

EVALUAREA UTILIZĂRII REZIDUURILOR AGRICOLE PENTRU SCOPURI ENERGETICE. STUDIU DE CAZ PENTRU RAIONUL SOROCA, REPUBLICA MOLDOVA

*Andrei Gudîma, cercet. şt.,
Universitatea Agrară de Stat din Moldova.*

INTRODUCERE

Obiectivul general al acestei lucrări este identificarea celor mai adecvate reziduuri agricole și cuantificarea acestora în termeni de energie și potențial de materie primă pentru obținerea biocombustibililor solizi certificați ENPlus.

În calitate de obiect al cercetării au servit reziduurile rezultate din activitățile agricole în raionul Soroca și calitatea produselor finite obținute din aceste reziduuri separat sau în amestec cu alte tipuri de biomasă vegetală.

Importanța și actualitatea studiului realizat sunt justificate de volumul mare de reziduuri agricole în Republica Moldova, rolul pe care-l are valorificarea acestora la producerea biocombustibililor solizi în condițiile raionului Soroca.

În rezultatul sintetizării datelor din literatura de specialitate și a cercetărilor experimentale proprii sunt formulate concluzii referitoare la cuantificarea cantitativă și calitativă a diferitor tipuri de reziduuri agricole pasibile de a fi folosite la producerea biocombustibililor solizi

1. MATERIALE ȘI METODĂ

Au fost luate în studiu diferite tipuri de reziduuri agricole specifice raionului Soroca, care prezintă interes sporit pentru producerea biocombustibililor solizi în formă de peleți și brichete.

Estimarea potențialului energetic al biomasei provenite din activități agricole se bazează pe aprecierea fluxului acestor materiale în raport cu producția culturilor respective obținute din datele statistice ale raionului Soroca.

Puterea calorică a probelor a fost determinată în conformitate cu standardul SMV EN 14918:2012. A fost măsurată puterea calorică superioară a probelor cu umiditatea 0 în bomba calorimetrică LAGET MS – 10A (Figura 1).

Puterea calorică inferioară în bază uscată a fost calculată având în vedere că energia vaporizării (pentru volum constant) a apei cu temperatura



Figura 1. Aspecte din timpul măsurării puterii calorifice a probelor de biomasă la calorimetrul LAGET MS -10A.

inițială 25°C este egală cu 41,53 kJ/mol ce corespunde valorii de 206,0 J/g pentru 1% conținut hidrogen în probă, sau 23,05 J/g pentru 1% umiditate probă. Astfel, puterea calorică inferioară în bază uscată, la volum constant, derivată din puterea calorică superioară a fost calculată cu relația:

$$NCV_{v.net,d} = GCV_{v,d} - 206 \times w(H)_d, \quad (1)$$

în care $GCV_{v,d}$ este puterea calorică superioară în bază uscată la volum constant, J/g, $w(H)_d$ – conținutul de hidrogen, în procente masice, din combustibil fără umezeală.

Puterea calorică inferioară (pentru volum constant) a probelor cu un anumit conținut de umiditate (de exemplu, cu conținutul total de umiditate la recepție M_{ar}) a fost calculată cu relația:

$$NCV_{v.net,m} = NCV_{v.net,d} \cdot (1 - 0,01M) - 23,05M. \quad (2)$$

2. REZULTATE ȘI DISCUȚII

Sectorul agricol are un rol semnificativ în contribuția economică a raionului Soroca. Din suprafața totală de 104299 hectare, mai mult de 60% este ocupată de activități legate de agricultură și cca. 9% sunt teritorii ale fondului silvic și teritorii destinate ocrotirii naturii. Din cele 63206 ha de

terenuri cu destinație agricolă 54495 ha este teren arabil și 7117 ha pentru alte scopuri agricole. Consumul anual de resurse energetice în raion constituie aproximativ 4 mii t cărbune (0,09 PJ), 8 mil m³ gaz (0,27 PJ) și 1mie m³ de lemne (0,01 PJ).

