UCIP IFAD
Unitatea Consolidată pentru
Implementarea Programelor IFAD







BUNELE PRACTICI DE UTILIZARE A ENERGIEI REGENERABILE ÎN AGRICULTURĂ





Chișinău · 2021

UCIP IFAD
Unitatea Consolidată pentru
Implementarea Programelor IFAD

BUNELE PRACTICI DE UTILIZARE A ENERGIEI REGENERABILE ÎN AGRICULTURĂ

Ghid practic pentru producătorii agricoli

Chișinău – 2020

CZU 620.95:631(036)
T 63

Autori:
Mihai TÎRŞU, doctor în ştiinţe tehnice.
Eugeniu REVENCO, doctor în ştiinţe agricole.

Coordonator:
Constantin OJOG, director executiv al Agenţiei Naţionale de Dezvoltare Rurală (ACSA), doctor în ştiinţe agricole.

Responsabil de ediţie:
Anatolie FALA, Director de programe al Agenţiei Naţionale de Dezvoltare Rurală (ACSA), doctor în ştiinţe biologice, magistru în agrobusiness

Recenzenţi:
Andrei GUMOVSCHI, doctor în ştiinţe agricole.
Nicolae COVALENCO, doctor în ştiinţe tehnice.

Redactor:
Sergiu ABABI

Design şi procesare computerizată:
Natalia DOROGAN

Tiparul executat la:
Tipografia „Bons-Offices SRL”

Acest ghid practic a fost elaborat cu suportul financiar al Fondului Internaţional pentru Dezvoltare Agricolă (IFAD), în cadrul contractului „Elaborarea și editarea publicaţiilor în vederea promovării rezilienţei sectorului agricol la schimbările climatice și organizarea instruirilor în domeniul reabilitării ecologice a terenurilor agricole și în domeniul zootehnic”, implementat de Agenţia Naţională de Dezvoltare Rurală (ACSA), în cadrul Programului Rural de Rezilienţă Economico-Climatică Incluzivă (IFAD VI), implementat de Unitatea Consolidată pentru Implementarea Programelor IFAD (UCIP IFAD).

Publicaţia este distribuită gratuit.

Descrierea CIP a Camerei Naţionale a Cărţii

Tîrşu, Mihai.

Bunele practici de utilizare a energiei regenerabile în agricultură: Ghid practic pentru producătorii agricoli/Mihai Tîrşu, Eugeniu Revenco; coordonator: Constantin Ojog; responsabil de ediţie: Anatolie Fala; Unitatea Consolidată pentru Implementarea Programelor IFAD. – Chişinău: S. n., 2020 (Tipogr. "Bons Offices"). – 60 p.: fig., tab.

Referinţe bibliogr.: p. 60 (41 tit.). – 300 ex.

ISBN 978-9975-87-759-6
© UCIP IFAD, 2020

CUPRINS

INTRODUCERE 4

I. TIPURI DE SURSE DE ENERGIE REGENERABILE CU POTENŢIAL DE APLICARE ÎN AGRICULTURĂ 6

1.1. Energia eoliană 6
1.2. Energia solară 9
1.3. Culturile energetice 12
1.4. Deşeurile agricole/vegetale 20
1.5. Deşeurile animaliere 24

II. PRACTICI EXISTENTE DE UTILIZARE A SURSELOR DE ENERGIE REGENERABILĂ ÎN AGRICULTURĂ 28

III. METODE DE CONVERSIE A SURSELOR DE ENERGIE REGENERABILĂ 32

3.1. Conversia deşeurilor agricole/vegetale şi animaliere în biogaz şi energie termică 32
3.2. Conversia energiei eoliene în energie electrică şi mecanică 38
3.3. Conversia energiei solare în energie electrică şi termică 40
3.4. Conversia biomasei în energie termică şi biogaz 47

IV. METODE DE UTILIZARE A SURSELOR DE ENERGIE REGENERABILĂ ÎN AGRICULTURĂ 50

4.1. Utilizarea energiei eoliene la pompare şi asigurare cu energie electrică 50
4.2. Utilizarea energiei solare în procesul de creştere a legumelor în sere şi alte necesităţi 51
4.3. Utilizarea energiei deşeurilor agricole/vegetale şi animaliere în diverse procese agricole 53
4.4. Utilizarea biomasei şi culturilor energetice în scopuri agricole 56

CONCLUZII 59

BIBLIOGRAFIE 60

INTRODUCERE

Energia reprezintă una dintre cele mai importante resurse în progresul și dezvoltarea oricărei agriculturi. Republica Moldova, fiind o țară bazată pe agricultură, se confruntă cu probleme de energie și lipsă de apă, în pofida altor probleme de productivitate scăzută și conservare a solului. Creșterea producției de alimente pentru a satisface cererea crescândă a populației, de asemenea, va fi o mare provocare pentru agricultură. Energia și deficitul de apă sunt două obstacole majore în calea agriculturii durabile și a securității alimentare. Agricultura durabilă este legată de sistemul de producție agricolă fără a afecta mediul și generațiile viitoare, iar securitatea alimentară este accesul tuturor oamenilor la o viață activă și sănătoasă în prezent, plus capacitatea de a asigura un viitor. În Republica Moldova practica actuală de generare a energiei este bazată pe combustibili fosili, iar energia pe bază de combustibili fosili este costisitoare și determină emisiile de gaze cu efect de seră (GES), care sporesc procesul de schimbări climatice. Pentru a atenua schimbările climatice și a reduce emisiile de GES, este necesar să se treacă de la generarea de energie pe bază de combustibili fosili la cea bazată pe energie regenerabilă. Sursele de energie regenerabilă bazate pe combustibili nefosili includ energia solară, eoliană, din biomasă, hidroelectrică și geotermală. Problemele de energie și deficit de apă pot fi rezolvate prin utilizarea unor surse de energie durabile, curate și regenerabile, care vor deveni în cele din urmă instrumentale în eliminarea daunelor asupra mediului și a schimbărilor climatice.

Resursele sunt limitate, planeta noastră se luptă să depună eforturi pe măsură ce trec zilele, epuizând propria cauză a vieții – „apa”. Dar toate acestea nu pot împiedica oamenii să evolueze și suntem departe de epoca strămoșilor noștri pentru ca natura să ne doboare pur și simplu; toate datorită științei! Agricultura modernă este salvatorul din noua eră, care ar putea hrăni populația în creștere folosind resursele limitate fără a afecta natura în același timp. Agricultura modernă se referă la știința digitală, gestionarea resurselor și utilizarea feedback-ului, asigurându-se astfel că nimic nu ar putea merge prost.

Agricultura modernă este o soluție a sec. al XXI-lea pentru o agricultură eficientă, folosind resurse limitate, cum ar fi apă, energie și spațiu, pentru a satisface cererea în creștere de aprovizionare cu alimente. Astăzi, necesitatea unei alte practici agricole îmbunătățite este necesară, din cauza penuriei fundamentale – „apa”, fiind agravată și de epuizarea resurselor de energie.

Agricultura la scară industrială, care folosește îngrășăminte chimice, erbicide, pesticide, irigații intense și alte practici inutilizabile poate fi considerată agricultură convențională. Dezavantajul major al agriculturii convenționale include:

Pesticidele ucigașe, erbicidele și îngrășămintele sintetice sunt utilizate pentru protecția și hrana culturilor. Acestea sunt periculoase atât pentru utilizator, cât și pentru mediu, deoarece cererea este de așa natură încât extinderea industrială se concentrează doar pe satisfacerea cererii, nu pe sănătatea consumatorilor sau a naturii. Irigarea intensă necesară pentru agricultura convențională nu este o alegere ecologică în scenariul actual din cauza risipei extinse de apă.

Nevoia de schimbare a modului de îndeletnicire cu agricultura a apărut în ultimul deceniu. Este vorba despre aplicarea celor mai noi tehnologii în practica agricolă, cum ar fi senzorii pentru citirea elementelor vitale ale plantelor, GPS pentru automatizarea mașinilor, optimizarea irigațiilor folosind analiza software etc. Este o alegere mai bună de adoptat tehnologia agricolă modernă, deoarece din ce în ce mai multe companii se reorientează către agricultură folosind „Internetul obiectelor” (IoT), asigurând astfel o alimentație tehnologică amplă pentru industria agricolă. De asemenea, băncile, finanțatorii sunt în prezent bine informați cu privire la acest domeniu în creștere al agriculturii și sunt gata să facă investiții uriașe în acesta. Este momentul să ne abatem de la practica convențională, deoarece sunt puse în aplicare mai multe reglementări cu privire la utilizarea îngrășămintelor și pesticidelor în agricultură, după mai multe studii care citează efectele nocive.

Apariția electronicii și-a marcat prezența în agricultura modernă sub forma diferiților senzori și analizoare utilizate în câmp și sere. Lista uneltelor și utilajelor care susțin acest sector este uriașă, dar de dragul înțelegerii, acestea pot fi clasificate vag în diferite categorii.

Există diferiți senzori, cum ar fi piranometrul (măsoară radiația solară) sau testerul pentru sol, care ajută fermierul să înțeleagă elementul deficitar sau în exces și robotica pentru a da o

mână de ajutor. Mașinile moderne cu capacități multiple pot înlocui lucrările care necesită o forță de muncă mare și le pot face mai ușoare, mai ieftine și mai sigure.

Când o afacere agricolă începe să accelereze, ferma se extinde, cerând necesitatea mai multor investiții, muncă și resurse. Cu practicile agricole moderne, toți acești factori limitativi sunt bine gestionați pentru a asigura profitul. În practica convențională, majoritatea fondurilor trebuie să fie redirecționate către consumabile precum îngrășăminte, pesticide, echipamente de irigare, utilaje etc. De exemplu, să spunem că solul din terenurile agricole este epuizat cu azotat de calciu în mijlocul creșterii vegetative și acest lucru ar duce la reducerea randamentului. Solul, fiind implantat cu senzori care pot alerta această variație permite evitarea a astfel de situații.

Efectul agriculturii moderne are un impact mai vizibil asupra fermierilor mijlocii și mici, deoarece având un control mai extins asupra spațiului lor agricol îşi pot îmbunătăți productivitatea comparativ cu fermierii la scară industrială, care au implementat deja un fel de tehnologie modernă. Având în vedere dependența redusă de agenții chimici, produsele tind să fie mai proaspete și mai sănătoase, ceea ce este cu siguranță solicitat datorită beneficiilor pentru sănătate și a disponibilității ușoare. De asemenea, nevoia de muncă intensă și irigații este redusă drastic, în același timp randamentul din terenurile agricole este surprinzător de majorat.

O altă problemă cu care se confruntă industria agricolă este numărul în scădere de profesioniști în domeniul dat. Din fericire, există Inteligență artificială și suficientă putere de calcul pentru a compensa acest deficit. De exemplu:

- cu tractoarele dotate cu GPS, aratul câmpului este o „bucată de tort” și necesită o intervenție manuală minimă;
- câmpurile solare care generează energie ajută simultan la creșterea plantelor care au nevoie de umbră;
- stropitoarele automate de apă care furnizează apă atunci când umiditatea scade și solul se usucă.

Este destul de evident că agricultura modernă ajută la creșterea produselor pentru a spori profitul. Dar, totodată, beneficiul major este pentru toată lumea și este „durabilitatea”. În această practică agricolă, niciuna dintre abordări nu este distructivă sau exhaustivă, protejând astfel solul fertil, conservând apa, resursele naturale sunt utilizate eficient și, în consecință, mențin produsele sănătoase și proaspete. În agricultura modernă, este vorba de studierea plantelor privind necesitățile acestora, astfel încât să nu fie irosite resurse. Odată cu dezvoltarea IoT, intervenția manuală este menținută la minim, ceea ce ajută în cele din urmă la obținerea unui profit bun.

Deci, este destul de evident că viitorul aparține agriculturii moderne. Agricultura ecologică reprezintă un sistem de agricultură care îmbunătățește fertilitatea solului prin utilizarea optimă a resurselor locale. Aceasta include practici agricole, care se bazează pe cicluri ecologice, și vizează minimizarea impactului asupra mediului, menținerea sustenabilității pe termen lung.

Securitatea alimentară și agricultura durabilă sunt cele două obiective principale ale procesului de producție agricolă și aceste obiective pot fi atinse numai prin schimbarea practicilor agricole de la generarea de energie bazată pe fosile la agricultură bazată pe energie regenerabilă.

Vom descrie în lucrarea dată tipurile de tehnologii regenerabile disponibile și utilizarea acestora în sistemul nostru de producție agricolă, care sunt provocările și ce strategii ar trebui adoptate pentru a rezolva problemele legate de lipsa apei și a energiei.

I. TIPURI DE SURSE DE ENERGIE REGENERABILE CU POTENŢIAL DE APLICARE ÎN AGRICULTURĂ

Agricultura este principala sursă de emisii de gaze cu efect de seră de pe planetă, precum și un mare consumator de combustibili fosili. Prețul produselor agricole depinde în mare măsură de prețul la combustibil și energie, în medie, aceste costuri reprezintă 30–40% din valoarea produsului. Prin urmare, pentru a dezvolta o agricultură modernă şi prietenoasă mediului este necesar să se evalueze potențialul de aplicare a surselor alternative de energie pentru viitorul agriculturii. Pentru anumite tipuri de activități agricole, cum ar fi irigarea, energia necesară poate fi obținută din surse regenerabile. Cele mai recomandate surse regenerabile de energie care pot fi utilizate în agricultură sunt: energia eoliană, energia solară, culturile energetice, deşeurile agricole/vegetale, deşeurile animaliere etc.

1.1. ENERGIA EOLIANĂ

Energia eoliană este energia vântului ce reprezintă o formă de energie regenerabilă [17]. Vânturile se formează datorită încălzirii neuniforme a suprafeței pământului de către energia radiată de soare, care ajunge la suprafața planetei. Încălzirea variabilă a straturilor de aer produce zone de aer de densități diferite, fapt care creează diferite mişcări ale aerului. La început energia vântului era transformată în energie mecanică. Ea a fost folosită de la începuturile umanității ca mijloc de propulsie pe apă pentru diverse ambarcațiuni, iar ceva mai târziu ca energie pentru morile de vânt. Morile de vânt americane pentru ferme erau ideale pentru pomparea de apă de la mare adâncime. Turbinele eoliene moderne transformă energia vântului în energie electrică.

Generatorul eolian utilizează energia cinetică a vântului pentru a antrenarea elicele turbinelor şi arborele rotorului său, prin care energie mecanică este transformată în energie electrică (stocată în acumulatori sau distribuită prin intermediul unei rețele electrice). Principala caracteristică a energiei eoliene este faptul că este disponibilă 24 de ore pe zi. În ultimul timp eficiența sa a crescut de 7 ori, comparativ cu biocombustibilul. Acum, tot mai multe turbine eoliene nu creează mult zgomot și nu sunt periculoase pentru păsări.

Energia eoliană poate fi folosită pentru a pompa apa, zdrobi cerealele, precum și reduce costurile de producție a energiei electrice.

Tehnologiile pentru instalațiile eoliene pot fi împărțite în două categorii: mici (instalații dispersate care produc energie direct la proprietari) şi mari (instalații ale operatorilor, care realizează energie pentru vânzare). O instalație de 10 kW are un rotor cu diametrul de 7 m. Sunt uzuale turnuri de 15–20 m înălțime, cu instalații care generează circa 16 000 kWh anual, mai mult decât necesarul pentru o gospodărie obişnuită. Sistemele eoliene de conversie sunt foarte eficiente în comparație cu alte tipuri de energie regenerabilă, totuşi aceste sisteme au şi pierderi, putând fi menționat un randament de 59 % pentru rotorul eolienei, 96% al multiplicatorului.

O instalație de 1,5 MW are un rotor de 65–77 m. Acestea sunt instalate, în mod obişnuit, pe turnuri cu înălțimea de cel puțin 65 m. O instalație de 1,5 MW poate genera anual mai mult de 4,3 milioane kWh, suficient pentru alimentarea a mai mult de 400 gospodarii tipice. Unele turbine eoliene sunt capabile de a produce până la 5 MW de energie electrică, deşi acestea necesită o viteză constantă a vântului de aproximativ 5,5 m/s, sau 20 kilometri pe oră.

Puterea unei instalații eoliene este la cub proporțională cu viteza vântului şi direct proporțională cu suprafața baleiată. Adică, altfel vorbind, dacă viteza vântului creşte cu un 1 m/s, atunci puterea generată creşte de 3 ori.

Instalațiile eoliene moderne (cu 3 pale) de putere mare, de obicei funcționează de la valori ale vântului începând de la 5–6 m/s, ajungând la puterea nominală la o viteză de aproximativ 9–12 m/s.

Din figura 1 se vede, că instalația dată va funcționa la capacitate maximă în diapazonul de viteze a vântului 11–21 m/s. La viteze mai mici utilizarea instalației este mai puțin eficientă, necesitând un timp de răscumpărare mult mai mare. Construcția tipică a unei nacele a instalației eoliene este prezentată în figura 2.

În figura 1 este prezentată caracteristica tipică a unei instalații eoliene de 2 MW.

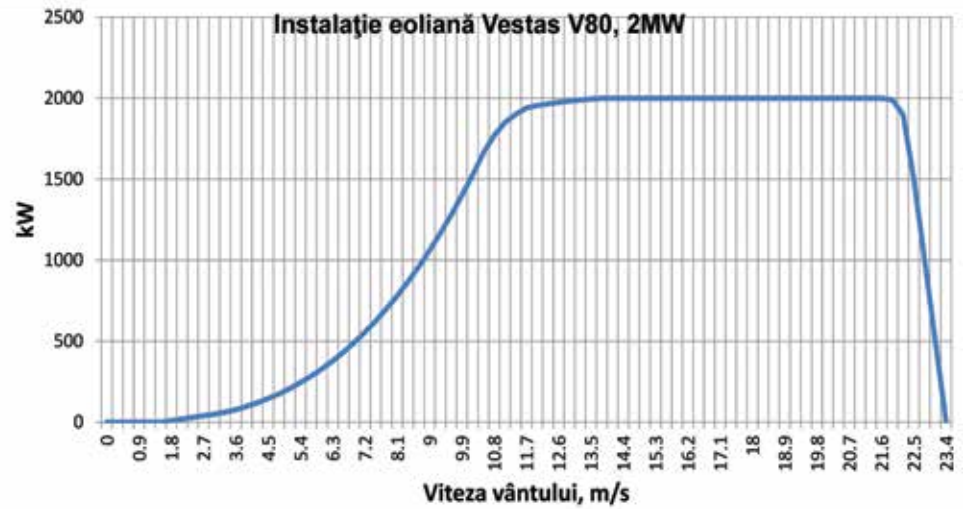


Fig. 1. Curba de putere a unei instalaţii eoliene de 2 MW

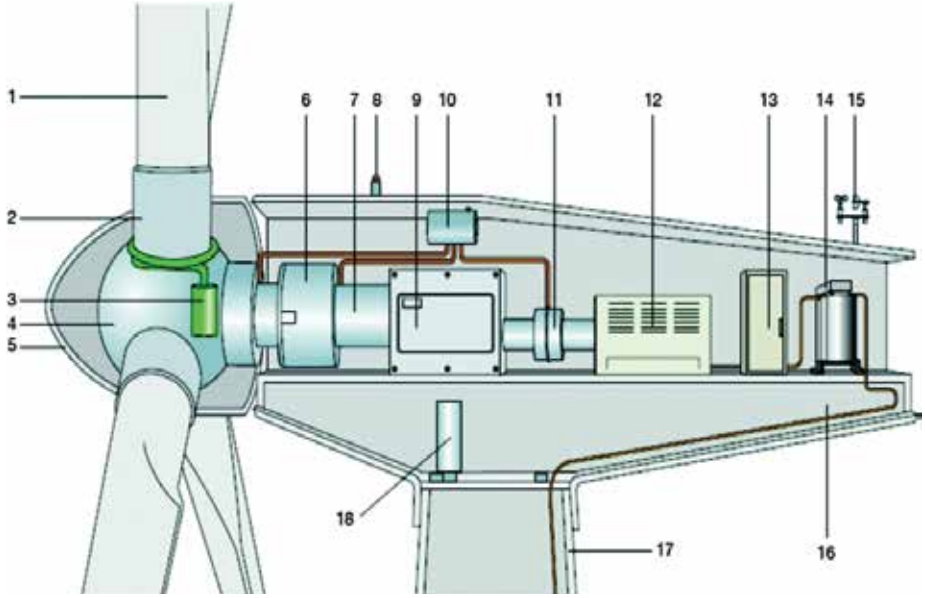


Fig. 2. Structura constructivă tipică a unei nacele

Din figura 2 se vede că o nacelă este destul de complicată constructiv, conținând următoarele componente:

1. Control ax
2. Control rotație pale
3. Arbore principal rotor
4. Răcitor de ulei
5. Cutie de viteze
6. Deschidere superioară
7. Sistem de decuplare
8. Macara pentru service
9. Transformator meteorologie
10. Axul paletelor
11. Rulmentul palelor
12. Pală
13. Sistem blocare
14. Sistem hidraulic
15. Suportul maşinilor
16. Sistem de rotație
17. Generator
18. Senzor ultrasonic
19. Instrumente

În general, instalația eoliană este destul de sofisticată, incluzând toate echipamentele necesare pentru funcționarea normală, protecție, rotație după vânt, stopare pornire, sincronizare rețea etc.

Alegerea amplasamentului

Instalațiile eoliene sunt diferite după putere **şi înălțime. La selectarea amplasamentelor este** necesar de luat în considerare mai mulți factori. Printre aceștia se află clasele de putere a vântului *(tab. 1)*.

Tabelul 1. Clasele puterii vântului

Clasa puterii vântului	La 10 m (viteza, m/s)	La 50 m (viteza, m/s)
1	0 ... 4,4	0 ... 5,6
2	4,4 ... 5,1	5,6 ... 6,4
3	5,1 ... 5,6	6,4 ... 7,0
4	5,6 ... 6,0	7,0 ... 7,5
5	6.0 ... 6,4	7,5 ... 8,0
6	6,4 ... 7,0	8,0 ... 8,8
7	7,0 ... 9,4	8,8 ... 11,9

Datele prezentate în tabelul 1 sunt pentru viteza vântului **în** condiții standard la nivelul mării. Pentru a menține aceeaşi densitate de putere, viteza trebuie să crească cu 3%/1000 m. În tabelul 2 sunt prezentate date, care arată dependența puterii specifice eoliene la înălțimea de 50 m pentru clasele de putere specificate.

Tabelul 2. Puterea specifică eoliană pentru înălţimea de 50 m în funcţie de clasa de viteză

Clasa	Viteza vântului (m/s)	Puterea specifică eoliană (W/m^2) (h = 50m)
1	0 ... 5,6	0 ... 200
2	5,6 ... 6,4	200 ... 300
3	6,4 ... 7,0	300 ... 400
4	7,0 ... 7,5	400 ... 500
5	7,5 ... 8,0	500 ... 600
6	8,0 ... 8,8	600 ... 800
7	8,8 ... 11,9	800 ... 2000

O instalație eoliană ar trebui să satisfacă următoarelor criterii:

- Distanța față de punctul de conectare la rețea să fie cât mai scurtă, deoarece o linie electrică de transport are un cost de ≈ 220.000 €/km.
- Factorul de încărcare.
- Factorul de capacitate se defineşte ca raportul dintre energia reală generată într-un an şi energia care ar fi produsă dacă grupul ar fi încărcat la puterea nominală pe durata întregului an.
- Un factor de încărcare normal este de 0,25 până la 0,30. Un factor de încărcare bun este de 0,4.
- Factorul de încărcare are o sensibilitate ridicată la viteza medie a vântului.

Principiul general de conversie a energiei vântului în energie electrică este prezentat în figura 3.

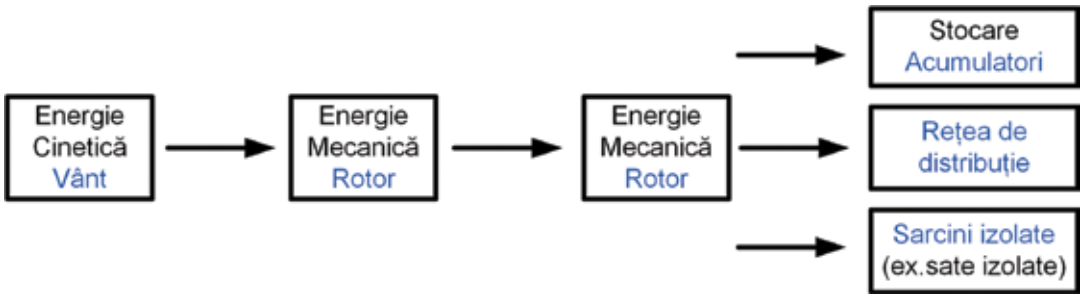


Fig. 3. Principiul general de conversie a energiei eoliene

Aerogeneratorul utilizează energia cinetică a vântului pentru a antrena arborele rotorului său: aceasta este transformată în energie mecanică, care la rândul său este transformată în energie electrică de către generatorul cuplat mecanic la turbina eoliană. Acest cuplaj mecanic se poate face fie direct, dacă turbina şi generatorul au viteze de acelaşi ordin de mărime, fie se poate realiza prin intermediul unui multiplicator de viteză. În sfârşit, există mai multe posibilități de a utiliza energia electrică produsă: fie este stocată în acumulatori, fie este distribuită prin intermediul unei rețele electrice, fie sunt alimentate sarcini izolate.

În general, Republica Moldova este o țară cu resurse eoliene slabe, adică cu viteze medii ale vântului joase (de ordinul 5–6 m/s). Republica Moldova are dezvoltat atlasul eolian digital, care permite identificarea vitezei vintului la înălțimea de 50 m sau 100 m în locația dorită [18]. Astfel, fiecare doritor de a-şi instala o instalație eoliană poate consulta prealabil acest atlas eolian pentru a vedea dacă viteza vântului este suficientă pentru a atinge eficiența dorită.

1.2. ENERGIA SOLARĂ

Soarele, compus în principal din hidrogen şi heliu, este sursa principală de energie a Pământului. Distanta medie dintre Pământ şi Soare este de 150 milioane km. Conversia continuă a heliului în hidrogen cauzată de procesul de fuziune, produce energie. Această energie este radiată în toate direcțiile cu o putere totală de $3{,}8 \times 10^{23}$ kW. Datorită absorbției şi reflexiei radiației solare prin atmosfera terestră, radiația solară disponibilă pe suprafața Pământului este considerabil micşorată (*fig. 4*).

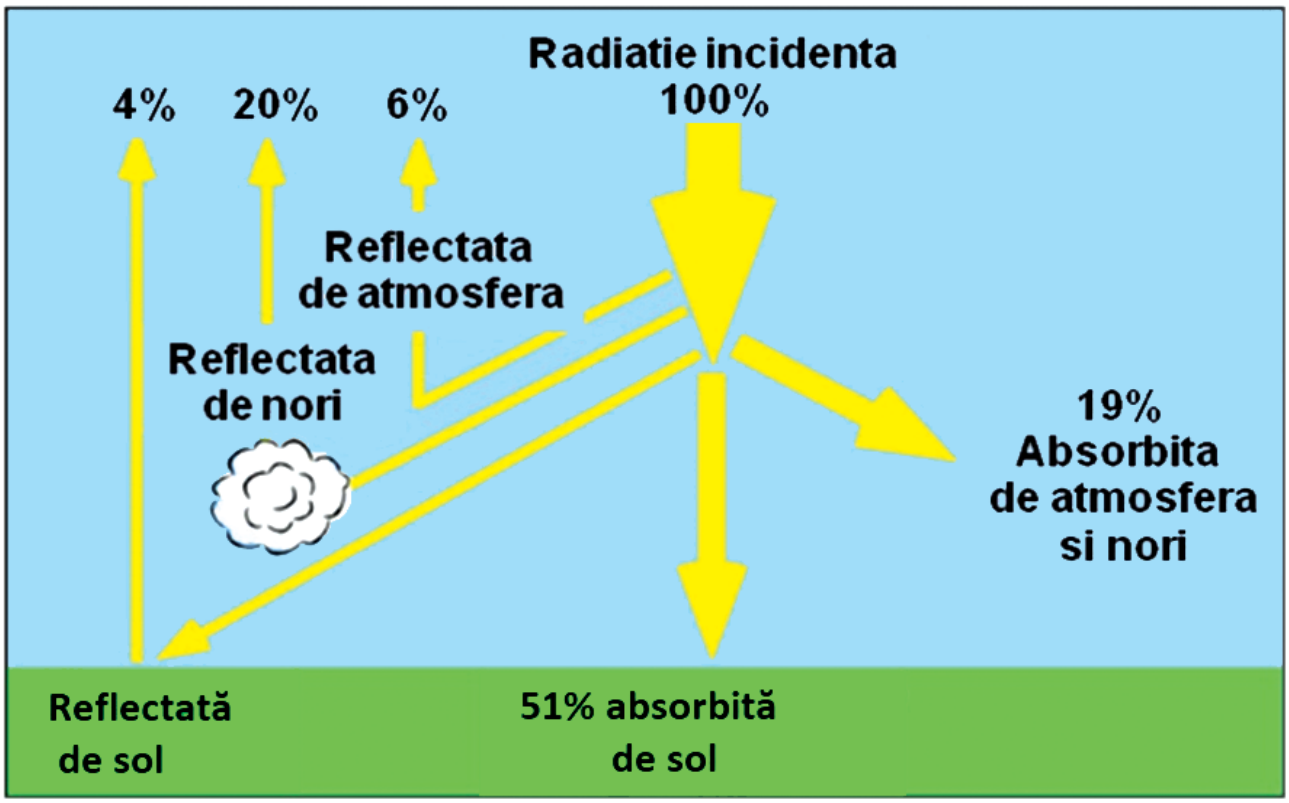


Fig. 4. Radiaţia solară disponibilă pe suprafaţa solului

Energia anuala transmisa pe pământ este $2{,}21 \times 10^{17}$ kWh (în afara atmosferei), care determină o valoare medie de 1367 W/m^2 (constanta solară). Datorită pierderilor în atmosferă, la suprafața pământului ajung în medie, într-o zi fără nori, la ora prânzului, 1000 W/m^2 , sub formă de radiații directe şi radiații difuze. Soarele emite radiații în domeniul lungimilor de undă de 200–3000 nm.

