

CZU 662.71/.74 (478)

## CONSIDERENTE *PRO* ȘI *CONTRA* PRIVIND UTILIZAREA PENTRU SCOPURI ENERGETICE A BIOMASEI DERIVATE DE LA CULTIVAREA CEREALIERILOR SPICOASE

*Grigore MARIAN**Universitatea Agrară de Stat din Moldova*

**Abstract.** The purpose of this article is deepening the researches on the quantitative and qualitative cuantification of biomass derived from the cultivation of spiked cereal crops, available for energetic purposes. In order to achieve this purpose, the opportunity of the use of the straw derived from several cereal crops for obtaining solid biofuels was studied. A number of factors *for* and *against* were analyzed, given the trends of organic agriculture development in the Republic of Moldova and the quality of solid biofuels obtained from straw. Based on the confrontation of several opinions available in the specialized literature and on our own experimental researches, conducted in the Laboratory of Solid Biofuels of State Agrarian University of Moldova, conclusions have been drawn on the quantity, quality and prospects of using the straw and other cereal residues as raw material to obtain solid biofuels.

**Key words:** Spiked cereal crops; Fuel crops; Straw; Biomass; Conversion coefficient; Energy potential; Energy value; Solid biofuels

**Rezumat.** Scopul articolului constă în aprofundarea cercetărilor cu privire la cuantificarea cantitativă și calitativă a biomasei provenite de la cultivarea cerealielor spicoase, disponibilă în scopuri energetice. Pentru realizarea scopului propus a fost studiată oportunitatea folosirii paielor rezultate de la mai multe culturi cerealiere pentru obținerea biocombustibililor solizi. Au fost analizați un șir de factori *pro și contra* reieșind din tendințele de dezvoltare a agriculturii organice în condițiile Republicii Moldova și calității biocombustibililor solizi obținuți din paie. În baza confruntării mai multor opinii disponibile în literatura de specialitate și a unor cercetări experimentale proprii, realizate în cadrul Laboratorului de biocombustibili solizi de la Universitatea Agrară de Stat din Moldova, sunt formulate concluzii referitoare la cantitatea, calitatea și perspectivele folosirii paielor și altor reziduuri cerealiere în calitate de materie primă pentru obținerea biocombustibililor solizi.

**Cuvinte cheie:** Cerealiere spicoase; Culturi energetice; Paie; Biomasă; Coeficient de conversie; Potențial energetic; Putere calorică; Biocombustibili solizi

### INTRODUCERE

Orientarea strategiei de dezvoltare a agriculturii din Republica Moldova spre o agricultură durabilă și creșterea vertiginoasă a prețurilor la îngrășămintele minerale au adus subiectele ce țin de folosirea în scopuri energetice a diferitor tipuri de biomasă vegetală, provenită din activități agricole, în centrul unor discuții controversate axate pe avantajele și dezavantajele exploatării acestei resurse energetice.

Scopul acestei lucrări este argumentarea considerentelor *pro și contra* privind utilizarea, pentru scopuri energetice, a biomasei provenită de la cultivarea cerealielor păioase. În calitate de obiect al cercetărilor a servit biomasa obținută din paie de grâu și de orz. Subiectul cercetării se referă la aprofundarea cercetărilor privind cuantificarea cantitativă și calitativă a obiectului cercetării cu argumentarea analitică și experimentală a unor considerente în favoarea sau defavoarea folosirii paielor de grâu și de orz în calitate de materie primă pentru obținerea biocombustibililor solizi.

Importanța și actualitatea studiului realizat sunt justificate de rolul pe care-l are valorificarea potențialului de paie atât pentru obținerea biocombustibililor solizi, cât și pentru asigurarea dezvoltării unei agriculturi durabile, pentru obținerea unor produse agroalimentare ecologice și competitive, precum și pentru păstrarea fertilității și inofensibilității solului pentru generațiile viitoare.

În rezultatul sintetizării datelor din literatura de specialitate și a cercetărilor experimentale proprii au fost formulate concluzii referitoare la calitatea și disponibilitatea paielor de grâu și de orz în scopuri energetice și unele considerente *pro și contra* privind raționalitatea folosirii paielor în calitate de materie primă pentru fabricarea biocombustibililor.

