

LATVIJAS ZINĀTŅU AKADEMIJA
LATVIJAS LAUKSAIMNIECĪBAS UN MEŽA ZINĀTŅU AKADEMIJA
LATVIJAS LAUKSAIMNIECĪBAS UNIVERSITĀTE



SIMPOZIJA

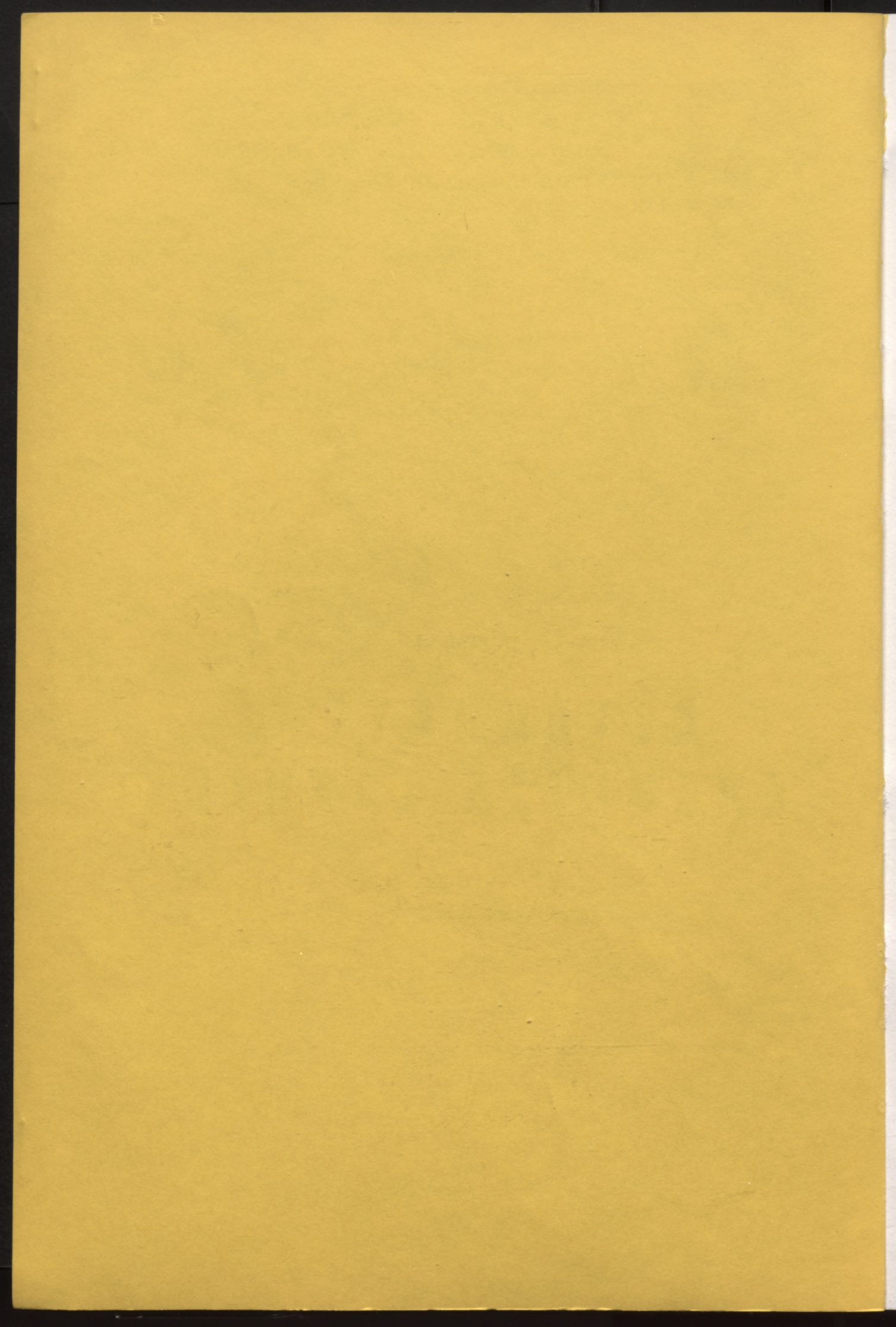
ALTERNATĪVĀ ENERĢIJA LATVIJĀ

REFERĀTU KRĀJUMS

1999. gada 12. novembrī, Jelgavā

JELGAVA

1999



L 2000-6
42

123

L
620

LATVIJAS ZINĀTŅU AKADEMIJA
LATVIJAS LAUKSAIMNIECĪBAS UN MEŽA ZINĀTŅU AKADEMIJA
LATVIJAS LAUKSAIMNIECĪBAS UNIVERSITĀTE

SIMPOZIJA

ALTERNATĪVĀ ENERĢIJA LATVIJĀ

REFERĀTU KRĀJUMS

1999. gada 12. novembrī, Jelgavā

JELGAVA
1999

UDK 621.8.03.002.38

Simpozija "Alternatīvā enerģija Latvijā" referātu krājums. 1999. gada 12. novembrī, Jelgavā. Atb. par izdevumu R.Galoburda, V.Gulbis. Jelgava: LLU, 1999. – 94 lpp.

Simpozija "Alternatīvā enerģija Latvijā" referātu krājumā publicēti gan analītiski materiāli, gan arī oriģināli zinātnieku raksti, kas atspoguļo jaunāko zinātnisko pētījumu rezultātus. Pētījumi aptver tādas iekšdedzes motoros izmantojamās biodegvielas kā etanols, biodīzeļdegviela, biogāze, kokgāze un to kombinācijas, kā arī vairākus alternatīvo enerģiju veidus, piemēram, saules un vēja enerģijas. Daļa publikāciju atspoguļo LR Nacionālās programmas "Biodegvielas ieguves tehnoloģija un tās realizācijas iespējas Latvijā" projekta ietvaros veikto pētījumu un eksperimentālā darba rezultātus.

ISBN 9984-596-22-2

© R.Galoburda, V.Gulbis, 1999.

© LLU, 1999.

SATURS

M. Beķers, U. Viesturs. Biodegvielas ieguves tehnoloģija un tās realizācijas iespējas Latvijā	5
E. Gudriniece. Rapšu eļļas racionālas izmantošanas iespējas	10
A. Šķēle, A. Upītis, V. Dubrovskis, A. Kārkliņš, J. Šestakovs, H. Putans, I. Kikāns. Biogāzes ieguves tehnoloģija no lauksaimnieciskās ražošanas atlikumiem un komunālajiem atkritumiem un tās izmantošanas iespējas	15
V. Gulbis, G. Birzietis. Biodegvielu izmantošana traktoros, automobiļos un koģenerācijas motorstacijās	22
A. Daņilēvičs. Bioetanola ražošanas ekonomiskie aspekti	30
A. Morozovs, V. Gulbis, G. Birzietis. Eksperimentālā pilotiekārta biodīzeļdegvielas REE iegūšanai no rapša eļļas	35
V. Gulbis, J. Plucis, M. Beņķis. Ar kokgāzi darbināma koģenerācijas motorstacija	39
G. Brēmers, G. Aizsils, R. Galoburda. Eksperimentālā pilotiekārta absolūtā spirta ieguvei biodegvielu vajadzībām	44
A. Kārkliņš, A. Šķēle, Dz. Zariņa, A. Upītis. Biogāze kā enerģijas avots pienrūpniecības uzņēmumu notekūdeņu lokalā attīrīšanā	48
N. Vederņikovs. Vienlaicīga etanola un furfurola ieguve no lignocelulozi saturošām izejvielām	52
J. Freimanis. ETBE ieguve un perspektīvas Latvijā	56
L. Borovko. Vasaras rapša 00-šķirņu ražība un ražas kvalitāte Vidzemes zonas apstākļos	60
V. Bezrukov, V. Pugachev, M. Manonov. A 5.5 kW wind power plant: operational experience	65
M. Strēle, R. Seržane, V. Skujiņš. Biodīzeļdegvielas (REE) ražošana Latvijā	69
J. Šipkovs, D. Kaškarovs, P. Šipkovs. Saules enerģijas izmantošanas iespējas Latvijā	72
V. Dubrovskis. Biogāze no atkritumu izgāztuves	77
Ē. Kronbergs, I. Plūme, A. Kaķītis. Biomasu enerģija lauku ekosistēmās	83
J. Dolacis, E. Tomsons, J. Herbsts, J. Hrols. Koksnes un tās atlieku izmantošana enerģētikā	88
Summaries, in the English language, of the articles published in this issue	90

BIODEGVIELAS IEGUVES TEHNOLOĢIJA UN TĀS REALIZĀCIJAS IESPĒJAS LATVIJĀ

Mārtiņš Bekers, Uldis Viesturs

LU Mikrobioloģijas un biotehnoloģijas institūts
Kronvalda bulvāris 4, Rīga, LV-1586

Kopsavilkums. Modernajos biomasas kā enerģijas avota izmantošanas veidos ietilpst arī bioetanola, biodīzeļa un biogāzes ieguve un izmantošana. Saskaņā ar Latvijas Nacionālās biodegvielas programmas projektu 2010. gadā paredzēts ražot 44000 t bioetanola, 58000 t biodīzeļa un 170 milj. m³ biogāzes gadā. Attiecīgajā valstiskās nozīmes pētniecības programmā tiek veikti pētījumi agrotehniskajos, biotehnoloģiskajos, ķīmiski - tehnoloģiskajos, inženieru izstrāžu kā arī ekonomiskajos un ekoloģiskajos virzienos. Šīs izstrādes ir priekšdarbi Nacionālās programmas realizācijas uzsākšanai. Galvenie 1999. g. pētniecības darba un izstrāžu rezultāti kā arī priekšlikumi korekcijām Nacionālajā programmā atspoguļoti šajā publikācijā.

Atslēgas vārdi: nacionālā programma, etanols, biodīzelis, biogāze.

Ievads

Pēc Pasaules enerģijas padomes prognozes (World Energy Council, 1994) 2020. gadā uz mūsu planētas dzīvos ap 8 miljardi iedzīvotāju. Sakarā ar to un ņemot vērā tehnisko progresu, enerģijas patēriņš pēc maksimālā variantā varētu būt 17.2 Gtoe (Naftas ekvivalenta giga tonna), bet pēc minimālā 11.3. Lai nosegtu šos enerģijas patēriņus (rēķinoties ar kopējo enerģijas patēriņu 16 Gtoe) paredzēts ar oglēm segt vidēji 3.8 Gtoe (23.7%), ar naftu 4.5 (28.1%) ar dabas gāzi 3.6 (22.5%), atomenerģiju 1.0 (6.3%), ar lielajām hidroelektrostacijām 1.0 (6.3%) ar atjaunojamiem energoresursiem 2.1 (13.1%). Taču aplēses rāda, ka ogļu resursu pietiks 250 gadiem, naftas 40 un dabas gāzes 65 gadiem. Tādējādi Pasaules enerģijas padome rekomendē īpašu uzmanību veltīt jaunu atjaunojamo enerģijas resursu apgūšanai un izmantošanai. Atjaunojamo enerģijas veidu grupā ietilpst tradicionālā biomasas, kas 1990. g. nosedza 60% no atjaunojamās enerģijas, hidroelektrostacijas 30%, modernā biomasas izmantošana 8%, bet saules, vēja, ģeotermālā un nelielās hidroelektrostacijas 2%. Atjaunojamo enerģijas veidu grupā ietilpst koksnes un kūdras dedzināšana kā tradicionālā biomasas izmantošana enerģijas ieguvē. Arī kokogles ieguve un pirolīzes procesi. Etanola un augu eļļu, kā arī biogāzes ieguve un izmantošana pieskaitāmi pie modernās biomasas pārstrādes enerģijas nesējos. Enerģijas ieguves un izmantošanas politikā būtiska ietekme ir ekoloģiskajam aspektam. Riodežaneiro samita lēmumā 1992. g. pasaules valstis tika brīdinātas par globālām briesmām, kas sagaidāmas fosīlās degvielas intensīvas dedzināšanas rezultātā, jo šīs degvielas sadegšanā radusies CO₂ izjauc gāzu līdzsvaru atmosfērā un draud ar "siltumnīcas efektu". Lai samazinātu CO₂ izmešu kaitīgo efektu, ik gadu tiek veikti dažādi pasākumi 125 miljardu dolāru apmērā. Alternatīvo enerģijas veidu apgūšanai šajā ziņā ir nozīmīga loma. Starptautiskā mērogā pētījumus alternatīvo enerģijas veidu jomā koordinē Starptautiskā enerģijas aģentūra (IEA) ar savām sekcijām. Bioenerģijas sekcija aplūko biomasas ieguves un izmantošanas problēmas. Šeit ietilpst gan mežu koksne, gan ātraugušie krūmi, gan eļļas augi un visu šo biomasas veidu transformēšana dažādos enerģijas nesējos.

Nav lieki pieminēt, ka ASV Prezidents B. Klintons paredz līdz 2010. gadam trīskāršot biomasu izlietošanu degvielu (šobrīd 3% no kopējās enerģijas patēriņa) un dažādu materiālu

iegūšanai. Tā rezultātā ASV cer iegūt fermeriem 15-20 miljardu papilddienākumus, samazināt naftas importa risku un samazināt globālo sasilšanu.

Biodegvielu programmas Latvijā

Valstiskas nozīmes pētniecības programma "Biodegvielas ieguves tehnoloģija un tās realizācijas iespējas Latvijā" iecerēta kā attiecīgas nacionālās programmas pirmsākuma posms, kas veltīts zinātniski tehniskām izstrādēm sakarā ar degvielas etanola, biodīzeļa un biogāzes ieguvu Latvijas apstākļos no lauksaimniecības izejvielām un ražošanas atkritumiem. Nacionālās programmas realizācija plānota laika posmā no 2000. līdz 2010. gadam un paredz šinī laikā radīt šādas ražošanas jaudas (Nacionālās programmas projekts, 1996):

bioetanola	44.000 t/gadā,
biodīzelim	58.000 t/gadā,
biogāzei	169.8 milj. m ³ /gadā.

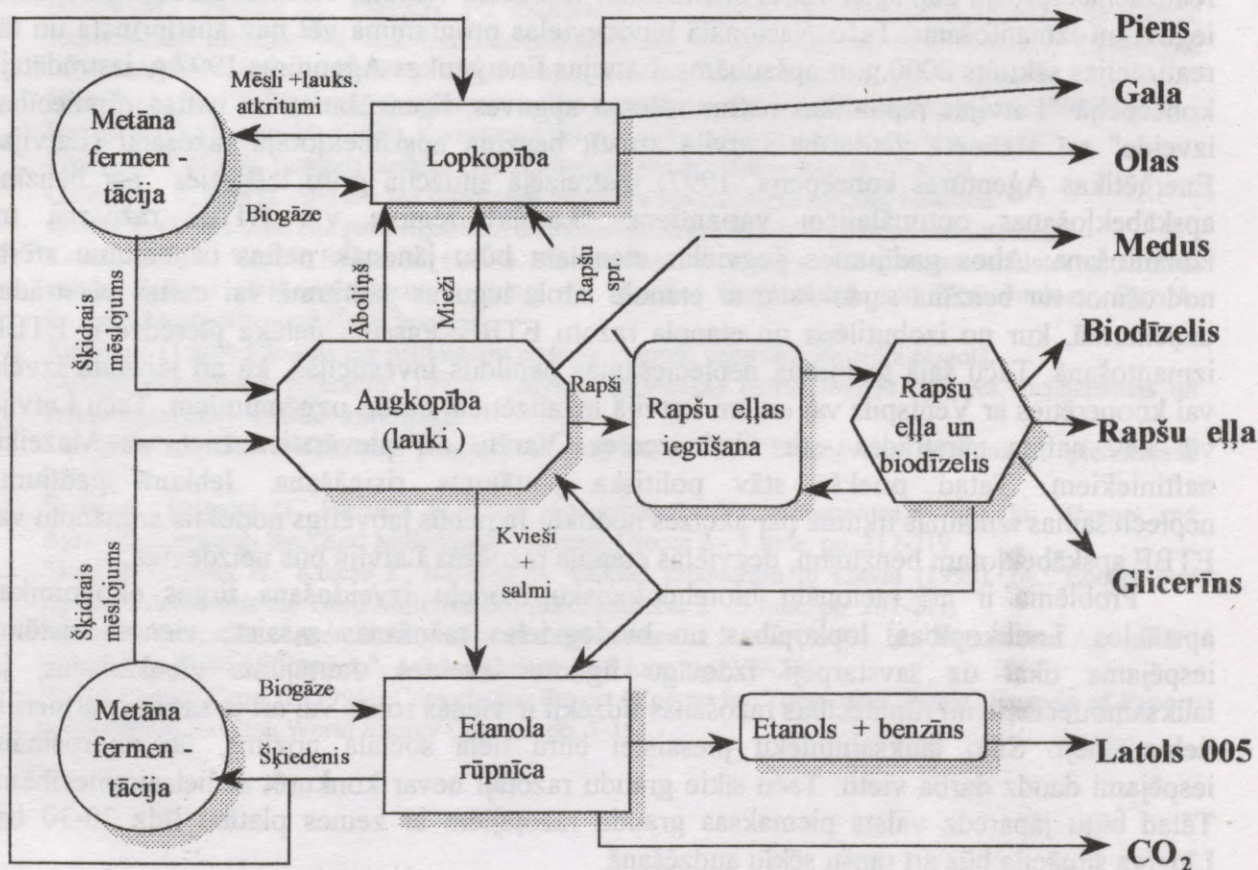
Neskatoties uz skopo Valstiskās nozīmes programmas finansējumu 1999.g. veikti laboratorijas līmeņu pētījumi šādos virzienos:

- bioetanola ieguve no saharozes (cukurbiešu sulas) substrātiem izmantojot rauga vietā *Zymomonas mobilis* baktērijas, kas vienlaicīgi ar etanolu producē vērtīgu pārtikas un medicīnas nozīmes blakusproduktu - fruktozes polimēru levānu vai oligofruktozānus kā bezkaloriju saldinātājus (M.Bekers u.c., 1999); parādīts, ka iespējama tehnoloģija, immobilizējot šūnas uz nerūstērauda stieplu lodītēm, tādējādi palielinot sistēmas darbības laiku un produktivitāti (Latvijas patents Nr. 11973 B);
- parādīta iespēja modificēt levānu, padarot to par efektīvu imunomodulatoru ar lietojumu medicīnā (A.Karsakevich et.al., 1999);
- pilnveidota etanola dehidrēšanas metode, lietojot sāļus kā ūdens adsorbentus (G.Brēmers, LLU), izgatavota demonstrēšanas iekārta;
- LU MBI kopā ar Lundas universitātes Pielietojamās mikrobioloģijas departamentu pētīta ligno-cellulozes substrātu pārraudzēšana spirtā (I.Kralliša, 1999);
- RTU precizēta rapšu eļļas pāresterificēšanas tehnoloģija, izmantojot dažādus alkoholus (E.Gudriniece, 1999);
- turpināti pētījumi inženier-tehniskajā blokā, standos pārbaudot vietējos apstākļos iegūtos biodegvielu veidus un komplektējot attiecīgu datu bāzi par latola un biodīzeļa izmantošanu dzinējos; LLU izveidota arī koģenerācijas iekārta koksnes transformēšanai jaunos energonēsējos (V.Gulbis, 1999, A.Šķēle, 1999);
- izstrādes par biogāzes ieguvu un izmantošanu, it īpaši, pārstrādājot piena rūpniecības notekūdeņus, radušas praktisku pielietojumu 2 pienotavās (A.Kārklīšs u.c, 1999);
- agronomiskajā blokā veikts dažādu rapšu šķirņu agronomiskais novērtējums (L.Borovko, 1999).

Pateicoties Ekonomikas, Vides un reģionālās attīstības kā arī Zemkopības ministriju finansiālam atbalstam 1999.g. veiktas nozīmīgas tehniski - ekonomiskas izstrādes. Par visai nozīmīgu no ekonomiskā un ekoloģiskā viedokļa jāuzskata izstrāde par biodegvielas ražošanu, apvienojot augkopību, lopkopību un biodegvielas ražošanu pusslēgtā biosistēmā (1. att.). 1999.g. tika aprēķināti un pamatoti pusslēgtu biosistēmu modeļi gan rapša eļļas ieguves reģionam, gan etanola ražošanas zonai (A.Daņilēvičs, M.Bekers, 1999).

Būtiskas korekcijas Nacionālajā biodegvielas programmas projektā ļauj izdarīt Mikrobioloģijas un biotehnoloģijas institūtā veiktie (A.Daņilēvičs, M.Bekers, 1999) tehniski - ekonomiskie pētījumi par etanola ieguvu no lauksaimniecības izejvielām, izmantojot jaunāko ASV izstrādāto un R.Katzena firmas piedāvāto absolūtā etanola tehnoloģiju, vienlaicīgi to iekļaujot vienotā agro - rūpnieciskajā kompleksā. Rezultātā Latvijā agrāk paredzēto 11 nelielo

rūpnīcu ar jaudu 4000 t/gadā, vietā iespējams projektēt 2 lieljaudas uzņēmumus, no kuriem viens izvietots Kurzemes - Zemgales zonā, bet otrs Vidzemes - Latgales. Šāda pieeja ļauj uz pusi samazināt investīcijas un būtiski pazemināt produkta pašizmaksu. Ļoti nozīmīga ir spirta šķiedeņa utilizēšanas problēma. Katzena firmas tehnoloģija paredz no šķiedeņa iegūt sausu lopbarības proteīna koncentrātu, kas var kalpot par eksporta preci Eiropas tirgū. Etanola kā benzīna apskābekļotāja ražošana un izmantošana Latvijā tāpat kā citās valstīs apstākļos, kad naftas produktu cenas ir relatīvi zemas, var kļūt par realitāti, veidojot labvēlīgu nodokļu politiku.



1. att. Biodegvielas ražošanas principiālā shēma pusslēgtā biosistēmā.

1999.gadā LLU izveidotas demonstrēšanas pilotiekārtas biodīzeļa un absolūta etanola ieguvei. Šajās iekārtās būs iespējams ne tikai modelēt tehnoloģisko procesu, to uzlabojot, bet arī demonstrēt procesu ieinteresētajiem uzņēmējiem kā arī apmācīt studentus (V.Gulbis, 1999).

Jaunu akcentu Latvijas biodegvielu programmās ienesa J.Freimaņa pētījums par benzīna piedevas ETBE ražošanas iespējām Latvijā (J.Freimanis, 1999). ASV, Francijas, Itālijas u.c. valstu pieredzes analīze benzīna apskābekļotāju izmantošanā, kā arī aprēķini, ņemot vērā specifiskos Latvijas apstākļus, rāda, ka ETBE ražošana no izobutilēna un vietējā etanola varētu būt perspektīva. Taču arī šīnē gadījumā visu noteiks Valsts nodokļu politika.

No svarīgiem organizatoriskiem pasākumiem, kas realizēti 1999.g. jāatzīmē Biodegvielas informācijas centra izveide LU MBI.

Problēmas

Biodegvielu programmu izstrādes gaitā atklājušās vairākas problēmas, kurām galvenokārt ir ekonomisks un sabiedriski - politisks raksturs.

Neskatoties uz to, ka Riodežaneiro un vēlāk arī Kioto samitos izteikti draudi par negatīvām globālām sekām no intensīvas fosilo degvielas veidu izmantošanas, tomēr praktiskajā dzīvē ļoti lēni ieviešas alternatīvie enerģijas veidi tanī skaitā modernā biomasas pārstrāde un izmantošana. Tas pilnā mērā sakāms par Latvijas nacionālo biodegvielas programmu. Apstākļos, kad lauksaimnieciskā ražošana atrodas kritiskā stāvoklī produkcijas realizācijas iespēju dēļ, šķiet valsts institūcijām vajadzētu visnotaļ veicināt biodīzeļa un latola ieguvu un izmantošanu. Taču Nacionālā biodegvielas programma vēl nav apstiprināta un tās realizācijas sākums 2000.g. ir apšaubāms. Latvijas Enerģētikas Aģentūras 1997.g. izstrādātajā koncepcijā "Latvijas republikas naftas resursu apguves, licenzēšanas un naftas rūpniecības izveide" arī atzīmēta lietderība Latvijā attīstīt benzīna apskābekļotāju ražošanu (Latvijas Enerģētikas Aģentūras koncepcija, 1997). Patreizējā situācijā grūti izšķirties par benzīna apskābekļošanas optimālajiem variantiem: "Latola" ieguve vai ETBE ražošana un izmantošana. Abos gadījumos degvielas etanolam būtu jānonāk naftas uzņēmumu sfērā, nodrošinot tur benzīna sajaukšanu ar etanolu latola ieguves gadījumā vai naftas pārstrādes uzņēmumā, kur no izobutilēna un etanola ražotu ETBE. Pasaulē lielāka pieredze ir ETBE izmantošanā. Taču šajā gadījumā nepieciešamas papildus investīcijas, kā arī jāizdara izvēle vai kooperēties ar Ventpils vai citiem Latvijā lokalizētiem naftas uzņēmumiem. Taču Latvijā vēl nav naftas pārstrādes - ir tikai ieceres. Varētu arī pievērsties Lietuvas Mažeiku naftiniekiem. Tātad priekšā stāv politiska jautājuma risināšana. Jebkurā gadījumā nepieciešamas izmaiņas likumā par akcīzes nodokli. Ja nebūs labvēlīgs nodoklis ar etanolu vai ETBE apskābekļotam benzīnam, degvielas etanola ražošana Latvijā būs neizdevīga.

Problēma ir arī racionālu biotehnoloģisku modeļu izveidošana tirgus ekonomikas apstākļos. Laukkopības, lopkopības un biodegvielas ražošanas sasaiste vienotā sistēmā iespējama tikai uz savstarpēji izdevīgu līgumu izveides. Jautājums vienkāršojas, ja lauksaimnieciskie un rūpniecības ražošanas līdzekļi ir vienās rokās vai arī ja sarunu partneri ir lieluzņēmēji. Sīko lauksaimnieku piesaistei būtu liela sociāla nozīme, lai nodrošinātu iespējami daudz darba vietu. Taču sīkie graudu ražotāji nevar konkurēt ar lielsaimniecībām. Tātad būtu jāparedz valsts piemaksas graudu ražotājiem ar zemes platību līdz 20-30 ha. Līdzīga situācija būs arī rapšu sēklu audzēšanā.

Neapšaubāmi šim projektam būtu jāpanāk finansiāls atbalsts SAPARD ietvaros, īpaši tādēļ, ka 29 % no šīs struktūrprogrammas līdzekļiem paredzēti lauksaimniecības izejvielu pārstrādāšanai.

Kas attiecas uz biogāzes ieguvu, tad šeit pirmā vietā ir Vides aizsardzības aspekts.

Bioreaktoru uzstādīšana ir dārga, bet biogāzes pašizmaksa nevar konkurēt ar dabas gāzi. Prasība nodrošināt notekūdeņu tīrību ir galvenais izejas punkts, runājot par rūpniecības uzņēmumiem. Fermu atkritumu metānraudzēšanā pievilcīga varētu būt minerālvielu atgriešana uz lauka un samazinātas minerālvielu devas attiecīgu ražu nodrošināšanā. Ņemot vērā, ka Bolderājā ir apgūta un sekmīgi darbojas biogāzes ieguve no Rīgas pilsētas notekūdeņu aerobās apstrādes dūņām, mūsdiā, būtu lietderīgi tur izveidot biogāzes izlaidi balonos, lai, teiksim, kūrortpilsētā Jūrmalā - kāds autobusu maršruts tiktu nodrošināts ar mazkaitīgo biogāzi. Nav šaubu, ka sauso pilsētas atkritumu pārstrāde, iegūstot biogāzi Getliņu izgāztuvē, būtu labs piemērs šīs gāzveidīgās biodegvielas ieguvei no atkritumiem. Taču arī šeit problēma - kas būs šī uzņēmuma saimnieks un vai izmantot pašmāju vai aizrobežu tehnoloģiju.

Literatūra

1. Bekers M., Laukevics J., Upīte D., Kaminska E., Karsakēviča A., Vīna I., Ventīņa E., Vīgants A., Gonta S., Linde R. (1998). Sējmateriāla gatavošana galvenajā fermentācijas procesā, izmantojot porainā nesējā vāji piesaistītu šūnu kultūru. Latvijas patents LV 11973 B.
2. Bekers M., Linde R., Danilevich A., Kaminska E., Upite D., Vīgants A., Scherbaka R. (1999). Sugar beet juice and syrup as media for ethanol and levan production by *Zymomonas mobilis*. Food Biotechnology, 13(1), pp. 107-119.
3. Bekers M., Viesturs U., Danilevich A., Gulbis V., Linde R. (1999). Biofuel production from agricultural raw materials in closed and semiclosed systems. In: Energy and Agriculture towards the Third Millennium". Athens. Greece 2 - 5 june 1999. Agricultural University of Athens, pp. 191-198.
4. Bekers M., Viesturs U., Bremers G., Gudriniece E. (1998). The Biofuel Programme in Latvia: Experimental Background and Implementation issues. Proceedings of 10th European Conference "Biomass for Energy and Industry", June 8-11, 1998., Würzburg, Germany, pp. 1271-1274.
5. Borovko L. (1999). Pārskats par pētījumiem eļļas augu šķirņu audzēšanas tehnoloģiju novērtēšanu.
6. Daniļevičs A., Beķers M. (1999). Konceptija "Biodegvielu ražošana un pielietošana Latvijā".
7. Freimanis J. (1999). Benzīna piedeva ETBE. Pārskats par ražošanas iespējām Latvijā.
8. Gudriniece E. (1999). Atskaite par rapša eļļas racionālu izmantošanu, iegūstot biodīzeli.
9. Gulbis V. (1999). Atskaite par pētījumiem un tehniskām izstrādēm biodegvielas izmantošanā.
10. Karsakevich A., Vīna I., Bekers M. (1999). Macromolecular conjugates of immunomodulatory microbial polysaccharides with antileukemic enzymes. In "Applied Biochemistry and Biotechnology: Part A, Enzyme Engineering and Biotechnology".
11. Kralliša I. (1999). Pārskats par pētījumiem pentožu saturošu substrātu pārstrādi etanolā.
12. Latvijas Enerģētikas Aģentūra (1997). "Latvijas Republikas naftas resursu apguves, licenzēšanas un naftas rūpniecības izveide" koncepcija.
13. Latvijas Republikas Nacionālās programmas projekts (1996). "Biodegvielu ražošana un pielietošana Latvijā".
14. Skele A., Bremers G., Birzietis G. Latol production for Vehicle engines (1999). In: "Energy and Agriculture towards the Third Millennium". Athens. Greece 2 - 5 June, pp. 212-219.
15. Skele A., Putons H., Kikans I., Karklins A. Biofuel production in Latvia (1999). In: "Energy and Agriculture towards the Third Millennium". Athens. Greece 2 - 5 June, pp. 207-211.
16. Skele A., Zarina Dz. Anaerobic digestion of dairy sewage in Latvia (1999). In: "Energy and Agriculture towards the Third Millennium". Athens. Greece 2 - 5 June, pp. 259-266.
17. World Energy Council (1994). Commission Report "Energy for Tomorrows World, Sinapsis of Report and Findings, London World Energy Council, pp. 7-15.

RAPŠU EĻĻAS RACIONĀLAS IZMANTOŠANAS IESPĒJAS

Emīlija Gudriniece

Ķīmijas tehnoloģijas fakultāte
Rīgas Tehniskā universitāte
Āzenes iela 14/24, Rīga, LV-1048

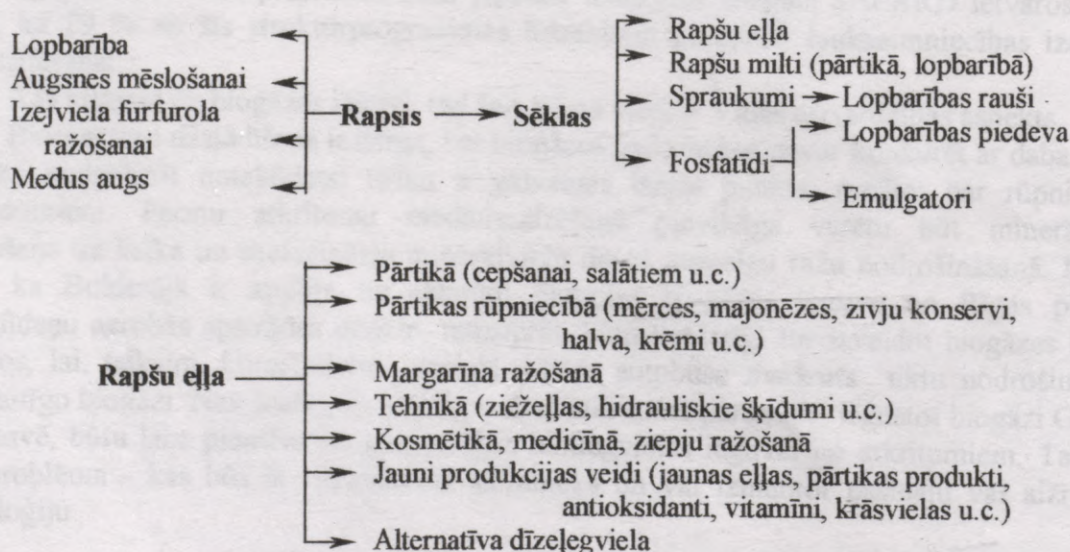
Abstract. A convenient method of simultaneous neutralization and hydration of rapeseed oil has been elaborated. Bleaching rapeseed oil may be carried out using adsorbents made from clays of Latvia deposits. Fatty acid ethylesters (REE) was obtained by rapeseed oil and absolute ethanol in presence of potassium hydroxide.

Key words: rapeseed, rapeseed oil, REE.

Rapsis ir viena no vecākajām eļļas augu kultūrām, ko cilvēce pazina jau 4.gs. pirms mūsu ēras. Rapšu sēklas, tāpat kā visu krustziežu sēklas, satur nevēlamo erukskābi ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_{11}\text{CO}_2\text{H}$) un tioglikozīdus, kas ir toksiski cilvēku un dzīvnieku organismiem. Tāpēc rapšu audzēšana bija ierobežota līdz mūsu gadsimta 70-jiem gadiem. Ap šo laiku selekcionāri izveidoja 0, 00 un 000 rapšu šķirnes, kuras vairs nesatur minētos nevēlamos produktus. Sākās rapšu audzēšanas attīstība, piemēram, ja Beļģijā 1984.g. ieguva 10000 tonnu, tad 1992.g. jau 81000 tonnu, Itālijā attiecīgi 2000 un 130000 tonnu sēklu.

Rapsis ir vien- un divgadīgs augs. To, atšķirībā no sojas, saulespuķēm, palmām u.c., var audzēt arī mērena un auksta klimata joslās. To audzē Dānijā, Somijā, Norvēģijā, Zviedrijā, Vācijā, Kanādā, Ķīnā, Indijā, Igaunijā, Lietuvā u.c. Latvijā rapsis pamazām kļūst par atzīstamu eļļas augu kultūru.

Rapsis, kā katra augu kultūra, prasa rūpīgu kopšanu, bet kopējam tas atlīdzina ar savām plašajām pielietojšanas iespējām. Latvijā tā ir gandrīz vienīgā eļļas augu kultūra, kuru varam audzēt, apgādājot iedzīvotājus ar vērtīgiem produktiem. Tā sēklas un eļļa var noderēt arī kā eksporta prece. Rapša izmantošanas iespējas sk. 1. att.



1. att. No rapša iegūstamie produkti.

Šinī rakstā sīkāk pakavēšos pie rapšu eļļas izmantošanas iespējām.

Rapšu eļļa visplašāko pielietojumu atradusi pārtikā un pārtikas rūpniecībā [1]. Pēc sava taukskābju sastāva ir tuva olīveļļai (sk. 1. tabulu). Arī eļļas saturs rapšu sēklās ir augsts (sk. 2. tabulu). Saražotās eļļas daudzuma ziņā rapšu eļļa pasaulē ieņem ceturto vietu (pēc sojas, palmu un saulespuķu eļļām).

1. tabula

Taukskābju saturs augu eļļās, %

	Olīvu	Rapšu	Saulespuķu	Sojas
1. Oleīnskābe	64-85	63,5-68,0	25-35	25-36
2. Linolskābe	4-12	16,3	55-72	52-56
3. Linolēnskābe	-	10,7	-	2-3
4. Palmitoleīnskābe	-	3,8	3,5-6,4	-
5. Palmitīnskābe	9,5-9,7	3,8	3,5-6,4	6-8
6. Stearīnskābe	1-1,5	2,2	1,6-4	3-5
7. Eikozenskābe	-	0,3	-	-
8. Behenskābe	-	0,3	-	-
9. Miristīnskābe	0,2-1,1	1	1	-
10. Arahīnskābe	0,1-0,2	0,1-5,5	0,7-0,9	0,4-1
11. Lignocerīnskābe	-	0,5-2	-	-
12. Erukskābe	-	0-3,0	-	-

2. tabula

Eļļas saturs, %

1. Olīvēs	56 - 58
2. Saulespuķu sēklās	54 - 58
3. Palmu kodolos	48 - 52
4. Zemes riekstos	46 - 50
5. Ricinus sēklās	43 - 55
6. Magoņu sēklās	40 - 55
7. Rapšu sēklās	40 - 46
8. Kaņepju sēklās	30 - 35
9. Kokvilnas sēklās	20 - 40
10. Eļļas linu sēklās	29 - 44
11. Linsēklās	24 - 26
12. Sojas pupās	17 - 20

Rapšu eļļu iegūst kā lieljaudas rūpnīcās, tā arī mazajās ražotnēs. Lielrūpniecībā iegūto jēleļļu rafinē. Rafinēšanā ietilpst četri procesi: hidratēšana (fosfatīdu nodalīšana), neitralizācija, balināšana (atkrāsošana) un dezodorācija. Mazajās ražotnēs iegūtai eļļai pietiek ar daļēju rafinēšanu. Šim nolūkam eļļu nostādina (hidratē), nodalot fosfatīdus. Ja rapšu sēklas ir augstas kvalitātes, tad pēc fosfatīdu nodalīšanas, tā atbilst svarīgākajiem pārtikas rapšu eļļas kvalitātes rādītājiem (sk. 3. tabulu). Ja kāds no rādītājiem atšķiras, eļļu rafinē.

Rīgas Tehniskās universitātes Ķīmijas tehnoloģijas fakultātē veikti dažādu eļļu rafinēšanas procesi. Veikta virkne uzlabojumu, piemērojot Latvijas apstākļiem. Eļļas neitralizācijai nātrija hidroksīds aizstāts ar Latvijā ražoto un mazāk toksisko kalcija hidroksīdu (dzēstie kaļķi) [2]. Eļļas balināšanai pirmo reizi izlietoti adsorbenti, kas iegūti no Latvijas atradņu māliem [3] (sk. 4. tabulu). Šie adsorbenti ļauj aizstāt importējamās eļļu balinātājus. Ceram, ka pieaugot rapšu eļļas ražošanas produkcijai Latvijā, tās atradņu māli lieti noderēs eļļas balināšanai (atkrāsošanai).

3. tabula

Pārtikas rapšu eļļas kvalitātes rādītāji (LVS 45-94)

Rādītāja nosaukums	Lielums
Krāsas skaitlis, $mg\ I_2$	$\leq 20-40$
Skābes skaitlis, KOH/g	$\leq 0,6-1,0$
Joda skaitlis, $g\ I_2/100g$	94-126
Erukskābe, masas % no taukskābju summārā daudzuma	≤ 5
Peroksīda skaitlis, aktīvā skābekļa $m\ ekv/kg\ eļļas$	≤ 10
Sēra saturs, masas %	nav pieļaujams

4. tabula

Gaišo rapšu eļļu (krāsas skaitlis $\leq 50\ mg\ I_2/100\ cm^3$) balināšana ar adsorbentiem no Latvijas atradņu māliem

Mālu atradne	Adsorbenta ieguvei lietotās sērskābes konc., %	Eļļai pievienotā adsorbenta daudzums, %	Balināšanas temperatūra, °C	Eļļas krāsas skaitlis pēc balināšanas, $mg\ I_2/100\ cm^3$
Strēļi	0	6	95	10
Usma	0	6	95	10
Kuprava	0	6	95	15
Liberti	0	6	95	7,5
Priekule	0	2	95	30
		4	95	15
		6	95	7,5
		2	40	20
	3	4	40	15
		6	40	7,5
		2	20	30
		4	20	20
		6	20	10
Lode	0	2	95	25
		4	95	10
		6	95	5
	3	2	40	20
		4	40	20
		6	40	20
		6	40	7,5

Pētot Latvijā iegūstamās rapšu eļļas ķīmisko sastāvu, noskaidrojām, ka tas maz atšķiras no novada, kur rapsis audzēts, bet gan no sēklu uzglabāšanas apstākļiem un šķirnes (sk. 5. tabulu). Visu 00 un 000 šķirņu sēklas satur augstvērtīgu eļļu, derīgu pārtikas vajadzībām.

5. tabula

Latvijā audzēto rapšu sēklu eļļas saturs

Sēklu šķirne	Audzētāji, pārstrādātāji	Mitruma saturs, %	Eļļas saturs, %	Erukskābes saturs, %
v. r. "Derbi"	"Dobele-Agra", 1994	7,3	30,0	0
v.r. "Star"	"Dobele-Agra", 1998	6,57	39,53	0
z.r. "Kazino"	"Vālodze-R", 1997	5,48	51,22	0
z.r. "Jupiter"	"Vālodze-R", 1996	7,45	44,91	0
v.r. "Kristīne"	"Vidzemes labība", 1996	7,01	46,0	0
v.r. "Kristīne"	"Vidzemes labība", 1996	6,00	43,29	1,3
z.r. "Īriss"	"Vidzemes labība", 1996	5,91	46,08	0
nezināma	Vilzēni, 1995	6,70	40,84	51,1
z.r. "Īriss"	Skrīveru ZPI, 1996	8,23	43,6	2,2
v.r. "Kulta"	Siguldas VZPS, 1995	8,9	41,04	0,6
v.r. "Kulta"	Siguldas VZPS, 1996	12,1	48,78	0
2.ataudz.				

Pasaulē augu eļļas arvien plašāk izmanto kā perspektīvu, atražojamu enerģijas avotu.

Jau 1906.g. Hallers [4] pārziepnot augu eļļas ar metanolu un etanolu sālskābes klātbūtnē, ieguva augstāko taukskābju metil- un etilēsterus. 1944.g. Bredšovs un Meili [5] izņēma patenti šo ēsteru lietošanai par dzinēju motoru degvielu.

Alternatīvās motoru degvielas meklējumiem nopietnāka vērība tika pievērsta ap 1985.g. un sevišķi 1994.g. Tajās valstīs, kurās nav naftas atradņu, bet arī tajās, kur tādas ir, saprata, ka naftas avoti nav neizsmeljami. Tāpēc jāmeklē alternatīvi produkti naftas aizstāšanai.

Izrādījās, ka augu eļļa ir piemērots alternatīvs produkts fosilajai motoru degvielai. Šim nolūkam ogļhidrātlietošanas, rafinēšanas, saņemšanas un pārtikas ražošanas ražotājiem.

Latvijas apstākļos, kā pati rapšu eļļa, tā arī tās pārēsterificēšanas produkti ir perspektīvas dzinēju motoru degvielas. Ir ziņas arī par pašu eļļu lietošanu, tomēr šim nolūkam jāpārveido motori. Kamēr no šīm eļļām iegūtie taukskābju ēsteri var pilnībā atvietot fosilās dīzeļdegvielas.