Poate cel mai evident **avantaj** al energiei solare este acela, că utilizarea ei nu produce poluarea mediului înconjurător, fiind astfel o sursă de energie curată.

Captarea directă a energiei solare presupune mijloace artificiale, numite colectori solari, care sunt proiectate să capteze energia, uneori prin focalizarea directă a razelor solare. Energia, odată captată, este folosită în procese termice, fotoelectrice sau fotovoltaice. În procesele termice, energia solară este folosită pentru a încălzi un gaz sau un lichid, care apoi este înmagazinat sau distribuit. În procesele fotovoltaice, energia solară este transformată direct în energie electrică, fără a folosi dispozitive mecanice intermediare. În procesele fotoelectrice, sunt folosite oglinzile sau lentilele, care captează razele solare într-un receptor, unde căldura solară este transferată unui fluid care pune în funcțiune un sistem de conversie a energiei electrice convenționale.

Pentru utilizarea energiei solare este nevoie de conversia acesteia în alte forme de energie, conversii, după cum urmează:

- **conversia fototermică**, care prezintă o mare importanța în aplicațiile industriale (încălzirea clădirilor, prepararea apei calde de consum, uscarea materialelor, distilarea apei etc.). În cazul conversiei fototermice, adică a termoconversiei directe a energiei solare, se obține căldură înmagazinată în apă, abur, aer cald, alte medii (lichide, gazoase sau solide). Căldura astfel obținută poate fi folosită direct sau convertită în energie electrică, prin centrale termoelectrice sau prin efect termoionic; poate fi folosită prin transformări termochimice sau poate fi stocată în diverse medii solide sau lichide. „bucată de tort”
- **conversia fotomecanică**, care prezintă importanță, deocamdată, în energetica spațială, unde conversia bazată pe presiunea luminii dă naştere la motorul tip „vela solară”, necesar zborurilor navelor cosmice. Conversia fotomecanică se referă la echiparea navelor cosmice destinate călătoriilor lungi, interplanetare, cu aşa zisele „pânze solare”, la care, datorită interacțiunii între fotoni şi mari suprafețe reflectante, desfăşurate după ce nava a ajuns în „vidul cosmic”, se produce propulsarea prin impulsul cedat de fotoni la interacțiune.
- **conversia fotochimic**ă, care poate în două moduri să utilizeze Soarele într-o reacție chimică, fie direct prin excitații luminoase a moleculelor unui corp, fie indirect prin intermediul plantelor (fotosinteza) sau a transformării produselor de dejecție a animalelor. Conversia fotochimică se aplică şi pentru obținerea hidrogenului necesar celulelor de combustie.
- **conversia fotoelectrică**, cu mari aplicații atât în energetica solară terestră, cât şi în energetica spațială. Conversia fotoelectrică directă (fotovoltaică) se poate realiza folosind proprietățile materialelor semiconductoare din care se confecționează celulele fotovoltaice.

Republica Moldova dispune de aproximativ **260 zile** cu soare. Indiferent de tipul captatorilor solari, pentru ca randamentul conversiei energiei solare în energie termică să fie ridicat, este important ca orientarea captatorilor spre Soare, să fie cât mai corectă.

Poziția captatorilor solari este definită prin două unghiuri şi anume, unghiul de înclinare față de orizontală, prezentat în figura 5 şi notat cu α, respectiv *unghiul azimutului,* reprezentând orientarea față de direcția sudului, prezentat în figura 6.

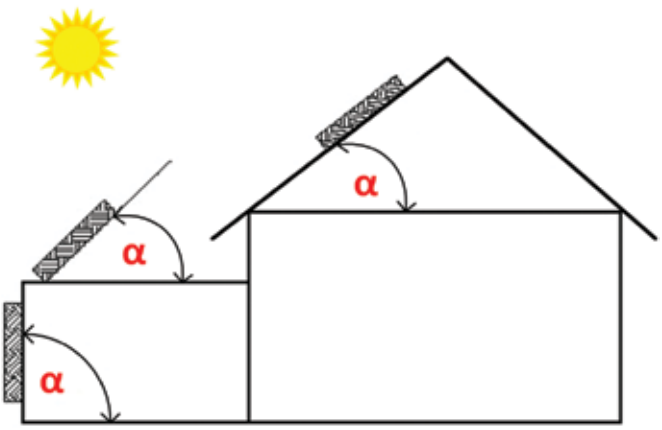


Fig. 5. Unghiul de înclinare a captatorilor solari față de orizontală

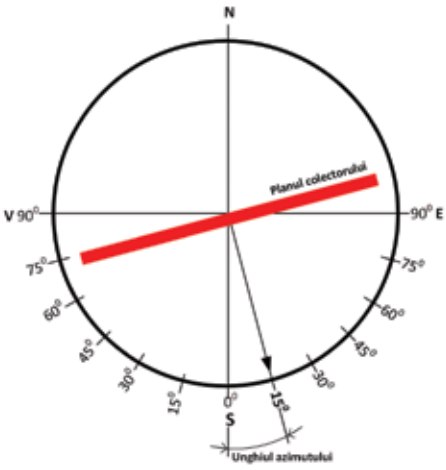


Fig. 6. Unghiul azimutului (orientarea față de direcția Sud)

Figura 7 prezintă într-un mod sintetic, influența combinată a celor doi parametrii care definesc orientarea captatorilor solari, asupra gradului de captare a energiei solare disponibile. Diagrama a fost trasată pentru Germania, dar concluziile care se pot obține cu ajutorul acesteia pot fi extrapolate pentru majoritatea țărilor din Europa, inclusiv pentru Republica Moldova.

Analizând figura 7 se observă că unghiul de înclinare optim, care permite captarea optimă a radiației solare, este de cca 15...55°, iar abaterea de la direcția Sud, poate să se situeze între ± 40° fără a fi afectată capacitatea de captare a energiei solare. Pentru unghiuri de înclinare de 5...65°, radiația solară poate fi recuperată în proporție de 90...95%. Valorile prea reduse ale unghiului de înclinare nu sunt recomandate, deoarece favorizează murdărirea suprafeței captatorilor, ceea ce atrage după sine înrăutățirea performanțelor optice ale captatorilor. Pentru abateri de la direcția Sud, de ± 60°, la anumite valori ale unghiului de înclinare, se poate recupera de asemenea 90...95% din radiația solară. Chiar şi colectorii montați vertical, cu o abatere de până la ±20° față de direcția Sud, pot recupera 80% din radiația solară, ceea ce sugerează posibilitatea montării acestora pe fațadele clădirilor. Pe exemplul din diagramă se observă, că în cazul unui unghi de înclinare de 30° şi a unei abateri de la direcția Sud de 45°, care corespunde direcției SV, gradul de captare a radiației solare este de 95%. În figura 8 este dată repartiția duratei anuale de strălucire a soarelui pe teritoriul Republicii Moldova [32].

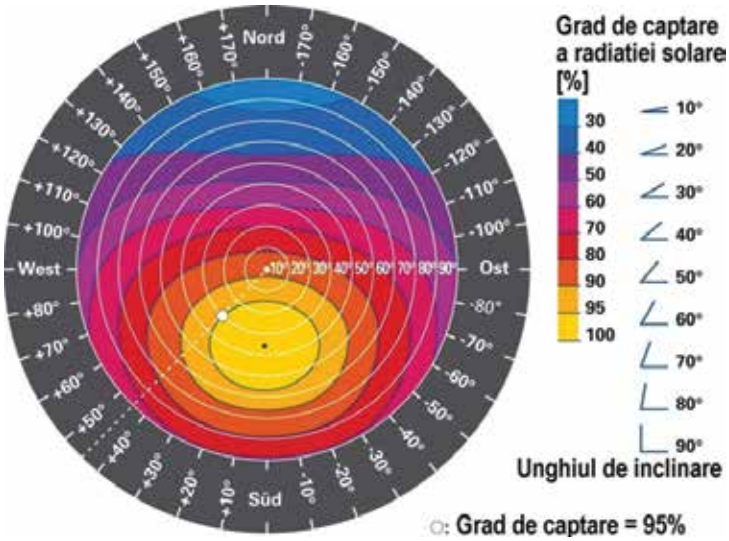


Fig. 7. Influenţa combinată a unghiului de înclinare şi a unghiului azimutului asupra gradului de captare a energiei solare disponibile



Fig. 8. Durata de strălucire a soarelui, h/an

Cantitatea de energie solară recepționată de suprafața pământului depinde de un şir de factori şi, în primul rând, de durata strălucirii soarelui şi de înălțimea soarelui deasupra orizontului. În Republica Moldova durata posibilă (teoretică) de strălucire a soarelui este de 4445–4452 h/an. Durata reală constituie 47–52% sau 2100–2300 h/an *(fig. 8)* din cea posibilă. Variația cu circa 5% se datorează diferenței de latitudine între zona de nord şi cea de sud, care este de circa 2,5°. O parte considerabilă a orelor de strălucire a soarelui revine lunilor aprilie-septembrie, constituind 1500–1650 de ore. Radiația globală (suma radiației directe şi difuze) pe o suprafață orizontală în condiții de nebulozitate medie constituie 1280 kWh/m^2 pe an în zona de nord şi 1370 kWh/m^2 pe an – în zona de sud. Peste 75% din această radiație revine lunilor aprilie-septembrie. Radiația globală în zona de nord este mai mică cu 3,5% decât în zona centrală şi mai mare cu 2,6% – în zona de sud.

Valorile diurne şi lunare ale radiației globale şi ale duratei de strălucire a soarelui pe o suprafață orizontală în zona centrală a RM în condiții de nebulozitate medie sunt prezentate în figura 9.

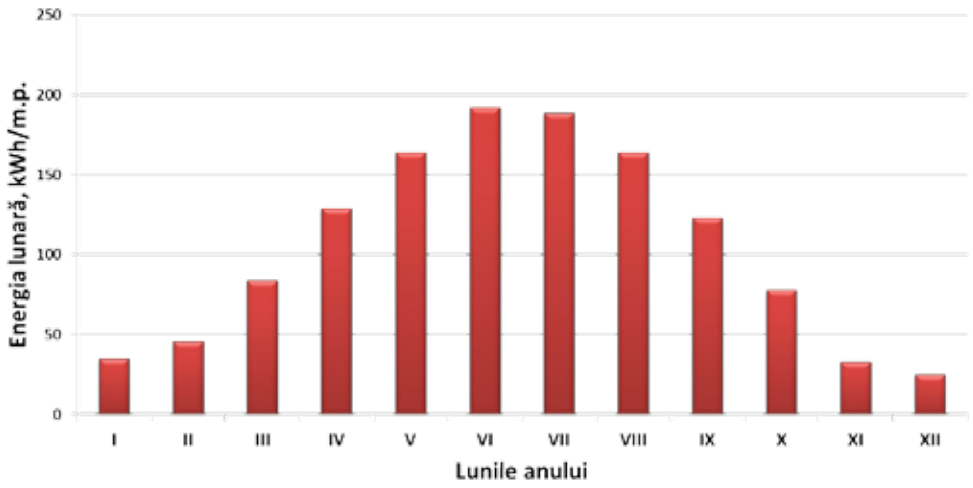


Fig. 9. Repartiţia radiaţiei solare lunare

În practica proiectării sistemelor de conversiune a energiei solare se utilizează datele lunare despre radiația solară, mai rar – cele diurne sau orare, deoarece creşte considerabil volumul de calcul. Durata de exploatare eficientă a instalațiilor de conversie a energiei solare constituie circa 7 luni: perioada 15 martie – 15 octombrie. Cu cât este mai mare durata de exploatare a instalației de conversie pe parcursul unui an, cu atât mai mare va fi eficiența acesteia.

1.3. CULTURILE ENERGETICE

În Europa, interesul pentru culturile energetice a apărut în anii 1970 în legătură cu criza energetică care a izbucnit pe neașteptate. Ca urmare a început căutarea surselor alternative de energie, inclusiv a culturilor energetice. În prezent, cultivarea și utilizarea culturilor energetice rămâne o chestiune actuală atât pentru țările europene, cât și pentru Republica Moldova. Potențialul culturilor energetice pentru țările UE-27 este estimat la 46 mln. tone e.p./an (e.p. – echivalent petrol), presupunând că 10% din terenul arabil cu fertilitate redusă va fi utilizat la producerea biomasei. Reieșind din utilizarea a 20% din teren arabil și producții mai mari (20 t substanță uscată/ha), atunci potențialul va fi de 182 milioane tone e.p./an. Aceasta poate acoperi aproximativ 9% din cererea totală de energie a Europei în 2030, care este estimată la 2 miliarde tone e.p. Pentru dezvoltarea producerii și utilizării în scopul menționat s-au investit și se investesc surse financiare cu destinație specială.

Culturile energetice sunt plante special cultivate pentru a fi utilizate ca combustibil sau pentru a produce biocombustibili. Culturile energetice sunt împărțite în mai multe tipuri: ierburi anuale, ierburi perene, copaci cu creștere rapidă și plante asemănătoare copacilor.

Culturile energetice includ și culturile agricole convenționale atunci când sunt cultivate pentru producerea de combustibili lichizi – biodiesel (floarea-soarelui, rapiță), bioetanol și biogaz (sfeclă de zahăr, porumb și altele). Însă, ținând cont de importanța culturilor tradiționale agricole pentru asigurarea securității alimentare a populației, sunt restricții privind aplicarea acestora în scopuri energetice.

Producerea culturilor energetice este o ocupație relativ nouă pentru agricultură. Din acest motiv, pe plan mondial, multe dintre culturile energetice sunt experimentale și unele au statut de culturi comerciale. Culturile energetice comerciale sunt, în cele mai multe cazuri, culturi cu densitate ridicată, incluzând specii cu un randament avansat de producție, utilizate la ardere pentru generarea de energie termică. Cu utilizare predominantă, întâlnim culturi de lemnoase, cum ar fi salcia energetică, plopul sau paulownia, dar și ierburi din regiuni cu climat temperat, cum ar fi miscanthusul (cunoscut și sub denumirea de „iarba elefantului”) și altele.

Aceste culturi au avantaje semnificative față de culturile agricole în ceea ce privește durabilitatea mediului. În comparație cu amidonul și semințele oleaginoase tradiționale, acestea sunt

capabile să producă mai multă biomasă pe hectar de teren, deoarece întreaga plantă poate fi utilizată ca materie primă pentru conversia combustibilului. Mai mult, unele plante perene cu creștere rapidă, cum ar fi culturile lemnoase cu un sezon de creștere scurt și ierburi înalte, pot crește uneori pe soluri sărace, epuizate, în care cultivarea culturilor alimentare este dezavantajoasă din cauza eroziunii sau a altor restricții. Acești factori pot contribui la reducerea concurenței pentru terenuri cu producătorii de alimente și furaje.

Culturile energetice furnizează deseori mai multă biomasă decât paiele rămase după recoltarea cerealelor sau a rapiței. De la acestea pot fi obținute de la un hectar pe an chiar și 30 de tone de substanță uscată. Caracteristicile distinctive ale culturilor energetice sunt:

- pot fi amplasate pe soluri neproductive (degradate), iar unele cresc pe același loc până la 20 de ani sau mai mult;
- cerințe scăzute pentru condiții climatice, unele cu rezistență la secetă;
- creșterea mare a masei uscate în timpul sezonului de vegetație;
- puterea calorică ridicată a biomasei;
- posibilitatea mecanizării operațiunilor agrotehnice legate de întreținerea plantațiilor.

Trebuie remarcat faptul că combustibilii vegetali, spre deosebire de combustibilii fosili (diferite tipuri de cărbune, produse petroliere, gaz natural), au următoarele avantaje:

- reproducerea materiilor prime;
- arderea lor nu produce emisii suplimentare de dioxid de carbon, deoarece cantitatea acestui gaz creat în timpul arderii este egală cu cea absorbită în procesul de fotosinteză a plantelor;
- arderea lor este însoțită de emisii limitate de alte gaze cu efect de seră: oxizi de sulf și azot;
- cenușa rămasă are o compoziție minerală utilă și poate fi folosită cu succes ca îngrășământ;
- atractivitatea prețurilor combustibililor din biomasă comparativ cu combustibilii fosili;

Un beneficiu important este că o creștere a utilizării culturilor energetice determină o activare economică suplimentară a agriculturii, contribuind la o reducere a șomajului în zonele rurale.

În această lucrare se prezintă o scurtă caracteristică biologică, valoare energetică și cerințele agronomice generale privind asigurarea producerii pentru unele din cele mai aplicabile culturi energetice.

Culturile energetice erbacee

Miscanthusul uriaș este una dintre plantele din genul Miscanthus, familia cerealelor, originare din regiunile calde din Asia *(fig. 10)*. Datorită aspectului lor atractiv, formei și inflorescențelor plantelor acestora din anii ’30 ai sec. XX, au fost aduse în Europa ca plante ornamentale. În anii ’70, ca urmare a crizei petrolului din Europa, au început lucrările de cercetare privitor la evidențierea plantelor producătoare de energie din biomasă. În cadrul acestora a fost evidențiat inclusiv și miscanthusul.



Fig. 10. Miscanthusul uriaș genul *Miscanthus*

Conform rezultatelor cercetării, s-a stabilit că miscanthusul uriaș are cea mai mare importanță economică. Se caracterizează printr-o creștere rapidă, un randament ridicat de biomasă pe unitate de suprafață și o rezistență relativ mare la secetă și temperaturi scăzute. Temperatura optimă pentru creșterea sa este de 28-32 °C, în pofida acestui fapt, sumele europene de temperaturi permit obținerea unor randamente destul de ridicate de biomasă. Chiar și așa, trebuie de avut în vedere faptul că în prima perioadă de viață, prezintă cea mai mare vulnerabilitate temperaturile sub zero, atât primăvara, cât și iarna. De asemenea, trebuie remarcat faptul că disponibilitatea limitată a apei în timpul sezonului de creștere împiedică plantele de miscanthus să își atingă randamentul potențial maxim.

Sistemul radicular bine dezvoltat al acestei specii permite plantarea ei în soluri de diferite tipuri, de la nisipuri cu un nivel scăzut de apă freatică până la soluri cu un conținut ridicat de materie organică. Se simte bine în zonele deluroase, unde sistemul radicular dezvoltat protejează cu succes solul de eroziune. În același timp, ar trebui evitate solurile de captare în depresiuni în care se pot forma adâncituri cu temperaturi extreme.

Dacă plantația de miscanthus urmează să fie înființată pe terenuri dezastruoase, terenuri agricole abandonate sau pajiști, atunci este necesar să se asigure distrugerea tuturor buruienilor perene. Toamna se efectuează arătura adâncă, sub care se poate introduce compost sau gunoi de grajd. Acest lucru elimină practic necesitatea aplicării îngrășămintelor minerale în primul an de cultivare a miscanthusului. La începutul primăverii, solul trebuie să fie afânat profund și nivelat folosind cultivatoare sau grapă cu discuri asamblate cu boroane.

Deși planta nu este foarte capricioasă, este totuși receptivă la îngrășăminte. Cantitatea de îngrășământ aplicată depinde de fertilitatea solului și de randamentul preconizat al plantelor. S-a stabilit că, cu un randament de 10–15 t masă uscată per ha miscanthusul consumă aproximativ 60–100 kg azot, 7–15 kg fosfor, 50–130 kg potasiu și 3–12 kg magneziu. Ghidându-vă de aceste date, pentru a nu determina o scădere a fertilității solului și pentru a obține un randament bun de biomasă, este posibilă planificarea introducerii îngrășămintelor de bază și a nutriției suplimentare în timpul vegetației plantelor.

Miscanthusul uriaș nu formează semințe, deci nu se multiplică prin ele. Rizomul este materialul vegetativ de plantare. Pentru a obține răsaduri, se creează o plantație mamă, care este cultivată timp de 3 ani. Mai mult, rizomii sunt săpați din plantația uterină și împărțiți în fragmente de aproximativ 10 cm lungime, astfel încât să aibă cel puțin 2–3 muguri, din care vor crește lăstari noi. Rizomii rezultați trebuie protejați de uscare.

Pentru a obține densitatea necesară a plantelor de miscanthus (10–15 mii plante/ha), trebuie plantați aproximativ 16 000 rizomi/ha. Densitatea avansată a plantației va asigura competitivitatea fiabilă a miscanthusului în raport cu buruienile. Atunci când se pune o plantație de miscanthus, distanța dintre rânduri este de 1,0 m, iar distanța dintre rizomi în rând este de la 0,7 la 1,0 m.

Pentru a evita îmburuienirea plantației, este deosebit de important în primul an să se efectueze la timp cultivarea între rânduri, folosind tehnici tradiționale. Având în vedere că nu sunt amenințări semnificative privind identificarea pentru miscanthus de boli și dăunători, problema protejării plantației nu este atât de stringentă, dar pot să apară alte situații.

Recolectarea miscanthusului poate fi începută după sfârșitul sezonului de creștere. Totuși deoarece această perioadă se caracterizează prin umiditate ridicată, prin urmare, pentru a obține biomasă solidă de bună calitate, recoltarea cel mai adesea se efectuează în martie-aprilie. Biomasa colectată în acest moment este cel mai bun combustibil calitativ, inclusiv datorită conținutului mai mic de umiditate, a cenușii și a conținutului de minerale și a puterii calorice mai mari. De asemenea, în această perioadă este mai ușor de depozitat. Pe de altă parte, trebuie luat act că o întârziere în recoltarea miscanthusului din toamnă până la începutul primăverii determină o scădere a randamentului de substanță uscată cu chiar 25% din cauza pierderii unor frunze de către plante.

La recoltare, plantele cosite cu o cositoare rotativă sunt uscate în câmp până la umiditatea sub 20%, apoi presate în baloți și depozitate sub un șopron sau peliculă pentru a preveni creșterea conținutului de umiditate a biomasei.

În primul an, randamentele sunt de obicei scăzute (1–2 tone masă uscată/ha), deci uneori această biomasă pur și simplu nu este recoltată. Începând cu al doilea an de cultivare, randamentul este de aproximativ 10 tone masă uscată/ha (t.m.u./ha), iar în al treilea an deja depășește 13 t.m.u./ha. Există informații că pe teritoriul Europei de Est producția de substanță uscată a miscanthusului uriaș pe soluri bune este de 17,7–21,8 t masă uscată/ha, iar pe soluri medii între 12,9 și 17,1 t masă uscată/ha. Randamentul ridicat de miscanthus este menținut până la 8–9 ani de exploatare a plantației și apoi scade sistematic, astfel încât utilizarea comercială a plantației este de 10–12 ani. Biomasa este mai mult aplicată pentru ardere în scopul producerii energiei termice și electrice. Valoarea calorică a miscanthusului constituie 17 MJ/kg (masă uscată), conținutul de cenușă este de 2,7%.

Sorgul (Sorghum sp.) este o plantă erbacee perenă, cu înălțimea de până la 2,5 m, asemănătoare cu porumbul *(fig. 11)*. Această specie este numită „planta cămilă”, din motivul că poate fi cultivată

acolo unde o altă plantă nu ar rezista. Sorgul se cultivă în regiunile cu precipitații puține, poate și deseori neregulate. El prezintă o plantă productivă, nepretențioasă la fertilitatea solului și rezistentă la secetă. Pentru cultivarea și prelucrarea acestuia se solicită cheltuieli minime comparative cu multe culturi tradiționale. Se deosebește și prin aceea că este o plantă care nu produce pierderi, chiar și resturile fiind rentabile. Se folosește cu succes în obținerea de bioetanol. Deoarece pentru creșterea și dezvoltarea unui hectar de sorg se consumă peste 50 t de bioxid de carbon din atmosferă, cultivarea lui are și un impact pozitiv asupra mediului înconjurător. Productivitatea sorgului de pe un hectar ajunge la 80–100 tone de biomasă, din care se pot obține 17 t de bioetanol și 25–30 t/masă presată (bagasa). Masa presată de sorg în amestec cu resturi de frunze, tulpini și panicule poate fi folosită la producerea de brichete pentru furnizarea energiei termice.



Fig. 11. Sorgul *(Sorghum sp.)*

Topinamburul sau Napul porcesc (*Helianthus tuberosus L.*) este o plantă de la care se folosesc, în special, tuberculii subterani *(fig. 12)*. Cu regret ea nu se folosește în măsura proprietăților de care dispune.





Fig. 12. Topinamburul sau Napul porcesc *(Helianthus tuberosus L.)*

Plantele unor varietăți de topinambur depăşesc 3 m înălțime, care pot fi folosite la producerea de peleți și brichete pentru arderea în centrale termice. Tuberculii pot fi utilizați cu succes la obținerea de biomasă pentru biocombustibil sau în industria spirtului. Din 100 kg de tuberculi rezultă 7–10 l alcool, cu o tărie de 35° şi circa 60 kg borhot, care poate fi utilizat la producerea biogazului.

Pentru înființarea unei culturi pe o suprafață de un hectar, este nevoie de o investiție de circa 16 000 de lei, sumă necesară pentru achiziționarea tuberculilor de topinambur. Aceştia se plantează în cuiburi la o distanță de 30–40 de cm între rânduri și pe rând. În primul an de cultură nu este necesar să fie folosite îngrăşăminte. Pentru a nu admite îmburuienirea este nevoie de două-patru praşile pe an. Recoltarea tuberculilor se efectuează toamna târziu (sfârșit de octombrie – început de noiembrie), atunci când planta nu mai vegetează și în tuberculi s-au acumulat substanțele respective. Depozitarea tuberculilor chiar și în subsoluri acomodate este problematică, deoarece tuberculii se usucă relativ uşor, astfel pierzând esențial calitățile sale. Se consideră eficientă păstrarea tuberculilor în sol, unde pot ierna, rezistând la temperaturi extreme, de până la minus 30–40 °C. Producția de 40–50 de t/ha poate fi obținută fără îngrăşăminte, iar la aplicarea acestora pot fi obținute şi până la 60–80 de t/ha.

Nalba pensilvaniană (Sida hermaphrodita) este folosită în prezent ca o cultură energetică valoroasă *(fig. 13)*. Plantația poate fi utilizată chiar și până la 20 de ani. Cultura recoltată sub formă de tulpini și frunze verzi poate fi o materie primă pentru producerea de biogaz, în timp ce cele care se usucă toamna, cu un conținut de umiditate semnificativ mai mic, sunt o materie primă pentru producerea de biocombustibili solizi.

Avantajele nalbei pensilvaniene sunt posibilitatea exploatării pe termen lung a plantațiilor, randamente ridicate de biomasă, conținut scăzut de umiditate a lăstarilor în perioada de recoltare, conținut scăzut de cenușă, clor și sulf în biomasă, posibilitatea utilizării utilajelor agricole tipice pentru cultivare și colectare.

Dezavantajele nalbei pensilvaniene sunt: germinarea redusă a semințelor, posibilitatea limitată de plantare a acestei specii din semințe, necesitatea tratamentului pre-semănat al semințelor, susceptibilitatea la boli.

Nalba pensilvaniană nu este foarte pretențioasă față de fertilitatea solului. Poate fi cultivată pe o varietate vastă de soluri, inclusiv cele nisipoase. Poate fi cultivată pe soluri poluate, degradate chimic, îndeplinind funcția de fito-purificator. Tolerează slab solurile foarte umede.



Fig. 13. Nalba pensilvaniană *(Sida hermaphrodita)*

La înființarea plantației câmpul trebuie pregătit cu grijă, fără buruieni. Acest lucru se datorează creșterii inițiale lente a plantelor de nalbă și posibilității suprimării lor de către buruieni. Toamna, în câmpul unde va fi creată plantația, se va efectua aratul adânc. În primăvară, pentru a nivela câmpul, afânarea superficială trebuie efectuată folosind un cultivator sau discuri asamblate cu boroane. Înainte și după însămânțare (dacă semănătoarea nu are role), câmpul trebuie rulat cu o rolă ușoară.

Nalba pensilvaniană poate fi multiplicată din semințe chiar în câmp sau într-o seră pentru a produce răsaduri, care sunt plantate ulterior în câmp. La fel, poate fi multiplicată vegetativ prin împărțirea rizomilor și obținerea răsadurilor înrădăcinate, sau folosind segmente de tulpini verzi, care se plantează în solul bine umezit și îngrijit corespunzător.

Semănarea directă a semințelor în câmp este metoda preferată pentru înființarea plantației, deoarece este cea mai ieftină și se cere mai puțină muncă. Semințele (1,5–4,0 kg/ha, în dependent de starea solului) sunt semănate (temperatura solului –10 ^{0}C) la o adâncime de 1,0–1,5 cm cu o distanță între rânduri de 60–75 cm pentru a asigura plivirea între rânduri. Există, totuși, riscul răsăririi slabe a plantelor în condiții nefavorabile și necesitatea neadmiterii îmburuienirii, mai ales în primul an de vegetație.

În primul an de vegetație, nalba formează de obicei lăstari unici, crescând la o înălțime de 100–150 cm. După uscare, acești lăstari trebuie colectați toamna sau iarna. În anii următori, plantele cresc până la 300–400 cm. Dacă biomasa va deveni un substrat pentru o plantă de biogaz, atunci este mai bine să o colectăm în perioada de înflorire a plantelor datorită proporției mai mari de frunze din recoltă. Toamna, după ce plantele se usucă, proporția tulpinilor din recoltă depășește 90%, iar umiditatea în zilele meteo scade la 20–25%. Această biomasă este destinată producției de biocombustibili solizi. Recoltarea se poate face cu mașinile de recoltat furaje.

