

UNIVERSITATEA AGRARĂ DE STAT DIN MOLDOVA

Cu titlul de manuscris
C.Z.U.: 631.539.3

PAVLENCO ANDREI

**ÎMBUNĂTĂȚIREA CALITĂȚII BIOCOMBUSTIBILILOR SOLIZI
DENSIFICAȚI ÎN ACORD CU POLITICILE DE DEZVOLTARE A
SURSELOR REGENERABILE DE ENERGIE**

**255.02. TEHNOLOGII ȘI MIJLOACE TEHNICE PENTRU INDUSTRIA
PRODUSELOR AGRICOLE**

Rezumat al tezei de doctorat

CHIȘINĂU, 2018

Teza a fost elaborată în cadrul Laboratorului de Biocombustibili Solizi și a catedrei „Mentenanța Mașinilor și Ingineria Materialelor”, Universitatea Agrară de Stat din Moldova

Conducători de doctorat: **Hăbășescu Ion, m.c. AȘM, dr. hab., prof. univ.**
255.02. Tehnologii și mijloace tehnice pentru industria produselor agricole
Marian Grigore, dr. hab., prof. univ.
255.02. Tehnologii și mijloace tehnice pentru industria produselor agricole

Comisia de îndrumare **Cerempei Valerian, dr. hab.**
Volconovici Liviu, dr. hab., prof. univ.
Gorobeț Vladimir, dr., conf. univ.

Componența comisiei de doctorat: (conform Hotărârii Senatului UASM nr. 5 din 14.12.2018):

Președinte: MELNIC Iurie, prim prorector UASM, dr., conf. univ.

Secretar: BEȘLEAGA Igor, dr., conf. univ., UASM

Conducător științific, MARIAN Grigore, dr. hab., prof. univ., UASM

Referenți oficiali:

ȚENU Ioan, membru titular al AȘAS România, doctor inginer, prof. univ., Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară "Ion Ionescu de la Brad" din Iași, România;

ROȘCA Radu, doctor inginer, prof. univ., Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară "Ion Ionescu de la Brad" din Iași, România

CEREMPEI Valerian, doctor habilitat în tehnică, UASM

DULGHERU Valeriu, dr. hab., prof. univ., Universitatea Tehnică a Moldovei.

Susținerea va avea loc la 23 ianuarie 2019 ora 14⁰⁰,

în ședința Comisiei de doctorat din cadrul Universității Agrare de Stat din Moldova,
str. Mircești 56, sala I 204.

Teza de doctorat și rezumatul pot fi consultate la Biblioteca Republicană Științifică Agricolă UASM și la pagina web a UASM: // <http://uasm.md/ro/sustinerea-tezelor>

Autoreferatul a fost expediat la ____12.2018

Secretar științific al Comisiei de doctorat,

Beșleaga Igor, dr. în tehn. _____

Conducător științific,

Marian Grigore, dr. hab. în tehn., prof. univ. _____

Autor

Pavlenko Andrei _____

REPERE CONCEPTUALE ALE CERCETĂRII

Actualitatea și importanța problemei abordate. Stimulată de politicile publice referitoare la dezvoltarea și implementarea tehnologiilor din domeniul energiei regenerabile, cererea pentru biocombustibili din biomasă vegetală este în creștere constantă. Această situație devine tot mai actuală odată cu mărirea concomitentă a cerințelor față de confortul pentru oameni și evident odată cu majorarea consumului de energie în toate formele sale.

În condițiile Republicii Moldova, dar și la nivel european, în ultimii ani, biomasa a devenit cea mai importantă sursă regenerabilă de obținere a căldurii. Producerea energiei termice din biomasă a condus la organizarea unui șir de întreprinderi prelucrătoare de biocombustibili densificați în formă de peleți și brichete. În același timp, producătorii de biocombustibili solizi și oamenii de știință, preocupați de problematica biocombustibililor densificați, se înfruntă cu un șir de probleme ce țin de cuantificarea cantitativă și calitativă a materiei prime și a produsului finit.

Dacă subiectele ce țin de biocombustibilii solizi densificați în formă de peleți au fost destul de amplu studiați de către cercetătorii din țară, atunci studiarea problematicii ce ține de producerea biocombustibililor solizi în formă de brichete este cu mult mai modestă. Deși problemele referitoare la calitatea biocombustibililor solizi în formă de brichete pe plan internațional se află într-o dinamică ascendentă, totuși există un șir de subiecte care necesită precizări și chiar abordări noi bazate pe rezultate experimentale concrete. Acest lucru este valabil, mai ales, în cazul producerii biobrichetelor din materie primă indigenă, care se caracterizează prin specificul ei local.

În acest context, tema tezei de doctorat este motivată având o importanță majoră asupra sporirii securității energetice a Republicii Moldova prin prisma îmbunătățirii calității biocombustibililor solizi produși din materie primă indigenă disponibilă pentru scopuri energetice.

Scopul tezei constă în identificarea de soluții în vederea îmbunătățirii calității biocombustibililor solizi densificați în acord cu politicile de dezvoltare a surselor regenerabile de energie.

În calitate de **obiect al cercetărilor** au servit biocombustibili solizi densificați în formă de brichete și materia primă folosită la producerea acestora. Obiectul cercetărilor se referă la aspectul teoretico-practic selectat pentru un studiu mai detaliat al căilor de îmbunătățire a calității biocombustibililor solizi densificați în formă de brichete obținuți din reziduuri agricole indigene cu abordarea problematicii ce ține de mediu și sustenabilitatea agriculturii din Republica Moldova.

Subiectul cercetărilor include obiectul de studiu, problemele de cercetare și estimare cantitativă și calitativă a obiectului cercetării prin prisma aprecierii potențialului existent de materie primă și prin abordarea multidisciplinară a problematicii asigurării calității produsului finit în acord cu politicile de dezvoltare a surselor regenerabile de energie.

Obiectivele specifice ale lucrării constau în:

- identificarea stadiului actual al cercetărilor în domeniul producerii biocombustibililor solizi densificați cu parametri calitativi conformi exigențelor standardelor internaționale;

- aprofundarea și amplificarea cunoașterii factorilor ce influențează calitatea biocombustibililor solizi densificați în formă de brichete și a căilor de dirijare cu acești factori;

- dobândirea de noi cunoștințe privind evaluarea și valorificarea potențialului de biomasă din Republica Moldova în corelare cu impactul pe care îl poate avea valorificarea anumitor tipuri de biomasă asupra calității produsului finit, precum și asupra mediului și dezvoltării sustenabile a agriculturii;

- promovarea și aplicarea unor decizii optime în producerea și utilizarea biocombustibililor solizi densificați, oferirea de răspunsuri și soluții pentru nevoia consumatorilor de biocombustibili solizi densificați de a înțelege și de a folosi corect, eficient și rezonabil biocombustibilii solizi densificați.

Metodologia cercetării științifice se bazează pe un studiu complex organizat și realizat în Laboratorul de Biocombustibili Solizi din cadrul Universității Agrare de Stat din Moldova. O parte din cercetări au fost efectuate în Centrul de Biomasă pentru Energie din Miranda do Corvo, Portugalia. *Suportul metodologic* include un ansamblu de mijloace și procedee care concretizează ideea de cercetare, elucidează sistemic, obiectiv și științific problema investigată, asigură realizarea obiectivelor înaintate în lucrare.

În baza analizei detaliate a datelor din literatura de specialitate și confruntarea critică a datelor existente au fost formulate ipotezele de lucru referitoare la ideea posibilității îmbunătățirii calității biocombustibililor solizi densificați prin procedee termochimice. În rezultatul cercetărilor de laborator, confirmate prin experimente în condiții de producție, au fost confirmate ipotezele înaintate și au fost elaborate recomandări practice pentru producătorii de biocombustibili solizi.

Veridicitatea datelor experimentale obținute din teza de doctorat este asigurată de: realizarea tuturor analizelor în cadrul a două laboratoare acreditate internațional prin metode validate și confirmate de documentația respectivă prevăzută de managementul calității în laboratorul de încercări; prelucrarea statistică a rezultatelor experimentale obținute; repetabilitatea fiecărui experiment; programarea și prelucrarea rezultatelor experimentelor cu utilizarea softurilor STATGRAPHICS și MATHLAB; utilizarea doar a mijloacelor de măsurare etalonate și atestate în modul stabilit de către standardele în vigoare.

Noutatea și originalitatea științifică constă în următoarele:

- abordarea multidisciplinară a problematicii asigurării calității biobrichetelor produse din materie primă indigenă în acord cu politicile de dezvoltare a surselor de energie regenerabilă, care include aspectele tehnice, chimice, sociale, economice și de mediu;

- analiza critică detaliată a stadiului actual cu privire la calitatea biobrichetelor produse din reziduuri agricole indigene și căile de îmbunătățire cu folosirea unor noi instrumente bazate pe metode inovative a prelucrării bazei de date existente;

- formularea unor noi metodologii cu privire la stabilirea specificului și potențialului reziduurilor agricole sub aspectul utilizării acestora în calitate de materie primă la producerea biobrichetelor cu caracteristici conforme normelor ENPlus;

- elaborarea și formularea unor recomandări noi referitoare la stabilirea rețetelor pentru amestecurile de materie primă indigenă pentru producerea biobrichetelor ENPlus;

- elaborarea unei verigi tehnologice noi de procesare a biobrichetelor cu tratarea termochimică a materiei prime prin torefiere.

Problema științifică importantă soluționată în această lucrare constă în demonstrarea posibilității îmbunătățirii parametrilor calitativi ai biobrichetelor produse din reziduuri agricole indigene, fapt care a contribuit la extinderea producerii biobrichetelor din diferite tipuri de reziduuri agricole cu caracteristici conforme normelor internaționale ENPlus.

Semnificația teoretică constă în generarea unor cunoștințe noi în domeniul asigurării calității biocombustibililor densificați din reziduuri agricole în formă de brichete prin analiza potențialului și optimizarea constituției materiei prime, folosirea procedeelor termochimice de ameliorare a unor indicatori calitativi ai produsului finit, perfecționarea conceptului logisticii materiei prime și a procesării produsului finit.

Valoarea aplicativă a cercetărilor se referă la folosirea informației cu privire la cantitatea și calitatea reziduurilor agricole pretabile de a fi folosite în calitate de materie primă la producerea biobrichetelor cu parametri conformi normelor ENPlus și a procedeelor inovative referitoare la îmbunătățirea calității produsului finit prin aplicarea tratării biomasei înainte de densificare prin procedee termochimice.