Vācijā, Austrijā, Zviedrijā, Dānijā u.c. par degvielu motoros lieto augstāko taukskābju metilēsterus, ko iegūst pārēsterificējot rapšu eļļu ar metilspirtu (RME). Mēs savā darbā rapšu eļļas pārēsterificēšanai lietojām etilspirtu [6]. Tam pamats: etilspirts ir mazāk toksisks nekā metilspirts un tas ir vietējais izejmateriāls. Iegūtais etilēsteris (REE) pēc savām īpašībām atbilst no augu eļļām iegūtas dīzeļdegvielas (biodīzeļdegvielas) prasībām (sk. 6. tabulu). Izstrādāto laboratorijas REE ražošanas metodi paredzēts pārbaudīt un lietot p/s "Naukšēni" eksperimentālajā ražotnē.

REE ražošanas procesā kā blakus produkts rodas jēlglicerīns, kuru paredzēts izmantot glicerīna un citu produktu ražošanai.

RME un REE literatūrā sauc par biodīzeļdegvielu (bieži – biodīzeli), lai to atšķirtu no fosilās dīzeļdegvielas.

Biodīzeļdegviela daudzās valstīs ir pārbaudīta dažādu transportlīdzekļu: traktoru, vieglo un smago automašīnu, autobusu, laivu, kuģu, ekskavatoru motoros. Secinājums ir viens: motori darbojas normāli, traucējumi nav novēroti.

6.tabula

Tehniskā REE fizikāli-kīmiskās konstantes salīdzinājumā ar standartā dotajām

Nr. p.k.	Fiziko-kīmiskās konstantes	REE konstantes	Dīzeļdegviela DIN 51-606- RME standarta konstantes
1.	Blīvums, 15°C; g/cm ³	0,885	0,875-0,900
2.	Kinemātiskā viskozitāte, 40°C; cSt	5,0	3,5-5,0
3.	Uzliesmošanas temperatūra slēgtā tīģelī pēc Penski-Martena, °C	98	≤ 100
4.	Sēra saturs, masas %	0,007	≤ 0,01
5.	Pelnu saturs, masas %	0	≤ 0,01
6.	Ūdens saturs, mg/kg	23,8	≤ 300
7.	Skābes skaitlis, mg KOH/g	0,5	≤ 0,5
8.	Jodskaitlis, g I ₂ /100g	71,94	≤ 115

Biodīzeļdegvielas priekšrocības, salīdzinot ar fosīlo dīzeļdegvielu: tajā maz sēra (< 0,001 %) un fosfora savienojumu, tāpēc izmešos samazinās toksiskie savienojumi. Tā satur ~10 % skābekļa savienojumu, tāpēc motoros pilnīgāk sadeg, nerodas kvēpi. Ne pati rapšu eļļa, ne arī REE nepiesārņo apkārtējo vidi, augsni, ūdeņus (tie bioloģiski sadalās 98 % - 10 dienās, 100 % - 21 dienā). REE var pievienot fosīlajai dīzeļdegvielai. REE var izmantot par šķīdinātāju u.c.

Un beidzot REE ražošanā ir izveidota bezatkritumu tehnoloģija.

REE pagaidām galvenais trūkums ir tā augstāka cena nekā fosīlajai dīzeļdegvielai. Rēķina, ka pasaules cena RME var būt 400 Ls/t.

Rapsis kā eļļas augs sāk ieņemt arvien redzamāku vietu arī Latvijā. Perspektīvā tam būs nozīme arī kā alternatīvam, atražojamam enerģijas avotam.

Iespējams, ka Latvijā radīsies lielāka interese arī par citām eļļas augu (lini, kaņepes, koreandri u.c.), kā arī ēterisko eļļas augu kultūrām. Varbūt tās ieņems ievērojamu vietu netradicionālā lauksaimniecībā.

Literatūra

1. H.Niewiadomski. Rapeseed chemistry and technology. Developments in food science 23. PWN-Polish Scientific Publishers. 1990, 433P.
2. M.Strēle, R.Seržane, M.Panke, E.Gudriniece. Latvijas Ķīmijas Žurnāls, 1997, N 3, lpp.108.
3. Э.Гудринице, А.Руплис, Р.Сержане, М.Стреле. Журнал прикладной химии, 1999, т.72, вып. 5, с.759.
4. A.Haller. Compt. reud., 1906, 143, 657.
5. G.B.Bradshaw, W.C.F.Meuly. Pat USA 2 360 844, 1944.
6. M.Strēle, G.Bremers, R.Seržane, E.Gudriniece. Latvijas Ķīmijas Žurnāls.1999 (iespiešanās).

BIOGĀZES IEGUVES TEHNOLOĢIJA NO LAUKSAIMNIECISKĀS RAŽOŠANAS ATLIKUMIEM UN KOMUNĀLAJIEM ATKRITUMIEM UN TĀS IZMANTOŠANAS IESPĒJAS

Arnolds Šķēle*, Andris Upītis, Vilis Dubrovskis, Andis Kārkliņš, Jurijs Šestakovs,
Heinrihs Putāns, Ivars Ķikāns

Abstract. The existing of traditional agrotechnology is connected with great losses of organic mass and energy obtained by photosynthesis on the field. We have a big amount of organic wastes in organic mass processing. Agricultural waste and slurry, village waste water, if not processed, can cause environmental pollution and is dangerous for human safety. The anaerobic slurry fermentation decreases the pollution danger and allows to produce biogas for energetical purposes. There were different investigations carried out in methane fermentation process in Latvia. Latvian University Institute of Microbiology and Biotechnology is engaged in research of optimum temperatures and exposition regime for the step of dehelmintheization; disablement of weed seeds and destruction of organic substances; Institute of Wood Chemistry held a research in wasteless technology of L-lysine production in the crystalline (Biogas production from L-lysine production waste), biological removal of nitrogen from waste waters, bioreactors for environmental biotechnologies; Institute of Agriculture and Latvia University of Agriculture made a research of effectiveness of fermented sludge as organic fertilizer for wide range of crops. There was created technology for the treatment of highly polluted food industry sewage suitable for the conditions in Latvia. It was made the project of extraction and use of landfill gas from municipal solid waste. Very important from an environmental point of view, use methane fermentation for decrease pollution of nature.

Key words: biofuel, methane, fermentation, biogas.

Ievads

Par biogāzi sauc metāna (CH_4) – 60-70% un oglekļa dioksīda (CO_2) – 30-40 % maisījumu. Biogāzes ražošanas pamatā ir organisko vielu raudzēšana anaerobos (bezskābekļa) apstākļos ar dabīgu mikrobu asociāciju, kuras sastāvā ietilpst metānbaktērijas. Sākotnēji organisko vielu polimēri – olbaltumvielas, polisaharīdi, tauku nukleīnskābes hidrolizējas – tas ir noārdās līdz monomēriem, un tālāk caur taukskābēm pārveidojas līdz acetātam. Pēdējais kalpo par substrātu metānveidotājam baktērijām. Metānrūgšanā 95% no organiskās vielas oglekļa pārvēršas biogāzē, pārējais baktēriju biomasā un siltumā. Metānrūgšanas pirmējā fāzē vide paskābinās, bet otrajā fāzē metānveidotājam baktērijām nepieciešama neitrāla vides reakcija.

Metānrūgšanas procesā notiek ne tikai organisko vielu pārgāzēšana, bet vienlaicīgi arī vides detoksikācija, patogēnās mikrofloras, helmintu oīņu un nezāļu sēklu inaktivācija. Tāpēc metānrūgšana uzskatāma par vides atveseļošanas procesu.

Zināmās biogāzes ražošanas iekārtās var utilizēt dažādus lauksaimniecības atkritumus: dzīvnieku un putnu mēslus, augkopības atkritumus. Biogāzes iekārtās iegūst gāzveida degvielu, bet fermentētie atlikumi ir labs mēslošanas līdzeklis. Šis mēslojums ir augstvērtīgāks nekā kompostējot atkritumus tradicionālā veidā (*L. Thyseline*, 1994). Biogāze ir ērtāks kurināmais nekā tradicionālā degviela (malka un citi). Raudzēšanas atkritumiem nav specifiskās nepatīkamās smakas un tos var tūlīt izmantot mēslošanai uz lauka. Biogāzi var izmantot iekšdedzes dzinējos un tie var darbināt ūdens sūkņus, dzirnavas u.c. lauksaimniecības iekārtas (*Jenbacher*, 1997).

* LLU Darba vides katedra, Akadēmijas ielā 11, Jelgava LV-3001

Iespēja aizvietot malku un šķidro degvielu ar biogāzi ir veicinājušas vairākās valstīs radīt savas biogāzes programmas. Tā Indijā kopš 1950.gada līdz 1984.g., uzbūvēja 200 tūkstošus biogāzes iekārtas un līdz 1990.g. bija paredzēts vēl izveidot 1.5 miljonu biogāzes iekārtu (D.Fulford, 1988). Ķīnas biogāzes programmā bija prasība, lai darbotos 10 milj. biogāzes iekārtu līdz 1985.g. (Libin, 1993) Korejai arī bija biogāzes programma, tomēr auksto ziemu dēļ vienkāršās biogāzes iekārtas darbojās slikti un tādēļ zuda stimuls to tālākai attīstībai. Arī Taizemē bija sava biogāzes iekārtu apgūšanas programma (D.Fulford, 1988). Līdzīgas programmas ir Brazīlijai un citām Dienvidamerikas valstīm.

Tomēr neskatoties uz biogāzes ražošanas stimulēšanu ar valsts subsīdijām (25-50% ģimenes biogāzes iekārtu izdevumus sedz valsts; 75-100% - komunālajām biogāzes iekārtām), biogāzes iekārtu izbūve atpaliek no valsts nospraustiem mērķiem. Arī Ķīnā pēc daudzām kļūmēm biogāzes ražošanā, valdības nospraustie mērķi (10 milj. iekārtu) nav izpildījušies.

Rietumvalstīs biogāzes ražošana attīstās lēni, jo salīdzinot ar augsti mehanizētām tradicionālām siltumiekārtām, biogāzes ražotais siltums izmaksā dārgāk.

Tomēr katrā konkrētā valstī, konkrētos ekonomiskos apstākļos šīs izmaksas var būt dažādas. Veicot pētījumus, izveidoja dažāda tipa un konstrukcijas biogāzes ražošanas iekārtas. Sakarā ar apkārtējās vides aizsardzības pasākumiem palielinās arī biogāzes iekārtu izveidošana Beļģijā, Francijā u.c. rietumvalstīs. Tā kā iegūta jau zināma pieredze šo biogāzes iekārtu konstruēšanā un ekspluatācijā, tad tas ļauj izvairīties no agrāk pielautām kļūdām. Kā rāda esošā pieredze, tad biogāzes iekārtu izveidošanā vislielākie izdevumi veidojas no iekārtu kapitālieguldījumiem (Reiner, 1993). Kā zināms, arī citiem alternatīviem enerģijas veidiem ir nepieciešami lieli kapitālieguldījumi. Jo mazāka iekārta, jo lielāki iznāk kapitālieguldījumi uz 1 jaudas vienību. Tādēļ no enerģētiskā viedokļa izdevīgākas ir lielas biogāzes ražotnes.

Pētījumu materiāls un metodes

Pētījumu mērķis izvērtēt esošās biogāzes ieguves tehnoloģijas, novērtēt biogāzes iegūšanai reāli izmantojamās lētākās izejmateriālu daudzumus, aprēķināt iegūstamās biogāzes daudzumu un aptuvenas biogāzes ražošanas iekārtu celtniecības izmaksas, novērtēt iespējamās racionālākās biogāzes izmantošanas veidus.

Pētījumu rezultāti un vērtējums

Analizējot pasaules zinātniskā literatūrā aprakstītos pētījumus par biogāzes tehnoloģijām (B.C.Дубровский, У. Э. Буецмыр, 1988) var secināt, ka biogāzes ražošanas tehnoloģijas var iedalīt pēc temperatūras režīma: psihrofilais (līdz 20°C), mezofilais (20-40 °C), termofilais (50-60 °C), pēc sausas satura substrātā: ar nelielu sausas saturu (3-8%), vidēja 8-15%, un lielu virs 15%. Visplašāk pasaulē izplatīta ir tehnoloģija, kur pārstrādājamaiss šķidrās substrāts ir ar nelielu sauses saturu, piemēram, pārtikas rūpniecības notekūdeņi un notekūdeņu attīrīšanā iegūtās dūņas, un lielu sauses saturu, piemēram, sauso komunālo atkritumu anaerobā degradācija atkritumu deponēšanas vietās. Rezultāti, kas iegūti analizējot iespējamās organiskos atkritumus Latvijā no lopkopības un pārtikas rūpniecības, apkopoti 1. un 2. tabulā.

Latvijas apstākļos vislielāko biogāzes daudzumu varētu dot mājdzīvnieku ekskrementu pārstrāde – reāli ap 100 milj.m³ gadā (1. tabula); pārtikas rūpniecības notekūdeņi ap 13.6 milj.m³ (2. tabula), komunālie atkritumi 57.5 milj.m³ (3. tabula).

1.tabula

Biogāzes iegūšanas iespējas no Latvijas lopkopības atkritumiem

Nosaukums	Skaitis, tūkst.	Ekskrementi tūkst. t/g.		Biogāzes iegūšanas iespējas, milj.m ³	
		Teorēt.	Prakt.izm.	Teorēt.	Reāli iespējamās
Liellopi	550	8030	1760.0	359.5	57.7
Cūkas	500	821	574	42.9	23.1
Aitas	86	43	15.0	2.8	0.7
Zirgi	27	121	36.0	6.8	1.6
Putni	3662	267	240	26.6	19.3
Kopā:		9282	2625	438.7	102.4

2. tabula

Pārtikas rūpniecības notekūdeņu daudzumi un biogāzes iznākums

Produkcijas veids	Notekūdeņi gadā, milj.m ³	Biogāze gadā, milj.m ³	Perspektīvā: notekūdeņi gadā, milj. m ³	Perspektīvā: biogāze gadā, milj. m ³
Piena produkti	1.931	2.317	6.191	7.430
Gaļas produkti	0.900	0.720	3.932	3.146
Augļu un dārzeņu konservi	1.680	0.672	5.000	2.000
Rauga ražošana	0.077	0.092	0.230	0.280
Cukura ražošana	0.192	0.154	0.576	0.460
Spirta ražošana	0.080	0.144	0.180	0.324
Kopā:	4.86	4.099	16.109	13.640

3. tabula

Biogāzes ieguves reālie resursi no komunālās saimniecības

Biogāzes ieguves avoti	Biogāze ar 65% metāna saturu		Dabas gāzei ekvivalents daudzums	
	tūkst.m ³ dienā	milj.m ³ gadā	tūkst.m ³ dienā	milj.m ³ gadā
Dūņas un šķidrie atkritumi				
1. Reģionālās iekārtas, 25	7.5	2.7	4.8	1.7
2. Rīga-BAS "Daugavgrīva" rekonstrukcija	15.0	5.4	9.9	3.6
Komunālie/sadzīves atkritumi izgāztuvēs				
1. Rīga- "Getliņi-2"	25.0	9.1	16.2	5.9
2. Reģionālās iekārtas, 3	10.0	3.6	6.5	2.3
Kopā:	57.5	20.8	37.4	13.5

Perspektīva izejviela biogāzes iegūšanai var būt arī augkopības atkritumi, kas satur organiskās vielas. No augiem cilvēku un dzīvnieku vajadzībām tiek bieži vien izmantota tikai neliela daļa. Biešu lapas, sakņu atgriezumus u.c. kļūst par atkritumiem. Bieži pēc ražas novākšanas tos iear augsnē. Tomēr tas izjauc C:N attiecību par labu C un prasa papildus piestrādāt, lai optimālu attiecību atjaunotu. Augkopības atkritumu (salmu, lapu, lakstu u.c.) pievienošana biogāzes iekārtās lopkopības atkritumiem ir vēlama, jo palīdz uzlabot C:N attiecību, tos pievienojot putnu vai cūku ekskrementiem. Biogāzes iekārtās ir vēlams pārstrādāt arī visu bojāto augkopības produkciju, kas vairs nav izmantojama, piemēram, kartupeļus, skābbarību, bietes, salmus u.c. Biogāzes iznākums no augkopības atkritumiem ir parādīts 4. tabulā.

4. tabula

Biogāzes iznākums no augkopības atkritumiem

Nosaukums	CH ₄ , m ³ /kg SOV*	CH ₄ saturs, %
Skābbarības atkritumi	0.250	84.0
Salmi, garums līdz 30 mm	0.302	80.0
Salmi, garums 2 mm	0.344	81.0
Kartupeļu laksti	0.455	75.0
Cukurbiešu lapas	0.453	85.0
Zāle	0.468	84.0
Koku lapas	0.21-0.294	59.0
Kukurūzas stiebri	0.420	53.0
Kviešu salmi	0.342	58.0
Linu salmi	0.359	59.0
Tomātu atkritumi	0.750	59.0
Cūku mēsli + 25% kviešu salmi	0.400	60.3

* SOV – sausa organiska viela

Latvijā gadā iegūst aptuveni 1 milj. t graudaugu salmu un 150 tūkst.t kartupeļu lakstu. Ja pieņem, ka 10% no šī daudzuma varētu savākt un pārstrādāt biogāzes iekārtās, tad varētu iegūt aptuveni 28 milj.m³ un no citiem vēl 5 milj.m³, tātad kopā ap 33 milj.m³ gāzes. Ja salmus sadedzina tieši kurtuvēs, tad no augkopības varētu iegūt biogāzi tikai 7-10 milj.m³ gadā. Kopējais Latvijā iegūstamais biogāzes daudzums vērtējams ap 170 milj.m³, kas līdzvērtīgs 100 milj.m³ dabas gāzes (5. tabula).

5. tabula

Biogāzes resursu kopsavilkums

Nr. p. k.	Iegūšanas avots	Biogāzes daudzums, milj.m ³ /gadā
1.	Lauksaimniecības atkritumi	135.4
2.	Komunālās saimniecības notekūdeņi un atkritumi	20.8
3.	Pārtikas rūpniecības notekūdeņi	13.6
	Kopā:	169.8
	Kas ekvivalents dabas gāzei	130.1

Parasti biogāzi sadedzina ražošanas vietā kurtuvē siltuma un siltā ūdens ražošanai. Daļu siltā ūdens izmanto biogāzes ražošanā, lai uzturētu nepieciešamo darba temperatūru reaktorā. Vasaras periodā siltums parasti nav vajadzīgs un biogāzi ir lietderīgi izmantot iekšdedzes motoru darbināšanai elektrības ražošanai.

Gāzveida biodegvielas var ļoti viegli izmantot iekšdedzes motoros, tās ļoti labi sajaucas ar gaisu un līdz ar to pilnīgāk sadeg, to atgāzēs ir mazāk toksisko vielu, tās neatšķaida eļļu karterī un motoram ir labāka eļļošana iedarbināšanas periodā.

Svarīga gāzveida degvielu priekšrocība ir to spēja sasniegt augstu oktānskaitli. Augstais oktānskaitlis (biogāzei 120-125), ļauj izmantot motorus ar augstāku kompresijas pakāpi. Darbinot ar gāzi, kompresijas pakāpe ottomotoros var tikt paaugstināta līdz 10-12, bet dīzeļmotoros līdz 15-17.

Parasto dīzeļmotoru var pārkārtot darbam ar biogāzi vai kokgāzi divējādi:

- pielietojot dubultdegvielu sistēmu, kad apmēram 75% motora jaudas nodrošina deggāze, bet 25% dīzeļdegviela, kura šajā gadījumā darbojas kā pilotdegviela, nodrošinot maisījuma aizdedzināšanu;
- dīzeļmotoru pārveidojot par dzirksteles aizdedzes motoru, uzstādot tam elektronisko vai magnēto aizdedzes sistēmu – motors darbojas tikai ar deggāzes un gaisa maisījumu.

Degmaisījuma sagatavošanai abos gadījumos motoram uzstāda gāzjauci. Dubultdegvielu sistēmas priekšrocība ir tā, ka motors vienkārši pārkārtojams – jāuzstāda tikai gāzjaucis un dīzeļdegvielas padeves ierobežotājs ($\leq 25\%$). Vajadzības gadījumā motoru var darbināt arī tikai ar dīzeļdegvielu. Trūkumi – vajadzīga otra degviela, motors darbojas nestabili brīvgaistā ar maziem apgrīzieniem.

Dzirksteles aizdedzes priekšrocības ir tās, ka motors darbojas stabili visos režīmos un nav vajadzīga otra degviela. Trūkums – sarežģītāka un dārgāka motora pārbūve.

Gāzveida biodegvielas raksturojums, salīdzinājumā ar dīzeļdegvielu un benzīnu dots 6. tabulā.

6. tabula

Gāzveida un šķidro degvielu salīdzinājums

Degvielas tips	Tipisks sastāvs	Zemākā siltuma spēja		Stehiometriskā gaisa/degvielas attiecība	Maisījuma siltumspēja	Oktānskaitlis	Kritiskās robežvērtības sašķidrināšanai	
		MJ/m ³	MJ/kg				Temp., °C	Spiediens kg/cm ²
Biogāze	60% CH ₄ 4%CO ₂	21.6	17.8	5.72	3.21	>120	-36	76
Kokgāze	23%CO 18%H ₂ 10%CO ₂ 1%CH ₄	5.57	5.05	1.17	2.57	>100	-130	51
Metāns	CH ₄	35.9	50.1	9.53	3.41	115	-82.5	47
Sašķidrināta naftgāze	90%C ₃ H ₈ 10%C ₄ H ₁₀	93.5	46.1	-	3.68	112	90	44
Dīzeļdegviela	C ₁₆ H ₃₄	-	41.8	-	3.97	-	-	-
Benzīns	C ₈ H ₁₆	-	43.1	-	3.77	>90	296	24

Biogāze normālos apstākļos sastāv no apmēram 60% metāna CH₄ un 40% oglekļa dioksīda CO₂, un satur arī 0.1 % un vairāk (atkarībā no izmantotās izejvielas) sērūdeņradi H₂S. Pēdējais sadegšanas procesā veido sēra dioksīdu SO₂, kas veicina cauruļvadu, kurtuvju un motoru detaļu rūšēšanu. Tādēļ izmantošanai iekšdedzes motoros biogāze jāattīra no H₂S.

Sērūdeņradi no biogāzes var attīrīt, laižot biogāzi cauri ūdens dušai vai arī cauri tilpnei ar dzelzs oksīda skaidām.

Biogāzes siltumspēja ir 21.6 MJ/m^3 , bet tīra metāna – 35.9 MJ/m^3 (6. tab.) Tas nozīmē, ka biogāzes CO_2 enerģētiskais potenciāls palielinātos par 66%, ja no biogāzes atdalītu lieko balastu – ogļskābo gāzi. Pašreiz Zviedrijā ir izstrādātas un tiek izmēģinātas šādas iekārtas, kas sola plašākas iespējas biogāzes izmantošanai iekšdedzes motoros.

Metāns ir lēni degoša degviela, tādēļ lai iegūtu maksimālu jaudu un, novērstu izplūdes vārstu izdegšanu, motoram darbā ar biogāzi ir jāiestata agrāka aizdedze. Ja aizdedze ir par vēlu, metāna degšana turpinās vēl tad, kad izplūdes vārsti atveras un liesma plūst caur vārsta atveri. Rezultātā samazinās motora jauda un vārsti ātrāk izdeg.

Pateicoties metāna lēnai degšanai, iekšdedzes motors ar biogāzi vislabāk darbojas ar vidēju griešanās frekvenci un noslodzi tuvāku maksimālam griezes momentam. Šāds režīms īpaši piemērots motora darbam stacionārās koģenerācijas iekārtās vienlaicīgai elektrības un siltuma ražošanai. Šajā režīmā biogāzes motora jauda praktiski neatšķiras no tāda paša lieluma motora jaudas darbā ar dīzeļdegvielu līdzīgā griešanās frekvenču un slodzes režīmā. Turpretī maksimālās jaudas režīmā biogāzes motora jauda ir 85-90% no dīzeļmotora jaudas.

Dubultdegvielu sistēmā minimālais dīzeļdegvielas daudzums, kas jāiesmidzina cilindros, lai nodrošinātu stabilu aizdedzi ir atkarīgs no motora noslodzes. Pie 100% noslodzes un maksimālās jaudas, dīzeļdegvielu nepieciešams iesmidzināt cilindros 10% apjomā no kopējās degmaisiņuma sadegšanas enerģijas, turpretī pie motora 10% noslodzes, dīzeļdegviela veido 40% no kopējās enerģijas, kas attīstās abām degvielām sadegot cilindros. Tātad, lai ekonomētu dīzeļdegvielu, gāzmotoru ar dubultdegvielu sistēmu jācenšas ekspluatēt tuvu maksimālās slodzes režīmam.

Biogāzi var saspiest gāzes balonos līdz spiedienam 200 kg/cm^2 un izmantot spēkratos. Bet tas prasa īpaši iekārtotu kompresoru staciju, tādēļ nav ekonomiski izdevīgi.

Attiecībā uz atgāzu toksiskumu jāatzīmē, ka gadījumā, ja gāzmotors ir pareizi noregulēts, tad darbā ar biogāzi izdalās daudz mazāk ogļūdeņražu, oglekļa monoksīda un slāpekļa oksīdu nekā darbā ar benzīnu vai dīzeļdegvielu. Pie tam biogāzes izdalītie ogļūdeņraži ir ar mazāku aktivitāti smoga veidošanā nekā benzīna vai dīzeļmotoru izdalītie ogļūdeņraži. Šo priekšrocību dēļ ir radusies interese izmantot biogāzi kā degvielu pilsētu autobusos, kaut arī tas prasa ierīkot dārgas kompresoru stacijas biogāzes saspiešanai gāzbalonos līdz 20 MPa lielam spiedienam. Tā, piemēram, Zviedrijā jau vairāki desmiti autobusu darbojas ar saspiestu biogāzi.

7. tabula

Bioenerģētisko iekārtu celtniecības ekonomiskais efekts

N.p. k.	Nosaukums	Biogāzes daudzums, milj./m ³ gadā	Kapitālieguldījumi, iekārtu būvei, milj. Ls	Gada ekon.efekts, milj. Ls	Kapitālieguldījumu atmaksāšanās laiks, gadi
1.	Lauksaimniecības atkritumi	110	73	8.8	9
2.	Komunālās saimniecības notekūdeņi un atkritumi	20	12.2	3.1	4
3.	Pārtikas rūpniecības notekūdeņi tagad	4	4.3/7.7*		6-16/12-29*
	Perspektīvā	13.6	23.8/29.7		5-18/14-32

*Pirmais cipars norāda izdevumus, ja iekārtas ražotu Latvijā, otrs cipars – ar ārzemju iekārtām.

Biogāzes ražošana nav jāuzskata tikai kā enerģijas ieguves avots. Daudz lielāka nozīme ir ekoloģiskiem un dabas aizsardzības aspektiem, kurus naudas izteiksmē grūti novērtēt. Eksperimenti ir pierādījuši, ka izraudzētais substrāts ir daudz labāks mēslošanas līdzeklis un augiem tas labāk izmantojams nekā neraudzēti mēsli vai kompostētas augu atliekas.

Realizējot apakšprogrammas pasākumus, tiks atrisināta organisko atkritumu lietderīga izmantošana, iegūstot biogāzi. Biogāzes kā alternatīva enerģijas avota izmantošana dos iespēju samazināt fosilo enerģijas avotu izmantošanu. Liela nozīme būs ekoloģiskajam efektam, jo organiskie atkritumi turpmāk nepiesārņos apkārtējo vidi.

Secinājumi

1. Neskatoties uz Latvijā veiktiem biotehnoloģiskiem pētījumiem, biogāze Latvijā tiek iegūta maz.
2. Ārzemēs visplašāk biogāzes tehnoloģijas izmanto notekūdeņu attīrīšanai, lopkopības un sadzīves atkritumu organiskās masas utilizēšanai.
3. Tā kā biogāzes iegūšanā izmanto dažādus organiskos atkritumus, izejmateriāli ir lēti. Biogāzes pašizmaksu sadārdzina lielle kapitālieguldījumi un transporta izdevumi.
4. Izmantojot biogāzes tehnoloģiju, liela nozīme ir ekoloģiskiem aspektiem, kurus ne vienmēr var ietvert ekonomiskos aprēķinos.

Literatūra

1. L.Thyselivs. Biogas production from crops and agricultural wastes, handling of digester and residues and use as fertilizer. Proceedings of biogas conference in Riga. January 1994.
2. Jenbacher. Cogeneration with gas engines. Reference bulletin. Jenbadch 1997. 25 p.
3. David Fulferd. Running a biogas programme. A handbook. Intermediate Technology Publications. 1998. 197 p.
4. Dr.Rainer von Oheimb. Kosten landwirtschaftlicher Biogaserzeugung. Darmstadt 1992, 138 s.
5. Wu Libin. 2000 Years' Biogas Technology Development in China. Sustainable Energy News. 1993, p.9-10.
6. B.Frostell. International Approaches to biogas Technology. Proceedings of biogas conference in Riga. January 1994.
7. В.С.Дубровский, У. Э. Виестур. Метановое сбраживание сельскохозяйственных отходов. Рига, Зинатне, 1988, 204 с.

BIODEGVIELU IZMANTOŠANA TRAKTOROS, AUTOMOBĪĻOS UN KOĢENERĀCIJAS MOTORSTACIJĀS

Vilnis Gulbis, Gints Birzietis

LLU, Spēkratu institūts, Tehniskā fakultāte
J.Čakstes bulv. 5, Jelgava, LV-3001

Kopsavilkums. Rakstā analizēts stāvoklis un perspektīvas biodegvielu izmantošanā. Sniegts pārskats par pētījumiem, kas veikti Latvijas Lauksaimniecības universitātes Spēkratu institūtā par biodegvielu pielietojumu traktoros, automobiļos un mazas jaudas koģenerācijas motorstacijās. Dažāda tipa motori ir īslaicīgi izmēģināti darbā ar dažādām biodegvielām - etanolu, rapša eļļu, RME, REE un kokgāzi salīdzinājumā ar parastajām degvielām. Pētījumi parādīja, ka biodegvielas var efektīvi izmantot arī agrāka izlaiduma motoros. Biodegvielu izmantošana Latvijas apstākļos ne tikai samazinās valsts atkarību no degvielu importa un uzlabos ekoloģisko situāciju, bet nodrošinās arī efektīvu zemes izmantošanu un paaugstinās nodarbinātību lauku apvidos.

Atslēgas vārdi: biodegvielas, spēkrati, koģenerācija.

Ievads

Fosilo ogļūdeņražu degvielu limitētie resursi, ogļskābās gāzes uzkrāšanās atmosfērā, kas draud ar bīstamām klimata izmaiņām, gaisa kvalitātes pasliktināšanās lielpilsētās motoru izplūdes gāzu toksiskuma dēļ, kas apdraud cilvēku veselību, ir radījusi nepieciešamību daudz valstu valdībām un pētniekiem pievērsties biodegvielu pētīšanai, ražošanai un arvien plašākai lietošanai.

Latvijai šī problēma ir īpaši aktuāla, jo mums nav savu naftas vai dabasgāzes atradņu un mēs esam pilnībā atkarīgi no fosilo degvielu transporta. Toties mums ir visas iespējas, izmantojot Francijas, Vācijas, Austrijas, Itālijas u.c. valstu pieredzi, ražot motoru biodegvielas no atjaunojamām vietējām izejvielām, tajā skaitā no lauksaimniecības un mežsaimniecības atkritumiem. Biodegvielu izmantošana ne tikai samazinās valsts atkarību no degvielu importa, bet arī uzlabos ekoloģisko situāciju, samazinās gaisa piesārņojumu pilsētās, nodrošinās efektīvāku zemes izmantošanu, paaugstinās nodarbinātību lauku apvidos.

Biodegvielu ražošanas un izmantošanas tehnoloģijas pēdējo desmit gadu laikā ir strauji progresējušas un turpina attīstīties. Dažus biodegvielu veidus, kā piemēram, alkoholdegvielas un augu eļļu metilesterus (biodīzeļdegvielas) jau plaši izmanto komerciālā līmenī automobiļos. Pētījumi turpinās, lai samazinātu to ražošanas izmaksas un uzlabotu izmantošanas efektivitāti. Arvien plašāk sāk ieviest biodegvielas, ko iegūst no lignocelulozi saturošām izejvielām (koksnes, salmiem u.c. augu atliekām). Tās var būt gan cietās degvielas (šķelda, briketes, paletes), gan šķidrās degvielas (metanols, ātrās pirolīzes produkts - pirodīzeļdegviela), gan gāzveida degviela (kokgāze, biogāze). Šīs biodegvielas plaši izmanto modernās automatizētās katlumājās efektīvai siltumenerģijas ieguvei. Tās var izmantot arī koģenerācijas motorstacijās vienlaicīgai siltuma un elektrības ražošanai, kā primāro dzinēju pielietojot tvaikmašīnu, stirlingmotoru, tvaika turbīnu, gāzturbīnu vai gāzmotoru.

Pašreizējos apstākļos Latvijā ir reāli sākt izmantot etanola 5 % piedevu benzīnam (latols 005) automobiļu ottomotoros, rapša eļļas etilesteri (biodīzeļdegviela REE) automobiļu un traktoru dīzeļmotoros, tīru rapša jēleļļu speciāli pielāgotos dīzeļmotoros, biogāzi un kokgāzi stacionāros gāzmotoros izmantošanai koģenerācijas motorstacijās. Tālāk analizētas šo

biodegvielu izmantošanas iespējas, izmantojot citu autoru publicētos datus un mūsu pašu pētījumu rezultātus.

Etanols

Fermentēto etanolu (bioetanolu) arvien plašāk izmanto kā degvielu iekšdedzes motoros, galvenokārt maisījumos ar benzīnu, tā labvēlīgās ietekmes dēļ uz vidi un arī uz motoru. Pateicoties zinātnieku pūlēm un daudzu valdību atbalsta politikai, etanola nozīmi beidzot ir sapratušas arī degvielu ražotājas un izplatītājas firmas. Līdz ar to skābekļoto benzīnu īpatsvars pasaules degvielu tirgū strauji pieaug. ASV ražo etanolu 4,5 milj. m³ gadā (G.Berna, 1998) un izmanto galvenokārt kā 10 % piedevu benzīnam (gazohols). Gazohola lietošana motoros samazina CO emisiju par 30 % un HC emisiju par 15%. Brazīlijā 4 milj. automobiļu brauc tikai ar etanolu un vēl 5 milj. automobiļu ar 22% etanola un benzīna maisījumu. No Eiropas valstīm etanolu kā motordegvielu visplašāk izmanto Francijā. Mūsu kaimiņvalstī Igaunijā 1999. gada rudenī firma *Alexela Oil* kopā ar spirta rūpnīcu *Remedia* uzsākusi skābekļota benzīna ar 8 % spirta piejaukumu ražošanu un izplatīšanu degvielas tirgū (B.Donald, 1999).

Vērtējot pēc fizikālajām īpašībām (1. tab.), etanols ir piemērotāks lietošanai ottomotoros, bet, izmantojot dažas speciālas metodes, to var lietot arī dīzeļmotoros.

1. tabula

Etanola un benzīna fizikālās īpašības

Rādītāji	Etanols	ETBE	Benzīns
Masas siltumspēja, MJ/kg	26,6	36,3	43,8
Tilpuma siltumspēja, MJ/l	21,0	26,9	32,0 - 33,7
Blīvums, g/cm ³	0,794	0,740	0,73 - 0,77
Oktānskaitlis (pētniecības metode)	106 - 111	116 - 120	79 - 98
Oktānskaitlis (motora metode)	89 - 100	98 - 104	71 - 90

Iekšdedzes motoros izmanto:

- ♦ tīru etanolu, t.i., etanols nav sajaukts ar benzīnu vai dīzeļdegvielu - modificētiem motoriem;
- ♦ etanola maisījumus ar benzīnu - ottomotoriem;
- ♦ etanola ar dīzeļdegvielas fumigāciju - dīzeļmotoriem;
- ♦ etanola savienojumu ar butilēnu - ETBE maisījumos ar benzīnu vai dīzeļdegvielu - dažādiem motoriem.

Tīra etanola siltumspēja ir par 39 % zemāka kā benzīnam (1. tab.), tādēļ degvielas patēriņš ir lielāks. Tādēļ tīra etanola motorus patreiz izmanto tikai tur, kur ir lēts etanols, piemēram, Brazīlijā, kur etanolu ražo no cukurbietēm. Bez tam tīrs etanols graujoši iedarbojas uz gumijas degvielas vadiem u.c. detaļām. Šo iemeslu dēļ, izmantojot tīru etanolu, motors ir jāmodificē - jāpaaugstina kompresijas pakāpe, jānomaina gumijas blīvgredzeni un degvielas vadi, jāpalielina karburatora žikleru caurplūde, jāuzstāda nerūsoša tērauda lielāka tilpuma degvielas tvertne. Ir firmas, kas ražo speciālus tīra etanola automobiļus, piemēram, *Volkswagen* ražo modeli *VW-Eco* Brazīlijai.

Etanola maisījumi ar benzīnu (etanola saturs līdz 22 %) ir līdz šim visplašāk lietotais etanoldegvielas izmantošanas veids. Tas neprasa motora modificēšanu un izmantotams jebkura benzīna motorā. Maisījumu ar 5% etanola lieto Francijā, 5,5 % - Zviedrijā, 10 % - ASV un Kanādā, 22 % - Brazīlijā. Pēdējos gados ASV parādījusies biodegviela E-85, kas ir

85 % denaturēta etanola un 15 % oglekļaūdeņražu maisījums (*N. Brinkman et. al.*, 1998). To lieto īpašos maināmas degvielas automobiļos.

Etanola pielietošana dīzeļmotoros ir sarežģītāka nekā benzīna motoros, jo etanola un dīzeļdegvielas īpašības ir atšķirīgas. Problēma ir kā kontrolēt etanola un dīzeļdegvielas proporcijas maisījumā un iesmidzināšanas leņķi, lai novērstu detonācijas. Viena no metodēm dīzeļmotora darbināšanai ar etanolu ir dīzeļdegvielas un etanola mehāniska jaukšana vai emulgēšana, nodrošinot sajauktās degvielas nepārtrauktu padevi motorā. Maisījumu sagatavo tādejādi, ka tas paliek stabils līdz iesmidzināšanai cilindrā. Etanola fumigācijas gadījumā etanols kā degvielas daļa tiek padots motorā caur gaisa ieplūdes traktu. Dīzeļdegviela motora cilindros tiek padota tradicionālā veidā. Emulgēšana un fumigācija ir relatīvi vienkāršas metodes, kas ļauj pielietot zemākas kvalitātes (ar lielāku ūdens saturu) etanolu, bez ievērojamas motora pārveidošanas.

Dīzeļmotoru aprīkojot ar dubultsprauslu iesmidzināšanas sistēmu, nodrošina gan etanola, gan dīzeļdegvielas tiešu iesmidzināšanu sadegšanas kamerā (*N. Noguchi et. al.*, 1994).

Pētījumi rāda, ka, autobusu dīzeļmotorus pārkārtojot darbam ar etanolu (95 % etanola un 5 % benzīna maisījums), CO saturs gāzēs samazinās par 65 %, HC - par 45 %, NO_x - par 40 % un kvēpu saturs par 80 % salīdzinājumā ar tīru dīzeļdegvielu.

Jau 1996. gada beigās 15 Zviedrijas pilsētās kopumā 280 autobusi izmantoja degvielu ar 95 % etanola un aizdedzi uzlabojošām piedevām. Notiek izmēģinājumi *Volvo* kravas automobiļiem, kas nodrošina pilsētu atkritumu savākšanu.

Pēdējos gados etanola autobusu ražošanā ir iesaistījušies arī automobiļu ražotāji. Piemēram, kompānija "*Scania*" ir pārdevusi 400 etanola degvielas autobusus Zviedrijas sabiedriskā transporta kompānijām, no kuriem 50 ir pārdoti 1998. gadā.

Etanola lietošana ETBE ražošanā ir viens no perspektīvākajiem etanoldegvielu izmantošanas veidiem. ETBE (etiltrešbutilēsteri) iegūst katalītiskā krekinga reakcijā no 50 % etanola un 50 % butilēna. ETBE ir augsti kvalitatīva degviela ar oktānskaitli 120. To arvien plašāk izmanto Francijā un ASV galvenokārt kā 15 % piemaisījumu benzīnam.

Pētījumus par etanola lietošanu dzirksteles aizdedzes motoros LLU veicis Dr. G. Birzietis laikā no 1995. līdz 1998. gadam (*G. Birzietis*, 1997). Motora stenda izmēģinājumos izmantoti dažādi maisījumi (Latols 10, Latols 20, attiecīgi 10% un 20% spirta maisījums ar benzīniem A-76, Ai-93, A-95E). Maisījumos izmantots degols (dedzināmais spirts), kas iegūts LLU laboratorijā pēc Dr. G. Brēmera tehnoloģijas (*G. Brēmers u.c.*, 1996). Pēc pētnieciskās metodes noteiktie oktānskaitļi (1. att.) parāda, ka benzīnam ar zemāku oktānskaitli (A-76) degola piedevas radītais oktānskaitļa pieaugums ir ievērojami straujāks un sastāda 6 vienības uz katriem 10 procentiem pievienotā degola. Augstāka oktānskaitļa benzīniem (Ai-93, Ai-95E) oktānskaitļa pieaugums ir aptuveni 2 reizes mazāks un sastāda aptuveni 3 vienības uz katriem 10 procentiem pievienotā degola.

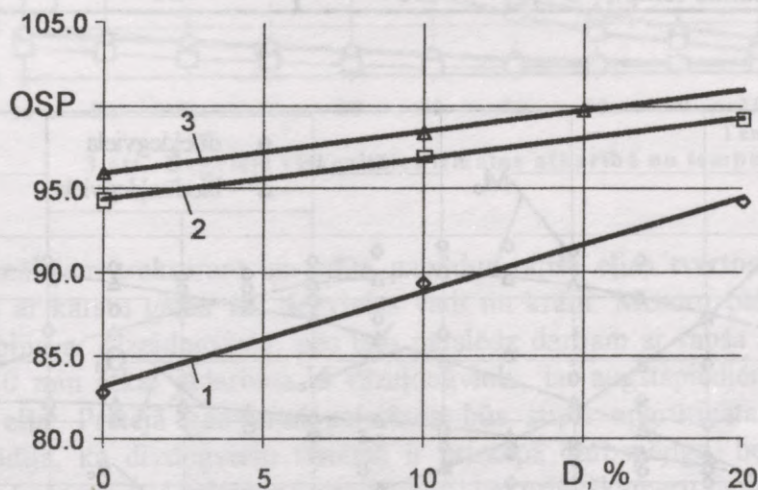
Pievienojot A-76 markas benzīnam 20 procentus degola iegūtās maisījuma degvielas noturība pret detonāciju praktiski atbilst Ai-93 markas benzīna prasībām. Tādējādi šāda sastāva maisījumus būtu iespējams pielietot motoros, kuri paredzēti darbam ar Ai-93 markas benzīnu.

Motoru darbinot ar maisījumu degvielām, kuru sastāvā ietilpst līdz 20 % degola, motora jauda palielinās līdz 3 %. Tāpat līdzīgi izmainās arī griezes moments. Savukārt īpatnējais degvielas patēriņš motoram darbojoties ar maisījuma degvielām ir par 2 – 6 % mazāks. Motoru darbinot ar maisījuma degvielām būtiski samazinās CO saturs motora atgāzēs. Maisījums ar 10 % degola izraisa CO daudzuma samazinājumu par aptuveni 15 %, bet maisījumi ar 20 % degola - par aptuveni 30 %. Mazu apgriezienu diapazonā darbā ar maisījumu degvielām, samazinās par HC daudzums motora atgāzēs.