Din punct de vedere istoric, reziduurile agricole au constituit o sursă tradițională de furaj pentru animale, îngrășăminte organice și supliment de energie pentru pregătirea bucatelor și încălzirea locuințelor în mediul rural. Folosirea, în ultimul deceniu, a reziduurilor agricole în formă densificată (peleți și brichete) a condus la extinderea domeniului de utilizare a acestora exprimată prin utilizarea lor în calitate de combustibil de bază pentru diverse termocentrale de ultima generație, folosite în grădinițe de copii, școli, case individuale etc.

Potențialul de biomasă, pasibil pentru generarea de energie, este destul de semnificativ fiind vizat ca o opțiune eficientă de sporire a securității energetice din surse autohtone. Se estimează că Republica Moldova poate genera anual biomasă provenită din reziduuri agricole cu un potențial de cca 21 PJ ce ar putea acoperi 22% din necesarul total de resurse energetice consumate în Republica Moldova [1]. La aceasta se mai adaugă și o posibilă reducere a emisiilor de CO₂ estimate la 1,2 mil tone/an.

Cu părere de rău, perspectiva optimistă, expusă de către IDIS „Viitorul” [3], dar și de alți autori [1, 4], pe parcursul ultimilor ani, a fost realizată doar parțial. Astfel, conform datelor statistice [4], în structura consumului final de resurse energetice, în anul 2014, biocombustibilii și deșeurile constituie 13,1 %. Situația creată are mai multe explicații, printre care pe primul loc se plasează cunoașterea insuficientă a potențialului real de biomasă agricolă. Informația despre valoarea acestui potențial, în mod obligatoriu, trebuie să fie

argumentată cu indicatori complecși cantitativi și calitativi de ordin tehnic, economic și social.

Este important să se aibă în vedere că calitatea biocombustibililor solizi, produși din biomasă provenită din activități agricole, este diferită față de cea a biocombustibililor obținuți din biomasă lemnoasă de origine silvică. În majoritatea cazurilor, peleții și brichetele din reziduuri agricole au un conținut mai mare de cenușă, fuzibilitatea cenușii este mai mică, conțin mai mult sulf, azot și clor. Din acest motiv, biomasa provenită din reziduuri agricole trebuie tratată separat atât ca potențial energetic și impact asupra dezvoltării durabile a agriculturii, cât și ca posibilitate de folosire a acesteia în calitate de materie primă la producerea biocombustibililor solizi cu caracteristici pretate la cerințele normelor internaționale ENPlus.

Cantitatea de reziduuri, provenite anul din culturi agricole cultivate în raionul Soroca, s-a calculat și estimat folosind datele statistice ale autorităților locale din raionul Soroca. În tabelul 1 se prezintă situația producției agricole din raion pentru anii 2012-2015. Potențialul energetic s-a calculat pentru media anilor luați în studiu. Pentru a estima potențialul energetic al biomasei provenită din culturi agricole a fost măsurată puterea calorifică superioară a probelor respective și, apoi, a fost calculată puterea calorifică inferioară pentru umiditatea θ și pentru umiditatea de 10% conform metodologiei descrise în compartimentul Materiale și metode. Datele respective au fost introduse în Tabelul 2. Potențialul energetic pentru fiecare suprafață specifică fiecărei culturi s-a determinat cu următoarea relație:

$$P_{s,ener,S} = S_i \cdot m_{p.b.i} \cdot K_{rez} \cdot K_{d.e.} \cdot (1 - K_{per.}) \cdot NCV, MJ/an,$$

în care S_i este suprafața pentru care este estimat potențialul energetic al biomasei, în ha; $m_{p.b.i}$ – masa

Tabelul 1. Date statistice cu privire la producția agricolă în raionul Soroca pe anii 2012-2015.