Randamentul de biomasă de nalbă în primul an este redus; în următorii câțiva ani de exploatare a plantației, poate ajunge chiar la 30 t de substanță uscată/ha/an.

Căldura de ardere a biomasei nalbei este de aproximativ 18,5 MJ/kg. Avantajul este conținutul scăzut în biomasa sa de cenușă și elemente minerale (N, K, Cl).

Culturile energetice lemnoase

Salcia aparține familiei Salicaceae, ce include mai mult de 450 de specii de salcie, care cresc în climă temperată și rece *(fig. 14)*. Salcia este o plantă cu creștere rapidă. Este plantă iubitoare de lumină: crește de obicei pe soluri umede, chiar mlăștinoase, deși unele specii pot vegeta pe soluri uscate și nisipoase.



Fig. 14. Salcia *(familia Salicaceae)*

Salcia arbustivă, cultivată pe plantații energetice, reacționează în mod deosebit la condițiile atmosferice de la mijlocul lunii iunie până la sfârșitul lunii august, acesta fiind momentul creșterii masei maxime a plantelor. În condiții de secetă producția poate să scadă cu până la 50%. Ea este periculoasă, în timpul înrădăcinării butașilor, în primăvara primului an de creștere. Salcia are nevoie de minim 500 mm precipitații pentru creșterea și dezvoltarea eficientă. Pentru salcie, pe lângă apa provenită din precipitațiile atmosferice, o mare importanță are umiditatea acumulată în sol după iarnă și care favorizează nivelul ridicat de apă în sol (1,0–1,5 m).

Alegerea solului potrivit și a fertilității solului este adesea esențială pentru succesul creșterii salciei în scopuri energetice. În general, solurile mai bune permit producții mari de biomasă. Solurile aluviale (habitate naturale ale multor specii de salcie) cu fertilitate și potențial de producție ridicate sunt un loc foarte bun pentru înființarea unei plantații de salcie. Pe solurile fertile, bogate în apă, plantele de salcie creează o masă vegetală mare, numeroși lăstari care cresc mai mult de 4 m pe an.

Pregătirea solului include arătura adâncă de până la 35 cm. La începutul primăverii, poate fi aplicată grapa doar pentru a nivela suprafața câmpului și a îndepărta primul val de buruieni.

În sistemul de creștere salciei în așa-numita rotație scurtă, se plantează 18–25 de mii de răsaduri la hectar. Se recomandă plantarea butașilor în benzi, în rânduri duble. Distanța dintre rândurile din bandă este de 0,75 m, iar între benzi – 1,5 m, în rânduri butașii se plantează la fiecare 0,35–0,5 m.

Eliminarea buruienilor pe plantație este importantă, deoarece acestea concurează cu plantele de salcie pentru apă, nutrienți și lumină, mai ales în primul an de creștere. Lipsa de intervenție asupra buruienilor este de obicei motivul eșecului cultivării salciei și, în consecință, duce la lichidarea plantației.

Se recomandă aplicarea la fiecare trei ani a 90–100 kg N, 40 kg P și 90 kg K per ha. Utilizarea apelor uzate pretratate și a nămolului de la stațiile de epurare locale a apelor uzate municipale ca sursă de nutrienți nutritivi poate majora randamentele de biomasă și îmbunătăți condițiile de mediu.

Una dintre modalitățile de reducere a riscului de boli și dăunători la plante este plantarea mixtă pe plantații de mai multe soiuri de salcie cu trăsături morfologice similare, dar niveluri diferite de rezistență la acrofage. Acest lucru poate duce la un randament mai fiabil în comparație cu cultivarea unui singur soi monocultiv.

Recoltarea salciei începe după sfârșitul sezonului de creștere a plantelor, când frunzele cad de pe lăstari, de regulă, după 15 noiembrie și se desfășoară pe tot parcursul iernii până la mijlocul lunii martie, adică înainte de începerea unei vegetații noi. Lăstarii trebuie tăiați la înălțimea de 5–10 cm de la suprafața solului.

Biomasa de salcie poate fi colectată într-o singură fază sub formă de așchii de lemn (secțiuni de lăstari zdrobiți de 2–3 cm) sau în două faze sub formă de lăstari întregi. Lemnul de salcie se obține în rotații: anual, doi, trei și patru ani. După tăierea lăstarilor în primăvară, din mugurii latenți situați pe trunchiuleți din abundență cresc lăstari noi, care pot fi recoltați din nou în ro-

tațiile indicate mai sus. Funcționarea plantației de salcie poate continua fără probleme chiar și peste 20 de ani.

Conținutul de umiditate al lemnului de salcie recoltat într-o rotație de 3 ani este de aproximativ 50%. Așchiile cu un astfel de conținut de umiditate pot fi furnizate direct destinatarului și utilizate ca combustibil în cazane, adaptate pentru arderea lemnului proaspăt, sau uscate și apoi depozitate sub un șopron.

Randamentele de salcie cultivate în rotații scurte sunt posibile în intervalul de 15–30 t masă uscată/ha/an. Salcia are o putere calorică ridicată (4 300–4 500 kcal/kg) și biomasa ei este mult mai ieftină decât lemnul și mai ușor de produs. Utilizarea salciei energetice se face sub formă de tocătură, sub formă de brichete sau peleți, folosiți pentru centralele energetice pe bază de biomasă.



Fig. 15. Plopul *(Populus L.)*

Plopul (Populus L.) este un reprezentant al familiei salciei (Salicaceae Lindl.) *(fig. 15)* – o plantă dioică, dar în cazul clonelor cultivate, de exemplu, în scopuri energetice, se obțin doar forme feminine sau numai masculine. Copacii sunt extrem de iubitori de lumină și necesită, de regulă, o umiditate relativ ridicată a solului, se multiplică prin semințe și vegetativ (butași).

Se manifestă un interes tot mai mare pentru cultivarea plopului în rotații scurte (2–5 ani) și producția de biomasă lemnoasă în scopuri energetice. Plopul cultivat pentru biomasă în rotații scurte are cerințe ridicate față de condițiile climatice, sol și apă. Pentru a obține o productivitate ridicată, plopul necesită un sezon de creștere mai lung (minimum 180 de zile) și temperaturi ridicate, în special în perioada iunie-septembrie, în care temperatura medie ar trebui să fie de 17 °C.

Plopul crește în mod natural în văile și luncile, afiliate râurilor, în zonele inundabile. În locurile fertile și umede, plopul este specia cu cea mai rapidă creștere. Deoarece cea mai intensă creștere are loc la o vârstă fragedă, plopul poate produce randamente mari în rotații scurte de recoltare.

Pentru a obține randamente satisfăcătoare de biomasă și efecte economice, trebuie selectat un teren, ce ar îmbina satisfacerea cerințelor plopului. Trebuie remarcat faptul că în zona în care se creează plantația în timpul sezonului de creștere, ar trebui să existe cel puțin 350 mm de precipitații, nivelul optim al apei subterane de 0,5–2,0 m, temperatura medie a aerului de 14 °C din iunie până la sfârșitul lunii septembrie.

Pentru plantațiile de plop, solul trebuie pregătit ca și pentru alte culturi. Lucrarea de bază a solului se efectuează cu ajutorul discurilor. Apoi se efectuează arătura adâncă la 35 cm pentru a distruge talpa plugului, ceea ce va asigura o bună înrădăcinare a butașilor plantați. Înainte de a planta butașii, câmpul trebuie să fie nivelat și solul să fie afânat din nou, fapt ce va facilita procesul de plantare.

Atunci când sub arătura de toamnă s-au introdus îngrășăminte organice, nu are rost utilizarea celor minerale în primul an de vegetație a plopului. Dacă lipsesc îngrășămintele organice în toamna după primul an de vegetație se încorporează aproximativ la fiecare hectar 48 kg N, 144 P și 144 kg K. După fiecare recoltare de biomasă, azotul se aplică în cantitate de 80–120 kg/ha.

Materialul săditor de plop prezintă butași (segmente de lăstari) cu o lungime de aproximativ 20 cm, obținuți prin tăiere iarna din lăstari de un an sau de doi ani din plantații mamă. De la 5,5 la 6,6 mii de bucăți de butași sunt plantate la hectar. Butașii se plantează la nivelul suprafeței solului, este posibilă o proeminență de 2–3 cm deasupra suprafeței solului. Distanța dintre rânduri este de la 3 la 3,5 m, iar distanța dintre plantele din rând este de la 0,5 la 0,6 m.

Plantarea butașilor trebuie efectuată la începutul primăverii, practic imediat ce se poate ieși pe câmp, astfel încât butașii plantați să utilizeze cât mai multă umiditate de iarnă, ceea ce le va asigura rata de supraviețuire la un nivel de peste 95%.

Întreținerea mecanică este relativ ușor de realizat pe plantațiile de plop, deoarece plantele sunt plantate în culoare largi, care face mai ușoară deplasarea tractoarelor cu grape cu discuri, un cultivator și altele.

Recoltarea masei lemnoase a plopului începe după căderea frunzelor și durează aproape până la sfârșitul lunii martie, adică înainte de începerea noului sezon de vegetație. Lăstarii trebuie tăiați la o înălțime de 5–10 cm deasupra suprafeței solului. Pe plantații bine îngrijite și soluri de bună calitate, este posibil să se obțină 10–18 tone de masă uscată/ha/an.

Biomasa de plop se caracterizează printr-o putere calorică ridicată de 20,05 GJ/t, conținutul mediu de cenușă este de 1,85%, sulf – 0,033%.



Fig. 16. Copacul prinţesei *(Paulownia tomentosa)*

Copacul prințesei (Paulownia tomentosa) este o specie iubitoare de căldură și iubitoare de lumină *(fig. 16)*. Tolerează umbrirea la o vârstă fragedă. Este puțin pretențios pentru soluri, poate crește pe soluri uscate care conțin până la 2% var, dar crește slab pe soluri uscate. Atinge cea mai bună dezvoltare pe un sol profund, fertil, moderat umed. Suferă de vânt puternic din cauza fragilității lemnului. În condiții favorabile de creștere, se caracterizează printr-o creștere rapidă. În funcție de mediul în creștere, copacii pot atinge înălțimi diferite, până la maxim 30 m. Circumferința trunchiului unui copac de 1,5–2,0 ani este de 8–14 cm, un copac de 3–4 ani are 20–24 cm, un copac adult de 18 ani are până la 80 cm. Dezvoltă cu ușurință lăstari dintr-un ciot, crescând până la 2–3 și chiar până la 4 m într-un an. Momentul fructificării începe la vârsta de 4–5 ani.

Plantarea puieților se face în rânduri drepte, la distanțe de 4 m între plante pe rând. Perioada ideală pentru plantare este primăvara, după ultimele înghețuri, astfel încât planta să apuce să îşi formeze o rădăcină lignificată cât mai puternică pe întreg parcursul primăverii, verii şi al toamnei. Semințele își pierd germinația după șase luni, de aceea sunt recoltate în ianuarie-februarie (în capsule nedeschise) și semănate primăvara, de preferință sub sticlă în cutii, răsadurile se scufundă în creste (cu umbrire și udare), iar la vârsta de un an sunt transplantate într-o pepinieră. La vârsta de 2 ani, răsadurile sunt pregătite pentru plantare într-un loc permanent. Poate fi multiplicat prin butași de rădăcină și verzi; frunzele tinere, înflorite, când ating o lungime de 2,5–3,0 cm, sunt tăiate cu un pețiol și înrădăcinate în nisip sub sticlă. Exemplarele adulte destul de rezistente, cu lăstari lignificați, pot rezista înghețuri pe termen scurt până la -25–28 °C.

Unicitatea Paulowniei constă în faptul că arborele nu necesită replantare. După fiecare tăiere, teșit, arborele regenerează. Durata de viață a rădăcinii este de 70–100 de ani și poate rezista între 4 și 8–9 cicluri de opt ani, ceea ce ne oferă posibilitatea de a relua procesul de producere fără costul plantării noi și al cultivării terenurilor. Trunchiul poate fi tăiat în orice moment al anului, în pofida sezonului și a perioadelor scurte de recoltare, ceea ce nu este asemănător cu alte specii de arbori.

Lemnul de paulownia este potrivit pentru producerea de peleți. Din frunzele ei poate fi produs biogazul. Există tehnologii care permit obținerea de la 1 t de lemn uscat până la 0,5 t de etanol.

Valoarea energetică a peleților din lemnul de paulownia este de 4670 kcal/kg, 2 kg de acest produs înlocuiește un litru de motorină.

1.4. DEȘEURILE AGRICOLE/VEGETALE

Oficial este stabilit că deșeurile vegetale din agricultură sunt rămășițele vegetației din extracția părții necesare a culturii agricole după recoltare și prelucrarea industrială a acesteia. Există două grupuri de astfel de deșeuri: de la producția agricolă; din industria prelucrătoare.

Deșeurile acestor două grupe categoric se deosebesc de orice alte deșeuri provenite de la activitățile umane, deoarece acestea conțin multiple produse utile atât pentru ramura de proveniență, cât pentru consum ca nutrienți, produse curative etc. Deșeurile vegetale, precum și majoritatea derivatelor lor au valori calorice satisfăcătoare și de aceea se utilizează la producerea energiei termice și electrice, dar și fiind biodegradabile nu prezintă pericol ecologic.

Tocmai din aceste motive randamentul deșeurilor agricole este unul dintre cele mai reduse din volumul total de deșeuri. Potrivit datelor Centrului de date al UE privind deşeurile 29 de țări europene, aproximativ 60% din deşeurile generate au fost deşeuri minerale şi sol, în mare parte în urma activităților de construcții şi demolări şi a mineritului. În ce priveşte deşeurile de metale, hârtie şi carton, de lemn, deşeurile de substanțe chimice şi medicale, precum şi deşeurile animaliere şi vegetale, fiecare tip de deşeuri a avut între 2% şi 4% din total.

Tendințele universale privind dezvoltarea energeticii alternative demonstrează că reziduurile vegetale domină în totalul de surse utilizate în acest scop. Faptul în cauză este condiționat de faptul că acestea la moment sunt folosite neefectiv, au un cost foarte redus, pentru obținerea lor este necesar de efectuat doar cheltuieli de colectare, transport şi depozitare, iar pentru utilizare nu necesită mari investiții. Astfel, prin alocații mici se generează un preț mai mic pentru utilizatori şi respectiv, producătorii obțin venituri mai mari.

Este știut că pentru producerea diferitor produse energetice, ori includerea directă în tehnologii de producere a energiei termice și electrice, sunt utilizate în diferită măsură reziduurile fitotehnice vegetale și derivatele lor precum urmează:



Fig. 17. Paiele, obţinute de la cereale (grâu, orz, secară)

Paiele, obținute de la cereale (grâu, orz, secară, ovăz), la fel pleava *(fig. 17)*, deșeuri provenite de la procesarea cerealelor: tărâțe, resturi nealimentare obținute în urma sortării masei de cereale, amestec de gunoi de cereale, cereale traumate, cereale răsucite și încolțite, semințe de plante sălbatice, cereale șistovite. Pot fi și deșeurile de la fabricarea berii și a producției de alcool: aliaj de orz (boabe de orz micșurate, paie și alte impurități), deșeuri de lustruire, particule de coajă zdrobită, endosperm, boabe sparte, praf de malț, melasă, produse de amidon (de la diferite tipuri de boabe), reziduul după distilarea alcoolului, bragă.

Coceni şi ştiuleți de porumb, silozul neutilizat ca nutreț, resturi obținute după morăritul boabelor de porumb, producerea uleiului și altor produse din acestea etc.

Tulpinile și pălăriile de floarea-soarelui, deșeurile după vânturatul semințelor, coaja de la semințele supuse extragerii uleiului, uleiul necomestibil.

Deșeuri de la procesarea sfeclei de zahăr: pulpa, melasa, siropul, sedimentul de pe filtru, rădăcini necondiționate, cozi de sfeclă.

Reziduurile de la cultivarea cartofului și legumelor: curpenii și legumele defectate, frunze de varză, sfeclă, morcov, deșeuri de cartofi, morcov și sfeclă la depozitare și în procesul păstrării. Resturi de la procesarea celor sus-numite – deșeuri de dovleacuri și dovlecei, capete tăiate de legume, semințe de tomate și ardei, pulpa după extrageri, deșeuri de mazăre verde (vârfuri, frunze, boabe defectate, păstăi).

Crengile după tăierea și formarea pomilor fructiferi, frunzele de toamnă, pomii de la defrișarea livezilor, deșeuri de fructe, care apar în procesul depozitării, păstrării, comercializării și procesă-

rii acestora – fructe cu defecte și afectate, coajă, semințe și cuiburi de semințe și tescovină, coaja de nuci și alune.

Coardele de viță-de-vie de la tăierea și formarea butucilor, butucii la defrișarea plantațiilor, struguri stricați ori afectați, care apar în procesul depozitării, păstrării, comercializării și procesării acestora, reziduuri ce se obțin la producerea vinului, adică a crestelor, cojilor, semințelor și tot ce rămâne în presă după stoarcerea sucului din struguri proaspeți sau a vinului din pulpa fermentată ș.a.

Toate acestea, dacă din ele nu se mai produce nimic, nu se folosesc eficient ca îngrășământ organic, ori la încălzirea locuințelor, susținerea unor produceri, prezintă surse importante pentru producerea energiei pe baza utilizării tehnologiilor moderne. Astfel, ar fi evitate distrugerea solului, poluarea aerului în urma arderii necondiționate, poluarea surselor acvatice, aruncarea la gunoiști a volumelor mari a multiplelor din cele numite mai sus.

Atenţie: Cei cointeresaţi să comercializeze materia primă din sursele numite se pot consulta la Laboratorul de biocombustibili solizi din cadrul Universităţii Agrare de Stat, acreditat din noiembrie 2016 pentru aprecierea calităţii materiei prime și certificarea biocombustibililor.

Desigur, toate aceste surse au destinația lor concretă privitor la utilizarea în sistemul energetic, fiecare are valoarea sa energetică și de aceea au și locul lor în programele respective.

Utilizarea paielor de cereale în calitate de sursă regenerabilă de energie

Paiele utilizate în calitate de combustibil au practic aceeaşi putere calorifică ca şi lemnul sau jumătate din cea a cărbunelui. Apropo, s-a constatat că arderea unei tone de brichete de paie produce la fel de multă energie ca arderea a 1,6 t de lemn. Incomoditatea utilizării directe a paielor este condiționată de aceea că sunt voluminoase, au o greutate specifică de cca 40 ori mai mică decât a petrolului. Această incomoditate a fost depășită prin balotarea lor și acum utilizarea paielor este pe larg utilizată.

Reziduurile din paie, ca una din componentele principale ale biomasei solide, în scopuri energetice se folosesc la arderea directă pentru producerea căldurii şi pregătirea hranei, la producerea combustibililor solizi (peleți şi brichete), la obținerea de gaze combustibile şi a biocarburanților lichizi pentru transporturi. Paiele sunt atractive din mai multe considerente, dar în primul rând grație caracteristicilor sale (vezi tabelul 3).

În lume sunt deja experiențe convingătoare privind utilizarea paielor. În Danemarca, de exemplu, din cele 6 milioane de tone de paie produse anual pe câmpuri, aproximativ 1,5 milioane de tone sunt arse pentru producerea de energie. Datorită sprijinului guvernului pentru dezvoltarea „energiei verzi", peste 10 000 de cazane agricole cu o capacitate de până la 1 MW pe paie funcționează în țară, iar aproximativ 55 de Centrale ale sistemului de termoficare utilizează și resturile producției agricole. Cenușa de la arderea paielor este apoi transferată către o firmă de îngrășăminte organice sau fermierilor pentru dispersare pe câmpuri. Din 2016, Marea Britanie are două dintre cele mai mari centrale electrice pe bază de paie din lume, cu capacitatea de 38 MW și 40 MW, construite după tehnologia daneză. Stații similare, dar cu capacitate mai mică, funcționează în Spania, Suedia, Polonia, China.

Tabelul 3. Unele caracteristici ale deșeurilor de paie

Indicatori	Unitatea de măsură	Valoare
Căldura de ardere: - inferioară - superioară - în stare uscată	MJ/kg	 **13,5 – 14,8** **15,0 – 15,2** **18,2 – 18,7**
Conţinutul de umiditate (stare uscată)	%	**10 – 25**
Greutatea specifică	kg/m^3	**~ 150**
Conţinutul de cenușă	%	**5**

În plus, deșeurile agricole pe bază de plante sunt utilizate pentru a produce biocombustibili solizi. Așadar, peletele de paie sunt produse în Marea Britanie, Polonia, Canada, SUA și altele.

Însă, ținând cont că mereu trebuie asigurată balanța optimală a substanței în sol este important să nu trecem într-o extremă irațională privind utilizarea paielor (chiar și altor deșeuri vegetale) în favoarea producerii energiei. La acest capitol mereu merg discuții globale, regionale, în diferite țări și direct cu producătorii și consumatorii acestor deșeuri.



Fig. 18. Arderea miriștii și paielor de cereale – o practică inadmisibilă

În centrul dezbaterii privind utilizarea reziduurilor de culturi ca combustibil rămâne întrebarea cu privire la cât de mult din potențialul paielor și al altor deșeuri de culturi din producția agricolă poate fi utilizat pentru producerea de energie și cât de mult pentru nevoile producției de culturi și animale.

Tabelul 4. Utilizarea potenţialului paielor de culturi agricole pentru producerea de energie în unele ţări

Ţara	Cantitatea totală de paie	Paiele pentru ardere	Paiele pentru hrana animalelor	Paiele pentru așternut la vite	Paiele neutilizate
Danemarca	5,5 mln. tone	1,5 mln. tone	1 mln. tone	0,7 mln. tone	2,3 mln. tone
China	600 mln. tone	6,4 mln. tone	-	-	-
Germania	30 mln. tone	8–13 mln. tone	În total 4,8 milioane tone		-
Polonia	23 mln. tone	4,5 mln. tone	În total 18,5 milioane tone		-

În Marea Britanie, 40% din volumul de paie de grâu este zdrobită și arată în sol, 30% este folosită pentru așternut și hrană pentru animale, 30% sunt vândute de fermieri altor consumatori, inclusiv 3% pentru nevoile centralei electrice.

Și în Republica Moldova, grație accesibilității, paiele s-au dovedit a fi o sursă regenerabilă eficientă pentru generarea energiei termice în scopul încălzirii clădirilor publice (grădinițe pentru copii, școli, aziluri pentru vârstnici, spitale etc.), precum și la sectoare de producere, preponderent în localitățile rurale. Aceste realizări aparțin Proiectului Energie și Biomasă, susținut financiar de Uniunea Europeană și implementat începând din 2011.

Savanții pedologi previn că în Republica Moldova 70–75% din paiele produse trebuie să rămână în agricultură, cea mai mare parte din care fiind încorporate din nou în sol prin orice sisteme de lucrare a acestuia. Calculele privind volumul lor sunt dinamice, dar este inadmisibilă și chiar contrară legislației arderea paielor pe câmp, pretextul și explicațiile privind astfel de acțiuni, fiind alogice din toate punctele de vedere, pentru că arderea paielor și miriştii duce la distrugerea solului, iar pentru refacerea fertilității acestuia se vor efectua noi cheltuieli și se va munci ineficient.

Utilizarea porumbului în calitate de sursă regenerabilă de energie

Pentru Republica Moldova porumbul este un simbol național. Dezvoltarea producerii porumbului a făcut-o recunoscută în lume, nu numai pentru recoltele ce le obține, dar și pentru aportul în ameliorarea sortimentului și asigurarea cu semințe a multor țări.

Porumbul este tradițional principala sursă de hrană a populației, fiind utilizat în formă de făină, crupe, boabe fierte, conservate, fulgi etc.. Pe larg atât în formă de boabe, boabe procesate, dar și diferite modalități de consum a masei vegetale este folosit pentru nutriția animalelor *(fig. 19)*.

Fiind o sursă importantă de amidon, ulei şi gluten, porumbul este utilizat în multe produse ale industriei de panificație, produse rafinate şi prelucrate. Este recunoscut că cea mai eficientă sursă pentru obținerea bioetanolului. O tonă de bioetanol se obține din circa 3 tone de porumb (care costă 90 de euro/tonă) și se vinde cu peste 700 de euro, fiind o afacere profitabilă.



Fig. 19. Recoltarea porumbului



Fig. 20. Cazan de ardere a boabelor de porumb conectat cu siloz de alimentare

Nu numai boabele, dar și partea vegetală a porumbului (tulpinile, frunzele, pănușile, paniculele), coceni și ciocleji, sunt pe larg utilizate pentru nutriția animalelor în mod direct ori în formă de siloz, fiind mai eficient când acesta conține boabe. Însă și după aceste consumuri mai rămân resturi și chiar volume separate de masă vegetală ori masă însilozată ce se folosește în scopuri energetice.

Porumbul este cultivat în foarte multe regiuni ca şi materie primă pentru producția de biogaz, la fel şi în diferite regiuni ale Europei pentru atingerea obiectivelor privind energia din resurse regenerabile. Porumbul este tăiat, însilozat, apoi descompus într-un fermentator anaerob cu ajutorul microbilor, astfel obținându-se metan (şi alte substanțe organice).

Porumbul are cea mai mare emisie de gaze raportat la o tonă. Soiurile speciale cu conținut ridicat de substanță uscată pot produce o recoltă de 60 t/ha, din care se pot obține până la 6 000 m^3 de metan, care este folosit în primul rând pentru producerea energiei electrice, dar și a celei termice pentru întreținerea altor industrii ori pentru încălzirea locuințelor.

Și în acest caz trebuie evitată exagerarea utilizării volumelor necontrolate de porumb în orice formă în detrimentul securității alimentare a populației. Apropo, cultivarea intensivă a porumbului pentru bioetanol necesită însă cantități mari de pesticide și acestea au un efect nefast asupra solului, ceea ce înseamnă că principalul avantaj al acestui combustibil (faptul că afectează mai puțin mediul) este oarecum anihilat. Totodată, dacă porumbul ar fi păstrat ca principala sursă pentru biocombustibil, recolta destinată hranei umane și pentru animale, ar scădea și o criză alimentară ar fi iminentă; prețurile la alimente ar putea crește cu 15–40%, determinând rezultate dezastruoase pentru țările mai puțin dezvoltate.

Utilizarea deșeurilor livezilor și viilor în calitate de sursă regenerabilă de energie

În Republica Moldova suprafața livezilor și viilor constituie cca 280–300 mii hectare, și practic nu există grădini fără pomi fructiferi și viță-de-vie. Plantațiile și podgoriile sunt mândria noastră privind producerea fructelor și strugurilor, atât pentru consum intern, cât și pentru export.

De rând cu această muncă a pomicultorilor și viticultorilor este și producerea și utilizarea părții lemnoase a plantațiilor menționate. Anual se defrișează în mod oficial cca 2 500–3 000 de hectare de livezi și până la 4 sau mai multe plantații viticole. Tradițional această masă lemnoasă se distribuie populației pentru asigurarea încălzirii caselor, prepararea bucatelor și este firesc în situația când suntem limitați în surse termice de altă proveniență, dar costul lor este foarte ridicat. Însă este o atitudine negospodărească arderea la marginea plantațiilor și în grădini a gră-

mezilor (volume enorme în sumar) de crengi obținute de la tăierea și formarea pomilor și butucilor. Pare a fi un lucru neînsemnat și utilizarea frunzelor în toamnă. Nu în zădar întru a preveni poluarea mediului, dar și mai mult pentru a nu afecta sănătatea populației au fost adoptate legi cu restricții drastice.

Toate acestea: masa lemnoasă de la defrișări, crengile și coardele după tăierea și formarea pomilor și butucilor de viță-de-vie, frunzele acumulate toamna sunt surse foarte eficiente pentru producerea energiei termice. De, menționat că arderea, în formă de masă lemnoasă tocată, ori a peleților și brichetelor produse din ea, în cazanele moderne ce propun pe piața noastră, asigură obținerea unui randament de 75–80% pe când aceleași produse arse în sobele tradiționale nu ajung nici la 30%.

Deci, dacă fructele și strugurii sunt marfă, atunci şi masa lemnoasă și frunzele nu sunt lipsite de valoare.

Pe lângă utilizarea deșeurilor de paie, utilizarea porumbului și deșeurilor vegetale din livezi și vii, despre care s-a vorbit mai sus, trebuie folosite deșeurile vegetale de la creșterea altor culturi. Aceasta este convenabil atât din punct de vedere financiar, cât și prin prisma importanței energetice și excluderea poluării mediului.

1.5. DEŞEURILE ANIMALIERE

Deșeurile animaliere sunt deşeuri provenite de la creşterea animalelor şi păsărilor, de la abatoare şi din industria de prelucrare a produselor animaliere, din unitățile zootehnice.

În cadrul acestei teme ne vom axa numai pe deşeurile provenite de la creşterea animalelor, deoarece resturile animaliere provenite de la abatoare necesită o abordare mai specială şi, de obicei, sunt prelucrate în condiții industriale.

Astăzi, agricultura ecologică este concepută ca o integrare avansată a surselor alternative şi acest subiect este extrem de relevant, deoarece reprezintă o sursă neprețuită de energie: **gunoiul de grajd, bălegarul și resturile animaliere**, având şi un rol important în economisirea resurselor financiare.

În prezent organica este utilizată foarte ineficient. Și dacă totul este mai mult sau mai puțin clar cu dejecțiile de bovine, atunci există mari probleme cu dejecțiile de porc și cu excrementele de pasăre din cauza imposibilității din mai multe motive de a le folosi ca îngrășăminte. Cel mai adesea, problemele apar din cauza contaminării ridicate a microflorei patogene și a semințelor buruienilor.

Principala dificultate este livrarea îngrășămintelor organice la locul de aplicare a acestora. De regulă, sunt necesare multe îngrășăminte organice, care ocupă un volum mare și necesită mai mult timp și efort pentru transport și aplicare.

