



POTENȚIALUL ENERGETIC AL MASEI VEGETALE DIN AGRICULTURA REPUBLICII MOLDOVA

HĂBĂȘESCU Ion, CEREMPEI Valerian
Institutul de Tehnică Agricolă „Mecagro”

Rezumat. Sunt prezentate rezultatele studiilor potențialului energetic al masei vegetale din agricultura RM, care poate fi obținut, neafectând securitatea alimentară a țării. Sunt estimate unele proprietăți ale masei vegetale autohtone și argumentate perspectivele utilizării acesteia în scopuri energetice.

Cuvinte cheie – masa vegetală, agricultura, proprietăți fizico-chimice, potențialul energetic

ENERGETIC POTENTIAL OF VEGETABLE MASS IN AGRICULTURE OF REPUBLIC OF MOLDOVA

HABASHESCU Ion, CEREMPEI Valerian
Institute of Agricultural Technique „Mecagro”

Abstract – There are presented the results of the studies of energetic potential of vegetable mass in agriculture of Republic of Moldova that can be obtained, unaffected the alimentary security of country. There are estimated some properties of local vegetable mass and motivated the utilization of its perspectives in energetic aims.

Keywords: vegetable mass, agriculture, physico-chemical properties, energetic potential.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ РАСТИТЕЛЬНОЙ МАССЫ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ РЕСПУБЛИКИ МОЛДОВА

Хэбэшеску И.Ф., Черемпей В.А.
Институт Сельскохозяйственной Техники „Мекагро”

Реферат– Представлены результаты изучения энергетического потенциала растительной массы сельского хозяйства РМ, который может быть достигнут, не ущемив продовольственную безопасность страны. Оценены некоторые свойства растительной массы местного происхождения и аргументированы перспективы ее использования в энергетических целях.

Ключевые слова – масса растительная, сельское хозяйство, свойства физико-химические, энергетический потенциал

Legea energiei regenerabile adoptată de Parlamentul Republicii Moldova în 2007 prevede asigurarea până în anul 2010 a producerii din surse regenerabile a unui cuantum de 6% din volumul total al energiei consumate și a unui cuantum de 20% - până în anul 2020. Una din cele mai de perspectivă surse regenerabile de energie este biomasa, utilizată de către omenire de-a lungul secolelor și care asigura pe vremuri (până sec. 16 -17) peste 75 – 80% din consum. La momentul actual biomasa după volumul de consum ocupă locul patru din toate sursele de energie și asigură anual 1250 mln t combustibil convențional, ceea ce constituie doar 15% din tot consumul de energie primară din lume [1, 2, 3, 4].

POTENȚIALUL ENERGETIC AL BIOMASEI ÎN REPUBLICA MOLDOVA

Analiza datelor prezentate în Anuarele statistice demonstrează, că Republica Moldova dispune de un potențial înalt al masei vegetale, care poate fi utilizată în scopuri energetice. În agricultură aria suprafețelor însămânțate cu culturi de câmp constituie în mediu pe parcursul anilor 2000...2008 peste 1,5 mln. ha (tabel 1).

Din această suprafață 81,2% (1,24 mln. ha) ocupă culturile, care au resturi vegetale de capacitate energetică sporită: grâu, orz, porumb, floarea-soarelui, soia, rapița, tutun. Totodată, plantațiile multianuale la fel ocupă suprafețe semnificative: pomi și arbuști fructiferi – $S_{med}=116,6$ mii ha, vii – $S_{med}=149,8$ mii ha (tabela 1).

De pe suprafețele menționate în tabelul 1 conform estimărilor monografice sunt obținute anual resturile vegetale, care conțin substanță uscată în cantitate medie de 4,54 mln. t și cantitate maximă – de 6,1 mln. t (tabela 2).

Este necesar de menționat, că cantitatea medie de substanțe uscate, obținute din resturile vegetale, a fost calculată în baza recoltelor medii din perioada anilor 2000...2008 (9 ani), iar cantitatea maximă de substanțe uscate a fost determinată după recolta maximă obținută într-un an favorabil din perioada 2000...2008. Din cele menționate reiese, că numai din resturile vegetale agricole potențialul obținerii energiei în fiecare an atinge în RM valori de $PE_{medie}=84$ PJ și $PE_{maxim}=110,6$ PJ. Valorile menționate au fost calculate după formula: $PE=H_i \times M$, unde H_i – căldura de ardere a substanței uscate din masa vegetală ($H_i=17,5$ MJ/kg) [5,6]; M – masa substanței

uscate SU din resturi vegetale ($M_{\text{medie}}=4,8$ mln. t, $M_{\text{maxim}}=6,32$ mln. t, tab. 2).