### MATERIAL ȘI METODĂ

Probele de biomasă au fost prelevate din nordul, centrul și sudul Republicii Moldova. Au fost folosite paiere derivate de la cultivarea grâului de toamnă Kuialnic, Select, a triticalelor 035 și 093 cultivate în diferite scheme de asolament.

Pentru a obține probe omogene, gama dimensională a particulelor de biomasă a fost restrânsă prin sortare după fracția granulometrică. Inițial, probele din paie au fost fărâmițate grosolan la tocătorul de paie model RS 650, apoi au fost măcinate la tocătorul YELLOW LINE A10 și sortate prin cernere, conform standardului SMV EN 15149-1:2012, folosind șapte site standard. Pentru testări au fost folosite particulele sortate în grupa 0,25-0,5 mm.

Conținutul de umiditate al probelor de biomasă a fost determinat prin metoda analitică cu uscarea probelor în etuva de model UNB-Memert în conformitate cu standardul SMV EN 14774: 2012. Conținutul de umiditate, în procente, a fost determinat în bază uscată prin raportul dintre cantitatea de apă prezentă în biomasă și masa biomasei în stare uscată, folosindu-se relația:

$$W_{dry} = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \quad (1)$$

în care  $m_1$  este masa probei înainte de uscare (în stare naturală), g;  $m_2$  – masa probei după uscare, g. Puterea calorifică a fost determinată în bomba calorifică LAGET MS -10 în conformitate cu standardul SMV EN 14918:2012.

Potențialul energetic anual aferent unei suprafețe specifice fiecărei culturi a fost calculat prin formula:

$$P_{s.ener.Si} = S_i \times M_{p.b.i.} \times K_{rez.} \times K_{d.e.} \times (1 - K_{per.}) \times NCV \quad (2)$$

în care  $S_i$  este suprafața pentru care este estimat potențialul energetic al biomasei;  $M_{p.b.i.}$  – masa producției de bază anuală de pe un hectar,  $K_{rez.}$  – factorul unitar de conversie pentru cultura respectivă;  $K_{d.e.}$  – factorul de disponibilitate a biomasei pentru scopuri energetice pentru cultura respectivă,  $K_{per.}$  – coeficientul pierderilor inevitabile de la recoltare, transportare și stocare,  $NCV$  – puterea calorifică inferioară a biomasei respective la umiditatea de 10%.

## REZULTATE ȘI DISCUȚII

În Republica Moldova cantitatea de biomasă utilizată în scopuri energetice provenite de la cultivarea cerealierele spicoase este reprezentată, într-o măsură mai mare sau mai mică, de 5 genuri botanice din familia *Poaceae*: grâul, secara, triticalele, orzul și ovăzul. În ultimele decenii, reziduurile provenite din aceste culturi a devenit o sursă tot mai des propusă în calitate de materie primă pentru obținerea biocombustibililor solizi, dar și o temă de discuții controversate în mediul academic și cel din sectorul real.

Entuziasmul inițial vizavi de utilizarea reziduurilor cerealiere în calitate de materie primă pentru obținerea biocombustibililor pare să se epuizeze. Până nu de mult, mulți ecologiști, pedologi, energeticieni invocau valorificarea paielor pentru scopuri energetice, motivând această valorificare prin potențialul energetic enorm obținut de la folosirea paielor în calitate de biocombustibili, precum și prin daunele provocate de arderea paielor direct în câmp. Însă, odată cu orientarea strategiei de dezvoltare a agriculturii din Republica Moldova spre o agricultură durabilă și odată cu creșterea vertiginosă a prețurilor la îngrășămintele minerale, subiectele ce țin de folosirea paielor în scopuri energetice au ajuns să fie o temă de discuții între actorii preocupați de valorificarea potențialului paielor atât în țările UE și CSI, cât și la noi în Republica Moldova.