Depăşirea problemei se poate face prin fermentarea îngrășămintelor organice într-un bioreactor, care va modifica proprietățile acestuia şi va depăşi proprietățile gunoiului de grajd original de 50–100 de ori, ceea ce ar însemna necesitatea de a aplica mai puține cantități pe câmp, adică nu trebuie aplicate 50 t de gunoi de grajd la hectar, ci doar o tonă. Fertilizarea solului cu îngrăşămintele obținute în procesul de fermentare este mai rentabilă.

În timpul fermentației anaerobe se sintetizează gaz metan, care face posibilă compensarea majoră a costurilor energetice, deoarece se poate obține energie termică suplimentară cu putere calorică ridicată prin arderea biogazului în cazanele pe gaz sau a energiei electrice folosind gazul din instalațiile de cogenerare.

De reținut, că gunoiul de grajd şi dejecțiile animaliere au diferite proprietăți energetice şi necesită a fi tratate separat şi după anumite reguli.

În majoritatea localităților rurale, depozitarea gunoiului de grajd se face în principal în spații deschise și pe sol neprotejat, paturile de paie sub gunoiul de grajd fiind foarte rar folosite. De obicei gunoiul de grajd nu este depozitat în câmp, iar fermierii nu colectează dejecții lichide în containere aflate la exterior sau interior și nu utilizează vreun mijloc de transport al acestora către culturile din câmp, ceea ce agravează situația ecologică.

Posibilitatea de stocare a gunoiului de grajd reduce sau elimină în totalitate necesitatea colectării, eliminării şi împrăştierii acestuia în mod zilnic. În trecut, când complexele animaliere erau

de dimensiuni mici, transportul zilnic sau stocarea de scurtă durată erau practici pe care fermierii le aplicau în mod curent. Odată cu creşterea în dimensiuni a complexelor animaliere, producerea unor cantități importante de gunoi de grajd a determinat dezvoltarea capacităților de stocare.

Necesitatea stocării bălegarului animalier derivă din faptul că producătorul trebuie să-l împrăştie pe terenurile agricole la momentul optim, având în vedere factorii de mediu şi structura culturilor în respectivul areal. Eficiența utilizării nutrienților eliberați de bălegarul animalier este influențată de perioada de vegetație a plantei de cultură. De aceea tipul de cultură şi metoda de aplicare a bălegarului animalier sunt factori principali, care trebuie luați în considerare atunci când este amenajată o infrastructură pentru depozitarea acestor materiale organice reziduale.

Compostarea reprezintă o parte integrantă a sistemului de depozitare a bălegarului animalier de consistență solidă. În regiunile aride bălegarul de vacă poate fi compostat în grămezi neacoperite. Bălegarul provenit din împrospătarea aşternutului de pasăre poate fi compostat în grămezi care pot servi atât ca spațiu de depozitare, cât şi pentru compostare.

Bălegarul în stare semisolidă poate fi depozitat, de asemenea, în bazine de pământ, costurile de amenajare a unor astfel de structuri fiind cele mai mici, aceste tipuri de spații de stocare sunt întâlnite frecvent. Un dezavantaj major al acestor tipuri de structuri este că nu se poate realiza controlul mirosurilor neplăcute.

Avantajele depozitării bălegarului sub formă semilichidă sunt: volum mai mic, posibilitatea de stocare în rezervoare sau spații speciale sub pardoseală sau pe pământ cu posibilitatea de a reduce mirosurile neplăcute prin acoperire, capacitate de reținere a nutrienților mai mare, posibilitatea de colectare şi transport hidraulic. Dezavantajul major al acestor infrastructuri sunt: împrăştierea mirosurilor neplăcute în cazul utilizării structurilor de pământ şi posibilele scurgeri de elemente poluante.

Stabilirea perioadei de stocare a bălegarului animalier depinde de doi factori principali: durata perioadei de vegetație şi condițiile climatice locale, care influențează direct operațiunile de împrăştiere a gunoiului de grajd pe terenurile agricole. Pe lângă acestea se au în vedere, de asemenea, echipamentele tehnice aflate în dotare şi disponibilitatea forței de muncă.

Volumul de bălegar animalier produs în interiorul fermei (gospodăriei) în timpul perioadei de stocare constituie un factor important pentru dimensionarea infrastructurilor de depozitare a gunoiului de grajd. Volumul de bălegar produs depinde de numărul şi tipul de animale din fermă, greutatea acestora şi eventual de tipul de animal dintr-o anumită specie (scroafă gestantă, porc pentru îngrăşat). Volumul de bălegar este, de obicei, estimat utilizând valori stabilite prin diferite cercetări şi studii efectuate. De obicei, o tonă de gunoi de grajd conține: 4,1 kg N organic, 0,8 kg N mineral, 1,4 kg P, 5,5 kg K și 17 kg de C organic.

În multe situații, materialele utilizate ca aşternut pentru animale contribuie la stabilirea volumului final de bălegar animalier care urmează a fi stocat. Materialele tipice utilizate ca aşternut pentru animale sunt: fânul, paiele, rumeguşul, aşchiile de lemn, nisipul. Aceste tipuri de materiale sunt utilizate, de regulă, în staulele deschise a vacilor pentru lapte, în sistemele de găini ouătoare, în țarcurile de porci. Pentru estimarea volumului de amestec aşternut-bălegar este necesar să se cunoască cantitatea de aşternut, umiditatea şi densitatea amestecului aşternut-bălegar animalier. Volumul de aşternut care intervine în amestec depinde de cantitatea utilizată în acest sens. Dacă se utilizează o cantitate minimă de aşternut în amestec (suficientă ca amestecul realizat să se comporte ca un material de consistență solidă or semisolidă), atunci volumul de aşternut este de 1/3 până la 1/2, deoarece bălegarul are tendința de a umple spațiile libere dintre particulele de aşternut. Dacă se foloseşte o cantitate mai mare de aşternut, cum ar fi cazul staulelor cailor, atunci volumul de aşternut care intervine în amestecul bălegar-aşternut este mult mai mare.

Fermentarea gunoiului de grajd poate fi făcută la rece, timp de 3–4 luni la 20–30 °C sau la cald, când materialul din platformă este afânat, umed și are loc la temperatura de 60 °C (temperatură la care sunt distruși patogenii și viabilitatea semințelor de buruieni). Mai este practicată de către fermieri și fermentarea mixtă, când mai întâi are loc fermentarea aerobă, după care gunoiul se tasează și are loc fermentarea anaerobă. Gunoiul de grajd se aplică în perioada de vară-toamnă, până la arătura de toamnă.

La fertilizarea cu gunoi de grajd înainte de plantarea pomilor sau viței-de-vie, toamna, se administrează 60 t/ha. Cantitatea de gunoi de grajd necesară pe parcele cultivate cu plante anuale se calculează înmulțind necesarul anual (10 t/ha) cu numărul de ani al rotației culturilor.

Dejecțiile animaliere pot fi utilizate şi ca surse de energie în răsadnițe:

Bălegarul de cal. Este de departe cel mai bun biocombustibil, conține apă doar 70%, foarte bogat în hidrocarburi şi produşi ce conțin azot. Are pH bazic 8–9 şi dezvoltă o temperatură maximă între 70–80 °C. Energia sa calorică se pierde până la jumătate în primele două săptămâni de fermentație, restul urmând să se degaje în 7–8 săptămâni. De aceea, dacă aşezăm bălegar de cal ca pat cald în răsadnițe, în primele două săptămâni vom obține temperaturi de 60–70 °C, apoi temperatura va scădea la 30 °C, şi se va menține la această valoare timp de 6–7 săptămâni.



Fig. 21. Utilizarea aşternutului de la întreţinerea ovinelor (tizic) la încălzire

Bălegarul de vacă. Se deosebeşte de cel de cal prin conținutul mai mare de apă (75–80%). Din acest motiv temperatura maximă la care ajunge prin fermentație este de 45 °C, temperatură ce se menține aproape 2 săptămâni. Apoi temperatura scade la 20 °C pentru următoarele 4–5 săptămâni. Se poate crește valoarea energetică a acestui bălegar de vacă prin adăugarea de paie sau rumeguş.

Excrementele de oaie sau de capră. Sunt foarte uscate şi trebuie umezite înainte de a fi folosite. Este foarte indicat să se amestece cu alt tip de bălegar, deoarece fermentează lent ajungând la 55 °C după 2 săptămâni de la aşezarea în patul cald. Se menține această temperatură cca o săptămână după care ea va scădea până la 15–20 °C pentru următoarele 45–50 de zile.

Excrementele de porc. Nu se folosesc aproape deloc ca biocombustibil fiind prea umede şi mult prea acide. Ele nu reuşesc să încălzească deloc răsadnițele, dar se pot amesteca cu bălegar de cal şi cu paie. Uneori acest fapt este natural, deoarece porcul este departe de a fi exclusiv ierbivor. De ce ard roşiile, când se folosesc excremente proaspete? Simplu, din cauza acidității mari, rezultat al hranei variate a porcului, ce include şi carne, grăsimi etc.

Tabelul 5. Cantitatea de biogaz produs în funcție de materia primă utilizată pe durata perioadei de fermentare

Materia primă (substratul)	Biogaz (m^3 la 1 m^3 de substrat)
Găinaţ de pasăre	53,71
Balegar de cal	40,60
Bălegarul ACM	32,40
Bălegarul ACM (proaspăt)	76,69
Bălegar de oi	162,00
Bălegar de porc	25,52

O altă aplicare a dejecțiilor animaliere este producerea de biocombustibil (utilizarea în scopuri energetice) *(fig. 21)*. Fiecare tip de dejecție are energia sa calorică *(tab. 5)*, cea mai mare putere calorică o are bălegarul de oi, care conține cca 32–35% de masă uscată.

Biogazul din aceste dejecții poate fi extras prin utilizarea bioreactoarelor (instalații speciale de fermentare). Procesul de fermentare poate să decurgă la o umiditate de 50% până la 95%, însă este demonstrat de savanți, că pentru resturile animaliere procesul de obținere a metanului are loc cel mai optim la umiditatea de 90–95% a materiei prime.

Durata optimă de aflare a substratului în bioreactor diferă în funcție de temperatura de fermentare şi tipul materiei prime. Pentru regimul mezofil aceasta constituie 25–30 zile, iar pentru cel termofil 10–15 zile.

Principiul de producere a biogazului constă în prelucrarea fără deşeuri pură ecologică a deşeurilor organice. Cantitatea de biogaz produs depinde de conținutul substanțelor uscate şi tipul materiei prime utilizate. Dintr-o tonă de bălegar de animale mari cornute (AMC) se obține 30–50 m^3 de biogaz cu conținut de metan 60%; 150–500 m^3 de biogaz din diferite tipuri de culturi cu conținut de metan de 70%. Cantitatea maximă de biogaz care poate fi obținută constituie 1 300 m^3 cu o componență de 87% metan, utilizând ca materie primă grăsimile.

În corespundere cu schema funcțională tipurile de deşeuri enumerate se acumulează într-un rezervor special. În acest rezervor se face pregătirea prealabilă a biomasei şi în formă lichidă se trece în bioreactor.

În dependență de cantitatea de bălegar, găinaț sau alte deşeuri acumulate într-o zi, precum şi de volumul necesar de biogaze într-o perioadă sau alta de timp se selectează regimul de fermentare a bioreactorului mezofil sau termofil. Este foarte important ca la prima încărcare a bioreactorului de amestecat bălegarul de vacă şi găinațul de pasăre în proporții egale.

În calitate de exemplu, în figura 22 este prezentat procesul de obținere a biogazului într-o instalație cu volum de 0,26 m^3 şi volumul rezervorului de gaz de 0,08 m^3 fără utilizarea catalizatorului şi cu utilizarea în calitate de materie primă a găinațului de pasăre.

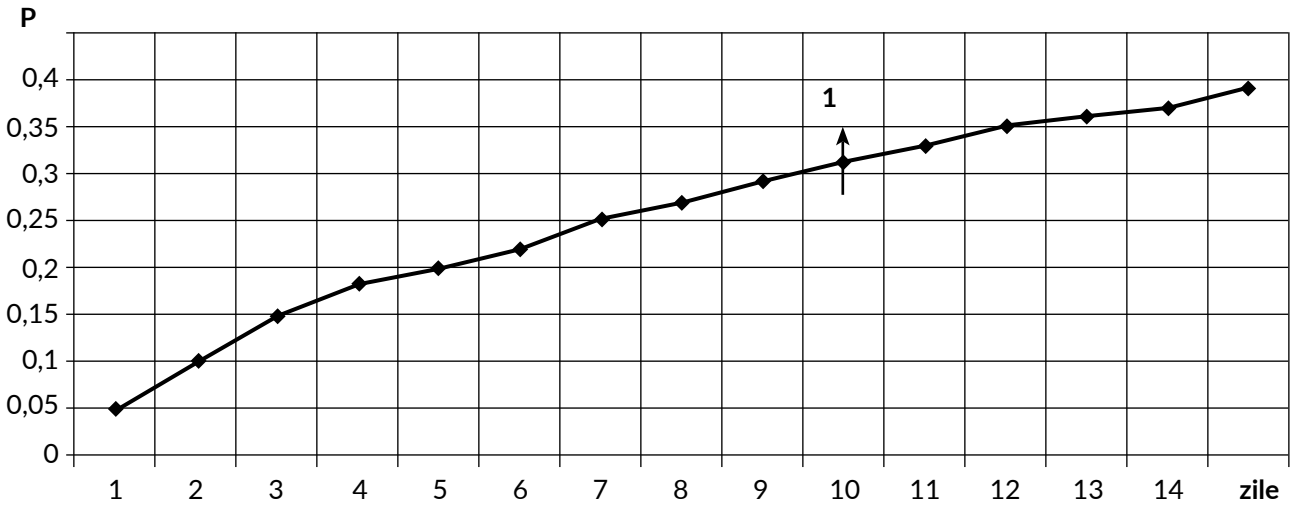


Fig. 22. Dinamica de creştere a presiunii gazului în bioreactor de la început şi până la obţinerea biogazului cu parametri inflamabili fără utilizarea catalizatorului şi temperatura de fermentare 20 °C. Punctul 1 indică momentul de obţinere a gazului CH_4 cu parametri inflamabili, şi dioxid de carbon şi hidrogen ≈ 50%.

După cum se vede din figura 22, gazul cu parametri inflamabili se obține abia la a 10-a zi. Durata de fermentare constituie 25–30 zile. Regimul selectat de fermentare şi utilizarea catalizatorului în mod decisiv influențează atât momentul de apariție a biogazului cu parametri inflamabili, cât şi durata de fermentare.

Astfel, deşeurile animaliere pot fi reutilizate în agricultură în funcție de necesitățile proprii ale agricultorilor/fermierilor şi acestea pot aduce beneficii considerabile nu numai pentru agricultori, ci şi pentru mediu.

II. PRACTICI EXISTENTE DE UTILIZARE A SURSELOR DE ENERGIE REGENERABILĂ ÎN AGRICULTURĂ

În agricultura contemporană există multiple aplicații ale surselor de energie regenerabile în necesitățile agricole. Utilizarea acestora reduc esențial consumul de combustibili fosili şi diminuează impactul negativ al îndeletnicirilor agricole asupra mediului. În continuare vom prezenta unele practici existente de utilizare a surselor de energie regenerabile în agricultură.

Una dintre cele mai răspândite aplicații sunt pompele eoliene, care utilizează energia vântului pentru pomparea apei. Schema generală a unei pompe eoliene este prezentată în figura 23.

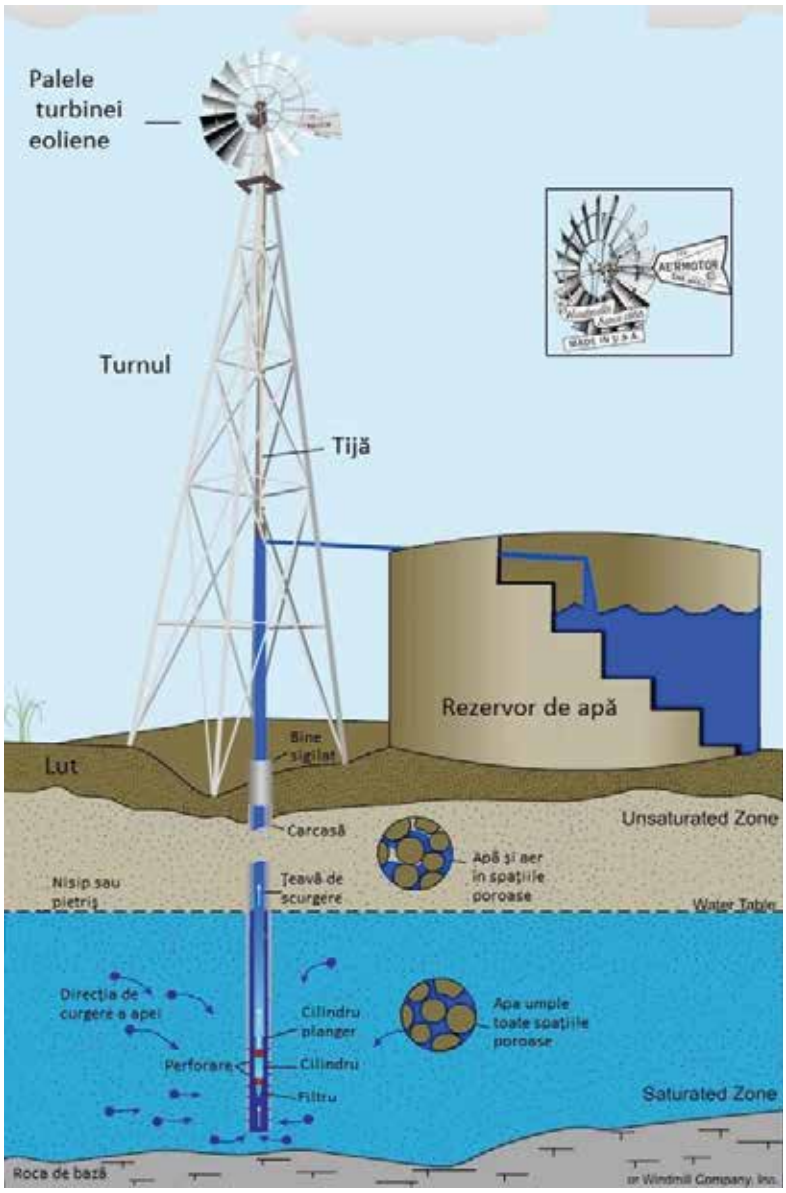


Fig. 23. Structura generală a unei pompe eoliene

Pompa eoliană din Harlingen District.

Instalația este montată într-o regiune cu vânt puternic. Pompa are diametrul de 0,9 m cu cursă de 0,5 m, care face 17 cicluri pe oră. Astfel capacitatea medie de pompare este de 325 t de apă pe ora, ce este folosită pentru irigare *(fig. 24)*.



Fig. 24. Pompa eoliană din Harlingen District

Pompa eoliană din Kazahstan

O fermă cu 5 000 de bovine și vaci într-o gospodărie din Kazahstan, situată pe o arie de 30 000 ha folosește o pompă eoliană cu diametrul de 2,4 m pentru a aproviziona cu apă pentru toată gospodăria *(fig. 25)*.



Fig. 25. Pompa eoliană din Kazahstan

Pompa eoliană are un diametru de 6 m și este folosită pentru a umple două rezervoare de irigații. Rezervorul inferior poate fi umplut în trei zile de vânt mediu. Apa se revarsă din rezervor și poate fi văzută curgând prin câmpul irigat. Apă se ridică la 12 m în al doilea rezervor prin capacul ieșirii inferioare. O cantitate substanțială de apă se pierde prin scurgerea vechiului șanț de ciment și murdărie, totuși rezervorul poate fi încă umplut.

Astăzi există o utilizare extinsă a instalațiilor eoliene pentru pomparea apei, care este utilizată fie pentru irigare, fie pentru adaptarea animalelor. Este necesar de menționat faptul, că aceste instalații sunt multe pale, ceea ce le deosebeşte de instalațiile eoliene tradiționale cu 3 pale utilizate pentru producerea energiei electrice. Numărul mare de pale este necesar pentru a asigura o

mişcare lentă şi totodată a asigura funcționarea acestora la viteze mici ale vântului. De menționat şi faptul, că astfel de instalații se comercializează deja pe piață.

Instalațiile cu trei pale pot fi utilizate la punerea în funcțiune a unei pompe electrice, care de asemenea poate pompa apa în rezervor, dar poate asigura şi irigarea culturilor, ceea ce nu se poate face cu pompa eoliană mecanică. În combinație cu pompa mecanică eoliană poate fi folosită şi cea electrică alimentată de la panourile fotovoltaice, care convertesc energia soarelui în energie electrică şi pun în mişcare o pompă electrică *(fig. 26)*.



Fig. 26. Utilizarea panourilor fotovoltaice pentru pomparea apei

O utilizare extinsă în agricultura modernă a căpătat-o şi utilizarea energiei solare. Aceasta poate fi utilizată fie pentru producerea energiei electrice şi punerea în mişcare a diferitor agregate, fie producerea energiei termice pentru diferite aplicații (de exemplu, în sere), fie producerea de apă caldă în activitățile tehnologice (de exemplu, la ferme). Mai jos vom prezenta câteva exemple de utilizare a energiei solare.

Instalația fotovoltaică din Dole

Pentru a compensa costurile ridicate ale energiei din Hawai și pentru a demonstra angajamentul companiei lor față de practicile de afaceri durabile, Dole a decis să investească în energie solară.

În 2013, Dole prin parteneriatul cu REC Solar a instalat 186 kW de panouri solare la instalația de procesare a fructelor *(fig. 27)*, iar pe parcurs a dezvoltat această instalație până la 647 kW.



Fig. 27. Instalaţia solară din Dole

Anual instalația dată produce în jur de 287 000 kWh şi a permis companiei de procesare a fructelor să-şi reducă consumurile de energie anuală cu 30%.

Sistemul fotovoltaic de la Crama San Antonio

Crama San Antonio a dorit să reducă costurile de operare pentru noua lor unitate de producție de vin și centrul de ospitalitate din Paso Robles.

Sistemul REC Solar de 517 kW instalat la crama San Antonio generează 80% din puterea necesară pentru unitatea de producție și centrul de ospitalitate *(fig. 28)*. Pe parcursul a 30 de ani, sistemul dat va aduce companiei economii de peste 4 milioane de dolari ca rezultat al producerii a câte 827 000 kWh/an.

Utilizarea energiei solare în agricultură capătă proporții din ce în ce mai mari. O nouă tendință de dezvoltare o constituie aşa numita „agrivoltaica”. Aceasta este o combinație a îndeletnicirilor agricole cu utilizarea energiei solare. Un astfel de exemplu este prezentat în figura 29.



Fig. 28. Sistemul fotovoltaic de la Crama San Antonio



Fig. 29. Seră cu utilizarea panourilor solare

Din figura de mai sus se observă, că panourile fotovoltaice ocupă o anumită suprafață din acoperişul serei, astfel ca să nu limiteze cantitatea necesară de lumină pentru creşterea plantelor şi totodată produce energie electrică, care este utilizată pentru necesitățile agricole (irigare, iluminare etc.) O astfel de utilizare a energiei solare în procesul agricol permite controlarea condițiilor de creştere a plantelor şi nu depinde de capriciile vremii, adică este o agricultură controlată şi contribuie la creşterea productivității cu aproximativ 60%.

O altă componentă importantă în agricultura modernă este producerea biogazului din deşeurile animaliere, dar şi cele de la producerea alimentară, care uşor poate fi transformat în energie electrică şi termică. Un exemplu în acest sens este stația de biogaz din județul Prahova, România *(fig. 30)*, care are o capacitate de 1 MWh electric și 1,2 MWh termic şi procesează o cantitate de 49 tone de substrat organic.



Fig. 30. Staţia de biogaz din judeţul Prahova, România

Stația construită de Genesis BioParteners la fabrica de mezeluri Cris-Tim foloseşte resturi vegetale şi deşeuri organice pentru producerea de energie electrică şi termică şi are posibilitatea de a stoca biogaz.

Franța este una din cele mai avansate în promovarea şi implementarea stațiilor de biogaz. La finele anului 2016 în Franța funcționau 478 de stații de biogaz cu o capacitate de 385 MW. De exemplu, stația de biogaz *(fig. 30)* implementată ca proiect comun cu compania franceză Valois Energie SAS, uzina de modernizare a gazului EnviThan din Senlis, regiunea Picardia, livrează acum gaz în rețeaua locală, iar construcția a durat doar 10 luni.

Stația de biogaz este operată de două întreprinderi agricole, utilizând deșeuri agricole, siloz și pulpa de sfeclă de zahăr. Este planificată, de asemenea, o a doua etapă, în care fabrica va fi extinsă de la puterea sa actuală de 130 m³/h de gaz la 400 m³/h.

Un alt exemplu este stația de biogaz de 630 kW în Velikiy Krupil, Ucraina, implementată la o fabrică de lactate, care deține 6 300 vaci, dintre care 3 300 de vaci de muls și 3 000 restul animale de reformă și tineret bovin. De menționat, că pe acest segment există şi în Republica Moldova. Compania Zorg Biogas a construit o centrală de biogaz de 535 kW la o fermă de păsări de curte din Donduşeni, Moldova. În general, stațiile de biogaz capătă o dezvoltare în creştere permanentă în sectorul agricol.



Fig. 31. Staţia de biogaz din Senlis, regiunea Picardia

III. METODE DE CONVERSIE A SURSELOR DE ENERGIE REGENERABILĂ

Pentru utilizarea surselor de energie regenerabilă este necesar utilizarea echipamentelor speciale. Fiecare tip de surse de energie regenerabilă poate fi convertit în mai multe tipuri de energie – electrică, termică, mecanică etc. Pentru atingerea scopului necesar este necesar de utilizat instalații specifice de conversie, care au diferit randament. Utilizarea corectă a instalațiilor de conversie aduce diverse beneficii.

3.1. CONVERSIA DEŞEURILOR AGRICOLE/VEGETALE ŞI ANIMALIERE ÎN BIOGAZ ŞI ENERGIE TERMICĂ

Chinezii au fost primii care au folosit energia biogazului cu o sută de ani înainte de era noastră. În perioada modernă, grație unor astfel de rădăcini istorice profunde și programelor de sprijin de stat pentru industrie, tehnologiile biogazului sunt utilizate pe scară largă în China – aproximativ 30 de milioane stații de biogaz în 2000.

Revoluția industrială care a început în Europa acum trei sute de ani a dus la schimbări revoluționare în relația dintre om și natură. Principalele motive pentru aceasta au fost creșterea costului combustibililor cu hidrocarburi și creșterea cantității de deșeuri din economia mondială. Prin urmare, în ultimele decenii, tehnologiile de economisire a resurselor și energia alternativă au început să se dezvolte într-un ritm accelerat. Biogazul nu este ultimul dintre aceste inovații.

Biogazul este gazul metan și substanţele sale naturale însoţitoare, obţinut ca urmare a descompunerii fără aer (anaerobe) a produselor de origine vegetală și animală, sub influenţa bacteriilor metanice.

- Metanul este cea mai simplă hidrocarbură, gaz incolor inodor (în condiţii normale), formula chimică – CH_4. Ușor solubil în apă, mai ușor decât aerul.
- Biogazul este un amestec de gaze, inclusiv metan 50–75%, dioxid de carbon 25–50%, hidrogen 0–1%, azot 0–10%, oxigen 0–2% și compuși de sulf (0–3%). În funcţie de materia organică și de evoluţia procesului de fermentare, biogazul poate conţine cantităţi semnificative de hidrogen și monoxid de carbon. Valoarea calorică a biogazului este evidenţiată de conţinutul de metan (și/sau hidrogen). Puterea calorică a biogazului este de 18–26 MJ/m^3 (în medie, aproximativ 6 kWh/m^3), ceea ce corespunde puterii calorifice de 0,6 litri de păcură sau 1,3 kg de lemn.
- Biogazul, care are o putere calorică ridicată, este utilizat pe scară largă pentru producerea de electricitate și căldură, care sunt utilizate pe scară largă în întreprinderile mijlocii și mici și în gospodării casnice.

Tehnologiile de biogaz au fost mult timp recunoscute și utilizate pe scară largă în practica mondială. Potrivit Asociației Europene a Biogazului (EBA), în 2018, 18 200 de instalații de biogaz cu o capacitate totală de 11 000 MW au funcționat în Europa și au generat 63 500 GWh de energie electrică. Liderii producției sunt Germania, Danemarca, Regatul Țărilor de Jos și Suedia. În același timp, sectorul producției de metan pur a crescut până la 660 de fabrici producând 2,28 milioane m^3 de gaz. Pentru comparație, în Germania existau peste 7 500 de instalații agricole de biogaz cu o capacitate totală de 3,5 GW (căldură și electricitate).

În 2012, 196 de instalații de biogaz cu o capacitate electrică totală de 130 MW au funcționat în Polonia, inclusiv 91 de instalații de biogaz pe lângă depozitele de deșeuri, 75 de instalații la stațiile de epurare a apelor uzate, restul 30 erau centrale agricole de biogaz. La sfârșitul lunii decembrie 2014, în Polonia funcționau 50 de instalații agricole de biogaz cu o capacitate totală de aproximativ 120 MW.

Realizările Republicii Moldova sunt mai modeste, dar totuși există careva inițieri, la unele din ele ne vom referi succint.

În Republica Moldova din anul 2004 (în Colonița, Criuleni) în cadrul gospodăriei țărănești a dlui Vasile Moraru funcționează prima stație de producere a biogazului. Materia primă – bălegar de la o fermă din apropiere, reziduurile de la Stația de epurare din Chișinău și de la o fabrică de mezeluri. Producția anuală de biogaz – 216 000 m^3.

