

TECHNOLOGIE VÝROBY BIOPALIV DRUHÉ GENERACE

JAN HROMÁDKO^a, JIŘÍ HROMÁDKO^b, PETR MILER^a, VLADIMÍR HÖNIG^a a MARTIN CINDR^a

^a Technická fakulta, Česká zemědělská univerzita v Praze, Kamýcká 129, 165 21 Praha 6 Suchbát, ^b Ministerstvo životního prostředí, Vršovická 65, 100 10 Praha 10 janhromadko@tf.czu.cz

Došlo 24.6.09, přepracováno 29.10.09. přijato 21.12.09.

Klíčová slova: biopaliva druhé generace, bioethanol, biodiesel, Fischerova-Tropschova syntéza

Obsah

1. Úvod
2. Legislativa pro oblast biopaliv
3. Výhody a nevýhody využívání biopaliv
4. Rozdělení biopaliv podle použité biomasy
 - 4.1. Biopaliva první generace
 - 4.2. Biopaliva druhé generace
5. Výroba biopaliv druhé generace
 - 5.1. Výroba bioethanolu
 - 5.2. Výroba syntetické motorové nafty
6. Závěr

1. Úvod

Kvalita ovzduší je pro zdravý rozvoj populace zásadní. Vzhledem k dramatickému růstu dopravy je obyvatelstvo, které je soustředěno především do měst, vystaveno velmi nepříznivým emisím plynoucím z naftových a benzinových motorů.

V Evropské unii (EU) představuje odvětví dopravy více než 30 % konečné spotřeby energie a jeho spotřeba neustále vzrůstá. Jelikož je produkce emisí CO₂ přímo úměrná spotřebě paliva, podílí se oblast dopravy zásadním způsobem na znečišťování ovzduší tímto oxidem.

Po energetice je dopravní sektor druhým nejvyšším producentem skleníkových plynů v EU. V České republice je na třetím místě za energetikou a průmyslem. V roce 1990 činil podíl emisí CO₂ z dopravy na celkových emisích v EU 18,3 a v České republice pouze 4,4 %. V roce 2003 vzrostl v EU na 22,7 a v České republice na 10,6 %. Zatímco EU jako celek snížila emise skleníkových plynů v období 1990–2004 o přibližně 5 %, emise CO₂ ze silniční dopravy se zvýšily o 26 %. Emise skleníkových plynů

z energetiky a průmyslu tak stagnují, nebo dokonce klesají, emise z dopravy představují nejrychleji rostoucí zdroj emisí skleníkových plynů.

EU se nachází v čele mezinárodního úsilí v boji proti klimatickým změnám. Musí zajistit snížení emisí skleníkových plynů GHG (Green House Gases), k němuž se zavázala v rámci Kjótského protokolu. Evropská komise v lednu 2007 proto navrhla, aby „EU v rámci mezinárodních jednání sledovala cíl, že rozvinuté země do roku 2020 sníží emise GHG o 30 % (oproti úrovni v roce 1990)“. Ve snaze zabránit narušení hospodářské soutěže a v zájmu hospodářské a sociální spravedlnosti se na snižování emisí musí podílet všechna odvětví.

Nepřijetím účinných opatření vedoucích ke snížení emisí skleníkových plynů dojde v nadcházejících letech k dalšímu zvýšení emisí ze silniční dopravy. Bude ohroženo úsilí EU o snížení emisí skleníkových plynů podle Kjótského protokolu a jiná odvětví, rovněž citlivá vůči mezinárodní hospodářské soutěži, budou muset nést hlavní břemeno tohoto úsilí. Řešení problému emisí z automobilů usnadní boj proti klimatickým změnám, omezí závislost států na dovážených palivech a zlepší kvalitu ovzduší, a tím i zdraví obyvatel Evropy. Klíčem k dosažení tohoto cíle je zlepšení účinnosti spalování ve vozidlech spolu s výrazným zvýšením využíváním alternativních paliv, zejména biopaliv.

Komise proto v lednu 2008 představila novou směrnici Evropského parlamentu a Rady o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů. Směrnice zavádí závazný 10% minimální cíl pro podíl biopaliv v dopravním sektoru pro všechny členské státy. Směrnice dále uvádí, že biopaliva využívaná k dosažení souladu s cíly stanovenými v této směrnici a biopaliva, na která se vztahují vnitrostátní režimy podpory, musí splňovat kritéria udržitelnosti, tj. určitou minimální úsporu emisí skleníkových plynů oproti fosilní alternativě a certifikaci biopaliv, jež má prokázat původ biopaliva¹.