Rezultatele științifice principale înaintate spre susținere:

1. Datele analizei stadiului actual al cunoașterii cu privire la căile de îmbunătățire a calității biocombustibililor solizi produși din reziduuri agricole indigene;

2. Metodologia determinării potențialului energetic teoretic și sustenabil de implementare al biomasei provenite din reziduuri agricole în baza cuantificări cantitative și calitative a acesteia;

3. Compararea parametrilor calitativi ai biobrichetelor produse din reziduuri agricole brute și a celor tratate termochimic prin torefiere;

4. Tehnologia de producere a biobrichetelor din amestecuri de reziduuri agricole torefiate.

Implementarea rezultatelor științifice: Rezultatele obținute sunt implementate la SRL „Brilanprim”, și SRL „BIOBRIPIL-PLUS.

Aprobarea rezultatelor. Aspectele teoretice și aplicative au fost prezentate și aprobate la ședințele comune ale catedrei *Mentenanța mașinilor și ingineria materialelor* și a *Laboratorului de biocombustibili solizi* (2016, 2017, 2018), seminarului intercatedral al Facultății de Inginerie Agrară și Transport Auto, UASM (2016 și 2017); conferința științifică a studenților UASM (2010, 2011, 2012, 2017, 2018), Seminarul teoretico - practic organizat de către LBCS și proiectul Energie și biomasă (2018); Brifingul Moldagroteh *Ziua tineretului Agrogenație* (2015, 2016, 2017); Simpozionul Științific Internațional organizat cu ocazia aniversării de 80 ani ai UASM (2013); Simpozionul Științific Internațional organizat cu ocazia aniversării de 65 ani ai FIATA UASM (2015); Colocviul științific „Orientări actual în cercetarea doctorală”, ed. VII-a, Bălți, 2017; Simpozionul Științific Internațional organizat cu ocazia aniversării de 85 ani ai UASM (2018).

Publicații la tema tezei. Rezultatele obținute și prezentate în teza de doctorat au fost publicate în 15 lucrări științifice, inclusiv: 3 articole fără coautori, 7 articole în reviste specializate de profil incluse în cele mai importante baza de date internaționale, 5 articole în culegeri internaționale/naționale și 3 teze publicate cu ocazia unor comunicări științifice.

Volumul și structura tezei. Lucrarea este compusă din introducere, patru capitole, concluzii generale și recomandări, bibliografie din 129 titluri, 12 anexe, 123 pagini (până la bibliografie), 40 figuri, 21 tabele.

Cuvinte-cheie: Asigurarea calității, Biocombustibili solizi, Biobrichete; Reziduuri agricole; Tehnologie, Torefiere.

CONȚINUTUL TEZEI

În **Introducere** se face referire la importanța și actualitatea temei abordate, motivația care a stat la baza alegerii temei respective, problemele științifice referitoare la asigurarea calității biobrichetelor produse din reziduuri agricole, este formulat scopul, obiectul și obiectivele cercetării la care lucrarea își propune să formuleze răspunsuri, se evidențiază noutatea și originalitatea științifică, importanța teoretică și valoarea aplicativă a lucrării.

Capitolul 1 intitulat „*Analiza situației în domeniul managementului calității biocombustibililor solizi densificați în acord cu politicile UE referitor la dezvoltarea surselor regenerabile de energie*” cuprinde o sinteză a analizei existente, cunoscute din literatura de specialitate referitoare la rolul energiei din biomasă asupra dezvoltării surselor regenerabile de energie. Se prezintă rolul bioenergiei pentru zonele rurale, situația existentă cu evidențierea posibilelor sinergii care ar putea să faciliteze producerea biocombustibililor solizi din reziduuri agricole, luând în considerare și dezvoltarea durabilă rurală, sinergii care, la moment, rămân în mare măsură nevalorificate.

Se acordă o importanță deosebită studierii factorilor care influențează calitatea biocombustibililor densificați, a particularităților biobrichetelor și a cunoașterilor referitoare la resursele de materie primă folosită la producerea acestora. Pentru a reduce impactul negativ al factorilor care influențează cunoașterea potențialului real de biomasă utilizabilă energetic s-a argumentat folosirea clasificării tipurilor de biomasă dată în rapoartele *Biomass Energy Europe (BEE)* și anume potențialul teoretic, tehnic, economic și sustenabil de implementare.

În baza analizei datelor diferitor autori, referitoare la influența variabilelor densificării, originii și caracteristicilor materiei prime asupra calității biocombustibililor densificați au fost scoși în evidență principalii parametri care asigură trecerea biobrichetelor la categoria calității cerute de către normele internaționale ENPlus și s-a înaintat ipoteza despre posibilitatea îmbunătățirii calității biobrichetelor produse din reziduuri agricole prin torefierea biomasei înainte de densificare.

În scopul confirmării ipotezei înaintate au fost structurate căile de realizare a obiectivelor trasate prin estimarea potențialului sustenabil de implementare al principalelor tipuri de reziduuri agricole, optimizarea componentelor amestecurilor de biomasă agricolă apelând la necesitatea obținerii unor parametri calitativi conformi

normelor ENPlus, alegerea itinerarului tehnologic cu argumentarea regimurilor de torefiere și densificare.

Capitolul finalizează cu formularea concluziilor și concretizarea direcțiilor de aprofundare a cercetărilor.

Capitolul 2 intitulat „*Metodica generală de cercetare, materiale, metode de preparare și de analiză*” se bazează pe un studiu organizat și realizat în Laboratorul de Biocombustibili Solizi din cadrul Universității Agrare de Stat din Moldova. O parte din cercetări au fost efectuate în Centrul de Biomasă pentru Energie din Miranda do Corvo, Portugalia. Studiul a fost organizat în trei etape distincte.

În prima etapă se prezintă metodică analizei literaturii de specialitate, selectarea subiectelor de revizuire și procedurile de căutare. La această etapă, s-a recurs la o abordare științifică a stadiului actual bazată pe o analiză sistemică și comparativă a datelor existente în domeniul asigurării calității biocombustibililor densificați în formă de brichete.

La nivel de metodologie, metode și proceduri de cercetare, s-a utilizat o analiză descriptivă a problematicii referitoare la tema tezei de doctorat care a permis o delimitare a conceptelor existente cu referire la îmbunătățirea calității biocombustibililor densificați. Studiul a fost realizat reieșind din scopul lucrării care are drept țintă crearea unei imagini cât mai veridice a realității referitoare la asigurarea calității biobrichetelor produse din reziduuri agricole. Au fost abordate subiecte care se referă doar la biobrichetele pentru utilizări neindustriale care, la ziua de astăzi, sunt cele mai răspândite în condițiile Republicii Moldova.

Etapa a doua se referă la metodică cuantificării cantitative și calitative a biobrichetelor și materiei prime din care acestea au fost fabricate. Pentru aceasta a fost organizat un laborator de experimentare a obiectului cercetării dotat cu utilajul necesar. O parte din utilaj a fost proiectat și fabricat special pentru realizarea investigațiilor din această lucrare (instalația de densificare singulară a brichetelor, instalația de torefiere), celălalt utilaj a fost acceptat din lista celui existent în Laboratorul de biocombustibil solid UASM. Tot utilajul de fabricare a probelor și de măsurare a parametrilor investigați, precum și metodele folosite în cercetare sunt validate și acceptate în modul stabilit, dovedit prin faptul că laboratorul este acreditat de către Centul Național de Acreditare MOLDAC.

Un element important prezintă metodică folosită la selectarea materiei prime, eșantionarea și prepararea eșantioanelor. La acest capitol s-a pornit de la necesitatea obținerea unor date cât mai complete, explicite, veridice cu o atitudine directă la explicarea ipotezei de lucru înaintată. Astfel, speciile de culturi agricole au fost selectate luând în considerare posibilitatea folosirii acestora în calitate de materie primă la producerea biobrichetelor cu caracteristici conforme cerințelor internaționale ENPlus în stare brută sau în amestecuri.

Eșantioanele s-au prelevat în conformitate cu cerințele standardului SM EN 18135:2017. Reziduurile lemnoase au fost colectate după lucrările de tăiere a următoarelor specii de pomi fructiferi: meri, peri, gutui, vișini, cireși, caiși, piersici, nectarine și pruni și de la tăierea viței-de-vie de soiuri de masă și tehnice. Reziduurile erbacee, de asemenea, au fost estimate la parametrii specifici prezenți imediat după

recoltare. Prepararea eșantioanelor s-a realizat prin metoda sferturilor conform cerințelor standardului SM EN ISO 14780:2017.

Valoarea calorifică a probelor a fost determinată în conformitate cu standardul SM EN ISO 18125:2017. Inițial a fost măsurată valoarea calorifică superioară pentru probe cu umiditatea 0 în bomba calorimetrică LAGET MS – 10A, apoi a fost calculată valoarea calorifică inferioară la presiune constantă pornind de la valoarea calorifică superioară pentru probele uscate folosind următoarea relație:

$$q_{p,net,d} = q_{v,gr,d} - 212,2 \cdot w(H)_d - 0,8 \cdot [w(O)_d + w(N)_d], \quad (1)$$

în care $q_{p,net,d}$ este valoarea calorifică inferioară la presiune constantă determinată pentru probe uscate, J/g; $q_{v,gr,d}$ – valoarea calorifică superioară la volum constant, J/g; $w(H)_d$ – participația masică a hidrogenului în bază uscată, %; $w(O)_d$ – participația masică a oxigenului în bază uscată, %; $w(N)_d$ – participația masică a azotului în bază uscată, %.

Pentru probele cu un conținut de umiditate cerută M (de exemplu umiditatea totală la recepție, M_{ar}), valoarea calorifică la presiune constantă s-a calculat cu relația:

$$q_{p,net,m} = q_{p,net,d} \cdot (1 - 0,01M) - 24,43 \cdot M. \quad (2)$$

Conținutul de umiditate a fost determinat în bază uscată și în bază umedă prin metoda cântăririi conform seriei de standarde SM EN ISO 18134 1-3: 2017 care presupun eliminarea umidității din materialul supus încercării.

Conținutul de umiditate în bază uscată a fost calculat folosind următoarea formulă:

$$U_d = \frac{m-m_0}{m_0} 100\%, \quad (3)$$

unde m reprezintă masa probei de biomasă în stare umidă în g; m_0 – masa aceleiași probe de biomasă estimată după uscare în etuvă până la o valoare constantă, g.

Conținutul de umiditate în bază umedă a fost determinat cu relația:

$$M_{ar} = \frac{m-m_0}{m} 100\%, \quad (4)$$

Masa probelor pentru care s-a determinat conținutul de umiditate s-a stabilit în funcție de precizia cântăririi și de dimensiunile particulelor materialelor testate.

Conținutul de cenușă a fost stabilit în bază uscată conform cerințelor standardului SM EN 18122:2017 prin calcinarea lentă a probelor în cuptorul electric cu mufă LAC tip LH 05/13 la temperatura de 550°C timp de cel puțin 6 ore.

Probele pentru care s-a determinat conținutul de cenușă au fost preparate conform standardului SM EN 14780:2017 și au avut dimensiunea nominală a particulelor de maximum 1mm. Dimensiunea maximă de 1 mm al particulelor s-a asigurat prin cernerea biomasei printr-o sită calibrată cu ecranul ochiurilor de 1 mm.