Tabelul 1. Suprafețe însămânțate cu culturi agricole și ale plantațiilor de pomi, arbuști fructiferi, vii în gospodăriile de toate categoriile din RM

Denumirea culturilor	Suprafețe (mii ha) pe anii						
	2000	2002	2004	2006	2007	2008	Media pe 9 ani
1. Suprafețe însămânțate total,	1527,3	1573,8	1567,5	1483,4	1499,2	1500,3	1525,7
inclusiv:							
1.1. Culturi spicoase (grâu, orz)	475,5	555,2	435,8	398,9	434,7	538,8	463,5
1.2. Porumb pentru boabe	441,5	446,7	584,3	459,3	466,2	428	478,5
1.3. Floarea-soarelui	227,7	256,7	270,6	287,4	233,6	228	260,1
1.4. Soia	11,6	10,2	28,5	55,7	50,5	30,5	27,9
1.5. Tutun	23,5	9,2	5,7	3,5	3,1	2,7	8,3
2. Pomi și arbuști fructiferi	137	120	111	109	112	114	116,6
3. Vii	149	152	146	150	150	150	149,8

Notă: datele sunt luate din Anuarele Statistice ale Republicii Moldova.

Tabelul 2. Volumul de producție a masei vegetale în agricultura din RM (gospodăriile de toate categoriile) în a.a. 2000...2008

Denumirea culturilor	Suprafața medie, mii ha	Recolta boabe, t/ha		Raport masa boabe/tulpini, frunze	Recolta totală a masei vegetale energetice, mii t				
		medie	maxim		medie	maximă	Umiditate, %	Substanță uscată	
								medie	maxim
1. Culturi spicoase (grâu, orz)	463,5	2,2	3,1	1/1,5 (1,3...1,8)	1530	2155	10	1377	1940
2. Porumb pentru boabe	478,5	2,6	3,45	1/2 (1,5...2,5)	2488	3302	12	2190	2905
3. Floarea-soarelui	260,1	1,2	1,63	1/1,8 (1,3...2,1)	562	763	12	494	672
4. Soia	27,9	1,34	1,91	1/2	75	107	15	64	91
5. Rapița	62	1,3	1,8	1/2	161,2	223	10	145	201
6. Tutun	8,3	1,27	1,45	1/3	31,6	36,1	15	26,9	30,7
7. Pomi și arbuști fructiferi	116,6	1,7 (hripcă)			198,2	198,2	40	119	119
8. Vii	149,8	4 (coardă)			599,2	599,2	45	329,6	329,6
9. Vii (tescovina din struguri tehnici)		250 mii t		1/0,15	37,5		12	33	33
Total								4778,5	6321,3

Note: 1. Datele sunt luate din Anuarele Statistice ale Republicii Moldova.

2. Datele medii sunt calculate pentru perioada anilor 2000...2008.

3. Conform datelor specialiștilor Institutului de Horticultură se obțin resturi vegetale în următoarele cantități: livezi de măr – 1,5...2,5 kg/pom (1,7...2,0 t/ha), prune – 3...4 kg/pom, piersici – ≤ 7kg/pom, vii – 3,88...5,04 t/ha.

Conform datelor Biroului Național de Statistică în RM în a. 2005 au fost consumate surse energetice primare în volum 95,6 PJ, iar în a. 2007 – 90,6 PJ, în a. 2008 – 91,2 PJ. De aici reiese, că potențialul energetic numai al resturilor vegetale în agricultura autohtonă este comparabil cu consumul anual al tuturor surselor energetice primare (gaz natural, produse petroliere, cărbune, energia electrică, lemne, etc.).

