

CeProSARD

ПРОИЗВОДСТВО НА БИОДИЗЕЛ

Проф. д-р Зоран Димов

Содржина

Вовед.....	4
Што е биодизел.....	6
Предности од користење на биодизел.....	7
Недостатоци од користење на биодизел.....	7
Основни процеси.....	9
Производство на биодизел.....	11
Постапка на титрирање.....	13
Избор на влезни сировини (масло, алкохол и катализатор).....	15
Избор на опрема.....	17
Цена на чинење при производство на биодизел.....	17
Производен капацитет за биодизел.....	18
Заклучок и препорака до земјоделските производители.....	19
Литература.....	20
Шема за добивање на биодизел.....	21

ПРОИЗВОДСТВО НА БИОДИЗЕЛ

Вовед

“Употребата на растителните масла како гориво, можеби во моментов изгледа безначајно, меѓутоа со време ќе станат многу важни како што се во моментов керозинот и јагленот”
(Рудолф Дизел, 1900 година).

Како резултат на своите стратешки определби, својот напредок Република Македонија, покрај останатото, треба да го бара и во еколошко прифатливиот одржлив развој кој е посебно значаен за земјоделството и енергетиката - стопански гранки кои се испреплетени и меѓусебно тесно поврзани. Гледано на светско ниво, години наназад се бараат алтернативни решенија кои не се ризични за околината, односно не се поврзани со голема потрошувачка на енергија. Излезот, меѓу другото, се гледа и во производството на биогорива и нивно користење во земјоделството, јавниот транспорт и пошироко.

Кои се поважните податоци за почетокот на употреба и воведувањето на биодизел гориво во производството? Првото гориво, од растително масло (масло од кикиритки), за прв пат е претставено на Светската изложба во Париз во 1900 година, од страна на Рудолф Дизел. Во 1973 година, за време на првата нафтена криза, се започнува со современи испитувања на можностите за користење на растителните масла како гориво за работа на моторите. Недостатоците од типот на високата вискозност што ја поседуваат тие (многу повисока од онаа на минералното дизел-гориво), релативно брзо е разрешена. Во 1992 година, во склоп на Заедничката земјоделска политика на ЕУ (*Common Agricultural Policy*), се воспоставува програма на „одвоени површини“ (*set-aside-land*), на кои се започнува со одгледување на маслодајна репка, сончоглед и соја чиешто масло е строго наменето за индустриски цели, а коешто придонесува за развој

на индустријата за биодизел горива, во последните 15 години. Во 1997 година, Кјото Протоколот ја етаблира светски значајната стратегија за борба против глобалното затоплување, каде што во периодот од 2008 до 2012г. земјите од ЕУ треба да ја намалат емисијата на гасовите кои го предизвикуваат ефектот на стаклената градина за 8%, споредбено со 1990 година. Во 2003 година, ЕУ ја издава директивата 2003/30/ЕС каде што целта е до крајот на 2005 година, 2% од сето гориво, што се користи во транспортот, да биде заменето со биодизел, а до 2010 година, тој процент да изнесува 5,75%. Истата година, со директивата 2003/96/ЕГ на земјите членки на ЕУ, им се дозволува да ги ослободат биоенергенсите од акцизи. Ова се однесува како на чистите биогорива, така и на нивните мешавини со фосолните. Во 2004 година се воспоставува Европски автомобилски дизел-стандард DIN EN 590 со кој се овозможува додавање на биодизел гориво во минералниот дизел до 5% без посебно обележување.

Дека се работи за исклучително растечка индустрија, конкретно во земјите од ЕУ, зборуваат и следниве податоци. Додека во 1991 година, се произведени 110 000 тони, во 1998 година производството достигнува 1 336 000 тони, во 2003 година 2 050 000 тони, за да во 2009 година се зголеми на 9 046 000 тони, со Германија и Франција како најголеми производители (Табела 1):

Табела 1.- Производство на биодизел во ЕУ во 2009 година

Земја	'000 тони
Германија	2539
Франција	1959
Шпанија	859
Италија	737
Белгија	416
Полска	332
Холандија	323
Австрија	310
Португалија	250
Данска/Шведска	233
Финска	220
Чешка	164
Англија	137
Унгарија	133
Словачка	101
Литванија	98
Грција	77
Латвија	44
Романија	29
Бугарија	25
Естонија	24
Ирска	17
Кипар	9
Словенија	9
Малта	1
Луксембург	0
Вкупно	9,046

