

CZU 662.71/.74(478)

ANALIZA COMPARATIVĂ A BIOMASEI OBȚINUTE DIN CULTURI ENERGETICE

Grigore MARIAN¹, Alexandru MUNTEAN¹, Andrei GUDÎMA¹,
Victor TIȚEI², Andrei PAVLENCO¹

¹Universitatea Agrară de Stat din Moldova

²Grădina Botanică din Chișinău

Abstract. The field of research of this paper is connected with the efficient valorization of renewable energy sources by ensuring the quality of solid biofuels produced from lignocellulosic biomass, derived from energy crops. The article aims to provide a comparative analysis of biomass derived from the fast growing plants and proposes an analysis of several varieties of prospective energy crops that could be grown in the Republic of Moldova. The researches were conducted in the Laboratory of Solid Biofuels within SAUM using standard methods for determining the main qualitative characteristics of the studied biomass. Based on the obtained results it was found that the biomass derived from energetic willow has good development prospects under Moldova's conditions.

Key words: Energy crops; Biomass; Calorific value; Ash content; Solid biofuels

Rezumat. Domeniul de analiză al acestei lucrări este cel de valorificare eficientă a surselor regenerabile de energie prin asigurarea calității biocombustibililor solizi obținuți din biomasă lignocelulozică, provenită din plante energetice. Articolul urmărește scopul de a realiza o analiză comparativă a biomasei provenită din plante cu viteză mare de creștere și propune o analiză a câtorva specii de culturi energetice de perspectivă pentru a fi cultivate în condițiile Republicii Moldova. Cercetările au fost realizate în Laboratorul de Biocombustibili Solizi din cadrul UASM, folosindu-se metode standarde de determinare a principalelor caracteristici calitative ale biomasei studiate. În baza rezultatelor obținute s-a constatat că, pentru condițiile Republicii Moldova, un potențial bun de biomasă posedă salcia energetică.

Cuvinte cheie: Culturi energetice; Biomasă; Putere calorifică; Conținut de cenușă; Biocombustibili solizi

INTRODUCERE

Securitatea aprovizionării cu materie primă calitativă și accesibilă a întreprinderilor de producere a biocombustibililor solizi din Republica Moldova este principalul obstacol în calea instalării centralelor termice eficiente care funcționează pe bază de biomasă. Dacă, inițial, atenția producătorilor și a cercetătorilor era focusată spre folosirea în scopuri energetice a biomasei agrosilvice, atunci astăzi tot mai insistent se vorbește despre perspectiva dezvoltării culturilor energetice, culturi care înmagazinează în timpul creșterii și dezvoltării lor cantități mari de energie. Această situație este determinată atât de considerente economice, cât și de strategiile de dezvoltare a agriculturii Moldovei, strategii care, în mare măsură, sunt bazate pe dezvoltarea continuă a agriculturii durabile.

Tehnologiile de obținere a producției într-o agricultură durabilă și sustenabilă, de regulă, presupun lăsarea în sol a unei cantități importante de biomasă de origine vegetală sau animală, cum sunt reziduurile rezultate din activități agricole sau prelucrarea recoltei, substanțele vegetale și animale ramase din grădinarit și diferite activități casnice. Astfel, este evident interesul sporit și actualitatea folosirii la producerea biocombustibililor solizi a biomasei lignocelulozice provenite din culturi energetice.

Scopul acestei lucrări este analiza comparativă a biomasei provenite dintr-o grupă de plante energetice care, la această dată, cu o probabilitate destul de mare, pot deveni o sursă sigură de materie primă pentru obținerea biocombustibililor solizi în condițiile Republicii Moldova.

În calitate de obiect al cercetării au servit plantele erbacee: topinamburul, silfia, hrișca de Sahalin și salcia energetică. A fost realizată o analiză comparativă a calității biomasei obținute din aceste culturi în raport cu ele însele și în raport cu biomasa provenită din reziduuri agricole folosite astăzi mai frecvent la producerea biocombustibililor solizi.