Conținutul de cenușă s-a calculat cu formula:

$$A_d = \frac{(m_3-m_1)}{(m_2-m_1)} \cdot 100 \cdot \frac{100}{100-M} \quad (5)$$

în care m_1 este masa creuzetului gol, g; m_2 – masa creuzetului plus masa probei supuse testării, g; m_3 – masa creuzetului plus masa cenușii, g; M – umiditatea probei analizate, %.

Analiza chimică a biomasei a fost efectuată în Laboratorul de Biocombustibili Solizi din UASM la analizorul elemental Vario MACRO cube CHNS&Cl. Detecția și analiza cantitativă s-a efectuat cu ajutorul unui detector de conductibilitate termică TCD

(Thermal Conductivity Detector). Prelucrarea rezultatelor s-a operat cu Softwardul aplicat EAS care asigură afișarea, monitorizarea, înregistrarea și procesarea informației necesare pentru caracterizarea elementelor chimice analizate.

O parte din probe, și anume cele care țin de produsul finit, au fost încercate în Laboratorul de biocombustibili din Institutul de Biomasă pentru Energie din Miranda do Corvo, Portugalia la analizorul elemental LECO 628 în timpul stagiului meu din 2018 (fig. 1).



Figura 1 Aspecte la realizarea analizei chimice a probelor examinate la analizorul elemental Vario MACRO Cube CHNS&Cl (LBCS) și la analizorul LECO (Laboratorul de încercări a Centrului de Biomasă pentru Energie din Portugalia)

Densitatea particulelor a fost determinată prin metoda stereometrică în conformitate cu standardul SM EN ISO 18847:2017 și a fost calculată cu relația:

$$DE = \frac{m}{V_b}, \quad (6)$$

în care DE este densitatea particulelor în g/cm^3 ; m – masa probei în g; V_b – volumul brichetei în cm^3 .

Volumul pentru brichetele cilindrice cu profil regular (fără gaură) s-a determinat cu relația:

$$V_b = \frac{D_{em}^2 \cdot \pi \cdot L_m}{4}, \quad (7)$$

în care V_b este volumul brichetei, în cm^3 ; L_m – lungimea medie a brichetei a două măsurări; D_{em} – valoarea medie a șase măsurări pentru diametrul D_e .

Măsurările s-au realizat cu un șubler digital cu precizia 0,01 mm.

În etapa a III a fost elaborată metodica determinării potențialului reziduurilor agricole pentru energie bazată pe metodologia propusă de către BEE (Biomass Energy Europe). Pentru calcularea *potențialului teoretic*, care reprezintă cantitatea de energie maximă posibilă de a fi obținută din reziduurile agricole specifice unei suprafețe date, s-a folosit relația:

$$PTR_{M=10\%} = S_i \cdot m_{p.b.rec.} \cdot \left(1 - \frac{M_{rec}-10}{100}\right) \cdot K_{rez. rec} \cdot q_{p,net.M=10\%} \quad (8)$$

în care $PTR_{M=10\%}$ reprezintă potențialul teoretic de reziduuri în MJ/an; S_i suprafața pentru care este estimat potențialul energetic al reziduurilor agricole, în 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 calorică inferioară a biomasei cu conținutul de umiditate egal cu 10%.

Potențialul sustenabil de implementare a fost calculat, luând în considerare, în ansamblu, factorii tehnici, economici și de sustenabilitate, cu următoarea relație:

$$PSI_{M=10\%} = PTR_{M=10\%} \cdot k_{d.t-e} \cdot (1 - k_{per}), MJ/an \quad (9)$$

în care $PSI_{M=10\%}$ reprezintă 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.

Capitolul 3, intitulat „*Specificul cantitativ și calitativ al potențialului de biomasă provenită din reziduuri agricole, prin prisma folosirii pentru producerea biobrichetelor ENPlus*” prezintă un studiu experimental, realizat în conformitate cu algoritmul din figura 2, folosind o evaluare de la simplu la complex.



Figura 2.
Algoritmul
estimării cantitative
și calitative a
biomasei pentru
care s-a determinat
potențialul
energetic

Din diagrama prezentată se vede că studiul prezintă un proces ciclic compus din 6 pași interconecși, fiecare din care are rolul său distinct.

Primul pas. *Selectarea tipurilor de reziduuri agricole.* Speciile de culturi agricole s-au stabilit în baza datelor statistice cu privire la producția agricolă în zonele respective, luând în considerare posibilitățile tehnice, economice și de mediu cu privire la folosirea reziduurilor culturilor selectate în calitate de materie primă pentru producerea biocombustibililor densificați. Speciile de culturi agricole, luate în studiu, sunt prezentate, sintetic, în tabelul 1.

Tabelul 1. Potențialul energetic al reziduurilor agricole în Regiunea de Dezvoltare Nord, Republica Moldova

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.t.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
Fructe sămânțoase¹⁾	15 064	9343									600,99	520,79	432,72	374,97
...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
Fructe sîmburoase¹⁾	2 793	4807									55,52	40,77	39,98	29,35
... 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
...caiși	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
Vii	269	2473									3,42	2,59	0,92	0,70
...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
Grâu de toamnă și de primăvară - total	105 443	3517	0,82 ± 0,04	0,86	0,78	0,25	0,10	17,68	17,12	15,16	4463,58	4048,37	1004,31	910,88
Orc de toamnă și de primăvară - total	19 695	3213	0,75 ± 0,04	0,79	0,71	0,25	0,10	24,34	17,25	15,28	654,33	588,07	147,22	132,31
Ovăz	226	2023	0,7 ± 0,03	0,73	0,67	0,25	0,10	19,48	16,84	14,91	4,50	4,13	1,01	0,93
Porumb boabe	58 850	3353									2915,02	2663,38	1639,70	1498,15
... 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
...ciocălăi	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
Floarea-soarelui - total	116 158	1860	1,25 ± 0,05	1,30	1,20	1,00	0,30	45,04	15,78	13,96	2547,05	2351,12	1782,93	1645,78
Total														
11244,42														
10219,21														
5048,79														
4593,08														

Legendă: Au fost folosite următoarele semnificații Si - suprafața pentru care este estimat potențialul energetic al reziduurilor agricole; mp.b.i. - masa anuală a producției de bază de pe un hectar; K_{rez.rec.} - factorul unitar de conversie pentru cultura respectivă la recoltare; k_{d.t.e.} - coeficient disponibilitate tehnico-economică; k_{per.} - coeficient pierderi; q_{p,net} - valoarea calorică inferioară a biomasei la presiune constantă; d - în bază uscată; M=10% - în bază umedă; RTR M=10% - potențialul teoretic de reziduuri pentru M=10%; PSI_{M=10%} - potențialul sustenabil de implementare pentru M=10%.

Pasul 2. Determinarea factorului de conversie. Studiile și estimările potențialului energetic al reziduurilor agricole trebuie să trateze integral aspectele legate de acuratețea datelor referitoare la toți factorii care determină potențialul rezonabil de piață, adică potențialul sustenabil de implementare. În acest sens, unul din factorii principali care influențează încrederea datelor existente referitoare la potențialul energetic al biomasei, este factorul unitar de conversie ($K_{rez.}$). Acest parametru se determină prin raportul dintre masa reziduurilor și masa producției de bază a culturilor respective. O prezentare sintetică a factorului unitar de conversie pentru reziduurile studiate este prezentată în tabelul 1.

Factorul unitar de conversie pentru culturile erbacee studiate variază foarte mult de la o specie la alta. Cel mai mare factor unitar de conversii s-a dovedit a fi pentru tulpinile de porumb ($K_{rez. rec} = 1,11 \pm 0,05$), urmat de paiele de grâu ($K_{rez. rec} = 0,82 \pm 0,04$), paiele de orz ($K_{rez. rec} = 0,75 \pm 0,04$) și cele de ovăz ($K_{rez. rec} = 0,70 \pm 0,03$). Cel mai mic factor de conversie este pentru ciocălăii de porumb ($K_{rez. rec} = 0,22 \pm 0,01$) și tulpinile și frunzele de floarea-soarelui ($K_{rez. rec} = 0,25 \pm 0,05$). În același timp, valoarea factorului unitar de conversie (intervalul de încredere) pentru una și aceeași specie de cultură erbacee variază în limite foarte mici. De exemplu, ce-a mai mare diferență se urmărește la reziduurile de tulpini de porumb și la cele de tulpini și frunze de floarea-soarelui (0,1 absolut), iar cea mai mică diferență s-a semnalat la ciocălăii de porumb (0,02 absolut). Acest lucru poate fi explicat prin specificul formării cantității de reziduuri care, de regulă, se produce cu tehnică specializată, în termeni optimi de recoltare.

Analiza datelor obținute pentru culturile agricole arboricole și pentru vița-de-vie arată că factorul unitar de conversie pentru aceste culturi este semnificativ mai mic ca la reziduurile agricole erbacee și se înscrie în limitele de la 0,14 - pentru reziduurile de gutui până la 0,40 - pentru reziduurile de vița-de-vie soiuri de masă.

Pasul 3. Determinarea principalelor caracteristici. Pentru determinarea potențialului energetic al biomasei sunt necesare date cu privire la conținutul de umiditate și valoarea calorifică a acesteia. La rândul său, pentru determinarea valorii calorifice inferioare trebuie să se cunoască conținutul principalelor elemente chimice și conținutul de cenușă rezultat de la ardere.

Cunoașterea valorii conținutului de umiditate al biomasei la recoltare este un element foarte important pentru determinarea potențialului energetic, dar și pentru argumentări tehnico-economice la întocmirea planurilor de afacere a producătorilor de biocombustibili densificați. Conținutul de umiditate influențează cheltuielile necesare pentru transportarea, stocarea și condiționare materiei prime.

O altă latură ce ține de conținutul de umiditate a materiei prime se referă la aspectul tehnologic, în special la procesul de densificare a particulelor de care depinde direct durabilitatea mecanică și densitatea particulelor brichetelor, iar indirect, cheltuielile legate de condiționarea materiei prime înainte de densificare. La aceasta se mai adaugă și faptul că conținutul de umiditate din produsul finit este unul din factorii importanți care influențează valoarea calorifică a brichetelor, randamentul și comoditatea în exploatare a termocentralelor, capacitatea de păstrare și transportare a biocombustibililor.

În cazul brichetelor se consideră optimă umiditatea materiei prime egală cu 8 – 12% iar umiditate produsului finit nu trebuie să depășească 12% pentru brichetele de

clasa A1 și 15% pentru celelalte clase de calitate. Practica Laboratorului de Biocombustibili Solizi UASM, care prestează servicii de testarea a biocombustibililor solizi pentru agenții economici, arată că, de regulă, conținutul de umiditate în biobrichete variază în limitele $10 \pm 2\%$.

