

BIOMASU PĒTĪJUMI KONDICIONĒŠANAS PROCESU MECHANIZĀCIJAI

Biomass Properties for Mechanization of Conditioning Processes

Ē. Kronbergs, M. Šmits

Latvijas Lauksaimniecības universitāte, TF Mehānikas institūts,
J. Čakstes bulv. 5, Jelgava, Latvija, LV3001,
tel.: 30 80674, fakss; 30 27238, E – pasts: eriks@cs.ltu.lv

Abstract

Substitution of fossil feedstock for energy and raw materials by biomass is important measure for GHG emission mitigation. Development of energy crop production and agricultural residue utilisation for energy are important goals of the rural policy. As chemical fertiliser production and usage corresponds to the consumption of oil fuel, biomass usage directly for energy production or as fertiliser are activities with equal importance. The main rural resources for biomass eco-technologies in Latvia are cereal straw residues, energy crops, emergent vegetation and peat from wetlands and sediments from lakes. Wide range of biomass properties cause necessity of appropriate mechanization equipment for biomass conditioning accordingly collection, conversion and usage technologies. The ecosystem approach means taking into account the interrelationships among land, air water and all living organisms including humans for mechanization equipment design of biomass technologies. Complex mechanisation of biomass technologies is based on implementation of ecosystem approach and investigation of properties of biomass in conditioning processes. For solid biofuel production densification properties of chopped stalk materials with different additives (peat, rapeseed cake) had been determined.

Keywords: *biomass conditioning, complex mechanization.*

Ievads

Enerģija ir viens no stūrakmeņiem dzīves kvalitātes nodrošināšanai lielākajai daļai no industrializētās pasaules. Akmeņogļu, naftas un dabasgāzes izmantošanā tiks sasniegts maksimums tuvākajos gados, jo to resursi nepārtraukti samazinās, bet patērētāju skaits pieaug. Aizvietojojot fosilos kurināmos ar biomasu enerģijas ieguvē samazina oglekļa dioksīda uzkrāšanos atmosfērā, tādējādi novēršot planētas klimata kaitīgās izmaiņas. Tautsaimniecībā nozīmīga ir ne tikai biomasas izmantošana enerģijas ieguvei, bet nākotnē paredzama arī augu biomasas izmantošana par izejvielu avotu biodegradablu polimēru un konstrukciju materiālu ražošanā. Biomasas pielietojums organiskā mēslojuma ražošanā ļauj attīstīt vidi saudzējošas tehnoloģijas tautsaimniecībā un palielina humusa saturu augsnē.

Biomasu ražošana, konversija un izmantošana jārealizē lauku ekosistēmas skatījumā, jo ekosistēmas kvalitātes paaugstināšana ir priekšnosacījums tās ilgtspējīgai pastāvēšanai. Ekosistēmas pieeja atšķiras tieši ar to, ka tiek ņemta vērā mijiedarbība starp augsni, ūdeņiem, gaisu un visiem dzīvajiem organismiem, ieskaitot cilvēkus. Sevišķa nozīme ir augsnes auglības saglabāšanai un vaļējo ūdens baseinu eutrofikācijas novēršanai.

Jaunu biomasu resursu identifikāciju veic attīstot jaunus mehanizācijas līdzekļus to ieguvē un kondicionēšanā, apgūstot līdz šim neizmantotos organisko vielu atlikumus un enerģētisko augu ražošanu. Ekosistēmas pieeja gan biomasu ieguves, kondicionēšanas un izmantošanas tehnoloģiju izvēlē, gan pašu mehanizācijas līdzekļu projektēšanā nodrošina kompleksu pieeju šo jautājumu risināšanā, jo tiek apskatīta lauku ekosistēma kopumā, kurā visi procesi ir saistīti. Mehanizācijas iekārtu projektēšanai nepieciešami ir arī specifisku biomasas īpašību pētījumi, kas nodrošina konkrēto pielietojumu.