Pievienojot A-76 markas benzīnam 20 procentus degola iegūtās maisījuma degvielas noturība pret detonāciju praktiski atbilst Ai-93 markas benzīna prasībām. Tādējādi šāda

sastāva maisījumus būtu iespējams pielietot motoros, kuri paredzēti darbam ar Ai-93 markas benzīnu.

Motoru darbinot ar maisījumu degvielām, kuru sastāvā ietilpst līdz 20 % degola, motora jauda palielinās līdz 3 %. Tāpat līdzīgi izmainās arī griezes moments. Savukārt īpatnējais degvielas patēriņš motoram darbojoties ar maisījuma degvielām ir par 2 – 6 % mazāks. Motoru darbinot ar maisījuma degvielām būtiski samazinās CO saturs motora atgāzēs. Maisījums ar 10 % degola izraisa CO daudzuma samazinājumu par aptuveni 15 %, bet maisījumi ar 20 % degola - par aptuveni 30 %. Mazu apgriezienu diapazonā darbā ar maisījumu degvielām, samazinās par HC daudzums motora atgāzēs.



1. att. Oktānskaitļa (pētniecības metode OSP) izmaiņa atkarībā no pievienotā degola D daudzuma dažādas markas benzīniem: 1 - A-76, 2 - Ai-93, 3 - Ai-95E.

Biodīzeļdegviela

Vairākās Eiropas valstīs jau plaši pielieto biodīzeļdegvielu RME (rapša eļļas metilesteri). Vistālāk biodīzeļdegvielas pielietošanā ir tikusi Francija, kur valdība ir panākusi vienošanos ar naftas kompānijām par to, ka praktiski visa Francijā pārdotā dīzeļmotoru degviela ir parastās dīzeļdegvielas un līdz 5% RME maisījums (F. Staat, L. Chatin, 1996). Bez tam vairāk kā 5000 automobiļu, galvenokārt pilsētās, darbojas ar 30% RME un dīzeļdegvielas maisījumu. Šīs programmas nodrošināšanai Francijā 1996.g. ražoja RME 300000 tonnas gadā. Biodīzeļa ražošana un pielietošana ir attīstīta arī Vācijā, Itālijā, Austrijā u.c.

RME pēc savām fizikālajām īpašībām ir ļoti tuvs parastajai dīzeļdegvielai (2. tab.), tādēļ to var lietot jebkuras proporcijas maisījumos ar dīzeļdegvielu un arī tīrā veidā (100 % RME). Vairums traktoru ražotāju jaunāko modeļu traktoru instrukcijās norāda, ka RME var lietot bez ierobežojumiem, ja vien tas atbilst Austrijas standartam ÖNORM C1191.

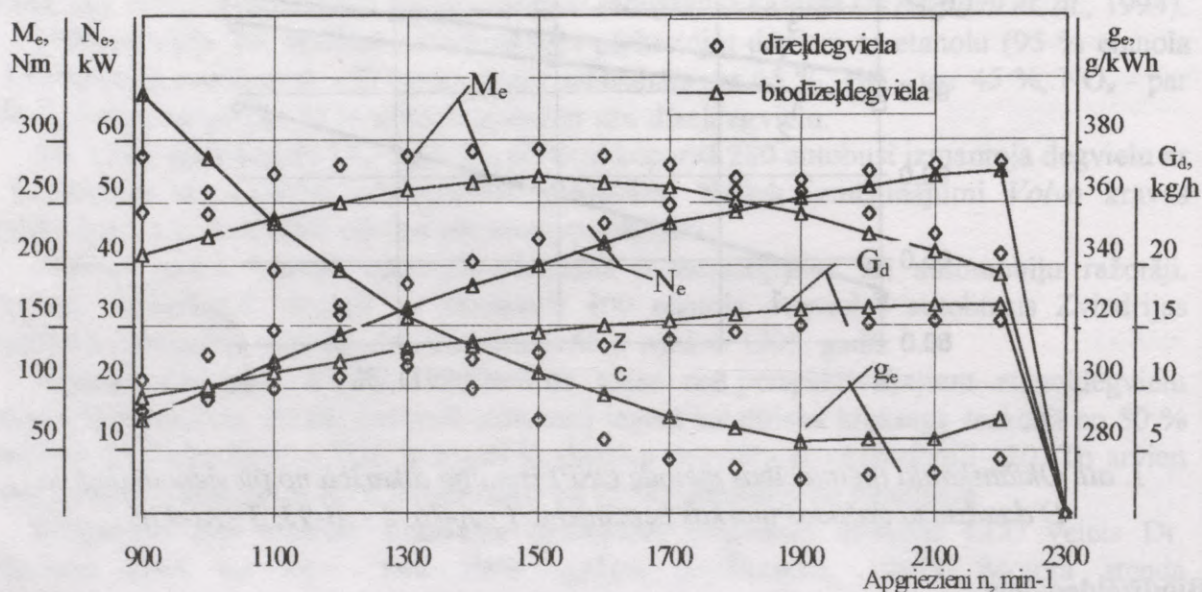
LLU Spēkratu institūta motoru izmēģinājumu laboratorijā tika veikti 58 kW četrcilindru dīzeļmotora D-240 īslaicīgi stenda izmēģinājumi darbā ar parasto dīzeļdegvielu un ar 100% RME. Izmēģinājumi parādīja, ka darbā ar RME efektīvā jauda N_e un griezes moments M_e par 5...8 % samazinās, bet degvielas masas patēriņš G_d un īpatpatēriņš g_e par 6...12 % pieaug (2. att.).

Nominālās slodzes režīmā, pie frekvences 2100 min^{-1} , darbā ar dīzeļdegvielu un ar RME (iekavās), motors uzrādīja šādus parametrus: $N_e=56,5$ (53,3) kW; $M_e=223$ (210) Nm; $G_d=15,6$ (16,6) kg/h; $g_e=268$ (282) g/kWh.

2.tabula

Rapša eļļas, biodīzeļdegvielas RME un parastās dīzeļdegvielas fizikālo īpašību salīdzinājums

Rādītāji	Rapša eļļa	Biodīzeļdegviela RME	Parastā dīzeļdegviela
Masas siltumspēja, MJ/kg	37,4	37,7	42,1
Tilpuma siltumspēja, MJ/l	34,3	33,2	33,4
Blīvums pie 20 °C, g/cm ³	0,916	0,884	0,835
Cetānskaitlis	31,8	49...52,5	48...51,5
Viskozitāte pie 20 °C, mm ² /s	77,0	7,5	4,2
Zemākā filtrēšanas temp., °C	-15	+20	-18

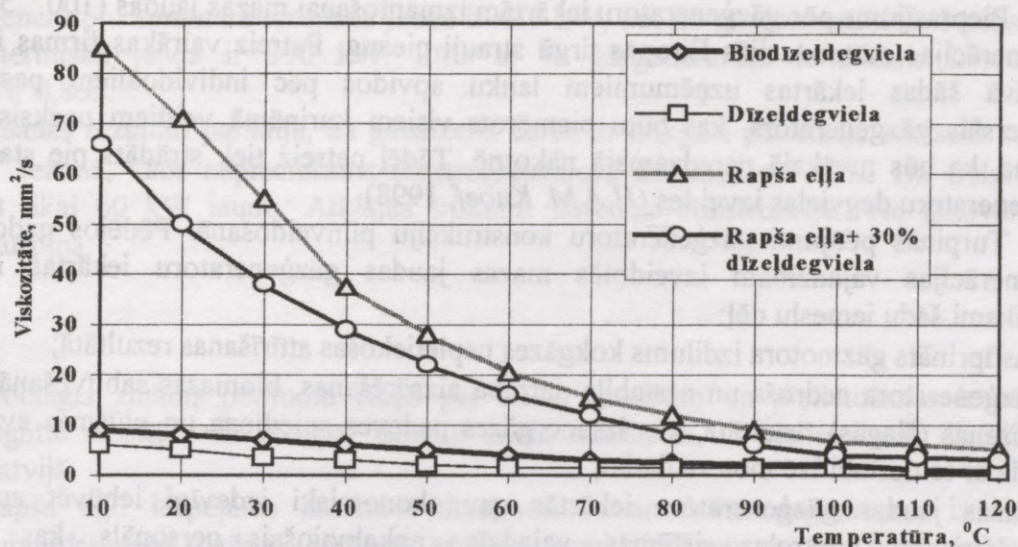


2.att. Dīzeļmotora D-240 ātruma raksturlielnes darbā ar parasto dīzeļdegvielu un ar biodīzeļdegvielu

Neliela apjoma motora stenda izmēģinājumi tika veikti arī ar biodīzeļdegvielu REE (rapša eļļas etilesteri), kuru pagatavoja RTU ķīmijas tehnoloģijas fakultātē pēc prof. Dr. E.Gudrinieces izstrādātās tehnoloģijas (M.Beķers, E.Gudriniece u.c., 1998). Mēģinājumu rezultāti bija praktiski analogi aplūkotajiem rezultātiem izmēģinājumos ar RME. Biodegvielu apjomi bija par mazu, lai pilnībā veiktu izmēģinājumu programmu. Patreiz LLU motoru izmēģinājumu laboratorijā tiek veidotas nelielas eksperimentālas un demonstrēšanas biodegvielu ražotnes. Paredzēts iegūt absolūto dedzināmo spirtu (degolu) un biodīzeļdegvielu REE turpmāko eksperimentu vajadzībām un tehnoloģiju demonstrēšanai studijām.

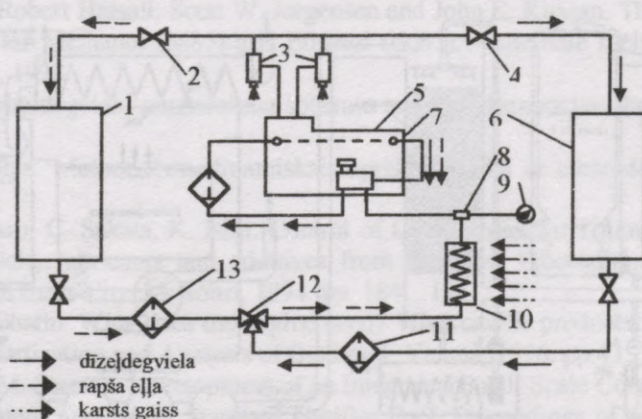
Tika veikti arī mēģinājumi izmantojot traktora dīzeļmotorā tīru rapša eļļu, kas iegūta ar aukstās presēšanas metodi un nostādināta. Pieaugot temperatūrai, eļļas viskozitāte strauji samazinās pēc paraboliskas līknes (3. att.). Pie 20 °C eļļas viskozitāte ir 72 mm²/s, bet sasilstot līdz 80 °C, viskozitāte samazinās līdz 11,5 mm²/s, bet, ja rapša eļļai piejauc 30 % dīzeļdegvielu, viskozitāte nokrīt līdz 6,5 mm²/s (3. att.). Ar šādu viskozitāti eļļu var iesmidzināt motora cilindros, ja motoram ir dalītā degšanas kamera, t.i., virpuļkamera vai priekškamera.

Eksperimenta vajadzībām motora D-21 standarta sprauslu vietā ievietojam speciāli izgatavotas priekškameras, kurās savukārt ieskrūvējam mazāka izmēra firmas BOSCH sprauslas.



3.att. Degvielu viskozitātes izmaiņa atkarībā no temperatūras

Eksperimentālajam traktoram uzstādīta papildus rapša eļļas tvertne 1 (4. att.), ierīce eļļas uzsildīšanai ar karstu gaisu 10, degvielas vadi un krāni. Motoru palaiž un līdz 80 °C temperatūrai darbina ar dīzeļdegvielu, pēc tam pārslēdz darbam ar rapša eļļu. Darba dienas beigās traktors 10 min atkal jādarbina ar dīzeļdegvielu, lai augstspiediena sūknī un vados nepaliktu rapša eļļa. Pretējā gadījumā palaišana būs stipri apgrūtināta vai neiespējama. Mēģinājumi parādīja, ka divdegvielu sistēma ir principā darbaspējīga, bet to var izmantot vecāka izlaiduma traktoriem, kuriem ir virpuļkameru vai priekškameru motori. Mūsu variantā, izveidojot papildus priekškameru, tika samazināta motora kompresijas pakāpe un līdz ar to samazinājās jauda, kas neattaisnojās.



4. att. Eksperimentālā dīzeļmotora (D-21) dubultās barošanas sistēmas shēma:
 1 – rapša eļļas tvertne; 2; 4 – krāni; 3 – sprauslas; 5 – degvielas augstspiediena sūknis;
 6 – dīzeļdegvielas tvertne; 7 – zemspiediena sūknis; 8 – temperatūras devējs; 9 – distances
 termometri; 10 – radiators; 11; 13 – degvielas filtri – nosēdtrauki; 12 – trīskanālu krāns.

Kokgāze

Koksnes biomasas gazificēšanas tehnoloģija zināma jau sen un līdz piecdesmitajiem gadiem to plaši izmantoja spēkratos un stacionārās iekārtās. Kokgāzes ieguve un izmantošana atkal kļuvusi aktuāla, sakarā ar koģenerācijas motorstaciju attīstību (V. Gulbis u.c., 1999).

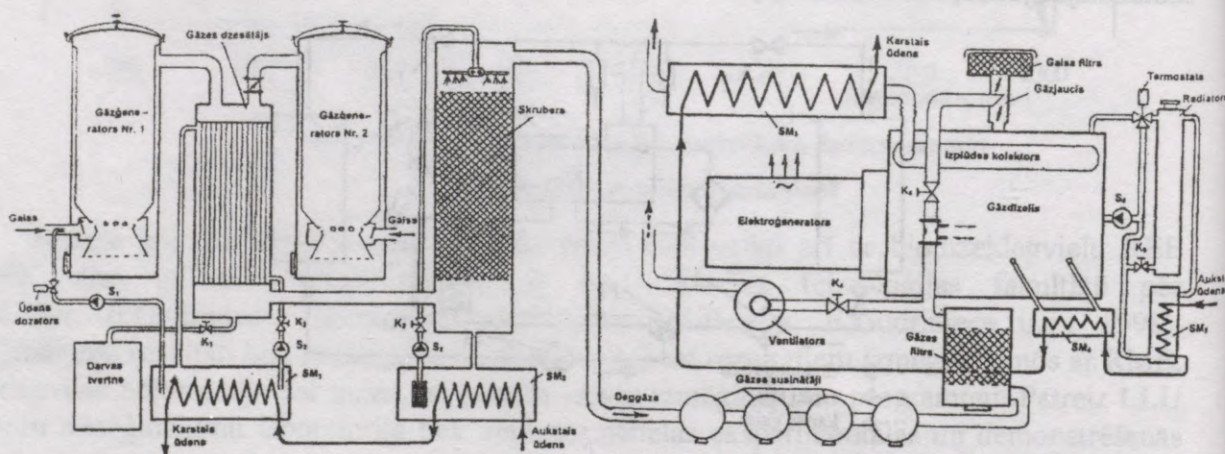
Pieprasījums pēc gāzģeneratoru iekārtām izmantošanai mazas jaudas (100...500 kW el.) koģenerācijas motorstacijās Eiropas tirgū strauji pieaug. Patreiz vairākas firmas izstrādā un piedāvā šādas iekārtas uzņēmumiem lauku apvidos pēc individuāliem pasūtījumiem. Universāls gāzģenerators, kas būtu piemērots visiem kurināmā veidiem neeksistē un maz ticams, ka būs tuvākajā paredzamajā nākotnē. Tādēļ patreiz tiek strādāts pie standartizētas gāzģeneratoru degvielas izveides (H.A.M. Knoef, 1998).

Turpinās pētījumi gāzģeneratoru konstrukciju pilnveidošanā. Pēdējos gados daudzas koģenerācijas vajadzībām izveidotās mazas jaudas gāzģeneratoru iekārtas ir cietušas neveiksmi šādu iemeslu dēļ:

- ⇒ pastiprināts gāzģeneratora izdilums kokgāzes nepietiekošas attīrīšanas rezultātā;
- ⇒ gāzģeneratora nedroša un nestabila darbība aizsērēšanas, biomasas sablīvēšanās un pelnu kušanas (šlagas) rezultātā, kas izsauc gāzes padeves spiediena un plūsmas svārstības un līdz ar to destabilizē motora darbu;
- ⇒ mazas jaudas gāzģeneratoru iekārtās nav ekonomiski izdevīgi iebūvēt automātiskās vadības un kontroles sistēmas, vajadzīgs apkalpojošais personāls, kas sadārdzina ekspluatāciju.

Pēdējos gados, attīstoties automobiļu elektronikai, kļuvuši pieejami dažādi sensori, elektroniskie vadības bloki un kontroles ierīces, kurus var izmantot arī nelielas gāzģeneratora - gāzģeneratora sistēmas kontrolei un vadībai.

Nemot vērā minētos apsvērumus, Spēkratu institūtā izveidota eksperimentāla, ar kokgāzi darbināma koģenerācijas motorstacija (5. att.) uz lietotas 100 kW dīzeļelektrostācijas bāzes. Izvēlēts lejupdedzes gāzģeneratora tips, kas dod iespēju iegūt samērā tīru un sausu gāzi, ko var izmantot iekšdedzes motorā bez sarežģītas un ietilpīgas gāzes attīrīšanas sistēmas izveides; kurināmo var iepildīt caur lūku procesa laikā, nav nepieciešama sarežģīta kurināmā padeves sistēma ar gaisa gāzes pretvārstu un slūžām.



5.att. Koksnes biomasas pārgāzēšanas iekārtas un ar kokgāzi darbināmas koģenerācijas motorstācijas principiālā shēma

Dīzeļmotors pārbūvēts darbam ar dubultdegvielu gāzdīzeļa režīmā, atstājot dīzeļdegvielu kā pilotdegvielu maisījuma aizdedzināšanai ar padevi 15...20 % no nominālās. Gaisa padeve samazināta par 40 % un cilindros iesūc gaisa kokgāzes maisījumu. Nepieciešamais gāzes daudzums $196 \text{ m}^3/\text{h}$, koksnes patēriņš 85 kg/h , kokgāzes siltumspēja $5,25 \text{ MJ/m}^3$.

Gāzģeneratoru summārā termiskā jauda ir 428 kW, bet no gāzģeneratoriem izplūstošās kokgāzes termiskā jauda ir 370 kW. Līdz ar to gāzģeneratoru termiskais lietderības koeficients ir 0,865.

Testēšanas rezultāti parādīja, ka gāzdīzelis darbā ar kokgāzi patreizējā variantā stabilā 1500 min⁻¹ režīmā, kāds nepieciešams elektroģeneratora darbināšanai 50±2 Hz frekvencē, spēj attīstīt tikai 60 kW jaudu. Atklājās trūkumi sistēmas konstrukcijā. Tie jānovērš un pētījumi jāturpina.

Slēdzieni

1. Nobeigts zināms pētījumu etaps par latolu īpašībām un pielietošanas iespējām. Iegūtie rezultāti var būt par pamatu latola ražošanas un pielietošanas uzsākšanai Latvijā.
2. Rapša eļļu iespējams izmantot dīzeļmotoros ar dalīto degkameru, izveidojot dubultdegvielu sistēmu. Motoros ar tiešo iesmidzināšanu var bez ierobežojumiem pielietot biodīzeļdegvielu RME vai REE.
3. Eksperimentālās ar kokgāzi darbināmās koģenerācijas motorstacijas testēšanas rezultāti var būt par pamatu konstrukcijas tālākai pilnveidošanai un motorstacijas izveidei, ražošanas apstākļos kādā lauku uzņēmumā.

Literatūra

1. Brooke Donald. New green fuel introduced in Estonia. –The Baltic Times. Vol.4, №178. 1999.
2. Giovanni Berna. Integrated biomass system –a proposal for the implementation of medium –sized centres for production of electricity and heat from agroforestry and agroindustrial products. –European Commission, EUR 17541, Luxembourg, Office of Official Publications of the European Communities, 1998.
3. Norman Brinkman, Robert Halsall, Scott W. Jorgensen and John E. Kirwan. The Development of Improved Fuel Specifications for Methanol (M85) and Ethanol (Ed85). –Alternate fuels: A decade of Success and Promise. SAS, USA, 1998.
4. Gints Birzietis, Alkoholdegvielu izmantošana spēkratu motoros. Promocijas darbs Dr. ing. grāda iegūšanai, Jelgava 1998.
5. G. Birzietis, V. Gulbis. Motora termodinamiskais aprēķins darbā ar etanoldegvielām. LLU Raksti №13 (290), Jelgava 1998.
6. N. Noguchi, H. Teraro, C. Sakata, K. Ishii. Control of Diesel Injection Timing on Dual-Fuel Engine with Alcohol. –Liquid fuels, lubricants and additives from biomass. Proceedings of an Alternative Energy Conference, ASAE, Kansas City, Missouri, 1994. pp. 184...191.
7. Frederic Staat, Luc Chatin. What does the engine need? What can be produced economically? International Conference on Standartization and Analysis of Biodiesel, Vienna, 1996. pp.43...51.
8. H.A.M. Knoef, H.E.M. Stassen. Development of an Integrated Small Scale Combined heat and Power Fixed bed Gasification System Fuelled by Standard Gasifier Fuel. Proceedings of the International Conference. Commission of the European Communities, C.A.R.M.E.N., Würzburg, Germany, 1998. pp.1612...1615.
9. Z. Łukasik. Diesel Fuel Containing 20% of Rapeseed Oil Methyl Ester (RME) Trials on the Engine Tests Beds. Proceedings of the International Conference. Commission of the European Communities, C.A.R.M.E.N., Würzburg, Germany, 1998. pp. 525...527.
10. G.Brēmers, V.Gulbis, E.Jurēvics. Application Alcohol technology for fuel production. Proceedings of international Conference, Kaunas Technological University, 1996.
11. M.Bekers, E.Gudriniece, G.Telysheva, U.Viesturs, J.Zandersons, G.Bremers. The Biofuel Programme in Latvia: Experimental Background and implementation issues. –Biomass for Energy and Industry. Proceedings of the International Conference, Würzburg, Germany, 1998. pp. 1271...1273.
12. V.Gulbis, G.Burks, J.Plucis, Koksnes biomasas gazificēšanas sistēma mazas jaudas koģenerācijas motorstacijā. –Vide. Tehnoloģija. Resursi., II Starptautiskās zinātniski praktiskās konferences materiāli, Rēzekne, 1999.

BIODEGVIELAS RAŽOŠANAS EKONOMISKIE ASPEKTI

Aleksejs Daņilēvičs

LU Mikrobioloģijas un biotehnoloģijas institūts
Kronvalda bulvāris 4, LV-1586

Kopsavilkums. Galvenais alkoholdegvielu pielietošanu spēkratu dzinējos kavējošs faktors ir tas, ka biodegvielu cena iznāk augstāka par benzīna un dīzeļdegvielas cenu. Vienkāršākā valdības atbalsta forma biodegvielas plašai izmantošanai ir akcīzes nodokļa lieluma regulēšana. Dots priekšlikums par akcīzes nodokļa lielumu un noteiktas apskābekļota benzīna Ai-95 mazumtirdzniecības cenas. Šī priekšlikuma realizēšanas gadījumā Valsts budžeta ienākumi no akcīzes nodokļa uz motoru degvielu nesamazināsies, apskābekļotais benzīns kļūs lētāks par benzīnu, bet motoru degviela kopumā kļūs dārgāka par 0.4-2.2% (0.2-1.9 sant/l). Šis pieaugums ir zemāks vai līdzīgs inflācijas tempam.

Atslēgas vārdi: biodegviela, pašizmaksa, akcīzes nodoklis.

Transporta degvielas patēriņš Latvijas tautsaimniecībā prognozēts Nacionālās enerģētikas attīstības programmā (6). Šīs degvielas vietā, izmantojot ar etanolu apskābekļotu benzīnu - "Latolu-005" un no rapša sēklu eļļas un etanola darināto biodegvielu, dīzeļmotoriem būs vajadzīgs degvielas etanols. Orientējoties uz benzīna aizstāšanu ar "Latolu-005", kā arī uz 40% laukiem vajadzīgas dīzeļdegvielas aizvietošanu ar biodegvielu dīzeļdzinējiem, aprēķināts pieprasījums pēc degvielas etanola. Aprēķina rezultāti uzrādīti 1. tabulā.

1. tabula.

Pieprasījums pēc degvielas etanola. Prognoze.

Gadi	Pieprasījums pēc degvielas etanola					
	Kopā		Latola-005 ražošanai		Biodīzeļa ražošanai	
	tūkst. m ³	tūkst. t	tūkst. m ³	tūkst. t	tūkst. m ³	tūkst. t
2002	28.00	22.10	24.02	18.96	3.98	3.14
2005	47.60	37.57	41.63	32.86	5.97	4.71
2010	57.20	45.15	45.66	36.04	11.54	9.11

Aizvietojozt naftas izcelsmes degvielas ar biodegvielu rodas vairāki apstākļi, kas kavē biodegvielas realizāciju (9).

1. Ekonomiskie: biodegvielu izejmateriālu cenas ir samērā augstas, bet naftas izcelsmes degvielu cenas zemas. Tā rezultātā biodegviela iznāk dārgāka par tradicionālo degvielu.
2. Tirgus: nav izstrādāta biodegvielas ilgtermiņa tirgus koncepcija un stratēģija.
3. Likumdošanas: nav izstrādāti un ieviesti pasākumi, kas stimulētu biodegvielas plašu lietojumu, proti tādi, kas dotu iespēju gūt peļņu ražotājiem un pircējiem rastu iespēju ietaupīt. Nav ilgtermiņa likumdošanas aktu.
4. Organizatoriskie: nav koordinācijas un informācijas starp zemkopjiem, pārstrādātājiem un lietotājiem.
5. Lauksaimnieciskie: nav attiecīgu zemnieku atbalstošo plānu.
6. Informācijas: nav demonstrācijas iekārtu biodegvielu ražošanai, nav uzņēmēju un sabiedrības sistemātiskas informācijas biodegvielu problēmās un to risinājumos.

Visgrūtāk pārvaramie ir ekonomiskie šķēršļi, jo tie saistīti ar lieliem ražošanas izdevumiem zemkopībā, un grūti paredzēt, ka tie būtiski samazinātos tuvākā nākotnē. Tādēļ te neiztikt bez stimulējošiem pasākumiem, kas prasa attiecīgus likumdošanas aktus un biodegvielu tirgus stratēģijas pasākumus.

Lai pārvarētu ekonomiskos un finansiālos šķēršļus biodegvielu ražošanai un lietošanai ASV, Eiropas Savienības dalībvalstīs u.c. izmanto dažādus paņēmienus (4,7,9,10). Tomēr galvenais ir izveidot varas iestāžu darbiniekos, uzņēmējos un lietotājos apziņu, ka etanols ir ekonomikai ļoti nozīmīga viela, jo šis produkts palielina valsts enerģētikas drošību, realizē vajadzību pēc zemkopības produkcijas lielākā noieta un uzlabo gaisa kvalitāti. Paužot šādus uzskatus par etanolu, ASV Federālā valdība ir devusi reālu atbalstu degvielas etanolam ar

- tīra gaisa akta labojumiem, kas nosaka noteiktu skābekļa saturu degvielā;
- stingrākām normām motoru izplūdes gāzu sastāvam;
- ieviesti degvielas etanola nodokļu atvieglojumiem no pilnīgas gazohola atbrīvošanas no akcīzes nodokļa (AN) šī maisījuma izmantošanas sākuma gados (no 1978. līdz 80-to gadu sākumam) līdz visai pieticīgam AN šobrīd (0.054 USD par galonu).

ASV nodokļu politika attiecībā uz produktiem ar degvielas etanolu un to derivātiem neaprobežojas tikai ar AN samazināšanu vai tā iekasēšanas atvieglinājumiem (nodokļu kredīti u.tml.). ASV Enerģijas Departaments un ASV Lauksaimniecības Departaments vēl nesen garantēja investīciju nodokļu kredītus un deva aizdevumu garantijas etanola rūpnīcu celtniecības projektiem. ASV 15 pavalstīs pastāv savas, tādas vai citādas atvieglojumu formas degvielas etanola ražošanai vai pārdošanai (4,10). Šie atvieglojumi paredz dažādus nodokļu kredītus, atbrīvojumu no akcīzes nodokļa vai tiešās dotācijas ražotājiem.

Biodegvielas ražošanas un realizācijas atbrīvošanu no nodokļiem (daļēju vai pilnīgu) lieto arī Francijā, Vācijā (biodīzelim), Itālijā (pastāv kvotas), Austrijā (mazā mērā), Nīderlandē (biodegvielai, importētai no Vācijas) (9).

Minēto valdību nodokļu politika attiecībā uz biodegvielu vērsta uz to, lai padarītu biodegvielu konkurētspējīgu ar naftas izcelsmes degvielu un nodrošinātu biodegvielas realizēšanas iespējas degvielas tirgū. Sabiedrības izdevumus biodegvielas ražošanas un lietošanas stimulēšanai var uzskatīt par maksu tā kaitējuma novēršanai, ko izraisa naftas izcelsmes degviela. Visvienkāršākā valsts atbalsta forma biodegvielas lietošanas stimulēšanai ir akcīzes nodoklis. AN degvielai ir katras valsts ievērojams budžeta ienākumu postenis. AN īpatsvars benzīna mazumtirdzniecības cenā 2001. gadā Latvijā sastādīs 50%.

Lai padarītu biodegvielu interesantāku pircējiem, tās cenai jābūt zemākai par parastā benzīna cenu. To var panākt, palielinot AN parastam benzīnam, bet Latolam atstājot iepriekšējo likmi. Šādi valsts budžets nepiedzīvos ienākumu samazinājumu, bet degvielas rezultējošā cena gan var pieaugt. Lai noteiktu iespējamo akcīzes nodokļa lielumu un "Latola-005" cenu, jānosaka etanola ražošanas izdevumi un tā atlaides un iepirkuma cenas. Pēc vismodernākām tehnoloģijām (2,3,5,7,8,11) ražotā degvielas etanola pašizmaksa, ja graudu cenas ir 60-70 Ls/t, vienlaicīgi ražojot sauso šķiedeni un pārtikas etanolu, izkalkulēta un uzrādīta 1. att.

Etanola rūpnīcas atlaides cenai jābūt lielākai par ražošanas izdevumiem, jo ražotājam jāiegūst peļņa kredītu segšanai un uzņēmuma tālākai attīstībai. Peļņa var svārstīties plašās robežās. Ierobežosim to ar diapazonu 10-20% no pašizmaksas.

Tad rūpnīcas atlaides cena, par kādu tā pārdod savu produkciju - denaturētu degvielas etanolu būs, Ls/l:

minimālā $0.181 + 0.181 \times 0.1 = 0.199$;

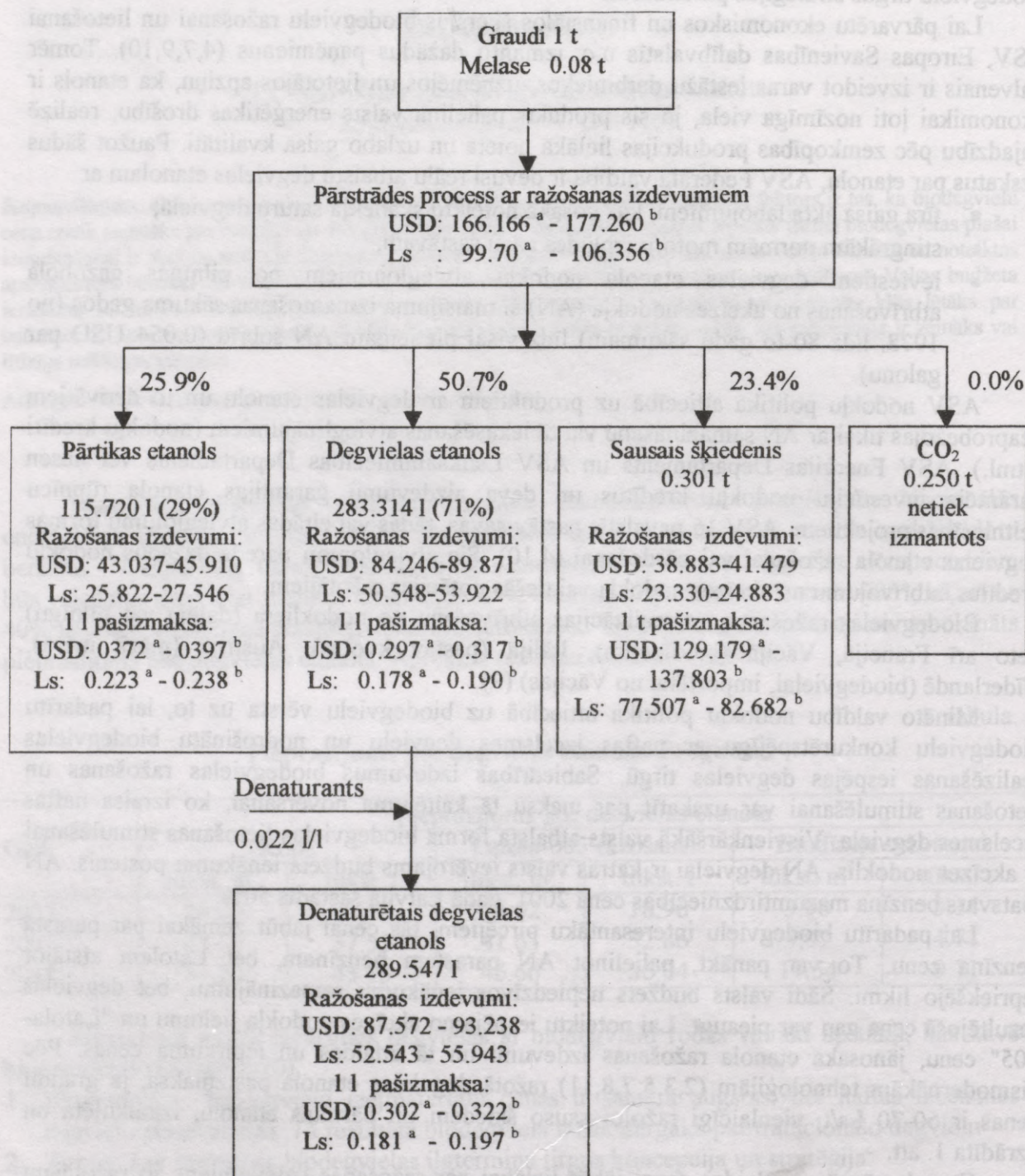
maksimālā $0.193 + 0.193 \times 0.2 = 0.232$.

Šīs produkcijas pircējs - degvielas ražotājs, pērkot etanolu, piemaksā 18% pievienotās vērtības nodokli (PVN).

Tātad, etanola iepirkumu cena būs, Ls/l:

minimālā $0.199 + 0.199 \times 0.18 = 0.235$;

maksimālā $0.232 + 0.232 \times 0.18 = 0.274$.



1. att. Produkcijas sortiments un pašizmaksa degvielas etanola ražotnē.

Pašizmaksa kalkulēta, graudu cenu pieņemot 60^a un 70^b Ls/t.

Valūtas kurss: 1 USD = 0.60 Ls

Nopirkto denaturēto degvielas etanolu degvielas ražotājs piejauc benzīnam 5% apmērā, veidojot "Latolu-005", kuru pārdod mazumtirdzniecības tirgotājiem, vai realizē pats caur savām uzpildstacijām. Nosakot savu "Latola-005" atlaides (vairumtirdzniecības) cenu, degvielas ražotājs ņem vērā benzīna un etanola iepirkuma cenas, savus ražošanas izdevumus

un peļņu. Nosakot mazumtirdzniecības cenas (uzpildstacijās), atlaides cenai jāpieskaita vēl AN un PVN.

Pieņemot, ka līdz 2010. gadam

- 1) bezsvina benzīna iepirkuma cena paliks tādā pašā līmenī kā 2001. gadā, t.i. 0.07 Ls/l;
- 2) degvielas ražotāja ražošanas izdevumi kopā ar peļņu sastādīs arī 0.07 Ls/l;
- 3) AN kāpums saglabāsies tāds pats, kāds ir bijis 1997.-2001. gados, t.i. 0.02 Ls/gadā;
- 4) PVN lielums saglabāsies 18% līmenī,

izrēķināta "Latola-005" vairumtirdzniecības cena, kas atkarībā no etanola iepirkuma cenām iznāk 0.145 un 0.147 Ls/l.

Benzīna un "Latola-005" pārdošanas cenas uzpildstacijās ir izkalkulētas un parādītas 2. tabulā, ņemot vērā visus pārējos minētos nosacījumus.

2. tabula.

Motoru degvielas mazumtirdzniecības cenas, Ls/l

Gads	Akcīzes nodoklis	Benzīns Ai-95	"Latols-005"	"Latols-005" dārgāks par benzīnu santīms/l	"Latols" dārgāks par benzīnu par, %
2001	0.20	0.40	0.407-0.409	0.7-0.9	1.8-2.2
2003	0.24	0.45	0.454-0.457	0.4-0.7	0.9-1.6
2005	0.28	0.50	0.502-0.504	0.2-0.4	0.4-0.8
2010	0.38	0.61	0.620-0.622	1.0-1.2	1.6-2.0

Kā redzams, 1 l "Latols-005" dažādos gados iznāk par 0.2-1.2 santīmiem dārgāks.

Par cik benzīna izmantošana nodara labai lielāku kaitējumu par "Latolu-005", būtu taisnīgi šo biodegvielas sadārdzinājumu attiecināt uz tīru benzīnu, padarot to dārgāku par mazāk kaitīgo biodegvielu. Mainīt cenu var ar diferencēta AN uzlikšanu. Ja palielinātu AN tradicionālajam benzīnam, atstājot "Latolam-005" Latvijas likumā "Par akcīzes nodokli" paredzēto AN lielumu degvielai, tad Valsts budžets nezaudēs paredzētos ieņēmumus no degvielas realizācijas, bet pircēju stimulēs dot priekšroku labai draudzīgākai motoru degvielai - "Latolam-005". Tas būtu taisnīgi arī tādēļ, ka etanola piedeva benzīniem palielina maisījuma oktāna skaitli, t.i. uzlabo degvielas tehniskos rādītājus (12). 3. tabulā sniegts priekšlikums par AN diferencētiem lielumiem un degvielas cenām.

3. tabula.

Priekšlikums par benzīna un "Latola-005" mazumtirdzniecības cenām un AN, Ls/l

Gadi	Benzīns A-95		"Latols-005"		"Latols" lētāks par sant/l	"Latols" lētāks par benzīnu par, %
	AN	cena	AN	cena		
2001	0.21/51*	0.413	0.20/49*	0.400-0.409	0.7-0.4	1.5-1.0
2003	0.25/54	0.460	0.24/53	0.454-0.457	0.6-0.3	1.3-0.7
2005	0.29/57	0.507	0.28/56	0.502-0.504	0.5-0.3	1.0-0.6
2010	0.39/62	0.625	0.38/61	0.620-0.622	0.5-0.3	0.8-0.5

* saucējā - AN daļa degvielas cenā %

Pie šādām uzpildstaciju cenu starpībām starp benzīnu un "Latolu-005" biodegvielas - "Latol-005" realizācija ir pilnīgi iespējama bez Valsts budžeta ienākumu daļas samazinājuma,

jo "Latolam-005" uzlikts likumā noteikts AN, bet benzīnam AN ir par 1 sant. lielāks. AN īpatsvars degvielas cenā ir vairāku Eiropas valstu līmenī. Motoru degvielas cena kopumā pieaugs, bet ne vairāk kā par 2.2%, kas ir zemāks par inflācijas līmeni.

Literatūra

1. Energy prices and taxes. 1996, fourth quarter. International Energy Agency. Organisation for economic co-operation and development.
2. R.Katzen, Ph.W.Madson, I.E.Murtagh. Advances in grain ethanol processes. Eleventh International Symposium on Alcohol Fuels. Sun City, South Africa, 1996, Proceedings, vol.2., pp. 290-301.
3. R. Katzen Associates International Inc. Prospects.
4. Raphael Katzen. The Roles of Ethanol and ETBE as Oxygenates in Gasoline. 1997. Spring Meeting. Copyright. Unpublished.
5. N.Kosaric. Ethanol - Potential Source of Energy and Chemical Products. In: "Biotechnology" .V.6. Edited by M.Roehr. 1996, pp. 121-203.
6. Latvijas Nacionālā enerģētikas attīstības programma (1997).
7. T.P.Lyon, Dr. Kelsall, I.E.Murtagh. The Alcohol Textbook. Chapter 17. Nottingham, University Press. 1995.
8. P.W.Madson. Motor fuel grade ethanol near term economic and technical advancements. 1993. National alternative fuels conference. Milwaukee, Wisconsin.
9. Non-technical barriers to the development of liquid biofuels in Europe contract: XVII/4.1030/94-06. Final Report DG XVII. Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie.
10. Renewable Fuels Association. Leaflets. 1998.
11. B.S.Shroff, D.A.Mouceaux. High alcohol yields from starch based feedstocks via simultaneous saccharification yeast propagation and fermentation.1994. International seminar on alcohol from substrates other than molasses.
12. A.Skele, G.Bremers un G.Birzietis. Latol production for vehicle engines. In: Proceedings Vol.1. of International conference "Energy and Agriculture towards the third Millennium". 1999. Athens, pp. 212-219.

Gadi	Benzīns A-95	AN	Latolam-005	Latolam-005
2001	0.2152	0.413	0.5009	0.4000-0.409
2003	0.2324	0.460	0.5033	0.4033-0.457
2005	0.2531	0.507	0.5250	0.4250-0.501
2010	0.3302	0.622	0.5801	0.4800-0.622

EKSPERIMENTĀLĀ PILOTIEKĀRTA BIODĪZĒLDEGVIELAS REE IEGŪŠANAI NO RAPŠA EĻĻAS

Andris Morozovs¹, Vilnis Gulbis², Gints Birzietis²

Kīmijas katedra¹, Pārtikas tehnoloģijas fakultāte un Spēkratu institūts², Tehniskā fakultāte
Latvijas Lauksaimniecības universitāte
Lielā iela 2, Jelgava, LV-3001, tālr.: 3005645¹, 3080703², fakss: 3027238

Kopsavilkums: Latvijas Lauksaimniecības universitātes Motoru izmēģināšanas laboratorijā montē mazas jaudas pārsterificēšanas pilotiekārtu biodīzeldegvielas iegūšanai no rapša eļļas. Rakstā aplūkota rapša eļļas etilestera (REE) ieguves tehnoloģija, izmantojot konstruēto iekārtu. Eksperimentālo pilotiekārtu paredzēts izmantot zinātniskajiem pētījumiem un studentu apmācībai, lai demonstrētu rapša eļļas etilestera ieguves tehnoloģiju un veiktu alternatīvas degvielas izmēģināšanu.

Atslēgas vārdi: biodegviela, iegūšana, pilotiekārta.

Ievads

Pēdējos 10 gados daudzās Eiropas valstīs strauji attīstās biodīzeldegvielas ražošana no augu eļļām, galvenokārt no rapšu eļļas. Biodīzeldegvielu iegūst pārsterificējot augu eļļu ar spirtu katalizatora klātienē. Pārsterificēšanai izmantojot metanolu, iegūst rapša eļļas metilesteri (RME), bet ar etanolu – attiecīgi etilesteri (REE). No vienas tonnas rapša sēklu var iegūt 440 l (387 kg) biodīzeldegvielas un papildus vēl 580 kg rapša raušus un 40 kg glicerīna.