Importanța și actualitatea studiului realizat sunt justificate de rolul pe care-l are valorificarea biomasei obținute din plante cu potențial sporit de creștere în obținerea biocombustibililor solizi și argumentarea cultivării acestora în condițiile Republicii Moldova.

În rezultatul sintetizării datelor din literatura de specialitate și a cercetărilor experimentale proprii sunt formulate concluzii referitoare la cuantificarea calitativă a diferitor tipuri de biomasă pasibilă de a fi folosită la obținerea biocombustibililor solizi.

MATERIALE ȘI METODĂ

Au fost luate în studiu câteva specii de plante energetice, care prezintă interes sporit în producerea biocombustibililor solizi pentru condițiile Republicii Moldova. Astfel au fost studiate următoarele plante înregistrate în registrul de plante al Republicii Moldova: topinamburul – *Solar* (înregistrat în anul 2014), silfia – *Vital*, iarba elefantului (*Miscanthus x giganteus*), hrișca de Sahalin – *Gigant* (2012) și soiurile de salcie energetică *Tordis* și *Inger* (2013).

Probele luate în studiu au fost prelevate de pe loturile experimentale ale Grădinii Botanice (Institut) a Academiei de Științe a Moldovei și de pe plantațiile-test de salcie energetică din SRL "BioAgroinvest", comuna Bozieni, raionul Hâncești.

Biomasa aeriană din topinambur, silfie și hrișca de Sahalin a fost recoltată pe parcursul lunii martie, în anul 2013, iar cea de salcie energetică – în luna octombrie, anul 2014. Experiențele au fost realizate în Laboratorul de Biocombustibili Solizi al Universității Agrare de Stat din Moldova.

Conținutul de umiditate a fost determinat conform standardului SMV EN 14588:2012, prin metoda uscării în etuva electrică termoreglabilă cu conversie naturală Memmert UNB. Masa probelor a fost determinată cu ajutorul balanței analitice AS 2120/C/2.

Puterea calorifică a probelor a fost determinată în conformitate cu standardul SMV EN 14918:2012. A fost măsurată puterea calorifică superioară a probelor cu umiditatea 0 în bomba calorimetrică LAGET MS – 10A, iar cea inferioară a fost stabilită prin relația:

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

în care GCV este puterea calorifică superioară în J/g, 24,42 reprezintă căldura de vaporizare medie a apei în 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 %, W indică umiditatea mostrei în %).

Conținutul de cenușă a fost stabilit în bază uscată conform cerințelor standardului SMV EN 14775:2012. A fost folosită metoda lentă de calcinare a probelor de biocombustibil, realizată într-un cuptor electric cu mufă, la temperatura de (550 °C) timp de cel puțin 6 ore.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Pentru argumentarea utilității și semnificației tipurilor de biomasă luate în studiu, în prima etapă a cercetărilor se prezintă o analiză succintă a acestora.

Topinamburul (*Helianthus tuberosus*) (Fig. 1a), care în popor mai este numit și măr-de-pământ, para-pământului, guli, nap porcesc, morcovul pământului, morcov-porcesc, cartoful ciorii, pere-iernatice, cartoful săracilor este o plantă erbacee, perenă din familia *Asteraceae*, aparținând genului *Helianthus*. Are tulpina erectă, cilindrică, lemnoasă, cu diametrul de 22 – 50 mm la baza solului, este ușor brăzdată în lung, aspru-păroasă, înaltă de până la 4 m, ramificată în partea superioară.

Patria topinamburului este America de Nord, iar denumirea provine de la tribul amerindian *Topinambas*.

Valoarea topinamburului, atât în calitate de cultură furajeră, de legumă tehnică și cu proprietăți medicinale, cât și ca plantă energetică utilizată la obținerea biocombustibililor, se bazează pe compoziția chimică și pe potențialul productiv al plantei.