Materiāls un pētījumu metodika

Galvenie biomasu resursi Latvijā, kuri var tikt izmantoti enerģijas, rūpniecības izejmateriālu un organiskā mēslojuma ieguvei ir kūdra, sapropelis, koksne, enerģētiskie augi, salmi un dažādi maz izmantoti stiebraugi (piem. niedres), attīrīto notekūdeņu dūņas,

organiskās izcelsmes cietie atkritumi un dzīvnieku ekskrementi. Fizikālie agregātstāvokļi šiem uzskaitītajiem materiāliem pamatā ir divi:

1. daļēji šķidr - mitra kūdra, sapropelis, notekūdeņu dūņas un dzīvnieku ekskrementi;
2. cieta irdena masa - stiebraugi, sausa kūdra, koksne un citi cietie atkritumi.

Šajā apskatā neietversim biomasu izmantošanu specifisku šķidro degvielu (etanols, biodīzelis) ražošanai, bet aprobežosimies ar mehanizāciju cietā kurināmā iegūšanai. Arī koksnes lietošanā siltuma enerģijas ieguvei un par izejmateriālu rūpniecībā ir jau gadsimtos uzkrāta pieredze, kura nodrošina šo izmantošanas veidu ekonomisko izdevīgumu. Tāpat kūdras ieguve, žāvēšana, briketēšana un izmantošana ir labi attīstīta, tāpēc tālāk apskatīsim citu pārējo minēto biomasu izmantošanu, jo šo procesu mehanizācija ir aktuāla.

Šķidrās biomasas prasa lielu enerģijas patēriņu to mitruma samazināšanai. To pielietojumu racionālāk izmantot tuvāk ieguves vietām, lai neradītu liekus transporta izdevumus ūdens pārvadāšanai. Līdzšinējā pieredze rāda, ka sapropelis, dzīvnieku ekskrementi un notekūdeņu dūņas ir labi piemēroti kompostēšanai un organiskā mēslojuma ražošanai. Galvenā nepieciešamā kondicionēšanas operācija ir mitruma samazināšana. Kompostu mitrums >60% ir nepieciešams mikrobioloģisko procesu norisei, taču sākotnējais šķidro biomasu mitrums parasti ir > 90% sapropeļa un dzīvnieku ekskrementu masai un >85% notekūdeņu dūņām pēc primārās atūdeņošanas. Masas optimālā mitruma un arī sastāva nodrošināšanai ir lietderīgi šīm šķidrajām biomasām pievienot sausas biomasas ar augstu oglekļa saturu (salmus, kūdru u.c.). Šāds sausu šķiedru materiāls ne tikai tieši samazina mitrumu masā, bet arī netieši – uzlabojot masas filtrācijas īpašības. Organiskā mēslojumā blakus galvenajiem augu barības vielu elementiem (N, P, K) ir liela nozīme ogleklim (C), kurš pāriet augsnes humusā, bet vēlāk CO₂ gāzē augu fotosintēzei. Kūdra, salmi un citu stiebraugu biomasas, kuru pievieno šķidrajām biomasām kalpo gan mitruma regulēšanai, gan arī kā oglekļa avots. Galvenie kompostēšanas procesa un organiskā mēslojuma sadalīšanas procesa izpildītāji ir mikroorganismi, kuru darbībai nepieciešams noteikts gaisa padeves daudzums biomasā. Nepieciešamā tehnika organiskā mēslojuma iekraušanai, pārkraušanai iestrādei sekmīgi strādā jau daudzus gadus desmitus. Nopietnas problēmas izraisa dažādu stiebru materiālu (salmu, niedru) transports, jo praksē šķidro biomasu ieguves vietas, salmu un kūdras ražotnes un kompostu ražotnes izvietotas atšķirīgās vietās. Nepresētu salmu, sasmalcinātu niedru un citu enerģētisko augu biomasu blīvums (0,02-0,06 g/cm³) ir pārāk mazs, lai tās transportētu lielos apjomos un attālumos. Arī šādu biomasu uzglabāšanai nepieciešamas lielas, no lietus aizsargātas platības. Tāpēc šķidro biomasu izmantošanā organiskā mēslojuma ražošanai būtiska no kondicionēšanas mehanizācijas viedokļa ir sausu biomasu smalcinātāju (vēlams mobilu) un arī kompaktēšanas iekārtu radīšana un izmantošana.

