehet találni a fűtőérték adatok mellett nedvességtartalmat.

A vizsgálat során kapott eredmények, valamint a szakirodalomban található adatok jelentős mértékben nem térnek el egymástól. Azonban mindenféleképpen figyelembe kell venni az adatok értékelése során, hogy az adott anyag égéshőjét és fűtőértékét nagymértékben befolyásolja és meghatározza az elégetni kívánt energiaforrás nedvességtartalma.

A szakirodalomban talált és a saját vizsgálatban kapott értékek között három esetben van eltérés. Ezen három eltérés a búzaszalma, a gyümölcsfa nyesedék, valamint a fűrészpor esetén figyelhető meg. A többi energiaforrás esetén eltérés nem tapasztalható, a vizsgálatomban kapott értékek mindegyike beleesik a szakirodalomban meghatározott értékhatárokba (9. táblázat).

9. táblázat: Szakirodalmi és saját adatok összehasonlítása

Energiaforrás	Szakirodalmi adatok (MJ/kg)	Saját vizsgálat adatai (MJ/kg)
Búzaszalma	15-16,7	17,04
Kukoricaszár	16-17,5	16,79
Kukorica csutka	16-17,5	17,08
Napraforgósár	15,2-17,5	16,68
Gyümölcsfa nyesedék	8-14,7	14,82
Energianád	17-18	17,10
Tölgy	9-18	17,11
Fenyő	14-18	17,56
Akác	16-18	17,88
Fűrészpor	12-17	17,55

A vizsgálatban szereplő minták mindegyike légszáraz formában kerültek begyűjtésre, amelyek nedvességtartalma 7,16 % és 11,7 % között változott. A nedvességtartalmukból adódóan mindegyik vizsgált minta alkalmas fűtési célra.

5. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

Napjainkban egyre inkább központi kérdéssé válnak a természeti erőforrások, ezen belül is a biomassza energetikai hasznosítása. Ezen energiaforrások világszinten jelentős szerepet kaptak a fosszilis energiahordozók készletének megóvásában, valamint a felhasználásuk során okozott környezetszennyezés mérséklésében, a társadalom energia ellátásának biztosításában. Magyarországon évente 17-23 millió tonna szilárd biomassza képződik, amelyből 9-12 millió tonnát lehet energetikai célokra felhasználni. Ezen energiaforrások nagyobb arányú beintegrálása az energiatermelésbe csökkenhetné az ország importfüggőségét, amely a fosszilis energiahordozók nagy mennyiségű behozatalából adódik. Természetesen nem tudnánk csupán biomassza felhasználásból előteremteni az ország fogyasztásához szükséges teljes energia mennyiséget, azonban enyhíteni tudná az ország energia kiszolgáltatottságát. Évente 6,3 millió tonna kukoricaszár és gabonaszalma, 1 millió tonna napraforgószár, 1,5 millió tonna gyümölcsfanyesedék és szőlővenyige, 1,5 millió tonna erdőgazdasági fahulladék, 4,5 millió tonna tűzifa, valamint 0,5 millió tonna faipari, háztartási és kereskedelmi fahulladék keletkezik, amelyeknek ma csak kis részét használja fel az ország energiatermelésre. Az ország összes energiafelhasználásának jelenleg 7 %-át elégíti ki megújuló energiaforrások segítségével, ami főleg erdészeti biomasszát jelent. Azonban 2020-ig a Megújuló Energia Hasznosítási Cselekvési Tervben vállalt cél alapján a hazai szükséglet 14,65 %-át kell ezen energiaforrásokból biztosítani. Ezen vállalás elérése érdekében célszerű a biomassza széleskörű bevonása az energia ellátásba, azon belül is a mezőgazdasági fő- és melléktermékek, valamint az energiatermelésre létrehozott energiaültetvények minél nagyobb arányú felhasználása.

Az irodalomban található és a saját vizsgálatban kapott értékek alapján kijelenthető, hogy a szilárd biomasszából készült aprítékok, tömörítvények valóban versenyképes megoldást jelenthetnek a háztartások energia ellátásában. Elmondható, hogy a vizsgált minták fűtőérték tekintetében nem maradnak el a barnaszén fűtőértékétől, viszont kevésbé környezetszennyezők és évről évre megújulni képesek, amely a fenntarthatóság szempontjából elengedhetetlen.