Plantele de topinambur folosesc eficient energia solară, posedând un coeficient de valorificare a energiei fotosintetice active de peste 3,5%, depășind, la acest indice, porumbul de 3 ori. Aceasta permite atingerea potențialului productiv de 150 tone masă verde și circa 200 tone tuberculi de pe un hectar. Evident, cifrele date sunt pentru recolte record. În mod obișnuit, recolta medie de pe un hectar constituie cca 35 – 50 tone masă verde și 25 tone tuberculi.

Topinamburul se înmulțește prin tuberculi. Are pretenții mici față de tipul de sol, plantele vegetează foarte bine și dau cele mai mari recolte pe soluri luto-humoase de luncă, suficient de umede și afânate, dar valorifică bine și solurile ușor nisipoase, chiar și nisipurile mobile. Are o mare putere de adaptare la condițiile variate de climă.

Silfia perfoliatum L. (Fig. 1b) este o plantă erbacee din familia *Asteraceae*, originară din America de Nord, perenă, policarpică, cu tulpină erectă în patru muchii cu perișori, în partea superioară ramificată, cu înălțimea de 2-3,5 m și grosimea la bază de 20 - 40 mm. Dezvoltă un sistem radicular pivotant cu extindere până la 3,5 m adâncime. Valorifică bine solurile umede și cele contaminate cu metale grele. Posedă o rezistență înaltă la ger și înghețuri, este moderat rezistentă la arșiță și secetă. Se înmulțește prin semințe și vegetativ (bucăți de rizomi, răsad).



a)

b)

Figura 1. Plantații de topinambur (a) și *Silfia perfoliatum* L. de pe lotul experimental al Grădinii Botanice din Chișinău

La înmulțirea prin semințe, în primul an de vegetație plantele dezvoltă 12-16 frunze care formează rozeta centrală și sistemul radicular format din rizomi și rădăcini adventive subțiri și lungi. În anii următori parcurge toate fazele fenologice. La reluarea vegetației, în primele 25 - 30 zile creșterea este lentă, apoi se accelerează, formându-se lăstarii care, la sfârșitul lunii mai, ating o lungime de 1,6 m. Creșterea în această perioadă este de cca 7 cm/zilnic. În perioada iulie – august, ritmul de creștere a tulpinii este mai lent, înălțimea tulpinilor la finele vegetației fiind de 2,5- 3,2 m. Recolta anuală de masă proaspătă variază de la 70 până la 100 t/ha, în funcție de condițiile climaterice.

Hrișca de Sahalin (*Polygonum sachalinense* F. Schmidt) (Fig. 2a) este răspândită în flora spontană din partea de răsărit a Rusiei și nordul Japoniei, pătrunde în Europa în a doua jumătate a secolului XIX. A fost implementată în agricultură, în fosta Uniune Sovietică, pe parcursul secolului XX, datorită toleranței la factorii pedoclimaterici și productivității stabile de peste 100 tone masă proaspătă. Se înmulțește prin plantarea rizomilor înrădăcinați la adâncimea de 7-10 cm.

În primul an de vegetație, din rizomii înrădăcinați se dezvoltă plante de 1,5 - 1,7 m, cu sistem radicular pivotant, care constă dintr-o rădăcină principală și rădăcini laterale concentrate în stratul de sol de 30 cm, cu o extindere laterală de 65 - 70 cm. În anul doi, vegetația demarează odată cu stabilirea temperaturilor pozitive, manifestând un ritm de creștere foarte intensiv. Astfel, la finele lunii mai, lăstarii ating înălțimea de 3 m, iar la finele vegetației – plantele pot atinge o înălțimea de 4,5 m cu diametrul, în partea de la sol, de cca 3,7 - 4,8 cm. La instalarea temperaturilor negative, pe parcursul a 10 zile frunzele cad complet, iar în decembrie – ianuarie deshidratarea lăstarilor devine accentuată, ajungând la 20% umiditate.

Iarba elefantului (*Miscanthus x giganteus*) (Fig. 2b) este una din plantele energetice cunoscute în lume cu o largă utilizare în bioenergetică. O răspândire mai accentuată se înregistrează începând cu anii 80 ai secolului trecut în țările din Europa de Nord și Centrală.