2. Legislativa pro oblast biopaliv

Prvním opatřením EU vedoucím k rozšíření využívání biopaliv bylo v roce 2003 přijetí směrnice Evropského parlamentu a Rady 2003/30/ES o podpoře využívání biopaliv nebo jiných obnovitelných paliv v dopravě. Cílem směrnice je podpořit využívání biopaliv nebo jiných obnovitelných pohonných hmot za účelem nahrazení nafty nebo benzínu pro dopravní účely v každém členském státě se záměrem přispět k dosahování takových cílů, jako je dodržování závazků týkajících se změny klimatu, zajištění bezpečnosti zásobování šetrného k životnímu prostředí a podpora obnovitelných zdrojů energie^{2,3}.

Dále podle této směrnice by měly členské státy zajis-

tit, aby na jejich trh bylo uváděno alespoň minimální procento biopaliv a jiných obnovitelných pohonných hmot, a za tímto účelem stanovit vnitrostátní orientační cíle. Referenční hodnota pro tyto cíle činí 2 % a je vypočítána na základě energetického obsahu celkového množství benzínu a nafty pro dopravní účely prodávaného na jejich trzích do 31. prosince 2005. Do 31. prosince 2010 se referenční hodnota pro tyto cíle zvyšuje na 5,75 % (cit.^{2,3}).

Směrnice 2003/30/ES byla do české legislativy transformována prostřednictvím zákona č. 180/2007 Sb., kterým se mění zákon č. 86/2002 Sb. o ochraně ovzduší. Zákon uvádí povinnost pro osoby uvádějící motorové benziny nebo motorovou naftu do volného daňového oběhu na daňovém území České republiky pro dopravní účely zajistit, aby v pohonných hmotách, které uvádí do volného daňového oběhu na daňovém území České republiky pro dopravní účely za kalendářní rok, bylo obsaženo i minimální množství biopaliv, a to ve výši:

- od 1. ledna 2008 ve výši 2 % objemových z celkového množství motorových benzinů přimíchaných do motorových benzinů,
- od 1. září 2007 ve výši 2 % objemových z celkového množství motorové nafty přimíchaných do motorové nafty,
- od 1. ledna 2009 ve výši 3,5 % objemových z celkového množství motorových benzinů přimíchaných do motorových benzinů,
- od 1. ledna 2009 ve výši 4,5 % objemových z celkového množství motorové nafty přimíchaných do motorové nafty⁴.

3. Výhody a nevýhody využívání biopaliv

Základní důvody pro využívání biopaliv jsou:

- Biopaliva patří mezi obnovitelné zdroje energie, tj. zdroje, které jsou člověku volně k dispozici a jejichž zásoba se obnovuje v časových měřítcích srovnatelných s jejich využíváním na rozdíl od fosilních paliv, které se vytvářely v rozpětí několika geologických období, ale mohou být vyčerpány již během několika desetiletí.
- Zvýšená spotřeba biopaliv v dopravě je jedním z prostředků, jimiž stát může snížit svou závislost na dovážené ropě a ovlivňovat trh s pohonnými hmotami v dopravě, a následně i bezpečnost zásobování energií ve střednědobém a dlouhodobém výhledu.
- Využíváním biopaliv se snižuje produkce emisí skleníkových plynů, zejména CO₂. Při spalování rostlinného materiálu se uvolní pouze tolik emisí CO₂, kolik bylo předtím ze vzduchu využito fotosyntézou. U biopaliv se tento oxid uhličitý pouze vrací zpět do ovzduší, odkud byl předtím při pěstování odčerpán. Výroba biopaliv je však energeticky náročná. Z tohoto důvodu se musí pro objektivní posouzení úspory emisí CO₂ stanovit její produkce v celém životním cyklu, tj. produkce CO₂ při pěstování až po

konečné spálení ve vozidle.