Anul	Suprafață, ha					Recolta, kg/ha				
	2012	2013	2014	2015	Media pe 5 ani	2012	2013	2014	2015	Media pe 5 ani
Grâu	10092	11366	10508	10387	10588,3	2130	2740	3810	3130	2952,5
Orz de toamnă și de primăvară	1531	2075	1808	1606	1755,0	1870	1970	3040	2790	2417,5
Ovăz	10	9	11	4	8,5	8	32	10	21,7	17,9
Porumb	4072	4675	3804	4858	4352,3	17,5	41,5	59,9	18,1	34,3
Sorg pentru boabe	0	130	384	17	132,8	0	47,7	44,5	11,9	26,0
Floarea-soarelui	11872	10596	10758	12002	11307,0	13,9	20,7	21,1	15,7	17,9
Mazăre	148	193	205	246	198,0	29,6	36	33,8	17,2	29,2
Soie	2579	1452	1996	2105	2033,0	8,3	10,4	17,9	4,9	10,4
Sfeclă de zahăr	2083	2707	2472	2090	2338,0	214,6	287,8	310,8	211,6	256,2
Rapiță	198	910	1790	1045	985,8	8,5	19,4	23,1	16,6	16,9
Pomi sămânțoase	2744	2585	2340	2026	2423,8	81,5	108	131,2	108,6	107,325
Pomi sămburoase	274	257	246	218	248,8	20,9	93,6	91,3	103,9	77,425
Pomi nuciferi	96	173	10	749	257,0	1,0	1,9	2,1	2,1	2,033333
Arbuști fructiferi	79	69	55	52	63,8	7,6	6,3	9,3	12,9	9,025

producției de bază la un hectar/an, 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 calorică inferioară a biomasei respective

Ierarhizând tipurile de biomasă după diferiți indicatori (Tabelul 3) constatăm că cel mai mare volum de biomasă, rezultată din activități agricole în raionul Soroca, se obține de la cultivarea floarea-soarelui (cca 17,7 mii tone), urmată de porumb (16,8 mii tone) și de reziduuri lemnoase de la pomi fructiferi din specia sămânțoaselor (5,24 mii tone). Însă, aici trebuie menționat că, biomasă rezultată de la cultivarea floarea-soarelui și a porumbului posedă o

putere calorică joasă, plasând-o, la acești indici, pe locurile 9 și 10. Aceste afirmații nu se referă la biomasă obținută din coji de semințe de floarea-soarelui care, după datele din Tabelul 2, posedă o putere calorică superioară în bază uscată egală cu 20,02 MJ/kg sau, recalculată, o putere calorică inferioară la umiditatea 10% egală cu 16,68 MJ/kg.

Conform normelor internaționale, peleții pentru consum neindustrial de calitate ENPlus 3, trebuie să posedă o putere calorică inferioară la recepție, de cel puțin 16,5 MJ/kg [7, p. 121]. Astfel, putem confirma că, peleți cu o putere calorică corespunzătoare normelor EN plus pot fi fabricați din biomasă lemnoasă rezultată din operațiile de tăiere și emondare a pomilor fructiferi (poz. 3 și 10, tab. 3) adăugând la aceasta și biomasă din coji de semințe de floarea-soarelui.

Tabelul 2. Potențialul de biomasă accesibil pentru producerea peleților provenită din reziduuri agricole în raionul Soroca (media pe anii 2012-2015).