Enerģētisko augu, salmu un citu stiebraugu izmantošana enerģijas ieguvē ir sevišķi perspektīva, jo tos iespējams mūsu klimatiskajos apstākļos iegūt ar mitruma saturu, kas ir mazāks par 15%. Audzējot enerģētiskos augus (*Phalaris Arundinacea*) praktizē novēloto pļauju pavasarī [1], jo tad barības vielu (P, K) daudzums augā ir samazinājies uz pusi, salīdzinājumā ar pļauju rudenī. Arī augu sausā masa pavasarī sasniedz 85%. Smalcināšana un kompaktēšana ir nepieciešama arī šādai stiebru biomasai, ko paredzēts izmantot par cieto kurināmo. Tādejādi, analizējot gan organiskā mēslojuma ražošanai, gan cietā kurināmā ražošanai nepieciešamos biomasas kondicionēšanas veidus, dominē smalcināšana un kompaktēšana. Lai noteiktu, kādi ir nepieciešamie galvenie parametri šādām iekārtām mehanizētai stiebraugu smalcināšanai un kompaktēšanai, veikti eksperimentāli kompaktēšanas pētījumi. Sasmalcinātu kviešu salmu biomasas ar mitrumu ~10% tika saspiesta slēgtā presēšanas formā kopā ar piedevām ar maksimālo spiedienu 2330 bar. Lai izvērtētu smalcināšanas ietekmi, salmi tika frakcionēti sijājot caur dažāda izmēra sietu bloku. Kompaktēšanai izmantoja miniatūru speciāli izgatavotu hidraulisko presi, kuras piedziņu

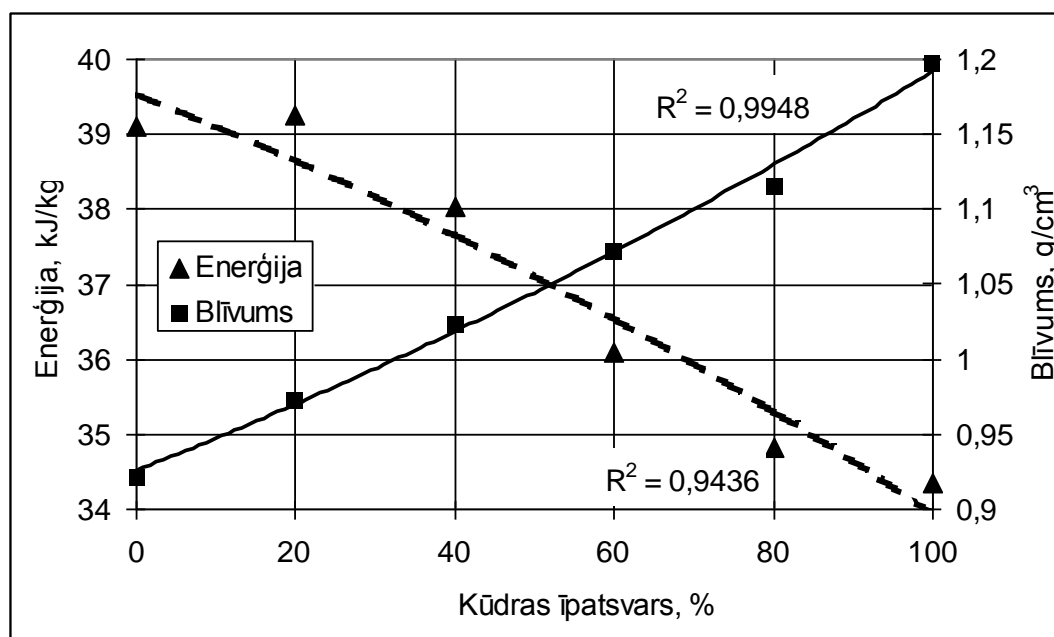
veica no hidrauliskā stenda KI 4815 – 03. Eksperimentos iegūtās briketes mērīja ar mikrometru un to masas noteikšanai izmantoja Sartorius elektroniskos svarus GM 312 ar nolāsīšanas precizitāti 0,01 g. Briekšu blīvumu noteica ar aprēķina palīdzību. Mainot sasmalcināto salmu un piedevu frakcijas, kompaktēšanas eksperimentos ieguva dažāda blīvuma briektes. Par piedevām izmantoja kūdras un spraukus, ko iegūst rapša pārtikas eļļas un tehniskās eļļas spiestuvēs. Šo piedevu mitrums nepārsniedza 10%. Pārtikas rapša spraukus bija vizuāli vērojams augstāks eļļas īpatsvars nekā tehniskā rapša spraukos.