Discuțiile contradictorii sunt motivate de multitudinea de aspecte tehnice, ecologice, sociale și economice referitoare la folosirea în scopuri energetice a biomasei rezultate de la cultivarea cerealierele. Aceste aspecte se află în dinamică permanentă și necesită o abordare complexă, reieșind din realitatea existentă la momentul dat pe piața de desfacere a surselor energetice, perspectivele de dezvoltare a anumitor tipuri de surse energetice netradiționale, oportunitatea și eficiența folosirii biomasei de cerealiere în raport cu alte domenii de utilizare.

Datele din literatura de specialitate și rezultatele cercetărilor realizate în Laboratorul de biocombustibili solizi din cadrul UASM permit să se facă anumite aprecieri referitoare la subiectele menționate.

Astfel, în prezent, există mai multe estimări cu privire la potențialul de biomasă provenită din paie de cerealiere disponibil în Republica Moldova pentru scopuri energetice (IDIS „Viitorul” 2010, Hăbășescu, I. 2008). De exemplu, conform datelor prezentate în studiul realizat de către IDIS „Viitorul”, potențialul de biomasă susceptibil de a fi obținut din cerealiere a constituit în anul 2009 cca 3937 TJ, iar în anul 2010 cca 3913 TJ (IDIS „Viitorul” 2010). Ponderea cea mai mare, în perioada anilor 2009-2010, revine paielor din grâu – 2857TJ (73%), urmată de cea a paielor de orz - 1049TJ (27%).

Chiar dacă estimările cu privire la potențialul de paie disponibile în calitate de sursă energetică sunt bazate pe datele din Anuarul Statistic al Republicii Moldova și rapoartele Ministerului Agriculturii și Industriei Alimentare, ele necesită totuși precizări și argumentări dintre care se evidențiază următoarele:

- în majoritatea studiilor nu se concretizează care putere calorifică s-a luat în calcul la determinarea potențialului energetic: cea superioară sau cea inferioară și nu este precizat pentru ce umiditate a paielor s-au efectuat calculele;

- nu se specifică impactul folosirii paielor în scopuri energetice asupra calității și cantității producției de bază, asupra realizării de produse ecologice pentru o alimentație sănătoasă și inofensivă în conformitate cu cerințele standardelor europene;

- nu este argumentat factorul unitar de conversie dintre producția de bază și cea a paielor;

- nu este argumentat factorul de disponibilitate;

- nu sunt luate în vedere inconvenientele folosirii paielor în calitate de biocombustibili, de exemplu, temperatura destul de joasă de topire a cenușii rezultată de la arderea paielor și influența acestui factor asupra eficienței și durabilității cazanelor.

Referitor la umiditatea paielor pentru care se determină potențialul energetic, noi recomandăm folosirea valorii puterii calorifice inferioare a paielor cu umiditatea de 10%. În favoarea acestei recomandări vine și faptul că umiditatea paielor de 10 % corespunde umidității medii a diapazonului optim pentru procesarea paielor în biocombustibili solizi care constituie 8 ... 12%. În condiții de laborator este necesar să se determine puterea calorifică superioară în bază uscată, care poate fi ușor recalculată în puterea calorifică inferioară pentru orice umiditate a biomasei. Folosirea în calcule a valorii puterii calorifice inferioare va permite estimarea cantității de căldură degajată la arderea completă și perfectă a paielor fără evidența căldurii de vaporizare.

Conform datelor obținute în Laboratorul de biocombustibili solizi din cadrul UASM, puterea calorifică superioară a paielor maximum posibil uscate, prelevate din diferite zone ale Republicii Moldova, constituie în mediu 18,04MJ/kg, iar cea inferioară 16,84MJ/kg. Respectiv, paiele cu umiditatea de 10% posedă o putere calorifică inferioară egală cu 14,91MJ/kg (Marian, Gr. et al. 2003).

Cele expuse ne permit să folosim în calculele potențialului energetic al paielor de grâu, provenite din orice localitate a Republicii Moldova, puterea calorifică inferioară în bază uscată egală cu 14,91 MJ/kg. Valoarea indicată se referă la biomasa din paie, dar nu și la puterea calorifică a biocombustibililor în formă de brichete și pelete.