Tip biomasă	Anul	S_i	$M_{p.b.i.}$	K_{rez}	$K_{d.e}$	K_{per}	$M_{b.r.s.e.}$	NCV _{v.net} , MJ/kg		Potențialul energetic al biomasei în stare uscată pentru suprafața S_i			Potențialul energetic al biomasei în stare umedă (W-10%) pentru suprafața S_i		
								W=0	W=10%	$P_{s.ener,S_i}$, MJ	$P_{s.ener,S_i}$, PJ	$P_{s.ener,S_i}$, tep	$P_{s.ener,S_i}$, MJ	$P_{s.ener,S_i}$, PJ	$P_{s.ener,S_i}$, tep
Paie de grâu	2012-2015	10588,0	2952,5	0,74	0,15	0,10	3,12E+06	17,12	15,18	5,35E+07	0,053	1,272	4,741E+07	0,047	1,128
Paie de orz		1755,0	2417,5	0,65	0,15	0,10	3,72E+05	16,86	14,95	6,28E+06	0,006	0,149	5,566E+06	0,006	0,132
Paie de ovăz		8,5	1790,0	0,90	0,15	0,10	1,85E+03	16,84	14,93	3,11E+04	0,000	0,001	2,760E+04	0,000	0,001
Reziduuri de porumb		4352,3	3430,0	2,50	0,60	0,25	1,68E+07	16,71	14,81	2,81E+08	0,281	6,679	2,487E+08	0,249	5,920
Reziduuri sorg pentru boabe		132,8	2600,0	1,60	0,60	0,25	2,49E+05	17,30	15,36	4,30E+06	0,004	0,102	3,819E+06	0,004	0,091
Reziduuri floarea-soarelui inclusiv coaja de semințe		11307,0	1790,0	1,25	1,00	0,30	1,77E+07	16,76	14,86	2,97E+08	0,297	7,064	2,632E+08	0,263	6,263
Reziduuri mazăre		198,0	2920,0	1,30	1,00	0,10	6,76E+05	13,80	12,19	9,33E+06	0,009	0,222	8,246E+06	0,008	0,196
Reziduuri soia		2033,0	1040,0	0,75	0,60	0,10	8,56E+05	13,81	12,20	1,18E+07	0,012	0,281	1,045E+07	0,010	0,249
Reziduuri sfeclă de zahăr		2338,0	25620,0	0,10	0,10	0,15	5,09E+05	13,80	12,19	7,03E+06	0,007	0,167	6,206E+06	0,006	0,148
Reziduuri rapiță		985,8	1690,0	2,90	0,80	0,10	3,48E+06	17,30	15,35	6,02E+07	0,060	1,432	5,340E+07	0,053	1,271
Resturi lemnoase pomi sămânțoase		2423,8	10732,5	0,28	0,80	0,10	5,24E+06	19,20	17,10	1,01E+08	0,101	2,396	8,968E+07	0,090	2,134
Resturi lemnoase pomi sămburoase		248,8	7742,5	0,26	0,80	0,10	3,61E+05	19,20	17,10	6,92E+06	0,007	0,165	6,166E+06	0,006	0,147
Reziduuri pomi nucifieri		257,0	203,0	0,10	0,80	0,15	3,55E+03	16,80	14,89	5,96E+04	0,000	0,001	5,282E+04	0,000	0,001
Reziduuri arbuști fructiferi		63,8	902,0	0,00	0,80	0,45	2,53E+01	16,20	14,40	4,10E+02	0,000	0,000	3,646E+02	0,000	0,000
Total biomasă										8,38E+08	0,84	19,93	7,43E+08	0,743	17,681
Total cu $NCV_{w=10\%} > 16,5$ MJ/kg										1,08E+08	0,108	2,561	9,58E+07	0,096	2,281
Total cu $NCV_{w=10\%} 15 - 16,5$ MJ/kg										1,18E+08	0,12	2,81	1,05E+08	0,105	2,490

S_i este suprafața pentru care este estimat potențialul energetic al biomasei, în ha; $M_{p.b.i.}$ – masa producției de bază anuală de pe un hectar, kg/ha; 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, $M_{b.r.s.e.}$ – masa biomasei disponibilă real pentru scopuri energetice în kg; $NCV_{v.net}$ – puterea calorică inferioară a biomasei respective, MJ/kg

Biomasa cu nr. de ordine 4, 5 și 11, deoarece posedă o putere calorică inferioară apropiată de 15,5 MJ/kg, ca putere calorică, poate fi folosită în amestec pentru obținerea peleților certificați ENPlus. De asemenea, este important să menționăm că puterea calorică a produsului finit poate fi mărită prin diverse procedee tehnologice, de exemplu, tofeierea sau adausul de aditivi naturali cu putere calorică sporită.

La acest capitol este necesar să se aibă în vedere că normele ENPlus înaintază un șir de alte cerințe referitoare la calitatea biocombustibililor solizi, cerințe care sunt dependente de materia primă. Printre acestea se regăsesc, în primul rând, conținutul și fuzibilitatea cenușii, conținutul de elemente chimice, conținutul de aditivi și altele.