Rezultāti un to iztirzājums

Eksperimentos ar kviešu salmu dažāda smalkuma frakciju kompaktēšanu iegūto briekšu blīvums ir 0,85 – 1,15 g/cm³ pie spiediena 2330 bar bez karsēšanas.

Salmu frakcijai, kura iegūta izsijājot caur sietu ar acs izmēru 0,5 mm pēc kompaktēšanas iegūtais blīvums ir lielāks par 1g/cm³, turpretī lielāka izmēra daļiņu kompaktēšanā blīvums šo vērtību nesasniedz.

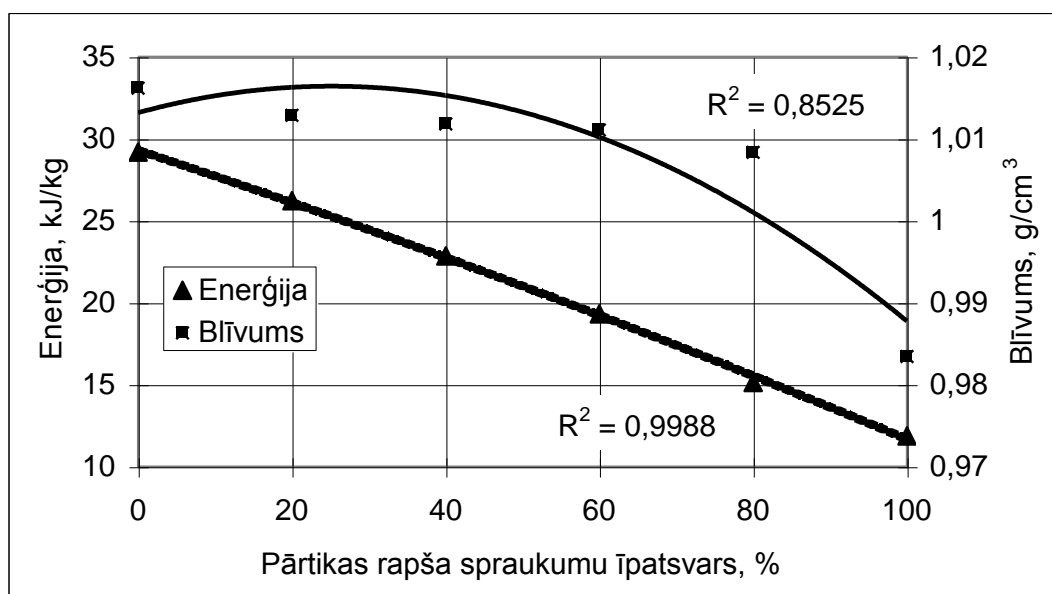
Lai noteiktu to vai kūdras piedeva (< 3 mm) rupjākai salmu frakcijai veicina blīvuma pieaugšanu kompaktēšanā, realizēja kompaktēšanas eksperimentu sēriju maisījumiem ar kviešu salmu frakciju (2 – 3 mm) un kūdras frakciju (< 3 mm). Mainot šo frakciju proporcijas pakāpeniski palielināja kūdras frakcijas īpatsvaru. Eksperimentu rezultāti ir redzami 1. att.



