

CZU 662.71/.74 (478)

## CONSIDERAȚII REFERITOARE LA FOLOSIREA BIOMASEI PROVENITE DE LA CULTIVAREA PORUMBULUI PENTRU OBTINEREA BIOCOMBUSTIBILILOR SOLIZI

Gr. MARIAN, A. MUNTEAN, A. GUDIMA, A. PAVLENCO

Universitatea Agrară de Stat din Moldova

**Abstract.** The purpose of this study is to assess the energetic potential of biomass derived from different parts of maize: stalks, cobs and grains. The researches were performed in the Laboratory of Solid Biofuels within State Agrarian University of Moldova, using standard methods of estimating the physical and mechanical properties of lignocellulosic biomass. Samples were taken at random from several areas of the Republic of Moldova. It was found that moisture content, ash content and calorific value varied significantly depending on the structural part of the tested maize. Calorific value is quite high in grains (GCV = 18,5 kJ/kg; NCV = 17,3 MJ/kg) and in stalks (GCV = 18 kJ/kg; NCV = 16,7 MJ/kg). The corncobs (without grains) have lower calorific value (GCV = 14,82 kJ/kg; NCV = 13,62 MJ/kg). The ash content, anhydrous state, resulting from the burning of different parts of maize, has very low values ranging from 1.25 to 4.61%.

**Key words:** Key words: *Zea mays*; Plant residues; Heating value; Combustion; Ash content

**Rezumat.** Scopul acestei lucrări este evaluarea potențialului energetic al biomasei prelevate din diferite părți componente ale porumbului: tulpini, ciocălăi, boabe. Cercetările au fost realizate în Laboratorul de Biocombustibili Solizi din cadrul Universității Agrare de Stat din Moldova, folosind metodele standard de estimare a proprietăților fizice și mecanice ale biomasei lignocelulozice. Probele au fost prelevate aleatoriu din mai multe localități ale Republicii Moldova. S-a constatat că umiditatea, conținutul de cenușă și puterea calorifică diferă semnificativ în funcție de partea structurală a porumbului testat. Puterea calorifică este destul de mare la boabe (GCV = 18,5 kJ/kg; NCV = 17,3 MJ/kg) și la tulpini (GCV = 18 kJ/kg; NCV = 16,7 MJ/kg). Ciocălăii fără boabe prezintă o putere calorifică mai scăzută (GCV = 14,82 kJ/kg; NCV = 13,62 MJ/kg). Conținutul de cenușă la starea anhidră, rezultată de la arderea diferitor părți componente ale porumbului, prezintă valori destul de scăzute, cuprinse între 1,25 – 4,61%. Cel mai scăzut conținut de cenușă îl au ciocălăii fără boabe.

**Cuvinte cheie:** *Zea mays*; Reziduuri vegetale; Putere calorifică; Ardere; Conținut de cenușă

### INTRODUCERE

În Republica Moldova, suprafețele cultivate cu porumb ocupă cca 30% din totalul terenurilor cu culturi agricole. Biomasa provenită de la cultivarea porumbului poate fi valorificată, în calitate de materie primă, la obținerea biocombustibililor solizi. Această situație argumentează realizarea unor cercetări care să ofere informații despre potențialul energetic al biomasei provenite din porumb și avantajele acesteia la obținerea biocombustibililor solizi.

Scopul acestei lucrări este aprofundarea cercetărilor referitoare la cuantificarea cantitativă și calitativă a biomasei provenite de la cultivarea porumbului, utilizată în scopuri energetice. Obiect al cercetării a servit biomasa solidă obținută din reziduuri și producția de bază a porumbului. Studiarea obiectului cercetării din punct de vedere al perspectivei de a fi folosit în scopuri energetice prezintă subiect de discuții și interes pentru specialiștii preocupați de obținerea biocombustibililor solizi. Aceste discuții se referă, în special, la coeficientul de conversie *producție de bază/reziduuri*, la potențialul energetic, la puterea calorifică și la efectul produselor rezultate în urma arderii biomasei provenite din boabe și reziduuri de porumb, precum și la perspectivele folosirii acestui tip de biomasă pentru scopuri energetice.

