

CZU 662.71/.74 (478)

## POTENȚIALUL ENERGETIC AL REZIDUURILOR AGRICOLE: STUDIU DE CAZ PENTRU REGIUNEA DE DEZVOLTARE NORD, REPUBLICA MOLDOVA

*Andrei PAVLENCO, Grigore MARIAN, Andrei GUDÎMA**Universitatea Agrară de Stat din Moldova*

**Abstract.** This paper aims to quantify from the technical, economical and sustainable point of view the theoretical and feasible potential of agricultural residues to generate heat through the production of solid biofuels in the form of briquettes. To this end, a methodology has been developed based on a statistical and geographical system of information on the quality and quantity of agricultural residues specific to the Northern Development Region of the Republic of Moldova. Results reveal that only 9% of the total residues can be used directly for the production of densified biofuels with a calorific value in accordance with ENPlus international standards.

**Key words:** Biomass; Biobriquettes; Arboricultural residues; Calorific value; Chemical analysis.

**Rezumat.** Acest studiu are scopul să cuantifice potențialele teoretic și cel fezabil din punct de vedere tehnic, economic și sustenabil ale reziduurilor agricole pentru a genera energie termică prin producerea de biocombustibili solizi în formă de brichete. A fost dezvoltată o metodologie bazată pe sistemul statistic și geografic de informații privind calitatea și cantitatea reziduurilor agricole specifice Regiunii de Dezvoltare Nord a Republicii Moldova. Rezultatele arată că, din cantitatea totală de reziduuri, doar 9% pot fi folosite direct la producerea biocombustibililor densificați cu valoare calorifică conformă cu normele internaționale ENPlus.

**Cuvinte-cheie:** Biomasă; Biobrichete; Reziduuri agricole arboricole; Valoare calorifică; Analiză chimică.

### INTRODUCERE

Unul dintre efectele dezvoltării Republicii Moldova din ultimele decenii este creșterea producerii energiei regenerabile din biomasă. Aliniindu-se la politicile energetice europene, Republica Moldova a expus viziunea sa în domeniul dezvoltării sistemului energetic în Strategia energetică a Republicii Moldova până în anul 2030, aprobată prin Hotărârea Guvernului nr. 102, și Legea nr. 10 din 26 februarie 2016 privind promovarea utilizării energiei din surse regenerabile. Aceste documente sunt alcătuite în concordanță cu obiectivele energetice ale Uniunii Europene, stipulate în Strategia europeană pentru energie durabilă, competitivă și sigură.

Producerea energiei din biomasă reprezintă varianta cea mai solicitată în zona rurală a Republicii Moldova și a cunoscut, în ultimii ani, o dezvoltare destul de semnificativă. În același timp, cu toate că interesul pentru producerea și asigurarea calității biocombustibililor solizi densificați, produși din materie primă autohtonă, este într-o dinamică ascendentă, există totuși un șir de subiecte care necesită precizări și chiar abordări noi bazate pe rezultate experimentale concrete. Producătorii de biocombustibili solizi și, în special, oamenii de știință din acest domeniu se confruntă cu un șir de probleme ce țin de estimarea cantitativă și calitativă a materiei prime folosite la producerea biocombustibililor densificați.

Având în vedere cele specificate, scopul acestui studiu este de a analiza cantitativ și calitativ biomasa provenită din cele mai răspândite reziduuri agricole pentru a dezvolta cunoștințe noi referitoare la potențialul și posibilitatea folosirii acestuia la producerea biobrichetelor cu caracteristici conforme normelor internaționale ENPlus.

În urma studiului realizat au fost formulate concluzii necesare pentru argumentarea folosirii anumitor tipuri de biomasă indigenă la producerea biocombustibililor solizi densificați.

### MATERIAL ȘI METODĂ

Cercetările au fost realizate în Laboratorul de biocombustibili solizi din cadrul Universității Agrare de Stat din Moldova. În calitate de obiect al cercetărilor au servit diferite tipuri de reziduuri agricole lemnoase și erbacee. Speciile de culturi agricole au fost selectate luând în considerare posibilitatea folosirii acestora drept materie primă la producerea biobrichetelor cu caracteristici conforme cu cerințele internaționale ENPlus (SM SR EN ISO 17225 3:2017).

Reziduurile lemnoase au fost colectate după lucrările de tăiere în uscat a următoarelor specii de pomi fructiferi: meri, peri, gutui, vișini, cireși, caiși, piersici, nectarini și pruni. Condiționarea probelelor pen-

tru cercetare s-a efectuat în Laboratorul de biocombustibili solizi, UASM. Eșantioanele au fost prelevate în conformitate cu cerințele standardului SM EN 18135:2017.

