



(19)

LATVIJAS REPUBLIKAS
PATENTU VALDE(11) **LV 15515 B1**(51) Starpt.pat.kl. **C10L1/02**
C11C 3/10
C12P 7/64**Latvijas patents izgudrojumam**

2007g. 15.februāra Latvijas Republikas likums

(12) **Īsziņas**

(21) Pieteikuma numurs:	P-18-110	(71) Īpašnieks(i):	RĪGAS TEHNISKĀ UNIVERSITĀTE, Kaļķu iela 1, Rīga, LV
(22) Pieteikuma datums:	28.12.2018	(72) Izgudrotājs(i):	Lauma LAIPNIECE (LV) Valdis KAMPARS (LV)
(43) Pieteikuma publikācijas datums:	20.07.2020		
(45) Patenta publikācijas datums:	20.12.2020		

(54) **Izgudrojuma nosaukums:** BIODĪZELDEGVIELA UN TĀS IZGATAVOŠANAS PAŅĒMIENS
BIO DIESEL FUEL AND A PROCESS FOR MAKING THEREOF(57) **Kopsavilkums:**

Izgudrojums attiecas uz atjaunojamo degvielu ražošanu un izmantošanu, kuru galvenā sastāvdaļa ir taukskābju metilesteru maisījums (FAME). Šādas degvielas ražošanas blakusprodukts ir glicerīns. Izgudrojuma mērķis ir standartiem atbilstošas degvielas un jauna blakusprodukta – formīnu maisījuma sintēze vienā stadijā. bez paaugstināta spiediena, temperatūras un dārga aprīkojuma izmantošanas vienas stundas laikā. Mērķi sasniedz, veicot augu eļļas reakciju ar metilformiātu katalizatora 1M *terc*-butoksīda šķīduma *terc*-butanolā vai tetrahidrofurāna klātbūtnē.

IZGUDROJUMA APRAKSTS

[001] Izgudrojums attiecas uz enerģētikas nozari, konkrēti uz tādas atjaunojamās degvielas ražošanu un izmantošanu, kura lietojama dīzeļdzinējos un vidējiem naftas destilātiem paredzētajās sildierīcēs. Tās galvenā sastāvdaļa ir taukskābju metilesteri un vispārpieņemtais nosaukums ir biodīzeļdegviela (no angļu valodas *biodiesel*).

Zināmais tehnikas līmenis

[002] Eiropa ir galvenā biodīzeļdegvielas ražotāja un patērētāja [1]. Tās ražošanas jaudas pārsniedz 21 milj.t./gadā, bet ražošanas apjoms ir ap 12 milj.t./gadā. Rūpnieciski biodīzeļdegvielu iegūst no triglicerīdiem (augu eļļas, dzīvnieku tauki, atkritumu eļļas, aļģu eļļas u.c.). Lai biodīzeļdegvielu varētu izmantot kā degvielu dīzeļdzinējiem un apkurei, tai ir jāatbilst standarta LVS EN 14214+A1 prasībām [2]. Visplašāko pielietojumu biodīzeļdegviela ir atradusi kā dīzeļdegvielas piedeva naftas dīzeļdegvielai līdz 7 % pēc masas. Jauktās degvielas praksē ir izrādījušās visvairāk piemērotas dīzeļdzinēju un sildierīču darbības nodrošināšanai atšķirīgos klimatiskajos apstākļos un ekspluatācijas režīmos, tādēļ to izmantošanas apjoms pasaulē turpina palielināties. Biodīzeļdegvielas ražošana un izmantošana ir klimata izmaiņu bremsēšanas politikas būtiska sastāvdaļa un ļauj mazināt gan siltumnīcas gāzu emisiju, gan uzlabot citus dzinēju un sadedzināšanas ierīču emisijas rādītājus, kā arī valsts saimnieciskajā darbībā samazināt atkarību no naftas eksportētājvalstīm. Citu atjaunojamo degvielu ražošanas apjoms ir ievērojami zemāks par biodīzeļdegvielas ražošanas apjomu un tā tuvākā nākotnē saglabās savu dominējošo lomu, tādēļ biodīzeļdegvielas ražošanas procesa uzlabošanai un pilnveidošanai ir liela nozīme.