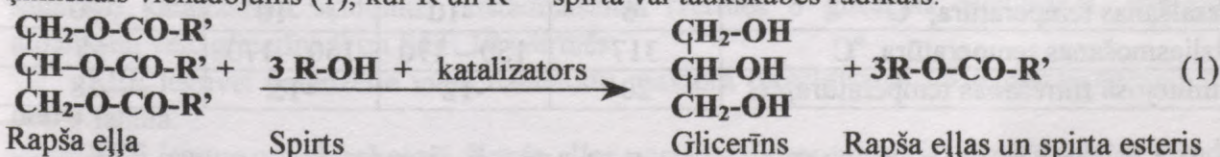
Biodīzeldegvielu ražošanai galvenokārt izmanto metanolu, jo tas ir lētāks un procesu vieglāk realizēt. Ņemot vērā, ka Latvijā metanolu neražo un tas ir jāimportē, kā arī iespējas ražot lētāku dedzināmo spirtu no nestandarta un pārpalikuma lauksaimniecības produkcijas (graudiem, cukurbietēm, kartupeļiem), ko nevar realizēt tirgū, paredzam ražot biodīzeldegvielu no rapša eļļas un etanola.

Amerikāņu pētnieku veiktie RME un REE pētījumi (C.L.Peterson u.c., 1992) parādīja, ka abu veidu degvielas praktiski neatšķiras un REE pat ir nedaudz pārāks: motora jauda nedaudz palielinās, degvielas patēriņš zemāks, motors mazāk dūmo, mazāki piedegumi.

REE plaša ieviešana samazinās Latvijas atkarību no importētās degvielas, palielinās darba vietas laukos, uzlabos ekoloģisko situāciju un zemes izmantošanu.

Procesa pamatojums

Rapša eļļa sastāv no dažādu taukskābju un glicerīna esteriem. Izmantojot alkoholīzes metodi, pārsterificēšanas procesā eļļas esteros esošais glicerīns tiek aizstāts ar spirtu. Reakciju katalizē kālija hidroksīds. Rapša eļļas pārsterificēšanas procesa būtību attēlo ķīmiskais vienādojums (1), kur R un R' – spirta vai taukskābes radikāls:



Rapša eļļas izmantošana par dīzeldegvielu bez pārsterificēšanas vai motoru pārbūves ir apgrūtināta. Eļļas pārsterificēšanas nepieciešamību raksturo rapša eļļas un tās esteru īpašību salīdzinājums (W.Bauman, 1995) 1.tabulā.

1. tabula

Rapša eļļas un RME vai REE īpašību salīdzinājums ar dīzeļdegvielu

Rādītājs	Rapša eļļa	RME vai REE
Viršanas temperatūru intervāls	Šaurs (tikai rapšu eļļai)	Šaurs
Motora eļļas atšķaidīšanās	Palielināta	Palielināta
Motora eļļas kalpošanas laiks	Samazinās	Samazinās
Gultņu korozija	Pastiprināta	Pastiprināta
Krāsaino metālu korozija	Pastiprināta	Pastiprināta
Eļļas piedevu šķīdības un īpašību izmaiņa	Izmaina	Izmaina
Berzes nodilums	Samazinās	Samazinās
Korozijas nodilums	Palielinās	Palielinās
Piedegumi	Izteikti	Nelieli
Degvielas sistēmas elastomēru bojājumi	Jā	Jā
Polimerizācija	Pieaug palielinoties joda skaitlim	Pieaug palielinoties joda skaitlim
Iesmidzināšanas spiediena palielināšanās	Liela	Neliela
Viskozitāte	Liela	Nedaudz palielināta
Degvielas patēriņš	Palielinās par aptuveni 20%	Nedaudz palielināts
Cena bez subsīdijām	Ap 2 reizes lielāka	Ap 4 reizes lielāka
Jaudas samazināšanās	Par 20%	Nav
Dūmošana	Nemainās	Samazinās par 42%
Īpatnējais degvielas patēriņš, kg/kWh	Palielinās par 20%	Palielinās par 9%

Pāresterificēšanai var izmantot no rapša sēklām ar auksto izspiešanas paņēmieni iegūtu eļļu, no kuras ar nostādināšanu izgulsnēti fosfatīdi. Pāresterificēšanai izmanto absolūto spirtu, ko iegūst eksperimentālā iekārtā Motoru izmēģināšanas laboratorijā.

2. tabula

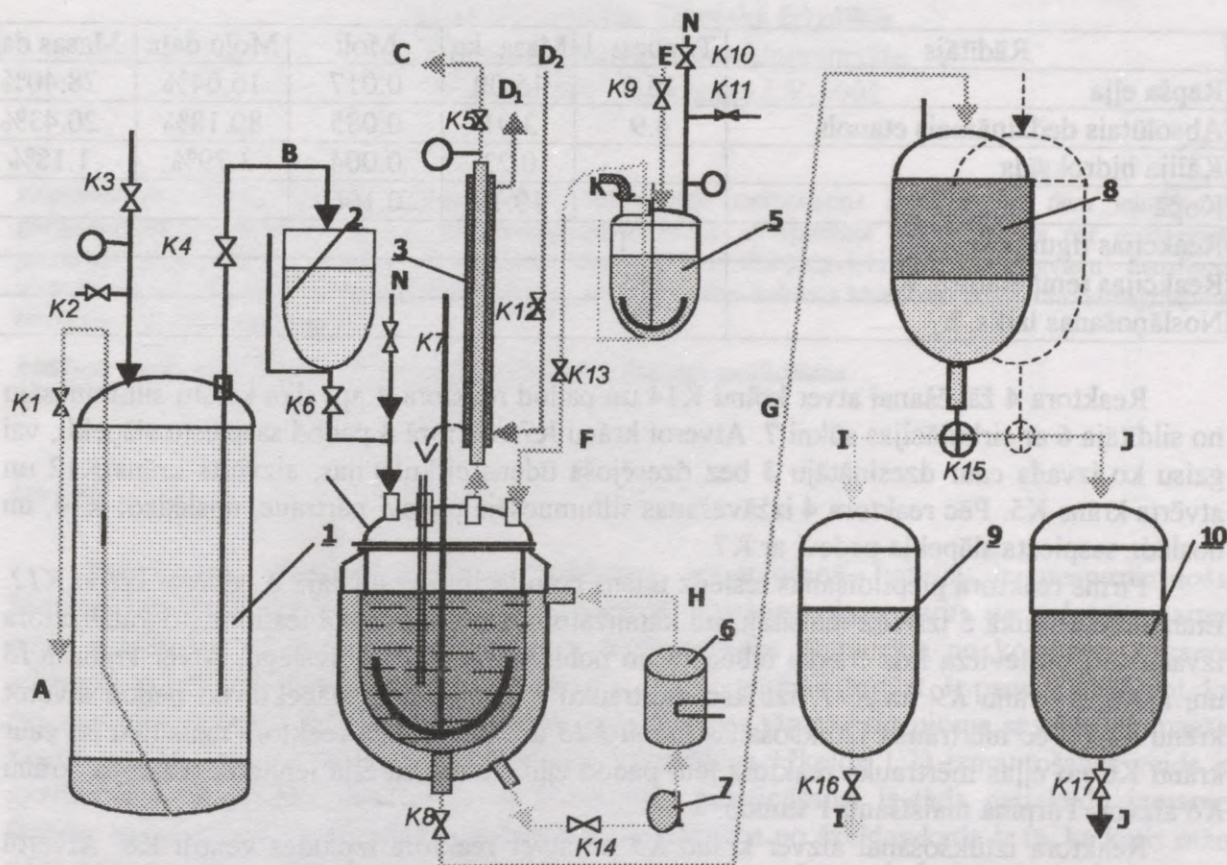
Biodīzeļdegvielu un parastās degvielas raksturojums

Rādītāji	Rapšu eļļa	RME	REE	Dīzeļdegviela
Blīvums, $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$	916	884	880	835
Kinētiskā viskozitāte, cSt				
pie 20 °C	77,8	7,5	7,4	5,1
pie 50 °C	25,7	3,8	3,7	2,6
Sadeģšanas siltums, MJ/L	37,2	36,2	36,2	38,4
Cetāna skaitlis	44 – 51	52 – 56	52 – 56	45
Sasalšanas temperatūra, °C	-6	< -10	< -10	-20
Uzliesmošanas temperatūra, °C	317	150 – 170	150 – 170	55
Limitējošā filtrēšanas temperatūra, °C	20	-12	-15	-18

Literatūrā aprakstītajās RME ieguves tehnoloģijās paredzēta iegūtā estera mazgāšana ar ūdeni (Grzybek, A., Rogulska, M., 1998). Tā kā etanols ir ievērojami mazāk indīgs par metanolu, tad mazgāšana ar ūdeni nav paredzēta, kas palētina un vienkāršo ražošanu.

Tālākajos izmēģinājumos paredzēts noskaidrot etanola palieku REE ietekmi uz motoru darbību. Biodīzeļdegvielu un parasto dīzeļdegvielu raksturojošie rādītāji apkopoti 2. tabulā.

REE ieguves tehnoloģija



1. att. Rapša eļļas etilestera (REE) iegūšanas tehnoloģiskā shēma

Apzīmējumi. **Plūsmas:** A – fosfatīdi, B – rapšu eļļa, C – reaktora ventilācija, D₁ – dzesējošā ūdens izvads, D₂ – dzesējošā ūdens ievads, E – absolūtais spirts, F – katalizatora šķīdums, G – reakcijas produkts, H – siltumnesējs, I – glicerīns, J – biodīzeļdegviela, K – katalizators, N – saspiests slāpeklis (gaiss).

Iekārtas: 1 – eļļas nostādināšanas un uzglabāšanas tvertne, 2 – eļļas mērtrauks, 3 – dzesinātājs, 4 – reaktors, 5 – etanola mērtrauks ar maisītāju katalizatora šķīduma pagatavošanai, 6 – sildītājs, 7 – siltumnesēja cirkulācijas sūknis, 8 – nostādināšanas tvertne (tvertnes) ar sadalīšanās kontroles cauruli, 9 – glicerīna tvertne, 10 – biodīzeļdegvielas tvertne. Krānu K1 – K17 apzīmējumus skat. tekstā.

Rapša eļļas etiestera iegūšanai paredzētā eksperimentālā iekārta (skat. 1.att.) sastāv no eļļas nostādināšanas tvertnes 1; eļļas mērtrauka 2; reaktora 4 ar maisītāju un atteces dzesinātāju 3 spirta tvaiku kondensācijai, ja reakciju veic paaugstinātā temperatūrā, ko nodrošina ar sildītāju 6, ar cirkulācijas sūkni 7; etanola mērtrauka 5 ar maisītāju, kurā sagatavo katalizatora šķīdumu; nostādināšanas tvertnes 8 glicerīna atdalīšanai. Papildus atdalīšanu veic glicerīna 9 un REE 10 tvertnēs.

REE ieguvei paredzētie vielu daudzumi reaktora piepildīšanai un darbības nosacījumi doti 3.tabulā.

REE ieguve notiek sekojoši. Rapša eļļas nostādināšanas tvertnei 1 noslēdz gaisa izvada krānu K2, krānu K4 rapša eļļas pārspiešanas caurulē un pārbauda vai noslēgts fosfatīdu izvada krāns K1. Atver saspiestā slāpekļa vada krānu K2 un paaugstina spiedienu eļļas tvertnē 1. Atverot krānu K4, piepilda eļļas mērtrauku 2 līdz atzīmei līmeprādī.

Katalizatora šķīduma pagatavošanai, atverot krānu K9, uzpilda etanola mērtrauku 5 līdz atzīmei limeņrādī ar absolūto etanolu un caur lūku ieber katalizatoru – kālija hidroksīdu (KOH). Aizver lūku un ieslēdz maisītāju. Maisīšanu turpina līdz viss katalizators izšķīst.

3.tabula

Biodīzeļdegvielas REE ieguves nosacījumi

Rādītājs	Tilpums, l	Masa, kg	Moli	Molu daļa	Masas daļa
Rapša eļļa	16.6	15.00	0.017	16.04%	78.40%
Absolūtais dedzināmais etanols	4.9	3.91	0.085	80.18%	20.43%
Kālija hidroksīds		0.23	0.004	3.79%	1.18%
Kopā		19.13	0.106		
Reakcijas ilgums, h	1				
Reakcijas temperatūra, K	293				
Noslāņošanas laiks, h	24				

Reaktora 4 žāvēšanai atver krānu K14 un padod reaktora 4 apvalkā karstu siltumnesēju no sildītāja 6 ar cirkulācijas sūkni 7. Atverot krānu K7 reaktorā 4 padod saspiestu slāpekli, vai gaisu ko izvada caur dzesinātāju 3 bez dzesējošā ūdens cirkulācijas, aizvērts krāns K12 un atvērts krāns K5. Pēc reaktora 4 izžāvēšanas siltumnesēja padevi pārtrauc, noslēdzot K14, un noslēdz saspiesta slāpekļa padevi ar K7.

Pirms reaktora piepildīšanas ieslēdz ūdens cirkulāciju dzesinātājā 3, atverot krānu K12. Etanola mērtraukā 5 izslēdz maisītāju un katalizatora iebēršanas lūkā iestiprināto katalizatora izvada cauruli ievirza līdz trauka dibenam un noblīvē, pievelkot blīvslēgu. Atver krānu K13 un, aizverot krānu K9 un K11, iztukšo mērtrauku 5 ar saspiestu slāpekli, ko padod atverot krānu K10. Pēc mērtrauka iztukšošanas krānu K13 aizver. Ieslēdz reaktora maisītāju un caur krānu K6 no eļļas mērtrauka reaktorā lēni padod eļļu. Kad visa eļļa iepildīta reaktorā, krānu K6 aizver. Turpina maisīšanu 1 stundu.

Reaktora iztukšošanai aizver krānu K5 un atver reaktora izplūdes ventili K8. Atverot saspiesta slāpekļa padevi ar K7, pārspiež reakcijas produktu no reaktora 4 uz nostādināšanas tvertni (tvertnēm) 8. Pēc vienas vai vairākām diennaktīm reakcijas maisījums sadalās apakšējā glicerīna slānī un augšējā biodīzeļdegvielas slānī. Caur trīsceļu krānu K15 glicerīna slāni uzmanīgi novada glicerīna tvertnē 9, bet atlikušo biodīzeļdegvielas slāni biodīzeļdegvielas tvertnē 10. Trīsceļu krāna pārslēgšanas momentu nosaka pēc slāņu sadalīšanās līnijas parādīšanās novērošanas caurulē nostādināšanas tvertnes 8 apakšā.

Pirms biodīzeļdegvielas tvertnes iztukšošanas pārliecinās vai tās apakšā nav nogulsņējis glicerīns, par ko pārliecinās, izlaižot nelielu porciju stikla cilindrā, un ļauj tai nostāties. Ja nav noslāņošanās, tad tas liecina ka biodīzeļdegviela ir tīra. Ja, iztukšojot glicerīna tvertni, tās virsējā slānī konstatē biodīzeļdegvielas klātbūtni, tad to novada atpakaļ nostādināšanas tvertnē.

Literatūra

- Bauman W. Solving Bearing Corrosion in Biodiesel Fuelled Engines. Proceedings of International Conference on Standardisation and Analysis of Biodiesel, 6-7 November 1995, Vienna, Fichte, Vienna, Austria, 1995, pp 196-198.
- Grzybek, A., Rogulska, M. Development of Biofuel Production in Poland.- Biomass for Energy and Industry. Würzburg, Germany, 1998, pp 578-581.
- Peterson, C.L., Reece, D.L., Cruz, R., Thompson J. A Comparison of Ethyl and Methyl Esters of Vegetable Oil as Diesel Fuel Substitutes.- Liquid fuels from Renewable Resources. Proceedings of an Alternative Energy Conference, Nashville, Tennessee, ASAE, 1992, pp 99-110.

AR KOKGĀZI DARBINĀMA KOĢENERĀCIJAS MOTORSTACIJA

Vilnis Gulbis, Jānis Plucis, Māris Benķis

Spēkratu institūts, Tehniskā fakultāte
Latvijas Lauksaimniecības Universitāte
J. Čakstes bulv. 5, Jelgava LV-3001

Kopsavilkums. Eksperimentāla mazas jaudas koģenerācijas motorstacija izveidota uz divu lejupdedzes gāzģeneratoru un parastās 100 kW dīzeļelektrostacijas bāzes. Dīzeļmotors tika pārbūvēts par divdegvielu gāzdīzeļi, kurā krogāzi izmanto kā galveno degvielu un dīzeļdegvielu kā pilotdegvielu maisījuma aizdedzināšanai. Veikti izmēģinājumi darbā ar 20...80 mm lieliem koksnes klucišiem un šķeldu. Izmēģinājumu rezultāti atspoguļoti šajā rakstā.

Atslēgas vārdi: koģenerācija, divdegvielu dīzeļmotors, koksnes gazificēšana.

Ievāds

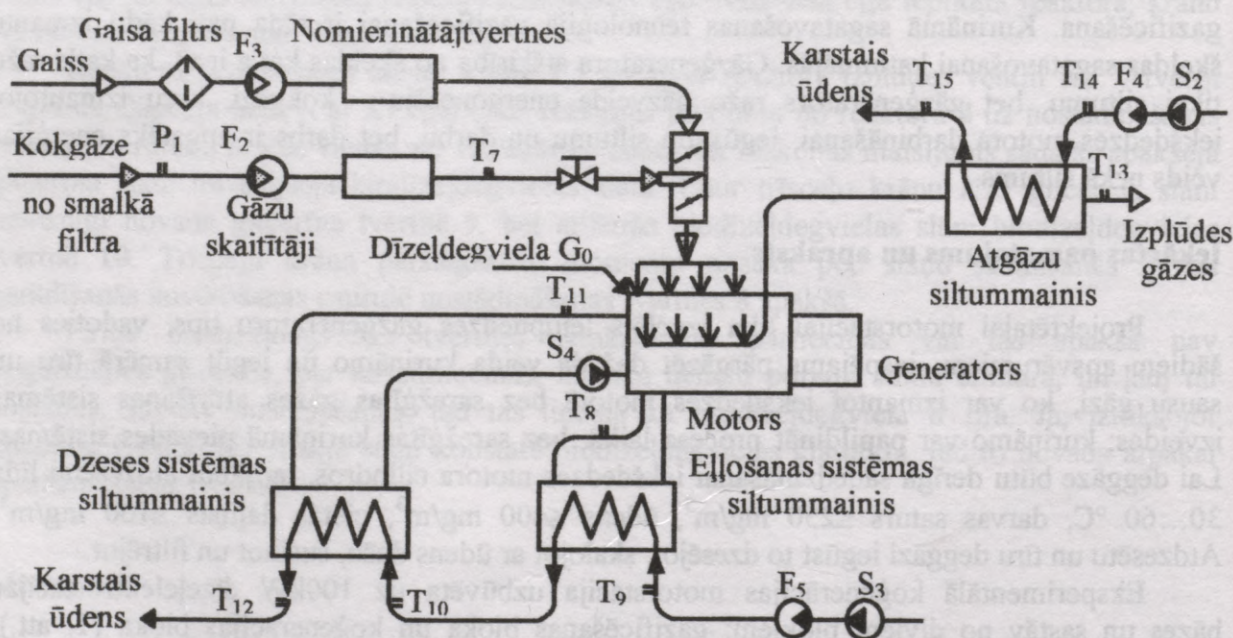
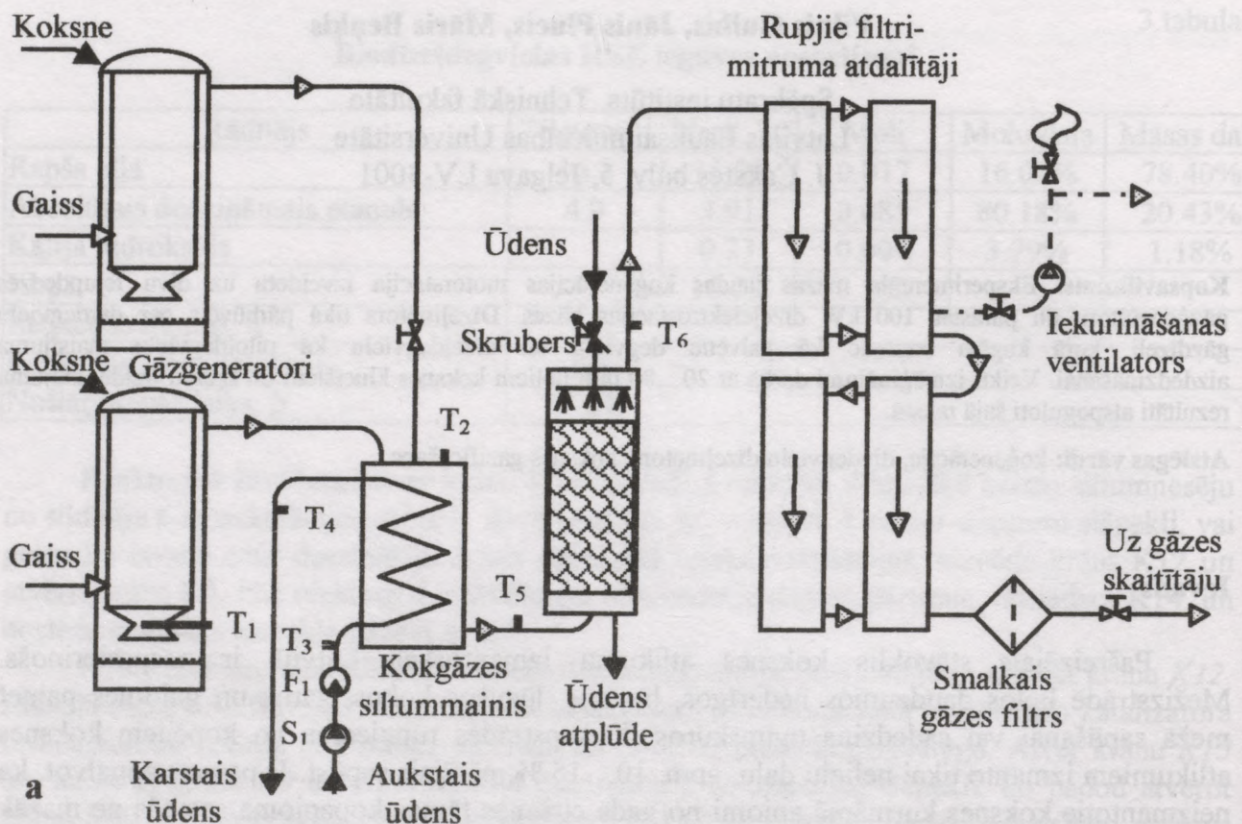
Pašreizējais stāvoklis koksnes atlikumu izmantošanā Latvijā ir neapmierinošs. Mežizstrādē lielos daudzumos nederīgos, bojātos, lūzušos kokus, zarus un galotnes pamet mežā sapūšanai vai sadedzina ugunskuros. Kokapstrādes rūpniecība no kopējiem koksnes atlikumiem izmanto tikai nelielu daļu, apm. 10...15 %, pārējais sapūst. Ir pamats apgalvot, ka neizmantotie koksnes kurināmā apjomi no gada ciršanas tāmes kopapjoma sastāda ne mazāk kā 30...40 %. Perspektīvs koksnes atlikumu (zāģskaidas + šķelda 1:1) izmantošanas veids ir gazificēšana. Kurināmā sagatavošanas tehnoloģija gazificēšanai ir tāda pati kādu izmanto šķeldas sagatavošanai katlumājās. Gāzģeneratora atšķirība no šķeldas katla ir tā, ka katls ražo tikai siltumu, bet gāzģenerators ražo gāzveida energonesēju – krogāzi, kuru izmantojot iekšdedzes motora darbināšanai, iegūstam siltumu un darbu, bet darbs ir augstāks enerģijas veids nekā siltums.

Iekārtas pamatojums un apraksts

Projektētajai motorstacijai tika izvēlēts lejupdedzes gāzģeneratoru tips, vadoties no šādiem apsvērumiem: iespējams pārgāzēt dažāda veida kurināmo un iegūt samērā tīru un sausu gāzi, ko var izmantot iekšdedzes motorā bez sarežģītas gāzes attīrīšanas sistēmas izveides; kurināmo var papildināt procesa laikā, bez sarežģītas kurināmā pievades sistēmas. Lai deggāze būtu derīga sadedzināšanai iekšdedzes motora cilindros, tai jābūt atdzesētai līdz 30...60 °C, darvas saturs $\leq 250 \text{ mg/m}^3$, ūdens $\leq 400 \text{ mg/m}^3$, cietās daļiņas $\leq 100 \text{ mg/m}^3$. Atdzesētu un tīru deggāzi iegūst to dzesējot, skalojot ar ūdens dušu, susinot un filtrējot.

Eksperimentālā koģenerācijas motorstacija uzbūvēta uz 100kW dīzeļelektrostacijas bāzes un sastāv no diviem blokiem: gazificēšanas bloka un koģenerācijas bloka (1. att.). Dīzeļmotors pārbūvēts darbam ar dubultdegvielu gāzdīzeļa režīmā, atstājot dīzeļdegvielu tikai kā pilotdegvielu maisījuma aizdedzināšanai ar padevi 15...20 % no nominālās. Gaisa vietā cilindros iesūc 60 % gaisa un 40 % krogāzes maisījumu, ko sagatavo galeņa tipa gāzjaucī. Nepieciešamais gāzes daudzums $196 \text{ m}^3/\text{h}$, koksnes patēriņš 85 kg/h , krogāzes siltumspēja $5,25 \text{ MJ/m}^3$. Dīzeļdegvielas padevi, iekārtai strādājot divdegvielu režīmā, samazina, ierobežojot degvielas augstspiediena sūkņa zobstienā gājienu. Siltumenerģiju iegūst ar

kokgāzes un atgāzu siltummaiņiem. Kokgāzes ieguvei izmanto divus paralēli strādājošus lejupdedzes gāzģeneratorus, kuru degšanas kameras diametrs gaisa pievadsprauslu zonā ir 300mm.



1. att. Eksperimentālā koģenerācijas iekārta ar tai uzstādīto devēju izvietojumu:
a – gāzificēšanas bloks; b – koģenerācijas bloks; $T_1 \dots T_{15}$ – temperatūras devēji;
 $F_1 \dots F_5$ – plūsmas mērītāji; P_1 – spiediena mērītājs; $S_1 \dots S_2$ – cirkulācijas sūkņi.

Pētījumu metodes

Elektriskās jaudas noteikšanai izmanto slogošanas iekārtu, kas ļauj motorstaciju slogot ar pretestību bloku vai ūdens sildītāju kā atsevišķi tā arī vienlaicīgi. Pretestību blokam ir 10 atsevišķi ieslēdzamas pretestības pakāpes un koncentrētās slodzes bloks. Ūdens sildītājs ir bezpakāpju iekārta. Strāvas frekvenci kontrolē, lai noteiktu tās atbilstību rūpnieciskajai 50 Hz frekvencei. Maksimālā elektriskā jauda, ko var patērēt slogošanas iekārtā ir 97 kW. Attīstīto elektrisko jaudu nosaka, nolasot katrā fāzē ieslēgtā ampērmetra rādījumus: I_1 , I_2 , I_3 , voltmetra rādījumu U un veicot jaudas aprēķinu.

$$N_{el} = \frac{\sum_{i=1}^3 I_i \cdot U_i}{1000 \cdot \sqrt{3}},$$

kur N_{el} -elektriskā jauda, kW;
 I_i -strāvas stiprums fāzē, A;
 U_i -strāvas spriegums, V.

Koģenerācijas iekārtas siltummaiņu attīstīto jaudu N_t nosaka pēc uzsildītā siltumnesēja enerģijas izmaiņas. Šajā nolūkā kontrolē siltummaiņos ieplūstošā un izplūstošā ūdens temperatūras (ar metālisko termometru palīdzību) un siltumnesēja plūsmu (ar tilpumisko ūdens skaitītāju). Mērījumus veic stacionārā siltummaiņas režīmā (ar stabilu ieplūstošā un izplūstošā siltumnesēja temperatūru). Lai saglabātu nemainīgu ieplūstošā siltumnesēja temperatūru, neveido noslēgtu kontūru, bet visā eksperimentu laikā siltummaiņos ievada aukstu ūdeni no ūdens ņemšanas vietas. Lai mērījumu laikā būtu stabila izplūstošā siltumnesēja temperatūra, katru mērījumu uzsāk tikai tad, ja izplūstošā ūdens temperatūra nesvārstās vairāk par 1 °C 2 min laikā. Zinot ūdens temperatūru ieplūstot siltummaiņā t_1 , °C, izplūstot t_2 , °C un ūdens plūsmas daudzumu Q , m³/s, aprēķina termisko jaudu:

$$N_t = V \cdot Q \cdot (t_2 - t_1) / t.$$

Dīzeldegvielas patēriņu nosaka ar svara metodi. JAMZ barošanas sistēmas īpatnība ir atplūdes vads, kas mērījumu laikā jānovada uz mērtvertni. Tā kā atplūdes maģistrāle ir salīdzinoši gara, tad pēc iekārtas ieslēgšanas mērījumu režīmā, pirms rādījumu nolasīšanas, jāļauj dzinējam patērēt aptuveni 100 g degvielas līdz plūsmas nostabilizējas.

Gan gaiss, gan kokgāze ir gāzu maisījumi, un to plūsmas ir mērāmas ar identiskām metodēm. Gāzu patēriņa noteikšanai izmanto tilpumiskos gāzu skaitītājus, kuru faktiskā caurplūde eksperimentos nav mazāka par 20 % no nominālās. Koģenerācijas iekārta ir aprīkota ar RS-400-1 skaitītāju kokgāzes un RS-650-1 — gaisa patēriņa mērīšanai. Lai kompensētu gāzu plūsmas pulsāciju, kas rodas dzinēja darbības laikā, starp skaitītājiem un dzinēju ir pievienotas plūsmas nomierināšanas tvertnes (skat. 1. att.). Iegūtos mērījumu rezultātus pārreķina uz vērtībām atbilstošām normāliem apstākļiem (spiediens 760 mmHg, temperatūra 0 °C) pēc sakarības:

$$V_0 = T_0 \cdot p \cdot V / T \cdot p_0.$$

Lai varētu veikt šīs korekcijas, eksperimentu laikā nosaka: atmosfēras spiedienu, gaisa temperatūru, retinājumu kokgāzes ieplūdes maģistrālē pirms gāzjauča, kokgāzes temperatūru pirms gāzjauča.

Gāzģeneratoru patērēto koksnes daudzumu nosaka aptuveni, to nosverot pirms iepildīšanas. Temperatūru gāzģeneratora redukcijas joslā, degtuves ārpusē un atgāzu temperatūru izplūdē nosaka ar termopāriem.

Rezultāti

Koģenerācijas iekārtai ir veiktas eksperimentu sērijas dzinēja dīzeļa režīmā, lai noskaidrotu dīzeļdegvielas patēriņu dažādās slodžu pakāpēs, un divdegvielu režīmā ar gaissausiem koksnes klucīšiem dažādos slodžu režīmos, un ar šķeldu maksimālās jaudas režīmā, kurās ir noteikti sekojoši parametri: iekārtas attīstītā elektriskā jauda; kokgāzes un atgāzu siltummaiņu siltuma plūsmas jauda; dīzeļdegvielas patēriņš; dzinēja kokgāzes un gaisa patēriņš. Pētījumu rezultāti (1. tab.) rāda, ka motors JAMZ-238IM dubultdegvielu gāzdīzeļa režīmā attīsta maksimālo jaudu 69 kW pie 1230 min⁻¹, kas atbilst elektroģeneratora ražotās maiņstrāvas frekvencei 41 Hz. Pie griešanās ātruma 1500 min⁻¹, kas atbilst maiņstrāvas frekvencei 50±2 Hz, gāzdīzelis spēj stabili strādāt ar maksimālo jaudu 60 kW. Tas nozīmē, ka eksperimentālās motorstacijas jauda, strādājot ar kokgāzi, ir par 40 % zemāka nekā strādājot ar dīzeļdegvielu. tas izskaidrojams ar kokgāzes zemāku siltumspēju, gāzes pievadsistēmas palielinātu pretestību (retinājums ieplūdē 4 kPa) un pazeminātu pildījuma koeficientu (vidēji 0,72).

1.tabula

Koģenerācijas motorstacijas eksperimentālās testēšanas rezultāti

Nr. pk	Parametrs	Mērvienība	Klucīši (eksp. nr)					Šķelda (eksp. nr)	
			1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
1.	Elektriskā slodze	kW	27,7	37,0	47,1	57,7	56,1	32,0	69,1
2.	Dīzeļdegvielas patēriņš kombinētajā režīmā	kg/h	4,1	3,8	5,3	4,9	5,6	6,2	5,7
3.	Gaisa patēriņš	m ³ /h	339	391	396	300	224	366	208
4.	Kokgāzes patēriņš	m ³ /h	123	151	128	218	148	84	172
5.	Pildījuma koeficients		0,70	0,82	0,78	0,78	0,59	0,68	0,69
6.	Dīzeļdegviela attiecināta pret gāzi	g/m ³	33,3	25,2	41,4	22,5	37,8	73,8	33,1
7.	Kokgāzes siltuma jauda	kW	8,0	---	7,5	---	12,9	---	21,4
8.	Atgāzu siltuma jauda	kW	21,4	29,5	45,0	---	45,6	32,3	67,3
9.	Dzinēja apgriezieni	min ⁻¹	1480	1480	1500	1480	1410	1480	1230
10.	Retinājums ieplūdē	kPa	4	4	2	6	5	12	10
11.	Dīzeļdegvielas patēriņš dīzeļa režīmā	kg/h	11,2	12,8	15,0	16,4	16,4	12,8	21,2
12.	Dīzeļdegvielas patēriņš kombinētajā rež.īmā salīdzinot ar dīzeļa režīmu	%	36	29	35	29	29	29	27

Maksimālo iekārtas attīstīto elektrisko jaudu koksnes izmērs būtiski neietekmēja. Maksimālajā slodzē tika iegūta 46 kW siltuma jauda no atgāzu siltummaiņa un no kokgāzes siltummaiņa 13 kW. Strādājot pilnas slodzes režīmā, paaugstinoties temperatūrai gāzģeneratora degtuvē, dzinējā ieplūstošās gāzes temperatūra pieauga un sasniedza 50 °C, no tā var secināt, ka atgāzu dzesēšanas sistēma ir nepilnīga un ir nepieciešams uzlabot atgāzu siltummaini. Iesmidzinātais dīzeļdegvielas apjoms bija 27...36 % no daudzuma, ko koģenerācijas iekārta patērēja attiecīgās elektriskās jaudas ieguvei darbā tikai ar dīzeļdegvielu. No rezultātiem dažādās slodzes pakāpēs var spriest, ka degvielas patēriņa svārstības nav atkarīgas no iekārtas noslogojuma pakāpes. Iespējama nevienmērības iemesls

ir augstspiediena degvielas sūkņa darba nevienmērība pie mazām padevēm. Strādājot ar šķeldu vērojams retinājuma pieaugums ieplūdes maģistrālē līdz 12 kPa, kas liecina par šķeldas blīvēšanos gāzģenerators tilpnē un nepieciešamību uzstādīt maisītāju.

Slēdzieni

1. Jaudas samazināšanos, pārejot uz kokgāzi, pilnībā novērst nevar, jo kokgāzei salīdzinājumā ar dīzeļdegvielu, ir ievērojami zemāka siltumspēja, lēnāks degšanas ātrums un sliktāks cilindru pildījums. Tomēr konkrētam dīzeļmotoram ir potenciāla jaudas rezerve, kas varētu dot iespēju arī darbā ar kokgāzi sasniegt 100 kW, ja gāzes pievadsistēmā iebūvē gāzholderi, kas nodrošina kokgāzes padevi motora cilindros ar 28...30 kPa lielu virsspiedienu.
2. Kopumā eksperimentālie pētījumi parādīja, ka uzbūvētā koģenerācijas motorstacija ir darba spējīga un pēc papildus siltummaiņu uzstādīšanas un dažu konstruktīvu nepilnību novēršanas, var būt spējīga attīstīt paredzēto elektrisko un siltuma jaudu (attiecīgi 100 un 180 kW).

EKSPERIMENTĀLĀ PILOTIEKĀRTA ABSOLŪTĀ SPIRTA IEGUVEI BIODEGVIELU VAJADZĪBĀM

Gunārs Brēmers¹, Gunārs Aizsils², Ruta Galoburda¹

¹Pārtikas tehnoloģijas katedra, ²Spēkratu institūts

Latvijas Lauksaimniecības universitātē

Lielā iela 2, LV 3001, Jelgava

Kopsavilkums. Biodegvielu ieguvei ir piemērots tikai absolūtais spirts, taču spirtu atkārtoti destilējot atmosfēras spiedienā tajā paliek 4 % ūdens. Šis ūdens daļas aizvadīšanai izvēlēta sāļu destilācijas metode, kuru paredzēts realizēt eksperimentālajā pilotiekārtā. LLU Motoru izmēģināšanas laboratorijā uzstādītā pilotiekārta sastāv no vairākiem mezgliem: destilācijas, pastiprināšanas, sāļu reģenerācijas un iztvaikošanas. Iekārta konstrukcijas veidotas balstoties uz iepriekšējā eksperimentālā darba rezultātiem.

Atslēgas vārdi: etanols, dehidratēšana, pilotiekārta.

Izplatītākā spirta koncentrēšanas metode ir tā atkārtota pārdestilēšana atmosfēras spiedienā. Ar šādu metodi ir iespējams sasniegt aptuveni 96 % spirta koncentrāciju.

Biodegvielu, t.i., latola vai rapša eļļas etilēstera ieguvei šāds spirts gan nav piemērots, jo, tajā esošais, aptuveni 4 %, ūdens, traucē spirta sajaukšanos ar benzīnu, apgrūtinā rapša eļļas pāresterificēšanu.

Tāpēc, biodegvielām lietojamais spirts, ir jādehidratē, iegūstot, t.s., absolūto spirtu ar koncentrāciju vismaz 99 %. To panāk ar speciālām dehidratēšanas metodēm un iekārtām. Vienkāršības ziņā viena no pieejamākām ir sāļu destilācija, t.i., spirta pārdestilēšana, kad tam pievienots piemērots sāls. Kā šim nolūkam piemērotu sāli var minēt kalcija hlorīdu, kas mūsu apstākļos ir pieejams un ir samērā lēts.

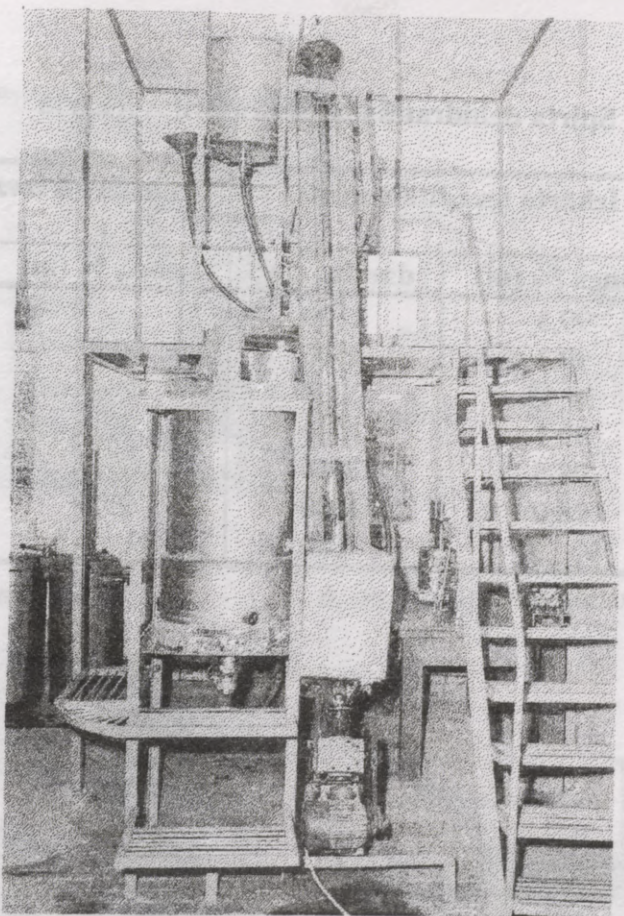
Sāļu destilācijas metode ir izvēlēta izveidojot LLU Motoru izmēģināšanas laboratorijā apskatāmo absolūtā spirta iegūšanas pilotiekārtu (1. att.). Pilotiekārtā notiekošo procesu attēlojums parādīts 2. att. redzamajā fāzu līdzsvara diagrammā.

Vienkāršots šīs iekārtas prototips ir 3. attēlā redzamā laboratorijas iekārta. Laboratorijas iekārtas līmenī sāļu destilācija notiek tāpat kā parastā destilācija. Atšķirība ir tikai tā, ka destilācijas atlikums nav vis ūdens, bet - sāls šķīdums ūdenī. Šo šķīdumu termiski apstrādājot, t.i., ietvaicējot un kaltējot, destilācijā izlietoto sāli atgūst atpakaļ un to var lietot atkārtoti. Šī sāļu reģenerācijas posma nepieciešamība arī atšķir parastās destilācijas iekārtu no sāļu destilācijas iekārtas.

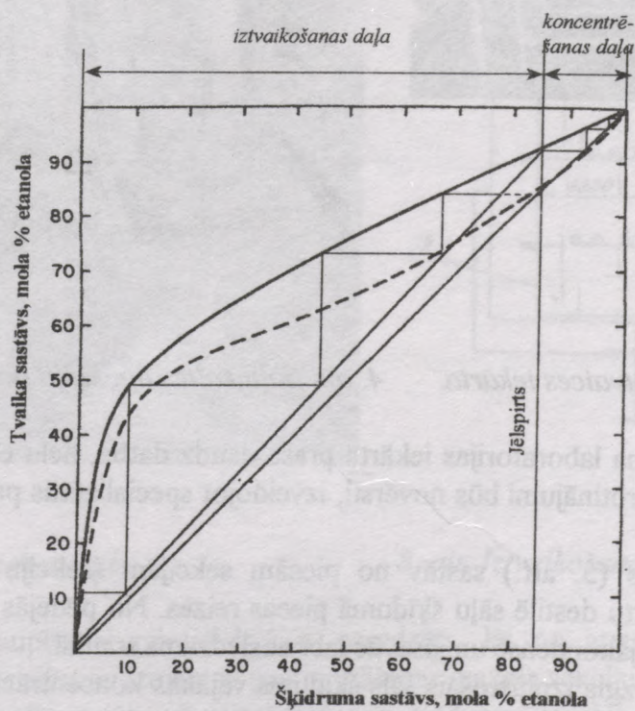
Izveidotajā pilotiekārtā sāļu reģenerācija notiek gliemežtipa kaltē (4. att.), kas, novietota slīpā stāvoklī, izkaltēto sāli nogādā uz iekārtas augšdaļu, kur reģenerēto sāli no jauna ievada spirta dehidratēšanas daļā.

Spirta dehidratēšanai laboratorijas iekārtā ir šādi apgrūtinājumi:

1. lai iegūtu vajadzīgo spirta koncentrāciju destilācija jāveic vairākas reizes (1. tabula);
2. katrā destilācijas reizē paliek pāri sāls šķīdums vājas koncentrācijas spirtā un, lai spirts neietu zudumā, tas ir jāiztvaicē līdz galam.



1. att. Pilotiekārtas kopskats.