În figura 1 se prezintă probe de biomasă înainte de condiționare în laborator, iar figura 2 ilustrează probele de biomasă după mărunțire.



**Figura1.** Probe de biomasă studiate

În calitate de factor de conversie s-a ales o mărime adimensională, determinată prin raportul dintre masa reziduurilor culturilor respective și masa biomasei de bază (recoltei). Factorul de conversie a fost stabilit pentru umiditatea reziduurilor la recoltare. Probele supuse cercetării au fost prelevate în anii 2017 și 2018.

Selectarea pomilor s-a efectuat prin metoda eșantionării (SM EN ISO 18135:2017 și SM EN ISO 14780:2017). Pentru aceasta au fost numerotați toți pomii de specia respectivă de pe un hectar de plantație. Toate numerele au fost înscrise pe bilețele, care au fost introduse într-o ladă de unde au fost selectate prin metoda sferturilor până când în fiecare sfert au rămas câte 5 bilețele. Din cele patru sferturi a fost ales unul, care a servit pentru selectarea copacilor luați în studiu.

Copacii selectați au fost marcați cu vopsea și, pentru fiecare, s-a stabilit masa reziduurilor rezultată în urma tăierilor de îngrijire și emondare. Masa s-a determinat pentru biomasa mărunțită cu ajutorul tocătorului de talaș mobil Morena 1 din dotarea laboratorului, prin cântărire la balanța ACEN 50 kg nr. 7069, clasa de exactitate 10 g.

Înainte de folosire, balanța a fost verificată cu proba de control etalonată intern, conform procedurii descrise în Sistemul de Management al laboratorului (p. 5.8 MC 2).

Recolta a fost luată în evidență pentru fiecare pom conform numerotării prestabilite anterior. Factorul de conversie a fost calculat prin raportarea masei reziduurilor cu umiditate de la recoltare la masa roadei obținută în timpul recoltării de pe fiecare pom luat în studiu.

Indicatorii calitativi, necesari pentru cuantificarea potențialului energetic, au fost determinați pentru toate speciile de biomasă luată în studiu. Fiecare încercare a fost repetată de 5 ori. Pentru fiecare ciclu de experiențe a fost determinată abaterea standard și intervalul de încredere.

Probele au fost prelevate direct în câmp, imediat după recoltarea producției de bază, pentru culturile erbacee, și imediat după tăierea de îngrijire, pentru biomasa de la culturile arboricole și de la vița-de-vie.

Eșantioanele au fost colectate în conformitate cu cerințele standardului SM EN 18135:2017. Probele prelevate au fost ambalate ermetic în saci de polietilenă și transportate, în aceeași zi, în laboratorul unde au fost realizate încercările.



**Figura 2.** Probele de biomasă după condiționare

Indicatorii calitativi ai biomasei au fost stabiliți în conformitate cu metodele standard descrise în lucrările noastre anterioare (Marian, Gr. 2016; Marian, Gr. et al. 2017).

Potențialul energetic a fost determinat în conformitate cu metodologia proiectului BEE (Rettenmaier, N. et al. 2010), folosită pe larg și de alți cercetători (Ketzer, D. et al. 2017; Portugal-Pereira, J. et al. 2015). Astfel, în cercetări au fost luate în considerare 5 tipuri de potențial: teoretic, tehnic, economic, de implementare și potențialul sustenabil de implementare. Ultimele tipuri de potențial au fost descrise sumar, fiind incluse în potențialul sustenabil de implementare.

*Potențialul energetic teoretic* a fost apreciat în calitate de contribuție anuală brută a reziduurilor produse de pe un hectar dintr-o singură sursă (dintr-o anumită specie de culturi agricole), pe parcursul unui an. Pentru biomasa agricolă aceasta ar însemna că toată biomasa rezultată dintr-o singură sursă ar fi folosită numai pentru energie, adică nu și pentru furaje sau alte scopuri. Astfel, potențialul teoretic de biomasă reprezintă cantitatea de energie maximă care poate fi obținută din reziduurile agricole și se determină prin relația:

$$PTR = S_i \cdot m_{p.b.rec} \cdot \left(1 - \frac{M_{rec} - 10}{100}\right) \cdot K_{rez.rec} \cdot q_{p.net.M=10\%} \quad (1),$$

în care  $PTR$  – potențialul teoretic global de reziduuri, MJ/an;  $S_i$  – suprafața pentru care este estimat potențialul energetic al reziduurilor agricole, ha;  $m_{p.b.rec}$  – masa producției de bază la recoltare de pe un hectar, kg/ha;  $K_{rez.rec}$  – factorul unitar de conversie pentru cultura respectivă la recoltare;  $M$  – conținutul de umiditate al biomasei la recoltare, %;  $q_{p.net.M=10\%}$  – valoarea calorifică inferioară a biomasei cu conținutul de umiditate egal cu 10%.