Ținând cont de necesitatea menținerii fertilității solului, specialiștii – pedologi recomandă 65...70 la sută din cantitatea resturilor vegetale obținute de tocat și administrat în sol cu administrarea concomitentă a azotului, care servește pentru fermentarea eficientă a acestei mase. Prin urmare 30...35% din cantitatea anuală a resturilor vegetale (1,6...2,2 mln. t) se poate și este necesar de utilizat în scopuri energetice, ceea ce ar

acoperi cca 30...35% din necesarul anual RM în surse energetice primare.

PROPRIETĂȚILE FIZICO-CHIMICE ALE BIOMASEI

Pentru estimarea proprietăților fizico-chimice ale masei vegetale de origine autohtonă au fost efectuate studii respective (tabela 3), care demonstrează, că compoziția și umiditatea biomasei substanțial influențează asupra puterii calorice inferioare de ardere a acesteia. Cea mai înaltă putere calorică (18,4 MJ/kg) are șrotul de rapiță

($W_t^r=8,2\%$), alte tipuri de biomasă (paiele de grâu, begasa din sorg zaharat, tulpini de porumb, floarea soarelui) au puterea calorică în diapazonul 14,8...14,2 MJ/kg ($W_t^r=11...12,2\%$). Adică pentru diferite tipuri studiate de masa vegetală în cazul menținerii umidității în diapazonul îngust puterea calorică Q_i^r se schimbă puțin.

Notă: proprietățile biomasei au fost determinate conform GOST 11014 – 2001, GOST 8606 – 93 (ISO 334 – 92), GOST 11022 – 95 (ISO 1171 – 81), GOST 147 – 95 (ISO 1928 – 76).

Tabelul 3. Proprietățile fizico-chimice ale masei vegetale locale

Denumirea biomasei	Umiditatea totală, W_t^r , %	Cenușă, A^d , %	Sulf, S_t^d , %	Putere calorică inferioară de lucru, Q_i^r , kJ/kg
Paiele de grâu	12,2	6,25	0,15	14360
Begasa din sorg	11,5	4,01	0,22	14280
Tulpini de porumb	11,1	5,14	0,09	14200
Tulpini de floarea-soarelui	11,0	3,78	0,08	14760
Șrot de rapiță	8,2	6,02	0,76	18400

Analiza comparativă a rezultatelor obținute (tabela 3) demonstrează, că acestea sunt coerente cu rezultatele altor cercetători, calculate pentru substanța uscată a biomasei (tabela 4).

*** - conform datelor de pe site <http://www.hitechno.ru/?page=archive02>; <http://stud24.ru/ecology/proizvodstvo-topliv-iz-produktovrasteniyeo-dstva/5188-10535-page2.html>.

Tabelul 4. Proprietățile diferitor tipuri de biomasă

Denumirea biocombustibilului	Căldura de ardere, MJ/kg	Cenușa, % (mas.)
Așchiile de lemn ($\varphi=10...50\%$ mas)*	6...15	0,4...1,0
Așchiile de lemn uscat($\varphi=8...20\%$ mas)*	13...16	0,4...0,5
Lemn uscat***	17,5...19,0	0,4...0,5
Rumeguș ($\varphi=45...60\%$ mas.)*	6...10	0,4...0,5
Coji de floarea-soarelui	15,43	-
Paie de cereale***	17,0...18,0	5,7
Paie de rapiță**	16,0...17,0	6,20
Tulpini de porumb**	18,0	5,8

* - conform datelor de pe site <http://www.nergosys.info/biotoplivo/>;

** - conform datelor de pe site <http://uvis-tor.com.ua/>; <http://ekobrik.blogspot.com/2007/11/blog-post.html>; <http://www.brikk.info/articles/46-kak.html>; <http://alizing.by/confiscated/>.

PERSPECTIVELE UTILIZĂRII BIOMASEI ÎN SCOPURI ENERGETICE

În perspectivă cota bioenergiei în Balanța energetică a țării este posibil de majorat prin valorificarea deșeurilor de la fermele zootehnice (dejecțiilor animalelor, așternutului etc.), de la întreprinderi de procesare a producției agricole, din silvicultură și gospodăria comunală a localităților urbane și rurale. Toată biomasa menționată (resturi vegetale, deșeuri și produse secundare din zootehnie, industria de prelucrare și alimentară) în dependență de compoziția și morfologia ei poate fi utilizată:

✓ Pentru *arderea directă* a paielor, tulpinilor, crengilor, rumegușului, așchiilor sau după comprimare în baloturi, rulouri, brichete, pelete [5, 6, 7, 8];

✓ Pentru *fermentarea biogazului* cu arderea lui ulterioară [9];

✓ Pentru producerea în baza tehnologiilor de perspectivă a *combustibililor lichizi* (etanolului, butanolului, biodieselului etc.), destinate combustiei, în primul rând, în motoare cu ardere internă MAI [10...15].