- Pěstování biomasy pro výrobu biopaliv přináší další možnosti využití zemědělské půdy a je jednou z příležitostí, jak vytvořit v rezortu zemědělství a lesnictví nová pracovní místa. Výroba biopaliv musí být z hlediska životního prostředí udržitelná^{5,6}.
- Základní negativa ve využívání biopaliv tvoří:
- Nepříznivá bilance v produkci CO₂. Pěstování rostlin a následné zpracování rostlin na biopalivo je energeticky náročný proces, při kterém se do ovzduší vypouští CO₂. Produkce takto vzniklého oxidu uhličitého dosahuje u biopaliv první generace 50 i více procent z uspořené produkce CO₂, u biopaliv druhé generace je tento podíl výrazně lepší.
- Pro výrobu energetických plodin je potřeba velkých zemědělských ploch. Tato potřeba může vést ke kácení pralesů v tropických oblastech. V našem klimatickém pásu se to projevuje zabíráním zemědělské půdy pro pěstování potravin, a tím spojeným dalším negativem, který představuje nárůst ceny potravin.
- Technické problémy spojené s aplikací ve spalovacích motorech. Vesměs všechna biopaliva vyžadují úpravu palivové soustavy a optimalizaci chodu motoru. Některá biopaliva vyžadují zkrácení intervalů výměny oleje. Část biopaliv má negativní vliv na produkci základních škodlivých emisí spalovacích motorů^{5,6}.

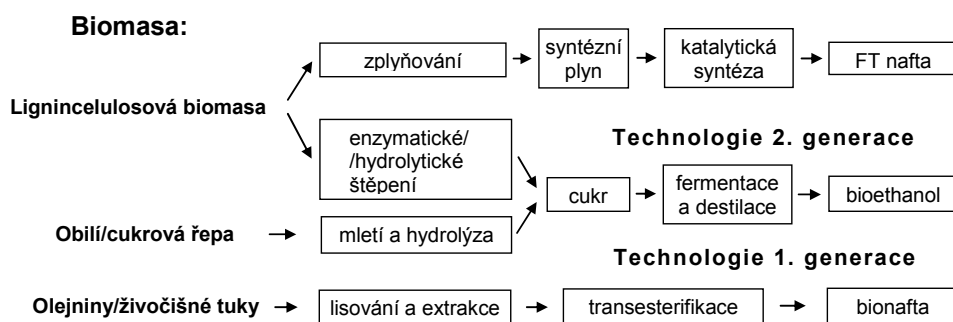
4. Rozdělení biopaliv podle druhu použité biomasy

4.1. Biopaliva první generace

Biomasa (jako výchozí surovina pro biopaliva první generace) je nejefektivněji produkována v tropických regionech, kde jsou vhodné přírodní podmínky a dostatek úrodné půdy (roční výnosy jsou dva až třikrát vyšší než v mírném pásmu). Vlivem nízkého ocenění životního prostředí může v těchto regionech docházet k nahrazení přírodních ekosystémů, jako jsou lesy, mokřiny a pastviny, bioenergetickými plodinami, převážně plantážemi pro pěstování cukrové třtiny. Vezmeme-li v potaz dopady na kyselost půdy, použitá umělá hnojiva, ztrátu biodiverzity a jedovatost pesticidů, mohou tyto negativní jevy převýšit jejich výhody.⁷ Mezi biopaliva první generace patří:

- MEŘO (methylester řepkového oleje),
- bioethanol vyráběný z výchozích produktů, které obsahují cukr nebo škrob (cukrová třtina, cukrová řepa, kukuřice a téměř všechny druhy obilí),
- BioETBE (bioethylterbutylether) vyráběn adiční reakcí bioethanolu s isobutanem,
- rostlinný olej, v našich klimatických podmínkách se jedná zejména o řepkový olej⁸.

Na obr. 1 jsou znázorněny způsoby výroby jednotlivých druhů biopaliv s vyznačením technologie biopaliv první a druhé generace.



Obr. 1. Technologické postupy výroby biopaliv první a druhé generace⁷, FT-diesel – syntetická motorová nafta (Fischerova-Tropschova syntéza), biodiesel – bionafta

4.2. Biopaliva druhé generace

Biopaliva druhé generace se od biopaliv první generace odlišují svým vlivem na životní prostředí a především druhem biomasy jako suroviny pro jejich výrobu.