Pentru brichete și pelete este necesar să se determine puterea calorifică conform standardelor în vigoare, deoarece în componența acestora pot fi incluse și alte tipuri de biomasă, aditivi, particule minerale etc. Cercetările realizate în cadrul laboratorului de Biocombustibili solizi demonstrează că în cazul fabricării biocombustibililor din paie curate, fără adaosuri, puterea calorifică a produsului finit este, practic, egală cu puterea calorifică a materiei prime.

După cum s-a menționat, la estimarea potențialului energetic o importanță deosebită aparține factorului unitar de conversie. Din datele prezentate în tabelul 1 se constată că pentru paiele provenite de la cerealierele spicoase, acest coeficient la diferiți autori variază în limite foarte mari.

**Tabelul 1.** Date prezente în literatura de specialitate cu privire la cantitatea de paie derivate din cultura cerealierele raportată la producția de bază

Planta	Producția de reziduuri, t/t cultură						
	[5], p.30	[4], p.40	[4], p.63	[3]	[7, 8]	[9]	[14]
Grâu	1,5	1,85	1,1	1	1,0-1,8	1	0,9
Orz	1,5	0,8	0,8	0,8	1,5 – 1,8	-	0,5
Ovăz	1,5	1,4	1,05	-	1,8	-	0,7
Secară	1,5	1,7	1,7	-	1,8-2,0	-	1,4
Triticale	1,5	-	1,3	-	-	-	-

În scopul concretizării factorului unitar de conversie pentru diferite tipuri de paie, au fost realizate cercetări pe parcursul anilor 2011-2013 în Stațiunea Didactico-Experimentală Chetrosu pentru soiurile de grâu de toamnă comun Kuialnik, Select și pentru triticale. Rezultatele au arătat următoarele valori privind raportul dintre cantitatea de paie și cantitatea de boabe:

- grâu de toamnă Kuialnic, premergător mazărice+ovăz - 0,84;
- grâu de toamnă Kuialnic, premergător mazăre - 0,83;
- grâu de toamnă Select, premergător mazărice+ovăz - 0,88;
- grâu de toamnă Select, premergător mazăre - 0,87;
- triticale 093, premergător mazărice+ovăz - 0,79;
- triticale 035, premergător mazărice+ovăz - 0,76;
- triticale 093, premergător mazăre - 0,73;
- triticale 035, premergător mazăre - 0,81;

În mediu, în anul 2013, raportul dintre cantitatea de paie și cantitatea de grâu a constituit 0,81. Factorul unitar de conversie a fost estimat pentru umiditatea de 14% a boabelor și de 10% a paielor.

Un alt argument important, care nicidecum nu poate fi neglijat la estimarea disponibilității paielor în scopuri energetice, este faptul că acestea reprezintă cea mai ieftină și accesibilă sursă de îngrășăminte organice. Cantitatea de elemente care poate fi restituită solului la 1t de paie constituie 5-10 kg de azot, 2-3 kg de fosfor, 6-10 kg de potasiu, 1,5-3,5 kg de calciu (Rusu, A. 2009).

Paietele au un conținut relativ mic de celuloză, lignină, în schimb sunt bogate în hemiceluloză și produc multă cenușă. Conținutul real de elemente chimice din paie este influențat de un șir de factori, dintre care se menționează specia culturilor din care se obțin paietele, calitatea solului pe care s-au cultivat culturile respective, condițiile de creștere a culturii etc.

De asemenea, la estimarea potențialului de biomasă provenit din paie de cerealiere nu poate fi omis necesarul de acest produs pentru alte scopuri importante specifice mediului rural. Aici se are în vedere sectorul zootehnic unde paietele se folosesc ca nutreț complementar grosier pentru vite, ca așternut în grajduri, ca absorbant la producerea composturilor, ca material de construcție în amestec cu lutul (mai rar).

O altă aplicație a paielor, care, trebuie luată în calcul, este utilizarea directă a acestora ca materie organică pentru necesități nutritive și pentru menținerea fertilității solului. Extragerea paielor din circuitul agrotehnic duce la micșorarea conținutului de humus, influențează negativ asigurarea stării de echilibru a solului și, implicit, recolta și calitatea culturilor ulterioare. Starea de echilibru a solului nu poate fi asigurată fără intrări de materiale humificabile care, pentru terenurile cultivate cu păioase, sunt, în primul rând, însuși paietele.