Este evident că *arderea directă* este cea mai simplă metodă de utilizare a biomasei în scopul energetic. Ea nu necesită investiții mari și poate fi aplicată pentru masa vegetală solidă cu umiditatea redusă (10...20%). Pentru combustie în cazane de putere mare (>200 kW) destinate obiectelor de menire social – culturală sunt recomandate resturile vegetale sub forma de așchii (surcele) sau paiete comprimate în baloturi, rulouri. Din cauza necesității în utilaje specifice pentru condiționarea, transportarea și arderea masei vegetale sub formă de surcele sau paie

balotate, cazanele menționate pot fi alimentate cu sursa concretă (surcele sau paie balotate), adică nu pot utiliza diferite surse de combustie. În cazul dat este încă o restricție: conform estimărilor specialiștilor polonezi și studiilor monografice, din cauza valorilor relativ mici ale masei în vrac ($150...250 \text{ kg/m}^3$), economic, este justificată transportarea așchiilor și paielor balotate la distanța care nu depășește 60 km.

Așadar, așchiile și paiile comprimate pot fi utilizate în cazanele specializate de mare putere ($>200 \text{ kW}$), dacă sursele energetice menționate pot fi obținute în cantități suficiente în imediata apropiere (raza nu mai mare de 60 km) de locul utilizării.

În cazul exploatării cazanelor de putere relativ mică ($<200 \text{ kW}$) și/sau existenței materiei prime variate (paie, tulpini, crengi, coarda viței de vie, surcele, produse secundare de la procesare etc.), precum și necesității transportării masei vegetale la distanțe relativ mari ($>50...60 \text{ km}$) economic este rațional de procesat materia primă (uscat, tocat, brichetat sau peletat). Aceasta permite de a obține combustibilul solid cu compoziția și proprietățile omogene, având masa în vrac $550...700 \text{ kg/m}^3$, care este în mediu de 3..10 ori mai mare, decât cea a masei vegetale în faza inițială (paie, tulpini, crengi, baloturi, rulouri, așchii).

Un avantaj esențial al brichetelor și, mai ales, al peletelor este acela, că brichetele și peletele nu necesită mecanisme complicate pentru transportarea și dozarea în camera de ardere a cazanelor. Iar sistemul electronic de comandă și control SECC, care asigură automatizarea completă la funcționarea cazanului, nu este mai complicat decât cel al cazanelor pe gaz.

Așadar, brichetarea și peletarea pe lângă comiterea unor cheltuieli adăugătoare are și avantaje esențiale:

- ✓ Valorile masei în vrac ($500...700 \text{ kg/m}^3$) de 3...10 ori mai înalte în raport cu masa vegetală în faza inițială sau balotată, ceea ce reduce cheltuielile de transportare de 1,5...4 ori;
- ✓ Posibilitatea utilizării concomitente în procesul de ardere a diferitor tipuri de masa vegetală (paie, așchii, tulpini etc.);
- ✓ Îmbunătățirea după tratarea mecano-termică a compoziției și proprietăților combustibililor;
- ✓ Simplificarea procesului de transportare și dozare în camera de ardere a combustibilului;
- ✓ Posibilitatea automatizării complete a procesului de lucru al cazanului cu aparataj relativ simplu.

Fermentarea biomasei pentru obținerea biogazului necesită:

- Investiții capitale mari pentru acumularea și condiționarea materiei prime, transportarea și fermentarea ei, filtrarea și condiționarea biogazului;
- Materia primă de compoziția și structura morfologică omogenă.