A vizsgált energiaforrások égéshő értéke alapján a fás szárú növények tekinthetők legalkalmasabbnak energia nyelés céljából, de nem hagyható figyelmen kívül a mező- és erdőgazdasági melléktermékek, valamint a lágyszárú növények sem. Természetesen ezen anyagok égéshő értékeit jelentősen befolyásolja az energiaforrás nedvességtartalma. Az égés

hatékonysága szempontjából legalkalmasabb és gazdaságosabb a légszáraz anyagok égetése, amely során kevesebb energia mennyiség vész kárba a nedvességtartalom elpárologtatása során.

Az energiaforrások összehasonlítása alapján elmondható, hogy 44 t/ha hozam és 17,10 MJ/kg égéshője alapján az energianád termesztése során nyerhetünk legnagyobb energia mennyiséget egy hektár területről. Az akác, a fenyő és a tölgy szintén jelentős mennyiségű hozammal jellemezhető, valamint égéshőjük alapján is maximálisan alkalmasak fűtési célra. A mezőgazdasági melléktermékek közül 11 t/ha hozama és 16,79 MJ/kg égéshője alapján a kukoricakóró évente keletkező mennyiségét is célszerű energiatermelésre fordítani.

A vizsgálatban szereplő mező- és erdőgazdasági melléktermékek égéshő értéke alapján kijelenthető, hogy a papír brikett kivételével mindegyik termék alkalmas energia előállítására. A papír brikett alacsony égéshő értéke (11,86 MJ/kg) miatt nem alkalmazható nagy hatásfokkal energiatermelésre, azonban fűrészpor vagy más melléktermék összekeverésével és az így kapott keverék brikettálását követően égéshő értéke javulni fog.

A szilárd biomassa felhasználható családi házak hőellátására alkalmazott kisteljesítményű kazánok és kályhák üzemeltetésére, amelyekben tűzifa, valamint a különböző biomasszákból előállított pelletek és brikettek égethetők. Továbbá fűtőműben történő eltüzelésük során távhőt, kondenzációs erőműben villamos energiát állíthatunk elő.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

A világ növekvő energiafogyasztása és a fosszilis energiahordozók egyre nehezebb és költségesebb kitermelhetősége, valamint a források gyors ütemben történő felhasználása világossá tette minden nemzet számára, hogy az energiatermelés területén új technológiákat kell alkalmazni, és keresni kell azon energiaforrásokat, amelyek megújulásra képesek. Az elmúlt évtizedekben jelentős változás indult el hazánkban az alternatív energiaforrások felkutatásában és alkalmazásuk lehetőségének kidolgozásában. Magyarország területén évente jelentős ma még kihasználatlan mennyiségű biomassza keletkezik. Vizsgálatunk célja, hogy a mező- és erdőgazdálkodásban évente keletkező fő- és melléktermékeket összegyűjtsük és saját vizsgálat során ezen energiaforrások égéshő értékét meghatározzuk. A vizsgálatot életre hívta azon probléma, miszerint a mező- és erdőgazdasági energiaforrások energiaértékét illetően kevés adat található az irodalomban. A vizsgálatban részt vevő minták Győr-Moson-Sopron megye különböző mező- és erdőgazdasági területeiről, valamint a mosonmagyaróvári Városüzemeltető és Fenntartó Kft. brikett gyártó üzeméből származnak. Az égéshő vizsgálatok bombakaloriméterben a Nyugat-Magyarországi Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar, Takarmányozástani Intézeti Tanszék laboratóriumában készültek. A vizsgálatban kapott és az irodalomban fellelhető égéshő értékeket összehasonlítottam, továbbá a hozam értékek ismeretében kiszámítottam ezen energiaforrások egy hektárról nyerhető energia mennyiségét. A kapott égéshő eredmények alapján elmondható, hogy a vizsgált minták a papír brikett kivételével alkalmasak tüzelési célra. A nagy hozamnak és a megfelelő égéshő értéknek köszönhetően legnagyobb energia mennyiséget egy hektár területen az energianád esetében lehet kapni. A fás szárú energianövények is jelentős energiát szolgáltatnak, valamint a mező- és erdőgazdasági melléktermékek is potenciális energiaforrásoknak tekinthetők. Ezen források bár nem rendelkeznek olyan mérvű hozam értékekkel, mint a fás szárú és a lágyszárú energianövények, azonban fűtőértékük alapján akár családi, akár nagyobb fűtőművekben, erőművekben is alkalmazhatók.