Valoarea calorifică inferioară din formula de calcul a fost aleasă pentru conținutul de umiditate egal cu 10% din următoarele considerente:

- conținutul mediu de umiditate al materiei prime recomandat pentru densificarea biobrichetelor este egal cu 10%;
- conținutul optim de umiditate al produsului finit (biobrichetelor) este egal cu 10%;
- biomasa lemnoasă din reziduuri arboricole după uscare în câmp are, în mediu, conținutul de umiditate egal cu 10%.

*Potențialul sustenabil de implementare* a fost calculat luând în considerare, în ansamblu, factorii



tehnici, economici și de sustenabilitate în conformitate cu recomandările din literatura de specialitate (Portugal-Pereira, et al. 2015; Marian, Gr. 2014, pp. 81-90) în baza relației:

$$PSI_{M=10\%} = PTR_{M=10\%} \cdot K_{d,t-e} \cdot (1 - K_{per}), MJ/an \quad (2),$$

în care  $PSI_{M=10\%}$  – potențialul sustenabil de implementare (potențialul de piață);  $K_{d,t-e}$  – factorul de disponibilitate tehnico-economică a reziduurilor pentru scopuri energetice cu referire la cultura respectivă;  $K_{per}$  – coeficientul pierderilor inevitabile de la recoltare, transportare și stocare.

Pentru a putea utiliza relațiile (1) și (2) a fost determinat, experimental, factorul unitar de conversie pentru toate tipurile de biomasă luate în studiu. Drept factor unitar de conversie a fost aleasă o mărime adimensională, determinată prin raportarea masei reziduurilor cu umiditate de la recoltare la masa roadei obținută în timpul recoltării pentru fiecare cultură studiată. Experiențele au fost efectuate prin repetarea fiecărei încercări de 5 ori. Pentru fiecare încercare a fost determinată abaterea standard și intervalul de încredere.

## REZULTATE ȘI DISCUȚII

Regiunea de Dezvoltare Nord (RDN) include municipiul Bălți și 11 raioane: Briceni, Edineț, Dondușeni, Drochia, Fălești, Florești, Glodeni, Ocnița, Râșcani, Sângerei, Soroca. Suprafața acestei zone reprezintă aproximativ 40% din suprafața totală a Republicii Moldova (10014 km<sup>2</sup>). Regiunea posedă condiții agro-climatice favorabile pentru dezvoltarea agriculturii, motiv pentru care 70% din totalul suprafeței sunt terenuri agricole.

Principalele produse agricole ale RDN sunt cerealele, culturile tehnice și pomicole. Conform datelor statistice pentru anul 2016, aici au fost cultivate 190199 ha de culturi cerealiere și leguminoase pentru boabe, 182172 ha de culturi tehnice și 17168 ha de plantații fructifere.

În regiune predomină populația rurală, care constituie circa 65%. Această situație se răsfrânge asupra asigurării populației cu energie termică. Doar municipiul Bălți este asigurat cu energie termică de la Centrala electro-termică „Nord”. Centralele termice din celelalte localități nu funcționează sau funcționează în regim intermitent. Drept rezultat, în multe localități, consumatorii casnici și cei publici și-au construit cazangerii autonome, sobe sau folosesc alte mijloace de încălzire. Principalele surse de energie utilizate până în anii 2010 erau lemnele și cărbunele.

Începând cu anul 2011, în regiune au început să apară cazangerii pe biomasă. Inițial acestea funcționau pe bază de baloturi de paie, de exemplu în r. Telenești (Chiștelnița, Sărătenii Vechi), r. Sângerei (Alexăndreni), r. Fălești (Bocani, Mărăndeni, Pruteni), r. Dondușeni (Crișcăuți, Țaul).

Practica folosirii biomasei pentru încălzire a dovedit că, pentru condițiile Moldovei, mai eficiente sunt termocentralele pe brichete. Acest lucru a impulsat apariția unui șir de instituții publice care au început să se încălzească cu biobrichete. În anul 2012 au fost date în exploatare 6 cazangerii pe brichete în r. Glodeni (Camenca, Cuhnești, Fundurii Vechi, Petrunca, Ustia), 4 cazangerii în r. Dondușeni (liceul și centrul comunitar din Baraboi, gimnaziul din Corbu, grădinița din Sudarca), 8 cazangerii în r. Soroca (Bădiceni, Iorjinița, Niorcani, Schineni, Șolcani, Visoca), 10 cazangerii r. Râșcani (Aluniș, Boroșeni Noi, Duruitoarea Nouă, Gălășeni, Mihăileni, Șaptebani, Știubieni) (BEM, 2018).