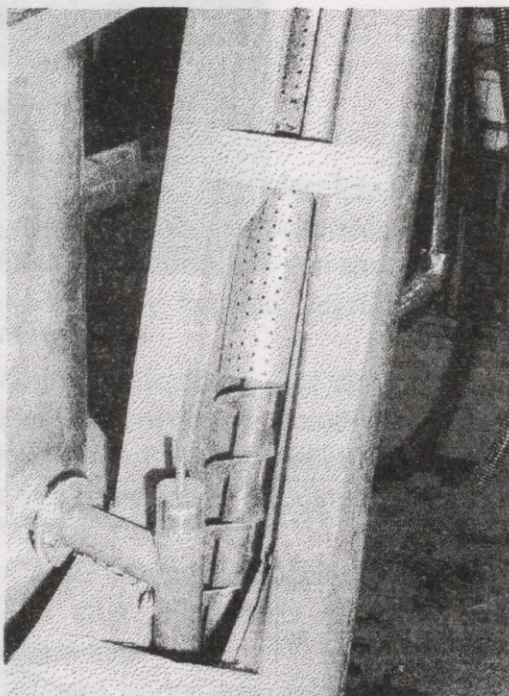
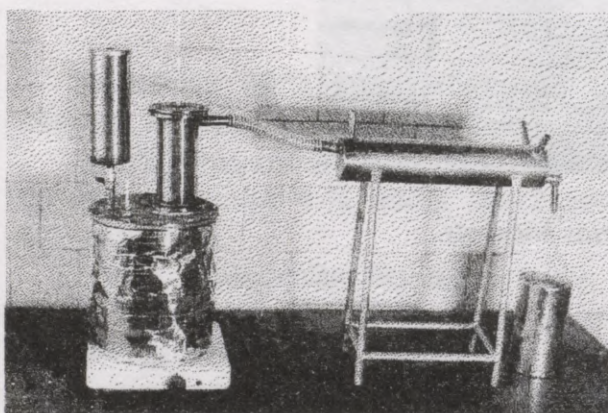


2. att. Pilotiekārtā notiekošo procesu attēlojums fāzu līdzsvara diagrammā.

1. tabula

Spirta dehidratēšana laboratorijas iekārtā

Izmēģinājuma posms	Iekārtā ievadītais spirts		No iekārtas izvadītais destilāts	
	konc., % (m)	daudz., cm ³	konc., % (m)	daudz., cm ³
Sākums	99,3	1500	-	-
1	99,3	3500	99,55	3500
2	99,15	2000	99,3	2000
3	99,1	1500	99,2	1500
4	98,5	1500	99,1	1500
5	98,0	1000	99,0	1000
6	93...0	550	99...4,5	1800

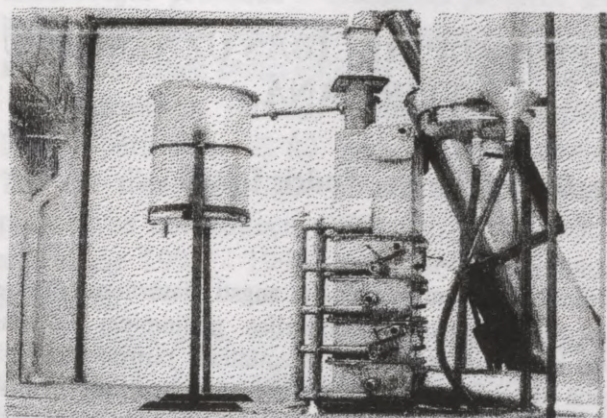


3. att. Laboratorijas tipa pārtvaices iekārta. 4. att. Sāļu kaltes apakšējā daļa.

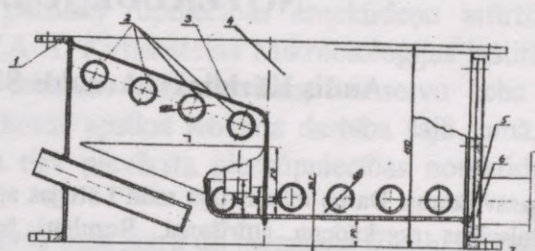
Absolūtā spirta iegūšana laboratorijas iekārtā prasa daudz darba, lielu enerģijas un laika patēriņu. Pilotiekārtā šie apgrūtinājumi būs novērsti, izveidojot specializētus pastiprināšanas un iztvaikošanas mezglus.

Pastiprināšanas mezgls (5. att.) sastāv no piecām sekcijām (sekcija 6. att.), kurām pakāpeniski izejot cauri, spirtu destilē sāļu šķīdumā piecas reizes. No pēdējās sekcijas izplūdis absolūtā spirta tvaiks, kas ir jākondensē un jāsavāc labi noslēdzamā traukā.

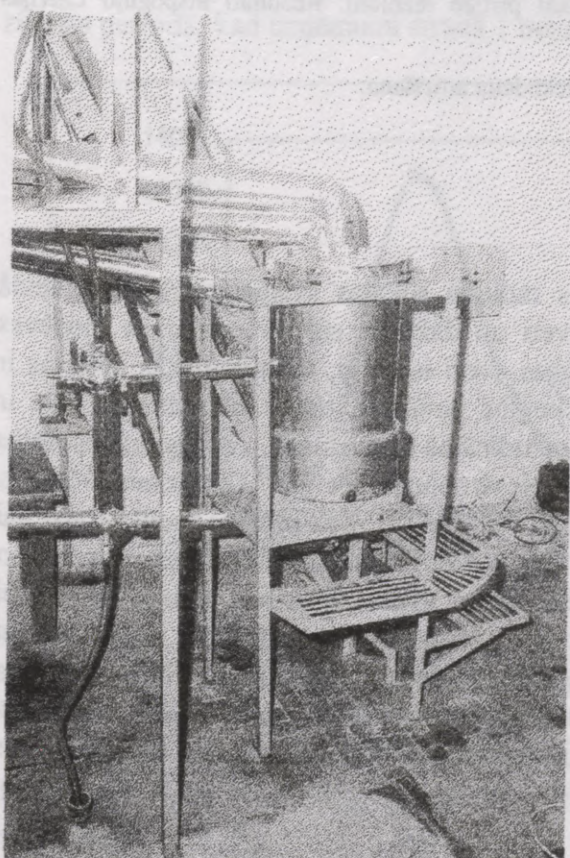
No pastiprināšanas mezgla izplūstošais sāls šķīdums vājākas koncentrācijas spirtā nokļūs spirta iztvaikošanas mezglā (7. un 8. att.). Tā konstrukcija ir līdzīga parastās pārtvaices kolonnai ar šķīvjiem. Pilotiekārtā šķīvju skaits ir tikai četri, jo sāļu klātbūtnē spirta koncentrāciju atšķirības šķīdumā un tvaikā ir ievērojami lielākas.



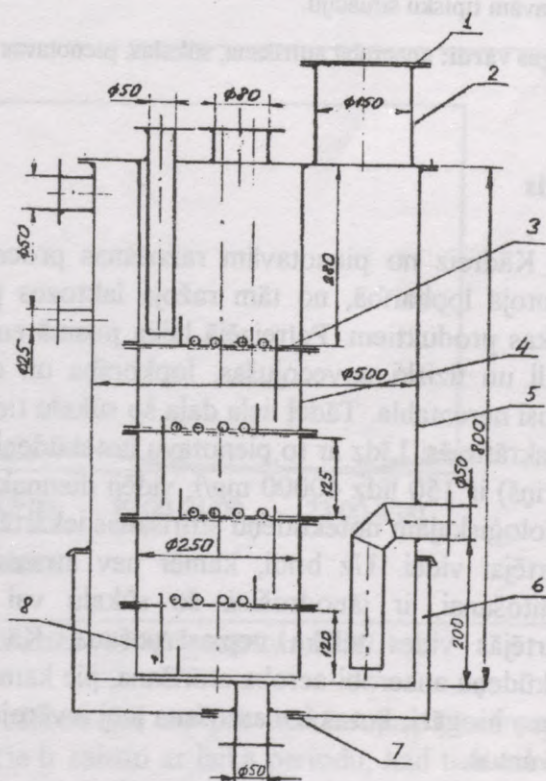
5. att. Pastiprināšanas mezgls.



6. att. Pastiprināšanas mezgla sekcija.



7. att. Iztvaikošanas mezgls.



8. att. Iztvaikošanas mezgla uzbūve.

Enerģijas taupīšanai pilotiekārtā ir paredzēts, ka no atstrādātā sāls šķīduma ūdenī iztvaicējamā tvaika siltumu izmantos pastiprināšanas mezgla sekciju apsildīšanai. tas nozīmē, ka iztvaikošanas mezglā notiks arī atstrādātā sāls šķīduma ietvaice. Tādā kārtā no šī mezgla izplūstošais sāls šķīdums būs ar augstāku sāls koncentrāciju un mazāk ūdens būs jānodala sāls kaltē.

BIOGĀZE KĀ ENERĢIJAS AVOTS PIENRŪPNIECĪBAS UZŅĒMUMU NOTEKŪDEŅU LOKĀLĀ ATTĪRĪŠANĀ

Andis Kārkliņš*, Arnolds Šķēle, Dzidra Zariņa, Andris Upītis

Kopsavilkums. Darba mērķis bija radīt Latvijas apstākļiem piemērotu tehnoloģiju augsti piesārņotu pārtikas rūpniecības notekūdeņu attīrīšanai. Rezultāti balstās uz veiktajiem laboratorijas pētījumiem Latvijas universitātē un Latvijas Lauksaimniecības universitātē, kā arī uz iegūtajiem rezultātiem pusrūpnieciskajā pilotiekārtā. Vienā no Latvijas siera ražotnēm 1998. gadā tika nodotas ekspluatācijā lokālās anaerobi-aerobās notekūdeņu attīrīšanas iekārtas ar jaudu līdz 120 m³/diennaktī pie ĶSP (ķīmiskais skābekļa patēriņš) līdz 6000 mg/l. Iegūto biogāzi, sadedzinot, varētu izmantot procesa temperatūras uzturēšanai, taču diemžēl šī iecere vēl nav realizēta. Aerobajā attīrīšanā pielietoti aerobie biofiltri. Attīrīšanas iekārtu izejā ir jānodrošina ĶSP līdz 700 mg/l. Šādi notekūdeņi tiek tālāk attīrīti ciemata bioloģiskajās notekūdeņu attīrīšanas iekārtās. Citas pienotavas notekūdeņu attīrīšanas iekārtās 1999. gada rudenī ir sākta anaerobo mikroorganismu adaptācija darbam psihrofilajā temperatūras režīmā un ir iegūti tikai pirmie rezultāti. Rezultāti atspoguļo Latvijas pienotavām tipisku situāciju.

Atslēgas vārdi: anaerobā attīrīšana, sūkalas, pienotavas notekūdeņu attīrīšana.

Ievads

Kādreiz no pienotavām ražošanas procesos radušās sūkalas svaigā vai kaltētā veidā izmantoja lopbarībā, no tām ražoja laktozes pulveri un dažādas sūkalu izcelsmes piedevas pārtikas produktiem. Patreizējā laika posmā enerģijas avoti ir dārgi, tehnoloģiskās iekārtas ir morāli un fiziski novecojušas, lopkopība un cūkkopība panīkusi, tāpēc sūkalu pārstrāde ir kļuvusi nerentabla. Tādēļ liela daļa šo sūkalu tiek iepludinātas kanalizācijā, vai tuvumā esošajās ūdenskrātuvēs. Līdz ar to pienotavu notekūdeņi (to piesārņojums pēc ĶSP (ķīmiskais skābekļa patēriņš) ir 150 līdz 40000 mg/l, vidēji diennaktī līdz 6000 mg/l) rada milzīgu papildslodzi vai nu bioloģiskajām notekūdeņu attīrīšanas iekārtām, vai nu Latvijas atklātajām ūdenskrātuvēm un apkārtējai videi. Uz brīdi, kamēr nav atrasts risinājums sūkalu efektīvai tautsaimnieciskai izmantošanai, ir jānodrošina šo sūkalu vai augsti piesārņoto notekūdeņu attīrīšana un apkārtējās vides tālāka nepiesārņošana. Kā risinājums šai problēmai var kalpot lokāla notekūdeņu anaerobi-aeroba attīrīšana, pie kam anaerobajā procesā var iegūt papildus enerģijas avotu - biogāzi, kuras izmantošana ļauj ievērojami samazināt attīrīšanas iekārtas ekspluatācijas izdevumus.

Rezultāti

Izvēloties starp aerobajiem un anaerobajiem procesiem, parasti mēģina orientēties uz pirmajiem, taču anaerobajiem procesiem ir vairākas nozīmīgas priekšrocības. Pirmkārt, anaerobos procesos rodas ievērojami mazāk dūņu, nekā aerobajos procesos, bet dūņu pārstrādes izmaksas var būt diezgan ievērojamas, jo dūņu mitrums ir 90 līdz 98 %. Aerobajos procesos veidojas 1 - 1,5 kg biomasas (dūņu), tajā pat laikā anaerobajos - tikai 0,1 - 0,2 kg uz katru attīrītā BSP (bioloģiskais skābekļa patēriņš) kilogramu. Otrkārt, anaerobajos procesos veidojas biogāze (galvenokārt metāna - CH₄ un ogļskābās gāzes - CO₂ maisījums), kuras

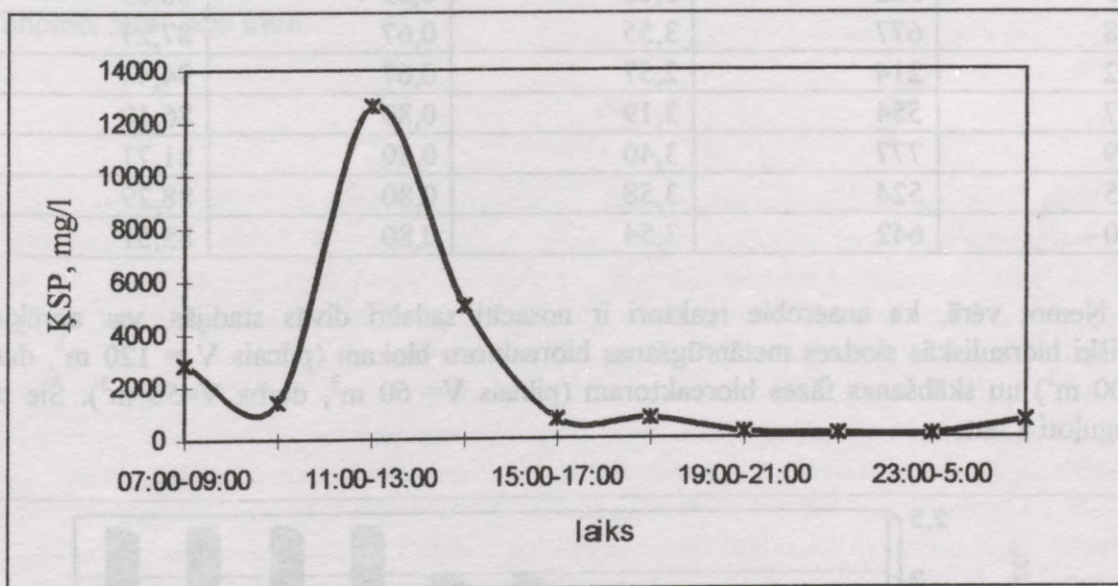
* - SIA "Plieders", Akadēmijas 19-812, LV-3001, Jelgava

izmantošana ļauj samazināt notekūdeņu attīrīšanai nepieciešamo enerģijas daudzumu. Treškārt, anaerobajos procesos ir iespējams pielietot ievērojami lielākas organiskās slodzes, līdz ar to šādas attīrīšanas iekārtas var izvietot kompaktāk. Un, ceturtkārt, process norit hermētiskos apstākļos, tāpēc šādas iekārtas var izvietot apdzīvoto vietu un ražošanas zonas tiešā tuvumā.

Anaerobo procesu pielietošanas iespējas pārtikas rūpniecības notekūdeņu attīrīšanā Latvijā pētīt sāka vēl 80. gadu sākumā Latvijas ZA A. Kirhenšteina Mikrobioloģijas institūtā. Tad arī tika uzbūvētas pirmās eksperimentālās iekārtas cukurfabrikas, konservu ceha un pienotavas notekūdeņu attīrīšanai. 90-to gadu sākumā apsīkst jebkāda darbība šajā jomā, tā atjaunojas 1994 - 1995. gadā. Sevišķa uzmanība tiek pievērsta pienrūpniecības notekūdeņu attīrīšanai.

Sakarā ar to, ka pienrūpniecības uzņēmumi lielu daļu siera un biezpiena sūkalu iepludina kanalizācijā, šo uzņēmumu notekūdeņiem ir raksturīga ļoti augsta piesārņojuma pakāpe. Regulāri veicot dažādu pienotavu notekūdeņu analīzes ir iegūti dati, kas liecina, ka sierotavas notekūdeņu piesārņojums diennakts garumā mainās robežās no 150 - 45000 mg/l (tīru siera sūkalu KSP ir 72000 - 77000 mg/l).

Pētot notekūdeņu piesārņojuma (pēc KSP) diennakts dinamiku siera ražošanas uzņēmumos, iegūta vidējā aina, kas attēlota 1. att. Šādas piesārņojuma svārstības ir rudens un ziemas periodā, kad uzņēmumi strādā 1 maiņā.



1. att. KSP dinamika diennakts laikā (1998. gada oktobris).

Vasarās, kad piegādātā piena daudzumi dubultojas un pat trīskāršojas, piesārņojuma dinamikā parādās 2 piesārņojuma maksimumi. Tie ir saistīti ar laika periodu, kad tiek tukšotas siera vannas.

1997. gadā tika pabeigta pilotiekārtas celtniecība vienā no Latvijas siera ražošanas uzņēmumiem - A/S Rankas piens un iekārtas ieregulēšanas gaitā uzsākti dažādi pētījumi, kas ilga līdz 1998. gada augustam, kad šī iekārta tika pilnībā nodota ekspluatācijā. Šī pilotiekārta var attīrīt 120 m^3 diennaktī pienotavas notekūdeņu ar KSP līdz 6000 mg/l . Taču ir konstatēts, ka iekārta visstabilāk strādā, ja attīra 90 m^3 diennaktī ar KSP līdz 4500 mg/l . Šādā režīmā ir vajadzīga tikai neliela iekārtas uzraudzība.

Ir vispārzināms, ka, noārdot 1 kg KSP , iespējams iegūt $0,3 - 0,5 \text{ m}^3$ biogāzes. Tātad konkrētajā gadījumā teorētiski varētu iegūt līdz 120 m^3 biogāzes. Zinot, ka biogāzes energoietilpība ir 23 MJ/m^3 (t.i., 5500 kcal/m^3 vai $6,5 \text{ kWh/m}^3$, var aprēķināt, ka, izmantojot biogāzi, dienā varēs ietaupīt ap 600 kWh .

Pēc sākotnējās ieceres procesā tiek nodalīta anaerobās fermentācijas (skābšanas) fāze. Darba temperatūra anaerobajos bioreaktors + 36-36,5 °C.

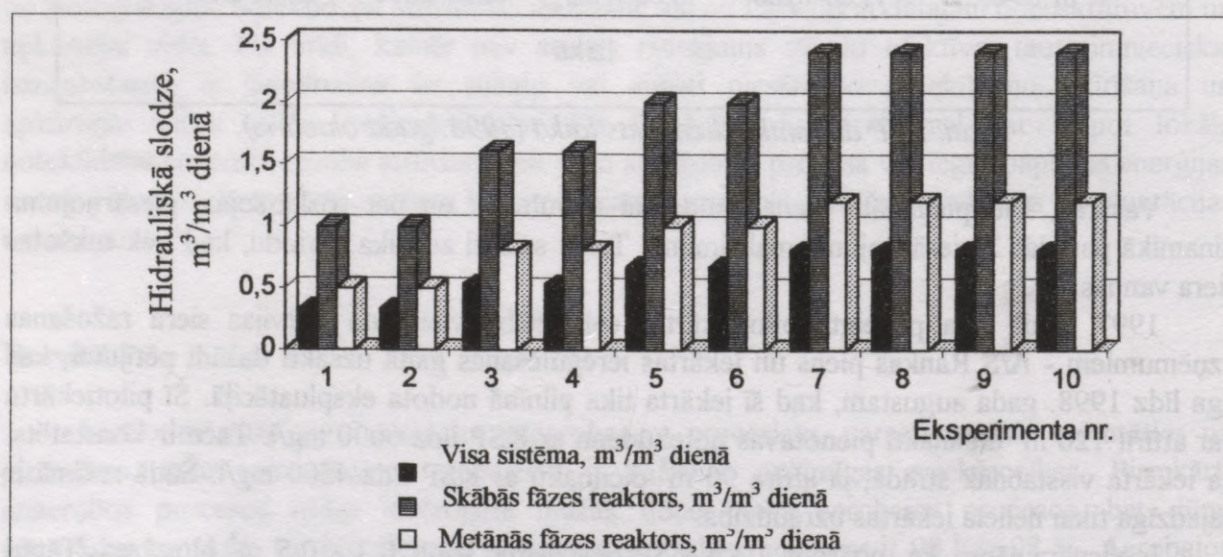
Visu pētījumu laiku dažādā secībā tika mainītas procesa organiskās un hidrauliskās slodzes. Process tika kontrolēts pēc 5 rādītājiem: procesa temperatūras, vides pH, ieejošā un izejošā ĶSP, kā arī pēc notekūdeņu padeves daudzuma. Tādejādi bija ļoti vienkārši visos gadījumos aprēķināt procesa organiskās un hidrauliskās slodzes. Daļa no iegūtajiem rezultātiem atspoguļoti 1. tabulā.

1. tabula.

Notekūdeņu attīrīšanas efektivitāte atkarībā no organiskās un hidrauliskās slodzes

Sākotnējais piesārņojums, ĶSP, mg/l	Atlikušais piesārņojums, ĶSP, mg/l	Organiskā slodze, kg ĶSP/m ³ d.	Hidrauliskā slodze, m ³ /m ³ d.	ĶSP samazināšanās, %
1969	108	0,66	0,33	94,51
4232	249	1,41	0,33	94,11
2970	612	1,58	0,53	79,39
3903	522	2,08	0,53	86,63
5318	677	3,55	0,67	87,27
3852	214	2,57	0,67	94,44
3987	554	3,19	0,80	86,10
4249	777	3,40	0,80	81,71
4475	524	3,58	0,80	88,29
4430	642	3,54	0,80	85,51

Nemot vērā, ka anaerobie reaktori ir nosacīti sadalīti divās stadijās, var aprēķināt atsevišķi hidrauliskās slodzes metānrūgšanas bioreaktoru blokam (pilnais V = 120 m³, darba V=100 m³) un skābšanas fāzes bioreaktoram (pilnais V= 60 m³, darba V=50 m³). Šie dati atspoguļoti 2. att.



2. att. Hidrauliskās slodzes sadalījums.

Secinājumi

- Ja laboratorijas pētījumos (reaktoru tilpums 0,5 - 30 l) varēja pienotavas notekūdeņus sekmīgi fermentēt ar hidraulisko slodzi 1 - 1,2 m³/m³ dienā un organisko slodzi 3-3,5 kg ŪSP/ m³ dienā, tad pilotiekārtā 180 m³ tilpumā (darba tilpums - 150 m³) izdodas sasniegt hidraulisko slodzi tikai līdz 0,8 m³/m³ dienā pie tādas pašas organiskās slodzes līdz 3,0- 3,5 kg ŪSP/m³ dienā.
- Jau pie hidrauliskās slodzes 0,67 m³/m³ dienā un organiskās slodzes 2,5 -3,0 kg ŪSP/m³ dienā var novērot baktēriju izskalošanos no anaerobajiem bioreaktoriem. Palielinoties slodzei baktēriju izskalošanās intensitāte palielinās.
- Jo augstākas slodzes, jo jūtīgāks ir process. Ja vēl pie hidrauliskās slodzes 0,6 - 0,7 m³/m³ dienā iekārtas apkalpošanu un kontroli var veikt 1 -3 reizes dienā, tad paaugstinot slodzi aizvien uzmanīgāk un regulārāk jāseko procesa parametriem. Tam atrisinājums varētu būt procesa automatizācija, kuru ir uzsākusi A/S 'Biotehniskais centrs'.

Izbūvētajā pilotiekārtā nenotiek biogāzes sadedzināšana un attīrīto notekūdeņu siltuma rekuperācija. Tādējādi pienotava procesa temperatūras nodrošināšanai mēnesī iztērē kurināmo par 600 - 700 latiem. Tomēr, ja izdosies pienotavas vadību pārliecināt par iekārtas siltumtehniko rādītāju uzlabošanu, tad, domājams, ka nākotnē tiks uzbūvēta moderna siltumapmainītāju sistēma un uzstādīts biogāzes sadedzināšanas katls, kas ļautu dienā iekonomēt 500 - 600 kWh.

VIENLAICĪGA ETANOLA UN FURFUROLA IEGUVE NO LIGNOCELULOZI SATUROŠĀM IZEJVIELĀM

Nikolajs Vederņikovs

LV Koksnes ķīmijas institūts, Dzērbenes 27, LV-1006, Rīga

Kopsavilkums. Tuvākā nākotnē lapkoku koksne var būt reāla alternatīva naftai kā ķīmiskās rūpniecības izejvielai un motordegvielai. Risinot šo problēmu, ir atrasta jauna pieeja un izstrādāta hidrolīzes un dehidratācijas reakciju diferenciālās katalīzes teorija. Mērķtiecīga procesa mehānisma izmaiņa ļāva vienlaicīgi atrisināt divas problēmas: palielināt furfurola iznākumu no 55% līdz 75% no teorētiski iespējamā un 5 reizes samazināt celulozes destruktiju. Uz teorētisko pētījumu bāzes tika izstrādāta jauna tehnoloģija, kas ietver lapkoku koksnes un citu pentozānus saturošu materiālu divpakāpju hidrolīzi ar furfurola un raudzējamo cukuru iegūšanu, no pēdējiem tālāk iegūstot bioetanolu. Kopš 1997. gada pirmoreiz pasaules rūpnieciskajā praksē šī tehnoloģija tika realizēta Krievijā ar jaudu 4300 t furfurola un 8800 t bioetanola gadā. Izejmateriāla izmantošanas pakāpe pieauga 3 reizes, furfurola un raudzējamo cukuru kopējais iznākums - 4 reizes, salīdzinot ar atsevišķu furfurola ražošanu.

Atslēgas vārdi: etanols, furfurols, tehnoloģija.

Ievads

Augu biomasa var būt alternatīva naftai kā ķīmijas izejvielai un kā enerģijas avotam, jo tā rodas fotosintēzes procesā lielā daudzumā - $2 \cdot 10^{11}$ t gadā, kas ir 20 reizes vairāk par visu citu neatjaunojamo organisko izejmateriālu (ogļu, naftas un gāzes) ikgadējo patēriņu. No visiem biomasas veidiem zemas kvalitātes lapkoku koksne un lauksaimniecības atkritumi ir lētākās un pieejamākās izejvielas ķīmiskai pārstrādei.

Meži klāj 45% no Latvijas teritorijas. Valstī ir daudz zemas kvalitātes lapkoku koksnes (apse, alksnis), kā arī daudz koksnes atkritumu, kam nav ekonomiski efektīva pielietojuma. Furfurola un bioetanola ražošana būtu perspektīvs virziens šādas koksnes izmantošanai.

Tā kā lapkoku koksne satur 20-25% pentozānus un 40-45% heksozānus, teorētiski ir iespējams iegūt furfurolu kā organiskās sintēzes monomēru un bioetanolu kā motordegvielu. Bet praktiski šo abu produktu vienlaicīgu iegūšanu līdz šim uzskatīja par neiespējamu, jo furfurola veidošanās un celulozes destruktijas kinētiskie parametri ir ļoti tuvi. Rezultātā furfurola ieguves procesā 40-50% celulozes destrukcijas, un to līdz šim varēja izmantot tikai kā kurināmo vai mēslojumu. Otra problēma, ko nevarēja atrisināt 77 gadu ilgās furfurola rūpnieciskās ražošanas laikā, bija salīdzinoši zemais furfurola iznākums, kas nepārsniedza 55% no teorētiski iespējamā.

Lai vienlaicīgi atrisinātu abas problēmas, vajadzēja mērķtiecīgi izmainīt procesa mehānismu. Tas izdevās, balstoties uz jaunu netradicionālu pieeju - hidrolīzes un dehidratācijas reakciju diferenciālās katalīzes teoriju.

Materiāli un metodes

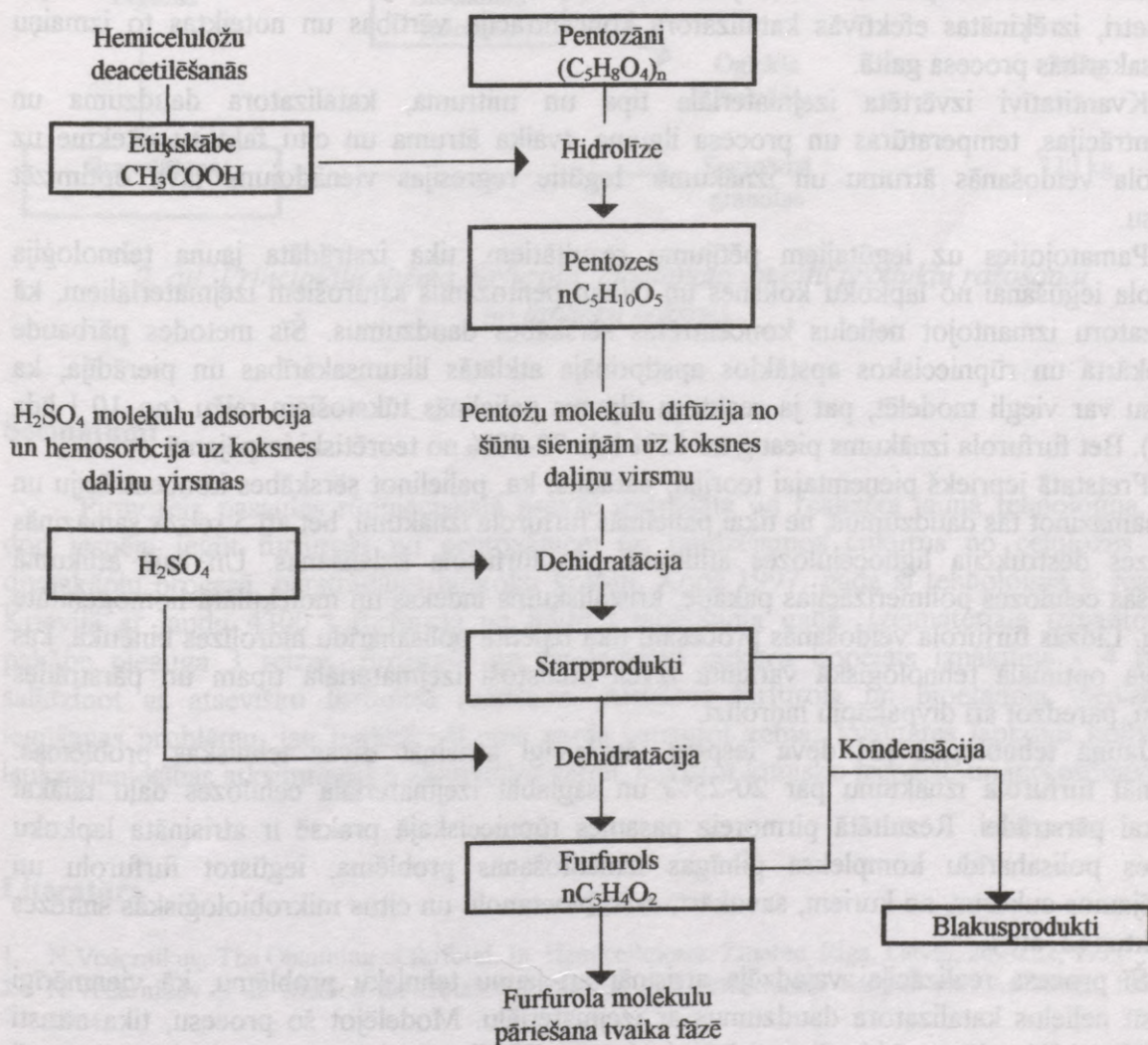
Eksperimenti tika veikti ar bērza koksnes žāgu skaidām un šķeldām oriģinālā pilotiekārtā, kuras reaktora tilpums 10 l un augstums 2 m. Šī pilotiekārta ļauj modelēt rūpniecisku procesu, plašā intervālā mainot procesa galvenos parametrus. Tika izstrādātas speciālas metodes, lai

noteiktu galvenos kinētiskos parametrus, kas atbilst nevis laboratorijas, bet rūpnieciskiem apstākļiem. Šādā veidā iegūtos kinētiskos parametrus varēja izmantot, optimizējot furfurola iegūšanas tehnoloģiju.

Jaunās metodes ļāva pētīt procesa dinamiku, modelēt atsevišķas stadijas, kā arī visu procesu kopumā. Jaunā metode tika pielietota, lai pētītu furfurola veidošanās kinētiku, maksimāli izslēdzot blakus reakcijas un otrējās pārvērtības. Tas ļāva atklāt iepriekš nezināmas likumsakarības, kā arī izvērtēt galveno faktoru un parametru ietekmi uz furfurola veidošanās ātrumu un iznākumu.

Rezultāti

Saskaņā ar jauno teoriju [1], etiķskābe un sērskābe diferencēti katalizē pentozānu hidrolīzi un pentozu dehidratāciju, vienpakāpes procesā ražojot furfurolu no augu izejmateriāliem nelielu koncentrētas sērskābes daudzumu klātbūtnē (1. att.).



1. att. Furfurola iegūšanas mehānisms koncentrētas sērskābes klātbūtnē

Lielā hemosorbcijas siltuma dēļ sērskābes molekulas, veidojot hemosorbcijas saites ar polisaharīdiem, sorbējas un paliek uz izejmateriāla daļiņu virsmas, neieklūstot to iekšienē.

Hemosorbcijas saišu spēks starp sērskābes molekulām un polisaharīdiem pieaug, palielinot skābes koncentrāciju, un ir neliels atšķaidītiem šķīdumiem. Tā kā tiek lietoti nelieli koncentrētas sērskābes daudzumi (2-4% no materiāla masas), tā pārklāj mazāk par 1% no materiāla daļiņu virsmas.

Etiķskābe rodas procesa gaitā hemicelulozes deacetilēšanās rezultātā, apstrādājot izejmateriālu ar tvaiku. Līdz ar to tā ir vienmērīgi sadalīta materiāla daļiņās un katalizē pentozānu hidrolīzi par monosaharīdiem. Tālāka pentozu pārvēršanās par furfuroli šūnu sienās nenotiek, jo zemā temperatūrā etiķskābe ir pārāk vājš katalizators. Radušās pentozes difundē pie materiāla daļiņu virsmas, kur sērskābes ietekmē tās dehidratējas par furfuroli.

Kinētiskie pētījumi parādīja, ka, palielinot sērskābes koncentrāciju, pentozu dehidratācijas ātrums pieaug daudz ātrāk nekā pentozānu hidrolīzes ātrums. Tas novērš lieku pentozu rašanos reakcijas sistēmā un sekmē procesa selektivitāti.

Jaunās fundamentālās likumsakarības tika atklātas, iegūstot furfuroli no bērza koksnes un citiem pentozānus saturošiem izejmateriāliem neliela koncentrētas sērskābes daudzuma klātbūtnē. Atbilstoši procesa nosacījumiem, ir noteikti reakcijas kinētiskie un aktivācijas parametri, izrēķinātas efektīvās katalizatora koncentrāciju vērtības un noteiktas to izmaiņu likumsakarības procesa gaitā.

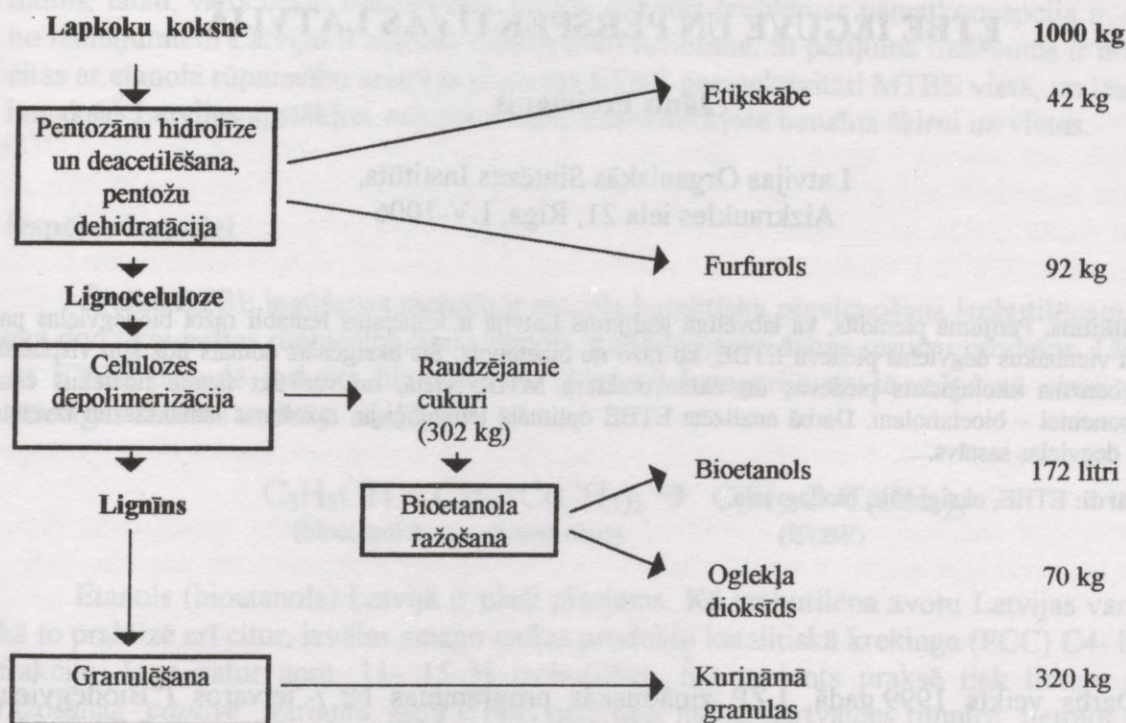
Kvantitatīvi izvērtēta izejmateriāla tipa un mitruma, katalizatora daudzuma un koncentrācijas, temperatūras un procesa ilguma, tvaika ātruma un citu faktoru ietekme uz furfuroļa veidošanās ātrumu un iznākumu. Iegūtie regresijas vienādojumi ļāva optimizēt procesu.

Pamatojoties uz iegūtajiem pētījumu rezultātiem, tika izstrādāta jauna tehnoloģija furfuroļa iegūšanai no lapkoku koksnes un citiem pentozānus saturošiem izejmateriāliem, kā katalizatoru izmantojot nelielus koncentrētas sērskābes daudzumus. Šīs metodes pārbaude pilotiekārtā un rūpnieciskos apstākļos apstiprināja atklātās likumsakarības un pierādīja, ka procesu var viegli modelēt, pat ja reaktora tilpums palielinās tūkstošiem reižu (no 10 l līdz 60 m³). Bet furfuroļa iznākums pieaug no 55% līdz 70-80% no teorētiski iespējamā.

Pretstatā iepriekš pieņemtajai teorijai, parādīts, ka, palielinot sērskābes koncentrāciju un reizē samazinot tās daudzumus, ne tikai palielinās furfuroļa iznākumi, bet arī 5 reizes samazinās celulozes destrukcija lignocelulozes atlikumā pēc furfuroļa izdalīšanas. Un šajā atlikumā palikušās celulozes polimerizācijas pakāpe, kristāliskuma indekss un molekulārā homogenitāte pieaug. Līdzās furfuroļa veidošanās procesam tika izpētīta polisaharīdu hidrolīzes kinētika, kas sekmēja optimālā tehnoloģiskā varianta izvēli atbilstoši izejmateriāla tipam un pārstrādes veidam, paredzot arī divpakāpju hidrolīzi.

Jaunā tehnoloģija [2] deva iespēju vienlaicīgi atrisināt divas tehniskas problēmas: palielināt furfuroļa iznākumu par 20-25% un saglabāt izejmateriāla celulozes daļu tālākai ķīmiskai pārstrādei. Rezultātā pirmoreiz pasaules rūpnieciskajā praksē ir atrisināta lapkoku koksnes polisaharīdu kompleksa pilnīgas izmantošanas problēma, iegūstot furfuroli un raudzējamus cukurus, no kuriem, savukārt, ražo bioetanoli un citus mikrobioloģiskās sintēzes produktus (2. att.).

Šī procesa realizācijai vajadzēja atrisināt arī jaunu tehnisku problēmu, kā vienmērīgi samaisīt nelielus katalizatora daudzumus ar izejmateriālu. Modelējot šo procesu, tika atrasti materiāla iekšējo plūsmu hidrodinamiskās struktūras difūzijas modeļa parametri, eksperimentāli noteiktas ražības diagrammas atkarībā no galvenajiem parametriem un izstrādāts oriģināls konstrukcijas nepārtrauktas darbības lāpstveida divasu maisītājs ar gaisa dīzēm. Jaunās iekārtas izejmateriāla samaisīšanai ar nelielu katalizatora daudzumu, kuru jauda ir no 20 līdz 100 m³ izejmateriāla stundā, tika izgatavotas un uzstādītas 9 rūpnīcās.



2. att. Principiālā shēma furfurola, bioetanola un citu produktu ražošanai no lapkoku koksnes.

Secinājumi

Pirmoreiz pasaules rūpnieciskajā praksē izstrādāta un realizēta jauna tehnoloģija, kura dod iespēju iegūt furfurolu no pentozāniem un raudzējamos cukurus no celulozes vienā divpakāpju procesā, pārstrādājot lapkoku koksni. Kopš 1997. gada šī tehnoloģija ir realizēta Krievijā ar jaudu 4300 t furfurola un 8800 t bioetanola gadā. Izejmateriāla izmantošanas pakāpe pieauga 3 reizes, furfurola un raudzējamo cukuru kopējais iznākums - 4 reizes, salīdzinot ar atsevišķu furfurola ražošanu. Atrisinot furfurola un bioetanola vienlaicīgas iegūšanas problēmu, jau tuvākā nākotnē varēs izmantot zemas kvalitātes lapkoku koksni un lauksaimniecības atkritumus kā alternatīvu naftai, iegūstot ķīmisko izejvielu un motordegvielu.

Literatūra

1. N.Vedernikov. The Obtaining of furfural. In: Hemicelluloses. Zinatne, Riga, Latvia, 209-222, 1991.
2. N.Vedernikov et al. Method for Obtaining Furfural and Fermentable Sugars. Russian Patent 1365674, 1994.

ETBE IEGUVE UN PERSPEKTĪVAS LATVIJĀ

Jānis Freimanis

Latvijas Organiskās Sintēzes Institūts,
Aizkraukles iela 21, Rīga, LV-1006

Kopsavilkums. Pētījumā pierādīts, ka labvēlīgā gadījumā Latvijā ir iespējams rentabli ražot biodegvielas paveidu un vienlaikus degvielas piedevu ETBE, ko ražo no bioetanola. Šis oksigenāts domāts līdz šim visplašāk lietotās benzīna ekoloģiskās piedevas un oktānkorektora MTBE vietā, un var tikt lietots līdztekus citai biokomponentei – bioetanolam. Darbā analizēta ETBE optimālā tehnoloģija, ražošanas izmaksas un izvēlēts vēlamās degvielas sastāvs.

Atslēgvārdi: ETBE, oksigenāts, biodegviela.

Ievads

Darbs veikts 1999.gadā, LZP zinātniskās programmas Nr.7 ietvaros ("Biodegvielu ražošana un pielietošana Latvijā"), pamatojoties uz 1998.gada 27.marta LZA sēdes rekomendāciju un ar LR Zemkopības ministrijas, kā arī LU Mikrobioloģijas un Biotehnoloģijas Institūta atbalstu. Pētījuma mērķis ir dažādot bioetanola tehnisko pielietojumu Latvijā, sakarā ar visā pasaulē novērojamo tendenci – lietot pēc iespējas tādu motoru degvielu, kas satur atjaunojamās dabas izejvielas, vai to produktus. Līdz ar to darbs iekļaujas šī simpozija problemātikā un darba kārtībā.