[003] Rūpnieciski biodīzeļdegvielu (taukskābju metilesteru maisījumu, ko apzīmē ar no angļu valodas nākošu saīsinājumu FAME) ražo pārtikā izmantojamu un pārtikā neizmantojamu augu eļļu, dzīvnieku tauku, atkritumu eļļu vai citu triglicerīdu (TG) transesterifikācijas rezultātā ar metanolu (MeOH), saskaņā ar reakcijas vienādojumu (1):



kā blakus produkts veidojas glicerīns (G), ko degvielas sastāvā iekļaut nevar, jo glicerīns ar eļļas slāni nejaucas un noslāņojas [3].

[004] Glicerīna veidošanās palielina biodīzeļdegvielas ražošanas pašizmaksu, jo papildus jāizmanto degvielas attīrīšanas metodes, kas veido notekūdeņus, kurus ir jāattīra. Pats iegūtais blakusprodukts jēlglicerīns ir zemas kvalitātes, tā kvalitātes uzlabošana ir dārga un

glicerīna tirgus ir piesātināts. Jēlglicerīnu varētu lietot kādu derīgu glicerīna atvasinājumu sintēzei, piemēram, glicerīna ēteru sintēzei [4], bet tad procesu jāpapildina ar jaunu stadiju un jaunu ražošanas iecirkni. Šīs metodes būtisks trūkums ir tas, ka glicerīna atvasinājumu sintēze ir darbietilpīgāka, sarežģītāka un ar mazākiem iznākumiem nekā paša FAME sintēze.

[005] Biodīzeļdegvielas ražošanas pašizmaksu varētu pazemināt, ja glicerīna vietā bez papildus ražošanas iecirkņu veidošanas tiktu sintezēts kāds cits blakus produkts ar potenciāli augstāku tirgus vērtību. Šāds ceļš līdz šim nav atrasts. Vienīgais pašreiz zināmais process, kas varētu atbilst izvirzītā mērķa sasniegšanai varētu būt TG interesterifikācija saskaņā ar reakciju (2), kurā veidotos tik polārs reakcijas blakusprodukts, kas ar FAME slāni nejauktos un izdalītos no reakcijas maisījuma atsevišķa slāņa veidā:



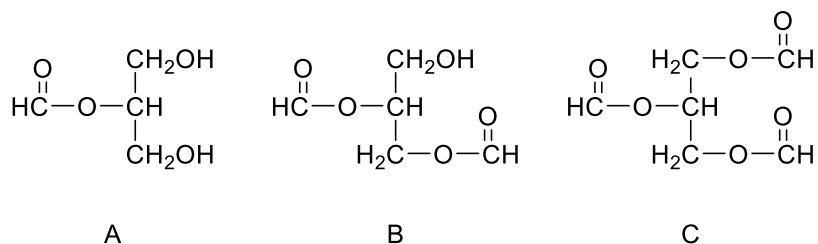
kur MeX – karbonskābes XH metilesteris, GE – karbonskābes XH glicerīna esteri, kuri nejaucas ar FAME, bet veido atsevišķu, viegli atdalāmu blakusprodukta slāni. Interesterifikācijas reakcijā kā reaģentu visbiežāk izmanto metilacetātu (MeAc), kas ļauj iegūt FAME un triacetīna (GE=TA) maisījumu. TA neveido atsevišķu slāni, ir iekļaujams degvielas sastāvā [5], bet tā izdalīšanas metode no maisījuma nav zināma. TA iekļaušana degvielas sastāvā palielina biodegvielas iznākumu un TG pilnīgu pārvēršanu biodegvielā, kuras raksturojumi LVS EN 14214+A1 standarta prasībām neatbilst. Publikācijās [5, 6] parādīts, ka interesterifikācijas reakcijas ar metilacetātu zemā temperatūrā un atmosfēras spiedienā var realizēt ātri, izmantojot nevis enzimatisko, bet ķīmisko katalīzi, vienīgi nepieciešama liela metilacetāta/eļļas molāro attiecība (MAOMR) līdz 50. Darbos [7, 8] parādīts, ka lielas MAOMR vērtības ir nepieciešamas, lai samazināta produkta kinemātisko viskozitāti. Patentā [9] aizsargāts vairāku stadiju process interesterifikācijas reakcijas realizācijai, kurā izmanto ultraskaņas reaktoru ar tam sekojošiem diviem reaktoriem ar mehānisku maisīšanu. Reakcijas laiks 5–90 min un reakcijas temperatūra 20–120 °C. Tā kā metilacetāta viršanas temperatūra ir 57 °C, bet etilacetāta 77 °C, tad pilnas konversijas nodrošināšanai reakcijas ir jārealizē pie paaugstināta spiediena, jo ir nepieciešama temperatūra, kas pārsniedz viršanas temperatūru. Paaugstinātais spiediens un temperatūra, kā arī papildus procesi homogenizācijas nodrošināšanai ir šīs metodes galvenie trūkumi. Reakcijas rezultātā iegūst taukskābju metilesteru maisījumus kopā ar zemas molekulāras masas glicerīdiem un TA. Atdestilē neizmantoto reaģentu un biodīzeļdegvielu iegūst, veicot taukskābju metilesteru vai etilesteru destilāciju pazeminātā spiedienā. Tādējādi