7. SZAKIRODALMI JEGYZÉK

1. BAI A. – LAKNER Z. – MAROLVÖLGYI B. – NÁBRÁDI A. (2002): A biomassza felhasználása. Szaktudás Kiadó Ház. Budapest.
2. BAI A. – TARSOLY P. (2011): A hazai melléktermék-hasznosítás. Agrárium. A Magyar Kamarák lapja. 21. évfolyam. 5. szám. 46-47. p.
3. BARABÁS N. – KOVÁCS L. – TÖMÖSKÖZI S. (2011): Cukorcirok = energia a szántóföldekről. Agrárium. 21. évfolyam. 5. szám. 48-49. p.
4. BARÓTFI I. (1994): A növények energetikai célú felhasználása. Környezet és fejlődés. 5. szám. 35-41. p.
5. CSUTÁK M. (2012): Alternatív energiaforrások – helyzetkép az energianádasból. Zöld Ipar Magazin. 2. évfolyam. 9. szám. 32-33. p.
6. FOGARASSY CS. (2001): Energianövények a szántóföldön. Szent István Egyetem Gazdaság- és Társadalomtudományi Kar. Agrár- és Regionális Gazdasági Intézet. Gödöllő
7. GÖDÖS Z. (2005): A hazai biomassza hasznosítása. Magyar Mezőgazdaság. 60. évfolyam. 38. szám. 12-14. p.
8. HAJDÚ J. – PÁSZTOR CS. (2012): Energia a földekről. Haszon Agrár. 6. évfolyam. 7/8. szám. 46-48. 50-52. p.
9. KAZAI ZS. (2008): Zöld energiát okosan avagy, A biomassza energetikai célú felhasználásának környezeti fenntarthatósági feltételei. Energia Klub
10. KOVÁCS R. (2010): Megújuló Energia Kézikönyv 2010. Poppy Seed 2002 Bt. Budapest
11. LENGYEL A. – LAJTOS I. (2012): A szilárd biomassza felhasználása hőtermelési célra. Östermelők. 16. évfolyam. 2. szám. 94-97. p.
12. LUKÁCS G. (2011): Gazdaságos zöldenergia. Szaktudás Kiadó Ház. Budapest.
13. LUKÁCS G. (2013): Zöldenergia szőlővenyigéből (is). Agrárium. 23. évfolyam. 4. szám. 54-55. p.
14. MAGDA R. (2011): A megújuló és a fosszilis energiahordozók szerepe Magyarországon. Gazdálkodás. 55. évfolyam. 2. szám. 153-165. p.
15. MAGYARI CS. – GYŐRI T. (2011): Nemes nyár energiaültetvények. Agrárium. 21. évfolyam. 5. szám. 56-57. p.
16. SZABÓ I. (2009): Megújuló energiaforrások, szalma- és melléktermék-tüzelés mezőgazdasági alkalmazása. Mezőgazdasági Technika. 50. évfolyam. 9. szám. 4-6. p.

17. SZENDREI J. (2005): A biomassza energetikai hasznosítása. Agrártudományi Közlemények. 16. különszám
18. TÓTH L. (2012): Alternatív energiaellátási rendszerek az agrárgazdaságban. Szaktudás Kiadó Ház. Budapest.
19. TÓTH L. (2013): A mezőgazdasági szerepe az energiagazdálkodásban. Mezőgazdasági Technika. 54. évfolyam. 3. szám. 16-18. p.

Egyéb felhasznált forrás:

20. Központi Statisztikai Hivatal 2012. éves beszámoló
21. URL¹: www.eu.kormany.hu
22. URL²: www.ksh.hu
23. URL³: www.nimfea.hu
24. URL⁴: www.ttk.pte.hu