извор: European Biodiesel Board

Во Република Македонија, производство на биодизел постои и во моментот се одвива на две нивоа: 1. Како индустриски производ за комерцијална употреба, каде што како сировина се користи масло од маслодајна репка (производител АД Макпетрол, со годишен капацитет од 30.000 тони) и 2. Производ добиен во домашни услови од искористено конзумно масло од ресторани и негова преработка во биогориво (производител невладината организација „Свезда“ од Македонска Каменица, со годишен капацитет од околу 1000 тони. Во 2010 година, склучен е кооперативен договор помеѓу Здружението на жени земјоделки Агро-винка од Винаца и НО „Свезда“ од Македонска Каменица при што земјоделските производители од Винаца се обврзуваат да засеат и да произведат семе од маслодајна репка кое ќе биде искористено како сировина за производство на биодизел, од страна на НО „Свезда“ од М. Каменица).

Од истражувањата што се направени во 28 земји, во светот, за тоа кои се мотивите за производство на биодизел гориво, како најчести одговори се нотирали:

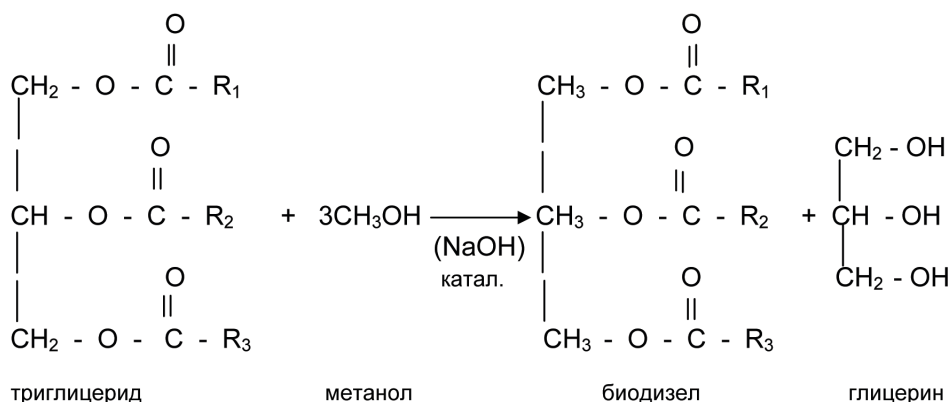
- Користење на обновливи извори на енергија – 92%
- Заштита на околината – 85%
- Искористување на вишокот земјоделски производи – 80%
- Интерес за наука – 68%
- Политички причини – 59%
- Државни интереси – 35%
- Намалување на невработеноста – 26%
- Можност за намалување на зависноста од увозот на нафта – 23%

ШТО Е БИОДИЗЕЛ?

Биодизелот е алтернативно гориво добиено со комбинација на растителни масла (или животинска маст), алкохол (главно метанол или етанол) и катализатор (NaOH или KOH). Претставува биоразградливо транспортно гориво со можност за употреба во дизел-моторите, самостојно или во комбинација (во одреден сооднос) со минералниот дизел. Како резултат на неговиот биоразградлив состав, добива сè поголемо значење во нафтната индустрија, претставувајќи одржлива алтернатива на горивата од необновлива природа.

Според хемиската природа (од хемиски аспект), биодизелот претставува метил естер на масните киселини (FAME = **Fatty Acids Methyl Ester**) и се добива од растителните масла со отстранување на глицеринот, во постапка наречена трансестерификација (Burt, 2006). Употребата на алкохол и на катализатор е во насока на делба на растителното масло на одделни компоненти. Естерската компонента е добро познатиот биодизел, додека споредниот производ е глицерин кој има употребна вредност во индустријата за сапуни, лосиони, или се користи како мазиво. Ќуспето е исто така важен спореден производ кое се добива при постапката на цедење на маслото од маслодајните семиња и има голема употребна вредност во сточарството, како добиточната храна.

Постапка на трансестерификација



ПРЕДНОСТИ

Биодизелот се одликува со неколку предности, во насока на заштита на животната средина, во споредба со минералниот дизел. Како прво, не е токсичен и брзо се раградува. (80 – 85% во чиста вода за период од 28 дена) (Kinwell & Plunkett, 2006). Второ, претставува многу помал загадувач од минералниот дизел. Колку за споредба, B20 (минелен дизел 80 дела + биодизел 20 дела) продуцира за 12-20% помалку штетни гасови од фосилниот дизел. Табела 1 ја прикажува предноста на биодизелот врз околината, преку намалување на емисијата на штетни гасови и честици при работата на автомобилите.