Tabelul 3. Ierarhizarea tipurilor de biomasă după diferite criterii.

Nr. crt.	Tip biomasă	mb.r.s.e.		NCV v.net. W=10%		Ps.ener,Si, PJ	
		ierarhi-zare	mii tone	ierarhi-zare	MJ/kg	ierarhi-zare	PJ
1	Reziduuri floarea-soarelui inclusiv coaja de semințe	1	17,70	9	14,86	1	0,263
2	Reziduuri de porumb	2	16,80	10	14,81	2	0,249
3	Resturi lemnoase pomi sămânțoase	3	5,24	1	17,1	3	0,09
4	Reziduuri rapiță	4	3,48	4	15,35	4	0,053
5	Paie de grâu	5	3,12	5	15,18	5	0,047
6	Reziduuri soia	6	0,86	12	12,2	6	0,01
7	Reziduuri mazăre	7	0,68	13	12,19	7	0,008
8	Reziduuri sfeclă de zahăr	8	0,51	14	12,19	8	0,006
9	Paie de orz	9	0,37	6	14,95	9	0,006
10	Resturi lemnoase pomi sămburoase	10	0,36	2	17,1	10	0,006
11	Reziduuri sorg pentru boabe	11	0,25	3	15,36	11	0,004
12	Reziduuri pomi nuciferi	12	0,00	8	14,89	12	0
13	Paie de ovăz	13	0,00	7	14,93	13	0
14	Reziduuri arbuști fructiferi	14	0,00	11	14,4	14	0
Total			49,4	-	-	-	0,74

CONCLUZII

Cercetările experimentale întreprinse în cadrul studiului de caz pentru condițiile raionului Soroca, Republica Moldova, a scos în evidență că în raion, din activități agricole, rezultă cca 49,4 mii tone de reziduuri agricole disponibile de a fi folosite în calitate de biocombustibili solizi ce constituie aproximativ 0,74 PJ, potențial care depășește de două ori potențialul de surse energetice folosite pentru încălzire în raion.

Din volumul de biomasă rezultat din activități agricole în raionul Soroca, doar 5 % posedă o putere calorică inferioară ce depășește 16,5 MJ/kg și care poate fi folosită direct la fabricarea peleților și brichetelor cu o putere de ardere corespunzătoare cerințelor ENPlus, aproximativ 20% de biomasă agricolă (paie de grâu, reziduuri de rapiță, și de sorg) poate fi folosită pentru fabricarea biocombustibililor solizi de calitate prin formarea unor amestecuri, în care biomasa menționată ar avea rolul de componentă principală, celelalte tipuri de biomasă pot fi folosite în calitate de umpluturi ca componente secundare.

Bibliografie

1. **Marian Gr.** Managementul biomasei agrosilvice pentru scopuri energetice. Ch.: Iunie Prim, 264 p.
2. **Marian Gr., Muntean A., Gudîma A., Pavlenco A.** Considerații cu privire la estimarea potențialului de biomasă pentru scopuri energetice rezultată din reziduuri agrosilvice. În: *Lucrări științifice UASM. V. 38, 2013. pp. 66-70.*
3. *Estimarea potențialului energetic al biomasei din culturile agricole pentru brichetare la nivel de regiuni și raioane, pentru anii 2009-2010. Studiu elaborat de IDIS „Viitorul” în cadrul proiectului Energie și Biomasă în Moldova. Chișinău: Bons oficec, 2012, 172 p.*
4. **Hăbășescu I., Cerempei V.** Potențialul energetic al masei vegetale din agricultura Republicii Moldova. <http://agriculture.md/sip/files/pemva.pdf>
5. *Anuarul statistic al Republicii Moldova, ediția 2015.*
6. **Marian G., Gudîma A., Muntean A. et al.** Pelete din paie, considerații pro și contra. *Lucrări științifice FIATA, UASM, 2015, pp. 115 – 120.*
7. **Marian Gr.** Biocombustibili solizi, producere și proprietăți. Chișinău, 2016, 172 p.

Recomandat spre publicare: 11.01.2017.