Actualitatea cercetării de față este justificată și de rolul pe care-l are cunoașterea acestei proprietăți în argumentarea oportunității pentru Republica Moldova de a dezvolta unele tehnologii care ar permite obținerea biocombustibililor din resurse locale, dar și din producția de bază, în special, din cea de calitate inferioară. O condiție esențială în acest sens este că o parte considerabilă din masa vegetală trebuie să rămână în sol în calitate de îngrășămintă organice.

### MATERIAL ȘI METODĂ

Cercetările au fost realizate în Laboratorul de Biocombustibili Solizi din cadrul Universității Agrare de Stat din Moldova. Probele au fost prelevate aleatoriu din mai multe localități ale Republicii Moldova.



**Figura 1.** Probe de porumb și reziduuri prelevate din diferite localități ale Republicii Moldova

A fost determinată umiditatea biomasei la colectare, puterea calorifică superioară și cea inferioară în bază uscată și conținutul de cenușă rezultat la arderea probelor constituite din diferite părți componente ale plantelor luate în studiu.

Puterea calorifică și umiditatea biomasei au fost studiate în conformitate cu metoda descrisă de Gr. Marian (2013a). A fost măsurată puterea calorifică superioară în bomba calorimetrică LAGET MS – 10A, iar cea inferioară a fost stabilită din relația:

$$NCV = GCV - 24,42(8,94h + w), J/g, \quad (1)$$

în care  $GCV$  este puterea calorifică superioară (J/g),  $24,42$  reprezintă căldura de vaporizare medie a apei (J/g), iar  $8,94h + w$  – cantitatea de apă rezultată prin oxidarea hidrogenului, plus umiditatea din combustibil ( $h$  este conținutul de hidrogen al mostrei, în %, iar  $W$  indică umiditatea mostrei, în %).

Conținutul de cenușă s-a determinat prin calcinarea probelor de biocombustibil în etuva Memmert prin metoda arderii lente. Aceasta presupune calcinarea probelor la anumite temperaturi pe parcursul a cel puțin 6 ore.

Inițial probele s-au încălzit lent în etuvă până la temperatura de  $(250 \pm 10)^\circ\text{C}$  timp de 50 min, s-au menținut la această temperatură pe parcursul unei ore, pentru a asigura eliminarea substanțelor volatile până la calcinare. După aceasta probele au fost încălzite lent până la temperatura de  $(550 \pm 10)^\circ\text{C}$  timp de 60 min și menținute la această temperatură cel puțin 120 min.



**Figura 2.** Probe pentru determinarea conținutului de cenușă și aspecte din timpul realizării experimentelor

Cantitatea de cenușă rezultată la arderea probelor s-a determinat pentru substanța uscată absolut. Biomasa a fost uscată în etuvă la temperatura de 105°C minimum 3 ore. După uscare, probele s-au răcit în excicator cu oxid de fosfor ( $P_2O_5$ ) până la temperatura camerei. Probele uscate și cântărite cu precizia de 0,1 g au fost introduse din nou în etuva încălzită până la 105°C, unde au fost menținute timp de 60 min după ce, iarăși, au fost răcite în excicator cu oxid de fosfor până la temperatura camerei.

Operația a fost repetată până la stabilirea unei mase constante a probelor (diferența dintre două măsurări consecutive n-a depășit 0,2 mg).

Umiditatea a fost determinată în bază uscată și în bază umedă.

Umiditatea în bază uscată (care mai este numită și umiditate absolută) a fost determinată prin raportul dintre cantitatea de apă prezentă în biomasă și masa biomasei în stare uscată, folosindu-se relația:

$$W_{dry} = \frac{m_1 - m_2}{m_2}, \quad (2)$$

în care  $m_1$  este masa probei înainte de uscare, în g;  $m_2$  – masa probei după uscare, în g.

Umiditatea în bază umedă (care mai este numită și umiditate relativă) s-a determinat prin formula:

$$W_{wed} = \frac{m_1 - m_2}{m_1}, \quad (3)$$

Conținutul de cenușă în bază uscată s-a determinat prin relația:

$$A_d = \frac{(m_{cc} - m_c)}{(m_{cp} - m_c)} \cdot 100 \cdot \frac{100}{100 - W}, \quad (4)$$

în care  $m_c$  este masa creuzetului gol, g;  $m_{cp}$  – masa creuzetului plus masa probei supuse testării;  $m_{cc}$  – masa creuzetului plus masa cenușii;  $W$  – umiditatea probei analizate în % (pentru biomasă uscată absolut se consideră  $W=0$ ).