Табела 2.- Просечна емисија на гасови на биодизелот во споредба со конвенционалното дизел-гориво

Емисии	B100	B20
Вкупно несогорени јаглеродороди	-67%	-20%
Јаглерод монооксид	-48%	-12%
Штетни честици	-47%	-12%
Азотен оксид	+10%	+2% до -2%

National Biodiesel Board (2006)

И на крај, целиот технолошки процес е комплетно **апсолвиран** и перманентно се подобрува. Во светот постојат стотици компании кои се специјализирани за технологијата на производство, произведувајќи опрема со различен капацитет.

НЕДОСТАТОЦИ

Едно од ограничувањата за користењето на биодизелот е неговото згуснување на ниски температури, а коешто може да се подобри со додавање на адитиви што се употребуваат во дизел-горивата.

Понатака, додека произведувачите на мотори ги задржуваат важечките гаранциски рокови на опремата, само при употреба на B5 кој ги задоволува ASTM и EN 590 стандардите, истите тие не гарантираат за производите, доколку се употребува мешавина поголема од 5%, што претставува сериозно ограничување при замена на минералниот дизел со биогориво, конкретно во земјоделскиот сектор.

Одделни ограничувања можат да се јават и во насока на економската исплатливост во производството на биодизел на фарма. Имено, економските анализи, главно

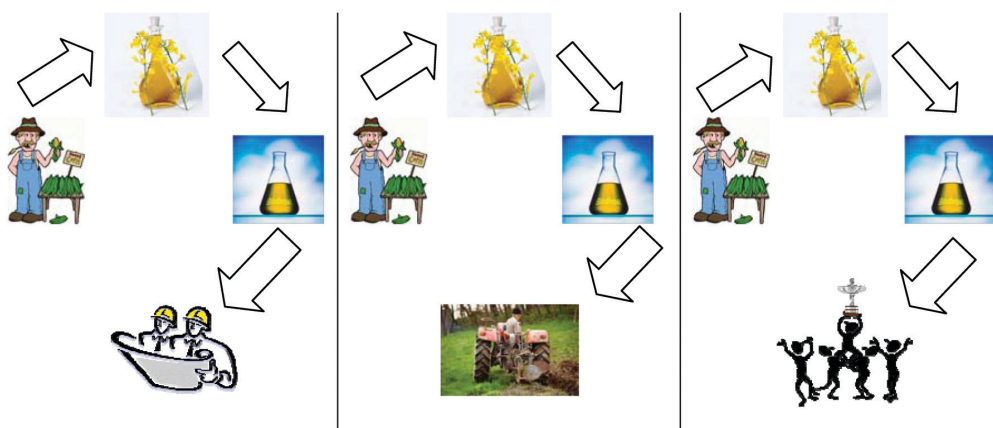
ги илустрираат трошоците на опремата, изградба на објекти за опремата, трошоци за сировината и сл., односно не ги земаат предвид потенцијалните социјални бенефити обезбедени преку

намалување на емисијата на штени гасови, главно заради потешкото квантифицирање на овие вредности.

ПРОИЗВОДСТВО НА БИОДИЗЕЛ

Привлечноста или предизвикот во производството на биодизел, на фарма, е способноста секој земјоделец (фармер), да произведе гориво задоволувајќи ги сопствените потреби во целост или во

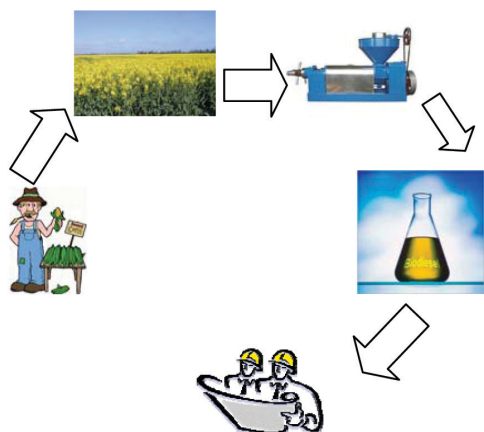
најголем дел. Постојат неколку начини на организирање на земјоделецот при изведување на овој технолошки процес, како:



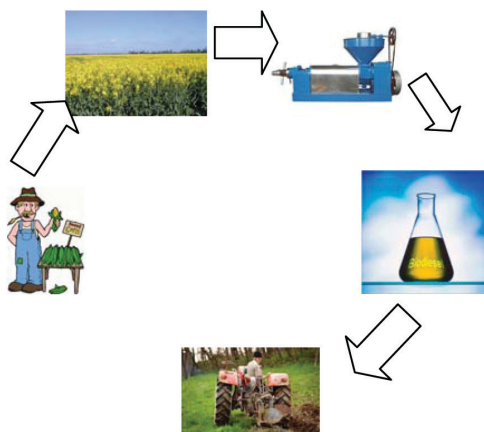
1. Купување на растително масло (рафинирано/нерафинирано или веќе искористено) и производство на биодизел за одреден купувач (договарач);

2. Купување на растително масло и производство на биодизел за сопствени потреби;

3. Купување на растително масло и производство на биодизел за сопствени потреби или за потребите на одредена задруга или здружение;



4. Одгледување на маслодајна култура (маслодајна репка), екстрахирање на масло и производство на биодизел за одреден купувач (договарач);



5. Одгледување на маслодајна култура (маслодајна репка), екстрахирање на масло и производство на биодизел за сопствени потреби (и потреби на одредена задруга или здружение).