Din anul 2013 la Drochia, în cadrul companiei mixte moldo-germane Sudzucher Moldova funcționează pe bază de deșeuri al fabricii de zahăr al companiei Centrala electrică cu o putere de 3,6 MW. Energia obținută în mare parte este folosită în procesele tehnologice a fabricii de zahăr și restul – livrat în rețeaua de distribuție.

Din octombrie 2016 în cadrul mănăstirii Zăbriceni, raionul Edineț, funcționează stația de biogaz elaborată și asamblată de Centrul ecologic de inovații sociale „Ormax" de la Țarigrad, Drochia. Aici se produce timp de 24 ore până la 12 m^3 de biogaz, care satisface necesitățile vitale a mănăstirii.

Fabrica de prelucrare a deșeurilor companiei „Garma-Grup" SRL din satul Fârlădeni, raionul Hâncești pe două fermentatoare produce până la 50 000 m^3 de biogaz pe zi. Materiile prime sunt: gunoiul de grajd de la fermele de animale și deșeurile de la distileriile companiei, precum și deșeurile de la abatoarele din apropiere. Biogazul produs se folosește la cazangeria distilatoarelor pentru producerea aburului necesar în procesul de producere al distilatoarelor și producerea energiei electrice cu ajutorul a 3 motoare cu ardere internă ce au productivitate de 3 MWh/an. Compania pe deplin își asigură necesitățile în energie electrică, iar surplusul este furnizat în rețeaua de distribuție.

În Moldova pe parcursul anului 2017 au fost produse din surse regenerabile 30,19 milioane de kWh energie electrică. Cel mai mare volum de energie electrică a fost generat de cele 35 instalații pe bază de biogaz – peste 21,57 milioane kWh (71,5 din cantitatea totală). Partea considerabilă de la acest volum a fost produsă de Centrala electrică de la Drochia cu o putere de 3,6 MW ce aparține companiei mixte moldo-germane Sudzucher Moldova.

Conversia deșeurilor de origine vegetală și animală

Pe Glob, această activitate se realizează pe baza utilizării a aproximativ 60 de variații de tehnologii de biogaz. Introducerea lor intensivă în țările dezvoltate și în curs de dezvoltare, creșterea eficienței și profitabilității au făcut schimbări semnificative în reorientarea acestor tehnologii de la numai energie la mediu și agrochimice (producția de îngrășăminte), în special atunci când se prelucrează un spectru atât de vast de deșeuri organice.

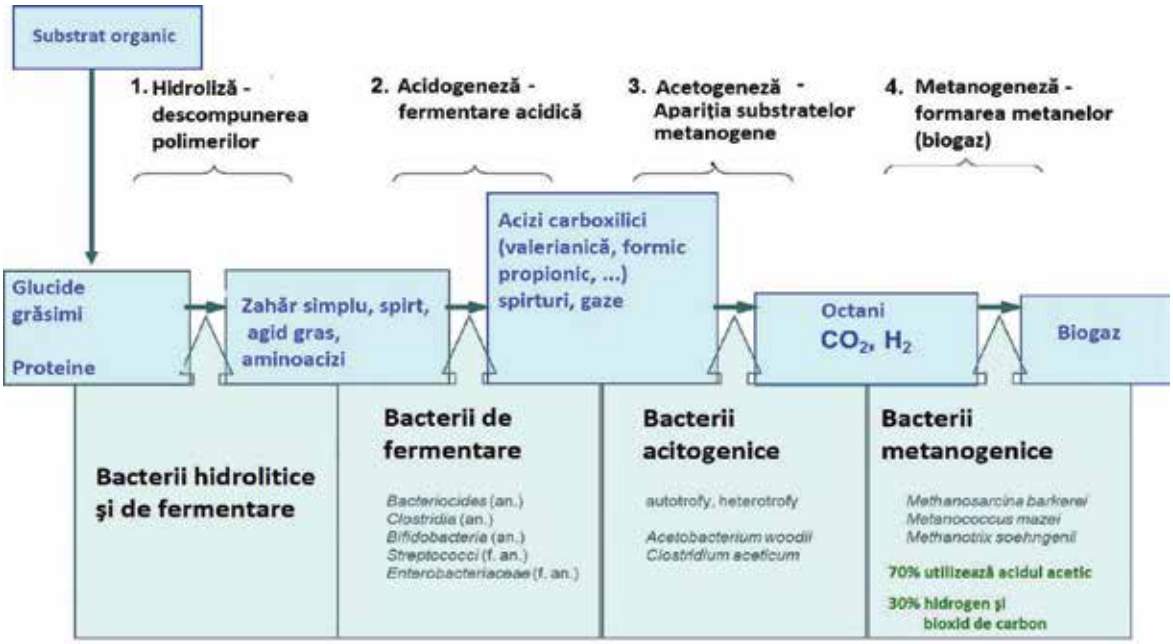


Fig. 32. Etapele procesului de fermentare a metanului

Procesul de producție a metanului biologic, la prima vedere, pare a fi foarte simplu *(fig. 32)*. Deșeurile organice, diluate cu apă până la consistența necesară, sunt plasate într-un rezervor – bioreactor (fermentator) ermetizat. Aici, bacteriile care formează metan, consumându-le, eliberează metan, dioxid de carbon și hidrogen sulfurat. Gazul este colectat și deviat pentru implementare practică.

Biomasa poate fi transformată în biogaz printr-un proces denumit digestie anaerobă (AD). Acesta este un proces biologic etapizat, în cadrul căruia diverse tipuri de microorganisme descompun biomasa digerabilă în absența oxigenului. Biomasa este transformată în biogaz, care conține în principal metan (CH_4), dioxid de carbon (CO_2) și în cantități mult mai mici hidrogen (H_2) și hidrogen sulfurat (H_2S).

Pentru a asigura executarea ciclului complex de lucrări și procese tehnologice stația de biogaz este compusă din următoarele elemente de bază: instalații de transport; depozit pentru materia primă; maşini de mărunțire a materiei prime; sistem de alimentare cu materie primă (dozator); pompe; bazin de fermentare (fermentator, digestor, reactor) cu amestecătoarele din interiorul lui; sistem de colectare a biogazului; sistem de colectare a reziduurilor; sistem de utilizare a biogazului produs (instalații de cogenerare). Toate aceste dispozitive și utilaje sunt unite într-un conveier tehnologic logic amplasat astfel ca procesele să se desfășoare cu cel mai înalt randament și comoditate pentru personal *(fig. 33)*.



Fig. 33. Stația de biogaz și infrastructura de cogenerare și producere a energiei termice

Producția de biogaz din biomasă are loc în patru etape: hidroliză, acidogeneză, acetogeneză și metanogeneză. La fiecare etapă procesul este realizat de diferite grupuri de microorganisme, parțial interconectate, demonstrând diferența de cerințe pentru condițiile mediului unde se află.

Ca procesele să se desfășoare cu o eficiență cât mai înaltă din punct de vedere tehnic trebuie asigurate cerințele de bază ce influențează fermentarea anaerobă. Materia primă trebuie să aibă o compoziție integră după elementele nutritive necesare microbilor metanogeni, să nu conțină substanțe toxice (acestea pe orice cale nu trebuie să pătrundă în ciclul de producere), iar înainte de alocare în fermentator să fie omogenizată cât mai intens. Omogenizarea masei organice se efectuează și înăuntrul fermentatorului prin asigurarea bunei funcționări a amestecătoarelor interne. Deoarece rata maximă de evoluție a metanului, are loc la temperatura în intervalul 30–45 °C, în locurile corespunzătoare se efectuează izolarea termică, iar la necesitate se execută încălzirea suplimentară. În caz de deficiență a componenței spectrului microbiologic se efectuează îmbogățirea masei organice cu microorganisme metanogene. Se menține concentrația acizilor volatili – pH, precum cer condițiile pe parcursul procesului tehnologic.

Deoarece microorganismele care efectuează procesul de fermentare în condiții acidofile și neutre în ceea ce privește pH-ul pot avea cerințe similare față de mediul în care se desfășoară activitatea lor și, prin urmare, poate fi normal să împărțim procesul de fermentare în două faze: acidă și metană, care poate fi separată în procesul de producere a biogazului. Echilibrul acestor faze este de o importanță capitală, deoarece hidroliza prea rapidă poate duce la concentrația de acid și la o scădere a nivelului de pH sub 7,0, ceea ce, la rândul său, limitează activitatea metanogenilor și, în mod similar, dacă etapa de fermentare a metanului se desfășoară prea repede, acest lucru poate fi limitat de un ritm lent hidroliză. În acest context, este important și timpul de generare a microorganismelor, care în primele trei etape poate fi de câteva zeci de minute, cu degradarea compușilor ușor solubili (carbohidrați) și câteva zile cu degradarea celulozei, proteinelor și grăsimilor, în timp ce timpul de generare a bacteriilor metanogene poate fi deja de la câteva zeci la câteva sute de ore.

Pentru a asigura rata maximă de evoluție a metanului, trebuie respectat regimul optim de temperatură în intervalul 30–45 °C. În acest caz, cea mai mare parte a „combustibilului” încărcat este procesată în 12–15 zile. Scăderea temperaturii la 15 °C mărește timpul de funcționare al bioreactorului cu o singură încărcătură de 3–4 ori. Acest lucru explică interesul limitat pentru astfel

de inovații în regiunile nordice, deoarece o parte semnificativă de până la 60% din gazul produs trebuie ars pentru a încălzi procesul de lucru.

Substraturile cu conținut de materie uscată sub 20% sunt folosite pentru așa-numita digestie umedă (fermentație umedă). Această categorie include gunoiul de grajd lichid (tulbureală) și îngrășământul de la animale, precum și diferite deșeuri organice umede din industria alimentară. Când conținutul de materie uscată este mai mare de 35%, aceasta constituie digestie uscată (fermentație uscată) și este tipică pentru culturile energetice și însilozări. Opțiunea pentru un anumit tip și o anumită cantitate de materie primă pentru amestecul de substrat pentru digestia anaerobă depinde de conținutul de materie uscată, precum și de conținutul de zaharuri, lipide și proteine. Substraturile care conțin o cantitate mare de lignin, celuloză și semiceluloză pot fi și ele codigerate, dar în această situație se aplică de obicei un tratament preliminar pentru a îmbunătăți digestibilitatea acestora.

Cantitatea și calitatea biogazului produs depind în mare măsură de materiile prime utilizate și de capacitățile tehnice ale echipamentului.

Materiile prime pentru producerea de biogaz sunt foarte diverse în ceea ce privește caracteristicile lor, deoarece lista deșeurilor organice adecvate pentru producerea de biogaz este foarte extinsă. În tabelul 6 puteți vedea caracteristicile energetice numai al unora din aceste surse, deoarece numărul lor poate depăși câteva mii, dar combinațiile în care ele, de regulă, se utilizează în procesele tehnologice poate fi nesfârșit.

Tabelul 6. Producţia de biogaz din materii prime agricole și agroindustriale

Materia primă	Randamentul de biogaz (m^3) de la 1 tonă de materie primă	Materia primă	Randamentul de biogaz (m^3) de la 1 tonă de materie primă
Siloz de porumb	250–410	Gunoi de bovine fără așternut	39–51
Lucernă, trifoi	430–490	Gunoi de grajd de bovine amestecat cu paie	70
Deșeuri de câmp după recoltarea cerealelor	140–165	Gunoi de porc	51–87
Pulpă de la extragerea zahărului din sfeclă	29–41	Gunoi de ferma de oi	70
Deșeuri de câmp de la recoltarea sfeclei	75–200	Deșeuri de păsări	46–93
Deșeuri de legume	330–500	Deșeuri de la abator	240–510
Cereale și deșeuri de cereale	390–490	Stelaj de distilerie de la producerea alcoolului	45–95
Masa vegetală de ierburi	290–490	Sediment de cereale de la producerea de bere	39–59
Curpeni de legume și cartofi	280–490	Zer de lapte	50

Mai jos în expresii generale ce prezintă cea mai utilizată compoziție de deșeuri agricole și reziduuri pentru producerea de biogaz:

1. Deșeuri de la animale de fermă (gunoi de grajd, nămol), așternut, precum și deșeuri de la abatoare și întreprinderi de prelucrare a cărnii.
2. Deșeuri de la prelucrarea produselor agricole: tărâțe, melasă, deșeuri din vinificație, producerea de conserve, fabrici de bere și alcool, zer etc.
3. Produse vegetale prime din culturi energetice și cantități posibile din culturi cultivate: miscanthus, nalba Pennsylvanian, ierburi perene, leguminoase și amestecurile acestora, paie de diferite culturi, frunze din parcurile publice, frunze de sfeclă, iarbă, masă verde sau siloz din porumb, sorg etc.
4. Deșeuri organice de origine agricolă: deșeuri biologice menajere, reziduuri alimentare, grăsimi uzate și uleiuri vegetale etc.

Sursele de biomasă enumerate sunt caracterizate prin randament și calitate diferite ale biogazului, în funcție de compoziția chimică a produselor organice supuse fermentării, precum și de

mulți factori fizici și chimici care caracterizează mediul de fermentație. Toate substraturile utilizate de stația de biogaz trebuie să fie lipsite de agenți patogeni și, în funcție de tipurile de agenți patogeni prezenți, sunt procesate la 70 °C înainte de fermentare sau sterilizate la aproximativ 130 °C. Această condiție este atât de importantă încât, teoretic, chiar și procesul de fermentație mezofilă ar trebui să distrugă efectiv majoritatea agenților patogeni, inclusiv a agenților patogeni bacterieni intestinali și a virușilor (99,9%) din gunoiul de grajd animal, dar în raport cu factorii patogeni din grupul endoparaziților, procentul agenților patogeni neutralizați este de numai 90%.

Gunoiul de grajd este cea mai mare parte a deșeurilor provenite de la fermele de animale și trebuie aplicat pe câmpuri ca îngrășământ, însă, conform tuturor regulilor, el trebuie să treacă printr-un proces de compostare, care durează până la 12 luni. Acest lucru este justificat din punct de vedere agronomic și nu contravine cerințelor asociate degradării și poluării mediului. Mai mult, chiar și compostarea pe termen lung păstrează pericolul potențial de infecție.

Prin supunerea gunoiului de grajd la fermentarea metanogenă, care se efectuează într-un proces de fermentare anaerobă, este posibil să se obțină biogaz care conține 60 65% metan și 30–35% dioxid de carbon. Totodată se obțin ca deșeuri (fracție solidă) îngrășământ organic de înaltă calitate, bogat și în azot, fosfor, potasiu și alte elemente, precum și fracțiunea lichidă, nu mai puțin potrivită pentru udarea plantelor. Ca exemplu, datorită bioconversiei gunoiului de grajd dintr-o fermă la care se întreține 50 de vaci pe an, puteți obține 220 713 MJ de energie și, în consecință, la întreținerea a 1000 de capete – 4,4 milioane de MJ. De asemenea, s-a estimat că din dejecțiile animaliere al sectorului zootehnic prezent în Republica Moldova, s-ar putea produce anual 13 563 MWh de electricitate şi 13 186 MWh/an energie termică.

Mulți producători europeni de biogaz, împreună cu gunoiul de grajd și alte componente, utilizează pe scară largă silozul de porumb ca materie primă în acest scop. Acest lucru se explică prin faptul că silozul de porumb obținut de la 1 ha permite producerea a 7 800–9 100 m^3 de biogaz, ceea ce corespunde: 5 850–6 825 m^3 de gaz natural, 4 758–5 551 kg de benzină, 5 616–6 552 kg de păcură, 11 544–13 468 kg de lemn de foc.

Echipamentele pentru producerea de biogaz, fiabilitatea lor tehnologică, determină în mare măsură eficacitatea dezvoltării acestei direcții atât în gospodăria casnică, cât și în afaceri. Într-un cuvânt, măsura în care biogazul poate înlocui combustibilul convențional depinde de volumul și eficiența instalației.

Atenţie: Capacitatea de producere a biogazului de către instalaţie depinde de mărimea volumului reactorului de fermentare. De exemplu, instalaţia cu volumul reactorului de fermentare de 5 m^3 va produce timp de 24 de ore cca 10 m^3 de biogaz. Astfel, de fiecare dată volumul indicat (sau cel calculat) al fermentatorului înmulţit la 2 va rezulta volumul de biogaz ce poate fi produs timp de o zi la utilizarea acestui dispozitiv.

În lume se produc multe tipuri de instalații de biogaz, însă principiul de funcționare pentru majoritatea instalațiilor rămâne același. Producători experimentați de utilaje, precum și executorii de construcții la cheie a întreprinderilor specializate pe domeniu activează în Germania, Austria, Regatul Țărilor de Jos, Marea Britanie, alte țări din Europa de Vest și de Est, SUA, Rusia; China etc.

Multe companii produc echipamente de biogaz de diferite capacități. Marile centrale industriale din punct de vedere al costurilor de construcție solicită investirea de capital de aproximativ 2 000 USD pe 1 kW. Aceste întreprinderi după puterea lor sunt la nivelul centralelor termice și pentru funcționarea eficientă a acestora se cere furnizarea neîntreruptă a deșeurilor, ceea ce devine o problemă cheie.

Sistemele de gaz de uz casnic, a căror producție a fost stabilită de China, au devenit foarte populare în țările cu o climă caldă. Compania Puhin din această țară produce câteva dintre aceste mini-fabrici. De exemplu, modelul PX-ABS este un bioreactor din plastic de 3,4 m^3 într-un cadru din oțel. Sunt instalate un filtru de gaz și o pompă pentru amestecarea periodică a deșeurilor. La încărcarea zilnică a bioreactorului cu bălegar de vacă (60 kg) sau cu deșeuri alimentare (25 kg) ori resturi de la curățatul legumelor de 65 kg, consumul de gaz nu va fi mai mic de 26 litri/minut. O astfel de instalare costă 1 000 USD și este destul de accesibilă pentru o firmă mică.

Experiența unei uzine din Karaganda (Kazahstan) de utilizare a instalațiilor de biogaz (BGU) arată că o unitate cu un volum de 8 m^3 și alimentat cu gunoi de porc poate înlocui complet gazul

propan utilizat pentru gătit într-o familie de cinci persoane. Uzina de biogaz cu un volum de 60 m^3 poate fi utilizată pentru încălzirea unei locuințe cu o suprafață de 200 m^2 și a unui local industrial cu o dimensiune de 400 m^2.

În general, schema de producere a biogazului este destul de simplă şi poate fi construită în condiții casnice de orice doritor. Un exemplu de construcție a unui astfel de sistem este prezentat în figura 34.

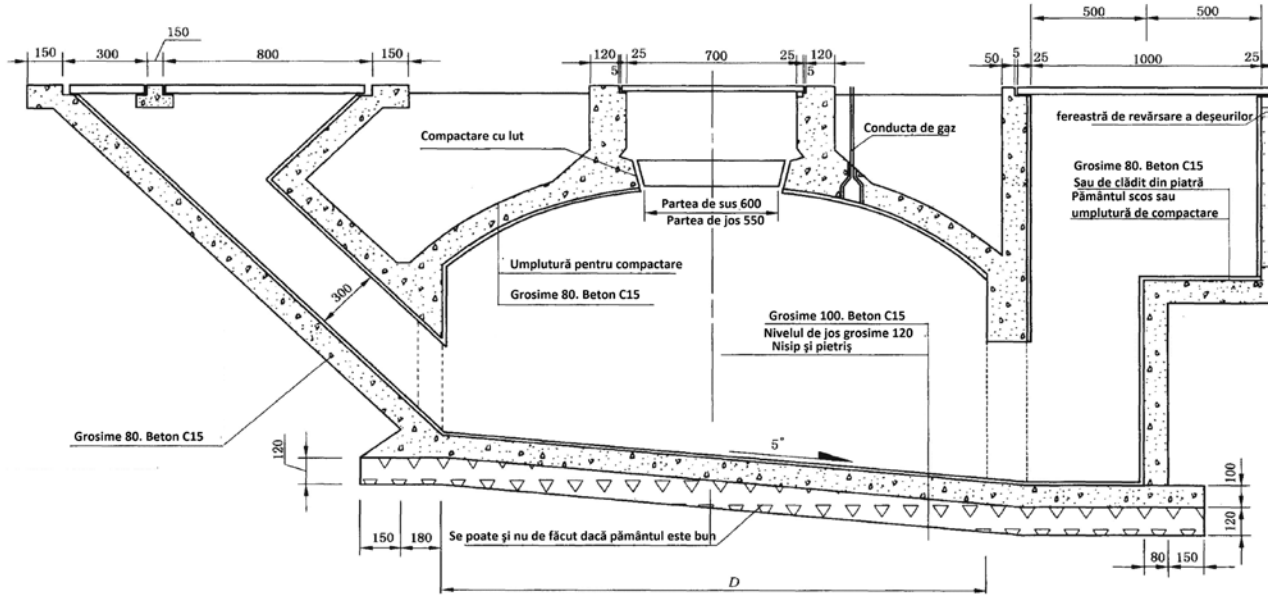


Fig. 34. Schiţa tehnică a instalaţiei de biogaz de tip A, capacitate 6 m^3

Tipul dat de construcție este cel mai simplu. Substratul lichid se extrage prin fereastra de revărsare. Construcția acestuia se face în modul următor. Pe pământ se face marcarea conturului bioreactorului de gaz. Se extrage pământul. La prima etapă se betonează fundamentul. Apoi pe partea de jos se montează cofrajele pentru turnarea betonului pe cerc. Apoi se toarnă pereții la fel utilizând cofraje după care se toarnă cupola.

Utilizarea deșeurilor din producția de biogaz, atunci când îndeplinește criteriile de fertilizare organică, este o valoare adăugată. În funcție de consistența deșeurilor, acestea sunt pompate într-un rezervor de stocare sau umplu laguna, în care poate avea loc fermentarea secundară (până la 20% din biogaz) sau se ia fracția solidă, iar apa poate fi refolosită în proces.

Prin supunerea gunoiului de grajd la fermentarea cu metan, care se efectuează într-un proces de fermentare anaerobă, este posibil să se obțină biogaz care conține 60–65% metan și 30–35% dioxid de carbon și ca deșeuri (fracție solidă) îngrășământ organic de înaltă calitate, bogat și în azot, fosfor, potasiu și alte elemente, precum și o fracțiune lichidă, nu mai puțin potrivită pentru udarea plantelor.

Deșeurile solide pe lângă faptul că sunt un îngrășământ de înaltă calitate, reprezintă și o materie primă pentru producerea biohumusului, un substrat pentru cultivarea ciupercilor. Cu parametrii de instalare corespunzători și controlul conformității cu regimul de temperatură de funcționare, deşeurile solide pot fi un aditiv pentru hrana animalelor care au nevoie de proteine pentru dezvoltare normală (porci, găini etc.) și alimente complementare pentru pești în fermele piscicole.

Din punct de vedere ecologic, energetic și economic, investiția în implementarea instalațiilor agricole de biogaz este mai bună decât a nu lua măsuri în dezvoltarea acestora. Printre beneficiile clare asupra mediului, trebuie de remarcat reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră, eliminarea deșeurilor organice, neutralizarea agenților patogeni, inactivarea semințelor de buruieni, producția de îngrășăminte organice și o scădere a consumului de îngrășăminte minerale, protecția apelor subterane și posibilitatea reutilizării apei din deșeurile filtrate post-fermentare. De

asemenea, este important ca prin dezvoltarea producției de electricitate și căldură din biomasă în locuri îndepărtate de rețelele centralizate, să se asigure independența energetică și siguranța consumatorilor locali de aceste beneficii.

3.2. CONVERSIA ENERGIEI EOLIENE ÎN ENERGIE ELECTRICĂ ŞI MECANICĂ

Turbinele eoliene, cunoscute şi sub denumirea de mori de vânt, sunt echipamente ce transformă energia cinetică a vântului în energie mecanică care, la rândul său, poate fi utilizată direct sau transformată mai departe în energie electrică. Aceasta este livrată în rețeaua publică de electricitate, stocată în acumulatori sau consumată direct prin încălzirea unor rezistențe electrice.

Sistemul eolian se bazează pe un principiu simplu. Turbina eoliană dispune de un rotor cu pale orientate pe un ax orizontal sau vertical, care antrenat de puterea vântului pune în mișcare un generator electric. Vântul pune în mișcare palele turbinei care la rândul lor acționează generatorul electric. Sistemul mecanic are în componență și un multiplicator de viteză care acționează direct axul central al generatorului electric. Curentul electric obținut este, fie transmis spre înmagazinare în baterii și folosit apoi cu ajutorul unui invertor în cazul turbinelor de mică capacitate, fie livrat direct rețelei de curent alternativ spre distribuitori.

O turbină eoliană simplă are în componență trei părți importante: palele rotorului (ele captează energia vântului și o transmit rotorului), axa rotorului (face legătura dintre rotor și generator) și generatorul (dispozitiv simplu care folosește proprietățile inducției electromagnetice pentru a produce curent electric).

Totuși, majoritatea turbinelor eoliene sunt însă mai complexe *(fig. 35):*



Fig. 35. Vedere a părţii de sus a instalaţiei eoliene

În cadrul acestora vom găsi următoarele componente: turnul metalic sau pilonul, care are rolul de a susține turbina eoliană şi de a permite accesul în vederea exploatării şi executării operațiilor de întreținere și reparații; fundația turbinei eoliene, care asigură rezistența mecanică a generatorului eolian; nacela, care are rolul de a proteja componentele turbinei eoliene şi în care se montează arborele principal, multiplicatorul de turație, dispozitivul de frânare, arborele de turație ridicată, generatorul electric, sistemul de răcire al generatorului electric şi sistemul de pivotare; palele, care reprezintă unele dintre cele mai importante componente ale turbinelor eoliene şi împreună cu butucul alcătuiesc rotorul turbinei; generatorul electric, care asigură producerea energiei electrice; invertorul solar sau invertorul eolian, care este un echipament electronic, de putere, capabil să transforme curentul electric continuu produs de panourile fotovoltaice în curent electric alternativ, monofazat sau trifazat.

În ultimul timp a crescut tendința de utilizare a sistemului de stocare a energiei pentru a asigura continuitate cu energie electrică. Majoritatea turbinelor produc energie peste 25% din timp. Pe timpul iernii, când vânturile sunt mai puternice, acest procent crește simțitor. Pentru a ne permite utilizarea permanentă a electricității de la turbinele eoliene trebuie folosit un acumulator ce ne va permite numeroase cicluri de încărcare-descărcare. Acumulatorii eolieni sunt construiți din materiale de înaltă densitate care le oferă o durată de viață foarte mare. Bateriile ne vor ajuta să folosim energia stocată și în zilele în care turbina nu va produce energie din cauza lipsei vântului.

Există mai multe tipuri de turbine eoliene. Totuși, distingem două tipuri în funcție de structura lor: eoliene cu ax vertical şi eoliene cu ax orizontal. Indiferent de orientarea axului, rolul lor este de a genera un cuplu motor pentru a antrena generatorul.

Funcționarea eolienelor cu ax orizontal se bazează pe principiul morilor de vânt. Cel mai adesea, rotorul acestor eoliene are trei pale cu un anumit profil aerodinamic, deoarece astfel se obține un bun compromis între coeficientul de putere, cost şi viteza de rotație a captorului eolian, ca şi o ameliorare a aspectului estetic, față de rotorul cu două pale.

Turbinele eoliene cu ax vertical *(fig. 36)* sunt un tip de turbine eoliene unde arborele rotorului principal este aşezat pe verticală. Printre avantajele acestui aranjament: generatoarele si cutiile de viteze pot fi plasate aproape de sol, şi turbinele nu trebuie să se poziționeze în vânt.

Turbinele verticale sunt robuste, liniştite, omnidirecționale, şi ele nu creează aşa mult stres pe structura de sprijin. Ele nu au nevoie de mult vânt pentru a genera energie, astfel că se permite ca ele să fie mai aproape de sol. Fiind mai aproape de sol sunt uşor de întreținut şi pot fi instalate pe coşuri de fum şi structuri similare înalte.

Alegerea locației unde urmează să fie instalată turbina eoliană este cel mai important factor ce va determina performanța acesteia. În majoritatea locațiilor, viteza vântului creşte odată cu înălțimea față de pământ. De aceea, cu cât este mai înalt stâlpul, cu atât este mai bine. De regulă, turbina eoliană trebuie să fie instalată cât mai sus posibil, departe de obstacole. Pentru a găsi cea mai buna locație, studiați zona în funcție de viteza vânturilor. Dacă există copaci, clădiri, dealuri sau alte obstacole, luați în considerare înălțimea acestora şi cât ar putea interfera cu turbina eoliană. Dacă aveți obstacole în jurul locației unde doriți să instalați generatorul eolian, va sugerăm să înălțați turbina eoliană la o înălțime de minim dublul înălțimii celui mai mare obstacol. Dacă turbina urmează a fi instalată pe vârful unui deal sau în apropierea unei ape, un turn mai mic este acceptabil.



Fig. 36. Turbină eoliană cu ax vertical



Fig. 37. Sistem de panouri fotovoltaice

Următorul criteriu pentru alegerea locației este distanța de la turbina eoliană până la acumulatori. Distanța cea mai mică va reduce cantitatea de putere pierdută în timpul transportului pe cabluri. Dacă este impusă o distanță mare între turbină şi acumulatori, este recomandat să se folosească cabluri cu rezistență electrică mică.

Deoarece rezistența cablurilor este direct proporțională cu lungimea acestora, alegerea unui traseu optim va reduce foarte mult pierderile.

Nu instalați o turbină eoliană într-o zonă unde poate atinge cabluri electrice în jurul său.

3.3. CONVERSIA ENERGIEI SOLARE ÎN ENERGIE ELECTRICĂ ŞI TERMICĂ

Conversia energiei solare în energie electrică

Pentru producerea energiei electrice sunt utilizate panourile fotovoltaice *(fig. 37)*, care sunt capabile să transforme energia solară în electrică.