Procesul fermentării biomasei în gaz este eficient la complexe zootehnice mari, deoarece permite, în primul rând, neutralizarea substanțelor nocive din dejecțiile animalelor, transformarea structurii moleculelor organice și obținerea îngrășămintelor organice performante pentru fertilitatea solului. Obținerea biogazului este a doua după importanță și impactul socio-economic performanță. În Republica Moldova au fost efectuate cercetări ale

procesului de fermentare a biomasei pentru obținerea biogazului [9], implementate instalații pilot din Olanda pentru biogaz la ferma avicolă din Vadul-lui-Vodă și ferma zootehnică din s. Colonița (r-1 Criuleni). Aceste instalații la momentul actual după 2...3 ani de exploatare nu funcționează.

Procesarea biomasei cu scopul obținerii *combustibililor lichizi* (biodieselului, etanolului, butanolului etc.) pentru alimentarea MAI necesită la momentul actual materia primă specifică, care trebuie să conțină uleiuri vegetale, grăsimi sau respectiv glucoză, amidon. Simultan materia primă menționată este utilizată în scopuri alimentare, ceea ce poate provoca insuficiența produselor alimentare și creșterea rapidă a prețurilor la acestea în condițiile de subproducere din cauza situațiilor de forțe major (secetă, înghețuri, inundații etc.) [16]. Pe de altă parte în agricultură există fenomenul nu numai de subproducere, dar cu aceeași periodicitate și de supraproducere. În acest caz utilizarea în scopuri duble a materiei prime asigură competitivitatea și rentabilitatea sectorului agroalimentar.

Elaborarea și implementarea tehnologiilor avansate, care permit producerea biocombustibililor lichizi de generația a doua din materia primă celulozică va majora esențial competitivitatea și eficiența nu numai a sectorului agroalimentar, dar și a sectorului energetic. La momentul actual în Republica Moldova sunt capacități industriale suficiente pentru producerea uleiului vegetal (80 mii t) din culturi oleaginoase (floarea-soarelui, rapița), etanolului (4,5 mln. decaltri) din materia primă, care conține glucide sau amidon. Practic lipsesc capacități industriale de esterificare a uleiului vegetal și deshidratare a etanolului. Institutul „Mecagro” a elaborat instalații pilot pentru realizarea proceselor menționate [17]. Instalațiile elaborate de ITA „Mecagro” pentru producerea biodieselului din uleiuri vegetale, pentru prepararea și utilizarea amestecurilor combustibile alcool monoatomic – benzină, după încercările de exploatare și perfecționările necesare, pot fi implementate în economia națională.

CONCLUZII

1. Republica Moldova dispune de un potențial înalt al masei vegetale agricole, care poate fi utilizată în scopuri energetice. Numai resturile vegetale au potențialul energetic anual în diapazonul $84...110,6 \text{ PJ}$ (variația se datorează în primul rând condițiilor climaterice). În perioada anilor 2005...2008 consumul anual de toate sursele energetice primare a constituit în RM $90,6...95,6 \text{ PJ}$, ceea ce este comparabil cu potențialul energetic al resturilor vegetale.

2. Pentru menținerea fertilității solului, 65...70 la sută din cantitatea menționată a resturilor vegetale, conform recomandărilor pedologilor, este necesar de administrat în sol, iar 30...35 la sută se poate și este necesar de utilizat în scopuri energetice, acoperind cca 30...35% din necesarul anual al Republicii Moldova în surse energetice primare.

3. Cota specifică a energiei din biomasă poate fi majorată adăugător cu 10...12% prin valorificarea deșeurilor de la ferme zootehnice, întreprinderi de procesare a producției agricole, din silvicultură și gospodăria comunală a localităților urbane și rurale. Adăugător pe sectoare cu bonitetul redus pot fi cultivate plante energetice (sorgul

zaharat, topinamburul, silvia, salcia, sida, hrișca sahalineză etc.).

4. Toată biomasa în dependență de compoziția și morfologia ei poate fi utilizată în scopuri energetice prin:

- ✓ arderea directă în cazane;
- ✓ fermentarea biogazului cu arderea lui ulterioară în instalații de cogenerare a energiei electrice și termice;
- ✓ producerea în baza tehnologiilor de perspectivă a combustibililor lichizi pentru alimentarea motoarelor cu ardere internă.