ОСНОВНИ ПРОЦЕСИ



Слика 1. Објект каде што е инсталирана опрема за добивање биодизел со силос за чување на семето



Слика 2. Силос за семе



Слика 3. Механичка преса за
маслодајни семиња -
YZS-95 Oil Press(7.5kw)

Од една страна, веднаш после прибирањето, семето мора да биде досушено до она ниво на содржина на вода која ќе овозможи подолготрајно чување, а од друга страна, максимално издвојување на масло во понатамошните операции. Се препорачува досушување на семето на t^0 од 80^0 C. Складирањето може да биде во подни складишта или во силоси. Должината на складирање бара комплетна доработка на семето, според бараните параметри и негова перманентна контрола. Земајќи го предвид фактот дека содржината на масло, а пред сè содржината на слободните масни киселини се исклучително важни за правилно изведување на процесот на трансестерификација, пресметано е дека при содржина на 7% вода во семето, кај сорти/хибриди маслодајна репка, кои најчесто се користат како суровина за производство на биодизел, просечната содржина на масло изнесува 43%, додека содржината на слободните масни киселини 1,4% .

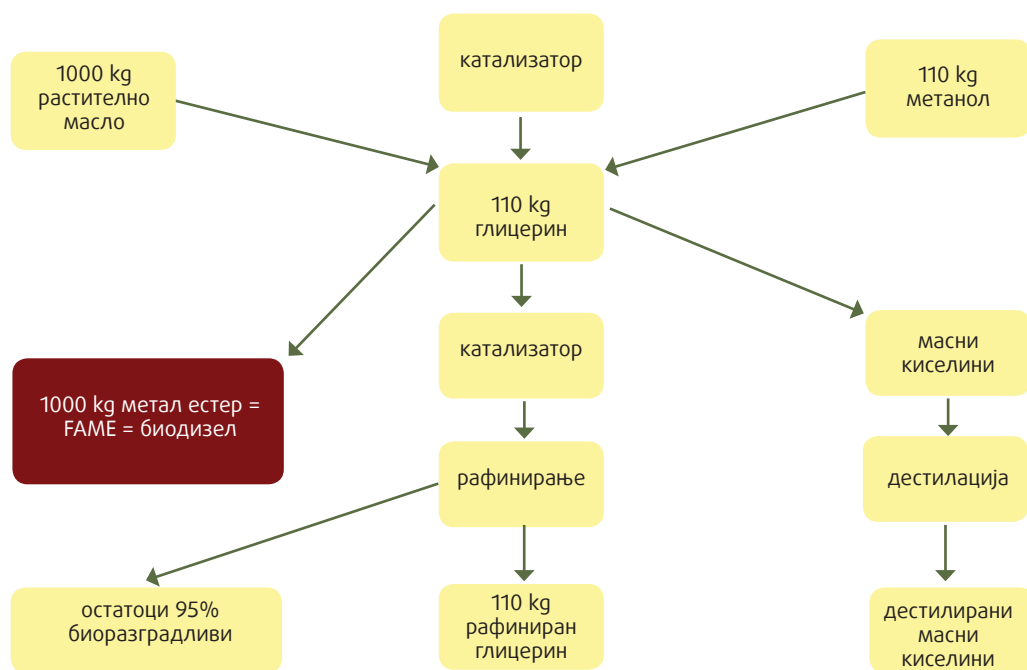
Екстрахирањето, на маслото од семето, се врши со континуирани механички преси. Успехот на пресувањето (екстрахирањето) зависи од повеќе фактори. Доколку во пресата доаѓа материјал којшто е подготвен на најдобар можен начин, тогаш пресувањето е условено од: изработката на самите преси, притисокот и должината на траењето на притисокот, односно пресувањето. Забележана е зависност помеѓу содржината на водата, температурата на материјалот што се пресува и притисокот на пресувањето. Намалената влажност побарува зголемена температура и зголемен притисок и обратно. Семенскиот материјал што се пресува, обично се задржува подолго време во пресата отколку што е тоа теоретски пропишано. Така на пример, преса составена од 8 спирали, која работи со 20 вртежи/минута, би требало да го задржи материјалот 0,4 мин. или 24 секунди ($8 : 20 = 0,4$), а реалното време за пресување трае од 50 до 54 секунди. Истата преса со 24