Randamentul panourilor fotovoltaice şi durata de viață depinde de materialul din care sunt fabricate. În tabelul 7 sunt dați parametrii mai multor tipuri de celule fotovoltaice.

De regulă, cele mai răspândite în utilizare sunt panourile cu celule monocristaline, care asigură în mediu un randament de 16–17%. O schemă simplificată a unui sistem fotovoltaic este prezentat în figura 37. Bancul de acumulatoare poate să lipsească, caz în care o sursă alternativă de alimentare trebuie să fie disponibilă pentru perioadele de noapte şi de vreme înnorată. Variațiile permanente de tensiune şi intensitate a curentului furnizat de panourile fotovoltaice pot conduce la deteriorarea acumulatoarelor. Pentru a preveni acest risc se utilizează un controler de încărcare care ajustează permanent cele două mărimi [9].

Tabelul 7. Caracteristicile pentru cele mai răspândite tipuri de celule fotovoltaice comercializate în prezent

Material	Eficiență (AM1,5)	Durată de viață	Costuri
Siliciu amorf	5–10%	< 20 ani	
Siliciu policristalin	10–15%	25–30 ani	0,8 EUR/W
Siliciu monocristalin	15–20%	25–30 ani	1 EUR/W
Arseniura de galiu (monostrat)	15–20%		
Arseniura de galiu (două straturi)	20%		
Arseniura de galiu (trei straturi)	25% (30% la AM0)	> 20 ani	20–100 EUR/W

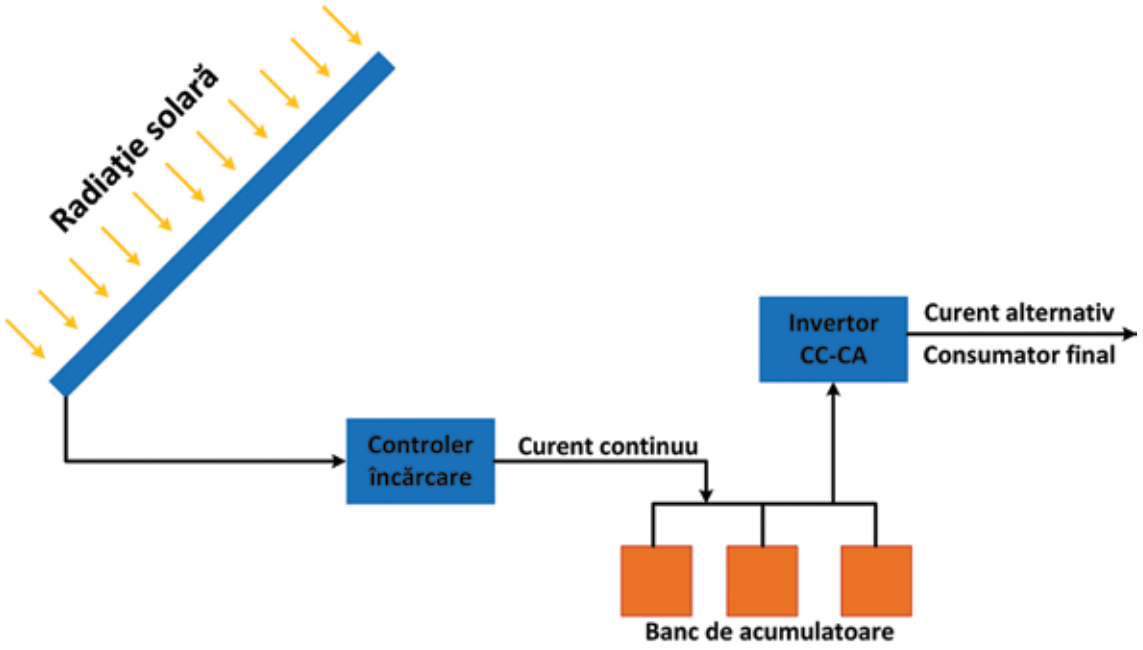


Fig. 38. Schema simplificată a unui sistem fotovoltaic

De regulă, cele mai răspândite în utilizare sunt panourile cu celule monocristaline, care asigură în mediu un randament de 16–17%. O schemă simplificată a unui sistem fotovoltaic este prezentat în figura 38. Bancul de acumulatoare poate să lipsească, caz în care o sursă alternativă de alimentare trebuie să fie disponibilă pentru perioadele de noapte şi de vreme înnorată. Variațiile permanente de tensiune şi intensitate a curentului furnizat de panourile fotovoltaice pot conduce la deteriorarea acumulatoarelor. Pentru a preveni acest risc se utilizează un controler de încărcare care ajustează permanent cele două mărimi [9].

Pentru a converti curentul continuu, provenit de la sistemul de panouri fotovoltaice şi/sau de la bancul de acumulatoare, în curent alternativ cu frecvența şi tensiunea corespunzătoare regiunii în care se află sistemul fotovoltaic, este necesară integrarea în sistem a invertorului solar. Dacă energia produsă este livrată în rețea, invertorul va trebui să asigure o formă sinusoidală a câmpului electric, sincronizată cu frecvența din rețea. În cazurile în care sistemul solar alimentează o zonă izolată de rețea națională, se pot utiliza invertoare mai simple, care trebuie să furnizeze energie într-o formă sinusoidală şi la frecvența corespunzătoare cu cea pentru care au fost proiectate echipamentele electrice din zona respectivă. Invertorul poate fi conectat la un întreg sistem de panouri fotovoltaice, însă există şi soluții în care fiecare panou este conectat la un microinvertor.

În afară de aceste echipamente esențiale, există şi alte dispozitive care pot fi integrate în sistem (contoare de energie electrică, echipamente de protecție, echipamente de urmărire a traiectoriei soarelui). Fiecare dintre acestea are un randament propriu, astfel încât randamentul sistemului fotovoltaic va fi semnificativ mai redus decât randamentul celulelor fotovoltaice care intră în componența panourilor. În cazul unui sistem fotovoltaic cu o capacitate instalată de 1000 W, în rezultatul acțiunii diferitor factori externi energia utilă produsă pe durata unui an se va reduce de la 1050 kWh la 756 W *(fig. 39)*.

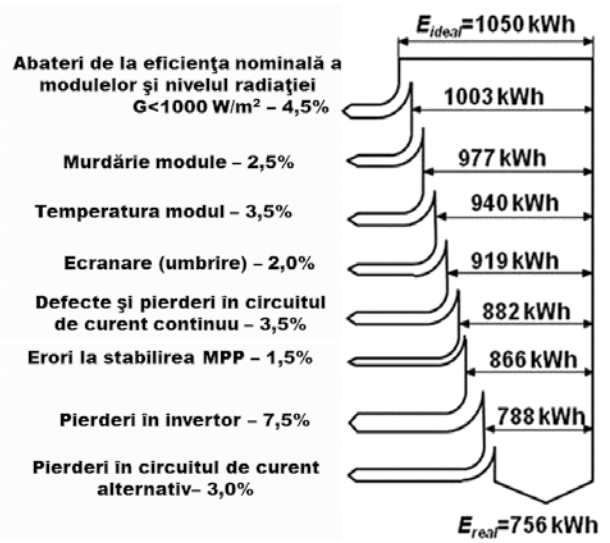


Fig. 39. Bilanţul energetic al unei surse fotoelectrice cu puterea de 1kW

După cum se observă din figură, eficiența globală a unui sistem fotovoltaic poate fi considerată la 72% datorită influenței diferitor factori. La proiectarea sistemelor fotovoltaice este foarte important ca celulele solare să funcționeze la punctul maxim de putere.

Sistemul de panouri fotovoltaice poate fi montat atât la sol, cât şi pe acoperiş în dependență de suprafețele disponibile. La montarea sistemului fotovoltaic este necesar de memorizat, că acestea trebuie să fie orientate spre sud şi înclinate sub un unghi de 45^0 pentru a asigura o captare maximă a razelor solare. Cea mai mare eficiență se obține când razele solare cad perpendicular pe suprafața panourilor fotovoltaice. Dacă acestea sunt amplasate pe acoperiş în pantă, atunci distanța dintre şirurile de panouri poate fi minimă pentru a putea să fie deservite. Dacă acoperişul este plat, sau sunt amplasate la sol, atunci distanța dintre şiruri trebuie să fie în jur de 1,5 din lungimea panoului pentru a evita umbrirea acestora *(fig. 40 și 41)*.



Fig. 40. Amplasarea panourilor fotovoltaice pe suprafeţe plane – sol



Fig. 41. Amplasarea panourilor fotovoltaice pe suprafeţe plane – acoperișuri

Energia electrică produsă de panourile fotovoltaice depinde de calitatea panourilor fotovoltaice, care pot avea microcrăpături ca rezultat al montării necalitative a acestora (fie carcasa de suport este subdimensionată, fie în procesul instalării au fost suprasolicitări mecanice sau alți factori au influențat). În acest caz nu toate celulele fotovoltaice ale panoului funcționează la eficiența nominală şi aceasta duce la căderea eficienței globale a sistemului.

Astfel, utilizarea panourilor fotovoltaice în agricultura modernă este foarte recomandat, mai ales că acestea pot fi utilizate şi în combinație cu instalațiile eoliene şi pot furniza necesarul de energie electrică pentru diverse activități.

Dacă instalațiile fotovoltaice sunt utilizate în gospodării agricole sau acasă, unde există conectare la rețeaua electrică, atunci este recomandat de utilizat schema din figura 42.

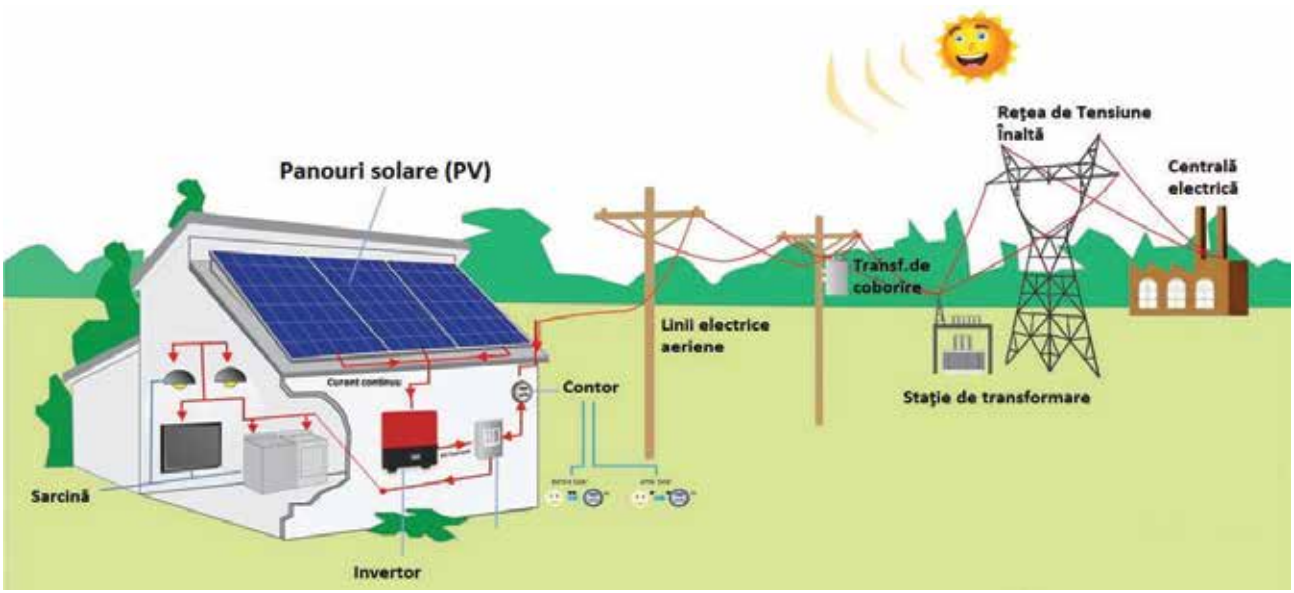


Fig. 42. Schema de utilizare a panourilor fotovoltaice în gospodării unde există rețea electrică

În figura 42 este utilizată rețeaua electrică pe funcție de „acumulator". Adică, sistemul format din panouri fotovoltaice generează curent continuu, care prin intermediul invertorului este convertizat în curent alternativ 220 V, 50 Hz şi este furnizat pentru consumul local. Dacă sarcina conectată consumă mai puțină energie decât se produce, atunci surplusul este livrat în rețea la alți consumatori. În cazul când consumul de energie este mai mare decât poate produce sistemul cu panouri fotovoltaice, atunci necesarul se ia din rețeaua electrică cu ajutorul invertorului.

Pentru montarea panourilor fotovoltaice se utilizează acoperişul casei, sau al întreprinderii. Panourile pot fi montate numai pe partea sudică a acoperişului, pentru a beneficia de o producere maximă de energie electrică. Eficiența maximă a panourilor este atunci, când razele solare cad perpendicular la 90˚ pe suprafața panourilor. De obicei, suprafețele caselor sunt mici, ceea ce înseamnă că şi capacitatea panourilor va fi relativ mică. De exemplu, dacă suprafața sudică a acoperişului are 20 m^2, atunci puterea maximă a panourilor fotovoltaice montate nu va depăşi 3 kW, iar energia generată – 2400 kWh.

De menționat, că în cazul sistemului dat se aplică schema de sprijin – *net metering*. Aceasta înseamnă, că există contor bidirecțional, care măsoară consumul de energie din rețea şi energia livrată în rețea. Dacă diferența este pozitivă, adică la finele perioadei de calcul există consum din rețea, atunci se achită numai diferența. În cazul când cantitatea de energie produsă depăşeşte pe cea consumată din rețea, atunci aceasta se achită de operatorul de rețea către beneficiar. De menționat că operatorul de rețea, conform legislației, va achita surplusul de energie electrică la prețul de procurarea de la centrală, ceea ce este mult mai mic decât tariful final. De aceea, în cazul dat este cel mai profitabil dacă consumul local de energie electrică este egal cu cantitatea de energie generată de panourile fotovoltaice. Totodată, este bine de ştiut, că puterea instalată a panourilor fotovoltaice nu poate fi mai mare decât puterea contractată cu operatorul de rețea.

Conversia energiei solare în energie termică

Spre deosebire de panourile fotovoltaice, un **colector solar** (*captator solar*, *panou solar termic*) este o instalație, ce captează energia solară conținută în razele solare și o transformă în energie termică. Deoarece aproape întreg spectrul radiației solare este utilizat pentru producerea de energie termică, randamentul acestor colectoare este ridicat, fiind în jur de 60–95% raportat la energia razelor solare incidente (200–1000 W/m² în Europa, în funcție de latitudine, anotimp și vreme).

Din punct de vedere funcțional, componenta principală a colectorului solar este elementul absorbant care transformă energia razelor solare în energie termică și o cedează unui agent termic (apă, antigel). Cu ajutorul acestui agent termic, energia este preluată de la colector și este fie stocată, fie utilizată direct (de ex., apă caldă de consum).

Pentru a reduce pierderile termice inevitabile, este nevoie de o izolare termică a elementului absorbant de mediul înconjurător. În funcție de tehnica utilizată în acest scop se deosebesc:

- colectoare ce utilizează materiale izolatoare obișnuite;
- colectoare în care izolarea termică se realizează cu ajutorul vidului, dar au o tehnologie de fabricație costisitoare;
- colectoare ce se bazează pe tehnici simple și care se utilizează la încălzirea bazinelor de înot.

Tehnica de captare

Panourile solare se bazează pe principiul efectului de seră, care se produce printr-un element de captare care poate absorbi cea mai mare cantitate de energie solară şi o parte transparentă ce poate limita efectul de reflexie. De fapt, energia solară ajunge la placa de absorbție prin sticla amplasată deasupra elementului captator, cu o rază având o lungime de undă mai mică de 3 μm şi este parțial absorbită şi parțial reflectată, prin raze cu o lungime de undă superioară.

În figura 43 este prezentat principiul de captare a razelor solare în panourile plate şi vidate.

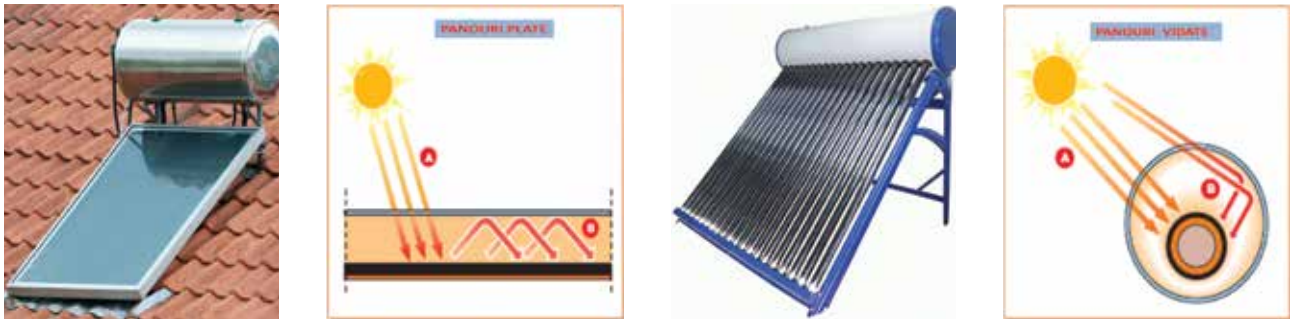


Fig. 43. Principiul de captare în panouri plate (stânga) şi vidate (dreapta)

Datorită proprietăților sticlei, cu care sunt acoperite panourile solare, radiațiile rămân prinse în interiorul sistemului şi sporesc în mod considerabil eficiența acestuia.

Eficiența unui panou solar este dată de raportul dintre energia termică utilă şi energia solară iradiată. Aceasta depinde de sensibilitatea şi de conductibilitatea elementului de captare, de calitatea sticlei de acoperire şi de capacitatea materialului izolant de a limita pierderile prin conducție. Pe piață există mai multe versiuni tehnologice de realizare a panourilor solare, însă toate instalările se fac cu două tipuri de panouri solare: panou solar plat şi panou solar cu tuburi vidate.

Colectoare plate

În principiu, un colector solar are o carcasă metalică de formă dreptunghiulară *(fig. 44)* în care se află montate celelalte elemente. Printr-un geam de sticlă, razele solare cad pe o suprafață care absoarbe aproape întregul domeniu spectral al acestora. Energia calorică rezultată nu se pierde, colectorul fiind izolat termic în toate părțile. Căldura de convecție spre exterior este limitată de unul sau mai multe geamuri. La colectoarele cu vacuum, aceasta este aproape în întregime eliminată. Căldura de radiație, datorată temperaturii proprii, este de asemenea împiedicată de geamul de sticlă care este opac pentru lungimile de undă mai mari. Această căldură este reținută în interiorul colectorului, echilibrul termic conducând la o temperatură mai înaltă decât în situația fără geam. Acest efect este cunoscut sub numele de efect de seră. La colectoarele solare moderne se utilizează sticlă specială, cu un conținut cât mai mic posibil de fier și cu o rezistență mărită la grindină și încărcare cu zăpadă.

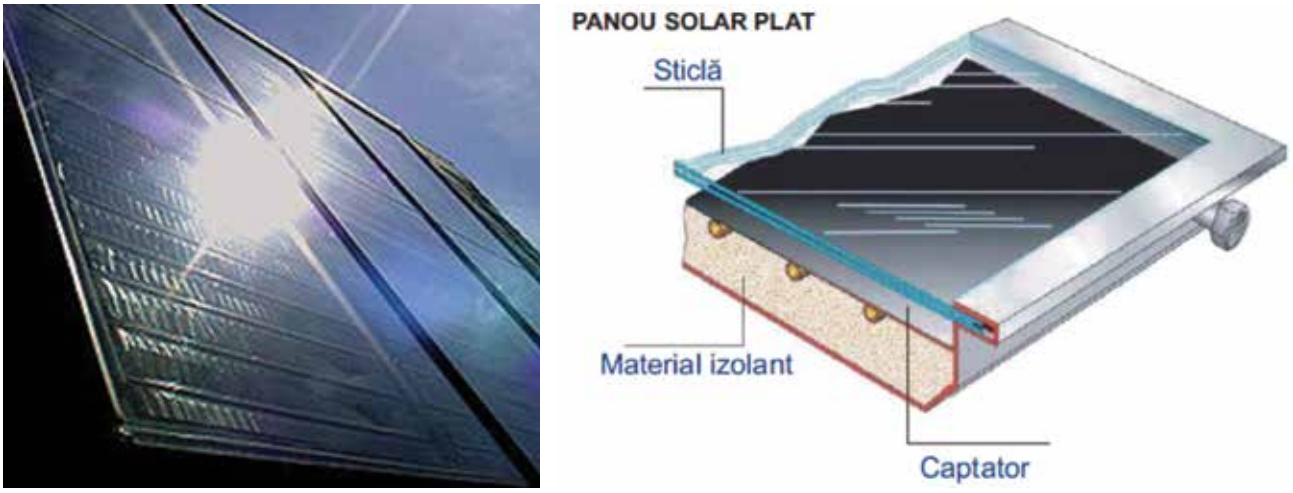


Fig. 44. Colector solar plat. Principiu constructiv

Elementul absorbant, mai ales la colectoarele cu vid, poate prezenta o selectivitate față de lungimea de undă, astfel încât, pe de o parte, să absoarbă o gamă cât mai largă de radiație solară și, pe de altă parte, să aibă o emisie cât mai redusă în domeniul de infraroșu apropiat, pentru a reduce emisia de căldură.

Elementul absorbant cedează căldura agentului termic, ce curge prin conductele de cupru sau aluminiu atașate acestuia. Agentul termic transportă energia calorică la utilizator sau la un recipient de stocare. Unele instalații solare au circuitul agentului termic deschis, ceea ce înseamnă că prin conductele colectorului circulă chiar apa necesară utilizatorului, cum este cazul în principal al instalațiilor funcționând pe principiul termosifonului. În regiunile cu pericol de îngheț mai mare, se apelează, de regulă, la circuite separate. Circuitul primar, cel al colectorului conține un lichid rezistent la îngheț (antigel). Din circuitul primar căldura este transferată prin intermediul unui schimbător de căldură apei din circuitul secundar, cel al utilizatorului.

Colectoare cu tuburi vidate

O construcție specială prezintă colectoarele solare cu tuburi vidate *(fig. 45)*.



Fig. 45. Detaliu colector solar cu tuburi vidate

Colectoarele vidate se compun din tuburi paralele în spatele cărora se află reflectoare pentru concentrarea radiației solare. Tuburile vidate se compun din două tuburi de sticlă concentrice între care este vid. Tubul din interior este înconjurat de o suprafață absorbantă de care este atașat un tub de cupru prin care circulă un agent termic. Vidul dintre tuburi reduce la minim pierderile de căldură prin convecție și conducție, permițând obținerea de performanțe superioare (randa-

ment și temperaturi mai mari). Datorită temperaturilor mai mari instalația de încălzire poate necesita elemente speciale pentru eliminarea pericolului supraîncălzirii. Astfel de colectoare sunt mai eficiente în zonele cu temperatură moderată, utilizarea lor în zone calde justificându-se doar în instalații tehnice unde este nevoie de temperaturi mai mari. Un alt avantaj îl reprezintă faptul, că suprafața absorbantă fiind mereu perpendiculară pe direcția razelor solare, energia absorbită este aproape constantă în cursul zilei. Tehnologia utilizată la fabricarea acestui tip de colector este asemănătoare celei de la centralele termice cu jgheaburi parabolice.

Schimbătorul de căldură (colectorul) este constituit dintr-o țeavă de cupru în care sunt introduse un număr de 15, 18, 21, 24 sau 30 teci sudate printre care circulă antigelul (agentul termic) sub presiune *(fig. 46)*. Tot ansamblul este izolat cu spumă poliuretanică şi închis într-o carcasă exterioară din tablă de aluminiu.

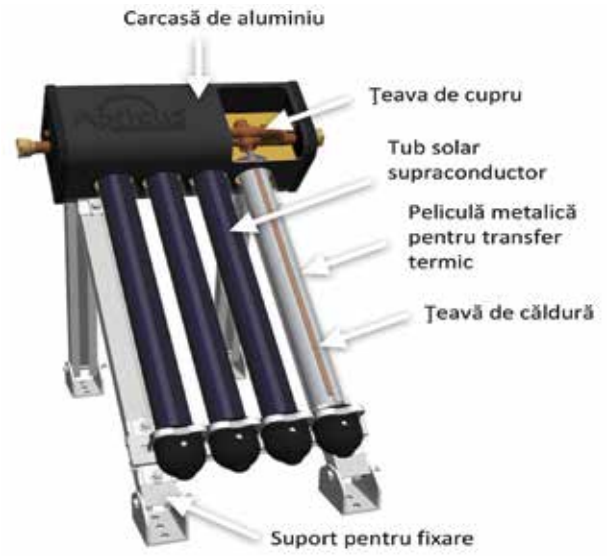


Fig. 46. Construcţia panoului solar presurizat separat



Fig. 47. Sistem cu colectoare solare comercial

Tuburile se introduc în decupările cilindrice practicate în carcasă, etanşarea făcându-se prin intermediul garniturilor de silicon. Bulbul superior al conductorului de căldură de cupru pătrunzând în teaca colectorului astfel încât să se asigure un contact termic cât mai bun. Rigidizarea tubului pe poziția de funcționare se face prin fixarea acestuia cu bride metalice, pe latura inferioară a cadrului. Cadrul este apoi fixat pe suprafața de instalare prin intermediul picioarelor de fixare. Aria de contact dintre piciorul suportului şi suprafața de instalare se etanşează cu o garnitură de cauciuc sau silicon.

Panourile solare presurizate separate nu pot funcționa independent. Deoarece nu au un rezervor de stocare, ele trebuie conectate la un boiler montat în zona de consum (în casă). Varianta de utilizare recomandată este cea cu boiler bivalent, pompă de circulație şi panou electronic de comandă (regulator electronic dedicat). Toate acestea formează un sistem complet *(fig. 47)*.

Sistemul de mai sus este dotat şi cu panouri fotovoltaice, care asigură funcționarea pompei de circulație şi respectiv nu este necesar de avut o sursă de energie electrică, fapt ce este binevenit în locuri îndepărtate de la rețeaua electrică națională (ferme de oi, vaci etc.).

Dacă nu sunt poziționate corect în raport cu cea mai bună iradiere, panourile solare pot avea o pierdere de eficiență reducând la zero utilitatea instalației. De aceea, proiectantul trebuie să țină cont de trei parametri fundamentali: unghiul de înclinație, orientarea şi umbrirea.

Compararea colectoarelor solare plate şi cu tuburi vidate

Pe tot parcursul zilei eficiența tuburilor vidate este mai mare decât eficiența panoului plan *(fig. 48)*. Doar la miezul zilei cele două funcționează la fel, când radiația solară este perpendiculară. Ținând cont, că suma ariilor arcelor de cerc iluminate este mai mare decât aceeaşi suprafață plană, rezultă la aceeaşi suprafață un randament mai mare.

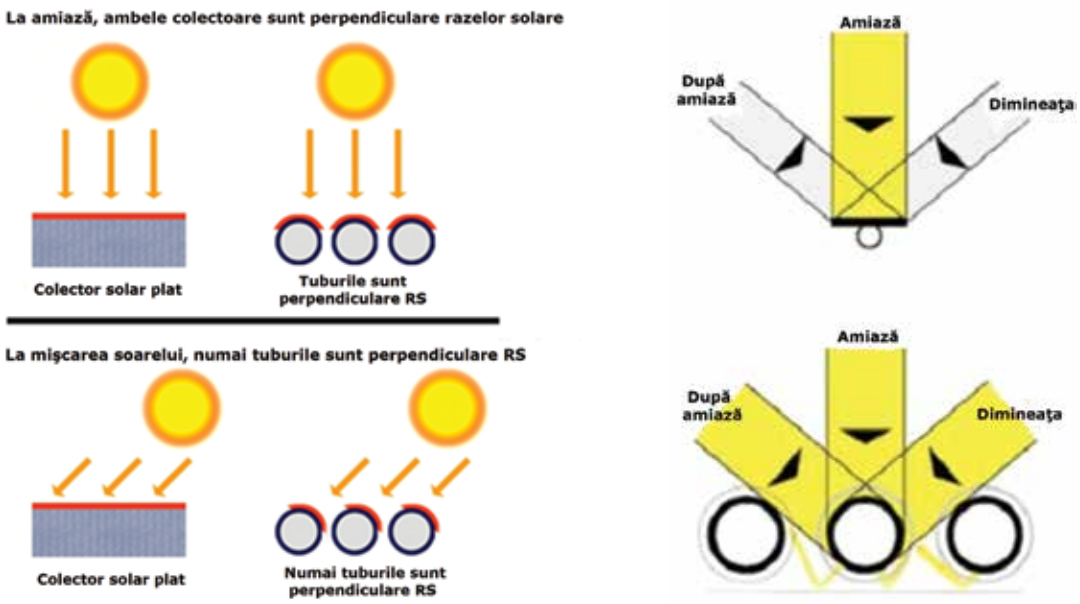


Fig. 48. Compararea caracteristicilor colectoarelor solare şi celor vidate

Tuburile vidate ce alcătuiesc panourile solare convertesc ambele radiații solare – cea directă şi cea difuză în căldură. Tuburile vidate au 11 straturi speciale selective, care convertesc la maximum energia solară în căldură, chiar şi atunci, când cantitatea de insolație este mai mică, comparativ cu panouri solare clasice. Din figura 49 este evident, că datorită construcției sale energia termică absorbită de tuburile vidate este practic constantă pe tot parcursul zile, şi este mai mare decât la colectorul plan.