Biopaliva I. generace vykazují nízké saldo produkce CO₂ během celého životního cyklu (analýza Life Cycle Assessment) a jsou vyráběna z „potravinářské“ biomasy.

Biopaliva II. generace vykazují významný pozitivní rozdíl v saldu produkce CO₂ během životního cyklu a jsou vyráběna z „nepotravinářské“ lignocelulosové biomasy (dřevo, těžební zbytky, seno, sláma, rostlinné odpady, rychle rostoucí dřeviny atd.). Biopaliva druhé generace mají až 90% potenciál snížení emisí CO₂ ve srovnání se svou fosilní alternativou. Potenciál ve snížení emisí oxidu uhličitého biopalivy první a druhé generace je znázorněn na obr. 2.

Mezi biopaliva druhé generace patří:

- bioethanol vyráběný z lignocelulosové biomasy,
- syntetická motorová nafta jako produkt Fischerovy-Tropschovy syntézy,

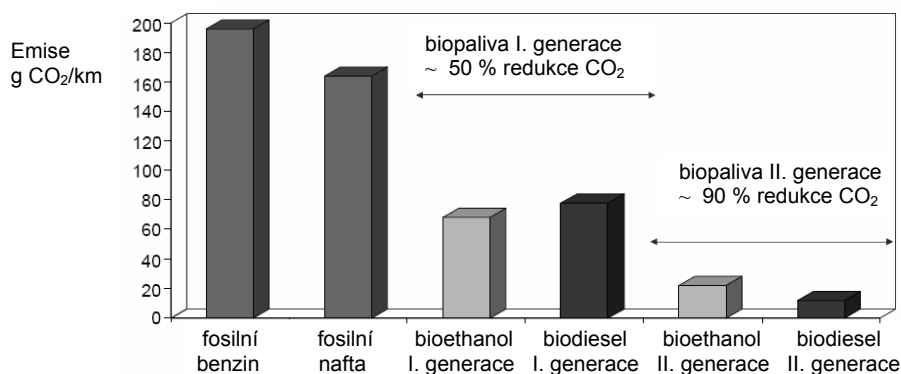
- biomethanol jako produkt katalytické konverze syntézního plynu,
- biodimethylether jako produkt katalytické konverze syntézního plynu,
- biovodík jako produkt katalytické konverze syntézního plynu.

V současné době se postupně začínají uplatňovat bioethanol a syntetická motorová nafta, ostatní produkty jsou zatím ve stádiu výzkumu a vývoje^{7,9}.

5. Výroba biopaliv druhé generace

5.1. Výroba bioethanolu

Jedná se o výrobu ethanolu z biomasy na bázi dřevnatých a lignocelulosových surovin. Do tohoto okruhu surovin patří rychle rostoucí energetické plodiny (např. vrba, blahovičnick, eukalyptus), zbytky ze zemědělské produkce (sláma, řepné řízky, vylisovaná cukrová třtina), zbytky ze zpracování dřeva a další dřevnaté odpady (kůra, piliny)



Obr. 2. Potenciál snížení emisí CO₂ biopalivy první a druhé generace¹⁰

a organické podíly komunálního pevného odpadu (papír, lepenka). Technologie výroby bioethanolu z lignocelulosové biomasy je poměrně komplikovaná. V současné době je předmětem intenzivní výzkumné činnosti a její komerční využití se předpokládá v horizontu několika let. Důvodem zájmu o tuto surovinu je skutečnost, že je k dispozici ve vydatném množství a je levnější než potravinářské plodiny, zejména pokud se zaměříme na různé druhy odpadů. Zpracování lignocelulosové biomasy na bioethanol vykazuje rovněž lepší energetickou bilanci^{3,11,12}.