Potențialul biomasei destinată utilizării în scopuri energetice a fost determinat în conformitate cu metoda descrisă de Gr. Marian et. al. (2013b).

## REZULTATE ȘI DISCUȚII

Cantitatea de biomasă care ar putea fi folosită în scopuri energetice depinde direct de recolta globală a culturilor respective și, în mare măsură, este influențată de condițiile climaterice, de structura terenurilor, de asolament, de îngrășămintele minerale și organice folosite etc. Totodată, pentru prognozarea dezvoltării bioenergeticii sunt necesare date cu privire la potențialul de biomasă disponibil și dinamica acestui potențial.

În tabelul 1 sunt prezentate date referitoare la suprafețele însămânțate cu culturi agricole din Republica Moldova (în perioada 2007-2011), reziduurile cărora, într-o măsură mai mare sau mai mică, pot fi folosite la producerea biocombustibililor. Se observă că cea mai mare parte din suprafețe este însămânțată cu porumb – circa 433,5 mii ha, ceea ce constituie 29,4 % din suprafața totală, urmată de cele însămânțate cu grâu (23,2 %) și cu floarea-soarelui (16,5%).

În cele ce urmează ne vom referi mai amănunțit la specificul porumbului din punct de vedere al folosirii acestuia în calitate de materie primă pentru obținerea biocombustibililor solizi.

Porumbul face parte din familia *Gramineelor*. Are tulpina înaltă și dreaptă, viguroasă, neramificată, plină cu măduvă afânată. În popor tulpina mai este numită cocean. Frunzele au limbul foliar lat și o ligulă scurtă și transparentă. În funcție de specia de porumb, numărul de frunze pe o plantă variază de la 8 până la 45. La colectare, tulpina are umiditatea destul de mare.

Evident că principala destinație a porumbului a fost și va fi alimentația omului și a animalelor. Porumbul conține hidrocarburi, amidon, albumine, multe vitamine (în special din grupa B), fier, fosfor, magneziu și alte elemente ce-i asigură rolul de lider în prepararea a peste 250 de produse și rețete culinare în diferite țări ale lumii.

Boabele de porumb se folosesc la obținerea făinii de porumb (mălaiul), a fulgilor de porumb, a diferitor preparate de patiserie, la prepararea salatelor, sunt utilizate, de asemenea, ca materie primă pentru producerea amidonului, a glucozei, a îndulcitorilor lichizi, a diferitor băuturi tonice și alcoolice.

Tabelul 1. Suprafețe însămânțate cu culturi agricole, reziduurile cărora pot fi folosite în calitate de biomasă energetică [3]

Anul	2007	2008	2009	2010	2011	Media pe 5 ani
Suprafețe însămânțate cu culturi agricole, mii ha	1499,2	1500,3	1464,1	1460,3	1447,2	1474,2
Suprafețe însămânțate cu culturi agricole, %	100	100	100	100	100	100,0
Total culturi cerealiere și leguminoase boabe, mii ha	955,4	1005,8	951,6	919,6	894	945,3
Total culturi cerealiere și leguminoase boabe, %	63,7	67,0	65,0	63,0	61,8	64,1
Grâu, mii ha	314,5	412,3	353,2	328,2	301,8	342,0
Grâu, %	21,0	27,5	24,1	22,5	20,9	23,2
Orz de toamnă și de primăvară, mii ha	127,6	130,2	155,7	132,6	103,5	129,9
Orz de toamnă și de primăvară, %	8,5	8,7	10,6	9,1	7,2	8,8
Porumb pentru boabe, mii ha	466,2	428	401,8	415,9	455,5	433,5
Porumb pentru boabe, %	31,1	28,5	27,4	28,5	31,5	29,4
Leguminoase boabe, mii ha	39,3	27,8	32,6	34,9	27,9	32,5
Leguminoase boabe, %	2,6	1,9	2,2	2,4	1,9	2,2
Total culturi tehnice, mii ha	368,2	342,1	365,4	388,3	412,4	375,3
Total culturi tehnice, %	24,6	22,8	25,0	26,6	28,5	25,5
Floarea-soarelui, mii ha	233,6	228	226,6	252,4	277	243,5
Floarea-soarelui, %	15,6	15,2	15,5	17,3	19,1	16,5

Datorită capacității calorice înalte, boabele de porumb se bucură de o utilizare largă în obținerea biocombustibililor, în special a metanolului și etanolului.