Comoditatea și eficiența utilizării energiei termice din biobrichete a dus la înființarea, în anii care au urmat, a unui număr mare de cazangerii pe biobrichete. Astfel, în anii 2013–2017, circa 40 de instituții publice au trecut la încălzire cu brichete. La acest număr se adaugă o cifră impunătoare de locuințe individuale dotate cu cazane speciale pentru biocombustibili solizi sau care folosesc biobrichete în sobe. Această situație, dar și specificul dezvoltării economice a regiunii au favorizat apariția mai multor producători de brichete, care utilizează în calitate de materie primă biomasa agricolă. Chiar dacă acest tip de biomasă se găsește în cantități impunătoare în regiune, posibilitățile de utilizare a ei sunt condiționate de mai mulți factori tehnico-economici și sociali.

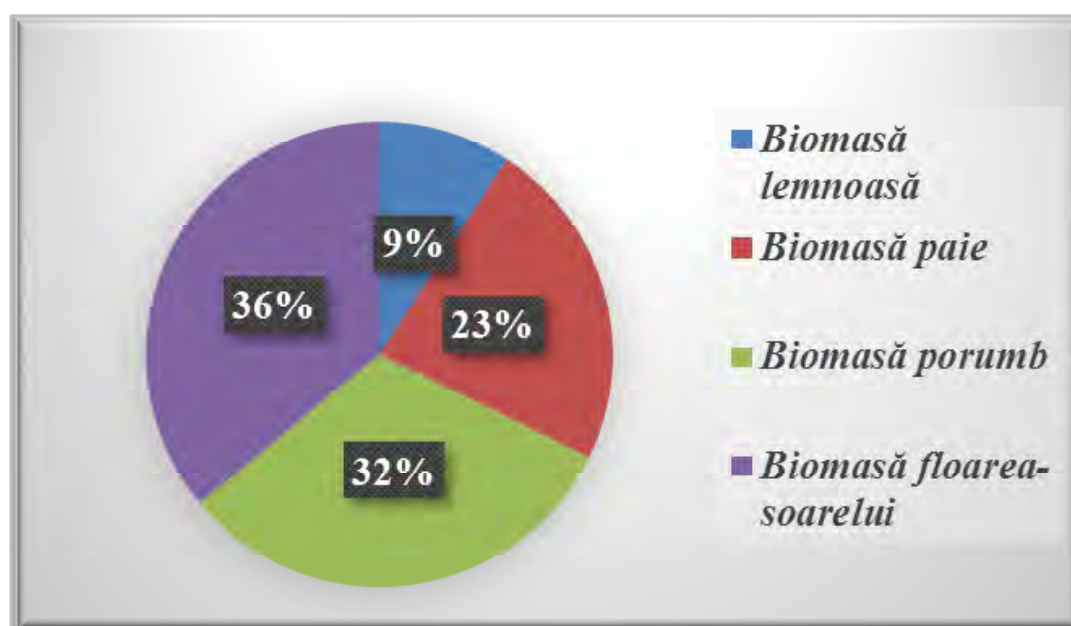
Informațiile din literatura de specialitate referitoare la disponibilitatea biomasei agricole pentru energie în regiunea respectivă nu sunt deocamdată bine sistematizate și argumentate. Datele existente se referă fie la situația pentru toată Republica Moldova (Hăbășescu, I., Cerempei, V. 2012; Marian, Gr. 2014; Gudîma, A. 2013) fie la câte un raion luat în parte, de exemplu raionul Soroca (Gudîma, A. 2017).

Pentru o estimare veridică a potențialului energetic al reziduurilor agricole pentru producerea biocombustibililor solizi densificați sunt necesare informații privind roada medie pe ultimii ani pentru culturile respective. Aceste date au fost sistematizate în tabelul 1.

În baza datelor existente a fost determinat potențialul energetic sustenabil de implementare al principalelor reziduuri agricole specifice pentru RDN. Inițial s-a stabilit potențialul teoretic de biomasă în conformitate cu metodologia descrisă anterior, iar în baza acestui potențial a fost calculat potențialul sustenabil de implementare, adică potențialul de piață. Rezultatele obținute sunt prezentate în tabelul 2.