1. att. Kviešu salmu un kūdras maisījuma kompaktēšana

Kūdras piedeva maisījumā vairāk par 30% nodrošina aukstā presēšanā briektes blīvumu, kurš ir lielāks par 1g/cm³. Pēc presēšanas spēka un pārvietojuma datiem aprēķinātā presēšanas enerģija samazinās, palielinoties kūdras īpatsvaram no 39,5 kJ/kg (0% kūdras maisījumā) līdz 34 kJ/kg (100% kūdra).

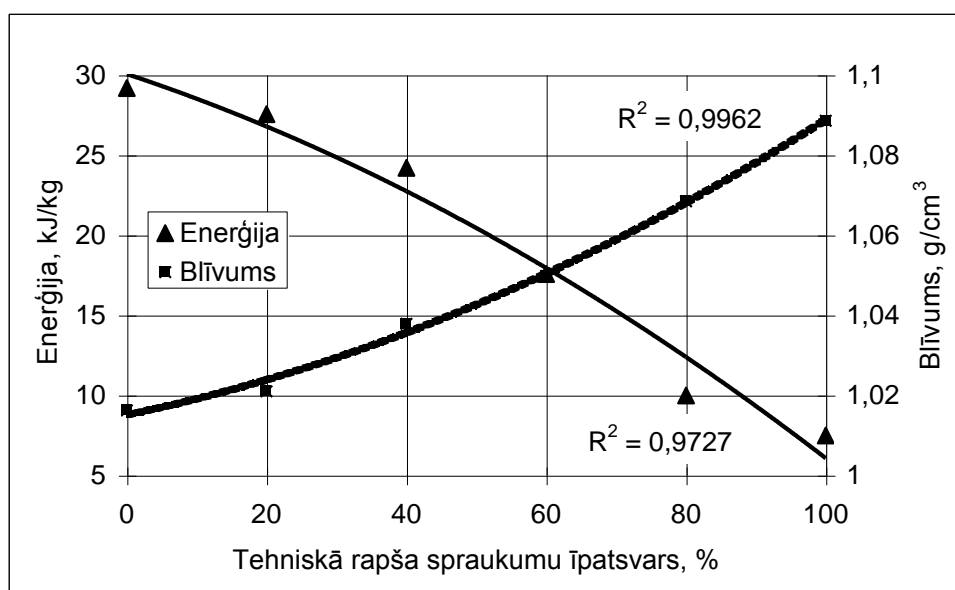
Kompaktēšanas eksperimentu sērijā maisījumiem ar rapša salmu frakciju (2 – 3 mm) un rapša spraukumiem no pārtikas eļļas (< 3 mm) mainīja spraukumu frakcijas īpatsvaru. Līdzīgi, kā iepriekš, noteica patērēto enerģiju. Eksperimentu rezultāti ir redzami 2. att.



2. att. Rapša salmu un pārtikas eļļas spraukumu kompaktēšana

Kaut arī eksperimentos novēroja nepieciešamās presēšanas enerģijas samazināšanos, pieaugot spraukumu proporcijai samazinājās arī iegūto briekšu blīvums un izturība.

Kompaktēšanas eksperimentu sērijā maisījumiem ar rapša salmu frakciju (2 – 3 mm) un rapša spraukumiem no tehniskās eļļas (< 3 mm) pakāpeniski palielināja spraukumu frakcijas īpatsvaru. Presēšanā patērēto enerģiju noteica pēc presēšanas spēka un pārvietojuma datiem. Eksperimentu rezultāti ir redzami 3. att..