вртежи/минута, теоретски би требало да го задржи материјалот 0,33 мин (околу 20 секунди), но вистинското време на задржување е 45 секунди. Од ова, произлегува дека времето на пресување во теоријата и во практиката е различно, бидејќи семенскиот материјал, во текот на процесот, драстично се менува. Или доколку со промена на конусот се намали дебелината на куспето од 11 mm на 4 mm, ќе дојде до подолго задржување на суровината, од 93 на 106 сек.

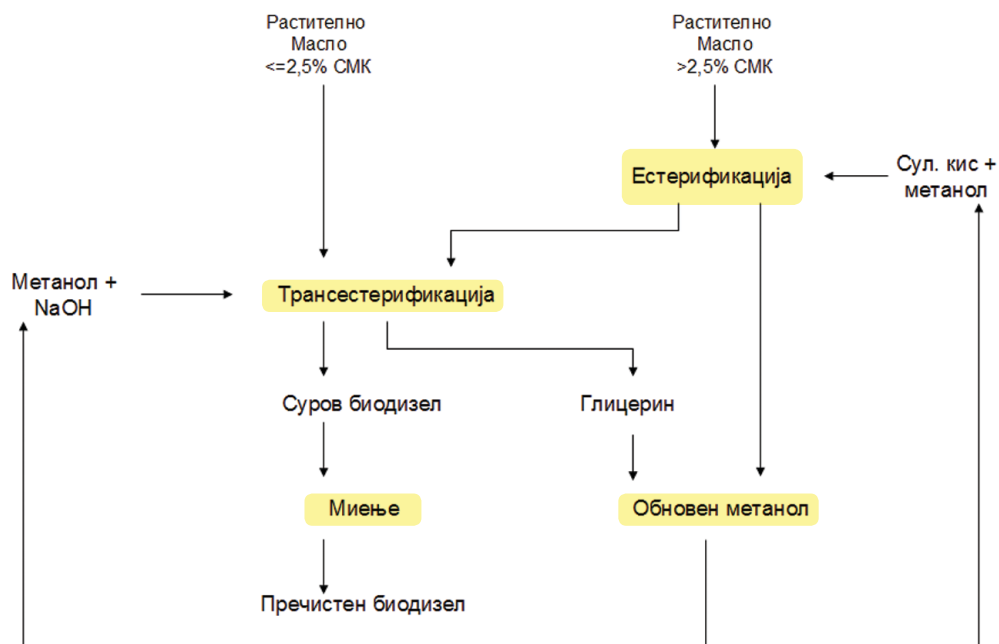
Понатамошните операции вклучуваат:

- Филтрирање на маслото со цел да се издвојат заостанатите нечистотии (најчесто се практикува кога како суровина се користи искористено конзумно масло);
- Складирање на маслото;
- Складирање на куспето.

ПРОИЗВОДСТВО НА БИОДИЗЕЛ



ПРОИЗВОДСТВО НА БИОДИЗЕЛ ВО ЗАВИСНОСТ ОД % НА МАСНИТЕ КИСЕЛИНИ



Производството на биодизелот, од добиеното масло, се изведува низ следниве операции:

- Титрирање на маслото, за да се утврди количеството на катализаторот во процесот на трансестерификација;
- Растворање на катализаторот во метанолот и добивање на натриум метоксид;
- Претходно загревање на маслото и внесување во реакторот;
- Внесување на натриум метоксидот во реакторот;
- Отстранување на глицеринот од реакторот како спореден производ и негово складирање;
- Отстранување на вишокот метанол од глицеринот и негово складирање;
- Миене на биодизелот;
- Сушење и складирање на биодизелот.

Напомена: Метанолот, NaOH и добиениот натриум метоксид се **многу опасни хемикалии**. Ниедна од нив не смее да дојде во допир со кожата. Испарувањето никако не смее да се вдишува. Задолжителна е употреба на заштитни ракавици, очила и соодветна вентилација на просторот, за цело време додека се работи со нив.

ПОСТАПКА НА ТИТРИРАЊЕ:

При добивање на биодизел од масло (или маст), многу е важно да се знае содржината на слободните масни киселини. Тоа се утврдува преку постапката на титрирање.