Problēma pasaulē un Latvijā

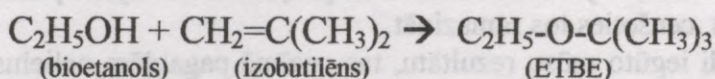
Pasaulē pagaidām lieto tradicionālo motordegvielu, kas sastāv no (1) ogļūdeņražiem un (2) piedevām, kuras regulē degvielas īpašības. Kas attiecas uz benzīniem, tad pārejot uz bezsvina vai mazsvina (zem 0.013 % TES pēc svara) degvielu, lai iegūtu šķirnes ar tirgus oktānskaitli 95 un augstāk, kā galvenos oktānskaitļa paaugstinātājus lieto naftas pārstrādes alkilātfrakcijas, aromātiskos ogļūdeņražus un, galvenais, degvielas apskābekļotāju jeb oksigenātu MTBE (metil-treš-butilēteri). Tieši MTBE līdz šim ir bijis īpaši nozīmīgs tāpēc, ka tas veicina degvielas labāku sadegšanu motorā, un dramatiski samazina izpūtes gāzu toksiskumu. Tomēr tieši šai benzīna piedevai pēdējā laikā ir atrasti būtiski trūkumi tā toksiskums un ekoloģiskā kaitīguma dēļ, kādēļ to ASV Kalifornijā vispār izņem no apgrozības (Davis G., 1999), un jau ir viedoklis, ka tas notiks visā ASV (Grisham J., 1999). Pārējā pasaule parasti seko ASV piemēram, un šo pašu tendenci agrāk vai vēlāk var sagaidīt Eiropas Savienībā, tātad arī pie mums. Situācija attiecībā uz MTBE top dramatiskā tāpēc, ka to, piem., 1999.gadā pasaulē ražo vismaz 260 milj.barelu dienā, jeb virs 11 milj.t/g (Bonner & Moore, 1999), un šo oksigenātu 1999.gadā ASV patērē 65% no pasaules tirgus piedāvājuma, no kuriem 25% - tikai Kalifornijas štatā vien (McKoy M., 1999). Līdz ar to, patlaban ASV un visā pasaulē šķiet būtiski atrast citu pietiekami pieejamu benzīna oksigenātu - MTBE vietā.

Šim nolūkam ASV piedāvā, tiesa, piesardzīgi MTBE analogu ETBE, bet galvenokārt etanolu (sk. literatūru atsaucē Grisham J., 1999), bet Eiropā, īpaši Francijā - ETBE un etanolu

(Katzen R. u.c., 1997). Latvijā 95 un augstākas markas benzīnus importē g.k. no Rietumiem (Fortūm[Neste], Statoil u.c.) un tie satur to pašu oksigenātu, MTBE, kura lietošana arī pie mums, tātad, vairs nevar būt ilgstoša. Ievadā minētās problēmas pamatkonceptcija ir, ka viens no risinājumiem Latvijai ir etanola (bioetanola) ieviešana. Šī pētījuma uzdevums ir noskaidrot citas ar etanola rūpniecību saistītas piedevas ETBE perspektivitāti MTBE vietā, un iespējamās izmaksas Latvijas apstākļos, ražojot attiecīgu apskābekļota benzīna šķirni uz vietas.

Iespējas Latvijai

Ērtākā ETBE iegūšanas metode ir etanola katalitiska pievienošana izobutilēnam; pēdējo gan dod tikai naftas rūpniecība, taču etanols ir atjaunojamo dabas resursu produkts. Līdz ar to, arī ETBE pasaulē ieskaita biodegvielas (*biofuel*) kategorijā un tā ražošanā visur piemēro attiecīgās akcīzes nodokļa atlaides.



Etanols (bioetanols) Latvijā ir plaši pieejams. Kā izobutilēna avotu Latvijas variantam, kā to praktizē arī citur, izvēlas smago naftas produktu katalitiskā kreklinga (FCC) C4- butilēnu frakciju, kura satur apm. 11- 15 % izobutilēna. Šis variants praksē tiek lietots abējādi: ražošanas “*captive*” variantā, kurā ETBE ražo tieši naftas pārtvaices rūpnīcā, lietojot minētās tehnoloģiskās gāzes kā izejvielu; otrkārt, tieši šo pašu C4 frakciju sašķidrinātā veidā lieto kā pasaules tirgū iepirkto izejvielu. Tad to sauc par “Rafinātu-1”. Latvijas gadījumā “Rafināts-1” ir pieejams gan Roterdamas tirgū, gan no Lietuvas, no a/s Mažeikiu Nafta.

Latvijā veicamajai ETBE tehniskajai sintēzei izvēlēts katalitiskās destilācijas variants, kas ietver forreaktoru (tur notiek pamatreakcija) un trīsdaļīgu, t.s., katalitiskās destilācijas kolonnu, kurā notiek tālāka reakcija, sintezējamo vielu plūsmu nodalīšanās un daļēja vielu, arī mērķprodukta ETBE attīrīšana (Павлов С.Ю. и др., 1995). Šādas iekārtas, atkarībā no to jaudas, maksā 3.5 – 7 milj. USD.

Latvijas apstākļiem par optimālo gala produktu atzīts, t.s., kombinētais oksigenāts, kas satur noteiktā proporcijā sajauktu ETBE ar citu lētu oksigenātu. Tas ļauj principā vienkāršot visu ETBE ražošanas procesu un neuzstāda galā tik augstas kvalitātes prasības. Otra iezīme ETBE ražošanai Latvijā ir, ka ražotājam ir jāspēj vietējā tirgū pārdot atstrādātās un atkal sašķidrinātās C4 gāzes kā siltumnesēju. Pasaules tirgū šis produkts atbilst produktam “Rafināts-2”, ko lieto alkilātbenzīnu katalitiskajā sintēzē, vai arī kā enerģijas avotu siltuma ražošanai. Te prasība ir, lai šī ražošanas blakusprodukta pārdošanas cena nav zemāka par iepērkamo C4 izobutilēna izejvielu (“Rafinātu-1”), bet būtu, vēlams, pat lielāka. Tālāk, ETBE ražošanai nepieciešams absolūtais etanols, kas arī Latvijai ir reāli (sk. A.Daņileviča referātu šai simpozijā).

Latvijas apstākļiem izvēlēts sekojošs ETBE ražošanas un izlietošanas variants. Vispirms, kādā noteiktā Latvijas vietā, vēlams Rīgas tuvumā vai Kurzemē, organizē absolūtā bioetanola ražotni, kas saistīta un nosaka projektējamo ETBE ražotni par tik, lai to savstarpējie attālumi un produktu transporta izmaksas būtu minimāli. Otrais, jau uz šo referātu attiecināmais pamatetaps ir ETBE ražošanas iekārtas projektēšana un būve, ko organizē vai nu tuvu kādai ostai, vai citam “Rafināta-1” piegādes punktam. Šeit ražo ETBE un uz tā bāzes kombinēto oksigenātu. Trešais, jeb uz šo referātu attiecināmais gala etaps, ir ražošanas vienība kādā Latvijas muitas zonā, kur tiek izdarītas degvielas sajaukšanas operācijas, un tiek izlaista tirgus benzīna šķirne, kuru pārdodot jāatgūst ieguldītie līdzekļi, un jāiegūst peļņa.

Projektā izvēlēts ETBE ražošanas bāzes variants no 5000 T bioetanola, no kura dabū apm. 8100 T ETBE, kas kopā dod ap 9400 T oksigenāta, kas kopā ar 62,600 T bāzes benzīnu dod aptuveni 72.000 tonnu (vismaz 90 milj. litru jaunās degvielas gadā), kam dots nosacīts nosaukums EE-95. Projektā analizēts arī divkāršās jaudas variants, kas atļauj būtiski samazināt ETBE ražošanas pašizmaksu, sakarā ar to, ka no vienas un tās pašas ETBE ražošanas iekārtas "noņem" dubultu produkta daudzumu.

Tad, saglabājoties apmēram patreizējai "Rafināta-1" cenai, maksimāli 150 USD/t, realizējot atstrādātās C4 gāzes par to pašu cenu, ņemot absolūtā etanola cenu ne lielāku par 320 Ls/t = 543 USD/t un izvēloties ETBE ražotnes vidējo tirgus cenu, iespējams ETBE ražot ar pašizmaksu 0.5812 USD/litrs, jeb 785 USD/tonnā. Vadoties no pasaulē reklamētām ETBE cenām par galonu ETBE, tās, piemēram, ASV teoretiski iznāktu daudz zemākas (robežās 119-148 USD/tonna, atsaucies sk. (Max Schauck, 1999, (Baylor University data, 1999), kā arī pietiekami vecus Bonner&Moore firmas cenu datus ASV Meksikas liča reģionam (Bonner&Moore, 1997, 1998). Tomēr, ievērojot to, ka patiesās ETBE ražošanas izmaksas tiek turētas stingrā slepenībā, ir jāvadās vairāk no aprēķiniem Latvijas apstākļiem un mūsu cenu mērogiem, protams, cenšoties tos samazināt.

Izvērtējot šādi iegūto mūsu rezultātu, tas nozīmē pagaidām nelielus zaudējumus tirgus benzīna izejvielu iepirkšanas izmaksu segšanā, bet kas var tikt kompensēti ar papildus peļņu, pārdodot dārgāko tirgus benzīnu. Pēc kapitālieguldījumu atmaksāšanās (kredītprocenti 15%, inflācijas temps 3% gadā amortizācijas aprēķiniem, atmaksāšanās laiks 5 gadi), t.i., sestajā gadā viss projekts top rentabls, ar visu lielo ETBE krietni lielāko pašizmaksu, salīdzinot ar ASV reklāmām.

Pētījuma pamatrezultāts

Pētījuma galīgais secinājums ir piesardzīgi pozitīvs –labvēlīgos apstākļos ETBE ražošana Latvijā var būt rentabla, un tas dod iespēju Latvijā pāriet uz biokomponentes saturošām benzīna izejvielām.

Kā daži no minētajiem labvēlīgajiem apstākļiem minami grozījumi naftas produktu akcīzes nodoklī Latvijā, kas veicinātu labai draudzīgākas jaunās benzīna šķirnes izlaidi. Tālāk, nepieciešams panākt akcīzes nodokļa atlaidi tam etanolam, ko lieto videi draudzīgas benzīna šķirnes EE-95 ražošanai. Šīs atlaides visas ir jāpamato ar to, ka etanols un ETBE ir uzskatāmi par produktiem no atjaunojamiem dabas resursiem, un to ražošana, bez tam, dod pozitīvas sociālas sekas (lauksaimniecības produktu palielināts noiets). Tālāk, ir nepieciešams panākt uz 5 gadiem dabas piesārņojuma nodevu atlaides, kā stimulu jaunai ražotnei, kādas piešķir līdzīgos gadījumos ražošanas sākējam ārzemēs. Beidzot, nepieciešams panākt labvēlīgu klimatu kapitālieguldījumu procentu un amortizācijas izdevumu minimizācijā, kā arī meklēt un atrast pareizāko izejvielu, iekārtu un produktu mārketinga variantu ETBE ražošanas interesēs.

Tieši šo pēdējo uzdevumu risināšanā autors saskata iespēju projekta tālākai attīstībai.

Literatūra

1. Baylor University data, 1999.g. Interneta dati, page Ethyl Tertiary Butyl Ether, URL: <http://www.baylor.edu/~rafdc/ETBE.html>
2. Bonner&Moore, Associates, Inc., Refining Economics Report: ETBE values and forecast (1997.g., 1998.g.), URL: <http://www.bonnermoore.com/tameetbe.htm>
3. Bonner&Moore, 1999, URL: <http://www.bonnermoore.com/mtbe.htm>
4. Davis G., Executive Order D-5-99 (1999), URL: <http://www.ca.gov/s/governor/d599.html>

5. Grisham J., Chem&Engineering News, 1999, August 2, p.5, skatīt "The blue ribbon panel on Oxygenates in Gasoline", Executive Summary&Recommendations, July 27,1999, from USA EPA, Office of Mobile Sources, Home Page, URL: <http://www.epa.gov/oms/consumer/fuels/oxypanel/blueribb.htm> and references herein.
6. R.Katzen, P.W.Madson, D.A.Monceaux , Biomass-Derived Ethanol and ETBE in Motor Fuels, AIChE 1997 Annual Meeting, Session ,Paper 224j, Wednesday, Nov.19, URL: <http://www1.che.ufl.edu/meeting/1997/annual/session/244/j>
7. McKoy M., Chemical&Engineering News, 1999, August 2, pp.5-6.
8. Павлов С.Ю., Горшков В.А., Чуркин В.Н., Хим.Пром-сть, 1995 (№ 5-6) (257), стр. 9-15
9. Schauck M., 1999.g. Interneta dati, page "A Conversation with Dr.Max Schauck", URL: <http://lonestar.texas.net/~txskyway/dr.max.htm>

VASARAS RAPŠA 00-ŠKIRŅU RAŽĪBAS UN RAŽAS KVALITĀTE VIDZEMES ZONAS APSTĀKĻOS

Lilija Borovko

LLU Skrīveru Zinātnes centrs

Abstract. For widening of recourses of plant oil and protein in Latvia the growing of spring rape and birdrape is suitable. The rape oil is used not only as food, but also for technical needs (for production biogasolin). In the framework of programme the research of varieties of spring rape, their seed production and seed quality has been performed. The studies of seeds of growing spring rape varieties with a possible short period of vegetation and with diseases and lodging resistance have been selected.

Key words: spring rape, varieties, birdrape, seed production, seed quality

Ievads

Rapsis pasaulē ieņem vadošo vietu sējumu struktūrā starp eļļas ražošanai noderīgiem augiem. Vairāk sēj tikai soju (62.7 milj. ha), kurai ir nozīme olbaltumvielu ieguvē. 1996.-1997. gados ar rapsi pasaulē apsēja 24.2 milj. ha, iegūstot 34.6 milj. t. sēklu ar vidējo ražību 1.36 t ha^{-1} [9]. To audzē visos kontinentos. Rapsi eļļas ieguvei sēj arī Lietuvā un Igaunijā. 1997. gadā Lietuvā ar vasaras rapsi bija apsēti 25 tūkst. ha, bet 1998. gadā ap 50 tūkst. hektāru [5].

Pašlaik pasaulē rapša eļļu izmanto ne tikai pārtikas vajadzībām, bet arī dažādām tehniskajām vajadzībām. No rapša eļļas gatavo:

1. dažādas smērvielas, motoreļļas, transmisijas un hidraulikas eļļas,
2. biodīzeļdegvielu,
3. putekļu aizsargājošās eļļas graudu uzglabāšanas noliktavām.

Prognozē, ka tuvākajā nākotnē minerāleļļas var tikt nomainītas ar augu eļļām.

No rapša eļļas iegūst glicerīnu, ēteri un daudzas taukskābes, kuras izmanto ķīmiskajā rūpniecībā ziepju, spirta, skābju u.c. produkcijas ražošanai. Ķīmiskajā rūpniecībā rapša eļļa var konkurēt ar citām augu eļļām un dzīvnieku taukiem.

Apkārtējās vides aizsardzība prasa nomainīt minerāleļļu ar rapša eļļu. Šīs eļļas bioloģiskā sadalīšanās notiek ātri un nerada ūdenskrātuvju piesārņojumu. Augsnē rapša eļļa 7 dienu laikā sadalās 95%, bet minerāleļļa tikai 16% apmērā.

Biodīzeļdegviela, kas ražota no rapša eļļas, nepiesārņo apkārtējo vidi. Pie tam, iespējams daļēji aizstāt naftu, samazināt oglekļa dioksīda (CO_2) saturu gaisā: 1 l dīzeļdegvielas ražošanas un izmantošanas laikā rodas 3 kg CO_2 , bet 1 kg biodīzeļdegvielas – 0.5 kg.

Zināms, ka slāpekļa oksīdi un daudzas citas mikroģāzes negatīvi ietekmē zemes klimatu. Oglekļa oksīdi, metāns un citi oglekļa dioksīda izdalās degšanas laikā, sadalīšanās laikā. Pierādīts, ka audzējot rapsi, veidojas labvēlīgi apstākļi slāpekļa oksīda (N_2O) veidošanai. Atkarībā no augsnes 0.06-0.09 % no iedotā N mēslojuma pārvēršas slāpekļa oksīdā – N_2O . Tieši rapsis, pateicoties spēcīgai sakņu sistēmai, ļoti efektīvi izmanto augsnes slāpekli [8].

Latvijā agroklimatiskie apstākļi ir piemēroti rapša audzēšanai. To pierāda veiktie pētījumi, kā arī praktiskā pieredze. Ja pērn bija apsēti tikai 900 ha, tad šogad 7000 ha. Prognozē, ka nākamgad platības var sastādīt ap 30000 ha.

Latvijā nav vietējo rapša 00-šķirņu, tāpēc jāpēta un jāaudzē ārzemju šķirnes, kuru piedāvātais sortiments ļoti strauji mainās.

Materiāli un metodes

Skrīveru Zinātnes centrā no 1997. gada pētīta vasaras rapša agrotehnika, šķirnes un to ražība, ražas struktūra un kvalitāte, lai izvēlētos mūsu klimatiskajiem apstākļiem piemērotākās šķirnes sēklu ieguvei. Izmēģinājumi iekārtoti graudaugu augu sekas laukos velēnu podzolētā vidēja mālsmilts augsnē. Augsnes reakcija pH_{KCl} 6.0-6.7, nodrošinājums ar kāliju labs (176-238 mg/kg), ar fosforu – zems (81-129 mg/kg), trūdvielu saturs 1.8-2.1%.

Klimatiskie apstākļi izmēģinājuma laikā bija dažādi. 1997. gadā vasaras rapša sējas laikā bija ļoti nelabvēlīgi laika apstākļi. Vasaras sākums augsts un lietains, kas aizkavēja rapša attīstību, bet vasaras otrajā pusē iestājās silts un saulains laiks, kas palīdzēja rapsim atgūt nokavēto un veģetācijas beigās nodrošināja augstu sēklu ražu.

1998. gada veģetācijas perioda otrā puse izceļas ar vēsu un lietainu laiku, kas izraisīja rapša sējumu veldrēšanos. Sakarā ar nelabvēlīgajiem laika apstākļiem rapša novākšanas laikā sēklas nogatavojās nevienmērīgi, kā arī daudz izbira no pāksteņiem. Daudz bojājumu izraisīja krustziežu spradzis (*Meligethes aeneus*) un putni.

Šķirņu salīdzinājumā iekļautas 19 vasaras rapša un ripša šķirnes. Izmantots sistemātiskais variantu izvietojums 4 atkārtojumos. Katra lauciņa uzskaites platība – 12 m². Kā standarts izmantota vācu šķirne 'Iris'. Šķirnes izsētas ar parastās rindsējas paņēmieni. Izsējas norma – 8-10 kg/ha.

Veģetācija periodā veikti fenoloģiskie novērojumi, ražas uzskaitē, sēklu analīzes. Ražas struktūras analīze veikta no paraugkūļiem. Sēklu ražu datu analīze veikta pēc dispersijas analīzes metodes.

Rezultāti

Vasaras rapša audzēšanai ir īpašas prasības, kuru zināšanas ir nepieciešamas, lai iegūtu augstas un labas kvalitātes ražu, kas tirgus apstākļos ir svarīgs priekšnoteikums.

Viens no rādītājiem augstu un stabilu ražu ieguvei ir rapša šķirņu un sēklu izvēle. Lai pilnībā izmantotu šķirnes ģenētisko potenciālu, sējai jāizvēlas tikai augstvērtīgas kodinātas (vai inkrustētas) sēklas. Tas pasargās rapša sējumus veģetācijas sākumā no kaitēkļu un slimību bojājumiem un samazinās izdevumus to apkarošanai.

Slimību un kaitēkļu tālākā izplatība, kura var samazināt sēklu ražu līdz 70%, atkarīga ne tikai no šķirnes, klimatiskajiem apstākļiem, bet arī no augsekas ievērošanas un rapša sējumu koncentrācijas saimniecībā [1].

Tāpēc, lai pilnībā izmantotu šķirnes potenciālu, pareizi jāizvēlas audzēšanas vieta mūsu valsts dažādos rajonos, kā arī optimālā sējumu koncentrācija zemnieku saimniecībās.

Pie šķirnes izvēles, atkarībā no audzēšanas apstākļiem, jāņem vērā ne tikai sēklu ražība, to kvalitāte, bet arī ziedēšanas un nogatavošanās laiks, veldres, izbiršanas un slimību izturība [2,4].

Agroklimatiskie apstākļi (ieskaitot zemes, ūdens, temperatūras, agroķīmiskos) praktiski visās Latvijas zonās atbilst mūsdienu rapša šķirņu bioloģiskajām prasībām. Šo kultūru var veiksmīgi audzēt un iegūt labu sēklu ražu visā Latvijas augsnes – klimatisko apstākļu diapozonā.

Rapša audzēšanai vispiemērotākās ir auglīgas, pēc mehāniskā sastāva vidējas un smagas augsnes, bet mitrās kūdras-purvainās un smilšainās augsnēs, kur augsnes pH līmenis zem 5.8,

sēklu raža būs zema. Vasaras rapsim prasības pēc klimatiskajiem apstākļiem ir augstākas nekā pēc augsnēm [3,6].

Rapsis ir mitrumu mīloša kultūra, sevišķi veģetācijas sākumā, butonizācijas un ziedēšanas laikā. Optimālais mitruma daudzums – 500-700 mm gadā (no ziedēšanas līdz nogatavošanās rapsim ir nepieciešams 300 mm ūdens) [7,9].

Skrīveru Zinātnes centra izmēģinājumos iegūtie dati rāda, ka mūsu klimatiskajos apstākļos, ievērojot pareizu agrotehniku, vasaras rapša 00-šķirnes nodrošina labu ($2.0-3.9 \text{ t ha}^{-1}$) sēklu ražu, kā arī nepieciešamo kvalitāti, no kuras atkarīga realizācijas cena. Vasaras rapša šķirņu salīdzinājuma rezultāti parādīti 1. tabulā.

1997. g. sakarā ar nelabvēlīgajiem laika apstākļiem aizkavējās vasaras rapša sēja (18.05.) un uz zemes izveidojās garoza, kas aizkavēja rapša dīgšanu, pie tam dīgsti bija nevienmērīgi. Rapsis attīstījās ļoti lēni, bet pēc silta laika iestāšanās (jūnija 3. dekāde) tas sāka attīstīties strauji un līdz sēklu novākšanai nodrošināja augstu sēklu ražu: rapsim – $3.3-4.2 \text{ t ha}^{-1}$, ripsim – $2.2-3.6 \text{ t ha}^{-1}$.

Sēklu ķīmiskais sastāvs parādīja, ka tauku saturs atkarībā no šķirnes bija 40-46%, kas nodrošināja no 8 līdz 17 cnt/ha eļļas iznākumu. Lielākais eļļas iznākums bija šķirnēm: 'Amica' – 17.2 cnt/ha, 'Antei' – 16.8 cnt/ha, 'Smak' – 16.5 cnt/ha, 'Rebel' – 15.9 cnt/ha, 'Sponsor' – 15.5 cnt/ha.

1998. g. vasaras sākumā rapša attīstībai bija labvēlīgi laika apstākļi. Visas šķirnes sadīga vienmērīgi un līdz ziedēšanas fāzei atšķirības vizuāli nebija redzamas.

Rapša nogatavošanās fāzē mainīgs laiks (sausums, mitrums, stiprs vējš) izraisīja veldrēšanos, nevienmērīgu nogatavošanos, kā arī izbiršanu no pāksteņiem. Neskatoties uz visiem nelabvēlīgajiem laika apstākļiem veģetācijas beigās un ražas zudumiem no rapša šķirnēm ieguva augstvērtīgu sēklu ražu – $2.8-4.0 \text{ t ha}^{-1}$ un 6-16 cnt/ha eļļas iznākumu. Tas izskaidrojams ar to, ka rapsis ir spējīgs (pat sliktos laika apstākļos) izveidot augstu un kvalitatīvu ražu, ja nodrošināta:

- pareiza attiecība starp barības elementu nodrošinājumu augsnē, mēslojumu un sausnas masas formēšanos;
- optimāls mitrums ziedēšanas un nogatavošanās laikā;
- kvalitatīva augsnes apstrāde un agra sēja, kas nodrošina labu rapša attīstību veģetācijas sākumā [7].

Fenoloģiskie novērojumi veģetācijas laikā parādīja, ka rapša šķirnēm ziedēšanas fāze iestājās nedēļu agrāk kā rapsim. Ar īsāko veģetācijas periodu izceļas divas rapša šķirnes: 'Lisora' un 'Licolly'.

Kā veldres izturīgākās atzītas šķirnes: 'Licosmos', 'Star', 'Rebel', 'Sponsor', 'Antei', kā arī ripsis: 'Sw 03132', 'Valo', 'Kulta', 'Sisu'. Visizturīgākā pret *Alternaria brassicae* - šķirne 'Amica'.

Secinājumi

Lai audzējot rapsi iegūtu augstas kvalitātes ražas, jāizvēlas agroklimatiskajiem apstākļiem piemērotākās šķirnes, jāsēj tikai kodinātas kondicionētas sēklas, stingri jāievēro agrotehnika un ķīmikāliju lietošanas noteikumi.

1. Ievērojot agrotehniku, piemērotās augsnēs no vasaras rapša var iegūt $2.8-3.8 \text{ t ha}^{-1}$ sēklu, kuras satur 11.4-14.9 cnt eļļas.
2. Audzējot rapsi var iegūt $1.7-2.7 \text{ t ha}^{-1}$ sēklu ražu ar 7.5-10.5 cnt eļļas iznākumu.
3. Kā ražīgākās un piemērotākās mūsu klimatiskajiem apstākļiem sēklu ieguvei var atzīt šķirnes: 'Rebel', 'Amica', 'Sponsor', 'Antei', 'Iris', 'BE 1322/93'.

1. tabula/ Table 1

Vasaras rapša šķirņu salīdzinājuma rezultāti Skrīveru Zinātnes centrā (1997.-1998.g.)
The Results of Comparison of Spring Rape Varieties at Skrīveri Research Centre (1997.-1998.)

Šķirnes <i>Varieties</i>	Raža, t ha ⁻¹ Yield		Proteīns, % Protein		Tauki, % Fat		Eļļas iznākums, cnt ha ⁻¹ Yield of oil			Veģet. periods dienās <i>Vegetation, days</i>	Alter- naria brassicae izplatība, % <i>Distribution of A.b.</i>	Veldres izturība, ballēs (1-5) <i>Lodging resistance, points 1-5</i>
	1997.	1998.	1997.	1998.	1997.	1998.	1997.	1998.	Vidēji Average			
Iris (kontrolē)	3.3	4.0	23.20	23.22	40.42	45.28	11.6	15.9	13.8	105	25	3
BE 1322/93	3.7	3.4	24.14	25.08	44.81	46.10	14.4	13.6	14.0	105	20	4
Lisora	3.5	2.9	22.82	25.05	46.87	42.89	14.4	10.8	12.6	104	15	2
Licolly	3.9	2.9	19.49	24.87	38.76	46.78	13.2	11.7	12.5	104	18	4
Licosmos	3.7	3.1	25.85	24.50	45.63	46.77	12.6	12.9	12.8	107	18	5
Star	3.6	3.1	18.98	22.64	42.28	45.49	13.5	12.4	13.0	106	18	5
Cyclone	3.4	2.3	25.86	23.80	45.74	45.67	13.5	9.3	11.4	107	39	3
Helios	3.4	3.3	26.14	26.88	40.5	45.13	12.2	12.9	12.6	107	35	4
Bingo	3.7	2.3	25.73	27.04	45.46	44.31	15.0	8.9	11.9	107	40	3
Bolero	3.8	2.7	24.57	26.77	45.78	45.11	15.3	10.5	12.9	107	38	4
Amica	4.2	3.6	23.67	24.06	46.63	44.83	17.2	14.5	15.8	105	8	4
Rebel	4.0	3.8	25.16	18.48	45.13	47.57	15.9	15.8	15.9	105	18	5
Sponsor	3.9	3.6	26.57	26.59	45.36	45.45	15.5	14.3	14.9	105	18	5
Antei	4.3	3.1	24.39	23.50	45.41	43.08	16.8	11.8	14.3	105	30	5
Smak	4.2	2.8	23.98	17.47	44.96	40.06	16.5	10.0	13.1	105	25	3
Sw 03132*	3.6	1.8	24.64	25.66	44.83	43.17	14.2	6.7	10.5	88	13	5
Valo *	2.7	1.4	24.21	21.70	42.46	45.01	9.9	5.4	7.7	90	10	5
Kulta *	2.2	1.3	26.19	25.27	42.18	44.52	8.1	5.0	6.6	90	15	5
Sisu *	2.9	1.1	24.85	24.32	42.17	43.71	10.9	4.0	7.5	90	8	5
Robežstarpība	1.5	3.5										

* - ripsis

Literatūra

1. Daebeler F., Seidel D. (1989). Auswirkungen der Fruchtfolge auf Krankheitserreger der Winterrapses. Raps, 7 3, 130-133.
2. Friedt W., Schilling W. (1991). Zuchtfortschritt und aktuelle Zuchtmethodes bei Raps. In: Das Rapshandbuch; Dow Elanco GmbH Munchen. 5. Aufl., 37-51.
3. Makovski N. Anbau von Sommerraps. Landwirtschaftliches Wochenblatt Nr 161, 1994, 2, 12.
4. Raps - Kultur mit Perspektive. BASF Aktiengesellschaft. 43 S.
5. Vasariniu rapsu auginimas. (1988) Vilnius. 33 sp.
6. Выращивание масличного рапса в Белоруссии. (1986). БелНИИЗК ЕФСШ. 34 с.
7. Интенсивная технология производства рапса (1990). Москва. 188 с.
8. Шпаар Д., Маковски Н. (1995). Возделывание рапса. Москва. 103 с.
9. Яровые масличные культуры. (1999). Минск. 133-182 стр.

A 5.5 kW WIND POWER PLANT: OPERATIONAL EXPERIENCE

Valerii Bezrukov, Vladislav Pugachev

Institute of Physical Energetic, Latvian Academy of Sciences

Aizkraukles iela 21, Rīga, LV-1006, LATVIA

Tel. (371) 255-684, E-mail: magnet@edzi.lza.lv

Muhabat Manonov

Ventspils ventilator Co. Ltd

Robezu iela 3, Ventspils, LV-3604, LATVIA

Abstract. Nowadays in private farms there are used wind power plant of the ABЭY-4M type with 4 kW synchronous generators. Replacement of such a generator by a machine of the ДВУ 2М215L type with the ferrit permanent magnet excitation has allowed us to raise the electric power up to 5.5 kW. The operation of the plant throughout one year has shown that its service has become considerably simpler and more reliable, its output reaching 5146 kWh.

Key words: wind-power, synchronous generator.

Introduction

The revival of the Latvian private farms remote from transmission lines poses an urgent task of the supplying them with electric power. The task may be solved by using independent sources of energy. In the middle of 80s in the economies of the Yelgava, Saldus and Liepaya regions there were put into operation six wind power plants (WPP) of the ABЭY-4M type (production of VETROEN Co.).

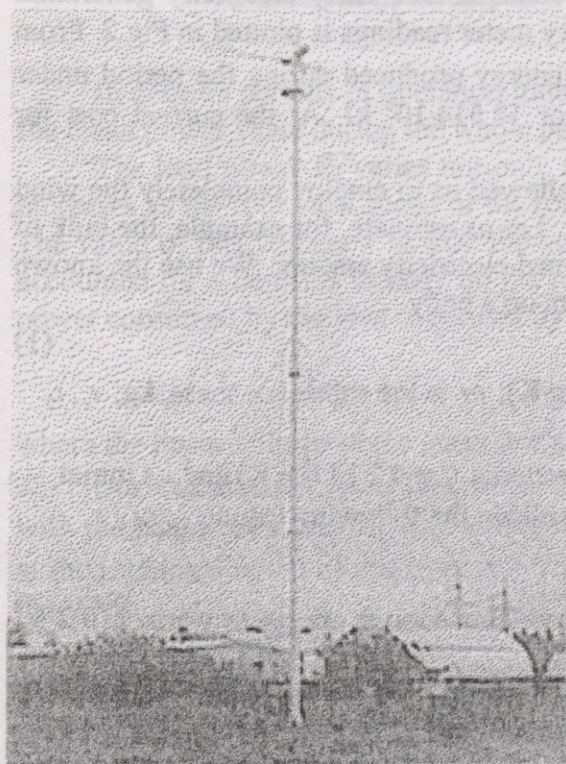


Fig. 1. Wind power plant with a magnetoelectric generator DVU 2M215L.

In work [1], there is considered a way of improving reliability of such plants by replacing the synchronous generator by an electric machine of the DVU 2M215L type with the ferrits permanent magnet excitation.

Experimental

The wind plant with a machine DVU 2M215L was mounted on the testing site of the Ventspils ventilator factory in August of 1998 (Fig. 1). The replacement of the production-type brushless generator CTB - 4/1500 by the machine DVU 2M215L did not entail considerable alterations in the gearbox of the WPP head, and led to diminishing the head mass by 73 kg. The voltage taken off the generator placed at a mast 23.5 m high was transferred via a copper cable, 4 mm² in cross-section and 110 m long, to a load (heating elements installed in a boiler with water).

The load commutator consisted of: thyristors VD2-VD6, capacitors C1 and C2, resistors R1, R2 and a unit for control of thyristors conditions – C, and load resistors $R_C(I)$, $R_C(II)$ and $R_C(III)$ [2].

The heating elements in the test circuit are arranged in three groups with resistance $R_C(I) = 284 \text{ Ohm}$, $R_C(II) = 57 \text{ Ohm}$, $R_C(III) = 41 \text{ Ohm}$.

The switchover of load steps during the plant operation proceeded sequentially, by the command from control unit C, which formed the signal to switch on or off a following step at voltage reaching the level set for switching on or off the given step.

In our experiments, at the point 750 min^{-1} the commutator connected a load with resistance $R_C(II)$ to the generator; as a result, its power increased from 0.27 to 1.22 kW. At this time moment the linear voltage of the generator was decreasing from 208 V to 197 V. At the load resistance $R_C(II)$ the region of stable operation for a WPP lies in the limits of power $P_2(II)$ variation (0.54 – 4.94) kW, which corresponds to varying the rotational speed of the rotor n from 500 to 1500 min^{-1} .

The maximum rotational speed of the wind turbine $n = 1500 \text{ min}^{-1}$ is restricted by the frequency stabilizer, that is why the WPP power at a constant load resistance does not increase as the wind velocity is rising.

However the experiments have shown that already at rotational speed of the rotor $n = 1100 \text{ min}^{-1}$ the generator may be switched over, by means of commutator, to the load with resistance $R_C(III)$ and operate stably in the range of rotational speed variation $n = (850-1400) \text{ min}^{-1}$.

At shifting to the load $R_C(III)$ at the point $n = 1100 \text{ min}^{-1}$ the power of the wind plant increased up to the value 5.5 kW when the wind velocity was (11-12) m/s.

Results

The maintenance of the wind turbine during the period from September 1997 till August of 1998 has shown its performance to be highly reliable. The daily electricity generation schedule $Q = f(T)$ composed basing on the electricity meter readings is plotted in Fig.2. From this diagram it follows that the amount of electric energy produced during the period under investigation, $T = 310$ days, made up 5146 kWh or $18.514 \cdot 10^6 \text{ kJ}$. At the current cost for electric energy this is equivalent to 357 USD.

Transformation of the electric energy to heat allowed us to employ completely the wind energy flow that actuated the rotor of our generator. Let us estimate, for example, the bulk of water that can be warmed up to 50°C by the mentioned electricity amount. We use the known expression for calculation of the heat needed to warm up a body

$$Q_t = C m (t_2 - t_1) \quad (1)$$

where C is the specific heat of the substance, $\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$; m is the substance mass, kg ; t_1, t_2 are the initial and final substance temperatures, $^\circ\text{C}$.

Taking into account that the specific heat for water is $C = 4.2 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ and its initial temperature averaged within a year is $t_1 = 10^\circ\text{C}$, we obtain the following value:

$$m = 18.514 \cdot 10^6 / 4.2 / (50 - 10) = 110.2 \text{ tonnes}.$$

This means that our generator is capable of producing enough energy to warm 110.2 m^3 of water up to 50°C .

The schedule irregularity in time for generator loading can be associated with natural fluctuation in the wind velocity as well as with disruptions of the WPP operation due to

technical reasons. The variation diagram for the mean power $P_{2M} = f(T)$ is calculated by the formula

$$P_{2M} = \frac{\Delta Q}{\Delta T}, \quad (2)$$

where ΔQ , (kWh), ΔT , (hour), is the electric energy generated within the given time interval (shown in Fig. 2).

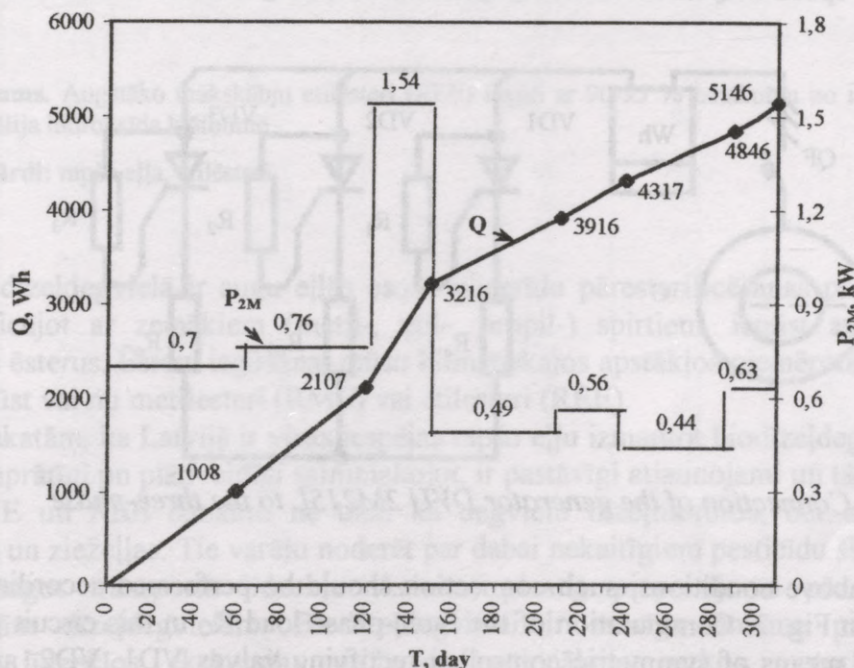


Fig. 2. The diagram of electricity production (Q) by the wind turbine and variation in its mean power P_{2M} under operation time (T).

In definite periods of operation time the power P_{2M} varied from 0.44 to 1.54 kW, while the mean power value during the whole period T was 0.69 kW.

The load power P_2 varies not only due to commutation of the load resistance, but also increases as the rotational speed of the rotor is changing due to rise in the output voltage U_L . The value of this voltage – in case the voltage drop at commutation of the load steps is not accounted for – depends linearly on the rotational speed of the rotor. As this takes place, the power consumed by the load is defined by the relationship:

$$P_2 = \frac{U_L^2}{R_C}, \quad (3)$$

where the linear voltage of the generator is $U_L = f(n)$, and R_C is the phase load impedance.

Our calculations show that when the generator is Y-connected to a three-phase load with the phase resistance $R_C = 27 \text{ Ohm}$, the major part of the output loading curve $P_2 = f(n)$ at the rotational speed of the rotor $n > 750 \text{ min}^{-1}$ will lie in the region of stable operation of the WPP.

Therefore employing a generator with the permanent magnet excitation is shown to be capable of solving several problems simultaneously: to improve reliability of the WPP design by eliminating the system for regulation of the generator voltage; to match the output curve of a WPP to its load curve and etc.

Discussion

The diagram of variation in output power of the generator at the load resistance $R_C = 27 \text{ Ohm}$ is depicted in the article [2]. The load with such resistance at the rotational speed of the rotor 250 min^{-1} consumes a power of 0.15 kW, thus creating a certain anti-torque moment, which, together with the braking torque, exceeds the starting torque of the wind turbine not allowing it to spin up. That is why the load should be connected to the generator at its rotor's rotational speed over 500 min^{-1} or at the reduced voltage across the load.

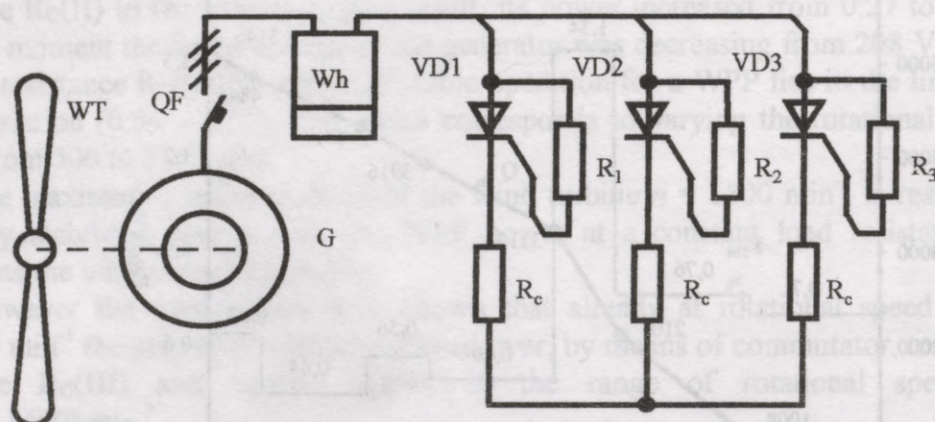


Fig. 3. Connection of the generator DVU 2M215L to the three-phase

To fulfil the above conditions, such connection should be performed according to the scheme illustrated in Fig. 3. Commutation of the three-phase load R_C in this circuit proceeds on the AC side, by means of symmetric controlled rectifying valves VD1, VD2, and VD3, with resistors R_1 , R_2 and R_3 connected in the control circuit.

Conclusions

1. As a result of substitution of the synchronous generator for a machine of the DVU 2M215L type with ferrite permanent magnet excitation, the output of the wind plant increased to 5.5 kW (or by 37.5%), with its reliability improved at the same time.
2. Matching the output and load curves of the generator made it is possible to use the energy of the wind at its velocity (1.5 – 12.0) m/s.
3. The total amount of electric energy produced in 310 days of WPP operation was $Q = 5146 \text{ kWh}$.

References

1. Dombur L., Bezrukov V., Pugachev V., Johanson U. (1994) On the permanent magnet motors as a generators for the wind-power plant (WPP). *Latv. J. Phys. Tech. Sc.*, № 4, p.p. 63- 67.
2. Bezrukov V., Pugachev V., Manonov M. (1999) A 5,5 kW wind power plant a magnetoelectric generator: operational experience. *Latv. J. Phys. Tech. Sc.*, № 2, p.p. 13- 23.

BIODĪZEĻDEGVIELAS (REE) RAŽOŠANA LATVIJĀ

Maija Strēle¹, Rasma Seržane¹, Visvaldis Skujiņš²

¹ Rīgas Tehniskā universitāte, Ķīmijas tehnoloģijas fakultāte, Āzenes 14/24, Rīga, LV-1048

² P/s "Naukšēni", Naukšēnu pag., Valmieras raj., LV-4244

Kopsavilkums. Augstāko taukskābju etilēsteri (REE) iegūti ar 90-95 % iznākumu no rapšu eļļas un absolūtā etilspirta kālija hidroksīda klātbūtnē.