biodegvielas ieguvei, kuras daži uzdotie raksturojumi standarta LVS EN 14214+A1 prasībām neatbilst, tiek izmantots sarežģīts un dārgs aprīkojums, kas būtiski palielina ražošanas pašizmaksu un ir šīs metodes galvenais trūkums.

[006] Par izgudrojuma prototipu no zināmajiem tehniskajiem risinājumiem ir pieņemta patentā [10] aprakstīta metode. Saskaņā ar šo metodi biodīzeļdegvielu sintezē atmosfēras spiedienā, ievadot katalizatoru kālija *terc*-butoksīda 1 molāru šķīdumu tetrahidrofurānā iepriekš sagatavotā eļļas un metilacetāta maisījumā. Pilna triglicerīda konversija ar tādas biodegvielas ieguvi, kuras kinemātiskā viskozitāte nepārsniedz 5 mm²/s (bez reakcijas produkta skalošanas ar ūdeni vai citu attīrīšanas metožu izmantošanas), tiek panākta, izmantojot MAOMR lielāku par 24, katalizatora/eļļas molāro attiecību COMR 0,11–0,13 un veicot reakciju 50–60 °C temperatūrā ne ilgāk kā 1 stundu. Metodes trūkums ir iegūtā produkta neatbilstība standarta LVS EN 14214+A1 visām prasībām, sakarā ar to, ka degvielas sastāvā ir iekļauti starpprodukti un TA, kuru iekļaušanu minētais standarts neparedz. Konkrēti prasībām neatbilst un TA iekļaušanas rezultātā nevar atbilst tādi raksturojumi kā FAME saturs, blīvums un koksēšanas atlikums. FAME saturs reakcijas maisījumā nepārsniedz 75 % [11]. TA izdalīšanas metode no iegūtā homogēnā reakcijas maisījuma un FAME satura paaugstināšanas metodes nav zināmas.

Izgudrojuma mērķis un būtība

[007] Izgudrojuma mērķis ir vienas stadijas sintēzes shēmas izmainīšana tādā veidā, lai interesterifikācijas reakcijas rezultātā ar piemērotu monoesteri tiktu iegūts reakcijas produkts, kas, līdzīgi kā transesterifikācijas reakciju gadījumā, sastāvētu no diviem atdalāmiem slāņiem: FAME slāņa un formīnu slāņa. Iegūtajam FAME slānim ir jāatbilst jēlproduktam ar FAME saturu ne zemāku kā 90 %, un kuru līdzīgi kā FAME slāni transesterifikācijas procesā var attīrīt līdz standarta LVS EN 14214+A1 prasībām atbilstošām. Formīnu slāņa sastāvam ir būtiski jāatšķiras no jēlglicerīna sastāva transesterifikācijas reakcijā un ir jābūt jaunam FAME ražošanas blakusproduktam ar glicerīna saturu mazāku par 9 %. Tādējādi, izgudrojuma mērķis ir reizē ar degvielu iegūt arī jaunu blakus produktu. Reakcijas (2) rezultātā ar metilformiātu kā blakus produkts veidojas monoformilglicerīna (A), diformilglicerīna (B), triformilglicerīna (C) un glicerīna maisījums:



[008] Jaunā blakusprodukta sastāvā dominē skudrskābes esteri. Saskaņā ar patentiem skudrskābes esteriem ir antiseptiskas [12, 13] un repelentu [14] īpašības, kas var tikt izmantotas vērtīgu tirgus produktu veidošanai uz to bāzes. Tādējādi iegūtais jaunais blakus produkts var būt ar augstāku tirgus vērtību nekā zināmais. Izgudrojuma mērķis ir arī saglabāt procesa realizācijas apstākļus līdzīgus tiem, kuri pašreiz tiek izmantoti rūpnieciski realizētajā transesterifikācijas procesā ar metanolu. Tas nozīmē, ka procesu nepieciešams realizēt atmosfēras spiedienā un zemā temperatūrā (zem 60 °C), bet pēc sintēzes stadijas realizācijas jēlproduktu ieguvei tiek izmantotas tieši tādas pašas procedūras kā pašreiz rūpnieciski lietotajā transesterifikācijas procesā [3]: katalizatora neitralizācija, reaģenta pārākuma atdestilēšana un filtrācija. Izgudrojuma mērķis ir iegūt standarta LVS EN 14214 prasībām atbilstošu FAME jēlproduktu attiecībā uz tādiem raksturojumiem kā viskozitāte, blīvums, koksēšanas atlikums un sasalšanas punkts, lai līdzīgi rūpnieciski izmantojamajam transesterifikācijas procesam papildus attīrīšanā [15] paaugstinātu FAME saturu līdz standarta prasībām atbilstošajam. Tādējādi izgudrojuma mērķis ir iegūt FAME jēlproduktu ar taukskābju metilesteru saturu vismaz 90 % vienlaicīgi ar tāda jauna blakus produkta iegūšanu, kurš varētu būt ar lielāku vērtību un izmantošanas perspektīvām nekā glicerīns.

[009] Lai sasniegtu izvirzīto mērķi un veiktu biodīzeļdegvielas sintēzi no triglicerīdiem (augu eļļas, atkritumu eļļas un dzīvnieku taukiem) vienā stadijā ar divu slāņu veidošanos, no kuriem viens ir FAME slānis, bet otrs formīnu slānis, realizējot sintēzi ar atmosfēras spiedienā, zemā temperatūrā (zem 60 °C) un īsā laikā (reakcijas laiks mazāks par stundu) tiek realizēta interesterifikācijas reakcija ar metilformiātu saskaņā ar vienādojumu (2). Kā katalizatoru izmantojot *tert*-butoksīda 1M šķīdums tetrahidrofurānā (BuOK/THF) vai *tert*-butanolā (BuOK/BuOH), kas izslēdz transesterifikācijas reakciju ar katalizatora šķīdinātāju un glicerīna veidošanos transesterifikācijas procesā. Kā apliecina tabulu dati, izgudrojuma mērķis ir sasniegts, izmantojot kā reaģentu metilformiātu (MeF) ar molāro attiecību MeF pret taukskābju triglicerīdiem (MFOMR) vismaz 36. Izgudrojuma procesu realizē kā katalizatoru lietojot 1M BuOK/THF vai 1M BuOK/BuOH, nodrošinot COMR attiecību

0,1–0,15. Reakciju realizē 28–32 °C temperatūrā, reakcijas laiks 30–45 minūtes. Reakcijas maisījumu neitralizē, pievienojot aprēķināto 85 % H₃PO₄ daudzumu un turpinot maisīt reakcijas masu vēl 15 minūtes, pēc tam kolbas saturu atdzesē līdz istabas temperatūrai un nofiltrē. Filtrātu ietvaicē un atstāj noslāņoties uz 2 stundām, pēc tam izveidojušos divus slāņus rūpīgi atdala, filtrē formīnu slāni un nosaka abu slāņu raksturojumus. FAME slāņa īpašību testēšanu veic saskaņā ar LVS EN 14214+A1. Skudrskābes esteru slāni analizē, izmantojot šķidrums hromatografijas metodi ar ultravioletā starojuma detektoru.