Начин:

- Се раствора 1 g од катализаторот (NaOH или KOH) во 1 l дестилирана вода;
- Во мал сад, се додава 10 ml изопропил алкохол (90% или поконцентриран);



Слика 4. Почеток на титрирање



Слика 5. Крај на титрирање

- Се меша 1 ml од маслото што ќе се користи како суровина со алкохолот;
- Се додава 2 – 3 капки pH индикатор во растворот од масло и алкохол;
- Се започнува со титрирање: се додава раствор од дестилирана вода и катализатор во смесата масло/алкохол/pH индикатор, сè додека не се стабилизира бојата на виолетова или розева (pH = 8,5). Се забележува колку ml од растворот биле потрошени.

Преку наведената постапка ќе се утврди количеството од катализаторот, конкретно NaOH што ќе се користи со цел за неутрализирање на СМК. (Табела 2).

Табела 2.- Количество на употребен катализатор во зависност од содржината на слободни масни киселини

ml раствор при титрирање	% на СМК	NaOH (g) на литар масло
0	0	3,31
0,5	0,3578222	3,79
1	0,7156445	4,26
1,5	1,0734667	4,73
2	1,431289	5,21
2,5	1,7891112	5,67
3	2,1469334	6,15
3,5	2,5047557	6,62
4	2,8625779	7,09
4,5	3,2204002	7,57
5	3,5782224	8,04

Доколку при титрирањето се употреби до 3 ml од растворот, тогаш се работи за масло како одлична сировина, при употреба од 3 до 5 ml маслото се третира како добра сировина, а сè што е над 5 ml е во категоријата на непогодна сировина од која сепак може да се добие квалитетно биогориво.

Следниот чекор е мешање на добиениот натриум метоксид со маслото во реактор, односно започнување на постапката на трансестерификација. При реакцијата на производство на биогориво, потребно е околу 20% метанол и 5 g NaOH / 1l масло (што сепак зависи од содржината на слободните масни киселини). (NaOH не се раствора лесно во метанолот. Па затоа, во миксерот, при постапката на мешање, потребно е катализаторот да се додава полака. Кога честичките од NaOH веќе не се видливи (за што е потребно 20 – 30 мин.), добиениот метоксид може да се додаде во маслото). Од тука - на таму целиот процес се изведува во затворени херметички услови со цел да се спречи испарувањето на алкохолот. Работната температура во реакторот е околу 70° C иако некои работат и на собна температура, без дополнително загревање. Времетраењето на изведување на реакцијата е од 1 до 8 часа. По правило, се употребува поголемо количество од алкохолот за да се осигура целосна конверзија на маслото,



односно маста во метил естер. Во текот на целата постапка, многу е важно да се следи содржината на вода и на слободните масни киселини кои, доколку се повисоки, ќе предизвикаат формирање на сапуни и потешкотии во одвојување на глицеринот како спореден производ.



Откако постапката на трансестерификација ќе биде завршена, добиените биодизел и глицерин мора да бидат одвоени. Глицеринот како потешок, се таложи на дното од реакторот. Во поголеми производни капацитети се користат центрифуги за одвојување на двете течности. Во овој момент и биодизелот и глицеринот содржат остатоци од катализаторот, алкохолот и маслото кое не влегло во реакција во текот на процесот на трансестерификација. Сапуните што се добиваат, во текот на процесот, исто така ги загадуваат и двата производа. Иако глицеринот, по правило, содржи поголем процент од нечистотиите, значително количество од контаминантите се присутни и во биодизелот.

Отстранувањето на овие „загадувачи“ е последниот чекор во производството на биогориво. Вишокот алкохол се отстранува за загревање на биодизелот (односно глицеринот) со цел негово испарување или по пат на дестилација. Често пати алкохоловата пареа кондензира и повторно може да се користи во процесот на естерификација (види шема производство на биодизел во зависност од % на масни киселини). Биодизелот се мие со вода чиито капки ги собираат останатите загадувачи што пливаат во течноста. Миеењето со вода е долготраен процес и бара долго време за да бидат наполно одвоени биодизелот и водата на крај. Ваквиот начин остава резидуални траги од водата во горивото. На крај, проблем претставува и складирањето на издвоените производи што се третираат како опасен отпад.

Како алтернатива се применува сувото миеење. Во овој случај, додадениот адсорбент ги привлекува и се комбинира со нечистотиите одвојувајќи ги од биодизелот. Во некои системи како адсорбент се користи јонски изменувач од смола, додека во други - магнезиум силикат.

После ова, добиениот биодизел се суши, се филтрира и е подготвен за употреба, со што постапката во најголем дел е завршена.