Atslēgas vārdi: rapšu eļļa, etilēsteri.

Biodīzeļdegviela ir augu eļļās esošo glicerīdu pāresterificēšanas produkts. Augu eļļas pāresterificējot ar zemākiem (metil-, etil-, propil-) spirtiem, iegūst augstāko taukskābju attiecīgos ēsterus. Ēsteru iegūšanai mūsu klimatiskajos apstākļos piemērotākā ir rapšu eļļa, no kuras iegūst vai nu metilēsteri (RME) vai etilēsteri (REE).

Uzskatām, ka Latvijā ir visas iespējas rapšu eļļu izmantot biodīzeļdegvielas ieguvei. Šie resursi, saprātīgi un plānveidīgi saimniekojot, ir pastāvīgi atjaunojami un tādēļ nav izsmējami.

RME un REE izmanto ne tikai kā degvielu dīzeļmotoros, bet arī kā hidrauliskos šķīdumus un ziežēļas. Tie varētu noderēt par labai nekaitīgiem pesticīdu šķīdinātājiem.

Pieaugot transporta līdzekļu skaitam, pieaug pieprasījums pēc ekoloģiski tīrām alternatīvām dīzeļdegvielām. Biodīzeļdegvielai ir svarīga nozīme pilsētās sabiedriskā transporta līdzekļos, ekskursiju autobusos, nacionālajos parkos, motorlaivās - jo netiek piesārņots gaiss, ūdens un augsne. RME vai REE, sadegot motoros, nerada toksiskus izmešus. Izplūdes gāzēs nerodas oglekļa oksīds un sēra oksīdi, līdz ar to nerodas skābie lieti. Kā pašu rapšu eļļu, tā arī no tās iegūtos ēsterus mikroorganismi pilnīgi sadala 21 dienā, tādējādi nepiesārņo augsni un ūdeņus. REE ražošanas blakusprodukts - jēlglicerīns noder daudzu vērtīgu produktu ieguvei (polimēri, glicerīns, mono- un diglicerīdi).

RTU Ķīmijas tehnoloģijas fakultātē izstrādāta metode REE iegūšanai no rapšu eļļas un absolūtā etilspirta kālija hidroksīda kā katalizatora klātbūtnē [1]. Veikti pētījumi, pāresterificējot ar dažādiem spirtiem (skat. tab.).

Atrasts, ka rapšu eļļas augstāko taukskābju etilēsteru (REE) iznākums atkarīgs kā no kālija hidroksīda, tā arī no spirta daudzuma. Labākie REE iznākumi (90-95 %) iegūti, ņemot eļļas un spirta daudzumu molārās attiecībās 1 : 5 un kālija hidroksīdu 2 % no rapšu eļļas masas. Reakcijas masa veido REE un glicerīna slāni tikai tad, ja pāresterificēšanai lieto bezūdens spirtu (absolūtais, degols vai atūdeņota ēsteru-aldehīdu frakcijā (ĒAF)). Citos gadījumos REE slāni var nodalīt tikai tad, ja reakcijas masai pievieno atšķaidītu etilspirtu.

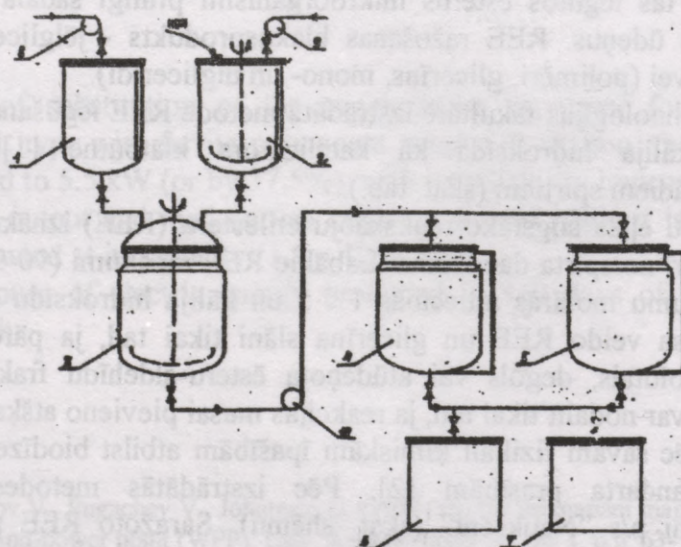
Iegūtais REE pēc savām fizikāli ķīmiskām īpašībām atbilst biodīzeļdegvielas, ko ražo no augu eļļām, standarta prasībām [2]. Pēc izstrādātās metodes paredzēts būvēt eksperimentālo ražotni p/s "Naukšēni" (skat. shēmu). Saražoto REE paredzēts izmantot, pirmkārt, Naukšēnu zemnieku saimniecībā, dīzeļmotoros aizstājot fosilo dīzeļdegvielu. Tā kā Valmieras rajons atrodas Ziemeļvidzemes biosfēras rezervātā, tad biodīzeļdegvielas ražošana labvēlīgi ietekmēs apkārtējo vidi.

Lai iegūtu 100 t REE, jāpārstrādā 300 t rapša sēklu, ko var saražot, apsējot ~ 170 ha augsnes platības. REE orientējošā izmaksa 0,46 Ls/l; ja atrēķina ieņēmumus no blakusproduktiem - 0,17-0,25 Ls/l.

Tabula

Rapšu eļļas etanolizē

Etilspirts	Eļļa:etanolis (molu attiecība)	KOH, %, rēķinot uz eļļas masu	Reakcijas apstākļi		Reakcijas iznākums, %, rēķinot uz eļļas masu	REE konstantes	
			temp., °C	laiks, h		blīvums, g/cm ³ , 15°C	Kinemat. viskozitāte, cSt, 40°C
Absolūtais	1:4	0,5	80	3,0	77,5	0,907	7,8
	1:5	1,0	20	3,0	80,0	0,874	6,1
	1:5	1,7	20	3,0	86,4	0,877	6,7
	1:5	2,0	20	2,0	90,0	0,875	6,4
	1:5	2,0	20	3,0	96,0	0,870	4,5
Degols	1:3,4	0,56	80	1,0	74,0	0,903	8,9
	1:3,4	2,0	20	1,0	60,0	0,878	7,6
	1:5	1,5	20	0,5	77,0	0,875	7,6
	1:5	2,0	20	0,5	90,0	0,873	7,3
	1:5	2,0	20	1,0	95,0	0,870	5,0
Rektificētais	1:3,4	0,5	80	3,0	56,6	0,895	22,1
	1:3,4	1,7	20	3,0	61,5	0,895	22,2
	1:5	1,7	20	0,75	68,5	0,875	8,7
	1:5	2,0	20	0,5	70,0	0,873	8,7
	1:5	2,0	20	3,0	70,5	0,896	8,9
Jēlspirts	1:5	2,0	20	1,0	85,0	0,889	11,0
	1:5	2,0	20	0,5	85,0	0,890	13,0
Ēsteru-aldehīdu frakcija (ĒAF)	1:5	2,0	20	3	65,2	0,890	6,4
	1:8	2,0	20	2	81,6	0,886	5,5



REE iegūšanas tehnoloģiskā shēma:

1 - rapšu eļļas mērtvertne; 2 - KOH šķīduma etilspirtā mērtvertne;
3 - reaktors pārstēricēšanas reakcijai; 4, 5 - nostādinātāji; 6 - jēlglicerīna
tvertne; 7 - REE tvertne; 8-10 - sūkņi.

Latvijā iespējams izaudzēt rapsi un no tā sēklām ražot pietiekošā daudzumā rapšu eļļu, lai nodrošinātu gan pārtikas, gan biodegvielas vajadzības, un iegūtu blakusproduktus lopbarībai un rūpniecībai.

Literatūra

1. M.Strēle, G.Bremers, R.Seržane, E.Gudriniece. Pētījumi par eļļām un taukiem. VI. Rapšu eļļas pāresterificēšana ar etilspirtu. Latvijas Ķīmijas Žurnāls, 1999 (iespiešanā).
2. Vornorm 1994 DIN V 51606. Flüssige Kraftstoffe, Diesel-Kraftstoff aus Pflanzenölmethylester (PME), ICS 15.160.20.

SAULES ENERĢIJAS IZMANTOŠANAS IESPEJAS LATVIJĀ

J. Šipkovs¹, D. Kaškarovs², P. Šipkovs³

¹Rīgas Tehniskā Universitāte, Būvniecības fakultāte.

²Rīgas Tehniskā Universitāte, Enerģētikas Institūts, Enerģētikas fakultāte.

³LZA, Fizikālās Enerģētikas Institūts, Energoresursu laboratorija.

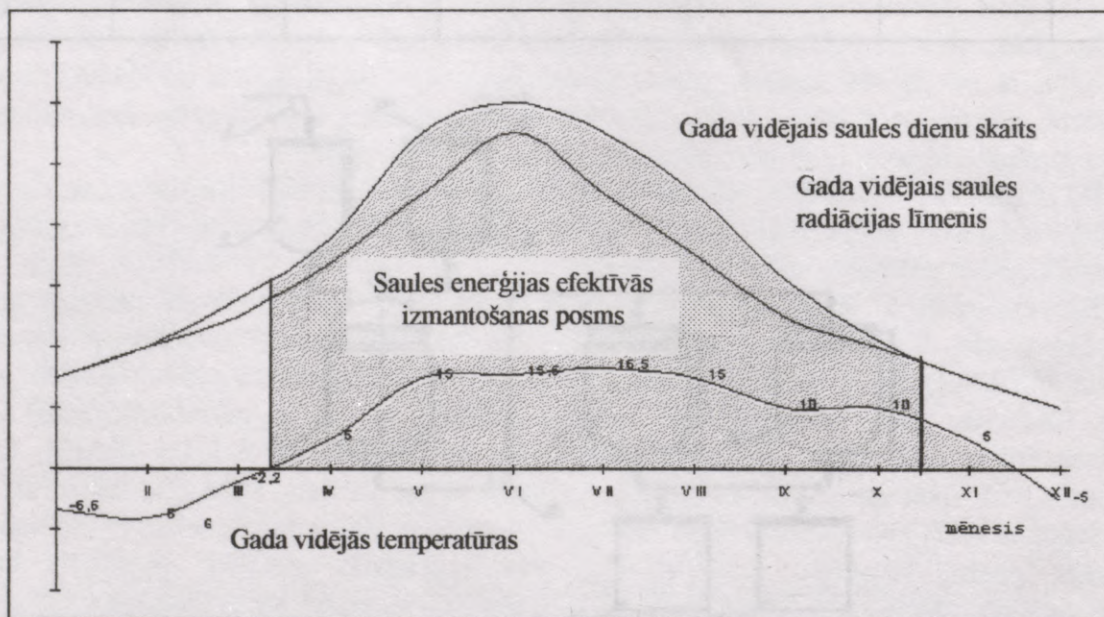
Aizkraukles iela 21, Rīga LV 1006, LATVIA

Kopsavilkums. Latvija nav bagāta ar energoresursiem, tai nav savu ogļu, naftas, gāzes atradņu. Lielākā daļa energoresursu 80-90% tiek importēti, tāpēc svarīgi ir izmantot vietējos energoresursus (koksni, kūdru un u.c.) kā arī alternatīvas energoresursus (saules, vēja u.c.). Šajā rakstā galvenā uzmanība ir pievērta saules enerģijas izmantošanas iespējai Latvijā.

Atsēgas vārdi: saule, enerģija, Latvija.

Jau no paša sākuma pasaules vajadzība pēc enerģijas ir pamatojusies uz saules enerģiju. Visi fosilie kurināmie (eļļa, gāze, ogles) ir pārvērsta saules enerģijā. Gada laikā uztveramais saules starojums ir aptuveni 200.000.000 miljardi kilovatstundu; tas vairāk nekā 10.000 reizu pārsniedz globālo nepieciešamību.

Saules starojuma intensitāte ārpus atmosfēras caurmērā ir 1370 W/m^2 (saules konstante). Saules starojums, ejot cauri atmosfērai, daļēji zūd. Skaidrā saulaina dienā uz grunts var iegūt $800 - 1000 \text{ W/m}^2$ (globālais starojums).



1. att. Klimatiskie parametri un saules enerģijas izmantošanas iespējas Latvijā.

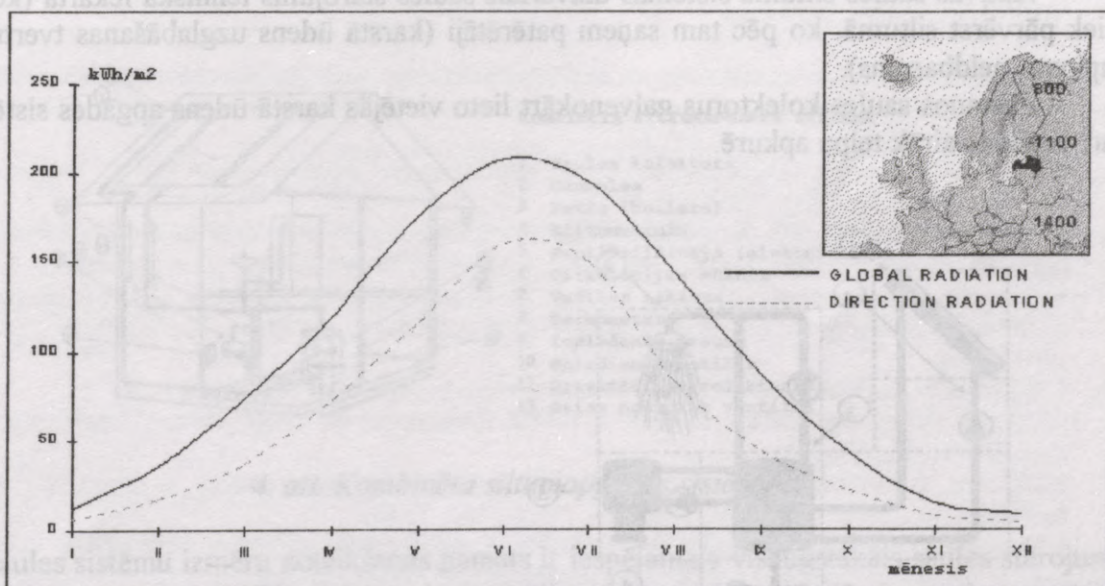
Saules gaismas ilgums un intensitāte ir atkarīga no gadalaika, laika apstākļiem un ģeogrāfiskā stāvokļa. Gada globālais starojums uz horizontālas virsmas saules joslas reģionos var sasniegt 2200 kWh/m^2 . Ziemeļeiropā maksimālais lielums ir 1100 kWh/m^2 .

1. tabula

Mēneša un gada vidējās globālās saules radiācijas lielums uz horizontālas plaknes

Vieta	Geogr. platums	Janvāris	Februāris	Marts	Aprīlis	Maijs	Jūnijs	Jūlijs	Augusts	Septembris	Oktobris	Novembris	Decembris	Gadā
Berlīne	52.6	18.8	31.8	75.5	116.2	147.7	163.1	163.0	137.4	91.4	49.4	22.7	14.0	1031
Helsinki	60.3	8.6	23.0	64.6	105.6	162.1	191.7	180.1	132.9	73.6	33.0	9.6	4.5	980
Stokholma	59.4	10.4	26.7	69.3	110.3	164.1	197.3	173.1	135.7	80.9	37.2	13.7	7.2	1026
Kopenhāgena	55.8	14.2	30.4	69.1	112.3	156.8	181.0	157.4	127.4	89.5	45.9	18.1	10.9	1013
Rīga	57.2	12.1	28.6	79.1	120.0	170.3	206.3	192.0	146.5	87.0	43.3	15.4	9.1	1109

Globālais starojums sastāv no tiešā un izkliedēta starojuma. Tiešais starojums ir saistīts ar saules virzienu. Izkliedētais starojums veidojas, molekulām un daļiņām atmosfērā visos virzienos izkliedējot tiešos saules starus, t.i., tādējādi starojums kļūst neizstarots.



2. att. Globālais saules starojums Latvijā.

Izkliedēta starojuma lielums ir atkarīgs no klimatiskajiem un ģeogrāfiskajiem apstākļiem. Vasarā izkliedētā starojuma daļa sasniedz 40-50 %, bet ziemā tā ir krietni vien lielāka. Izkliedētais starojums pazemina globālā starojuma enerģijas kvalitāti. Globāla starojuma uz horizontālas virsmas gada vidējo lielumu var aplūkot 2. att.

Atkarība no atrašanās vietas piekrastē mikroklimats var būt ne tik mākoņains kā zemes vidienē - gada globālais starojums uz horizontālas virsmas Baltijas valstīs var mainīties robežās no 900 līdz 1100 kWh/m², turklāt 80 % no tā iegūst vasaras laikā. Pirmajā tabulā parādītas saules starojuma izmaiņas ziemeļeiropā.

Izmeti un piesārņojums, kas rodas no degoša fosilā kurināmā, izraisa siltumnīcas efektu un skābos nokrišņus. Pašlaik izmantojamie enerģijas avoti ir arī ierobežoti. Šīs problēmas risinājums varētu būt plašāka saules enerģijas izmantošana, lietojot pasīvas (saules arhitektūra) un aktīvas saules sistēmas (siltuma un gaismas galvaniskos elementus). Saules

enerģijas aktīvas izmantošanas gadījumā radiācijas enerģija tiek pārvērsta elektrībā ar saules elementu vai siltumā ar saules kolektoru palīdzību.

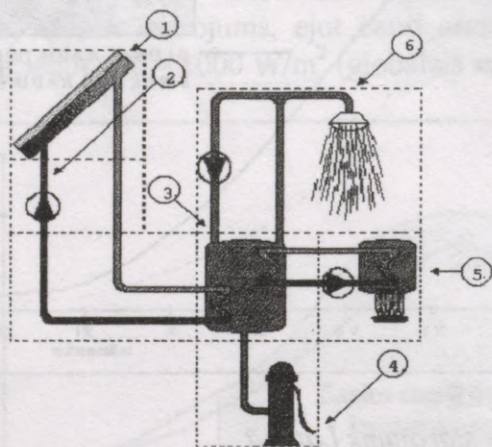
2. tabula

Saules enerģijas potenciāls Latvijā

	Baltijas jūras zona	Rīgas rajons	Vidzeme, Latgale
Gada vidējās radiācijas lielums (stundas)	1900	1800	1700
Mākoņaino dienu skaits gadā	100	90	110
Gada vidējais saules dienu skaits	mazāk kā 30	pārsniedz 30	30
Dienas, kad gaisa temperatūra ir augstāka par 0 °C	25/3	25/3	30/3
Vidējais dienu skaits ar temperatūru > 10 °C	130-135	135-140	135-140
temperatūru > 15 °C	55-60	65-70	65
Dienas, kad temperatūra ir zemāka par 0 °C	10/11	20/11	30/11

Aktīvas saules siltuma sistēmās uztvertais saules starojums tehniskā iekārtā (kolektora) tiek pārvērsts siltumā, ko pēc tam saņem patērētāji (karstā ūdens uzglabāšanas tvertne, telpu apkure, peldbaseins).

Plakanos saules kolektorus galvenokārt lieto vietējās karstā ūdens apgādes sistēmās, kā arī aizvien vairāk telpu apkurē.



3. att. Apkures un siltā ūdens apgādes sistēma: 1- saules kolektors, 2- caurules; 3- akumulators; 4- ūdens apgādes sistēma; 5- ūdens sildāmais katls; 6- siltā ūdens patērētājs.

Plakanais saules kolektors būtībā sastāv no kolektora kastes, absorbera, siltumizolācijas un caurspīdīga apvalka.

Uztveramais saules starojums iziet cauri caurspīdīgajam apvalkam (stiklam) un sasniedz absorberu. Absorbcijas procesā absorbers radiācijas enerģiju pārvērš siltumā. Tā rezultātā paaugstinās absorbera temperatūra.

Pirmkārt, saules starojums atduras pret kolektora caurspīdīgo apvalku. Atstarošanas dēļ gan uz tā virsmas, gan arī starptelpā (transmisijā) daļa starojuma tiek zaudēta. Atstarošanas zudumi ir atkarīgi no staru krišanas leņķa, apvalku skaita un to refrakcijas indeksa, ievērojot to, ka transmisijas zudumus nosaka materiāla caurspīdīgums. Plastmasas apvalki diezgan ātri

sadrūp un uzrāda pieadošus transmisijas zudumus, savukārt stikla apvalki sekmīgi izturējuši īpašas pārbaudes.

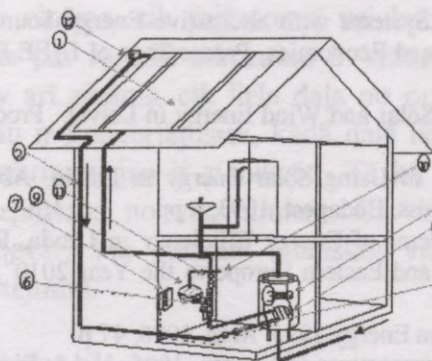
Atkarībā no apvalka tipa saules starojums absorberā gandrīz pilnīgi pārvēršas siltumā. Apvalkam varētu būt gan augsts radiācijas absorbcijas līmenis (α), gan zemāka iespējama emisija (ϵ). Absorbcijas koeficients apvalkam, kas pārklāts ar solāro laku, vai labiem selektīvajiem klājumiem ir robežās starp 0,94 un 0,97.

Daļa no absorbera saražotā siltuma atkal tiek izstarota infrasarkanā starojuma formā. Izstarotajam infrasarkanajam starojumam ir garāki viļņi un lielākā daļa no tiem atkal atstarojas zem apvalka (siltumnīcas efekts).

Emisijas koeficients ϵ raksturo siltuma zudumus garo viļņu starojuma procesā. Ar speciālu pārklājumu maisījumu, kā arī ar virsmas struktūru var samazināt siltuma izstarojumu. Apvalkiem, kas pārklāti ar solāro laku, emisijas koeficients svārstās robežās starp 0,86 un 0,88, selektīvajiem klājumiem – tikai no 0,10 līdz 0,20.

Atkarībā no izmēra ar plakanajiem saules kolektoriem var iegūt no 250 kWh/m² līdz 350 kWh/m² māju karstā ūdens apgādes sistēmu vajadzībām.

DZĪVOJAMĀ MAJĀ AR KOMBINĒTO (SAULE/ELEKTRĪBA) SILTUMAPGĀDES SISTĒMU



KOMBINĒTA SILTUMAPGĀDES SISTĒMA

1. Saules kolektors
2. Caurules
3. Katls (boilers)
4. Siltummainis
5. Papildsildītājs (elektriskais)
6. Cirkulācijas sūkņi
7. Vadības iekārta
8. Termometrs
9. Izplešanās trauks
10. Spiediena ventīlis
11. Gravitācijas reduktors
12. Gaisa noplūdes ventīlis

4. att. Kombinēta siltumapgādes sistēma.

Saules sistēmu izmēru noteikšanas pamats ir iespējamais visaugstākais saules starojuma pieaugums, t.i., aptuveni 70% liela saules enerģijas daļa, un izvairīšanās no saules enerģijas pārprodukcijas vasarā. Šī veida izmēru noteikšana rezultātā dod apmēram 100% lielu saules enerģijas daļu mēnešos, kad nav apkures sezona, jo šajā laikā nav nepieciešama papildu sildīšana, lai iegūtu karsto ūdeni.

Saules kolektoros galvenokārt tiek lietotas varas caurules. Tās ir labi piemērotas un sekmīgi izmantojamas. Nav ieteicams lietot plastmasas caurules, jo tās, piemēram, laiž cauri skābekli. Tāpat nav izmantojamas galvanizētas tērauda caurules, jo siltumnesējs var radīt korozijas problēmas.

Saules sistēmās par siltumnesēju lieto ūdens un antifrīza maisījumu. Visu šim nolūkam izmantojamo antifrīza šķidrumu pamatā ir glikols.

Etilēnglikols, ko plaši lieto automašīnas par saldēšanas aģentu, ir toksisks un nav apstiprināts izmantošanai saules sistēmās.

Akceptēti fizioloģiski nekaitīgi propilēnglikola un ūdens maisījumi saules sistēmām ir pazīstami ar nosaukumiem "Antifrogen L", "Tyfocor L" un "Bärenfrostschutz L".

Lai iegūtu pietiekamu salizturību, vajadzīgs nepieciešamais antifrīza koncentrācijas minimums.

Ja antifrīzu sajauc ar ūdensvada ūdeni, būtu jāparūpējas, lai ūdens nesaturētu nedz hloru, nedz kādus citus piemaisījumus.

Prakse liecina, ka saules sistēmas ir ļoti drošas un parasti tām nepieciešama tikai neliela apkalpe. Tomēr laiku pa laikam sistēmu vajadzētu pārbaudīt.

Regulāri būtu jāpārbauda:

- Vai sistēmas spiediens ir konstants?
- Vai temperatūru starpība starp ieplūdes vārstu un izplūdes vārstu ir mazāka par 10°C?
- Vai sūknis strādā neparedzēta starojuma gadījumā?
- Vai reģistrēti sūkņa apstāšanās gadījumi nakts laikā un mākoņainā laikā?
- Vai caurulēs dzirdams kāds gaisa izraisīts troksnis?
- Vai kontrolvārsts vēl arvien ir necaurlaidīgs?

Gada apkalpe ietver:

- kolektora apvalka tīrīšanu,
- antifrīza koncentrācijas kontroli,
- antifrīza krāsas kontroli,

ja antifrīza krasa kļuvusi tumšāka, tā ir zīme, ka pretkorozijas vielas ir beigušas.

Bibliogrāfiskais saraksts

1. P.Shipkovs, V.Grislis, G.Kashkarova. Power Supply Systems with alternative Energy Sources in Latvia. Improved Energy Efficiency in Former Centrally-planned Economies. Proceedings of IAEE East-European Conference, Lithuania, 1992, pp. 220-224.
2. P.Shipkovs, V.Zebergs, G.Kashkarova. Utilization of Solar and Wind Energy in Latvia. Proceeding of the International Seminar. Riga, 1993, pp. 30-36.
3. P.Shipkovs, G.Kashkarova, A.Shipkovs. Possibilities of Using Solar Energy in Latvia. Abstracts of the International Solar Energy Society. Solar World Congress. Budapest, 1993, 4 pp.
4. P.Shipkovs, G.Kashkarova, I.Niedrite, I.Purina. Problems of Energy Efficiency in Latvia. Report for the International Symposium "Energy Future for Central and Eastern Europe to the Year 2010", Switzerland, 1994., 12 pp.
5. P.Shipkovs, G.Kashkarova, M.Rubina, I.Purina. Latvian Energy 1995. Riga, 1996, 47 p.
6. A.Bataraga, P.Shipkovs. Energy problems in Latvia. Perspectives in Energy, 1995, Vol.3, Pion publication, Great Britain, pp, 369-378.
7. P.Shipkovs, G.Kashkarova, I.Purina, J.Rekis. Energetic Situation and Problems in Latvia. NOVA Science Publishers, Inc., New York, USA, Volume 4, No. 1, 1996, 39-65.
8. P.Shipkovs, G.Kashkarova, J.Rekis. Use of MARKAL model for energy program and strategy development. Latvian Journal of Physics and Technical Sciences. Riga, 1996, N 6, 21 p.
9. G.Kashkarova. Dissemination and End Use of Energy Statistics. Latvian Journal of Physics and Technical Sciences. Riga, 1997, N 1, 5 pp.
10. P.Shipkovs, G.Kashkarova, M.Shipkovs. Renewable Energy in Latvia. Renewable Rural Energy Applications in North-East Europe. Helsinki, 1997, pp. 12-17.
11. P.Shipkovs, G.Kashkarova, M.Shipkovs. Renewable Energy Sources in Energy Balance in Latvia. Proceeding of the "World Energy Efficiency Day". Wels, Austria, 1998, 194-197 pp.
12. I.Puriņa. Latvijas perspektīvo energoresursu izmantošanas enerģētiski ekonomiskie aspekti un metodiskie pētījumi. Doktora disertācijas referāts. Rīga, 1998, 36 lpp.

BIOGĀZE NO ATKRITUMU IZGĀZTUVES

Vilis Dubrovskis

SIA "DVD", Čaka 135-36, Rīga

Kopsavilkums. Izvērtētas biogāzes un enerģijas iegūšanas iespējas no Getliņu atkritumu kalna un nākotnē izveidojamajām enerģijas šūnām. No kalna var iegūt 120,9 milj. m³ biogāzes, no bioenerģijas šūnām ap 10 milj. m³ gadā. Sastādīta enerģijas balance un aprēķināts elektroenerģijas daudzums katrā no 15 gadiem.

Atslēgas vārdi: biogāze, atkritumu kalns, enerģija.

Biogāzes iegūšanas iespējas no Getliņu atkritumu izgāztuves

Ir grūti precīzi noteikt, cik tieši biogāzes iegūs no atkritumu tonnas vai kubikmetra, jo nav precīzi zināms, cik šajā tonnā vai kubikmetrā ir organiskās vielas. Tāpat nav precīzas informācijas par to, cik atkritumu ir krātuvē vispār, kāds ir to blīvums un organisko vielu saturs. Nav arī zināms, cik liela daļa no organiskajiem atkritumiem mikrobioloģisku procesu rezultātā jau ir konvertējušies, kādā daļā notiek aerobie, kādā daļā anaerobie procesi, un cik lielā daļā atkritumi jau ir stabilizēti. Tā kā krātuve nav bijusi un nav arī apsegta, tad notiek biogāzes izplūšana no atkritumiem. Cik liela daļa ir jau aizplūdusi, to precīzi noteikt un aprēķināt nevar. Var pieņemt tehniskos vidējos lielumus, balstoties uz ārzemju pieredzi un loģisku vērtējumu.

Atkritumu kalna tilpums	25-30 milj.m ³
gadā novieto	800 tk.-1 milj. m ³
tajos sausne vidēji	62 %
organiskās vielas vidēji no visa	38 %
No organiskajiem atkritumiem anaerobajai biokonversijai var izmantot	62 %
jeb no kopējā svara	24 %
Atkritumu blīvums	200 kg/m ³
Gada atkritumi vidēji no viena Rīgas iedzīvotāja	1.3 m ³ vai 270 kg

Pēc a/s *Carl Bro* un *SWECO* datiem municipālie atkritumi Getliņos tika ievesti:

no 1976. - 1990. g. 50000 t/g., kopā 750000 t;
no 1991. - 1996. g. 205000 t/g., kopā 6230000 t.

Apkopojot 38 literatūras avotu datus noskaidrots, ka teorētiski var iegūt biogāzi aptuveni 0,266 m³/kg S0V CH₄, praktiski 0.05 m³/kg S0V CH₄. Ja pieņem CH₄ saturu 50%, tad praktiski biogāze 100 l/kg S0V.

1. Gāzes iznākuma aprēķins

Gāzi projektā paredzēts iegūt:

1. no atkritumu kalna;
2. no bioenerģētiskajām šūnām.

1.1. Gāzes ieguve no atkritumu kalna

Pieņemot, ka atkritumu kalnā ir 25 milj.m³ atkritumu, aprēķina, ka organiskie atkritumi ir 9.75 milj. m³ un biokonversijai izmantojami 6.045milj.m³ x 0.2 =209000 t.

Kopā no kalna var iegūt:

$1209000000 \times 0.1 \text{ m}^3 = 120900000 \text{ m}^3$ biogāzes. Te tiek pieņemts, ka no 1 t iegūs 100 m³ biogāzes. Tā kā izgāztuvē gāzes noplūde ir pastāvīga un sākusies jau sen, tad arī šāda gāzes daudzuma ieguve nav garantēta.

Tā kā turpmāk organiskos atkritumus ir paredzēts izvietot bioenerģētiskajās šūnās, tad gāzes izdalīšanās no atkritumu kalna varētu turpināties apmēram 15 gadus. *SWECO* gan paredz 20 gadus, bet tam nevar piekrist, jo izdalīšanās jau ir sākusies gadus 15 atpakaļ. Izdalīšanās grafiks parādīts 1. tabulā.

1.tabula

Biogāzes ieguve

Gads	Biogāze		
	ieguves prognoze		SWECO projekta priekšlikumi nm ³
	milj. nm ³	%	
2000	16.940	14.0	20876174
2001	14.520	12.0	18450355
2002	12.705	10.5	16361191
2003	10.406	8.6	14556383
2004	9.196	7.6	12992314
2005	8.470	7.0	11632545
2006	7.744	6.4	10446592
2007	7.139	5.9	9408905
2008	6.534	5.4	8498033
2009	5.292	4.9	7695935
2010	5.324	4.4	6987398
2011	4.840	4.0	6359576
2012	4.356	3.6	5801594
2013	3.872	3.2	5304221
2014	3.025	2.5	4859606
2015			4461055
2016			4102842
2017			3780059
2018			3488487
2019			3224489
Kopā	121	100	166584000

SWECO prognoze ievērojami optimistiskāka $166-121=45$ (milj.m³) jeb par 27% no visa biogāzes daudzuma.

1.2. Gāzes ieguve no bioenerģētiskajām šūnām

Latvijā nav pieredzes gāzes ieguvei no bioenerģētiskajām šūnām. Arī literatūrā ir maz datu par tām. Zviedru speciālistiem jau ir praktiskā darba pieredze un tādēļ ļoti negribētos apšaubīt 2. tabulā parādītos *SWECO* prognozētos rezultātus. Tomēr, pārbaudot *SWECO* un izdarot savus aprēķinus, radās šaubas.

Katru gadu no visiem atkritumiem 800000 m³ iegūs organiskos atkritumus

$$800000 \times 0.39 = 312000 \text{ m}^3 \text{ (SWECO 350000),}$$

$$\text{no tiem BOV } 312000 \times 0.62 = 193440 \text{ m}^3, \text{ jeb } \times 0.2 = 38688 \text{ t.}$$

No šiem BOV pavisam varētu iegūt:

$$\text{ja } 105 \text{ m}^3/\text{t, tad } 105 \times 38688 = 4062240 \text{ m}^3 \text{ biogāzes;}$$

$$150 \text{ m}^3/\text{t} \quad 150 \times 38688 = 5803200 \text{ m}^3 \text{ biogāzes;}$$

$$200 \text{ m}^3/\text{t} \quad 200 \times 38688 = 7787600 \text{ m}^3 \text{ biogāzes;}$$

$$250 \text{ m}^3/\text{t} \quad 250 \times 38688 = 9672000 \text{ m}^3 \text{ biogāzes.}$$

Arī gadījumā, ja pieņemtu, ka visi organiskie atkritumi, kas gada laikā tiks izvietoti šūnās būtu BOV, aprēķins sekojošs:

$$312000 \times 0.2 = 62400;$$

$$105 \times 62400 = 6552000 \text{ m}^3;$$

$$200 \times 62400 = 13104000 \text{ m}^3;$$

$$250 \times 62400 = 15600000 \text{ m}^3.$$

Tas ievērojami atpaliek no tā, ko paredzējis iegūt *SWECO*.

SWECO plāno iegūt gadā 26448190 m³ biogāzes jeb

$$26448190 : 350000 = 75.57 \text{ (m}^3 \text{ gāzes/m}^3 \text{ atkrit.) jeb } 35000 \times 0.2 = 70000 \text{ t}$$

$$26448190 : 70000 = 377.83 \text{ m}^3/\text{t org. vielas.}$$

Pareizi rēķinot

$$350000 \times 0.62 = 217000 \times 0.2 = 43400 \text{ t}$$

$$26448190 : 43400 = 609.4 \text{ m}^3/\text{t SOV}$$

Šāda biogāzes ieguve ir maz ticama, jo organiskās vielas sastāvā ir daudz vāji biodegradējamo materiālu un tas pārsniedz arī literatūrā minēto teorētiski iespējamo (532 m³/t SOV)

No Getliņu atkritumu izgāztuves iegūtās enerģijas bilance

Biogāzi iegūs gan no atkritumu kalna, gan no bioenerģētiskajām šūnām. Tās prognozējamā ieguve pēc *SWECO* aprēķiniem parādīta 2. tabulā:

Pieticīgākajā, bet, manuprāt, reālākajā, variantā biogāzes ieguves prognoze parādīta 1. tabulā (no atkritumu kalna). No bioenerģētiskajām šūnām par gadā visreālāk iegūstamo daudzumu uzskatu šādu:

$$250 \times 38688 = 9672000 \text{ m}^3 = 10 \text{ milj. m}^3. \text{ Šos skaitļus tad arī izmantošu tālākā enerģētiskajā bilancē.}$$

Tā kā gāzes ieguve katru gadu būs savādāka, enerģētiskās bilances arī jāstāda katram gadam atsevišķi. Te parādu viena gada enerģētiskās bilances sastādīšanas piemēru.

2. tabula

SWECO prognozējamā biogāzes ieguve (pēc priekšprojekta)

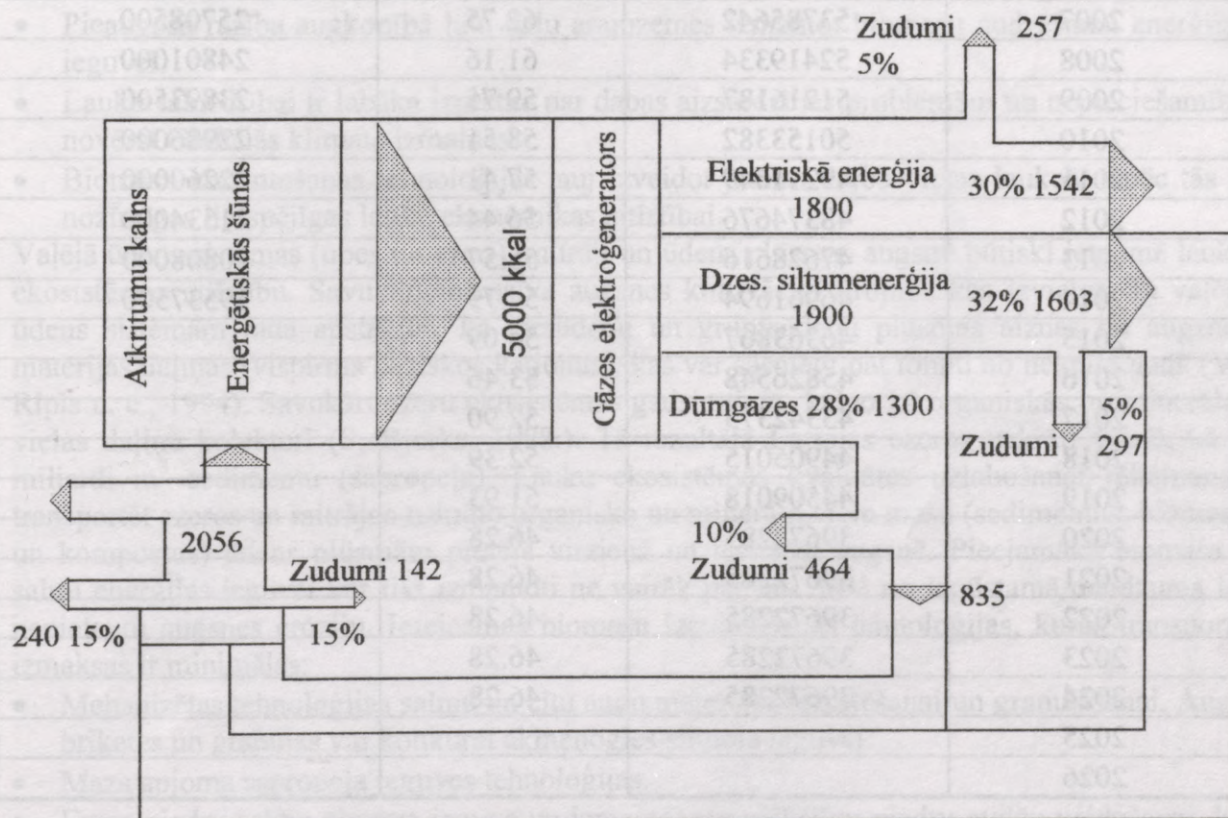
Gads	Atkritumu kalns, nm ³	Bioenerģētiskās šūnas, nm ³	Kopējais gāzes iznākums, nm ³
2000	20876174	0	20876174
2001	18450355	10402326	28852681
2002	16361191	16914071	33275262
2003	14556383	21229482	35785865
2004	12992314	24244972	37237286
2005	11632545	26448190	38080735
2006	10446592	26448190	36894782
2007	9408905	26448190	35857095
2008	8498033	26448190	34946223
2009	7695935	26448190	34144125
2010	6987398	26448190	33435588
2011	6359576	26448190	32807766
2012	5801594	26448190	32249784
2013	5304221	26448190	31752411
2014	4859606	26448190	31307796
2015	4461055	26448190	30909245
2016	4102842	26448190	30551032
2017	3780059	26448190	30228249
2018	3488487	26448190	29936677
2019	3224489	26448190	29672679
2020	0	26448190	26448190
2021	0	26448190	26448190
2022	0	26448190	26448190
2023	0	26448190	26448190
2024	0	26448190	26448190
2025	0	26448190	26448190
2026	0	26448190	26448190

3. tabula

1 m³ biogāzes enerģijas bilance

Iegūta		Izmantota				
kcal	%	Enerģijas veids	kcal	%	kcal	%
5000	100	Elektriskā	1542	30		
		zudumi	257	5		
		Dzesēšanas sist.	1603	32	1363	85
		Siltumenerģija	297	5	240	15
		Dūmgāzu siltumenerģija	835	18	693	83
		zudumi	464	10	142	17

No atkritumukalna iegūto biogāzi sadedzinās gāzes elektroģenerators, iegūstot elektroenerģiju. Tam izlietos 30 % visas enerģijas. Zudumi 5%. Siltuma enerģiju iegūs no ģeneratora dzesēšanas sistēmas 32% ar 5 % zudumiem. Sistēmā noteikti jāparedz katls utilizātors, jeb tamlīdzīgs siltummainis, lai utilizētu dūmgāzu siltumenerģiju. Tad no 28 % visas enerģijas, kas aiziet ar dūmgāzēm ap 10 % aizietu zudumos, bet 18 % kopā ar dzesēšanas sistēmas siltumenerģiju varētu tikt novadīta bioenerģētisko šūnu apsildīšanai, jeb citam siltumenerģijas patēriņam. Pieņemot, ka vēl 15 % no dzesēšanas sistēmas siltumenerģijas un 17 % no dūmgāzu siltumenerģijas siltummaiņā aiziet zudumos, iegūstam lietderīgi izmantojamo kopējo siltumenerģiju. Tā sastāda 41 % no visas gāzes enerģijas. 1m³ biogāzes enerģijas balance parādīta 3. tabulā un 1. att.



1. att. Viena kubikmetra biogāzes enerģijas balance.