Izgudrojuma realizācijas piemēri

[010] Sekojošie piemēri ilustrē izgudrojuma būtību, bet nekādā veidā neierobežo tā izmantošanu. Piemēru realizācijas rezultātā iegūto biodegvielu raksturojumi apkopoti tabulās 1, 2 un 3.

1. piemērs

[011] 250 g rafinētas rapšu eļļas un 469 g metilformiāta, kuri iepriekš vismaz 4 dienas bijuši turēti virs 4 Å molekulārajiem sietiem, ielej 2 L divkaklu apaļkolbā, kura aprīkota ar termometru un atces dzesinātāju ar kalcija hlorīda caurulīti. Kolbas saturu nepārtraukti maisot uzsilda līdz 25 °C, tad pievieno katalizatoru – 28,0 mL 1M kālija *tert*-butoksīdu *tert*-butanolā. Pēc 30 minūtēm reakcijas maisījumu neitralizē pievienojot 1,0 mL 85 % H₃PO₄, turpina maisīt 15 minūtes, pēc tam kolbas saturu atdzesē līdz istabas temperatūrai un nofiltrē. Filtrātu ietvaicē un atstāj uz divām stundām, lai realizētos noslāņošanās, bet pēc tam izveidojušos divus slāņus rūpīgi atdala. Augšējais slānis satur taukskābju esterus, bet apakšējais slānis – glicerīnu un tā formiātus.

2. piemērs

[012] Produkta iegūšanas procedūra tāda pati kā 1. piemērā, izņemot to, ka izmantoti 603 g metilformiāta un reakcijas temperatūra ir 32 °C.

3. piemērs

[013] Produkta iegūšanas procedūra tāda pati kā 2. piemērā, izņemot to, ka izmantoti 704 g metilformiāta.

4. piemērs

[014] Produkta iegūšanas procedūra tāda pati kā 2. piemērā, izņemot to, ka reakcijas laiks ir 45 minūtes.

5. piemērs

[015] Produkta iegūšanas procedūra tāda pati kā 4. piemērā, izņemot to, ka izmantoti 42,0 mL 1M kālija *tert*-butoksīdu *tert*-butanolā un 1,4 mL 85 % H₃PO₄.

6. piemērs

[016] Produkta iegūšanas procedūra tāda pati kā 4. piemērā, izņemot to, ka izmantoti 22,5 mL 1M kālija *tert*-butoksīdu *tert*-butanolā un 0,8 mL 85 % H₃PO₄.

7. piemērs

[017] Produkta iegūšanas procedūra tāda pati kā 2. piemērā, izņemot to, ka reakcijas temperatūra ir 28 °C.

8. piemērs

[018] Produkta iegūšanas procedūra tāda pati kā 2. piemērā, izņemot to, ka izmantots 1M kālija *tert*-butoksīda šķīdums THF.

9. piemērs

[019] Produkta iegūšanas procedūra tāda pati kā 2. piemērā, izņemot to, ka reakcijas laiks ir 20 minūtes.

10. piemērs

[020] Produkta iegūšanas procedūra tāda pati kā 2. piemērā, izņemot to, ka reakcijas laiks ir 60 minūtes.

1. tabula

FAME un formīnu (For) sintēze rapšu eļļas ķīmiskajā interesterifikācijā

Produkts	MFOMR	COMR	Temp. °C	Laiks, min	Masa	Iznākums*, %	Iznākums kopā, %	FAME %
1 FAME	28	0,10	25	30	265,3	105,7	97,0	87,2
1 For					25,8	52,5		
2 FAME	36	0,10	32	30	267,4	106,5	97,1	90,0
2 For					24,0	48,9		
3 FAME	42	0,10	32	30	267,4	106,5	97,4	90,3
3 For					24,9	50,7		
4 FAME	36	0,10	32	45	268,8	107,0	97,8	90,3
4 For					24,7	50,3		
5 FAME	36	0,15	32	45	271,3	108,0	98,2	90,9
5 For					23,5	47,9		
6 FAME	36	0,08	32	45	264,7	105,4	96,4	89,1