Având în vedere cele expuse anterior, calcularea potențialului energetic este necesar să se efectueze pentru biomasa cu umiditatea de 10%. Deci, este important să se cunoască diferența dintre umiditatea biomasei la recoltare și cea optimă pentru procesare. Această diferență trebuie considerată la stabilirea potențialului energetic al reziduurilor respective și la determinarea factorului unitar de conversie, precum și la calcularea cheltuielilor necesare pentru condiționarea biomasei înainte de densificare.

Rezultatele determinării conținutului de umiditate a reziduurilor agricole studiate pot fi urmărite în tabelul 1. Se observă că cea mai mare umiditate este prezentă în ciocălăii de porumb (45,92%) și în tulpinile și frunzele de floarea-soarelui (45,04%), deci anume aceste reziduuri consumă cea mai multă energie pentru condiționarea lor prin uscare adică, din punct de vedere economic, necesită cheltuieli mai mari pentru uscare decât celelalte reziduuri erbacee și arboricole.

Paiele, din contra, au o umiditate mai redusă și se recomandă să fie stocate și transportate la locul de producere a biocombustibililor, deoarece umiditatea lor la recoltare este aproximativ egală cu cea necesară pentru procesare. În același timp paiele, fiind un material higroscopic, își schimbă conținutul de umiditate destul de repede, valoarea acesteia fiind condiționată de umiditatea și temperatura mediului înconjurător. Cu toate acestea, din punct de vedere al conținutului de umiditate, paiele sunt economic argumentate de a fi folosite în calitate de materie primă la producerea biocombustibililor densificați, inclusiv a brichetelor.

Analiza umidității reziduurilor provenite de la tăierea de îngrijire a diferitor soiuri de viță-de-vie a arătat că conținutul de umiditate a reziduurilor provenite din soiuri tehnice este ceva mai mică ca la soiurile de masă. Astfel, conținutul mediu de umiditate a reziduurilor provenite de la soiurile de viță-de-vie tehnice constituie $34,9 \pm 2,02\%$ iar de la soiurile de masă este egal cu $37,12 \pm 1,82$.

Analizând datele referitoare la valoarea calorifică se constată că toate reziduurile arboricole posedă o valoare calorifică care depășește cerințele normelor ENPlus pentru biobrichete. Cele mai ridicate valori calorifice s-au înregistrat la reziduurile de cireși ($q_{vgr.d.} = 22,05$ MJ/kg, $q_{p,net.m=10.} = 18,49$ MJ/kg), urmate de reziduurile de pruni ($q_{vgr.d.} = 21,40$ MJ/kg, $q_{p,net.m=10.} = 17,82$ MJ/kg). Cele mai joase valori calorifice au fost semnalate la reziduurile de gutui ($q_{vgr.d.} = 20,11$ MJ/kg, $q_{p,net.m=10.} = 16,66$ MJ/kg) și la cele de meri ($q_{vgr.d.} = 20,28$ MJ/kg, $q_{p,net.m=10.} = 16,83$ MJ/kg).

Din reziduurile erbacee, după valoarea calorifică, doar ciocălăii de porumb se înscriu în limitele stabilite de normele ENPlus pentru brichete, adică permite obținerea unor biobrichete cu valoarea calorifică inferioară mai mare de 15,5 MJ/kg.

Pasul 4. Determinarea suprafețelor de însămânțare și a roadei globale. Pentru a putea corela potențialul de reziduuri pretabile de a fi folosite în calitate de materie primă pentru producerea biocombustibililor solizi, este necesară o corelare dintre cantitatea de reziduuri și roada globală obținută în mediu într-o anumită regiune. În acest scop s-a realizat o estimare a principalilor indicatori referitori la producția speciilor de culturi agricole ale căror reziduuri pot fi folosite în calitate de materie

primă la fabricarea biobrichetelor pentru condițiile Regiunii de Dezvoltare Nord, întreprinderi agricole și gospodării țărănești. Analiza s-a realizat pentru 3 ani de activitate și anume 2015 ... 2017. Datele au fost preluate din Baza Națională de Statistică a Republicii Moldova și au servit temei pentru calculul potențialurilor teoretic și sustenabil de energie pasibil de a fi obținut din reziduurile agricole produse în Regiunea de Dezvoltare Nord a Republicii Moldova.

Pasul 5. *Determinarea potențialului teoretic al reziduurilor din Regiunea de Dezvoltare Nord a Republicii Moldova.* Potențialul teoretic al reziduurilor agricole s-a determinat pentru umiditatea reziduurilor egală cu 10%. Rezultatele obținute remarcă că în Regiunea de Dezvoltare Nord a Republicii Moldova din activități agricole rezultă un potențial teoretic de biomasă pentru energie de la 10219,21 până la 11244,42 TJ/an.

Cel mai mare potențial teoretic se obține de la cultivarea grâului de toamnă și primăvară (4048,37 - 4463,58 TJ/an) urmat de porumb (2663,38 – 2915,92 TJ/an) și floarea-soarelui (2351,12 – 2547,05 TJ/an). Este foarte mic potențialul teoretic de reziduuri obținut de la cultivarea viței-de-vie (2,59 – 3,42 TJ/an) și cel de la cultivarea ovăzului (4,13 – 4,5 TJ/an).

Pasul 6. *Determinarea potențialului sustenabil de implementare a reziduurilor agricole.* Din potențialul teoretic doar o parte poate fi implementată pentru producerea biocombustibililor. Această limitare este cauzată de un șir de factori tehnici, economici și de mediu, factori care reduc semnificativ cota de reziduuri pretabile de a fi folosite în calitate de materie primă pentru energie.

Rezultatele obținute au arătat că, în virtutea factorilor de influență, potențialul sustenabil de implementare obține alte valori în raport cu cel teoretic, valori care sunt estimate în anumite condiții și stimulente dictate de piață și de către cerințele de mediu. În tabelul 2 este prezentată ierarhizarea potențialului sustenabil de energie pentru principalele tipuri de reziduuri erbacee.

Deoarece biomasa arboricolă posedă aproximativ aceleași valori calorifice pentru calcule economice este rezonabil de a fi sumate toate reziduurile agricole arboricole într-o singură grupă.

Tabelul 2. Ierarhizarea tipurilor de biomasă după potențialul sustenabil de implementare

Denumire cultură	PSI _{M=10%}					
	maxim		minim		mediu	
	TJ/an	%	TJ/an	%	TJ/an	%
Floarea-soarelui - total	1782,93	35,31	1645,78	35,83	1714,36	35,57
Porumb boabe - total	1639,7	32,48	1498,15	32,62	1568,93	32,55
Grâu de toamnă și de primăvară- total	1004,31	19,89	910,882	19,83	957,59	19,86
Fructe sâmbânțoase- total	432,715	8,57	374,972	8,16	403,84	8,37
Orz de toamnă și de primăvară - total	147,224	2,92	132,315	2,88	139,77	2,90
Fructe sâmburoase- total	39,976	0,79	29,353	0,64	34,66	0,72
Ovăz	1,014	0,02	0,92	0,02	0,97	0,02
Vii - total	0,924	0,02	0,699	0,02	0,81	0,02
Total	5048,79	100,00	4593,08	100,00	4820,93	100,00

Se remarcă că din totalul potențialului sustenabil de implementare al reziduurilor agricole pot fi folosite direct la producerea biobrichetelor ENPlus doar reziduurile arboricole (cca. 9%) și o parte modestă (cca 5%) din reziduurile de porumb și floarea-soarelui. Celelalte reziduuri pot fi folosite la producerea biobrichetelor de calitate mai inferioară sau în amestec cu alte tipuri de biomasă lemnoasă.

Capitolul IV intitulat „*Îmbunătățirea calității biobrichetelor în acord cu politicile de dezvoltare a sursele regenerabile de energie*” se concentrează, mai întâi, asupra cercetărilor referitoare la optimizarea constituției materiei indigene folosite la producerea biobrichetelor cu caracteristici conforme exigențelor standardelor UE referitoare la calitatea biocombustibililor solizi prin: analiza perspectivelor producerii biocombustibililor solizi densificați din reziduuri agricole cu caracteristicii ENPlus; perspectivele folosirii reziduurilor erbacee și a amestecurilor formate pe baza acestora la producerea biobrichetelor cu caracteristici ENPlus; îmbunătățirea calității biobrichetelor prin optimizarea amestecurilor de materie primă. Apoi, în baza rezultatelor obținute, se realizează cercetări cu privire la efectele tofierii materiei prime înainte de brichetare, soldate cu perfecționarea tehnologiei de brichetare și justificarea tehnico-economică a procesului propus.

O analiză comparativă a biobrichetelor produse din diferite reziduuri erbacee a demonstrat că majoritatea brichetelor produse din reziduuri agricole erbacee nu corespund cerințelor ENplus la un șir de parametri calitativi. De exemplu, estimarea calitativă a reziduurilor de floarea-soarelui și a brichetelor produse din acestea arată că brichetele din coajă de semințe de floarea-soarelui, în esență, corespund cerințelor normelor ENPlus (conținutul de S depășește puțin norma admisă), iar brichetele din reziduuri integrate de floarea-soarelui (tulpini, frunze, pălării) nu corespund la nici un parametru cerințelor ENPlus. Mai mult ca atât, conținutul de cenușă rezultat de la arderea biobrichetelor din reziduuri integrate de floarea-soarelui este foarte mare ($A = 10,4\%$), iar valoarea calorifică inferioară la recepție este foarte mică ($q_{p,net,r} = 13,98$ MJ/kg) ce atestă calitate foarte joasă a acestor brichete. Astfel, se poate concluziona că reziduurile de floarea-soarelui, cu excepția cojii de semințe, în stare brută nu pot fi recomandate pentru producerea biobrichetelor cu caracteristici ENPlus.

Analiza biobrichetelor produse din reziduuri de porumb și a reziduurilor propriu zise constată că caracteristicile produsului finit nu suportă modificări importante în comparație cu materia primă. Cele mai calitative biobrichete s-au obținut din boabe de porumb ($q_{p,net,M=10\%} = 16,3$ MJ/kg), fapt pentru care, în unele țări, boabele de porumb se folosesc destul de frecvent la producerea biocombustibililor lichizi, în special al metanolului și etanolului (Marian, Pavlenco et al., 2013b, p. 87). De menționat că boabele de porumb prezintă un valoros produs alimentar și nu se recomandă de a fi folosit în calitate de materie primă la producerea biocombustibililor densificați, cu excepția celor degradate. Pe locul doi, ca valoare calorifică, se plasează brichetele produse din ciocălăi cu o valoare calorifică $q_{p,net,M=10\%} = 15,78$ MJ/kg și pe ultimul loc brichetele din reziduuri integrate cu valoarea calorifică $q_{p,net,M=10\%} = 14,82$ MJ/kg (mai mică ca valoarea minimă recomandată de către normele ENPlus).