ИЗБОР НА ВЛЕЗНИ СУРОВИНИ – МАСЛО, АЛКОХОЛ И КАТАЛИЗАТОР

Производителите на биодизел, при нивната работа, треба да одлучат за типот на маслото, алкохолот и катализаторот што ќе ги користат.

Квалитетот на маслото, како суровина при добивањето на биодизел, влијае врз неколку аспекти во самиот про-

изводствен процес. Доколку како суровина се користи веќе користено масло, треба најпрво да се извршат неколку претходни постапки што ќе обезбедат квалитетна суровина. Најпрво, маслото се филтрира за да се отстранат разните остатоци од храна. Потоа се пресметува содржината на вода и на слободните масни киселини.

За тоа кој алкохол ќе се користи во процесот на добивање, најмногу зависи од цената на неговото чинење. Најчесто употребувани се етанолот и метанолот иако висококвалитетен метанол е поевтин од етанолот и тој најчесто се користи како една од суровините. Неговата цена зависи од количеството што се набавува.

Како и да е, трошоците за метанол претставуваат значителен дел во вкупните трошоци при производството на биодизел.

Употребата на катализатор е во насока на забрзување и олеснување на реакцијата помеѓу маслото и алкохолот. Како најчесто употребувани катализатори, во производствениот процес со помал капацитет, се натриум оксидот и калиум оксидот. Катализатори од типот натриум метоксид и калиум метоксид, исто така се во употреба. Достапноста и компатибилноста на опремата, каде што се изведува процесот, се двете главни одредници иако и цената игра значајна улога.

Дистрибуција на трошоците при производство на биодизел

Суровина	Чинење \$/l	% од вкупно
Производство на суровина	0.442	72.1
Транспорт на суровина	0.020	3.3
Киселина	0.003	0.5
Базичен катализатор	0.029	4.7
Натриум хидроксид	0.000	0.1
Метанол	0.032	5.3
Енергија за загревање	0.006	0.9
Електрична енергија	0.001	0.2
Работна рака	0.021	3.4
Амортизација	0.034	5.5
Одржување	0.011	1.7
Административни трошоци	0.007	1.1
Маркетинг	0.006	1.3
Вкупно	0.613	100

Iowa State University

ИЗБОР НА ОПРЕМА

Опремата за производство на биодизел, во помали количества, може да се купи врз основа „подготвена за употреба“ („ready-to-use“ base) која може да се набави од многубројни произведувачи. Цената, капацитетот и нејзината функционалност се главните атрибути вклучувајќи ја и можноста за употреба во истиот момент. При набавка на опремата, треба да се посвети внимание на следниве моменти:

- Колку литри на преработен биодизел може да се добие/дневно (или по полнење)
- Колку долго трае процесот на добивање при едно полнење на реакторот?
- Дали системот е со можност да го грее маслото и да го меша алкохолот со катализаторот?
- Дали системот е опремен со миене и сушење на биогоривото?
- Дали системот бара дополнителна опрема и пумпи?
- Дали произведувачот обезбедува техничка поддршка и помош?
- Дали опремата бара употреба на специјални катализатори?
- Цена на чинење на опремата.
- Дали во цената се пресметани и транспортните трошоци.

ЦЕНА НА ЧИНЕЊЕ ПРИ ПРОИЗВОДСТВО НА БИОДИЗЕЛ

Досега се разработени многубројни пресметки што помагаат во проценка на производството на биодизел во услови кога се изведува на фарма и во помали количества. При ваквите табеларни анализи, следниве трошоци треба да бидат калкулирани:

- Големина на капацитетот за преработка (литри на произведен биодизел/годишно);
- Капитални трошоци за преработувачкиот капацитет (објект, преса за маслодајни семиња, биодизел процесор);
- Оперативни трошоци на капацитетот (работна сила, административни трошоци, осигурување и сл.);
- Влезни трошоци (цена на чинење на суровината (маслодајни семиња, масло), цена на метанолот, цена на катализаторот);
- Предвиден биодизел: дизел-мешавина која ќе се користи на фармата (на пр. 20%, 50% итн.);
- Очекуван принос од маслодајна култура (kg/ha).

Табеларните пресметки ги вклучуваат и следниве претпоставки:

- Објектите и опремата се нови трошоци;
- Суровината од маслодајните семиња е во вредност, според цената на производство, а не според малопродажната цена;
- Целиот произведен биодизел ќе се користи исклучиво на фарма.