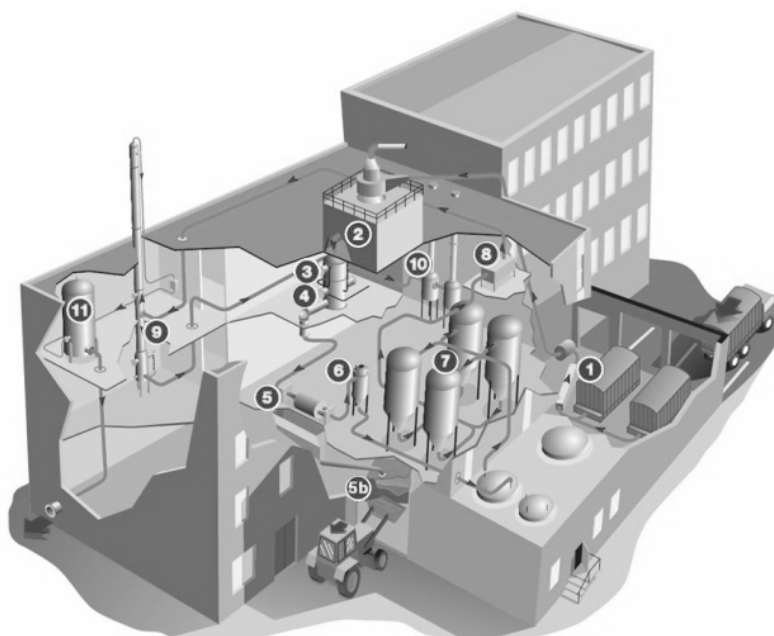
Proces konverze lignocelulosové biomasy na bioethanol je nejčastěji realizován hydrolyzou lignocelulosové biomasy na jednoduché fermentovatelné cukry, která je mnohem obtížnější než hydrolyza škrobu u biomasy pro biopaliva I. generace. Lignocelulosová biomasa obsahuje celulosu (40 až 60 hm.% v sušině) a hemicelulosu (20 až 40 hm.% v sušině), kterou lze převést na jednoduché cukry^{13,14}.

Pro konverzi fermentovatelných frakcí celulosy a hemicelulosy bylo vyvinuto několik technologických postupů. Nejperspektivnější technologický postup výroby bioethanolu z lignocelulosových surovin představuje technologie švédské firmy Sekab, která je znázorněna na obr. 3. Dřevo nebo sláma se nejprve drcením nebo mletím rozmělní na menší kusy, které se podrobí termochemické předúpravě. V dalším kroku probíhá konverze takto předupravené celulosy a hemicelulosy na jednoduché cukry. Nejstarší klasický postup konverze na fermentovatelný materiál představuje kyselá hydrolyza. Druhou možností pro převedení celulosy na glukosu je použití enzymů celu-

losy, které jsou schopny celulosu rozložit. Touto technologií je dosahováno vyšší konverze celulosy na fermentovatelné cukry^{1,13,15}.

Výroba bioethanolu probíhá v následujících krocích:

1. Sklad biomasy. Vstupní biomasa, nejčastěji ve formě dřevní štěpky nebo slámy, je dopravena do továrny a skladována v kontejnerech. Z kontejnerů jsou vytrženy nadměrné kusy suroviny. Následně je drcením a mletím biomasa rozměňována za účelem narušení struktury celulosy a hemicelulosy a usnadnění přístupu kyselině nebo enzymům. Nad kontejnery je umístěn ventilátor, který slouží k odvětrávání zásobníků.
2. Napařování. V tomto místě je pára používána pro předehřev suroviny a pro odstranění vázaného vzduchu v surovině.
3. Předsacharizace. Celulosa je spolu s přídáním kyseliny vyluhována z biomasy při teplotě 170 až 200 °C.
4. Celulosní reaktor. Ve vyluhovacím procesu dochází za přítomnosti kyselin k rozštěpení vodíkové vazby mezi jednotlivými řetězci celulosy, tím dojde k narušení polymerní struktury materiálu. Tento proces probíhá při teplotě 200 až 300 °C. Celulosa je tak rozložena na cukry rozpustné ve vodě (převážně glukosu), které lze již fermentovat na bioethanol běžným způsobem využívaným u biopaliv I. generace.
5. Membránový filtrační lis. Při konverzi celulosy dochází k separaci ligninu, který je v této části procesu filtrován a do dalšího výrobního procesu již nezasažuje.