6 For					24,7	50,3		
7 FAME	36	0,10	28	30	267,1	106,4	97,1	90,3
7 For					24,4	49,7		
8 FAME	36	0,10	30	30	268,5	106,9	97,8	90,5
8 For					25,1	51,1		
9 FAME	36	0,10	30	20	266,2	106,0	96,7	88,1
9 For					24,0	48,9		
10 FAME	36	0,10	30	60	267,1	106,4	97,0	89,1
10 For					24,2	49,3		

Iegūto produktu masa noteikta sverot. *Iznākums aprēķināts no iegūto produktu masas un teorētiski sagaidāmās produktu masas (FAME un TF) saskaņā ar vienādojumu (2).

2. tabula

FAME un formīnu (For) slāņu sastāvs sintēzēm ar FAME saturu virs 90 %

Paraugs	MG	MFMG	DFMG	DG	MFDG	G	MFG	DFG	TFG
2 FAME	1,10	1,32	4,35	0,01	0,63	0,06	1,36	1,77	0,00
2 For						8,34	42,76	43,30	5,60
3 FAME	0,99	1,14	4,01	0,01	0,51	0,00	1,22	1,82	0,00
3 For						7,89	42,91	43,80	5,40
4 FAME	1,07	1,17	3,93	0,01	0,38	0,04	1,15	1,97	0,00
4 For						6,58	41,32	45,6	6,50
5 FAME	0,98	1,07	3,34	0,00	0,09	0,06	1,44	2,07	0,00
5 For						8,31	44,19	41,90	5,60
7 FAME	1,12	1,32	4,33	0,01	0,63	0,06	1,32	1,74	0,00
7 For						8,31	42,79	43,20	5,70
8 FAME	1,05	1,30	4,31	0,01	0,63	0,06	1,37	1,75	0,00
8 For						8,35	42,74	43,40	5,50

MG – monoglicerīdi, MFMG – monoformilmonoglicerīdi, DFMG – diformilmonoglicerīdi, DG – diglicerīdi, MFDG – monoformildiglicerīdi, G – glicerīns, MFG – monoformīns, DFG – diformīns, TFG – triformīns

3. tabula

Degvielu īpašību raksturojumi sintēzes produktiem ar FAME saturu virs 90 %

Paraugs	Uzliesmošanas temperatūra, °C	Blīvums, kg/m ³	Viskozitāte, mm ² /s	Koksēšanas atlikums, %	CP, °C	CFPP, °C	PP, °C
2 FAME	>200	888,7	3,9489	0,01	-7	-9	-16
3 FAME	>200	894,0	4,28	0,02	-5	-6	-13
4 FAME	>180	894,1	4,23	0,01	-6	-7	-13
5 FAME	>200	894,8	4,16	0,02	-5	-5	-13
7 FAME	>190	894,3	4,18	0,01	-6	-6	-13
8 FAME	>200	894,2	4,12	0,01	-6	-7	-13

Izmantotie informācijas avoti

- [1] <https://www.statista.com/statistics/271472/biodiesel-production-in-selected-countries/>.
- [2] LVS EN14214+A1 Automobiļu degviela. Taukskābju metliesteri (FAME) dīzeļdzinējiem. Prasības un testēšanas metodes. LVS 2011, 1–16.
- [3] A.Demirbas. Biodiesel, Springer, 2008, ISBN 978-1-84628-994-1
- [4] Eiropas patents EP 2953921 B1; One-pot process for the production of biodiesel and glycerol ether mixtures useful as biofuels, SKI – C07C 67/24, C10L 1/100, B01J 19/12, C07C 41/09, C10L 1/185 (izgudrojuma autori Nicolosi G., Drago C., Liotta L., V.Parola, Testa M.L., 2017.
- [5] Z.Sustere, V.Kampars. Chemical esterification of rapeseed oil with methyl acetate in presence of sodium methoxide in methanol and potassium *tert*-butoxide in *tert*-butanol. International Journal of Engineering and Technical Research (IJETR), 2015, 3 (10), 226–232
- [6] A. Casas, M.J.Ramos, A.Perez. Production of Biodiesel through Interesterification of Triglycerides with Methyl Acetate. ISBN: 978-1-62808-565-5, Nova Science Publishers, Inc., 2013, Chapter 6, pp. 144–186