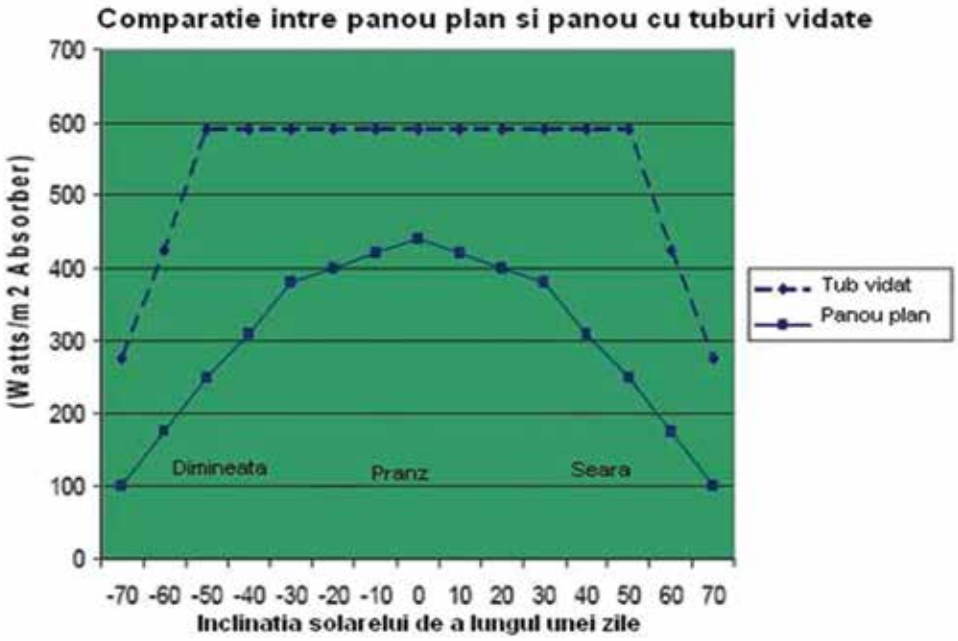


Fig. 49. Energia termică absorbită de un panou vidat şi unul plan pe parcursul zilei

Această diferență este explicată în figura 50, care reprezintă modificarea unghiului de incidență pentru colectorul vidat şi cel plan. Este evident, că numai la amiază acest coeficient coincide pentru ambele tipuri de colectoare. În restul zilei la tuburile vidate acest coeficient prevalează.

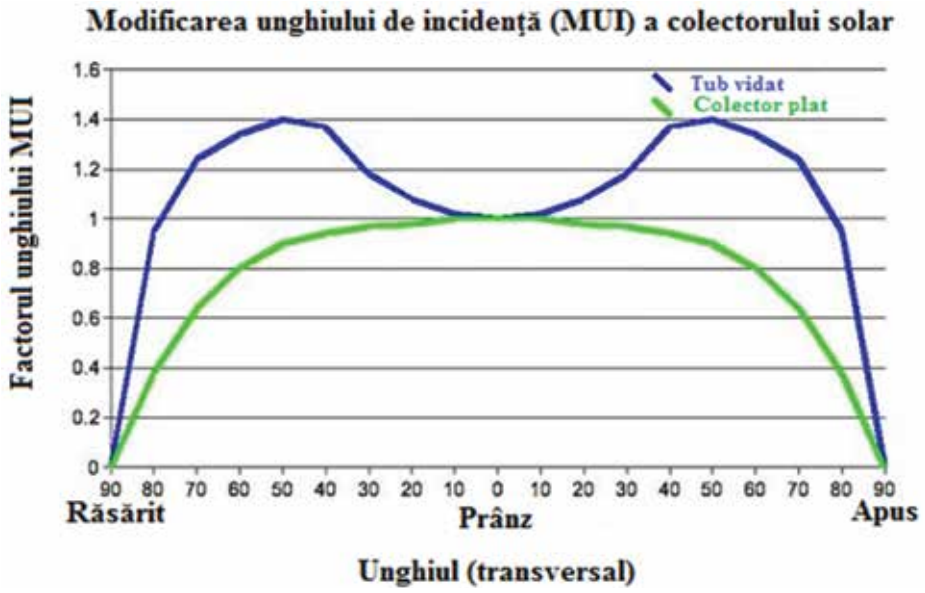


Fig. 50. Modificarea unghiului de incidenţă (MUI) a colectorului solar plat şi vidat

Radiația infraroşie poate să penetreze prin nori şi este absorbită de tuburile vidate şi transformată în căldură utilă. Vacuumul din pereții tubului acționează ca cea mai bună posibilă izolație termică, reducând pierderile de căldură cu exteriorul (prin analogie, gândiți-vă la sticla de termos) de aici rezultând performantele net superioare față de orice alt tip de panou solar.

Aceste panouri solare conțin ultima tehnologie în domeniu fie că sunt tuburi vidate fie că sunt tuburi supraconductoare de cupru. Nimic nu se compară de pe piața din ziua de azi cu evoluția tehnologiei în domeniul încălzirii solare. Tuburile vidate folosite sunt concepute pentru o performanță continuă; nu numai la amiază sau numai pe un cer neacoperit de nori într-o zi senină de vară – îşi menţin performantele şi când este mai puțin soare sau cerul chiar acoperit de nori, zile cu vânt, chiar când este frig afară.

Aceste instalații solare folosesc un captator solar (panou solar) care poate fi folosit atât pentru aport de energie la instalația de încălzire clasică, cât şi la încălzirea de piscine, încălzirea apei se realizează cu ajutorul energiei solare şi adițional cu rezistența electrică ce intră în componența panoului solar.

3.4. CONVERSIA BIOMASEI ÎN ENERGIE TERMICĂ ŞI BIOGAZ

Trebuie menționat faptul că prin biomasă se înțelege orice materie care are matrice organică, de exemplu, deșeurile urbane. Din acest motiv se preferă a se vorbi de biomasă vegetală, limitând astfel originea acesteia la spectrul vegetal. Procesele de transformare a energiei deținute de biomasa vegetală pot fi împărțite în 3 mari grupe reprezentând conversii de tip *(fig. 51)*.

- termochimic;
- biologic;
- fizic.

Conversia termochimică a energiei prezente în biomasa vegetală poate fi obținută prin diverse procedee ca arderea, piroliza, gazificarea. Conversia biologică poate fi obținută prin fermentație alcoolică și digestie, în timp ce conversia fizică poate fi obținută prin presare.

Arderea biomasei este procesul tradițional de conversie a acesteia în energie termică. Pentru a creşte randamentul de conversie a biomasei în energie termică se utilizează diverse metode de compactare a acesteia: peleți, brichete sau aşchiere. Pentru conversia biomasei în energie termică se utilizează cazane pe biomasă care pot funcționa cu unul sau mai multe tipuri de biomasă (peleți, brichete, baloți, aşchii etc.). Eficiența cazanelor pe biomasă poate atinge 85–92%, ceea ce este mult mai mult comparativ cu sobele sau arderea directă, care nu depăşesc 20–25%.

Gazificarea este un procedeu chimic prin intermediul căruia este transformat un combustibil solid (lemn, biomasă vegetală în general) într-un combustibil gazos. Procesul constă într-o oxidare incompletă a compușilor de carbon aduși la o temperatură ridicată (circa 1 000 °C) în mediu cu deficit de oxigen *(fig. 52)*. Gazul obținut, numit gaz de sinteză, poate fi folosit direct pentru alimentarea motoarelor cu combustie internă utilizate pentru producerea de energie electrică. Gazul de sinteză este un amestec de azot, metan, hidrogen, monoxid de carbon și alte gaze. Conversia, prin procese biochimice, a energiei de biomasă vegetală poate fi subdivizată în două procese:

- fermentație alcoolică;
- digestie anaerobă.

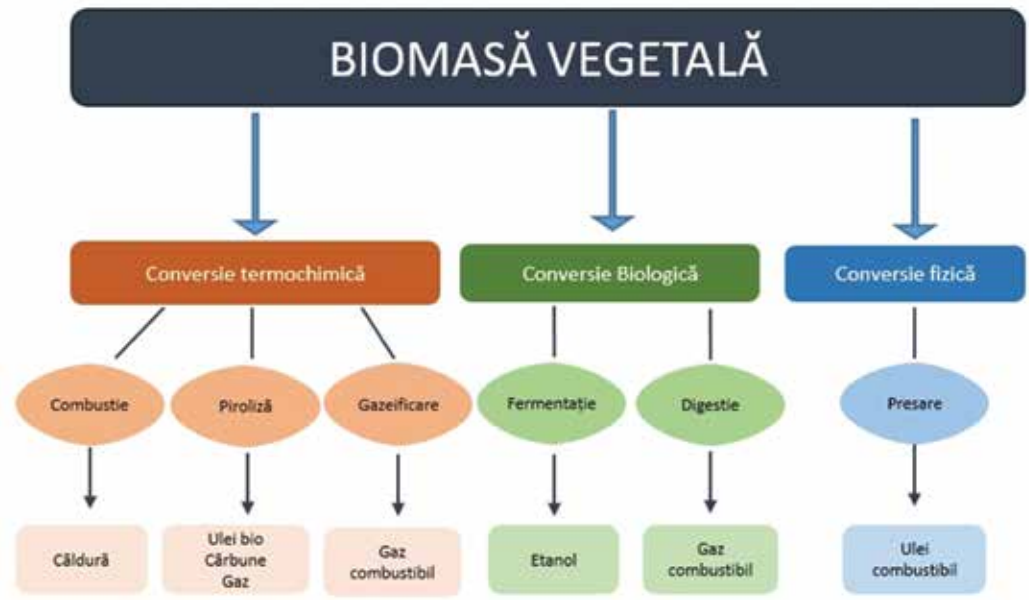


Fig. 51. Grupele de împărţire a biomasei vegetale



Fig. 52. Cazan cu ardere prin gazificare a lemnelor:
stânga – principiul de lucru al cazanului, dreapta – aspectul exterior al cazanului

Fermentația alcoolică este procesul de transformare biochimică prin intermediul căruia zaharurile sunt transformate în alcool etilic. Producția de etanol plecând de la biomasă cu un conținut ridicat de zaharuri este testată pe scară largă, spre exemplu, în Brazilia fermentația trestiei de zahăr permite obținerea etanolului la un cost competitiv cu cel al benzinei. În Italia au fost efectuate experimente cu sfecla de zahăr, cu costuri de transformare nerentabile.

Digestia anaerobă este un proces de conversie operat de bacterii care, pornind de la biomasa bogată în celuloză, reușesc obținerea unui biogaz conținând circa 65% metan, care poate fi folosit direct sau la generarea de energie electrică prin utilizarea unui motor endotermic legat la un generator electric. Componenta reziduală digerată este utilizată mai apoi ca îngrășământ. Aceste centrale sunt foarte răspândite în nordul Europei. Pentru a optimiza performanța centralei, este convenabilă existența unor utilizatori ai căldurii produse, întrucât pentru fiecare kWh electric se produce circa 1 kWh sub formă de energie termică.

Producerea materiilor prime, combinată cu activitatea fabricilor de biogaz, fac tehnologiile biogazului atractive din punct de vedere economic şi contribuie la creşterea veniturilor fermierilor. În plus față de veniturile suplimentare, aceştia obțin noi şi importante funcții sociale, precum cele de furnizori de energie şi de operatori pentru tratarea deşeurilor. În ultimii ani, a fost utilizată şi biomasa provenită dintr-o serie întreagă de plante energetice de cultură (cereale, porumb, semințe de rapiță etc.) drept materie primă pentru producerea biogazului, aşa cum s-a întâmplat, de exemplu, în Austria. La acestea se mai adaugă diverse reziduuri agricole, produse agricole vegetale depreciate, improprii pentru consum sau rezultate în urma condițiilor de creştere şi climatice nefavorabile, care pot fi utilizate pentru producția de biogaz şi de îngrăşăminte.

O evoluție recentă în domeniul fabricilor de biogaz *(fig. 53)* de nivel fermier este aceea a utilizării biomasei rezultate din culturi energetice dedicate, care sunt cultivate în mod special pentru scopul producției de energie/biogaz. Plantele energetice sunt reprezentate de plante de cultură ierboase (de exemplu, iarbă, porumb, rapiță) şi lemnoase (de exemplu, salcie, plop, stejar), deşi, în ultimul caz, este necesară aplicarea unui pretratament special pentru delignificare. Avantajul constă în conținutul energetic al acestui tip de biomasă, cu mult mai ridicat decât în cazul celor mai multe deşeuri organice. Totuşi, apar unele limitări şi probleme referitoare la costurile de operare, la modul de utilizare şi la disponibilitatea terenului pentru acest tip de culturi [5, 20].



Fig. 53. Fabrică de conversie a biomasei în biogaz

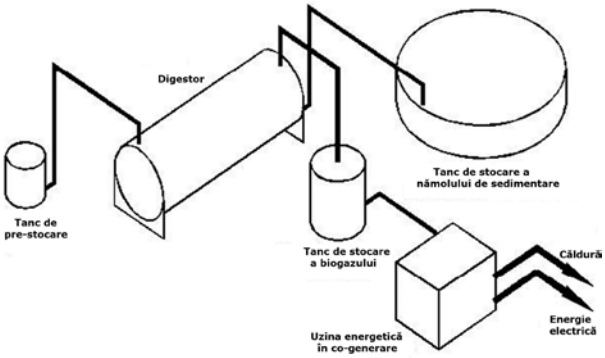


Fig. 54. Schema tehnologică a unei staţii de biogaz

În general, o instalație de conversie a biomasei în biogaz constă din mai multe componente, aspectul și elementele constructive ale căreia sunt prezentate în figura 54.

În cazul când în procesul de activitate se utilizează energie termică, atunci eficiența de conversie a biomasei creşte semnificativ. Deci, la proiectarea unei instalații de biogaz este necesar de planificat unde este posibil de utilizat energia termică produsă (sere, încălzire încăpere, apă caldă etc.).

IV. METODE DE UTILIZARE A SURSELOR DE ENERGIE REGENERABILĂ ÎN AGRICULTURĂ

4.1. UTILIZAREA ENERGIEI EOLIENE LA POMPARE ŞI ASIGURARE CU ENERGIE ELECTRICĂ

Energia eoliană, sau energia vântului, reprezintă o parte componentă a agriculturii moderne, care poate contribui la creşterea eficienței companiei şi reducerea poluării mediului. De regulă, terenurile agricole sau fermele de animale/păsări sunt departe de rețelele electrice, fapt ce complică realizarea diferitor procese: pompare, irigare, iluminare etc. În lipsa energiei electrice pentru irigare se utilizează motopompe, care funcționează pe motorină şi au un impact negativ asupra mediului înconjurător. La fermele de animale şi păsări energia vântului poate fi utilizată în calitate de energie electrică pentru asigurarea proceselor de alimentare, evacuare a deşeurilor etc.

Utilizarea instalațiilor eoliene este o soluție viabilă pentru mai multe procese în agricultura modernă. Acestea pot produce atât energie electrică, cât şi energie mecanică. Conversia directă în energie mecanică oferă o eficiență mai înaltă, deoarece se exclud pierderile în generator şi în pompa electrică.

Instalația eoliană poate fi utilizată pentru irigare, producere de energie electrică sau măcinare. Schema tipică a unui sistem de irigație care utilizează o turbină eoliană ar trebui să constea dintr-o instalație cu pompă eoliană situată cât mai aproape de sursa de apă; conductă de injecție sau jgheab până la rezervor; rezervor de apă și sistem de distribuție sub formă de canale sau țevi de pământ deschise. Luând în considerare consumul mare de apă la o singură dată (până la 800 m^3/ha) în timpul irigației, ar trebui utilizate turbine eoliene universale mai puternice în scopuri de irigații, care pot fi utilizate în alte lucrări după sfârșitul sezonului de irigație.

Folosind o turbină eoliană cu mai multe pale *(fig. 55)* cu o roată eoliană de 8 metri în diametru, este posibilă irigarea unei suprafețe de 5–6 hectare. În acest caz, turbina eoliană poate fi conectată atât cu o pompă cu piston cu creșteri semnificative de apă, cât și cu o pompă centrifugă cu admisie de apă dintr-un rezervor deschis și la creșteri scăzute de apă.



Fig. 55. Pompă eoliană



Fig. 56. Turbină eoliană conectată la rețea

Un interes mai mare pentru irigarea mecanică prezintă turbina eoliană cu trei palete de mare viteză, cu o putere normală de până la 15 cai putere. Această turbină eoliană are o reglare stabilizatoare a vitezei roții eoliene în funcție de viteza vântului și este foarte potrivită pentru lucrul cu pompe centrifuge, care pot fi conectate la fulia de acționare a turbinei eoliene printr-o transmisie cu curea.

O asemenea instalație de pompă eoliană cu o turbină eoliană de 12 m în diametru, atunci când este acționată cu o pompă centrifugă, poate asigura irigarea culturilor de grădină pe o suprafață de până la 17 ha în prezența unui rezervor de apă cu o capacitate de până la 3 000 m^3.

Dacă deții o fermă de lactate, o fermă de ovine sau o fermă de păsări care are terenul pentru amplasarea unei turbine eoliene, atunci puteți genera propria electricitate din energia eoliană. Turbinele eoliene *(fig. 56)* pot avea ieșirea conectată direct la sursa de electricitate existentă, ceea ce înseamnă că energia produsă de turbină poate reduce energia extrasă din sursă. Dacă produceți energie „mai mult decât suficientă", atunci este posibil să exportați energie și să o vindeți furnizorului de energie electrică. În cazul când nu este posibil să livrați în rețea, există soluția de stocare a energiei în baterii, însă această opțiune este mai scumpă.

Dacă aveți o fermă de vaci cu mașini de muls și iluminat electric, atunci o turbină eoliană vă va reduce foarte mult factura la electricitate. Dacă aveți o fermă de oi, este posibil să preferați să exportați toată energia electrică produsă și să primiți venituri din aceasta. Dacă păsările de curte sunt afacerea dvs., atunci veți economisi costurile cu energia electrică și veți asigura disponibilitatea aprovizionării cu o turbină eoliană pe terenul dvs.

Turbinele eoliene pentru astfel de necesități se produc în serie şi gama lor de putere variază între 10–250 kW. Utilizarea turbinelor eoliene pentru agricultură/fermieri poate aduce următoarele beneficii:

– cost redus la energie;
– siguranță față de costuri majorate la electricitate;
– reducerea amprentei de carbon.

Înainte de instalarea unei turbine eoliene este necesar de făcut un studiu de fezabilitate pentru a stabili parametrii exacți ai turbinelor, dar şi tipul acesteia pentru a obține o eficiență şi beneficii majore.

4.2. UTILIZAREA ENERGIEI SOLARE ÎN PROCESUL DE CREŞTERE A LEGUMELOR ÎN SERE ŞI ALTE NECESITĂŢI

Multe sere agricole pot deveni neutre din punct de vedere energetic folosind panouri solare transparente pentru a genera electricitate.

Serele reprezintă structurile bio- şi termotehnologice care pot fi îmbunătățite în mod substanțial, dacă vor fi transformate în sere solare. Energia solară într-o seră convențională este folosită în principal pentru procesul de fotosinteză, în care plantele absorb şi acumulează până la 10% din energia radiației solare incidente. În acelaşi timp, din dioxidul de carbon şi apă, sub acțiunea luminii solare se formează carbohidrații şi oxigenul molecular. Din moleculele carbohidraților se dezvoltă substanțele organice necesare pentru viața şi creşterea plantelor.

În serele convenționale din cauza zonei mari de suprafețe translucide, se observă pierderi semnificative de căldură, compensarea căreia necesită un consum specific de combustibil în sistemul de încălzire. Serele pot fi încălzite cu apă fierbinte, aburi, aer cald, radiație infraroşie sau produsele de ardere ale combustiei. La crearea serei solare, mai întâi de toate, trebuie să se asigure reducerea substanțială a pierderilor de căldură prin utilizarea izolării termice. În plus, este necesar să se asigure captarea energiei solare cel mai înalt nivel posibil şi acumularea căldurii în exces.

Astăzi devin tot mai populare aşa numitele sere agricole fotovoltaice, care sunt pe larg comercializate *(fig. 57)*.

Sera agricolă fotovoltaică este dotată cu panouri fotovoltaice care generează energie electrică, cu sistem inteligent de control al temperaturii, şi permite plantarea modernă utilizând tehnologii avansate. Sera folosește un cadru de oțel, acoperit cu panouri fotovoltaice în aşa mod ca să asigure generarea de energie electrică și cererea de iluminare a culturilor cu efect de seră. Energia electrică generată poate susține sistemele de irigare cu efect de seră, poate compensa lumina pentru plante, poate rezolva cererea de încălzire cu efect de seră în timpul iernii și mări temperatura serelor, pentru a promova creșterea rapidă a culturilor.



Fig. 57. Seră agricolă cu panouri fotovoltaice



Fig. 58. Sistem de irigare în sera agricolă fotovoltaică

Avantajul serei agricole fotovoltaice: este un nou mod de aplicare fotovoltaică. În comparație cu construcția unei centrale fotovoltaice la scară largă centralizată, proiectul are o mulțime de avantaje:

- contribuie la dezvoltarea durabilă a economiei sociale;
- poate fi flexibilă pentru a crea un mediu adecvat pentru creșterea diferitelor culturi;
- poate satisface nevoile de producere a energiei electrice agricole, rezultând în eficiența producerii de energie electrică;
- constituie o nouă cale a producției agricole verzi.

Energia electrică obținută de la panourile fotovoltaice poate fi utilizată pentru irigarea dispersivă sau prin picurare *(fig. 58)* sau să fie stocată în baterii dacă în apropiere nu există rețeaua electrică națională sau în cazul existenței să fie livrată în rețea, iar când este necesar să fie luată din baterii sau din rețea.

La fel, energia electrică obținută de la panouri poate fi utilizată pentru iluminatul serei pentru asigurarea condițiilor de creştere a plantelor/legumelor când lumina solară nu este îndeajuns. Încălzirea serelor cu panouri solare este foarte benefică și rentabilă.

Colectoarele solare devin şi ele din ce în ce mai populare printre soluțiile ecologice aplicate în agricultură *(fig. 59)*.



Fig. 59. Seră cu utilizarea colectoarelor solare

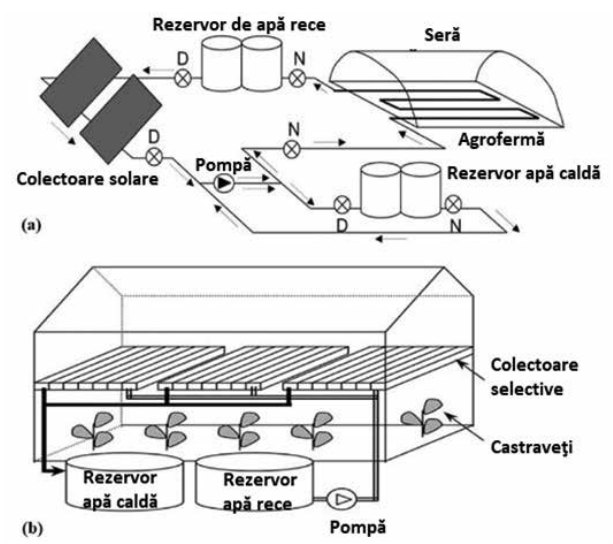


Fig. 60. Reprezentarea grafică a sistemului de încălzire solar a serei: a) cu colectoare solare plate; b) cu colectoare solare selective.

Colectoarele solare sunt utilizate pentru producerea energiei termice de la soare. Energia termică este necesar de stocat într-un rezervor termic izolat şi de utilizat când este necesar. Colectoare solare au un randament ridicat (peste 70%), ceea ce ne permite la maxim să utilizam energia solară iradiată per m^2. Chiar şi când e rece afară şi este soare colectoarele produc energie termică, care poate fi utilizată pentru necesitățile serei.

Tehnologia de realizare a unei sere cu colectoare solare este prezentată în figura 60.

Astfel, utilizarea combinată a panourilor fotovoltaice şi colectoarelor solare poate elimina total dependența de sursele tradiționale de energie şi să contribuie la creşterea controlată a plantelor şi legumelor aducând un beneficiu important atât proprietarului, cât şi mediului prin dezvoltarea economiei ecologice.

4.3. UTILIZAREA ENERGIEI DEŞEURILOR AGRICOLE/VEGETALE ŞI ANIMALIERE ÎN DIVERSE PROCESE AGRICOLE

Prețurile în continuă creștere ale combustibililor fosili impun necesitatea căutării unor surse alternative de energie, permanent regenerabile. Între timp, utilizarea deșeurilor din fitotehnie și de la exploatarea bovinelor ca surse alternative și regenerabile de energie termică și electrică a fost de mult timp una dintre cele mai importante direcții în strategia energetică a multor țări ale lumii. Chiar și pentru țările industrializate, biomasa joacă un rol semnificativ în bilanțurile energetice: în SUA cota sa este de 4%, în Danemarca – 6%, în Canada – 7%, în Austria – 14%, în Suedia – 16% din consumul total de resurse de energie primară din aceste țări.

În multe țări ale lumii, instalațiile de bioenergie sunt în funcțiune, permițând economisirea altor tipuri de combustibil și, în unele cazuri, obținerea autonomiei energetice depline, de exemplu, al complexului zootehnic. Datorită biogazului, nevoile de creștere a animalelor din Europa de Vest pentru combustibil au scăzut cu mai mult de o treime în ultimii 10 ani, în timp ce biogazul este utilizat pentru încălzirea a cel puțin jumătate din toate fermele de păsări.

Analiza tendințelor globale privind utilizarea energiei a arătat că producția agricolă intensivă necesită un consum în creștere de energie pentru producția de alimente. Astfel, agricultura va întâmpina tot mai multe dificultăți în legătură cu creșterea consumului de energie.

Utilizarea biomasei pentru producerea de energie bazată pe tehnologii moderne este mult mai sigură din punct de vedere ecologic decât utilizarea resurselor organice tradiționale, cum ar fi cărbunele, gazul natural etc. pentru energie. Desigur, dezvoltarea acestor industrii în agricultură necesită multe investiții.

În Republica Moldova, în ultimii 15–20 de ani, s-au înregistrat anumite progrese în dezvoltarea producției de energie alternativă în general, și în special din biomasă.

Grație susținerii financiare externe oferite prin intermediul diferitor proiecte realizările au fost resimțite. În țară deja peste 200 de grădinițe, şcoli şi centre comunitare își asigură necesitățile termice de la centrale pe biomasă. Mii de familii își încălzesc casele folosind cazane moderne pe peleți, brichete, lemne și deșeuri agricole. Preponderent în localitățile rurale activează cca 70 de companii producătoare de brichete şi peleți. În cadrul diferitor întreprinderi funcționează peste 30 instalații producătoare de energie din biogaz. Prin activitatea acestora se dovedește că agricultura și industria alimentară au devenit furnizori de biomasă pentru producerea energiei, contribuie la îmbunătățirea securității energetice a obiectelor publice, crearea locurilor de muncă la sat.

În ajutorul celor cointeresați de a investi în energia regenerabilă vine și Laboratorul de biocombustibili solizi din cadrul Universității Agrare, care realizează testarea biocombustibililor solizi prin stabilirea tuturor indicilor calitativi prevăzuți de standardele ISO și normele ENPlus.

Se oferă stimulente majore pentru investitorii în domeniu conform Legii nr. 10 privind promovarea utilizării energiei din surse regenerabile, care a intrat în vigoare din martie 2018.

Multitudinea de tehnologii elaborate și aprobate în practică, diversitatea utilajelor și dispozitivelor oferite de către producătorii din diferite țări, demonstrează convingător existența posibilității de utilizare a surselor de biomasă pentru asigurarea executării diferitor procese în agricultură. Tehnologiile și mijloacele de realizare a lor după capacități de producere și costuri pot fi implementate atât în gospodăria familială, cât și la formațiuni ce gestionează suprafețe și volume mari de producere.

Utilizarea energiei deșeurilor vegetale solide (paiele și pleava de cereale, cioclejii și știuleții de porumb, bețele, pălăriile și coaja de la semințele de floarea-soarelui, masa lemnoasă din livezi și vii, biomasa plantelor energetice) mai mult se orientează la încălzire după transformarea lor în peleți, brichete ori prin arderea directă.

Pentru a dezvolta acumularea, depozitarea, mărunțirea și utilizarea cu un randament cât mai avansat în multe țări au fost dezvoltate industrii speciale privind producerea mașinilor de balotat, tocătoarelor, utilajelor și chiar uzinelor amplasate pe camioane de producere a peleților și brichetelor. Se oferă o gamă variată de cazane pe biomasă cu capacitate de producere a căldurii de la asigurarea necesităților unei familii și chiar până la centrale termice ce ar asigura necesitățile unui oraș.

Totuși atractivitatea deșeurilor vegetale solide cu scopul producerii energiei termice în multe țări se bazează pe gradul înalt de împădurire. Însă sunt ademenitoare și sursele din agricultură, deoarece acestea se evidențiază cu capacități deosebite comparativ cu combustibilul lichid, fiind și mai ieftine (vezi tabelul 7).

Tabelul 7. Caracteristica capacităţilor unor surse de deșeuri vegetale solide

Sursa	Acumularea de biomasă (în mediu), tone/ha	Densitatea medie, kg/m^3	Valoarea calorică (la 20% umiditate), MJ/kg	Echivalent aproximativ de combustibil lichid, kg/kg de combustibil lichid
Paie de cereale	2,5–4,0	55	11,5	4
Tulpini de floarea-soarelui	3	40	12,5	4,2
Ciocleji de porumb	6	45	12,5	4,3
Coarde de viţă-de-vie după tăierea în uscat	2,4	650	14	3,5
Crengi de pomi fructiferi după tăierea în uscat	2,8	750	10,5	4
Masa lemnoasă de pomi defrișaţi din livadă	40–100	750	10,5	4

De rând cu utilizarea în scopuri casnice ele se aplică la încălzirea localurilor de producere (încăperi pentru ambalarea producției, ateliere de reparație a tehnicii, încăperi pentru întreținerea unor animale, tineret avicol, iepuri etc.). Totuși cea mai mare pondere a aplicării lor este la creșterea legumelor și florilor în răsadnițe și sere.