Pentru anii de studiu 2015–2017, potențialul mediu teoretic de reziduuri agricole ce pot fi utilizate în scopuri energetice a constituit  $10,628 \pm 0,508$  PJ/an, la umiditatea de 10% a materiei, iar potențialul sustenabil de implementare, adică potențialul care poate fi propus pentru comercializare în condiții tehnico-economice și de sustenabilitate optime, constituie  $4,7624 \pm 0,225$  PJ/an (umiditatea 10%). Aceasta înseamnă că, din cantitatea totală de reziduuri obținute în perioada de referință, aproximativ 45% pot fi folosite în scopuri energetice fără efect negativ asupra indicilor tehnico-economiici și de mediu.

Având în vedere că, în condiții reale de producție, biomasa arboricolă nu este separată pe specii de pomi fructiferi, iar cea erbacee, de regulă, se grupează în paie, reziduuri de porumb și reziduuri de floarea-soarelui, informațiile referitoare la cota procentuală a acestor tipuri de reziduuri au fost redată schematic conform figurii 3.



**Figura 3.** Cota procentuală a reziduurilor agricole în Regiunea Economică de Nord a Republicii Moldova

Conform figurii 3, potențialul energetic din reziduuri agricole lemnoase constituie doar 9% din mixtul total de reziduuri, ce constituie 439,32 TJ/an. Acest potențial, cu valoarea calorică ( $q_{p,net.Mr} > 16,5$  MJ/jg), poate fi utilizat direct prin densificarea reziduurilor în formă de brichete cu indicatori calitativi conform cerințelor ENPlus, fără intervenții suplimentare asupra materiei prime (se are în vedere fără formarea diferitor amestecuri cu alte tipuri de biomasă sau fără folosirea diferitor procedee suplimentare de îmbunătățire a calității materiei prime). Valorificarea potențialului de biomasă lemnoasă din reziduuri agricole, sustenabil de implementare în Regiunea de Dezvoltare Nord, ar putea înlocui circa 13400 t de cărbune cu valoarea calorică inferioară egală cu 30 MJ/kg.

Trebuie să arătăm că celelalte 91% de potențial energetic pot fi obținute din reziduuri erbacee, însă, după cum s-a constatat anterior (Gudîma, A. 2017), aceste reziduuri nu pot fi folosite direct în calitate de materie primă la producerea biocombustibililor solizi densificați certificați ENPlus. În schimb, ele pot fi utilizate la producerea biobrichetelor de calitate mai joasă, drept componente în diverse amestecuri cu materie primă lemnoasă sau ca materie primă în cazul folosirii tehnologiilor cu aplicarea pretratării materiei prime prin procedee termochimice (Gudîma, A. 2018).



**Tabelul 1.** Principali indicatori referitori la producția principalilor specii de culturi agricole ale căror reziduuri pot fi folosite în calitate de materie primă la fabricarea biobrichetelor (Regiunea de Dezvoltare Nord, întreprinderi agricole și gospodării țărănești (BNS, 2017)