5. Arderea directă a resturilor vegetale este ce mai simplă metodă de utilizare a biomasei pentru obținerea energiei termice. De aceea această metodă este recomandată la prima etapă de implementare a tehnologiilor de valorificare a potențialului energetic al biomasei. La etapa următoare este necesar de implementat tehnologii de producere a biogazului și combustibililor lichizi, care necesită un volum mai mare de investiții.

6. Studiul proprietăților masei vegetale de origine autohtonă demonstrează, că puterea calorică inferioară de ardere depinde de compoziția și umiditatea acesteia. Puterea calorică inferioară H_i de ardere a tulpinilor de porumb, bagasei, din sorg zaharat, paielor de grâu, tulpinilor de floarea-soarelui se află în limita 14,2...14,8 MJ/kg, iar șrot de rapiță are $H_i = 18,4$ MJ/kg.

7. Institutul de Tehnică Agricolă „Mecagro” a elaborat tehnologii și mijloace tehnice pentru recoltarea și procesarea plantelor cu tulpini groase (inclusiv a sorgului zaharat), pentru producerea peletelor din masa vegetală și a biodieselului din uleiuri vegetale, pentru prepararea și utilizarea amestecurilor combustibile alcool monoatomic – benzină.

BIBLIOGRAFIE

[1]. “World Consumption of Primary Energy Type and Selected Country Groups, 1980-2004” (XLS). *Energy Information Administration*,

- U.S. Department of Energy. July 31 2006. http://www.eia.doe.gov/pub/international/icalf/table_18.xls. Retrieved o 2007-01-20.
- [2]. “Key World Energy Statistics” (PDF). International Energy Agency. 2006. <http://www.eia.org/textsbase/nppdf/free/2006/key2006.pdf>. Retrieved on 2007-04-03. pp. 48-57.
- [3]. *Statistical Review of World energy* 2008/BP. Primary energy/Statistical Review 2008/BP.
- [4]. Макаров А., Фортгов В. *Тенденции развития Мировой энергетики и энергетическая стратегия России*. Ж. “Энергорынок” N7, 2004.
- [5]. Arion V., Bordeianu C., Boșcăneanu A., Captelea A., Drucio S., Gherman C., *Biomasa și utilizarea ei în scopuri energetice*, 2008, 268p.
- [6]. *Wykorzystanie biopaliw stałych W rolnictwie*. Pozadnik. Baltycka Agencja Poszanowania Energii. Gdansk, 2007. – 55 p.
- [7]. Гаврланд Б. *Биомасса для энергетического использования*. Chișinău, 2008,-155с
- [8]. *Pellet Production From Sawmill Residue: a Saskatchewan Perspective*, Jermy Karwandy, Forimtek, Final Report 2006-2007, March 31,2007.
- [9]. Складар П., Побединский В., Хабэшеску И., Черемпей В., Мельник Ю., *Технология и оборудование производства энергоносителей из биомассы*. Обзорная информация. INEI, Chișinău, 2005. – 45 с.
- [10]. Гелетуца Г.Г. Железная Т.А. *Состояние и перспективы развития биоэнергетики в мире*. Обзор материалов международной конференции “Энергия из биомассы”, 20-22 сентября 2004-Киев, с.198-200.
- [11]. Lowus S. O., Devote R.S. *Exhaust emission from a single cilinger engine fueled with gasoline, methanol and ethanol*. *Combustion Science and technology*, 12, 1976, pp. 177-182.
- [12]. Manea Gh., Georgescu M. *Metanolul – combustibil neconvențional*, Editura Tehnică, București, 1992-84p.
- [13]. Смаль Ф.В., Арсенов Е.Е., *Перспективные топлива для автомобилей*. М.: Транспорт, 1979-152с.
- [14]. Gheorghisor M. *Carburanți, lubrifianți și materiale auto speciale*. Editura Paralela, București, 2003-323p.
- [15]. Ольховская У. *Биотоплива второго поколения: за и против*. *The Chemical Journal*, 12.2008-p. 38-42.
- [16]. Spietz I. H. I. *Renewable Energy Resources: Fuel or Food?* Proceedings of the 5 UEAA General Assembly and the Associated Workshop. Riga, Latvia, 2008. – p. 157...165.
- [17]. Hăbășescu I., Cerempei V., Deleu V., și alți. *Energie din Biomasă: tehnologii și mijloace tehnice* Chișinău: Bons Office, 2009. – 368 p.