Analiza biobrichetele produse din reziduuri provenite din spicoase (paie de grâu, de orz și de ovăz) arată că aceste produse ca valoare calorifică sunt foarte aproape de limita minimă recomandată de normele ENPlus (15,5 MJ/kg). Cele mai

bune brichete sunt cele din paie de orz cu o valoare calorifică inferioară $q_{p, \text{net}, M=10\%} = 15,28 \text{ MJ/kg}$ și cu un conținut de cenușă de 2,47%.

La estimarea posibilității folosirii anumitor reziduuri la producerea biocombustibililor solizi o importanță foarte mare revine conținutului de cenușă. Cenușa de plante conține mult potasiu, magneziu, calciu, și alte elemente minerale datorită cărora poate fi folosită ca fertilizant. În plus, cenușa nu conține minerale grele și alți contaminanți. În același timp, cenușa este un balast care provoacă multe probleme pe parcursul procesării și combustiei biocombustibililor. Prezența cenușii micșorează valoarea calorifică inferioară, siliciul contribuie la accelerarea uzării aparatelor de lucru a mărunțitoarelor, potasiul și calciul înrăutățește procesul de ardere prin depunerea de corpuri străine pe schimbătoarele de căldură și prin formarea zgurii la baza cuptoarelor de ardere, clorul ia parte la formarea de compuși care împreună cu alți compuși cauzează efecte corozive intense a pieselor metalice din aparatele de ardere. Anume din aceste cauze, normele ENPlus au stabilit limite destul de rigide referitoare la conținutul de cenușă la certificarea biobrichetelor și anume 1% - pentru categoria A1, 1,5% pentru categoria A2 și 3% - pentru categoria B.

Analiza comparativă a conținutului de cenușă (fig. 3) remarcă că conținutul de cenușă rezultat de la arderea biobrichetelor este ceva mai mare ca cel rezultat de la arderea materiei prime din care au fost produse brichetele. Aceasta se explică prin pătrunderea în materia primă în procesul de colectare, transportare, condiționare și densificare a diferitor incluziuni de sol, nisip praf și alte impurități care măresc conținutul de cenușă. De asemenea, se constată că, după conținutul de cenușă, nici un reziduu din cele estimate nu asigură producerea biobrichetelor de clasa A1. Din boabe de porumb pot fi fabricate biobrichete de clasa A2, iar din ciocălăi de porumb, paie de orz și de ovăz, și din coajă de floarea-soarelui pot fi produse biobrichete din categoria B ENPlus. Cel mai mare conținut de cenușă s-a marcat la biobrichetele produse din reziduuri de floarea-soarelui și din paie de grâu.

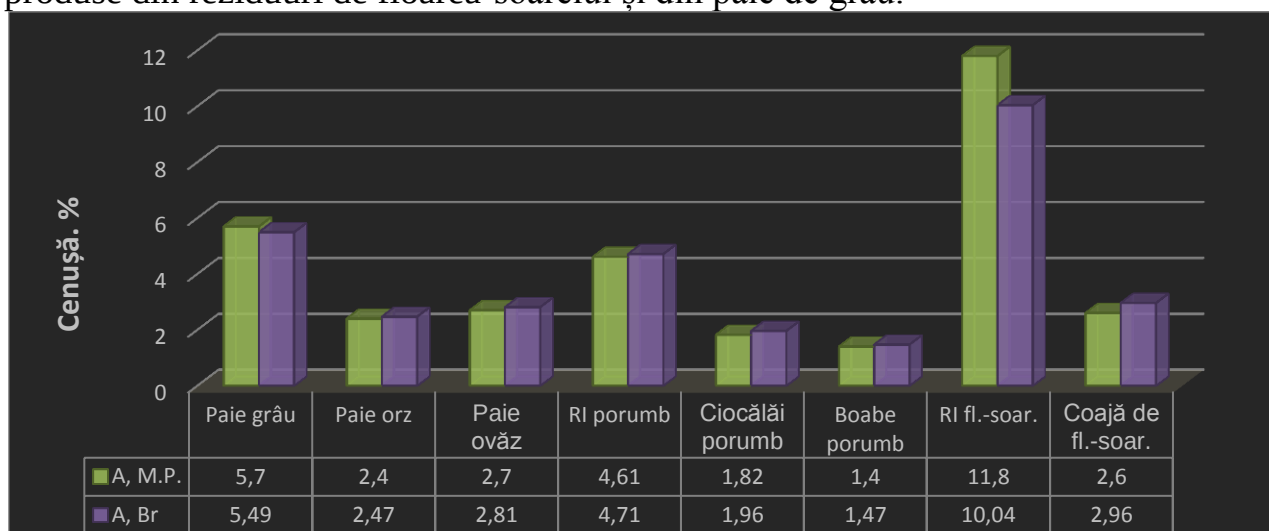


Figura 3. Conținutul de cenușă a materiei prime și brichetelor produse din reziduuri agricole erbacee: RI – reziduuri integrale formate din tulpini, frunze și pănuși, în cazul porumbului și din tulpini, frunze și pălării – în cazul floarii-soarelui

Un alt important parametru care limitează folosirea reziduurilor agricole erbacee în calitate de materie primă la producerea biobrichetelor este valoarea calorifică a

acestora. Normele ENPlus limitează, pentru toate trei clase de calitate a biobrichetelor, cota minimă a valorii calorifice inferioară la recepție la 15,5 MJ/kg (4,3 kWh/kg). Acestor cerințe corespund biobrichetele produse din coajă de floarea-soarelui, boabe de porumb și ciocălăi de porumb (fig. 4). Foarte aproape de limita minimă impusă pentru valoarea calorifică de către normele ENPlus se află biobrichetele din paie de orz și de grâu. Astfel, este rezonabil ca aceste reziduuri să se folosească la formarea amestecurilor de materie primă pentru producerea biobrichetelor cu caracteristici ENPlus.

Cerințele cu privire la conținutul de elemente chimice în biobrichete au devenit mai lejere în comparație cu cerințele din standardele precedente. Astfel, standardul SM EN ISO 17225-3:2017, în raport cu standardul SMV EN 14916-3:2012 permite un conținut maxim de sulf pentru clasele A1 și A2 egal cu 0,4% față de 0,3 în standardul vechi și cel mult 0,5% în raport cu 0,4% pentru clasa B. Celelalte cerințe cu privire a compoziția chimică au rămas neschimbate.

Analiza chimică a reziduurilor agricole erbacee raportează că în funcție de conținutul de azot, în clasa A1 nu se înscrie nici un tip de biobrichete, clasei A2 corespund brichetele din toate tipurile de paie, din ciocălăi și boabe de porumb. Biobrichetele fabricate din celelalte tipuri de reziduuri se înscriu în clasa ENPlus B.

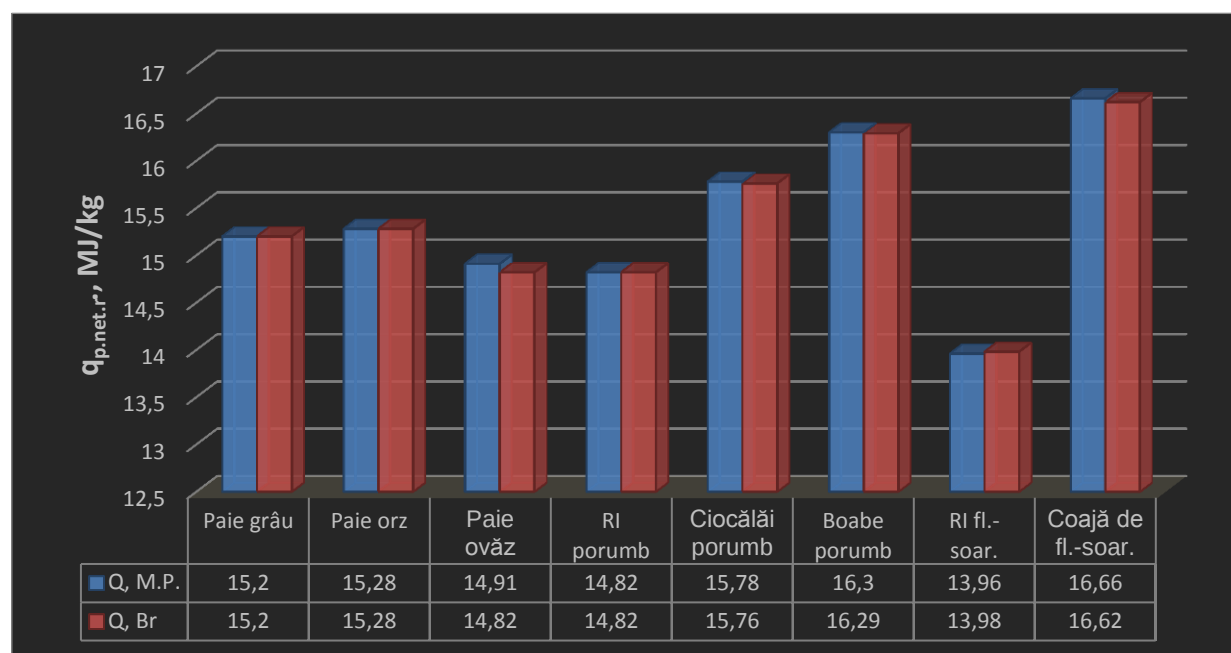


Figura 4 Valoarea calorifică a materiei prime și brichetelor produse din reziduuri agricole erbacee

În funcție de conținutul de sulf, biobrichete de clasa ENPlus A1 și A2 pot fi fabricate doar din ciocălăi de porumb. Celelalte tipuri de reziduuri, cu excepția celor întregi de porumb și de floarea-soarelui și celor din coajă de floarea soarelui pot fi folosite la producerea biobrichetelor ENPlus B.

Analizând complex toți parametrii calitativi normalizați de cerințele ENPlus ai brichetelor produse din reziduuri erbacee s-a dedus că cea mai indicată cale de folosire a acestora este formarea de amestecuri și că cele mai indicate pentru acest scop sunt toate tipurile de paie. Acest lucru se confirmă și prin potențialul sustenabil de energie destul de mare al acestui tip de reziduuri.

Aprecierea biobrichetelor fabricate din biomasă arboricolă remarcă că, în funcție de valoarea calorifică, toate reziduurile agricole arboricole asigură o valoare calorifică superioară celei stipulate în normele ENPlus. Cea mai ridicată valoare calorifică posedă biobrichetele produse din cireși ($q_{p, \text{net}, M=10\%} = 17,997 \text{ MJ/kg}$), meri ($q_{p, \text{net}, M=10\%} = 17,721 \text{ MJ/kg}$) și cele din pruni ($q_{p, \text{net}, M=10\%} = 17,702 \text{ MJ/kg}$).