Figura 2. Plantații de hrișcă de Sahalin, Grădina Botanică din Chișinău (a) și de miscanthus¹ (b)

Planta energetică *Miscanthus* face parte din categoria plantelor C4, foarte rezistentă și perenă, originară din regiunile tropicale și subtropicale ale Africii și Asiei de Sud. Fiind o plantă ierboasă sterilă, se înmulțește doar pe cale vegetativă, prin bucăți de rizomi și plantule obținute prin cultură de țesut. Se amplasează pe terenuri profund prelucrate bine asigurate cu umiditate.

După plantare în primul an de vegetație, în condițiile Republicii Moldova, atinge înălțimea de 1,2-1,5 m, cu un conținut înalt de frunze. În următorii ani, pe parcursul lunii aprilie demarează vegetația și până la finele ei atinge înălțimea de 3,0 m, conținutul de frunze fiind sub 20%. Deshidratarea țesuturilor la stabilirea temperaturilor negative se accelerează, astfel că pe parcursul lunii decembrie poate începe recoltarea biomasei. La vârsta de 3-4 ani a plantației, productivitatea de biomasă uscată atinge 14,2 – 16,3 t/ha, iar densitatea în vrac a biomasei recoltate constituie 138 kg/ m³. După primul an, de regulă, nu este necesară tratarea plantelor sau îngrijirea terenului.

Salcia energetică (*Salix viminalis*) este un gen de plantă din familia *Salicaceae*, cu creștere rapidă (cca 3 - 3,5 cm/zi). Realizează 1 - 3 lăstari și ajunge la 2 - 3 m înălțime deja în primul an.

Ulterior, salcia continuă să se dezvolte rapid, ajungând la 10 - 15 lăstari și la o înălțime de până la 6 -7 m în al doilea an de viață. Prima recoltare a plantei poate fi realizată deja în anii 2 - 3 de vegetație, recolta atingând o valoare de până la 30 t/ha, cu umiditatea de 35 - 40%.

În Republica Moldova, prima plantație- test de salcie energetică a fost înființată la Bozieni, raionul Hâncești (Fig. 3).

Salcia energetică de specie *Tordis* provine din încrucișarea speciilor *Tora* și *Ulv*. Această specie se caracterizează printr-o creștere rapidă și posedă rezistență sporită la secetă și temperaturi înalte. În primul an de vegetație ea atinge înălțimea de până la 4 m.

Salcia energetică *Inger* provine din încrucișarea speciei de salcie din Rusia de tip *Salix Triandra*, din regiunea Novosibirsk, cu specia *Jorr*. Avantajele acestei specii sunt rezistența sporită la temperaturi joase și nepretențiozitatea pe timpuri de secetă.

¹ Sursă: <http://newenergyandfuel.com/wp-content/uploads/2010/09/Miscanthus-Growth-by-the-University-of-Illinois.jpg>
Citat 29.11.2014



a)

b)

Figura 3. Secvențe din plantația de salcie energetică SRL "BioAgroinvest", com. Bozieni, raionul Hâncești

Prelucrarea biomasei lignocelulozice în procesul de obținere a biocombustibililor solizi are loc în mai multe etape (operații) tehnologice care, într-o măsură sau alta, influențează calitatea produsului finit. Dirijarea calității în aceste etape prezintă subiecte de cercetare aparte și depinde de respectarea perfectă a tuturor regimurilor tehnologice pe parcursul întregului itinerar. Calitatea produsului finit este, de asemenea, semnificativ influențată de calitatea materiei prime, în cazul nostru de calitatea biomasei.

Printre proprietățile cele mai importante care definesc calitatea biocombustibililor solizi se regăsesc puterea calorifică și conținutul de cenușă.