Totodată, porumbul este bogat în celuloză, lignină și hemiceluloze, substanțe ce ajută porumbul să se înalțe atât de drept la înălțimi de câțiva metri. Prezența acestor elemente asigură folosirea tulpinilor de porumb în calitate de furaj pentru animale. Pănușile sunt utilizate atât pentru nutrețul animalelor, cât și în alte scopuri, cum ar fi împletitul artizanal. De asemenea, la sate, ciocălăii și tulpinile, se foloseau, iar în unele cazuri se mai folosesc și astăzi în calitate de combustibil suplimentar.

Politica agrară din Republica Moldova prevede implementarea activă a agriculturii conservative, ca formă a agriculturii durabile. Tehnologiile conservative de prelucrare a solului presupun lăsarea parțială sau totală a resturilor vegetale în câmp, inclusiv și a reziduurilor de la cultivarea porumbului.

În baza celor menționate, se conturează clar ideea că durabilitatea și sustenabilitatea industriei de biocarburanți nu depinde numai de obținerea combustibililor propriu-ziși din biomasă, dar necesită și o abordare serioasă din punct de vedere al fezabilității tehnice, științifice și economice a utilizării reziduurilor agrosilvice în scopuri energetice.

Acest lucru se referă și la folosirea biomasei rezultate de la cultivarea porumbului. Abordările tehnice, în acest sens sunt lipsite de o analiză complexă, bazată pe argumente științifice, a problemelor ce țin de coeficientul de conversie, de aspectele colorimetrice și chimice.

În prima fază a cercetărilor descrise aici s-a determinat umiditatea la colectare și coeficientul de conversie *boabe – tulpină - ciocălăi* prin examinarea diferitor părți componente ale hibridului simplu semitardiv de porumb "Porumbeni -458 MRf". Probele au fost prelevate în 5 gospodării țărănești din comuna Trușeni, mun. Chișinău și în stațiunea didactico-experimentală "Chetrosu", r-nul Anenii-Noi în anul 2013. Rezultatele estimărilor sunt prezentate în tabelul 2 și se referă la media a 5 măsurări realizate pe una și aceeași probă.

Se observă că, pentru probele studiate, umiditatea absolută a boabelor la colectare, în mediu, este de 2,28 ori mai mică față de cea a ciocălăilor fără boabe, umiditatea absolută a boabelor fiind  $W_{dry,b} = 16,67\%$ , iar a ciocălăilor fără boabe  $W_{dry,c} = 38,09\%$ .

De menționat că raportul umidității relative  $W_{web,b}/W_{web,c}$  este egal cu 1,86, umiditatea relativă a boabelor fiind  $W_{web,b} = 14,24\%$ , iar a ciocălăilor fără boabe  $W_{web,c} = 26,49\%$ .

Umiditatea tulpinilor de porumb la colectare, în anul 2013, s-a dovedit a fi ceva mai joasă ca în alți ani, ceea ce se poate explica prin termenul târziu de recoltare și condițiile climaterice ale toamnei din

**Tabelul 2. Umiditatea absolută și relativă a boabelor și ciocăliilor fără boabe a hibridului simplu semitardiv de porumb "Porumbeni -458 MRf", la colectare**