Referitor la conținutul de cenușă a biobrichetelor fabricate din reziduuri agricole arboricole, s-a constatat că cea mai puțină cenușă rezultă de la arderea biobrichetelor din pruni (0,74%) și din meri (0,9%). După acest indicator aceste biobrichete se înscriu în clasa A1 ENPlus. Toate celelalte tipuri de brichete, cu excepția celor din reziduuri de gutui, corespund cerințelor pentru clasa A2 ENplus. Biobrichetele din reziduuri de gutui, de asemenea, corespund cerințelor ENPlus la capitolul conținut de cenușă, numai că pentru clas B.

După conținutul de azot și de sulf toate brichetele produse din reziduurile arboricole studiate corespund cerințelor pentru clasa A1 ENPlus.

Astfel, cuantificarea calitativă a reziduurilor arboricole studiate remarcă că toate reziduurile agricole pot fi folosite la producerea biocombustibililor solizi densificați în formă de biobrichete cu caracteristici conforme cerințelor normelor internaționale ENPlus. În topul celor mai bune reziduuri pentru producerea biobrichetelor se află reziduurile din pruni și meri. Aceste tipuri de reziduuri constituie și potențialul cel mai semnificativ în Regiunea de Dezvoltare Nord cu cel puțin 374,75 TJ/an reziduuri de meri și cu cel puțin 21,42 TJ/an reziduuri de pruni (vezi tab. 1).

În baza celor constate rezultă că reziduurile arboricole de măr și de prun sunt cele mai potrivite pentru producerea biobrichetelor de calitate ENPlus și că acestea posedă cea mai bună perspectivă de utilizare ca component de bază la formarea amestecurilor din biomasă lemnoasă și erbacee.

Rezultatele ce urmează se referă la estimarea unui șir de amestecuri formate din reziduuri agricole arboricole cu adaosuri de paie de grâu. Paiele de grâu au marcat: valoare calorifică ($q_{p, \text{net}, M=10\%} = 15,2 \text{ MJ/kg}$), adică aproape de limita minimă stabilită de normele ENPlus, conținut de cenușă în limitele $5,7 \pm 0,18\%$, conținut de azot 0,48% și de sulf 0,08%. Acești indicatori vorbesc despre posibilitatea folosirii paielor de grâu în calitate de adaosuri la formarea amestecurilor pe baza biomasei lemnoase, însă este necesar să se aibă în vedere că cantitățile mari de paie în amestecuri pot cauza probleme din cauza prezenței în proporții destul de mari a potasiului ($K = 0,2-2,6 \text{ w\%}$) și sodiului ($Na = 0,01-0,6 \text{ w\%}$), care coboară fuzibilitatea cenușii și, prin urmare, intensifică formarea zgurii și depunerilor de rășini pe arzătoarele termocentralelor ce reduce schimbul de căldură.

Având în vedere cele expuse anterior și rezultatele experimentale obținute se poate recomanda folosirea paielor de grâu în calitate de component în amestec cu reziduurile arboricole pentru producerea materiei prime utilizate la fabricarea biobrichetelor cu parametri calitativi EN Plus în următoarele proporții: biobrichete clasa A1 ENPlus – până la 10%; A2 ENPlus – până la 20% și biobrichete clasa B – până la 40% paie.

În studiul realizat de către noi cu privire la influența variabilelor de producție asupra calității densificării au fost evidențiați principalii factori de influență a calității biocombustibililor densificați și au fost structurate căile posibile de îmbunătățire a calității acestora prin optimizarea variabilelor materiei prime și celor de fabricație.

Inițial a fost estimată distribuția dimensională a particulelor după mărunțirea reziduurilor agricole cu separarea particulelor prin diferite site. Motivarea acestui studiu vine din faptul că procesul de mărunțire a biomasei, pe lângă aceea că influențează semnificativ calitatea biobrichetelor, este destul de energointensiv, iar optimizarea dimensiunilor particulelor conduce la scăderea consumului de energie. Distribuția particulelor după dimensiunile acestora s-a studiat pentru patru tipuri de biomasă: reziduuri arboricole; reziduuri de viță-de-vie și paie de grâu. Înainte de mărunțire toate probele au fost aduse la aceeași umiditate (10 ± 1 °C) prin uscare în etuva cu vid EV MGGAPA 2. Biomasa a fost mărunțită la moara cu ciocane SV 7 cu trecerea prin site cu dimensiunile ochiurilor de 4, 6 și 8 mm. Rezultatele obținute arată că cea mai uniformă distribuție a particulelor se obține: pentru paie – prin cernere cu dimensiunile ecranului sitei egal cu 6 mm, iar pentru reziduurile arboricole și celei de viță-de-vie – prin cernere cu site cu dimensiunile ochiurilor 6 și 8 mm.

În continuare, experimental, a fost stabilită interacțiunea a patru variabile de densificare (temperatura matriței, umiditatea biomasei înainte de densificare, dimensiunile particulelor și forța de presare) asupra densității particulelor. Densificarea biobrichetelor s-a realizat la instalația de densificare singulară, care permite monitorizarea temperaturii matriței în regim automat și fixarea presiunii cu ajutorul unui manometru. În calitate de materie primă s-a folosit amestecul din 70% reziduuri agricole arboricole și 30% paie. Biomasa a fost mărunțită la moara cu ciocane SV 7 cu trecerea prin sita cu dimensiunile ochiurilor de 6 mm.

După prelucrarea datelor experimentale s-a obținut următoarea ecuație de regresie care, în coordonate codate, exprimă dependența densității particulelor brichetelor în funcție de principalele variabile ale densificării:

$$DE = 1,053 + 0,045T - 0,008M - 0,005D + 0,055P - 0,024T^2 + 0,037T \cdot M - 0,003T \cdot D - 0,009M^2 - 0,005M \cdot D + 0,018M \cdot P + 0,003D^2 + 0,008D \cdot P + 0,008P^2, \quad (10)$$

în care DE este densitatea particulelor, g/cm^3 ; M – conținutul de umiditate a biomasei înainte de densificare, %; D – dimensiunea ecranului ochiurilor sitelor prin care a fost cernută biomasa la mărunțire, mm; P - presiunea specifică MPa.

Rezultatele obținute pot fi folosite la stabilirea regimurilor de densificare în funcție de densitatea particulelor solicitată. Densitatea particulelor mai mare $0,9 g/cm^3$ (clasa A2 și B ENPlus), practic, poate fi obținută cu orice valori ale regimurilor de densificare aflate în limitele studiului nostru. Este necesar ca producătorul să aleagă acele regimuri care pot fi asigurate de către utilajul disponibil.

În cazul brichetelor cu cerințe mai mari (clasa A1 ENPlus), adică cu densitatea particulelor mai mare de $1 g/cm^3$ este necesar ca presa folosită să asigure o presiune mai mare de 175 MPa. Acest lucru ar permite de a varia cu toți ceilalți parametri în limite destul de largi. $M = 8 \dots 16\%$; $D = 3 \dots 7$ mm; $T = 125 \dots 225^\circ C$.

În continuare a fost studiată posibilitatea îmbunătățirii calității brichetelor produse din reziduuri agricole prin torefiere. Au fost studiate efectele tofierii paielor de grâu, reziduurilor arboricole și amestecurilor din reziduuri erbacee și arboricole în diferite proporții. Tofierea probelor de biomasă a fost efectuată într-o instalație de laborator fabricată pe baza unui cuptor de uscat cu vid. Vidul se formează prin decompresarea spațiului cu ajutorul unei pompe de vid care asigură o depresiune de 0,08 MPa. Temperatura poate fi reglată în limitele de la $+35$ °C până la $+350$ °C cu o sensibilitate de ± 2 °C.

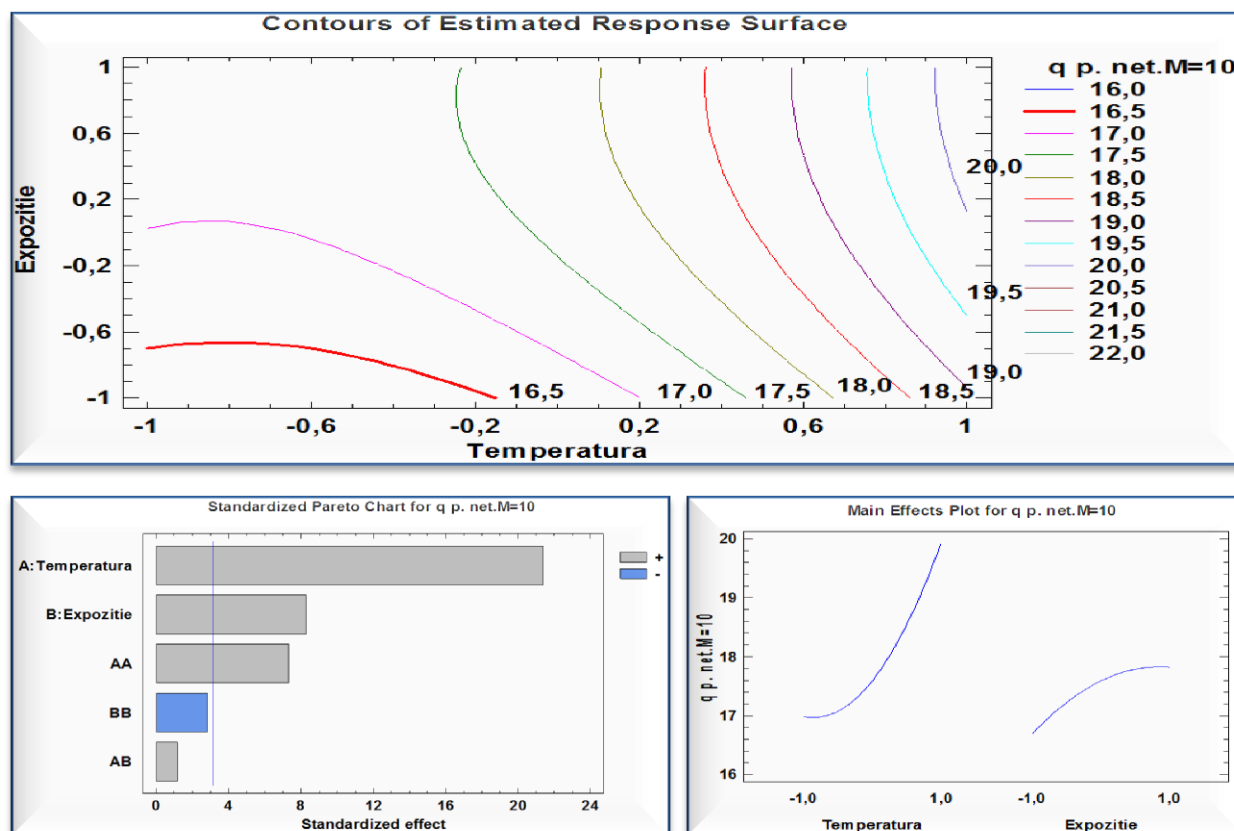


Figura 4. Valoarea calorică a biomasei formată din 30w% paie și 70w% reziduuri arboricole funcție de temperatura și timpul de expoziție a torefierii

Rezultatele obținute sunt prezentate în figura 4, din care se vede că valoarea calorică este influențată cel mai mult de temperatura torefierii. Practic, punctul maxim este în afara domeniului experimentului, însă acest domeniu este limitat de temperatura maximă care poate fi folosită la torefiere și anume 300 °C. Influența duratei torefierii asupra valorii calorifice a biomasei torefiate, de asemenea, are un trend ascendent, însă acest trend este mai lent. Biomasa torefiată obține valori calorifice maxime începând cu durata de expoziție egală cu 40 min.