Se știe că puterea calorifică a biomasei lignocelulozice depinde de conținutul de lignină, celuloză și hemiceluloză, adică de conținutul de oxigen, hidrogen și carbon și raportul acestor elemente (Marian, Gr. 2014). Cu cât raportul O/C și H/C este mai mic, cu atât puterea calorifică este mai mare. Conținutul de carbon în lignină este mai mare ca în celuloză și hemiceluloză, prin urmare și puterea calorifică a ligninei este mai mare ca cea a celulozei și hemicelulozei. Anume prin aceasta poate fi explicată puterea calorifică mai mare la biomasa provenită din salcie energetică în raport cu cea a biomasei provenite din plante erbacee (biomasa provenită din lemnoase conține mai multă lignină în comparație cu biomasa provenită din reziduuri agricole și plante erbacee energetice) (Marian, Gr. 2014).

Estimarea comparativă a datelor prezentate în tabelul 1 confirmă ipotezele enunțate anterior. Astfel, biomasa obținută din salcia energetică *Tordis* posedă cea mai mare putere calorifică (NCV=11844,42 J/kg), urmată de biomasa provenită din salcia energetică *Inger* (17809,36 J/kg).

Tabelul 1. Puterea calorifică și conținutul de cenușă a diferitor tipuri de biomasă lignocelulozică

Tip biomasă	Puterea calorifică în bază uscată, J/g				Conținutul mediu de cenușă, %
	superioară	inferioară	A baterea standard	Intervalul de încredere	
Napul porcesc <i>Helianthus tuberosus</i>	18568,85	17258,96	459,08	6,60	2,263
Silfia <i>Silfia perfoliatum</i>	17823,02	16513,15	653,36	9,59	2,497
Hrișca de Sahalin <i>Polygonum sachalinense</i>	18735,77	17425,89	304,65	4,36	2,935
Miscantus/Iarba elefantului (<i>Miscanthus x Giganteus</i>)	18683,57	17373,69	126,84	1,81	2,237
Salcie energetică <i>Tordis</i>	19750,30	18440,42	92,58	1,29	1,745
Salcie energetică <i>Inger</i>	19119,24	17809,36	145,96	2,06	1,554
Tulpini porumb	17971,54	16661,65	51,92	0,759 ¹	4,61
Paie de grâu	17973,29 ¹	16663,40	311,43 ¹	4,553 ¹	3,23

CONCLUZII

Cercetările noastre au demonstrat că puterea calorifică a tuturor speciilor de biomasă lignocelulozică luate în studiu permite folosirea acestora la producerea biocombustibililor solizi de clasa EN plus A1. Însă, după conținutul de cenușă rezultat de la ardere, toate tipurile de biomasă studiate pot fi folosite doar la obținerea biocombustibililor de clasa En-B.

Este de menționat și faptul că conținutul de cenușă rezultat la arderea biomasei din salcie energetică este aproape de limita admisibilă pentru combustibilii de clasa EN plus A2, adică 1,5%. De adăugat că probele de biomasă de salcie au fost preparate din vergi virgine, de 1 - 2 ani care, după cum se știe, conțin un procentaj de lignină mai mic decât partea lemnoasă de salcie energetică cu vârstă mai mare.

În baza analizei comparative a datelor din tabelul 1 se poate afirma că, în comparație cu celelalte specii de biomasă studiate, cea obținută din salcie energetică posedă caracteristici mai relevante. În esență, biomasa obținută din salcie energetică poate fi folosită pentru obținerea biocombustibililor solizi de clasa EN plus A2, însă pentru aceasta este necesar să se întreprindă măsuri pentru diminuarea conținutului de cenușă al produsului finit. Cel mai simplu acest lucru poate fi realizat prin formarea de compoziții cu adaos de biomasă de nuanță lemnoasă obținută din trunchiuri de copaci, reziduuri lemnoase netratate chimic etc.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. MARIAN, Gr., 2014. Managementul biomasei agrosilvice pentru scopuri energetice. Chișinău: Iunie Prim. 264 p.
2. 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.
3. MARIAN, Gr., 2014. Considerații pro și contra privind utilizarea pentru scopuri energetice a biomasei derivate de la cultivarea cerealiereleor spicoase. In: *Știința Agricolă*, nr. 1, pp. 56-61.

Data prezentării articolului: *21.08.2014*

Data acceptării articolului: *05.11.2014*