- [7] Z. Sustere, R. Murnieks, V. Kampars. Chemical interesterification of rapeseed oil with methyl, ethyl, propyl and isopropyl acetates and fuel properties of obtained mixtures. *Fuel Processing Technology*, 149, 2016, pp. 320–325
- [8] K. Malins, V. Kampars, R. Kampare, Z. Sustere, A. Arenta. Production of biodiesel and triacetin by interesterification of rapeseed oil. *Proceedings of MSAC 2017, Riga, 2017*, ISBN: 978-3-0357-1238-4, *Key Engineering Materials*, 762, 2017, pp.129–133
- [9] Pasaules patenti WO 2015093991; Continuous industrial method for the production of biodiesel fuel, starptautiskās klasifikācijas indeksi (SKI) - B01J 19/10, C10L 1/02, C11C 3/10 (izgudrojuma autors: Scaparro A.L.), 2015.
- [10] V. Kampars, R. Kampare, Z. Šustere. Biodīzeļdegviela un tās izgatavošanas paņēmiens. Latvijas patenta pieteikums. P-18-49, Pieteikuma datums 08.06.2018.
- [11] V. Kampars, Z. Sustere, R. Kampare. Biofuel via interesterification of rapeseed oil with methyl acetate in presence of potassium t-butoxide/THF. *Proceedings of SGEM2018, Bulgaria, Renewable Energy sources and Clean Technologies*, 18 (2018), 4.1., 163–170
- [12] JPH06279208 (A) – 1994-10-04 Antiseptic system.
- [13] US4834987 (A) – 1989-05-30 Method of preparing food and composition for protecting microorganisms used in the preparation of food.
- [14] GB687850 (A) – 1953-02-25 Insect repellent composition and their use
- [15] V.G.Demir, H.S.Soyhan. Biodiesel Production Using Wet and Dry Purification Methods, *EJENS*, 2 (2017), 137–143

PRETENZIJAS

1. Biodīzeļdegvielas iegūšanas paņēmiens no augu eļļas vienā ķīmiski katalizētas interesterifikācijas reakcijas stadijā, realizējot to atmosfēras spiedienā un temperatūrā zem 32 °C, izmantojot noteiktu monoestera/eļļas molāro un katalizatora/eļļas molāro attiecību, reakcijas ilgumam nepārsniedzot 45 minūtes, kas atšķiras ar to, ka kā reaģentu izmanto metilformiātu, bet pēc katalizatora neitralizācijas un reaģenta pārākuma atdestilēšanas veic nostādināšanu.

2. Paņēmiens saskaņā ar 1. pretenziju, kas atšķiras ar to, ka reaģenta (monoestera) un eļļas molārā attiecība ir 36 vai augstāka.

3. Paņēmiens saskaņā ar 1. pretenziju, kas atšķiras ar to, ka kā katalizatoru izmanto kālija *terc*-butoksīda šķīdumu *terc*-butanolā vai tetrahidrofurānā un katalizatora un eļļas molārā attiecība ir robežās no 0,10 līdz 0,15.

4. Paņēmiens saskaņā ar 1. pretenziju, kas atšķiras ar to, ka procesu realizē 28–32 °C temperatūrā un reakcijas laiks ir 30–45 minūtes.

5. Paņēmiens saskaņā ar 1. pretenziju, kas atšķiras ar to, ka nostādināšanas laiks ir vismaz 2 stundas.

6. Biodīzeļdegviela ar iznākumu virs 106 % ar FAME saturu virs 90 % un standarta LVS EN 14214+A1 prasībām atbilstošu uzliesmošanas temperatūru, blīvumu, kinemātisko viskozitāti, koksēšanas atlikumu un sasalšanas temperatūru, kas iegūta saskaņā ar jebkuru no paņēmiena pretenzijām no 1. līdz 5.

7. Blakus produkts formīnu maisījums ar glicerīna saturu zem 9 %, triformīna saturu 5–6 % un dominējošu monoformil (41–44 %) un diformilglicerīdu (42–46 %) saturu, kas iegūts saskaņā ar jebkuru no paņēmiena pretenzijām no 1. līdz 5.