Localitatea	Nr. proba	Masa, substanța la colectare și raportul în % din totalul boabe-ciocălii						Masa, substanța uscată absolut și raportul în % din totalul boabe-ciocălii						Umiditatea			
		boabe		ciocălii		Total		boabe		ciocălii		Total		boabe	ciocălii	fără boabe	boabe
		g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	(W <sub>abs</sub> ), %	(W <sub>rel</sub> ), %	(W <sub>abs</sub> ), %	(W <sub>rel</sub> ), %
c. Trușeni, ml. Cișinău	Tr.1	228,75	83,43	45,44	16,57	274,19	196,05	87,03	29,23	12,97	225,28	16,68	55,46	14,30	35,67		
c. Trușeni	Tr.2	227,98	79,92	57,29	20,08	285,27	188,89	84,36	35,03	15,64	223,92	20,69	63,55	17,15	38,85		
c. Trușeni	Tr.3	188,45	85,73	31,37	14,27	219,82	165,79	86,23	26,47	13,77	192,26	13,67	18,51	12,02	15,62		
c. Trușeni	Tr.4	202,15	82,06	44,19	17,94	246,34	174,95	83,46	34,67	16,54	209,62	15,55	27,46	13,46	21,54		
c. Trușeni	Tr.5	160,78	81,79	35,79	18,21	196,57	131,52	85,85	21,67	14,15	153,19	22,25	65,16	18,20	39,45		
SDE "Cheirosu"	Ch.1	192,96	83,28	38,74	16,72	231,70	166,36	85,33	28,59	14,67	194,95	15,99	35,50	13,79	26,20		
SDE "Cheirosu"	Ch.2	160,79	82,55	34,00	17,45	194,79	138,60	83,06	28,27	16,94	166,87	16,01	30,27	13,80	16,85		
SDE "Cheirosu"	Ch.3	189,91	78,52	51,94	21,48	241,85	165,89	80,00	41,46	20,00	207,35	14,48	25,28	12,65	20,18		
SDE "Cheirosu"	Ch.4	167,32	79,49	43,18	20,51	210,50	145,88	81,61	32,81	18,36	178,69	14,70	31,61	12,81	24,02		
<b>Medii</b>		<b>191,01</b>	<b>81,86</b>	<b>42,44</b>	<b>18,14</b>		<b>163,77</b>	<b>84,11</b>	<b>30,91</b>	<b>15,89</b>		<b>16,67</b>	<b>38,09</b>	<b>14,24</b>	<b>26,49</b>		

anul 2013. Astfel, umiditatea absolută a tulpinilor de porumb, în mediu, este egală cu 37,59%, iar cea relativă - cu 27,3% (Tabelul 3).

**Tabelul 3.** Umiditatea în bază umedă și în bază uscată a tulpinilor hibridului simplu semitardiv de porumb "Porumbeni -458 MRf" la colectare

Proba	Masa, g					Umiditatea, %	
	$m_c$	$m_{cp1}$	$m_{cp2}$	$m_1$	$m_2$	$W_{dry}$	$W_{wed}$
Trușeni 1	80,3235	98,7339	94,0011	18,4104	13,6776	34,6026	25,7072
Trușeni 2	80,0151	94,9282	90,8264	14,9131	10,8113	37,9399	27,5047
Trușeni 3	81,0949	91,0367	88,2867	9,9418	7,1918	38,2380	27,6610
Trușeni 4	81,0949	92,1355	88,9822	11,0406	7,8873	39,9795	28,5609
Trușeni 5	81,0949	92,1000	88,9882	11,0051	7,8933	39,4233	28,2760
C hișinău 1	80,3235	98,8339	94,0011	18,5104	13,6776	35,3337	26,1086
C hișinău 2	80,9131	95,9282	91,5864	15,0151	10,6733	40,6791	28,9162
C hișinău 3	81,0949	91,0367	88,2867	9,9418	7,1918	38,2380	27,6610
C hișinău 4	81,0949	92,0360	88,9712	10,9411	7,8763	38,9117	28,0118
<b>Media</b>						<b>37,5862</b>	<b>27,3031</b>

**Legendă:**  $m_c$  – masă creuzet,  $m_{cp1}$  – masă creuzet + proba până la uscare,  $m_{cp2}$  – masă creuzet + proba uscată absolut,  $m_1$  – masa probei până la uscare;  $m_2$  – masa probei uscată absolut,  $W_{dry}$  – umiditatea absolută,  $W_{wed}$  – umiditatea relativă.