După conținutul de substanțe organice, o tonă de paie este echivalentă cu 3,5-4 tone de gunoi de grajd. Coeficientul de humificare a paielor de grâu, conform datelor mai multor autori, variază între 0,1-0,25 (Rusu, A. 2009). Aceasta înseamnă că dacă lăsăm în câmp 2-4 tone de paie pe hectar, în sol, pe această suprafață, se formează 0,3-2,6 t humus (Olifer, V.A. et al. 1990).

La acest capitol este necesar de avut în vedere tendințele și perspectivele care se observă în prezent cu privire la sistemul conservativ de lucrare a solului, inclusiv No-till, care presupune întoarcerea integrală în sol a masei vegetale remanente de la cultivarea păioaselor.

Doctorul habilitat Boris Boincean, printre cele 5 schimbări radicale în sistemul existent de agricultură în Republica Moldova, necesare pentru adoptarea sistemului conservativ de lucrare a solului, a inclus „excluderea practicii de ardere a resturilor vegetale (paielor) sau de folosire a lor în calitate de biocombustibil”. El menționează: „beneficiile de pe urma folosirii resturilor vegetale la ameliorarea calității solului, prevenirea poluării apelor subterane, reducerea eroziunii solului și efectului încălzirii globale etc. sunt incomparabil mai mari decât beneficiile obținute de la folosirea paielor pentru încălzirea clădirilor” (Boincean, B. 2011).

În lucrarea sa „Valorificarea surplusurilor de paie” Alexandru Rusu (2009, p.17), în rezultatul calculului eficacității aplicării paielor ca îngrășământ, arată convingător că, în condițiile Republicii Moldova, paietele prezintă un remediu eficient de ameliorare rapidă a însușirilor fizice ale solurilor agricole intens cultivate.

Nu mai puțin important este și aspectul economic. Contează cât de mult este dispus să plătească producătorul de combustibili pentru paie, precum și cunoașterea unui șir de indicatori calitativi ai biomasei din paie, cum sunt puterea calorifică, atât superioară, cât și inferioară, cantitatea de cenușă rezultată de la combustie, influența asupra fiabilității cazanelor, impactul asupra mediului.

Astfel, luând în considerare cele menționate, coeficientul disponibilității pentru paietele derivate de la cultivarea spicoaselor nu poate să depășească 0,1.

În Tabelul 2 se prezintă datele privind calculul potențialului energetic al paielor de grâu și de orz, potențial posibil de a fi folosit în scopuri energetice. Evident că acest potențial nu este stabil și variază de la an la an în funcție de suprafețele însămânțate și, cel mai mult, de producția de bază.

**Tabelul 2.** Potențialul energetic al paielor derivate de la cultivarea grâului și orzului disponibile pentru scopuri energetice

	Anul	S <sub>i</sub>	M <sub>p.b.i.</sub>	K <sub>rez.</sub>	K <sub>d.e.</sub>	K <sub>per.</sub>	NCV		P <sub>s.ener.Si</sub> (W=0)		P <sub>s.ener.Si</sub> (W=10%)	
							W=0	W=10%	PJ	mii tep	PJ	mii tep
Grâu	2011	301,8	2600	0,85	0,1	0,1	16,8	14,91	1,011	24,06	0,895	21,30
Orz de toamnă și de primăvară		103,4	1880	0,75	0,1	0,1	16,5	14,62	0,217	5,16	0,192	4,57
Grâu	2012	316,1	1600	0,85	0,1	0,1	16,8	14,91	0,652	15,51	0,577	13,73
Orz de toamnă și de primăvară		92,7	1290	0,75	0,1	0,1	16,5	14,62	0,133	3,17	0,118	2,81
Grâu	2013	366,1	2800	0,85	0,1	0,1	16,8	14,91	1,321	31,43	1,169	27,83
Orz de toamnă și de primăvară		103,5	2100	0,75	0,1	0,1	16,5	14,62	0,242	5,77	0,214	5,10
Grâu	<b>Media pe anii 2011-2013</b>								<b>0,994</b>	<b>23,67</b>	<b>0,880</b>	<b>20,95</b>
Orz de toamnă și de primăvară									<b>0,197</b>	<b>4,70</b>	<b>0,175</b>	<b>4,16</b>