No Getliņu izgāztnes biogāzes iegūstamās elektroenerģijas aprēķins

Kontrolurbumi un loģiskais vērtējums dod iespēju pieņemt, ka vidējais CH₄ saturs no Getliņu atkritumiem iegūstamajā biogāzē būs ap 50 %. Tad pielietojot kvalitatīvus (piem., Jenbacher) gāzes elektroģeneratorus no 1 m³ biogāzes iegūs 1.5 kWh elektroenerģijas. Iegūstamās elektroenerģijas prognoze parādīta 4. tabulā:

Elektroenerģijas prognozes

Gads	SWECO apr., kWh	Proj., GWh	Piesardzīgākā (autora) prognoze, kWh
2000	31314261	36.53	29910000
2001	43279021	50.49	29280000
2002	49912893	58.23	34057500
2003	53678797	62.63	30609000
2004	55855929	65.17	28794000
2005	57121102	66.64	27705000
2006	55342173	64.57	26160000
2007	53785642	62.75	25708500
2008	52419334	61.16	24801000
2009	51216187	59.75	23893500
2010	50153382	58.51	22986000
2011	49211649	57.41	22260000
2012	48374676	56.44	21534000
2013	47628616	55.57	20808000
2014	46961694	54.79	19537500
2015	46363867	54.09	
2016	45826548	53.46	
2017	45342373	52.90	
2018	44905015	52.39	
2019	44509018	51.93	
2020	39672285	46.28	
2021	39672285	46.28	
2022	39672285	46.28	
2023	39672285	46.28	
2024	39672285	46.28	
2025			
2026			

BIOMASU ENERĢIJA LAUKU EKOSISTĒMĀS

Ē. Kronbergs, I. Plūme, A. Kaķītis

LLU Mehānikas institūts

1. Ievads

Fosilie enerģijas resursi samazinās un nākotnē nepieciešama pāreja uz atjaunojamiem enerģijas avotiem. Eiropas Kopienas Baltajā Grāmatā - "Enerģija nākotnei: Atjaunojamie enerģijas avoti" (1997) izvirzīts mērķis dubultot atjaunojamās enerģijas izmantošanu uz 2010 gadu. Biomasu enerģija tiek plānota kā galvenais (74%) atjaunojamās enerģijas avots. Lauku vidē biomasu izmantošanas prioritātei ir virkne priekšnosacījumu:

- Pieaugošā ražība augkopībā ļauj daļu aramzemes izmantot biomasu audzēšanai enerģijas ieguvei.
- Lauku sabiedrībai ir labāka izpratne par dabas aizsardzības problēmām un nepieciešamību novērst Globālās klimata izmaiņas.
- Biomasu izmantošanas tehnoloģijas ļauj izveidot jaunas darba vietas laukos, tāpēc tās ir nozīmīgas ilgtspējīgas lauku ekonomikas attīstībai.

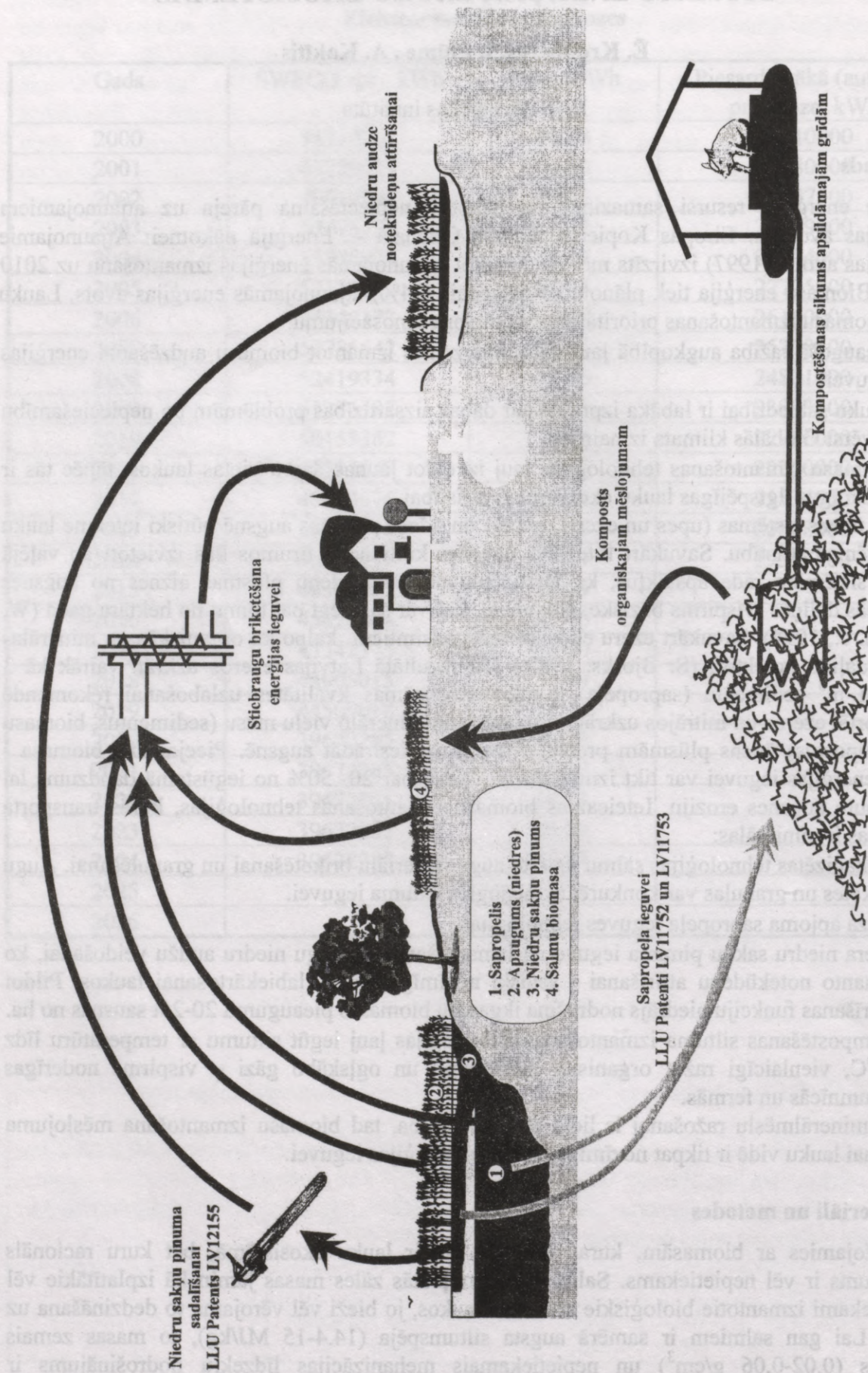
Vaļējā ūdens sistēmas (upes un ezeri), mitrāji un ūdens plūsmas augsnē būtiski ietekmē lauku ekosistēmas attīstību. Savukārt intensīva augsnes kultivācija tīrumos kas izvietoti ap vaļējā ūdens sistēmām rada apstākļus, ka virsūdeņu un gruntsūdeņu plūsmas aiznes no augsnes matērijas daļiņas (vispirms bāziskos katjonus), kas var sasniegt pat tonnu no hektāra gadā (W. Ripls u. c., 1994). Savukārt ezeru ekosistēmas gadsimtiem kalpo kā organiskās un minerālās vielas daļiņu kolektori (S. Bjorks, 1988.). Tā rezultātā Latvijas ezeros uzkrāti vairāk kā 3 miljardi m³ sedimentu (sapropeļa). Lauku ekosistēmas kvalitātes uzlabošanai rekomendē transportēt ezeros un mitrājos uzkrāto organisko un minerālo vielu masu (sedimentus, biomasu un kompostus) ūdens plūsmām pretējā virzienā un iestrādāt augsnē. Pieejamākā biomasa - salmi enerģijas ieguvei var tikt izmantoti ne vairāk par 20- 50% no iegūstamā daudzuma lai nepieļautu augsnes eroziju. Ieteicamas biomasu izmantošanas tehnoloģijas, kurās transporta izmaksas ir minimālas:

- Mehānizētas tehnoloģijas salmu un citu augu materiālu briketēšanai un granulēšanai. Augu briketes un granulas var konkurēt akmeņogles siltuma ieguvei.
- Maza apjoma sapropeļa ieguves tehnoloģijas.
- Ezera niedru sakņu pinuma ieguve un izmantošana mākslīgu niedru audžu veidošanai, ko izmanto notekūdeņu attīrīšanai - sevišķi nozīmīga dzīves labiekārtošanai laukos. Pildot attīrīšanas funkciju niedrājs nodrošina ikgadēju biomasas pieaugumu 20-25t sausnas no ha.
- Kompostēšanas siltuma izmantošanas tehnoloģijas ļauj iegūt siltumu ar temperatūru līdz 50°C, vienlaicīgi ražot organisko mēslojumu un ogļskābo gāzi – vispirms noderīgas siltumnīcās un fermās.

Tā kā minerālmēslu ražošanai ir liela energoietilpība, tad biomasu izmantošana mēslojuma ražošanai lauku vidē ir tikpat nozīmīga, kā tiešai enerģijas ieguvei.

2. Materiāli un metodes

Ierobežojamies ar biomasām, kuras ik gadu jau ir lauku ekosistēmā, bet kuru racionāls izlietojums ir vēl nepietiekams. Salmi un nenoplautās zāles masas jāmin kā izplatītākie vēl nepietiekami izmantotie bioloģiskie materiāli laukos, jo bieži vēl vērojama to dedzināšana uz lauka. Lai gan salmiem ir samērā augsta siltumspēja (14.4-15 MJ/kg), to masas zemais blīvums (0.02-0,06 g/cm³) un nepietiekamais mehānizācijas līdzekļu nodrošinājums ir galvenie šķēršļi racionālai salmu izmantošanai. Lauku ekosistēmās (1. att.) liels īpatsvars ir ne vien salmu (4) biomasām, bet arī plašām niedru (2) audzēm mitrājos un ezeru piekrastēs, kuras



1. att. Biomasu izmantošana ekosistēmā

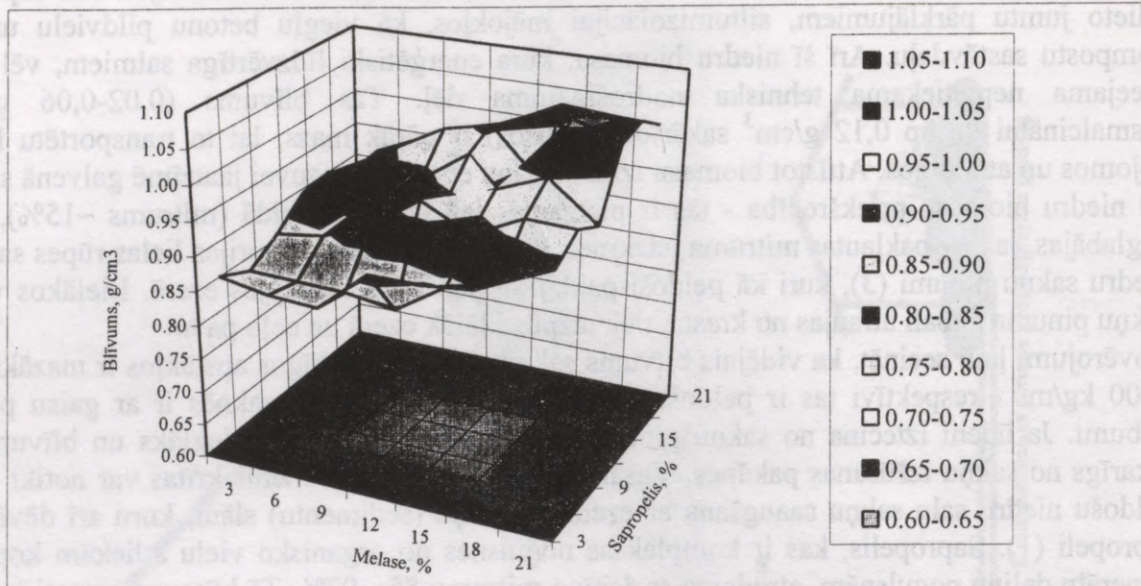
pāraug ezeru seklumus un pārveido tos par purviem. Niedres mūsu tauta jau sen saprātīgi izlieto jumtu pārklājumiem, siltumizolācijai mājokļos, kā vieglu betonu pildvielu un arī kompostu sastāvdaļu. Arī šī niedru biomasas, kura enerģētiski līdzvērtīga salmiem, vēl maz pieejama nepietiekama tehniska nodrošinājuma dēļ. Tās blīvums ($0,02-0,06 \text{ g/cm}^3$ sasmalcinātai un ap $0,12 \text{ g/cm}^3$ sakārtotai kūlīšos) ir pārāk mazs, lai to transportētu lielos apjomos un attālumos. Attīstot biomasu izmantošanu enerģijas ieguvei jāatzīmē galvenā salmu un niedru biomasu priekšrocība - tās ir pieejamas jau izzāvētā veidā (mitrums $\sim 15\%$), labi uzglabājas, ja nav pakļautas mitruma ietekmei. Restaurējot ezeru teritorijas lielas rūpes sagādā niedru sakņu pinumi (3), kuri kā peldoši paklāji arvien tālāk iestiepjas ezerā. Lielākos vējos sakņu pinuma gabali atraujas no krasta, tiek aizpūsti tālāk ezerā un ceļo pa to.

Novērojumi ļauj secināt, ka vidējais blīvums sakņu pinumam dabīgos apstākļos ir mazāks par 1000 kg/m^3 - respektīvi tas ir peldošs pateicoties tam, ka niedru saknēs ir ar gaisu pildīti dobumi. Ja ūdeni iztecina no sakņu pinuma porām, tas kļūst daudz vieglāks un blīvums ir atkarīgs no sakņu izzūšanas pakāpes. Vasarā, kad ezeros ūdens līmenis krītas var notikt šādu peldošu niedru salu sakņu saaugšana ar ezera nogulšņu (sedimentu) slāni, kuru arī dēvē par sapropeli (1). Sapropelis, kas ir kompleksas nogulsnes no organisko vielu atliekām kopā ar minerālu daļiņu nogulsniem, atrodams ar dabīgo mitrumu $85 - 97\%$. Tā blīvums parasti ir $1,02 - 1,04 \text{ g/cm}^3$. Tā ir pusšķidra masa, kas grūti atdod ūdeni. Jo organisko vielu saturs sapropelī ir augstāks, jo lielāks ir ūdens saturs tajā (dabīgos apstākļos).

Aprakstīto biomasu sekmīgai izmantošanai enerģijas ieguvei lauku vidē vai arī to lietošanai par organisko mēslojumu nepieciešama speciālu mehanizācijas līdzekļu un lietošanas tehnoloģiju izstrāde, kur būtu iegūstama maksimālā enerģija pie minimāla tās patēriņa pašā ieguves procesā. Veiktie eksperimentālie pētījumi par stiebru materiālu kompaktēšanas īpašībām paredzēti briketēšanas iekārtu un tehnoloģiju projektēšanai. Sapropeļa ieguves maza apjoma tehnoloģija ir aprobēta. Veikts dažu tehnoloģisko variantu enerģijas patēriņa novērtējums. Savukārt niedru sakņu biomasas un kompostu izmantošanas ieteikumi iegūti uz informatīvu materiālu analīzes un eksperimentālu pētījumu bāzes.

3. Rezultāti

Salmu un citu stiebru materiālu izmantošana siltuma enerģijas ražošanai gan centrālas apkures gan individuālās mājās jau notiek Eiropas Savienības valstīs. Arī Zviedrijā attīsta biomasu izmantošanu, audzējot par izejvielu kurināmo granulu ražošanai spulgzāles (*Phalaris arundinacea*). Individuālas saimniecības varētu drīzāk būt salmu vai citu stiebraugu granulu vai brikešu ražotājas un lietotājas, jo to izmantošanā var lietot parastās mazās apkures sistēmas un nav nepieciešamas lielas platības kurināmā uzglabāšanai. Eksperimentos ar kviešu salmu briketēšanu noskaidrots, ka briketējot enerģijas patēriņš materiāla saspiešanai (līdz 160 Mpa) ir $\sim 40 \text{ kJ/kg}$. Taču tas krasi pieaug, ja materiālu karsē briketējot. Salmu 1 kg sakarsēšanai līdz 200°C nepieciešamā enerģija ir $\sim 360 \text{ kJ/kg}$. Tā ir par kārtu augstāka, nekā nepieciešama presēšanā. Parasti briketējamo materiālu karsē, lai iegūtu blīvākas briketes. Taču eksperimentējot ieguvām vidējo brikešu blīvumu $0,7 \text{ g/cm}^3$ bez karsēšanas un tikai $0,8 \text{ g/cm}^3$ ar karsēšanu. Izdevās noskaidrot, ka daudz svarīgāka ir salmu sasmalcināšanas pakāpe lielāka blīvuma iegūšanai. Ja iepriekšējos eksperimentos salmu garums bija $\sim 2 \text{ cm}$, tad sasmalcināšana līdz $1,5 \text{ mm}$ izmēram ļāva iegūt jau blīvumu 1 g/cm^3 (ar karsēšanu). Redzot, kāda liela nozīme ir smalcināšanai, ar šādu ($1,5 \text{ mm}$) smalkāku materiālu tika veikti aukstās briketēšanas pētījumi, lietojot piedevas - melasi un sapropeli. Melases lietošanā par saistvielu balstījāmies uz Dānijas pieredzi. Sapropeļa piedeva paredzēta brikešu pelnu kušanas temperatūras paaugstināšanai. Pētījumi par optimālo sapropeļa sastāvu vēl jāattīsta, bet šeit apskatīta tā ietekme uz brikešu blīvumu. Iegūtie rezultāti redzami 2. att. Lietojot vairāk par 9% melases un 15% sapropeļa piedevu iegūstams brikešu blīvums 1 g/cm^3 bez karsēšanas. Papildus nepieciešamā enerģija salmu sasmalcināšanai ir $\sim 25 \text{ kJ/kg}$.



2. att. Salmu aukstā briketēšana.

Sapropeļi ir biomasu ar daudzfunkcionālu pielietojumu, taču tā ieguves un izmantošanas tehnoloģijas jānovērtē pēc enerģijas patēriņa kritērija. Tabulā 1. sniegta tradicionālās zemessūcēju tehnoloģijas un dažu maza apjoma ieguves tehnoloģiju novērtējums. Redzams, ka mīksto konteineru metode nodrošina iegūvi ar minimālo enerģijas patēriņu – 9 kJ/kg. Šīs metodes pamatā ir LLU patentos LV-11752 un LV-11753 ietvertie risinājumi.

1. tabula. Sapropeļa ieguves tehnoloģiju salīdzinājums

Ieguves tehnoloģija	Ieguves apjoms, t/h	Enerģijas patēriņš, kJ/kg sausnas
Zemessūcēji	500 - 1600	27 -54
Krastā bāzētā konteineru tipa iekārta	30	12
Mīksto konteineru metode	1-2	9
Ieguves iekārta ar mazviskozu robežslāni	10-30	15-18

Niedru sakņu pinuma sadalīšanai ieteicama LLU patentētā siksas griezējierīce ūdenstilpēm - Pat. LV-12155. Šāda biomasu ieguve mītrajos - niedru novākšana, to sakņu pinuma sadalīšana un izvākšana un sapropeļa ieguve reizē ir arī ezeru restaurēšanas pasākumi. Eiropā un ASV ir aprobētas tehnoloģijas, kurās mākslīgas niedru audzes izmanto notekūdeņu attīrīšanai. Latvijā šim nolūkam lietderīgi var izmantot ezeru restaurēšanā iegūtos niedru sakņu pinuma paklājus. Redzam, ka uz šāda kompleksa risinājuma pamata iespējams restaurēt ezerus, samazināt vides piesārņošanu un uzlabot cilvēku dzīves komfortu. Atrisinot sanitāro labiekārtošanu laukos reālāka kļūs arī lauku tūrisma attīstība Latvijā. Biomasu enerģija ir iegūstama ne tikai tās sadedzinot kurtuvēs. Aktīvā kompostēšana ar papildus ventilēšanu ļauj iegūt siltumu no komposta līdz 50°C temperatūrā, ogļskābo gāzi un beigās arī vērtīgu organisko mēslojumu no kompostētā materiāla. Komposta gatavošanai izejvielas ir energoietilpīgie stiebru materiāli - salmi, niedres u. c. un pusšķidrie organiskie materiāli - sapropeļi un šķidrmēsli. Aktīvā kompostēšanā iegūstamo siltumu visērtāk izmantot siltumnīcās vai arī fermās grīdu apsildīšanai -vietās, kur tehnoloģiski nepieciešama kompostu izmantošana vai uzglabāšana.

Sivēnu mītņu grīdu apsildīšanai komposta konteineru vai komposta stirpu aprīko ar siltummaini, kas ar cauruļvadu palīdzību tiek pieslēgts grīdas paneļa apsildīšanas kontūram. Ja siltummainis kompostēšanas konteinerā novietots zemāk par apsildāmo paneli, šķidrā siltumnesēja cirkulācija apsildīšanas kontūrā var tikt nodrošināta bez speciāla cirkulācijas sūkņa izmantošanas. Dažādu biomasu atdotā kompostēšanas siltuma jauda ir 3 ...18 W /kg sausnas. Grīdas paneļa laukuma 1 m² apsildīšanai nepieciešams 1 m³ komposta.

4.Slēdziens

1. Salmu briketēšanā lielāka blīvuma iegūšanai salmu sasmalcināšana ir ar lielāku ietekmi un mazāku energoietilpību, nekā salmu karsēšana līdz 200°C. Lietojot vairāk par 9% melases un 15% sapropeļa piedevu iegūstams briķešu blīvums 1 g/cm³ bez karsēšanas.
2. Sapropeļa ieguvei nelielos apjomos rekomendējami LLU patenti - Pat. LV-11752 un Pat.LV-11753, kas nodrošina minimālo energopatēriņu ieguvē – 9 kJ/kg.
3. Niedru sakņu pinuma sadalīšanai ieteicama LLU patentētā siksnas griezējierīce ūdenstilpēm - Pat. LV-12155. Iegūtos niedru sakņu pinuma paklājus var izmantot notekūdeņu attīrīšanas dīķu ierīkošanai.
4. Aktīvā kompostēšanā iegūstamo siltumu līdz 50°C temperatūrā visērtāk izmantot siltumnīcās vai arī fermu grīdu apsildīšanai. Fermas 1 m² grīdas apsildīšanai nepieciešams 1 m³ komposta.

Literatūra

1. Bjork, S., 1988. Redevelopment of Lake Ecosystems - A Case - Study Approach, AMBIO VOL. 17 NO.2: 90-98.
2. Ripl, W., Pokorny J., Eiseltova M. and Ridgil S., 1994. A holistic approach to the structure and function of wetlands, and their degradation. In: Restoration of Lake Ecosystems, a Holistic Approach. A Training handbook Ed. M. Eiseltova, 16-35.

KOKSNES UN TĀS ATLIEKU IZMANTOŠANA ENERĢĒTIKĀ

Jānis Dolacis¹, Elmārs Tomsons², Jānis Herbsts³, Juris Hrols¹

¹Latvijas Valsts Koksnes ķīmijas institūts

²Latvijas Zinātņu akadēmijas Fizikālās enerģētikas institūts

³SIA "CED"

Kopsavilkums. Latvija ir bagāta ar saviem atjaunojamiem resursiem, kurus var izmantot siltumenerģētikā – koksni. Meži aizņem 44,6 % no visas teritorijas. Pēc dažādām aplēsēm kurināmās koksnes un tās atlieku ikgadējais daudzums sasniedz 2,9–4,35 milj. m³. Bet, lai to racionāli izmantotu siltumenerģētikā, nepieciešami zināmi priekšnoteikumi: piemērotas kurtuves, siltummaiņi un ekonomiskums. Lai stimulētu vietējo ražotāju ieinteresētību kurināmās koksnes, briķešu un granulū lietošanā, nepieciešama fosilā kurināmā un koksnes cenu sabalansēšana ar nodokļu palīdzību.

Atslēgas vārdi: koksne, cenu politika, nenoplicinošā mežsaimniecība.

Latvijas Enerģētikas likums uzdod visiem elektroenerģijas ražotājiem par pienākumu "efektīvi izmantot Latvijā esošos energoresursus".

Kā zināms, koksne ir atjaunojamais energoresurss dabā un tā ir viens no dabai draudzīgajiem kurināmā veidiem. Pēdējā laikā, samazinoties lauksaimniecības ražošanas apjomiem, novērojama lauksaimniecībā izmantojamo zemju apmežošanās un tāpēc straujāk palielinās mežainums, kas sastāda 44,6%. Kurināmās koksnes potenciālie resursi Latvijā, aprēķināti pēc dažādām metodikām, sastāda $(2,9-4,35) \cdot 10^6$ m³/gadā.

Kādu daļu koksne sastāda Latvijas kurināmajā kokmolekulā?

Pēc 1997.gada datiem, koksnes un tās atlieku izmantošana siltumenerģētiskajā kompleksā sastādīja ap 14 %. Tas atkarīgs no daudziem faktoriem, viens no kuriem ir piemērotas kurtuves izmantošana.

Kā redzams, SIA "CED" ražotās granulas un briķetes atbilst DIN 51731 prasībām.

Analizējot pašreizējo stāvokli kurināmā fizikāli-enerģētiskos raksturlielumus un 1Gcal siltumenerģijas ražošanas izmaksas Latvijā, var secināt, ka pie pašreizējās cenu politikas pagaidām priekšroka dodama dabas gāzei. Bet ņemot vērā kurināmā cenas un tā bilanci pasaulē, stāvoklis ir pretējs. Tāpēc, lai stimulētu vietējo dabas atjaunojamo resursu izmantošanu enerģētikā, nepieciešama tālredzīga un elastīga valsts nodokļu politika, lai stimulētu vietējos kurināmā ražotājus. Tas kļūst sevišķi aktuāli meža pārstrādes kompleksa pārstrukturēšanai atbilstoši "zaļā" sertifikāta prasībām, kas iekļauj pasākumu kompleksu, kuru pamatā ir nenoplicinošas mežsaimniecības ieviešana Latvijā.

**SIA "CED" ražoto kokskaidu granulu un brikešu raksturojums
salīdzinājumā ar DIN 51731 prasībām**

Raksturlielums, elements	Briketes	Granulas	DIN 51731
Mitrums, %	5,4	8,3	≤ 12,0
Pelnu daudzums, %	0,25	0,73	≤ 1,5
Siltumspēja, kJ/kg	18520	17800	17500 ÷ 19500
Arsēns, mg/kg	0,062	0,071	0,8
Kadmijs, mg/kg	0,006	0,007	0,5
Hroms, mg/kg	0,50	0,82	8,0
Varš, mg/kg	1,02	1,40	5,0
Dzīvsudrabs, mg/kg	0,013	0,022	0,05
Svins, mg/kg	0,18	0,11	10,0
Cinks, mg/kg	5,31	8,3	100,0
Sērs, %	0,03	0,06	0,08
Hlors, %	0,02	0,01	0,03
Ogleklis, %	48,38	48,03	-
Blīvums, kg/m ³	1093	1213	1000-1400
Izmēri, mm	152x62x75	Ø=10, L=6÷30	L=<50 ÷ >300; Ø,H=4 ÷ 100

SUMMARIES, IN THE ENGLISH LANGUAGE, OF THE ARTICLES
PUBLISHED IN THIS ISSUE

M. Bekers, U. Viesturs. (1999) TECHNOLOGY OF BIOFUEL PRODUCTION AND ITS REALIZATION POSSIBILITIES IN LATVIA (*Biodegvielas ieguves tehnoloģija un tās realizācijas iespējas Latvijā*. Simpozija "Alternatīvā enerģija Latvijā" referātu krājums, 5.-9. lpp.)

Abstract. Modern biomass energy include bioethanol, biodiesel and biogas production and use. In accordance with Latvian biofuel programme bioethanol production at year 2010 ought to be 44000 t, biodiesel - 58000 t and biogas 170 million m³. Corresponding research programme develops agricultural, biotechnological, engineering, economic and ecological investigations. Main results of investigations obtained during 1999 as well as problems and possible corrections in National programme are presented in the current article.

Key words: National programme, ethanol, biodiesel, biogas.

E. Gudriniece. (1999) FEASIBILITY OF RAPESEED OIL RATIONAL USE (*Rapšu eļļas racionālas izmantošanas iespējas*. Simpozija "Alternatīvā enerģija Latvijā" referātu krājums, 10.-14. lpp.)

Abstract. A convenient method of simultaneous neutralization and hydration of rapeseed oil has been elaborated. Bleaching rapeseed oil may be carried out using adsorbents made from clays of Latvia deposits. Fatty acid ethylesters (REE) was obtained by rapeseed oil and absolute ethanol in presence of potassium hydroxide.

Key words: rapeseed, rapeseed oil, REE.

A. Skele, A. Upitis, V. Dubrovskis, A. Karklins, J. Shestakovs, H. Putans, I. Kikāns. (1999) TECHNOLOGY OF BIOGAS PRODUCTION FROM AGRICULTURAL AND MUNICIPAL WASTE (*Biogāzes ieguves tehnoloģija no lauksaimnieciskās ražošanas atlikumiem un komunālajiem atkritumiem un tās izmantošanas iespējas*. Simpozija "Alternatīvā enerģija Latvijā" referātu krājums, 15.-21. lpp.)

Abstract. The existing of traditional agrotechnology is connected with great losses of organic mass and energy obtained by photosynthesis on the field. We have a big amount of organic wastes in organic mass processing. Agricultural waste and slurry, village waste water, if not processed, can cause environmental pollution and is dangerous for human safety. The anaerobic slurry fermentation decreases the pollution danger and allows to produce biogas for energetical purposes.

There were different investigations carried out in methane fermentation process in Latvia. Latvian University Institute of Microbiology and Biotechnology is engaged in research of optimum temperatures and exposition regime for the step of dehelminthezation; disablement of weed seeds and destruction of organic substances; Institute of Wood Chemistry held a research in wasteless technology of L-lysine production in the crystalline (Biogas production from L-lysine production waste), biological removal of nitrogen from waste waters, bioreactors for environmental biotechnologies; Institute of Agriculture and Latvia University of Agriculture made a research of effectiveness of fermented sludge as organic fertilizer for wide range of crops.

There was created technology for the treatment of highly polluted food industry sewage suitable for the conditions in Latvia. It was made the project of extraction and use of landfill gas from municipal solid waste. Very important from an environmental point of view, use methane fermentation for decrease pollution of nature.

Key words: biofuel, methane, fermentation, biogas.

V. Gulbis, G. Birzietis. (1999) USE OF BIOFUELS FOR TRACTORS, AUTOMOBILES AND COGENERATION UNITS (*Biodegvielu izmantošana traktoros, automobiļos un koģenerācijas motorstacijās*. Simpozija "Alternatīvā enerģija Latvijā" referātu krājums, 22.-29. lpp.)

Abstract. The state-of-art and future prospects of biofuels utilization are analyzed. The present report summarizes some research results of the usage of biofuels for tractors, automobiles and small scale cogeneration units, obtained already in the Motor Vehicle Institute of the Latvia University of Agriculture. Different types of engines were shortly tested with different biofuels - ethanol, rape seed oil, RME, REE and woodgas in comparison with conventional fuels. Investigations showed that biofuels could be used effectively although in old engines. Utilization of biofuels in Latvia conditions will reduce not only the State independence from fuel import and improve ecological conditions, but will ensure the effectiveness of land usage and lower unemployment level in rural area.

Key words: biofuels, motor vehicles, cogeneration.

A. Danilevich. (1999) ECONOMICAL ASPECTS OF BIOETHANOL PRODUCTION (*Bioetanola ražošanas ekonomiskie aspekti*. Simpozija "Alternatīvā enerģija Latvijā" referātu krājums, 30.-34. lpp.)

Abstract. The key factor which hinders the use of alcohol fuels in engines of vehicles is a price. Prices of biofuels are higher than prices for gasoline and traditional fuel for diesel engines. The simplest way to provide wide application uses of biofuels is excise tax regulation. Excise tax values are elaborated and retail sales prices for gasoline - ethanol mixture - "Latol - 005" - and fossil gasoline "Ai - 95" are determined. In case, if this proposal will be carried out, the incomes in state budget from excise tax on motor fuels will not diminish but ethanol oxygenated gasoline will become cheaper than traditional gasoline. Nevertheless, price of motor fuels in total will increase by 0.4-2.2% (0.2-1.9 sant./l). This growth is like or lower than inflation rate.

Key words: biofuel, prime cost, excise tax.

A. Morozovs, V. Gulbis, G. Birzietis. (1999) EXPERIMENTAL PILOT EQUIPMENT FOR BIODIESEL REE PRODUCTION FROM RAPE-SEED OIL (*Eksperimentālā pilotiekārta biodīzeļdegvielas REE iegūšanai no rapša eļļas*. Simpozija "Alternatīvā enerģija Latvijā" referātu krājums, 35.-38. lpp.)

Abstract: A small scale transesterification equipment for producing biodiesel from rape-seed oil was designed in the Motor Testing Laboratory of Latvia University of Agriculture. The method of rape-seed ethyl ether is discussed in this paper. The experimental equipment might be used in research and for education purposes to demonstrate rape-seed ethyl ester production and to carry out alternative diesel fuel trials.

Key words: biofuel, production, pilot-equipment.

V. Gulbis, J. Plucis, M. Benkis. (1999) CHP MOTORSTATION FUELED WITH WOODGAS (*Ar kokgāzi darbināma koģenerācijas motorstacija*. Simpozija "Alternatīvā enerģija Latvijā" referātu krājums, 39.-43. lpp.)

Abstract. Experimental small scale cogeneration plant based on two downdraft gasifiers and a conventional diesel 100kW engine is created. The diesel engine is converted to dual fuel gas engine, using producer gas as the main fuel and gas oil as a pilot fuel. Test runs of the plant with wood blocks and coarse wood chips having dimensions from 20...80mm are carried out. Results of test runs are presented in this paper.

Key words: cogeneration, dual fuelled diesel engine, wood gasification.

G. Bremers, G. Aizsils, R. Galoburda. (1999) EXPERIMENTAL PILOT EQUIPMENT FOR ABSOLUTE ALCOHOL OBTAINING FOR BIOFUEL NEEDS (*Eksperimentālā pilotiekārta absolūtā spirta ieguvei biodegvielu vajadzībām. Simpozija "Alternatīvā enerģija Latvijā" referātu krājums, 44.-47. lpp.*)

Abstract. Only absolute alcohol is suitable for biofuel obtaining however presence of water, approximately 4 % is observed when using distillation at atmospheric pressure. Salt distillation has been chosen as suitable method for the removal of mentioned water amount. Experimental pilot equipment for realization of salt distillation has been made in the Motor testing laboratory at the Latvia University of Agriculture. Pilot equipment include several units such as distillation, intensifying, salt regeneration and evaporation units. The design of equipment is based on the results of previous experimental and research work.

Key words: ethanol, dehydration, pilot equipment.

A. Karklins, A. Skele, Dz. Zarina, A. Upitis. (1999) BIOGAS AS AN ENERGY SOURCE FOR THE LOCAL TREATMENT OF DAIRY SEWAGE (*Biogāze kā enerģijas avots pienrūpniecības uzņēmumu notekūdeņu lokālā attīrīšanā. Simpozija "Alternatīvā enerģija Latvijā" referātu krājums, 48.-51. lpp.*)

Abstract. The target of work was to create the technology for the treatment of highly polluted food industry sewage suitable for the conditions in Latvia. The results are based on the laboratory investigations carried out at the Latvia University and Latvia University of Agriculture as well as on the results obtained in the semi-industrial pilotplants. In 1998 the local anaerobic-aerobic waste water treatment plants (WWTP) with the power up to 120 m³/day at COD (chemical oxygen demand) to 6000 mg/l were put into operation in one of the Latvia cheese producing manufactures. Aerobic trickling filters are applied for aerobic treatment. COD to 700 mg/l should be ensured in the effluent of treatment plants. Such sewage is treated further in the village biological WWTP. The results reflect the typical situation of Latvia dairies.

Key words: anaerobic digestion, whey, dairy sewage treatment.

N. Vedernikov. (1999) SIMULTANEOUS OBTAINING OF ETHANOL AND FURFURAL FROM RAW MATERIALS CONTAINING LIGNOCELLULOSE (*Vienlaicīga etanola un furfurola ieguve no lignocelulozi saturošām izejvielām. Simpozija "Alternatīvā enerģija Latvijā" referātu krājums, 52.-55. lpp.*)

Abstract. In the near future foliage wood may be as a real alternative to oil as raw material for production of chemicals and motor fuel. A new approach to solve this problem consisting of differential catalysis of hydrolysis and dehydration reactions has been found. The aimed change of the mechanism of the process has permitted to solve two problems simultaneously: to make increase the furfural yield from 55% up to 75% from theoretical and to diminish 5 times degree of the cellulose destruction. On the basis of theoretical studies a new technology including two-step hydrolysis of foliage wood and other pentosan containing raw material has been elaborated. Since 1997 for the first time in the world's industrial practice this technology yielding furfural and fermentable sugars further processed into bioethanol has been realized in Russia with capacity 4.300 t/a of furfural and 8.800 t/a of bioethanol. The degree of raw material utilization has grown 3 times, the total yield of furfural and fermentable sugars - 4 times when compared to the only furfural production.

Key words: bioethanol, furfural, technology.

J. Freimanis. (1999) ETBE PRODUCTION AND PERSPECTIVES IN LATVIA (*ETBE ieguve un perspektīvas Latvijā. Simpozija "Alternatīvā enerģija Latvijā" referātu krājums, 56.-59. lpp.*)

Abstract. At favourable circumstances the production of ETBE - less frequently used type of biofuel itself and fuel additive from bioethanol - may be feasible in Latvia. This oxygenate is intended for the replacement of the most widely used octane booster MTBE, and may be used in parallel with another easily accessible renewable oxygenate - bioethanol. In this study the technology, manufacturing costs and the best ETBE-containing fuel composition have been considered.

Key words: ETBE, oxygenate, biofuels.

L. Borovko. (1999) PRODUCTIVITY AND QUALITY OF SPRING RAPE VARIETIES UNDER CONDITIONS OF VIDZEME AREA (*Vasaras rapša 00-šķirņu ražība un ražas kvalitāte Vidzemes zonas apstākļos*. Simpozija "Alternatīvā enerģija Latvijā" referātu krājums, 60.-64. lpp.)

Abstract. For widening of recourses of plant oil and protein in Latvia the growing of spring rape and birdrape is suitable. The rape oil is used not only as food, but also for technical needs (for production biogasolin). In the framework of programme the research of varieties of spring rape, their seed production and seed quality has been performed. The studies of seeds of growing spring rape varieties with a possible short period of vegetation and with diseases and lodging resistance have been selected.

Key words: spring rape, varieties, birdrape, seed production, seed quality.

V. Bezrukov, V. Pugachev, M. Manonov. (1999) 5,5 KW JAUDAS VĒJA ENERĢĒTISKO IEKĀRTU EKSPLUATĀCIJAS PIEREDZE (*A 5.5 kW wind power plant: operational experience*. Simpozija "Alternatīvā enerģija Latvijā" referātu krājums, 65.-68. lpp.)

Kopsavilkums. Pašreiz zemnieku saimniecībās izmanto AB3Y-4M tipa vēja iekārtas ar sinhrono ģeneratoru, to jauda ir 4 kW. Nomainot šo ģeneratoru ar ДВY 2М215L tipa pastāvīgo magnētu elektrisko mašīnu, vēja iekārtas jauda palielinās līdz 5,5 kW.

Iekārtas ekspluatācija gada laikā parādīja, ka var ievērojami vienkāršot tās apkalpošanu un drošumu, saražotā enerģija šai laikā bija 5146 kWh.

Atslēgas vārdi: vēja iekārta, sinhronais ģenerators.

M. Strele, R. Serzane, V. Skujins. (1999) BIOFUEL (REE) PRODUCTION IN LATVIA (*Biodīzeļdegvielas (REE) ražošana Latvijā*. Simpozija "Alternatīvā enerģija Latvijā" referātu krājums, 69.-71. lpp.)

Abstract. Fatty acid ethylesters (REE) with 90-95 % result was obtained by rapeseed oil and absolute alcohol in presence of potassium hydroxide.

Key words: rapeseed oil, ethylesters.

J. Shipkovs, D. Kashkarovs, P. Shipkovs. (1999) POSSIBILITIES OF SUN ENERGY USE IN LATVIA (*Saules enerģijas izmantošanas iespējas Latvijā*. Simpozija "Alternatīvā enerģija Latvijā" referātu krājums, 72.-76. lpp.)

Kopsavilkums. Latvija nav bagāta ar energoresursiem, tai nav savu ogļu, naftas, gāzes atradņu. Lielākā daļa energoresursu 80-90% tiek importēti, tāpēc svarīgi ir izmantot vietējos energoresursus (koksni, kūdru un u.c.) kā arī alternatīvas energoresursus (saules, vēja u.c.). Šajā rakstā galvenā uzmanība ir pievērta saules enerģijas izmantošanas iespējai Latvijā.

Key words: sun, energy, Latvia.

V. Dubrovskis. (1999) BIOGAS FROM WASTE (*Biogāze no atkritumu izgāztuves*. Simpozija "Alternatīvā enerģija Latvijā" referātu krājums, 77.-82. lpp.)

Abstract. Possibility to extract biogas from landfill Getlini is analysed. From landfill is possible to extract 120,9 mln. m³ and from bioenergy cells approximately 10 mln. m³ biogas per year. Balance of energy and amount of electricity is analysed for 15 years.

Key words: biogas, landfill, energy.

E. Kronbergs, I. Plume, A. Kakitis. ENERGY OF BIOMASSES IN RURAL ECOSYSTEMS (*Biomasa enerģija lauku ekosistēmās*. Simpozija "Alternatīvā enerģija Latvijā" referātu krājums, 83.-87. lpp.)

Abstract. Fossil fuel resources will decrease in the future and we shall turn to renewable energy resources. The goal to double amount of renewable energy consumption have been advanced in White Paper of European Union - "Energy for the future: Renewable sources of energy" (1997). The more significant part (74 %) of renewable energy sources has been planned for Biomass energy. Biomass usage directly for energy production or fertiliser is activities with equal importance in the agriculture. More preferable are biomass usage technologies with minimal transport expenses: development of mechanisation for technologies of straw and another plant material briquetting and pelleting; small scale technologies for sapropel extraction; constructed Reedbeds for Effluent Treatment; composting heat plants' technologies, which can be used for different purposes where the low temperature heat is accepted.

Key words: biomass energy, rural ecosystems.

J. Dolacis, E. Tomsons, J. Herbsts, J. Hrols. USE OF WOOD AND ITS WASTE IN ENERGETICS (*Koksnes un tās atlieku izmantošana enerģētikā*. Simpozija "Alternatīvā enerģija Latvijā" referātu krājums, 88.-89. lpp.)

Kopsavilkums. Latvia is rich in renewable sources, which can be used in thermal energetics – wood. Forests cover approximately 44,6 % from whole area. According to some calculations annual amount of wood and its waste reach 2,9-4,35 mln. m³. But in order to use it in rational way in thermal energetics several preconditions are required: suitable furnaces, heat exchangers and economic issues. In order to stimulate local producers use fuel wood, briquettes and pellets it is necessary to balance prices of fossil fuels and wood by means of taxes.

Atslēgas vārdi: wood, price politics, unimpovertising forestry.

ALTERNATĪVĀ ENERĢĪJA LATVIJĀ

SIMBOLIKA

REPĒRATĒ KRĀJUMS
1997. gada 12. novembris, Jēgava

Atbildīgā par izdevumu: R. Čelovskis, / J. Čelovskis

Paraksts izpildītājam: 19.10.97, Jēgava, 100412
Paraksts Nr. 90-156, izdevums Nr. 207

Izdevums paraksts: Latvianizācijas un izpildes izdevums
Zvērmele Nr. 18, Jēgava, Nr. 300-2120
Reģistrācijas apliecība Nr. 2-10084

ALTERNATĪVĀ ENERĢIJA LATVIJĀ

1999. gada 12. novembrī, Jelgavā

Atbildīgie par izdevumu: **R. Galoburda, V. Gulbis**

Parakstīts iespiešanai 19.10.99. Tirāža 100 eks.

Pasūtījuma Nr. 99-153. Izdevuma Nr. 207.

Iespiests Latvijas Lauksaimniecības universitātes izdevniecībā

Svētes ielā 18, Jelgavā, tālr. 3022120

Reģistrācijas apliecība Nr. 2 - 0084

1.41

OBLIGĀTĀ
EKSEMPĻĀ

LATVIJAS NĀCIONĀLĀ BIBLIOTĒKA



0300039941

2000-6
42