Așadar, la estimarea potențialului energetic de biomasă, precum și la elaborarea metodelor tehnologice de procesare a biomasei, este important să se specifice care umiditate este luată în calcul – cea în bază uscată sau cea în bază umedă, mențiune care, în majoritatea cazurilor prezentate în literatura de specialitate, lipsește.

Aceeași situație se remarcă și la estimarea coeficientului de conversie. De exemplu, pentru datele prezentate în tabelul 2, raportul *masă boabe/masă ciocălăi fără boabe* la colectarea biomasei constituie 4,5, iar pentru biomasa substanță absolut uscată acest raport este egal cu 5,3.

Noi recomandăm să fie luat în calcul coeficientul de conversie pentru biomasă substanță absolut uscată. Valoarea acestui coeficient, ulterior, poate fi ușor convertită pentru orice altă umiditate, de exemplu, cea de procesare a biomasei în biocombustibili sau cea a biocombustibililor înainte de combustie, sau pentru umiditatea de bază acceptată pentru cultura respectivă etc. În toate cazurile este necesar să se indice care umiditate a fost luată în calcul.

O altă caracteristică importantă pentru biomasa folosită în calitate de biocombustibili solizi este cantitatea de cenușă rezultată la ardere. Se știe că prezența cenușii micșorează calitatea combustibililor, sporește cheltuielile de transportare, stocare și înlăturare din focare.

Compoziția chimică a cenușii din biomasa lignocelulozică variază mult în funcție de soiul plantei, vârsta acesteia, partea plantei de unde a fost preluată, compoziția solului, condițiile locale de creștere etc. Cenușa rezultată la arderea biomasei lignocelulozice este destul de omogenă, având aproximativ următoarea compoziție: 35% CO, 16% Na<sub>2</sub>O + K<sub>2</sub>O, 7% MgO, 5% MnO, 3% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 20% CO<sub>2</sub>, 5% CO<sub>3</sub>, 4% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 2% SiO<sub>2</sub> (Danciu, A. et. al. 2009). Prezența acestor elemente în cenușă o face atractivă pentru folosire în calitate de îngrășământ mineral.

Totodată, conținutul de cenușă influențează puterea calorică a biomasei, deoarece este un material ce nu generează energie fiind greu fuzibil. Cu cât cantitatea de cenușă este mai mare, cu atât puterea calorică a biocombustibilului este mai mică.

Cercetările realizate pe probele de porumb prelevate în comuna Trușeni în anul 2013, au demonstrat că conținutul de cenușă la starea anhidră, rezultată la arderea diferitor părți componente ale porumbului, prezintă valori destul de scăzute, cuprinse între 1,25 – 4,61% (vezi tabelul 4). Cel mai scăzut conținut de cenușă îl au ciocălăii fără boabe (în mediu 1,25%), iar cel mai ridicat îl prezintă tulpinile (4,61%). Boabele, de asemenea, prezintă un conținut, scăzut de cenușă în stare anhidră (în mediu 1,41%).

Variază și puterea calorică în starea anhidră (la umiditatea 0) a diferitor părți componente ale porumbului, diferență fiind de cca 3 – 4 kJ/kg (vezi tabelul 5). Se observă că puterea calorică este destul de mare la boabe (GCV = 18,5 kJ/kg; NCV = 17,3 MJ/kg) și la tulpini (GCV = 18 kJ/kg; NCV = 16,7 MJ/kg).

**Tabelul 4. Conținutul de cenușă în bază uscată al biomasei de porumb "Porumbeni -458MRf"**

Nr. probă	Specificație	Masa, g			Cenușă, %
		$m_c$	$m_{cp}$	$m_{cc, g}$	
Tr.1	Boabe	25,5076	34,0003	25,6391	1,5484
	Ciocălău	24,2716	28,9950	24,3273	1,1792
	Tulpină	25,1262	29,4073	25,3126	4,3540
Tr.2	Boabe	24,3946	38,0112	24,5691	1,2815
	Ciocălău	24,8747	29,8107	24,9311	1,1426
	Tulpină	26,0971	30,7277	26,3435	5,3211
Tr.3	Boabe	25,5564	37,9111	25,7282	1,3906
	Ciocălău	25,2462	29,9742	25,3140	1,4340
	Tulpină	26,1321	31,5777	26,3585	4,1575
Media	<b>Boabe</b>				<b>1,4068</b>
	<b>Ciocălău</b>				<b>1,2520</b>
	<b>Tulpină</b>				<b>4,6109</b>

Legendă:  $m_c$  – masă creuzet,  $m_{cp}$  – masă creuzet + proba până la testare,  $m_{cc_2}$  – masă creuzet + cenușă.