S<sub>i</sub> – suprafața pentru care este estimat potențialul energetic al biomasei, mii ha; M<sub>p.b.i.</sub> – masa producției de bază anuală de pe un hectar, kg/ha; K<sub>rez.</sub> – factorul unitar de conversie pentru cultura respectivă; K<sub>d.e.</sub> – factorul de disponibilitate a biomasei în scopuri energetice pentru cultura respectivă; K<sub>per.</sub> – coeficientul pierderilor inevitabile de la recoltare, transportare și stocare; NCV – puterea calorică inferioară a biomasei respective, Mj/kg

Analizând datele din tabelul 2, se constată că în anul 2013, an favorabil pentru culturile cerealiere, potențialul de paie de grâu și de orz, disponibil pentru scopuri energetice, a constituit cca 34 mii tep, în 2012 acesta fiind doar de 16,54 mii tep, iar în 2011 - de 25,87 mii tep.

În tabelul 3 se prezintă principalele tipuri de resurse energetice fosile din Republica Moldova și

**Tabelul 3.** Procentajul de surse energetice fosile care pot fi substituite cu biocombustibili din paie

Tip resurse energetice	2011				2012			
	mii t.c.c.	mii tep	% din totalul de resurse energetice	% posibil de substituire cu biocombustibili din paie	mii t.c.c.	mii tep	% din totalul de resurse energetice	% posibil de substituire cu biocombustibili din paie
Cărbune	251,0	175,7	7,2	14,7	241,0	168,7	7,1	9,8
Motorină	713,0	499,1	20,4	5,2	649,0	454,3	19,2	3,6
Păcură	49,0	34,3	1,4	75,4	44,0	30,8	1,3	53,7
Benzină auto	359,0	251,3	10,3	10,3	289,0	202,3	8,6	8,2
Gaze naturale	1349,0	944,3	38,6	2,7	1284,0	898,8	38,1	1,8
Gaze lichefiate	125,0	87,5	3,6	29,6	140,0	98,0	4,2	16,9
Lemne de foc	94,0	65,8	2,7	39,3	113,0	79,1	3,4	20,9
Energie electrică	395,0	276,5	11,3	9,4	406,0	284,2	12,0	5,8
Altele	159,0	111,3	4,6	23,2	207,0	144,9	6,1	11,4
<b>Total</b>	<b>3494,0</b>	<b>2445,8</b>	<b>100,0</b>	<b>1,06</b>	<b>3373,0</b>	<b>2361,1</b>	<b>100,0</b>	<b>0,70</b>
Paie de grâu și de orz, mii tep	25,87				16,54			

procentul de aceste resurse care ar putea fi substituite prin folosirea biocombustibililor din paie de grâu și de orz. Astfel, în anul 2011 potențialul de biomasă derivată de la cultivarea grâului și orzului a constituit 1,06%, iar în 2012 doar - 0,7% din totalul de surse energetice fosile. Aici este necesar să se concretizeze că în calcule nu s-a luat în considerație energia consumată la procesarea biocombustibililor respectivi, care, de regulă, nu este regenerabilă.

## CONCLUZII

În baza acestui studiu se poate afirma că biomasa provenită din paie de cerealiere spicoase a ocupat, indiscutabil, un anumit loc în mixul surselor energetice regenerabile. Totodată, astăzi, tot mai insistent se impune necesitatea concretizării clare a potențialului energetic disponibil, reieșind din argumentări complexe ale aspectelor tehnice, ecologice, sociale și economice. Aceste abordări constată faptul că paiele de grâu și orz reprezintă pentru obținerea biocombustibililor o sursă destul de modestă din punct de vedere al disponibilității, care niciodată nu va depăși 1- 2% din totalul de surse energetice folosite în Republica Moldova. În condițiile în care agricultura Republicii Moldova este orientată spre o dezvoltare durabilă, acest procent poate fi și mai mic. Având în vedere calitatea biocombustibililor obținuți din paie (puterea calorifică relativ joasă, conținutul de cenușă mare și temperatura destul de joasă de topire a cenușii, precum și prețurile la îngrășămintele minerale, influența lipsei masei vegetale asupra fertilității solului) factorii *pro și contra* cu privire la folosirea paielor în calitate de materie primă pentru fabricarea biocombustibililor solizi rămân o problemă actuală și controversată.

## REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. BOINCEAN, B., 2011. Lucrarea solului – tendințe și perspective. In: Akademos, 3 (22), pp. 61-67.
2. Estimarea potențialului energetic al biomasei din culturile agricole, la nivel de regiuni și raioane, pentru anii 2009-2010 (DRAFT): Studiu elaborat de IDIS „Viitorul” în cadrul proiectului Energie și Biomasă în Moldova finanțat de Uniunea Europeană, cofinanțat și implementat de PNUD Moldova [online]. [accesat 15 martie 2014]. Disponibil: <[http://issuu.com/sofiacazacu/docs/potentialul\\_de\\_biomasă\\_idis](http://issuu.com/sofiacazacu/docs/potentialul_de_biomasă_idis)>
3. GELETUHA, G.G., ŽELEZNA, T.A., ŽOVMIR, Ě.Ě. et.al., 2010. Ocinka čnergetičeskogo potencialu biomasi v Ukraini. Ciastina 1. In: Prom. Teplotehnika, t. 32, № 6, pp. 58-65.
4. GAVRLAND, B., POBEDINSKII, Ě.Ě., 2008. Biomassa dlâ Pnergetičeskogo ispol'zovaniâ. Praga: CzechAid. 154 p.
5. HĂBĂȘESCU, I., 2008. Biomasa - sursă eficientă de energie regenerabilă. In: Akademos, nr. 3 (10), pp. 75-78.
6. HĂBĂȘESCU, I., CEREMPEI, V., DELEU, V. et. al., 2009. Energie din biomasă: tehnologii și mijloace tehnice. Chișinău: Bons Offices. 368 p.
7. ION, Viorel, ION, Dana-Ioana, 2006. Energie din biomasă. In: Tehnica instalațiilor, nr.7 (38), pp. 14 – 30.
8. ION, Viorel, 2011. Fitotehnie [online]. [accesat 28 noiembrie 2013]. Disponibil: <<http://www.horticultura-bucuresti.ro/fisiere/file/ID/Manuale%20ID/Fitotehnie.pdf>>
9. KLIUS, S.B., ZABARNYJ, G.N. Ocenka i prognos potenciala tverdogo biotopliva Ukrainy. In: Kompresornoe i čnergetičeskoe mašinostroenie. nr. 2(24), 2011, pp. 8-13.
10. MARIAN, Gr., MUNTEAN, A., GUDÎMA, A., PAVLENCO, A., 2013. Considerații cu privire la estimarea potențialului de biomasă pentru scopuri energetice rezultată din reziduuri agrosilvice. In: Lucrări științifice, Univ. Agrară de Stat din Moldova, vol. 38, pp. 66-70.
11. MARIAN, Gr., KURASAWA, SOJI, MUNTEAN, A., GUDIMA, A., DRUCEOC, S., 2013. Estimarea capacității calorifice a biomasei lignocelulozice provenite din diferite zone ale Republicii Moldova în conceptul de producere de combustibili solizi. In: Știința Agricolă, nr. 1, pp. 97-104.
12. OLIFER, V.A., EFIMKIN, V.V., ŽEŽER, L.V., MALANENKO, V.. 1990. Primenenie solomy zernovyh kul'tur na udobrenie. Novosibirsk, 20 p.
13. RUSU, A. 2009. Valorificarea surplusului de paie. Chișinău: Pontos. 40 p.
14. Tehnologii obsepečivâušâ delku solomy v počvu. Instituted for jordbruks – och miljoteknik. [online]. [accesat 08 septembrie 2013]. Disponibil: <[http://bellona.org/files/fil\\_Gunrus.pdf](http://bellona.org/files/fil_Gunrus.pdf)>

Data prezentării articolului: 15.04.2014

Data acceptării articolului: 23.05.2014