Cercetările realizate pe biomasa din paie și reziduuri lemnoase a mai arătat efecte benefice și asupra compoziției chimice a biomasei torefiate. Astfel, în paiele de grâu torefiate la temperatura de 280°C, conținutul de carbon a înregistrat o creștere de la 45,65% până la 59,44%, adică cu 30,21%, conținutul de hidrogen s-a micșorat de la 6,68% la 1,9%. În același timp, la probele din paie torefiate s-a observat o creștere lentă a conținutului de sulf și de azot. De marcat că în biomasa lemnoasă conținutul de sulf și azot, din contra, s-a micșorat. S-a mai demonstrat că conținutul de sulf și de azot crește odată cu creșterea temperaturii torefierii, înregistrând o accelerare mai pronunțată la temperaturi mai mari de 255°C.

Analiza calitativă a brichetelor fabricate din biomasă torefiată a demonstrat că torefierea reziduurilor agricole arboricole în amestec cu paiele de grâu îmbunătățește semnificativ capacitatea calorică a biobrichetelor produse din aceste materiale comparativ cu biobrichetele produse din aceeași materie primă dar ne tratată termic. Efectul se explică prin micșorarea conținutului de hemiceluloză și celuloză odată cu creșterea temperaturii și duratei de expunere, iar drept consecință, conținutul de lignină,

care posedă o valoare calorică mai mare ca celuloza și hemiceluloza, se mărește.

În baza cercetărilor efectuate a fost propusă perfecționarea tehnologiei clasice de producere a biobrichetelor din reziduuri agricole prin folosirea unei verigi tehnologice noi, și anume pre tratarea termică a biomasei prin torefiere înainte de densificare. Pentru tehnologia propusă au fost argumentate regimurile torefierii și a fost calculat costul unui GJ obținut de la arderea peleților produși după tehnologia nouă în condițiile unei întreprinderi cu programă medie de producere (500 t/an). Astfel, prețul de producție al unei Gcal după tehnologia veche este de 462 lei, iar după tehnologia nouă - 392 lei, cu o amortizare a investițiilor suplimentare de 14%.

CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI

Rezultatele obținute în fiecare capitol, derivate din cercetările efectuate pentru realizarea scopului lucrării care vizează propunerea de soluții în vederea îmbunătățirii calității biocombustibililor solizi densificați în acord cu politicile de dezvoltare a surselor regenerabile de energie și care a fost ales drept subiect de studiu, corelat și realizat în conformitate cu obiectivele și ipotezele înaintate, a rezumat următoarele concluzii finale și recomandări:

1. În rezultatul analizei critice a stadiului actual cu privire la calitatea biocombustibililor solizi densificați au fost scoase în evidență căile posibile de asigurare a calității biobrichetelor produse din reziduuri agricole indigene cu parametri calitativi conformi exigențelor normelor internaționale ENPlus și a fost înaintată ipoteza despre posibilitatea îmbunătățirii calității biobrichetelor produse din reziduuri agricole indigene prin formarea de amestecuri din diferite tipuri de biomasă tratată termochimic (Gudîma, Marian, Pavlenco, 2017; Pavlenco, 2018a; Pavlenco, 2018c).

2. Rezultatele studiului cantitativ și calitativ al principalilor factori care influențează calitatea biobrichetelor din reziduuri agricole și a potențialului acestor reziduuri pentru energie în condițiile Regiunii de Dezvoltare Nord a Republicii Moldova au arătat că potențialul energetic sustenabil de implementare al reziduurilor agricole în regiune variază în limitele 4593,08 – 5048,79 TJ/an ce constituie cca. 44,4 % din potențialul teoretic. Din această cantitate de reziduuri, la producerea biobrichetelor ENPlus, direct pot fi folosite doar reziduurile arboricole (cca. 9%) și o parte modestă (cca 5%) din reziduurile de porumb și floarea-soarelui. Celelalte reziduuri sunt recomandate pentru producerea biobrichetelor de calitate mai inferioară sau în amestec cu alte tipuri de biomasă lemnoasă (Marian, Pavlenco, et al., 2013a; Marian, Pavlenco, et al., 2014a; Pavlenco, et al., 2018d).

3. Estimarea parametrilor calitativi ai reziduurilor agricole arboricole și a biobrichetelor produse din aceste reziduuri a scos în evidență că acestea corespund cerințelor ENPlus după toți indicatorii studiați, iar reziduurile de viță-de-vie corespund parțial normelor ENPlus. Cele mai ridicate valori calorifice s-au înregistrat la reziduurile de cireși (qvgr.d.= 22,05 MJ/kg, qp,net.m=10.= 18,49 MJ/kg), urmate de reziduurile de pruni (qvgr.d.= 21,40 MJ/kg, qp,net.m=10.= 17,82 MJ/kg). Cele mai joase valori calorifice au fost semnalate la reziduurile de gutui (qvgr.d.= 20,11 MJ/kg, qp,net.m=10.= 16,66 MJ/kg) și la cele de meri (qvgr.d.= 20,28 MJ/kg, qp,net.m=10.= 16,83 MJ/kg) (Marian, Pavlenco et al, 2013; Pavlenco, 2018e).

4. Studiul privind posibilitatea îmbunătățirii calității biocombustibililor solizi prin

formarea amestecurilor de reziduuri agricole erbacee și lemnoase a remarcat că paiele pot fi folosite la fabricarea biobrichetelor cu parametri calitativi EN Plus în următoarele proporții: biobrichete clasa A1 ENPlus – până la 10%, A2 ENPlus – până la 20% și clasa B – până la 40% paie (Gudîma, Marian, Pavlenco, 2017b; Pavlenco 2018e).

5. Aprecierea calității biobrichetelor în funcție de variabilele densificării a furnizat date necesare pentru alegerea regimurilor optime de densificare. Pentru asigurarea densității particulelor mai mare de 1g/cm^3 este necesar ca densificare să se realizeze la presiuni mai mari de 175 MPa. Folosirea acestei presiuni la densificare lărgeste limitele celorlalți parametri (conținutul de umiditate 8-16%; dimensiunile particulelor 3-7 mm, temperatura matriței 175 -225°C (Marian, Gudîma, Pavlenco, 2017a).

6. Experimentele referitoare la efectele torefierii au arătat că acest proces folosit la pre tratarea materiei prime înainte de densificarea reprezintă un mijloc sigur de sporire a valorii calorifice a biobrichetelor produse din reziduuri agricole. S-a demonstrat că densitatea energetică a biobrichetelor fabricate din amestecuri de biomasă lemnoasă cu adaos de paie obține valoare constantă egală cu 1,31 începând cu amestecurile cu un procentaj de paie de cel puțin 35% (Marian, Pavlenco et.al., 2017b).

7. În baza cercetărilor efectuate a fost propusă perfecționarea tehnologiei clasice de producere a biobrichetelor din reziduuri agricole prin folosirea unei verigi tehnologice noi, și anume pre tratarea termică a biomasei prin torefiere înainte de densificare. Pentru tehnologia propusă au fost argumentate regimurile torefierii și a fost calculat costul unui GJ obținut de la arderea biobrichetelor fabricate după tehnologia nouă în condițiile unei întreprinderi cu programă medie de producere (500 t/an). Astfel, prețul de producție al unei Gcal după tehnologia veche este de 462 lei, iar după tehnologia nouă 392 lei cu o amortizare a infestațiilor suplimentare de 14% (Pavlenco, 2018d).

8. Rezultatele încercărilor de laborator și a celor din producție, confirmate prin testările pozitive și prin implementarea acestora la SRL „Brilanprim”, au demonstrat posibilitatea implementării tehnologiei elaborate în industria de producere a biocombustibililor solizi densificați în formă de brichete cu parametri conformi normelor ENPlus din reziduuri agricole.

Sugestii privind cercetările de perspectivă. Cercetările prezentate în această lucrare pot fi continuate și completate ca studii care pot contribui la înțelegerea mai complexă a proceselor de producere a biobrichetelor cu caracteristici ENPlus din materie primă indigenă:

1. Extinderea studiului privind estimarea cantitativă și calitativă a potențialului de reziduuri agricole pentru energie în celelalte Regiuni de Dezvoltare Economică a Republicii Moldova.

2. Stabilirea unor legități cu privire la optimizarea constituției amestecurilor de biomasă în funcție de conținutul de lignină, celuloză și hemiceluloză.

3. Investigarea posibilității de producere a biocombustibililor solizi densificați din reziduurile provenite din viticultură și industria vinicolă a Republicii Moldova.

4. Aprofundarea cercetărilor în formarea amestecurilor cu folosirea biomasei erbacee terfiată și a celei lemnoasă în stare brută.

5. Extinderea cercetărilor teoretice privind morfologia tratărilor termochimice a biomasei lignocelulozice și a proceselor de densificare a particulelor de biomasă torefiată.