Denumire cultură	2015			2016			2017			Media pe 3 ani		
	Suprafață, hectare	Roada medie la 1 hectar, chintale	Producția globală, chintale	Suprafață, hectare	Roada medie la 1 hectar, chintale	Producția globală, chintale	Suprafață, hectare	Roada medie la 1 hectar, chintale	Producția globală, chintale	Suprafață, hectare	Roada medie la 1 hectar, chintale	Producția globală, chintale
<b>Fructe sămânțoase<sup>1)</sup></b>	<b>15 654</b>	<b>74,3</b>	<b>1 169 244</b>	<b>14 031</b>	<b>79,2</b>	<b>1 120 832</b>	<b>15 508</b>	<b>126,8</b>	<b>1 984 016</b>	<b>15 064</b>	<b>93,43</b>	<b>1 424 697</b>
...meri	15 603	74,5	1 168 197	13 940	79,5	1 118 272	15 449	127,2	1 982 622	14 997	93,73	1 423 030
...peri	50	18,5	927	83	26	2 160	48	19,4	937	60	21,30	1 341
...gutui	0	0	120	8	50	400	11	41,5	457	6	30,50	326
<b>Fructe sîmburoase<sup>1)</sup></b>	<b>2 710</b>	<b>43,6</b>	<b>119 517</b>	<b>2 665</b>	<b>46</b>	<b>124 546</b>	<b>3 003</b>	<b>54,6</b>	<b>165 267</b>	<b>2 793</b>	<b>48,07</b>	<b>136 443</b>
... vișini	133	11,5	1 530	127	13,6	1 725	130	7,5	980	130	10,87	1 412
...cireși	475	36,6	17 369	466	22,2	10 391	612	41,4	25 477	518	33,40	17 746
...cași	151	61,6	9 303	221	57,7	13 244	311	31,8	10 009	228	50,37	10 852
...piersici și nectarine	88	48,7	4 285	78	51,9	4 047	91	46,3	4 216	86	48,97	4 183
...pruni	1 863	46	87 030	1 773	52,9	95 139	1 859	66,4	124 585	1 832	55,10	102 251
<b>Vii</b>	<b>240</b>	<b>31,5</b>	<b>7 562</b>	<b>300</b>	<b>19,1</b>	<b>5 726</b>	<b>267</b>	<b>23,6</b>	<b>6 304</b>	<b>269</b>	<b>24,73</b>	<b>6 531</b>
...soiuri de masă	126	49,6	6 252	129	30,9	3 991	83	35,1	2 916	113	38,53	4 386
...soiuri tehnice	114	11,5	1 310	171	10,1	1 735	184	18,4	3 388	156	13,33	2 144
<b>Grâu - total de toamnă și de primăvară</b>	<b>104 760</b>	<b>29,8</b>	<b>3 118 551</b>	<b>113 991</b>	<b>36,3</b>	<b>4 119 447</b>	<b>97 577</b>	<b>39,4</b>	<b>3 841 791</b>	<b>105 443</b>	<b>35,17</b>	<b>3 693 263</b>
inclusiv: de toamnă	104 267	29,8	3 106 607	113 426	36,3	4 105 319	96 698	39,5	3 811 287	104 797	35,20	3 674 404
<b>Orz - total de toamnă și de primăvară</b>	<b>18 909</b>	<b>25,6</b>	<b>482 433</b>	<b>19 124</b>	<b>34,1</b>	<b>652 734</b>	<b>21 052</b>	<b>36,7</b>	<b>770 424</b>	<b>19 695</b>	<b>32,13</b>	<b>635 197</b>
inclusiv de toamnă	12 842	26,2	336 394	13 284	34,6	459 584	9 951	37,3	370 732	12 026	32,70	388 903
<b>Ovăz</b>	<b>130</b>	<b>13,6</b>	<b>1 759</b>	<b>218</b>	<b>23,2</b>	<b>5 021</b>	<b>331</b>	<b>23,9</b>	<b>7 760</b>	<b>226</b>	<b>20,23</b>	<b>4 847</b>
<b>Porumb boabe</b>	<b>55 991</b>	<b>20,3</b>	<b>1 108 742</b>	<b>53 566</b>	<b>36,7</b>	<b>1 937 139</b>	<b>66 993</b>	<b>43,6</b>	<b>2 879 326</b>	<b>58 850</b>	<b>33,53</b>	<b>1 975 069</b>
<b>Floarea-soarelui</b>	<b>103 822</b>	<b>15,5</b>	<b>1 602 797</b>	<b>119 596</b>	<b>18,6</b>	<b>2 209 936</b>	<b>125 056</b>	<b>21,7</b>	<b>2 709 378</b>	<b>116 158</b>	<b>18,60</b>	<b>2 174 037</b>

<sup>1)</sup> suprafață este dată pentru plantațiile pe rod



**Tabelul 2. Potențialul energetic al reziduurilor agricole în Regiunea de Dezvoltare Nord, Republica Moldova**

Legendă:  $S_i$  suprafața pentru care este estimat potențialul;  $m_{p.b.i.}$  - masa producției de bază;  $K_{rez.rec.}$  - factorul unitar de conversie pentru cultura respectivă la recoltare;  $K_{d.e.}$  - factorul de disponi-