**Tabelul 5. Puterea calorifică în bază uscată a biomasei de porumb "Porumbeni -458MRf"**

Localitatea din care s-au prelevat probele	Puterea calorifică în bază uscată, J/g					
	Boabe		Ciocălăi		Tulpini	
	GCV	NCV	GCV	NCV	GCV	NCV
s. Bulboaca, Briceni	18609,77590	17409,04450	14819,57400	13618,84260	18155,5466	16954,8152
c. Trușeni, mun. Chișinău	18309,44090	17108,70950	14819,57400	13618,84260	17971,0822	16770,3508
SDE Chetrosu, Aneni i Noi	18730,86170	17530,13030	14819,57400	13618,84260	17712,1974	16511,4660
s. Sărăteni, Leova	18344,51820	17143,78680	14819,57400	13618,84260	17911,1212	16710,3898
<b>Media</b>	<b>18498,64918</b>	<b>17297,91778</b>	<b>14819,57400</b>	<b>13618,84260</b>	<b>17937,4868</b>	<b>16736,7554</b>

La rândul lor, ciocălăii fără boabe prezintă o putere calorifică mai scăzută (GCV = 14,82 kJ/kg; NCV = 13,62 MJ/kg). Acest lucru se explică și prin compoziția chimică a miezului de ciocălău.

## CONCLUZII

După trecerea în revistă a datelor obținute în urma acestor cercetări, se delimitează următoarele concluzii:

- rezultatele obținute arată că pentru probele de porumb "Porumbeni -458 MRf", prelevate în anul 2013, umiditatea absolută la colectarea boabelor, în mediu, este de 2,28, iar cea relativă de 1,86 ori mai mică decât a ciocălăilor fără boabe.

- conținutul de cenușă la starea anhidră, rezultată la arderea diferitor părți componente ale porumbului, prezintă valori destul de scăzute, cuprinse între 1,25 – 4,61%. Cel mai scăzut conținut de cenușă îl au ciocălăii fără boabe (în mediu 1,25%), urmat de boabe (în mediu 1,41%). Cel mai ridicat conținut de cenușă îl prezintă tulpinile (4,61%).

- studierea calorimetrică a biomasei din porumb arată că cea mai mare putere calorifică o prezintă boabele (GCV = 18,5 kJ/kg; NCV = 17,3 MJ/kg) și tulpinile (GCV = 18 kJ/kg; NCV = 16,7 MJ/kg), pe când puterea calorifică a ciocălăilor fără boabe este palpabil mai scăzută (GCV = 14,82 kJ/kg; NCV = 13,62 MJ/kg);

- datele prezente în această lucrare pot servi drept argumente pentru evaluarea potențialului porumbului la obținerea biocombustibililor solizi în comparație cu alte tipuri de biomasă.

## REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. MARIAN, Gr., KURASAWA, Soji, MUNTEAN, A., GUDIMA, A., DRUCEOC, Stela, 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.

---

2. 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.

3. Anuarul Statistic al Republicii Moldova, 2012. Disponibil: [http://www.statistica.md/public/files/publicatii\\_electronice/Anuar\\_Statistic/2012/anuar\\_2012](http://www.statistica.md/public/files/publicatii_electronice/Anuar_Statistic/2012/anuar_2012)

4. DANCIU, A., VLĂDUȚ, V., VOICEA, I., POSTELNICU, Elena, 2009. Possibilities of using solid biomass, agricultural and forestry for reducing pollution soil and water [posibilități de utilizare a biomasei solide, agricole și forestiere pentru reducerea poluării solului și apei]. In: *Lucrări științifice, INMATEH*, vol.27, nr. 1, București, pp. 86-92. ISSN2068-4215.

Data prezentării articolului: **19.08.2013**

Data acceptării articolului: **07.10.2013**