BIBLIOGRAFIE

1. Gudîma, A., Marian, G., & Pavlenco, A. (2017). Stadiul actual al cercetărilor cu privire la influența variabilelor de producție asupra calității biocombustibililor densificați în formă de peleți. *Meridian ingineresc*, Volumul I, pg. 51-60.
2. Marian, G., Gudîma, A., & Pavlenco, A. (2017a). Influența parametrilor densificării asupra calității peleților produși din reziduuri agricole. *În: Știința agricolă*, Volumul I, pg. 82-87.
3. Marian, G., Gudîma, A., & Pavlenco, A. (2017b). Torefierea - o nouă direcție de sporire a calității peleților de foc produși din biomasă autohtonă. *În: Știința agricolă*, Volumul I, pg. 74-81.
4. Marian, G., Muntean, A., Gudîma, A., & Pavlenco, A. (2013a). Considerații cu privire la estimarea potențialului de biomasă pentru scopuri energetice rezultată din reziduuri agrosilvice. *Lucrări științifice UASM*, Volumul 38, pg. 66-70.
5. Marian, G., Muntean, A., Gudîma, A., & Pavlenco, A. (2013b). Considerații referitoare la folosirea biomasei provenită de la cultivarea porumbului pentru obținerea biocombustibililor solizi. *Știința agricolă*, 2, pg. 84-92.
6. Marian, G., Gudîma, A., Muntean, A., Gorobeț, V., & Pavlenco, A. (2013d). Pelete din paie, considerații pro și contra. *Lucrări științifice UASM*. Volumul 45, pg. 115-120.
7. Marian, G., Muntean, A., Țiței, V., Gudîma, A., & Pavlenco, A. (2014). Analiza comparativă a biomasei obținute din culturi energetice. *Știința agricolă*, Volumul 2, pg. 70-76.
8. Pavlenco, A. (2018a). Bioenergia pentru zonele rurale - efectul socioeconomic și de mediu (studiu bibliografic de specialitate). *Lucrări științifice UASM*. Volumul 51, pg. 461- 465.
9. Pavlenco, A., Marian, G., Gorobeț, V., Gudîma, A., & Nazar, B. (2018b). Calitatea biobrichetelor produse din reziduuri agricole: studiu bibliografic. *Lucrări științifice UASM*. Volumul 51, pg. 442-450. Chișinău: UASM.
10. Pavlenco, A. (2018c). Calitatea biocombustibililor solizi în acord cu politicile de dezvoltare a surselor regenerabile de energie: studiu bibliografic de specialitate. *Lucrări științifice UASM*. Volumul 51, pg. 402-408. Chișinău: UASM.
11. Pavlenco A. (2018d). Calitatea biocombustibililor solizi produși din reziduuri agricole: articol de sinteză. *În: Știința agricolă*, Volumul 2.
12. Pavlenco A., Marian G., Gudîma A. (2018e). Calitatea potențialului energetic al reziduurilor agricole: studiu de caz pentru Regiunea de Dezvoltare Nord, Republica Moldova. *În: Știința agricolă*, Volumul 2.

ADNOTARE

Autor – Pavlenko Andrei. Titlul - „*Îmbunătățirea calității biocombustibililor solizi densificați în acord cu politicile de dezvoltare a surselor regenerabile de energie*”. Teză de doctor în tehnică, Chișinău, 2018. Lucrarea este compusă din introducere, 4 capitole, concluzii generale și recomandări, bibliografie din 129 titluri, 12 anexe, 123 pagini (până la bibliografie), 40 figuri, 27 tabele. Rezultatele obținute sunt publicate în 15 lucrări științifice.

Cuvinte-cheie: Asigurarea calității, Biocombustibili solizi, Biobrichete; Reziduuri agricole; Tehnologie, Torefiere.

Domeniul de studiu - științe ingineresti și tehnologii. **Scopul lucrării** este Propunerea de soluții în vederea îmbunătățirii calității biocombustibililor solizi densificați în acord cu politicile de dezvoltare a surselor regenerabile de energie. **Obiectivele lucrării:** Identificarea stadiului actual al cercetărilor în producerea biocombustibililor solizi densificați de calitate conformă exigențelor standardelor internaționale; aprofundarea și amplificarea cunoașterii factorilor ce influențează calitatea biocombustibililor solizi densificați în formă de brichete și a căilor de dirijare cu acești factori; dobândirea de noi cunoștințe privind evaluarea și valorificarea potențialului de biomasă din Republica Moldova în corelare cu impactul exercitate de folosire acestuia; promovarea și aplicarea unor decizii optime în producerea și utilizarea biocombustibililor solizi densificați din reziduuri agricole.

Noutatea și originalitatea științifică constă în: abordarea multidisciplinară a problematicii asigurării calității biobrichetelor produse din materie primă indigenă în acord cu politicile de dezvoltare a surselor de energie regenerabilă; analiză critică detaliată a stadiului actual cu privire la calitatea biobrichetelor produse din reziduuri agricole indigene și căile de îmbunătățire a acestora; formularea unor metodologii noi cu privire la stabilirea specificului și potențialului reziduurilor agricole sub aspectul utilizării acestora în calitate de materie primă la producerea biobrichetelor cu caracteristici conforme normelor ENPlus; elaborarea și formularea unor recomandări noi referitoare la stabilirea rețetelor pentru amestecurile de materie primă indigenă pentru producerea biobrichetelor ENPlus; elaborarea unei verigi tehnologice noi de procesare a biobrichetelor cu tratarea termochimică a materiei prime prin torefiere.

Problema științifică importantă soluționată. Îmbunătățirea calității biobrichetelor produse din reziduuri agricole indigene prin formare de amestecuri, perfecționarea tehnologiilor de fabricare a biobrichetelor cu aplicarea torefierii materiei și prin optimizarea regimurilor tehnologice de torefiere și densificare a materiei prime.

Semnificația teoretică se referă la îmbunătățirea calității biocombustibililor solizi densificați prin optimizarea constituției materiei prime, folosirea procedeelor termochimice de ameliorare a unor indicatori calitativi ai produsului finit, perfecționarea conceptului logisticii materiei prime și a procesării produsului final

Valoarea aplicativă a lucrării constă în posibilitatea folosirii tehnologiei propuse pentru îmbunătățirea calității biobrichetelor produse din reziduuri agricole indigene prin optimizarea constituției materiei prime, folosirea procedeelor termochimice de ameliorare a unor indicatori calitativi ai produsului finit, perfecționarea conceptului logisticii materiei prime și a procesării produsului final.

Implementarea rezultatelor științifice: Rezultatele obținute sunt implementate la SRL BRILANPRIM, Glodeni.

ABSTRACT

Author - Pavlenco Andrei. The title - *"Improve the quality of the solid densified biofuels in accordance to the policies for development of renewable energy sources"*. PhD thesis in technology, Chisinau, 2018. The thesis consists of: Introduction; 4 chapters, general conclusions and recommendations, bibliography which include 129 titles, 15 annexes, 123 pages (up to bibliography), 40 figures, 21 Tables. The obtained results have been published in 15 scientific papers.

Keywords: Quality improvement, Solid biofuel, Bio briquettes; Agricultural residues; Technology, Torrefaction

Field of study - engineering sciences and technologies. **Purpose of thesis** is identifying the current state of research in the production of densified solid biofuels in according to the requirements of international standards. The Objectives of the thesis: Identifying the current state of research in the production of solid biofuels with according to the international standards; development the knowledge of the factors that influence the quality of the biobriquettes and the ways of conducting with these factors; obtaining new knowledge on the assessment and valorisation of the biomass potential in the Republic of Moldova in correlation with the impact of its use; promotion and application of some optimal decisions in the production and use of solid biofuels densified from agricultural residues.

The scientific novelty and originality consists in selecting the topic to make a research of the quality management system of bio briquettes produced from indigenous raw materials in accordance with the policies for the development of renewable energy sources; a detailed critical analysis of the current state of the doctoral thesis; develop recommendations to establish prescriptions for indigenous feedstock mixtures for the production of ENPlus biobriquettes; elaborate technological components for the processing of bio briquettes with torrefaction raw material.

The important scientific problem solved. Improve the quality of bio briquettes produced from indigenous agricultural residues by blending, the improvement of biobriquettes manufacturing technologies with the application of the material rectification and optimizing the technological processes of torrefaction and densification the raw material.

The theoretical significance refers to the improvement of the quality of densified solid biofuels by optimizing the constitution of the raw material, the usage of the thermo-chemical processes aiming to improve a series of quality indicators of the finished product, the improvement of the raw material logistics concept and processing the final product.

The applicative value of the thesis, is the possibility to be able and use the suggested technology to improve the quality of biobriquettes, produced from indigenous agricultural residues, by optimizing the constitution of the raw material, using the thermo-chemical processes for improving the quality indicators of the finished product, and enhance the concept of raw material logistics and processing the final product.

Implementation of scientific results: The obtained results are implemented at SRL BRILANPRIM, Glodeni.

АННОТАЦИЯ

Автор - Павленко Андрей. **Название** - *«Повышение качества твердого прессованного биотоплива в соответствии с политикой развития возобновляемых источников энергии»*. Диссертация на соискание ученой степени доктора (кандидата) технических наук, Кишинэу, 2018 г. Работа состоит из введения, 4 глав, общих выводов и рекомендаций, библиографический список включает 129 наименований, 12 приложений, 123 страниц (до литературы), 40 фигур, 27 таблиц. Полученные результаты опубликованы в 15 научных работах.

Ключевые слова: Обеспечение качества, Твёрдое биотопливо, Биобрикеты; Сельскохозяйственные отходы; Технология, Торрефикация.

Область исследования - инженерные науки и технологии. **Цель диссертации** является предложение решений для повышения качества твердого прессованного биотоплива в соответствии с политикой развития возобновляемых источников энергии. **Задачи диссертации:** выявить текущее состояние исследований в области производства твердого прессованного биотоплива в соответствии с требованиями международных стандартов; Уточнить и расширить знания о факторах, которые влияют на качество биобрикетов и о способах управления этими факторами; получить новые знания в области оценки и использования потенциала биомассы в Республике Молдова; Содействовать и применять оптимальные решения при производстве и использовании прессованных твердых биотоплив из с.-х. отходов.

Новизна и научная оригинальность состоит в следующем: междисциплинарный подход к обеспечению качества биобрикетов, производимых из местного сырья, в соответствии с политикой развития возобновляемых источников энергии; разработка новых методологий для определения специфики и потенциала с.-х. остатков с точки зрения их использования в качестве сырья для производства биобрикетов с характеристиками, соответствующими нормам ENPlus; разработка технологии производства биобрикетов с примирением торрефицированного сырья.

Научная проблема решенная в работе. Повышение качества биобрикетов, полученных из местных с.-х. остатков путем формирования смесей, совершенствование технологии производства биобрикет с применением торрефицированного сырья и оптимизации процессов измельчения и уплотнения сырья.

Теоретическая значимость относится к повышению качества уплотненных твердых биотоплив путем оптимизации состава сырья, использования термохимических процессов для улучшения некоторых качественных показателей готового продукта, улучшении концепции логистики сырья и переработки конечного продукта

Прикладная ценность является возможность использования предлагаемой технологии для улучшения качества биобрикетов, полученных из местных сельскохозяйственных отходов, путем оптимизации состава сырья, использования термохимических процессов для улучшения некоторых качественных показателей готовой продукции, улучшения концепции материально-технического обеспечения и переработки конечного продукта.

Внедрение научных результатов: Полученные результаты внедрены в ООО BRILANPRIM, Glodeni.

PAVLENCO ANDREI

**ÎMBUNĂTĂȚIREA CALITĂȚII BIOCOMBUSTIBILILOR SOLIZI
DENSIFICAȚI ÎN ACORD CU POLITICILE DE DEZVOLTARE A
SURSELOR REGENERABILE DE ENERGIE**

**255.02. TEHNOLOGII ȘI MIJLOACE TEHNICE PENTRU INDUSTRIA
PRODUSELOR AGRICOLE**

Rezumat la teza de doctorat

Aprobat spre tipar: 17.12.18	Formatul hârtiei A4
Hârtie offset. Tipar digital	Tiraj 50 ex
Coli de tipar.: 2.0	Comanda nr. 83

Centrul Ed. al UASM. str. Mircești, 44. tel. 022-432-575