Obr. 3. Technologie výroby bioethanolu z lignocelulosové biomasy společnosti Sekab¹⁶; 1 – sklad biomasy, 2 – napařování, 3 – předsacharizace, 4 – celulosní reaktor, 5 – membránový filtrační lis, 5b – sběr ligninu, 6 – detoxikace, 7 – fermentace, 8 – separátor kvasnic, 9 – destilace, 10 – koncentrace výpalků, 11 – skladování bioethanolu

- 5b. Sběr ligninu. Lignin je v tomto místě skladován a odvážen mimo další výrobní proces. Dále je využit na energetické účely.
6. Detoxikace. Roztok glukosy je zbaven příměsí, které by mohly bránit jeho fermentaci.
7. Fermentace. Roztok glukosy je dopravován do nádrží, ve kterých probíhá samotná fermentace, a to za přítomnosti kvasnic a při teplotě 35 °C.
8. Separátor kvasnic. Na tomto místě dochází k separaci zbylých kvasnic z fermentační kaše. Ty jsou následně vráceny zpět do fermentačního procesu.
9. Destilace. V této části procesu je destilací oddělen bioethanol od fermentační kaše.
10. Koncentrace výpalků. Po destilaci bioethanolu zůstávají lihové výpalky, které obsahují jak pevnou, tak kapalnou složku. Tyto výpalky jsou koncentrovány a spalovány, případně jsou konvertovány na bioplyn. Kapalná složka je před opuštěním továrny biologicky ošetřena.
11. Skladování bioethanolu. Koncentrovaný a nečistot zbavený bioethanol je před transportem skladován v této nádrži¹⁶.

5.2. Výroba syntetické motorové nafty

Fischerova-Tropschova (FT) syntéza není novou technologií. Byla vyvinuta již ve 30. letech minulého století v Německu a byla založena na uhelné surovině (výroba motorových paliv z uhlí, v ČR používána do zprovoznění ropovodu Družba). V současné době se syntetická motorová paliva vyrábějí ze syntézního plynu, který se získává ze zemního plynu nebo zplyňováním biomasy^{13,14}.

Rozšíření surovinové základny FT syntézy o zemní

plyn souvisí se stále rostoucí světovou spotřebou energie a se snižujícími se světovými zásobami ropy. Technologický postup výroby tohoto syntetického paliva nese označení GTL (Gas to Liquids). V současné době je do některých nadstandardních paliv přidávána složka GTL, která zvyšuje jejich kvalitu^{13,14}.

Výroba syntetických motorových paliv realizovaná FT syntézou na bázi biomasy nese označení BTL (Biomass to Liquids). FT syntéza představuje další variantu energetického i chemického využití biomasy, která je považována za velice perspektivní a v posledních letech je předmětem intenzivního výzkumu. Výroba syntézního plynu, základní suroviny pro FT syntézu, je nejčastěji realizována zplyňováním biomasy^{13,14}.

FT syntéza je příkladem heterogenně katalyzované reakce. Jako katalyzátory se používají kovy, schopné při vhodných podmínkách štěpit vazbu mezi atomy uhlíku a kyslíku. Na povrchu katalyzátorů na bázi železa a kobaltu dochází k disociativní adsorpci molekul CO. Kovy reagují s CO při vyšším tlaku a teplotě za vzniku odpovídajícího karbonylu Fe(CO)₅, případně Co(CO)₄. Teplota, při které dochází ke vzniku karbonylu, je ale nižší než teplota, při které probíhá FT syntéza. Katalyzátory pro FT syntézu jsou vysoce citlivé vůči otravě sírou, na které se CO silně chemicky sorbuje.

FT syntéza je celkově exotermní reakce, vznikající teplo je potřeba odvádět. Vznikají při ní vedle uhlovodíků ještě kyslíkaté sloučeniny. Hlavními složkami reakčního produktu jsou alkanany, alkeny a primární alkoholy. Mezi nasycenými uhlovodíky převládají *n*-alkany společně s rozvětvenými 2-methylalkany, mezi alkeny pak převládají alkeny s dvojnou vazbou v poloze 1 (cit.^{13,17}).

Vývoj FT syntézy na bázi biomasy, proces BTL, je



Obr. 4. Technologie výroby syntetické motorové nafty „Sundiesel“ společnosti Choren¹⁸; 1 – úprava biomasy, 2 – sklad biomasy, 3 – sušení biomasy, 4 – Carbo-V proces, 5 – elektrárna, 6 – Fischer-Tropschova syntéza, 7 – čištění a zušlechťení, 8 – skladování Sundieslu

zatím ve stádiu vývoje. Ve výzkumných a vývojových aktivitách je nejdále německá firma Choren (obr. 4), která plánuje do konce roku 2009 komerční výrobu syntetické motorové nafty pod označením Sundiesel.