Denumire cultură	$S_i$ (în ha)	$m_{p.b.i.}$ (în kg/ha)	$K_{rez.rec.}$	$K_{rez.rec. max.}$	$K_{rez.rec. min.}$	$K_{d.e.}$	$K_{per.}$	$M_{rec}$ (în %)	$q_{p.net}$ (în MJ/kg) pentru:		$PTR_{M=10\%}$ (în TJ/an)		$PSI_{M=10\%}$ (în TJ/an)	
									d	M=10%	max	min	max	min
<b>Fructe sămânțoase<sup>1)</sup></b>	<b>15 064</b>	<b>9343</b>									<b>600,99</b>	<b>520,79</b>	<b>432,72</b>	<b>374,97</b>
...meri	14 997	9373	0,28±0,02	0,30	0,26	0,80	0,10	25,43	18,98	16,84	600,57	520,49	432,41	374,75
...peri	60	2130	0,2±0,03	0,23	0,17	0,80	0,10	40,49	19,56	17,36	0,35	0,26	0,26	0,19
...gutui	6	4575	0,14±0,04	0,18	0,10	0,80	0,10	25,00	18,784	16,66	0,07	0,04	0,05	0,03
<b>Fructe sîmburoase<sup>1)</sup></b>	<b>2 793</b>	<b>4807</b>									<b>55,52</b>	<b>40,77</b>	<b>39,98</b>	<b>29,35</b>
... vișini	130	1987	0,16±0,02	0,18	0,14	0,80	0,10	25,49	19,35	17,17	0,67	0,52	0,49	0,38
... cireși	518	3340	0,24±0,03	0,27	0,21	0,80	0,10	27,61	20,81	18,49	7,12	5,53	5,12	3,99
... cași	228	5037	0,26±0,05	0,31	0,21	0,80	0,10	24,31	19,47	17,28	5,27	3,57	3,80	2,57
... piersici și nectarine	86	4897	0,26±0,04	0,30	0,22	0,80	0,10	25,42	20,02	17,78	1,90	1,39	1,37	1,00
... pruni	1 832	5510	0,26±0,04	0,30	0,22	0,80	0,10	34,84	20,07	17,82	40,56	29,74	29,20	21,42
<b>Vii</b>	<b>269</b>	<b>2473</b>									<b>3,42</b>	<b>2,59</b>	<b>0,92</b>	<b>0,70</b>
... soiuri de masă	113	3853	0,5±0,06	0,44	0,36	0,30	0,10	37,12	19,01	16,86	2,35	1,93	0,64	0,52
... soiuri tehnice	156	1333	0,34±0,08	0,42	0,26	0,30	0,10	34,90	18,34	16,31	1,07	0,66	0,29	0,18
<b>Grâu de toamnă și de primăvară - total</b>	<b>105 443</b>	<b>3517</b>	<b>0,82 ± 0,04</b>	<b>0,86</b>	<b>0,78</b>	<b>0,25</b>	<b>0,10</b>	<b>17,68</b>	<b>17,12</b>	<b>15,16</b>	<b>4463,58</b>	<b>4048,37</b>	<b>1004,31</b>	<b>910,88</b>
<b>Orz de toamnă și de primăvară - total</b>	<b>19 695</b>	<b>3213</b>	<b>0,75 ± 0,04</b>	<b>0,79</b>	<b>0,71</b>	<b>0,25</b>	<b>0,10</b>	<b>24,34</b>	<b>17,25</b>	<b>15,28</b>	<b>654,33</b>	<b>588,07</b>	<b>147,22</b>	<b>132,31</b>
<b>Ovăz</b>	<b>226</b>	<b>2023</b>	<b>0,7 ± 0,03</b>	<b>0,73</b>	<b>0,67</b>	<b>0,25</b>	<b>0,10</b>	<b>19,48</b>	<b>16,84</b>	<b>14,91</b>	<b>4,50</b>	<b>4,13</b>	<b>1,01</b>	<b>0,93</b>
<b>Porumb boabe</b>	<b>58 850</b>	<b>3353</b>									<b>2915,02</b>	<b>2663,38</b>	<b>1639,70</b>	<b>1498,15</b>
... tulpini	58 850	3353	1,11±0,05	1,16	1,06	0,75	0,25	37,80	16,78	14,86	2455,81	2244,10	1381,39	1262,31
... cocălăi	58 850	3353	0,22±0,01	0,23	0,21	0,75	0,25	45,92	17,81	15,79	459,21	419,28	258,31	235,84
<b>Floarea-soarelui - total</b>	<b>116 158</b>	<b>1860</b>	<b>1,25 ± 0,05</b>	<b>1,30</b>	<b>1,20</b>	<b>1,00</b>	<b>0,30</b>	<b>45,04</b>	<b>15,78</b>	<b>13,96</b>	<b>2547,05</b>	<b>2351,12</b>	<b>1782,93</b>	<b>1645,78</b>
<b>Total</b>											<b>11244,42</b>	<b>10219,21</b>	<b>5048,79</b>	<b>4593,08</b>

bilitate tehnico-economică a reziduurilor pentru scopuri energetice cu referire la cultura respectivă,  $K_{per.}$  - coeficientul pierderilor inevitabile de la recoltare, transportare și stocare; - valoarea calorică inferioară a biomasei la presiune constantă pentru biomasa (d-uscată, M cu conținutul de umiditate M= 10%); - potențialul teoretic global de reziduuri; - potențialul sustenabil de implementare (potențialul de piață).