Ar fi de mai mare folos ca uscarea fructelor și legumelor să se efectueze cu căldura masei lemnoase din livezi, decât cu utilizarea gazului natural. Capacitățile energetice a biomasei vegetale solide sunt binevenite și întru utilizarea în cadrul procedeelor de tratare și uscare a nucilor, semințelor, reziduurilor vinicole și de la conservări, ierburilor, vaselor pentru ambalarea producției, etc.

Utilizarea energiei deșeurilor vegetale lichide este bazată mai mult pe aplicarea biodieselului și bioetanolului în calitate de combustibil pentru motoarele cu ardere internă. Aceste surse energetice se obțin respectiv din uleiul vegetal și alcoolul extras din cereale și alte culturi, provenite de la fitotehnie. Folosirea lor ca combustibil în lume este cunoscută de demult, dar a luat amploare în ultimii ani în legătură cu tendințele dezvoltării sistemului energetic.

În legătură cu majorarea costurilor la carburanții tradiționali aceste surse devin o salvare. De aceea întru a asigura consumul eficient al acestora se oferă diferite modificări la motoarele existente, iar unele uzine deja produc motoare acomodate pentru arderea biodieselului și bioetanolului.

Aceste surse energetice fiind utilizate pentru autovehicule, camioane, alte mijloace de transport pot fi folosite și la executarea multiplelor procese agricole, într-o măsură reducând și presiunea costurilor carburanților fosili. Cu acești combustibili pot fi alimentate tractoarele, combinele, alte unități de producere, care duc povara de bază la lucrarea solului, întreținerea plantelor, recoltarea și transportarea producției. Ei pot fi o sursă convenabilă pentru alimentarea motoarelor

la stațiile de pompare, stațiile electrice autonome, precum și motoarelor diverselor generatoare ce asigură energia electrică în câmp, în livadă, la fermă etc. De obicei, generatoarele în cauză, având o gamă vastă după capacitățile și gabaritele lor, permit efectuarea proceselor de reparație a tehnicii agricole, pomparea apei, tunsul și mulsul oilor, caprinelor, chiar și păscutul lor sub supravegherea așa-numitului „cioban electric". Cu concursul acestor generatoare se asigură funcționarea camerelor de răcire a fructelor și legumelor, condiționarea aerului în sere, lucrul mijloacelor tehnologice la procesarea laptelui, funcționarea frigiderelor, nemijlocit la locurile de producere, departe de rețeaua electrică.

Utilizarea energiei deșeurilor animaliere este bazată pe producerea biogazului din gunoiul de grajd și alte componente de la abatoare, industria alimentară, fitotehnie și deșeurile menajere.

Valoarea energetică a gunoiului de grajd (21,0 MJ/kg) este semnificativ mai mare decât cea a cărbunelui brun și a lemnului (14,7 și respectiv 18,7 MJ/kg). Cu toate acestea, trebuie să fim conștienți de faptul că volumul producției de biogaz depinde de tipul materiei prime. Dintre deșeurile animaliere, cel mai mare volum de energie se obține de la gunoiul de vite mari cornute – de la 1 tonă, se formează 50–65 m^3 de biogaz cu un conținut de metan de 60%. Scurgerile de la fermele de porci produc 30–45 m^3/t, de la excrementele de păsări – 25–30 m^3/t. Din 1 tonă de porumb de însilozat, ierburi perene, rapiță, floarea-soarelui, pulpă de sfeclă de zahăr cu vârfuri, puteți obține 100–500 de m^3 de biogaz. Dintre acestea, porumbul însilozat are cel mai bun efect energetic – 350–500 m^3/t cu un conținut de metan de 70%. Costul principal al producerii a 1 m^3 de biogaz din gunoiul de grajd este de 25–40 USD, din porumbul de însilozare – 70–80 USD. Materiile prime vegetale costă întotdeauna mai mult decât deșeurile de animale. Acest lucru se datorează costurilor la lucrarea solului, cultivarea culturilor și recoltarea acestora. Dar din 1 tonă de material vegetal se obține de 3 ori mai mult biogaz decât din bălegar de vacă. Acest biogaz are un conținut scăzut de umiditate și un conținut ridicat de biometan similar gazului natural. Un astfel de combustibil va fi cotat la 200–250 dolari/1 000 de m^3. Cele mai populare printre fermele agricole și zootehnice sunt unitățile de cogenerare pentru producția de căldură și electricitate *(fig. 61)*. Consumă 15–20% din energia pe care o generează iarna și 7–10% vara. Arderea a 1 m^3 de biogaz produce 150 Gcal de căldură și 3 kWh de energie electrică. Pentru dezvoltarea producerii de biogaz cu scopul asigurării cu căldură și energie electrică se oferă o gamă largă de stații de biogaz cu capacități de producere de la 26 l/min., până la 4–5 și mai mulți MW.



Fig. 61. Stație de producere a biogazului de capacitate mică la fermă de animale

Biogazul obținut în timpul procesării deșeurilor animaliere poate fi direcționat către diferite procese de rulare de producție. Prin urmare, ar fi justificat să se introducă stații de biogaz pentru a furniza energie pentru producție și nevoile interne în ferme, sere și alte obiective, care funcționează la distanță. Dacă aceste stații vor fi echipate cu generatoare de gaz, va fi asigurată generarea de electricitate, fermierii având deja experiența în utilizarea acesteia. Este destul de evident că energia obținută la fața locului din fondurile proprii va permite asigurarea încălzirii clădirilor, procesarea furajelor, prelucrarea laptelui la fermă, încălzirea serelor, uscarea produselor agricole cu aer cald, încălzirea apei etc. Prin implementarea dispozitivelor și utilajelor ce se vor alimenta cu gaze va fi posibilă și executarea proceselor expuse mai sus privitor la utilizarea energiei deșeurilor vegetale lichide.

4.4. UTILIZAREA BIOMASEI ŞI CULTURILOR ENERGETICE ÎN SCOPURI AGRICOLE

Prin biomasă se înțelege volumul total de materie organică care este format din toate tipurile de vegetație (inclusiv crescute pentru recoltă, culturi energetice, păduri, pajiști, pășuni etc.), deșeuri vegetale agricole obținute ca urmare a procesării primare a culturilor în fermă (biomasă primară). Mai pe larg, biomasa include, de asemenea, deșeurile din depozitarea și prelucrarea materiilor prime agricole (biomasă secundară), alte deșeuri industriale și menajere, nu întotdeauna de origine vegetală, dar care se caracterizează prin aceleași principii de transformare a acestora.

Conform unei evaluări generale, biomasa este cea mai importantă valoare a umanității, deoarece fără ea nu ar exista. Desigur, biomasa dezvoltată de natură și produsă de munca umană îndeplinește în principal nevoile de hrană, îmbrăcăminte, căldură etc. Însă dacă nu ar exista factori naturali de transformare a părții de biomasă care nu este cerută de om (și este înzecit mai mult acumulată), omul nu ar putea și el exista. Natura își face treaba excelent, numai atunci când rezolvăm problemele noastre trebuie să folosim în mod eficient partea de biomasă, să contribuim la natură prin distribuția economică a deșeurilor, să folosim tehnologiile avansate pentru eliminarea lor.

Dacă privim problema biomasei sub prisma utilizării acesteia la nivel de gospodărie, unde ea se produce, se consumă și se distribuie, ne vom convinge că la acest capitol vor fi evidențiate rezerve esențiale.

După distribuirea recoltei (indiferent de care cultură este vorba) pentru consumul celor ce au crescut-o, pentru asigurarea necesităților vităritului, pentru crearea rezervelor, inclusiv alimentare și semințe, comercializarea volumului posibil, o grijă asemănătoare de responsabilă trebuie acordată și celeilalte biomase. Se au în vedere resturile vegetale din câmp (miriște, paie, pleavă, ciocleji, tulpini și pălării de floarea-soarelui, ierburi, masa lemnoasă din livezi și vița-de-vie, acumulată după tăieri și formare a pomilor și butucilor etc.).

Tocmai pornind de la faptul că anume părții a doua de biomasă (cândva numită producție secundară și cu fermitate acum deșeuri), i se acordă cea mai puțină atenție, o să ne axăm asupra chestiunii utilizării biomasei, precum și culturilor energetice (fiind și ele producătoare de biomasă) în scopuri agricole.

Atenţie: Conţinutul de materie organică în sol pe parcursul ultimilor 125 de ani de valorificare în agricultură s-a micșorat cu 35–42%, iar conţinutul de humus a scăzut de două ori (de la 5–7% până la 3,0–3,5%). În total de pe întreaga suprafaţă a terenurilor agricole au fost pierdute circa 147 mln. tone de humus. Bilanţul humusului este profund negativ (-1,5 t/ha), iar pierderile anuale se ridică la 3,3 mln. tone.

În condițiile când de la sectorul zootehnic nu se obțin cantități suficiente de gunoi de grajd, este extrem de important ca pe terenurile agricole să se introducă cât mai multă masă organică în mod direct ori după pregătirea ei specială. Astfel, prima obligațiune a tuturor gospodarilor este ca imediat, după ce s-au clarificat cu balanța expusă mai sus, să purceadă la organizarea lucrărilor privind încorporarea în sol a volumului de masă organică cuvenit pentru restabilirea fertilității acestuia. De notat că starea deplorabilă a fertilității solului, bilanțul negativ al humusului și elementelor nutritive de bază ne impune să reîntoarcem în sol cel mai mare volum din totalul de biomasă produsă.

Toată această masă organică, fiind mărunțită în câmp/livadă/podgorie, ori transportată în stare mărunțită de la locul unde s-a procesat, trebuie să fie încorporată în sol prin aplicarea sistemelor respective de lucrare a solului, în conformitate cu recomandările de profil. În sol trebuie încorporați la fel și lăstarii pomilor și coardele viței-de-vie, obținute în rezultatul tăierilor în verde. Numai unele cantități modeste de paie, ori iarbă pot fi utilizate la mâlcirea pomilor, pomușoarelor și legumelor. Totodată din această parte a biomasei se asigură și producerea composturilor, producerea așa-numitului biohumus prin viermi-cultură.

Ar fi oportun ca la cultivarea legumelor și florilor în sere, la crescătoriile de ciuperci să se dezvolte producerea și utilizarea în ciclu închis a composturilor și biohumusului în baza biomasei ce se obține la aceste activități.

Este important ca la fiecare tonă de deșeuri vegetale să se adauge 10–15 kg de azot. Încorporarea în sol a 3,0–3,5 tone de resturi vegetale şi 30–40 kg/ha de azot (100 kg/ha silitră amoniacală) este echivalentă cu încorporarea a 2 tone de gunoi de grajd. Această recomandare este folositoare atât la introducerea biomasei direct în câmp, cât și la producerea composturilor, deoarece azotul accelerează procesele de transformare a biomasei și ameliorează capacitățile ei fertilizatoare.

Atenţie: La arderea frunzelor se acumulează substanţe nocive ce pot cauza, chiar şi în microcantităţi, intoxicaţii ale căilor respiratorii, afecţiuni ale sistemului nervos central, ale mucoasei ochiului, pătrunzând în atmosferă, sol şi în apele de la suprafaţă.

După calcule par ar fi volume mari de biomasă, însă ele nu satisfac necesitățile restabilirii fertilității solului de aceea adesea se cultivă plante speciale, mai mult din familia leguminoaselor mazărea, măzărichea, lupinul etc., care se încorporează în sol, nefiind recoltate, astfel numite îngrășăminte verzi.

Producătorii de fructe și legume pe dreptate pot pretinde la obținerea biomasei ce apare în calitate de pierderi la depozite și frigidere, pentru a fi direcționate și ele la fertilizarea solului, dar nu la gunoiști. Deci, de rând cu resursele interne, întru a ne face datoria față de fertilitatea solului, trebuie de căutat și rezerve externe.

Agricultorii devotați ar putea achiziționa de la Direcțiile spațiilor verzi din orașe volume mari de frunze de copaci pentru compostare și utilizarea în aceleași scopuri.

Ar fi mai eficientă producerea drojdiilor furajere din masa lemnoasă a livezilor și viilor, decât arderea acestora în câmp și deteriorarea solului pe locurile rugurilor.

Posibil că nici nu sunt numite toate necesitățile aplicării biomasei în agricultură. Totuși ar fi apreciabil dacă toți ce gospodăresc pământul ar realoca solului elementele nutritive utilizate de plante prin sursele (resturi vegetale, îngrăşăminte organice, îngrăşăminte verzi) provenite din propria exploatație agricolă, așa cum procedează acei care practică agricultura organică.

La fel, biomasa secundară – masa organică obținută de la procesarea industrială a materiei prime agricole (biomasa secundară), are utilizarea ei în scopuri agricole. O bună parte din ele (acelea de la morărit, prelucrarea cerealelor, extragerea uleiului, producerea zahărului, producerea conservelor vegetale, de la vinificație, berării etc.) sunt utilizate pentru nutriția animalelor. Deșeurile mai puțin folositoare pentru întreținerea animalelor trebuie pe deplin să se aplice la fertilizarea solului direct ori prin diferite metode de compostare, astfel diminuând și poluarea mediului înconjurător.

Ținând cont că aceste produse provin totuși din agricultură, deci sustrase din sol, este oportun să fie returnate acolo de unde au fost luate. În acest aspect rezervele sunt foarte mari și o să ne referim mai jos la unele dintre acestea.

După purificarea sucului de sfeclă de zahăr, se obține ca deșeu așa-numitul noroi de defecare și după producerea bioetanolului din melasă se obține masă organică, care sunt valoroase ca îngrășăminte pentru culturile agricole.

Datorită tehnologiilor moderne de prelucrare, un produs biologic valoros este obținut din smalțul de bere, care este utilizat pentru hrănirea peștilor sau a bovinelor. De exemplu, pentru vaci, smalțul de bere sporește producția de lapte cu mai mult de 10%. Drojdia de bere la fel oferă o creștere tangibilă în greutatea animalelor la îngrășat.

Drojdia de bere lichidă este, de asemenea, utilizată activ în agricultură – pentru prepararea compostului, care este apoi utilizat pentru fertilizarea câmpurilor. Îngrășămintele din drojdie influențează în mod eficient solul, restructurând compoziția acestuia și activizând astfel funcționarea microorganismelor benefice din acesta.

Cojile semințelor de floarea-soarelui pot fi folosite la obținerea drojdiei furajere, a furfurolului, a plăcilor fibrolemnoase, a alcoolului etilic, dioxidului de carbon lichid, ligninei.

Șrotul/tescovina de floarea-soarelui, soia și rapiță, pe lângă componentele pentru furajele compuse, poate fi utilizat pentru a produce „Fitin” – un medicament care îmbunătățește funcționarea ficatului și a creierului.

Pulpa de sfeclă, deșeurile de la conservare, chiar și pălăriile de floarea-soarelui pot fi folosite pentru a produce pectină, un produs foarte valoros pentru sănătatea umană.

Plantele energetice au fost numite astfel grație productivității înalte de biomasă și valorii calorice avansate, precum și capacității lor de a regenera după tăieri (cosire). După valoarea calorică, sunt multe plante de cultură, care nu sunt incluse în acest grup, dar la ardere emană mai multă căldură, decât acelea numite energetice. Dar și lista acestor plante de la caz la caz include și unele plante de cultură, precum și, viceversa. Este cert că în definiția „plante energetice", este accentuat că acestea trebuie să fie culturi de plante înființate cu costuri minime și cu un nivel scăzut al cheltuielilor la recoltare, iar utilizarea lor în scopuri energetice nu trebuie să afecteze securitatea alimentară. Aceste culturi trebuie să ocupe suprafețe de terenuri necultivate, aflate în diferite stadii de degradare, fără a necesita lucrări deosebite de îmbunătățiri funciare.

Dezvoltarea producerii de biomasă în scopuri energetice în Republica Moldova nu numai că este oportună din punct de vedere a avansării durabilității energetice, dar există și surse funciare ce corespund celor numite. Iată unele dintre acestea: Solurile afectate de diverse procese de degradare ce ocupă peste 2 mln. ha și acele cu degradare profundă constituie peste 300 000 ha. Locurile umede din luncile râurilor, precum și multiplele ponoare (uneori numite pășuni) în centrul și sudul țării, ocupate cu măslin sălbatic, care a apărut de la sine și neavând o careva valoare.

Totuși trebuie de notat că Lista plantelor energetice pentru Republica Moldova departe nu se limitează cu cele descrise în paragraful 1.3 din actuala publicație. Dar și implementarea acestora poate fi eficient îmbinată cu necesitățile agriculturii și componentele ei. Niciuna din plantele numite ori altele utilizate pentru producerea energiei, fiind cultivate în modul cuvenit, nicidecum nu vor aprofunda degradarea solului, ba chiar unele vor contribui la avansarea fertilității lui.

Toate aceste plante fie ierboase ori lemnoase, după mărunțire și prin compostare, viermi-cultură sau alte metode, pot fi transformate în îngrășământ organic. Biomasa lor cu succes poate fi folosită ca material pentru mulcirea plantelor de cultură (la pomi, vița-de-vie, legume), la creșterea florilor, aranjarea landșafturilor și ca substrat la cultivarea ciupercilor comestibile.

O parte din plantele menționate (miscanthusul, sorgul, nalba pensilvaniană) pot fi folosite ca culturi protectoare în cadrul obiectelor antierozionale (canale de scurgere, fâşii vegetative de filtrare, fâşii de centură, fâşii tampon pe contur etc.). Pentru prevenirea și combaterea secetei, deflației solului, formarea oazelor naturale pentru păstrarea biodiversității, opunerea dezvoltării ogașelor, ravenelor și alunecărilor de teren, va fi binevenită utilizarea plopului, paulovniei, dar pe alocuri și a salciei. Va fi utilă includerea acestor plante energetice și în componența fâșiilor forestiere, necesitatea implementării cărora este actuală.

Florile topinamburului, nalbei pensilvaniene și paulovniei sunt atractive pentru albini, astfel, ele prezintă interes și ca plante melifere.

Sorgul, care a devenit ademenitor ca plantă energetică, atât în plan mondial cât și regional, pe nedrept este neglijat la noi. Sorgul pentru boabe adesea dă roade mai mari decât porumbul, chiar și în condiții de secetă. Masa vegetală și boabele lui pot fi utilizate pentru nutriția animalelor. Bucatele pregătite din boabele hibrizilor inventați de savanții moldoveni, practic nu se deosebesc de cele preparate din orez. Sorgul zaharat prin însilozare este apreciat în sectorul zootehnic, iar rolul acestuia ca sursă eficientă pentru producerea alcoolului tehnic este confirmat de o lume întreagă.

Masa vegetală și tuberculele topinamburului reprezintă o sursă deosebită pentru furajarea în formă de siloz a mai multor specii de animale. În Republica Moldova s-a dovedit încă prin anii 60 al secolului trecut, iar în alte țări este o afacere profitabilă, întreținerea porcinelor pe plantația de topinambur. Tuberculele unor forme de topinambur sunt o sursă valoroasă de inulină atât prin consum direct, cât și ca materie primă farmaceutică.

Salcia prezintă o specie cu capacități deosebite privind cultivarea pe locurile unde alte specii nu se simt confortabil – pe terenuri cu apele freatice aproape de suprafață, pe terenuri ce necesită drenarea etc. Lăstarii de salcie pot fi și mai larg folosiți la producerea ambalajelor pentru fructe și legume, grație tradițiilor existente la noi.

CONCLUZII

Integrarea surselor de energie regenerabilă în activitățile agricole este de neevitat. În toată lumea se pune accentul pe așa-numita economie verde sau economia circulară. Resursele de energie fosile tind spre epuizare, iar nivelul de emisii de dioxid de carbon a crescut alarmant, fapt ce duce la schimbări climatice tot mai însemnate. Efectul acestora îl resimțim cu toții, inclusiv agricultorii, care adesea au de suferit în urma secetelor, inundațiilor sau înghețurilor, precum şi din cauza solurilor sărăcite.

Majoritatea țărilor dezvoltate au început să utilizeze pe larg tehnologii avansate care permit integrarea surselor de energie regenerabile (energia solară, energia eoliană, biomasa etc.) în procesele agricole şi aceasta a căpătat denumirea de agricultură modernă.

Utilizarea surselor de energie regenerabile duce la creşterea competitivității întreprinderilor agricole, fermierilor şi tuturor celor care aplică tehnologiile moderne în îndeletnicirile sale, dar şi aduce un şir de beneficii economice.

Utilizarea surselor de energie regenerabile permite trecerea la o creştere controlată a culturilor, la creşterea cantității de producție comparativ cu practicile tradiționale şi cantitatea de producție nu este afectată de condițiile climatice.

Sursele de energie regenerabilă pot asigura asigură autonomia energetică, ce este important mai ales pentru reducerea costurilor privind energia. În principal 3 forme de energie regenerabile sunt utilizate în practică: energia vântului, energia solară şi biomasa.

Energia vântului poate fi utilizată pentru producerea energiei electrice sau mecanice, care se utilizează la pomparea apei sau acționarea pompelor electrice. Acestea pot fi independente sau dependente. În cazul când sunt independente este necesar un sistem de acumulare, care să asigure cu energie în lipsa vântului. Dacă sistemul este dependent, atunci excesul de energie se livrează în rețeaua națională şi se ia când apare necesitatea. În cazul acționării unei pompe mecanice este necesar un rezervor de acumulare a apei de unde se asigură procesul de irigare.

Energia solară se transformă fie în termică, fie în electrică. În cazul când este necesară energie electrică se utilizează panourile fotovoltaice, care se dimensionează în funcție de necesitate. Dacă este necesară energie termică, atunci sunt utilizate colectoarele solare. La necesitate pot fi utilizate ambele tipuri de panouri, mai ales în cazul serelor. Energia termică poate fi folosită atât la încălzirea serelor, cât şi la asigurarea altor procese tehnologice.

Energia biomasei, în funcție de proveniența acesteia, poate fi utilizată la producerea energiei termice, la producerea biogazului şi respectiv obținerea de îngrăşăminte calitative. Biogazul obținut poate fi utilizat la producerea energiei electrice sau la alte procese termice.

În general, investițiile în sursele de energie regenerabilă devin din ce în ce mai atractive odată cu scăderea costurilor la diferite tehnologii. De exemplu, costul unui kW de panouri fotovoltaice a scăzut de aproximativ 10 ori în ultimii 10 ani ca rezultat al dezvoltării tehnologiilor în acest domeniu. De asemenea, au avansat şi tehnologiile în domeniul instalațiilor eoliene. De menționat, că orice proiect înainte de a fi implementat trebuie să fie analizat din punct de vedere economic. Perioada de recuperare a investițiilor în surse de energie regenerabilă este diferită în funcție de capacitate, tehnologie şi mod de utilizare. Pentru orientare, este bine să cunoaşteți, că investițiile pentru un kW instalat de panouri fotovoltaice se cifrează la valoarea de 950 $/kW, iar perioada de recuperare este în jur de 9–10 ani. Aceste cifre pot varia în funcție de capacitate. Cu cât capacitatea (puterea instalată) este mai mare, cu atât sunt mai mici investițiile specifice şi mai mică perioada de recuperare. Instalațiile eoliene se recuperează mai repede (7–8 ani) şi au o investiție specifică de aproximativ 1000–1200 $/kW. Colectoarele solare au o perioadă de recuperare de peste 10 ani şi depinde de racordarea cât mai reuşită a energiei consumate cu cea produsă. Instalațiile de biogaz se recuperează în cel mult 5–6 ani.

Dezvoltarea agriculturii ecologice/moderne în Republica Moldova va permite creşterea esențială a competitivității produselor, dar şi la creşterea nivelului de sănătate a populației. Dezvoltarea agriculturii ecologice ar trebui să fie o prioritate pentru țară, precum şi să se implementeze programe specializate în vederea accelerării procesului dat.

BIBLIOGRAFIE

1. Andrei Gumovschi: Biomasa în scopuri energetice.
2. Andrei Gudîma: Evaluarea utilizării rezduurilor agricole pentru scopuri energetice. Studiu de caz pentru raionul Soroca, Republica Moldova.
3. Andrei Pavlenco, Grigore Marian, Andrei Gudîma: Potențialul energetic al reziduurilor agricole: Studiu de caz pentru Regiunea de Dezvoltare Nord, Republica Moldova.
4. Anuarul IPM - 2018: Protecția mediului în Republica Moldova. Pontos Chișinău – 2019. Biroul Național de Statistică al Republicii Moldova: Balanța energetică a Republicii Moldova. Culegere statistică. Chișinău, 2018.
5. Biogazul. Ghid practic. https://www.lemvigbiogas.com/BiogasHandbookRO.pdf
6. Boris Gaina, Galina Cobirman, Roman Golubi: Produse secundare de origine vinicolă și utilizarea lor (studiu informativ). Akademos 1/2018.
7. Corina Chelmenciuc: Analiza Opțiunii de încălzire pe biogaz în localitățile rurale ale Moldovei.
8. Dumitru Braga, Aurel Guțu, Stela Drucioc: Practica valorificării energetice a paielor în Republica Moldova. Sebeș, 2013.
9. Edmond Maican. Sisteme de energie regenerabile. http://isb.pub.ro/docs/Energii_regenerabile.pdf
10. Energii regenerabile în agricultură. București, 2014.
11. Evaluarea situației privind agricultura şi dezvoltarea rurală în țările parteneriatului estic – Republica Moldova. Budapest, 2012.
12. GEF/UNDP Ecologizarea agriculturii în Republica Moldova. Chișinău, 2015.
13. Gheorghe Cainarean, Gheorghe Jigău, Dumitru Galupa [et al.]: Managementul durabil al terenurilor. Chişinău, 2015.
14. Gheorghe Şalaru, Aurelia Bahnaru, Alexandru Jolondcovschi, Radu Osipov, Alexandru Golic: Managementul deşeurilor Biogegradabile (Valorificare materială şi energetică). Chișinău, 2013.
15. Hăbășescu, I., Cerempei, V.: Potențialul energetic al masei vegetale din agricultura Republicii Moldova. In: Energetica Moldovei : conf. şt. intern., ed. II, Chişinău, 2012.
16. Hotărârea Guvernului nr. 248 din 10 aprilie 2013: Strategia de gestionare a deșeurilor în Republica Moldova pentru anii 2013-2027.
17. https://ro.wikipedia.org/wiki/Energie_eolian%C4%83
18. https://moldova.awstruepower.com/
19. https://iobogrev.ru/mini-ustanovki-dlja-proizvodstva-biodizelja
20. http://ies.gov.md/2014/09/producerea-biomasei-prin-cultivarea-plantelor-energetice/
21. https://www.zerno-ua.com/news/top-5-rasteniy-s-vysokim-energeticheskim-potencialom-foto/?fbclid=IwAR1-XAnWJxQ-T7tHSep5kyOxiZ1MjrgWZTZbXRDzcKvecsll0JtsgkTmtsI
22. http://madr.ro/docs/dezvoltare-rurala/rndr/buletine-tematice/PT10.pdf
23. https://www.agroxxi.ru/zhivotnovodstvo/intervyu/biogaz-v-selskom-hozjaistve.html
24. https://ecology.md/md/page/7-surse-de-energie-regenerabila-pentru-agricultura-ecologica
25. http://www.termo.utcluj.ro/regenerabile/6_1.pdf
26. https://ecology.md/md/page/surse-de-energie-regenerabile-pentru-moldova
27. http://opalsucces.md/solar_heating/Despre_energia_solar
28. http://www.ironmanwindmill.com/
29. https://www.sustainableenergysystems.co.uk/case-studies/2-x-britwind-r9000-5kw-installation/
30. Legea nr. 34 din 16.03.2018 pentru modificarea **și** completarea Legii nr. 10/2016 privind promovarea utilizării energiei din surse regenerabile.
31. Ministerul Agriculturii și Industriei Alimentare, Biroul Național de Statistică al Republicii Moldova: Recensământul General Agricol 2011. Studiu tematic privind dotarea exploatațiilor agricole ale Republicii Moldova cu construcții agricole, mijloace tehnice și echipamente.
32. Petru Todos, Ion Sobor, Dumitru Ungureanu, Andrei Chiciuc, Mihai Pleşca. *Energie regenerabilă. Studiu de fezabilitate*. Chişinău, Ministerul Ecologiei şi Dezvoltării Teritoriului, PNUD Moldova, 2002, 158 p.
33. P. Sclear, IU. Melnic, N. Daraduda: Conversia biomasei în energie încondițiile Republicii Moldova.
34. T. Tutunaru: Producerea biogazului și valorificarea lui în scopuri energetice.
35. Vasile Micu: Surse regenerabile de bioenergie din agricultură: Posibilități și oportunități de producere și utilizare. Akademos nr. 2 (21), iunie 2011.
36. Zdeněk Pastorek – Jaroslav Kára – Petr Jevič: Biomasa odnovitelný zdroj energie. FCC PUBLIC, Praha, 2004.
37. В.Ю. Барштейн, Т.А. Круподерова и соавторы: Биоконверсия отходов агропромышленного комплекса.
38. Гелетуха Г., Железная Т.: Мировой опыт использования отходов сельского хозяйства для производства энергии. Экология предприятия. – 2014. – № 3.
39. Железная Т.А., Морозова А.В.: Энергетические культуры как эффективный источник возобновляемой энергии. Промышленная теплотехника, т. 30, № 3. Киев, 2008.
40. Научный аналитический обзор: Ресурсосберегающие биотехнологии производства альтернативных видов топлива в животноводстве. Москва, 2011.
41. Януш Голашевски, Катаржина Грецка, Рафал Краковски и соавторы: Возобновляемые источники энергии – шанс для развития сельских территорий Молдовы. Старое Поле, 2015.