Производен капацитет за биодизел	
Големина на капацитетот – 1000 литри/годишно	15
Работни денови/годишно	30
Работни саати/ден	8
Дневница	\$12/час
Потребно растително масло за добивање на 1l биодизел	0,99088 литри
Метанол	\$460/тон
Обновување на метанол	25%
Катализатор – калиум хидроксид	\$600/тон
Цена на производство на масло од масл. репка	\$640/ha
Просечен принос од масл. репка	2500 kg/ha
Ќуспе од репица – 34%	\$262/тон
Работни денови во година	30
Работни саати/дневно	8
Дневница	\$12/час
Содржина на масло во семе од масл. репка	42.0%
Остаток на масло во ѓуспето од масл. репка	10.0%
Премија за вишок на масло во ѓуспето од репката	0%
Густина на маслото од репката	0,915 kg/l
Останати оперативни трошоци	
Одржување	2,5%
Разна администрација	\$500/год.
Осигурување	0,5%
Порез на имот	1,5%
Стапка на инвестиција	1,75%
Оперативна каматна стапка	5,75%
Капитални трошоци	
ОБЈЕКТИ ЗА:	
Капацитет за биодизел	\$5000
Капацитет за масло од репка	\$15000
Вкупно	\$20000
ОПРЕМА	
Постројка за биодизел	\$7500
Постројка за масло од репка	\$7500
Вкупно	\$15000
Вкупно објекти + опрема	\$35000

Вкупно засеаната површина, под маслодајна репка за наведениот капацитет, не треба да биде помала од 20 ha, приносот на семе да не биде понизок од 2,5 t/ha, а содржината на масло во семето не помала од 40%.

ЗАКЛУЧОК И ПРЕПОРАКА ДО ЗЕМЈОДЕЛСКИТЕ ПРОИЗВОДИТЕЛИ:

- Производството на биодизел на фарма е лесно изводливо и економично;
- Доколку постои интерес, најпрво да се проба со помало количество;
- Да не се инвестира во опрема доколку не сте сигурни дека е интересен ваков начин на производство;
- Во подготвителната фаза да се побара помош и совет од лице кое веќе работи на ваков начин на производство.

ЛИТЕРАТУРА

<http://healthimpactnews.com/2011/on-farm-biodiesel-fuel-production-energy-independence-for-1-70-a-gallon/>
http://www.youtube.com/watch?v=I_2CTa_4ur4
http://www.youtube.com/watch?v=tVFura4_9pl&feature=related
<http://www.youtube.com/watch?v=ofdCJ3vZKGs&NR=1>
<http://www.youtube.com/watch?v=j8R6ePEYBRE&feature=related>
<http://www.youtube.com/watch?v=8112hA-0yts&feature=related>

Feasibility report: Small scale biodiesel production. Waste management and research centre, from:
<http://www.istc.illinois.edu/tech/small-scale-biodiesel.pdf>

On farm biodiesel production. Roger Rainville, Borderwiev Farm, Alburgh, Vermont.
<http://healthimpactnews.com/2011/on-farm-biodiesel-fuel-production-energy-independence-for-1-70-a-gallon/>

Development of a biodiesel production plant. from: http://www.ewb-uk.org/system/files/Prasad%20Ramesh%20Patil_Development%20of%20a%20biodiesel%20production%20plant.pdf

Biodiesel production and use by farmers. Is it worth considering? from:
<http://www.bebioenergy.com/documents/Onfarmbiodieselpod.pdf>

On-farm biodiesel production. From:
<http://www.omafra.gov.on.ca/english/engineer/facts/biodiesel.htm>

Optimization and economics of small-scale, on farm biodiesel production using oilseed crops and waste vegetable oils. from:
<http://etd.auburn.edu/etd/bitstream/handle/10415/2642/Mullenix%20thesis.pdf?sequence=2>

On-farm biodiesel production from canola. from:
<http://www.mda.state.mn.us/en/sitecore/content/Global/MDADocs/protecting/sustainable/greenbook2009/gb2009-dahl.aspx>

Guidelines for estimating canola biodiesel cost of production farm fuel base on 15000 liters per year. from:
http://www.gov.mb.ca/agriculture/financial/farm/pdf/copcanoladiodiesel_farmfuelcosts2011.pdf

The feasibility on farm biodiesel production. 2007. from:
<http://organic.usask.ca/reports/Biodiesel%20draft.pdf>

Cost of biodiesel production. from: http://www.globalbioenergy.org/uploads/media/0305_Duncan_-_Cost-of-biodiesel-production.pdf

ШЕМА ЗА ДОБИВАЊЕ БИОДИЗЕЛ СО КОРИСТЕЊЕ НА БИОПРОЦЕСОР ФУЕЛПОД 3 (КАПАЦИТЕТ 100 L/ДЕН)