## CONCLUZII

Rezultatele acestui studiu au arătat că potențialul energetic de piață al reziduurilor agricole pretabile de a fi folosite în calitate de materie primă la producerea biocombustibililor densificați în Regiunea de Dezvoltare Nord a Republicii Moldova variază în limitele 1645,78 – 1782,93 TJ/an. Din această cantitate de reziduuri, doar 9% pot fi folosite direct la producerea biocombustibililor densificați cu valoarea calorică conformă cerințelor internaționale ENPlus. Celelalte reziduuri pot fi folosite în calitate de adausuri cu alte tipuri de materie primă sau necesită prelucrare preventivă prin procedee termochimice.

## REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. BANCA de date statistice Moldova. [Online] [Accesat la 01.08.2018]. Disponibil: <http://statbank.statistica.md/pxweb/pxweb/ro>.
2. BIOMASS heating systems installed within the Moldova Energy and Biomass Project (2011-2014). Available: [http://biomasa.md/wp-content/uploads/2016/07/MEBP-I\\_Proiecte-de-incalzire-a-institutiilor-publice\\_01.12.2014-EUR\\_ENG.pdf](http://biomasa.md/wp-content/uploads/2016/07/MEBP-I_Proiecte-de-incalzire-a-institutiilor-publice_01.12.2014-EUR_ENG.pdf)
3. GUDÎMA, A. (2018). Tehnologia de obținere a pelei ENPlus din reziduuri agricole în condițiile Republicii Moldova: teza de dr. în tehnică. Chișinău: UASM. 155 p.
4. GUDÎMA, A. (2017). Evaluarea utilizării reziduurilor agricole pentru scopuri energetice. Studiu de caz pentru raionul Soroca, Republica Moldova. In: Meridian ingineresc, nr. 1, pp. 26-29. ISSN 1683-853X.
5. GUDIMA, A., MARIAN, Gr. (2013). Energy potential of biomass characteristic for the Republic of Moldova. In: Engineering for rural development, Jelgava, Latvia, pp. 194-196 [accesat 26.11.2018]. Disponibil: [http://www.tf.llu.lv/conference/proceedings2013/Papers/035\\_Gudima\\_A.pdf](http://www.tf.llu.lv/conference/proceedings2013/Papers/035_Gudima_A.pdf)
6. HĂBĂȘESCU, I., CEREMPEI, V. (2012). Potențialul energetic al masei vegetale din agricultura Republicii Moldova. In: Energetica Moldovei : conf. șt. intern., ed. II, 4-6 oct., Chișinău, pp. 355-359. Disponibil: <http://www.ie.asm.md/assets/images/img/pdf/A-59.pdf>
7. HOTĂRÂREA Guvernului RM cu privire la Strategia energetică a Republicii Moldova până în anul 2030: nr. 102 din 05.02.2013. In: Monitorul Oficial al Republicii Moldova, 2013, nr. 27-30, pp. 32-63.
8. KETZER, D., ROSCH, C., HAASE, M. (2017). Assessment of sustainable Grassland biomass potentials for energy supply in Northwest Europe. In: Biomass and Bioenergy, vol. 100, pp. 39-51. ISSN 0961-9534.
9. LEGEA privind promovarea utilizării energiei din surse regenerabile: nr.10 din 26.02.2016. In: Monitorul Oficial al Republicii Moldova, 2016, nr. 69-77, pp. 37-49.
1. MARIAN, Gr. (2014). Managementul biomasei agrosilvice pentru scopuri energetice. 264 p. ISBN 978-9975-4021-4-9.
2. MARIAN, Gr. (2016). Biocombustibili solizi, producere și proprietăți. 172 p. ISBN 978-9975-87-166-2.
3. MARIAN, Gr., GUDÎMA, A., PAVLENCO, A. (2017). Influența parametrilor densificării asupra calității pelei produși din reziduuri agricole. In: Știința agricolă, nr. 1, pp. 82-87. ISSN 1857-0003.
4. PORTUGAL-PEREIRA, J. et al. (2015). Agricultural and agro-industrial residues-to-energy: Technoeconomic and environmental assessment in Brazil. In: Biomass and Bioenergy, vol. 81, pp. 521-533. ISSN 0961-9534.
5. RETTENMAIER, N., SCHORB, A., KÖPPEN, S. et al. (2010). Status of Biomass Recourse Assessments. Version 3. D 3.6. issue 1. 205 p.

Data prezentării articolului: 21.09.2018

Data acceptării articolului: 23.10.2018