3. att. Rapša salmu un tehniskās eļļas spraukumu kompaktēšana

Ekspimentos novēroja nepieciešamās presēšanas enerģijas samazināšanos no 30 kJ/kg (0% spraukumu maisījumā) līdz 7 kJ/kg (100% spraukumu), pieaugot spraukumu proporcijai palielinājās arī iegūto brikešu blīvums. Ir zināms, ka Eiropas valstu standartu [2] prasība ir tāda, ka kokskaidu granulu un brikešu materiāla blīvumam ir jābūt $>1,0 \text{ kg/dm}^3$. Tā būtu rekomendējama arī augu biomasu kompaktēšanā.

Ekspimenti ar spraukumu piedevām pierāda to, ka spraukumi no tehniskās eļļas spiestuvēm ir labāk piemēroti cietā kurināmā briketēm. To īpatsvaru briketēšanas maisījumā ieteicams izvēlēties atkarībā no ekonomiskiem apsvērumiem, jo pašu rapša salmu briketēšanā iegūtais blīvums jau ir $> 1 \text{ g/cm}^3$. Rapša spraukumu piedeva palielina blīvumu ne vairāk par 0,1% (100% spraukumu). Taču, attīstoties dīzeļdegvielas ražošanai no rapša pieaug gan rapša tehnisko spraukumu, gan salmu resursi, kas var tikt izmantoti cietā kurināmā ražošanai. Rapša spraukumus no pārtikas eļļas ražotnēm nav lietderīgi izmantot par briketēšanas piedevu salmiem, jo tie samazina gan blīvumu, gan brikešu izturību.

Ekspimentos iegūtās sakarības un atziņas ir izmantojamas biomasas kondicionēšanas mehānizācijas iekārtu – mobilo smalcinātāju, briketētāju projektēšanā un kondicionēšanas tehnoloģiju izstrādē.

Secinājumi

1. Sasmalcinātu kviešu salmu stiebru materiālu kompaktēšanā iegūtais brikešu blīvums ir atkarīgs no sasmalcināšanas pakāpes. Frakcijai ar daļiņu izmēru $< 0,5 \text{ mm}$ pēc kompaktēšanas iegūtais blīvums ir lielāks par 1 g/cm^3 , turpretī lielāka izmēra daļiņu kompaktēšanā blīvums šo vērtību nesasniedz.
2. Kūdras piedeva vairāk par 30% briketēšanas maisījumā ar kviešu salmu daļiņām (2-3 mm) nodrošina aukstā presēšanā briketes blīvumu, kurš ir lielāks par 1 g/cm^3 . Presēšanas enerģija samazinās, palielinoties kūdras īpatsvaram no 39,5 kJ/kg (0% kūdras maisījumā) līdz 34 kJ/kg (100% kūdra).
3. Rapša tehniskās eļļas ražotņu atlikumu - spraukumu piedeva briketēšanas maisījumam ar rapša salmu daļiņām (2-3 mm) palielina brikešu blīvumu ne vairāk par 0,1% (100% spraukumu). Patērēto presēšanas enerģiju piedeva samazina no 30 kJ/kg (0% spraukumu maisījumā) līdz 7 kJ/kg (100% spraukumu).
4. Rapša spraukumus no pārtikas eļļas ražotnēm nav lietderīgi izmantot par briketēšanas piedevu salmiem, jo tie samazina gan blīvumu, gan brikešu izturību.

Literatūra

1. Landstrom, S. & Olsson, R. 1997. Perennial rhizomatous grasses - Cultivation experiments in reed canary grass for bioenergy in Sweden. Proc. of Int. Conf. on Sustainable Agriculture for food, energy and Industry. Braunschweig, Germany, June 22-28, 1997.
2. HAHN B., U. MALISIUS, H. JAUSCHNEGG, B. NILSSON, S.RAPP, A. STREHLER, H. HARTMANN, R. HUBER, D. KESSLER (2000): Woodpellets in Europe, public report, January 2000. Industrial network on woodpellets - From the production to the marketing of a comfortable biomass fuel, THERMIE-project, Contract no. DIS/2043/98-AT