Výroba syntetické motorové nafty probíhá v následujících krocích:

1. Úprava biomasy. Vstupní biomasa, nejčastěji ve formě dřevní štěpky nebo slámy, je rozmělněna na částičky o velikosti do cca 250 μm .
2. Sklad biomasy. V těchto třech silech je rozmělněná biomasa skladována.
3. Sušení biomasy. Rozemletá biomasa musí být před dalším zpracováním zbavena nadbytečné vlhkosti. Maximální povolená vlhkost biomasy je 15–20 %.
4. Carbo-V proces. První část je tvořena nízkoteplotní pyrolýzou, která probíhá při teplotě 400–500 °C. Při této teplotě dochází k přeměně makromolekulárních struktur na plynné a kapalně organické produkty a pevný uhlík. Plyn je přiváděn do vysokoteplotní spalovací komory, kde se částečně oxiduje za přítomnosti kyslíku a vodní páry. Při teplotě vyšší než 1400 °C dochází k rozkladu uhlovodíkových řetězců na H_2 a CO . Ve třetím kroku je jemně rozdrčené uhlí ze spodu vyfukováno do spalovací komory. Práškové uhlí endotermicky reaguje s pyrolýzním médiem za vzniku syntézního plynu (směs plynů obsahujících převážně CO a H_2 , dále jsou přítomny CO_2 , CH_4 , H_2O a N_2) o vysoké výhřevnosti. Plyn je následně ochlazen v tepelném výměníku. Odpadní vodní pára je využívána k výrobě elektrické energie. V dalším kroku dochází k separaci nevyužitého popela a čištění syntézního plynu ve vodní čističce, ve které je odstraňována síra¹⁸.
5. Elektrárna. Odpadní vodní pára je v parních turbínách transformována na elektrickou energii.
6. Fischerova-Tropschova syntéza. V této části probíhá samotná FT syntéza za přítomnosti kobaltu jako katalyzátoru. V první fázi dochází k adsorpci oxidu uhelnatého a vodíku na povrch kobaltového katalyzátoru. Vznik molekulového uhlovodíkového řetězce začíná rozštěpením vazby jedné molekuly oxidu uhelnatého na uhlík a kyslík. Uhlík je následně vázán na vodík. Molekulový uhlovodíkový řetězec roste s další rozštěpenou molekulou oxidu uhelnatého a končí, až když je pokryt celý povrch katalyzátoru.
7. Čištění a zušlechťování. V tomto kroku dochází k čištění surového syntetického paliva, které představuje výsledný produkt mnohastupňového procesu. Ochlazením horkého paliva dochází k odloučení syntézní vody. Následnou destilací a hydrokrakováním vzniká finální syntetické palivo s vysokým cetanovým číslem „Sundiesel“.
8. Skladování Sundieselu. V těchto nádržích je před transportem koncentrovaný a nečistot zbavený Sundiesel skladován¹⁸.

6. Závěr

Produkce a spotřeba biopaliv se v posledních letech znatelně zvýšila. Světová výroba bioethanolu se mezi lety 2000 a 2007 ztrojnásobila, i když většina tohoto připadá na USA a Brazílii. Výroba bionafty zažila v tomto období ještě rapidnější nárůst, když z méně než 1 000 000 m^3 vyskočila na téměř 11 000 000 m^3 . Původně více než 90 % světové produkce bionafty připadalo na EU, ale se stoupající produkcí v mnoha dalších zemích, zvláště pak v USA, tento podíl v roce 2007 klesl na méně než 60 %.

V současné době jsou uplatňována biopaliva první generace, kterými jsou především bioethanol vyráběný z cukerných, resp. škrobnatých plodin (obilí, cukrové řepy nebo cukrové třtiny), a methylestery vyšších mastných kyselin, získávané v Evropě zejména z řepkového oleje, potenciálně také z palmového, slunečnicového či sojového. Při pěstování těchto výchozích produktů dochází k záboru orné půdy. Nastává zde tak konkurence ve využívání půdy pro potravinové účely a pro účely výroby biopaliv. Následkem této konkurence může docházet k růstu cen potravin.

Pro pěstování výchozích produktů pro biopaliva druhé generace se mohou využít i méně úrodné a v současné době nevyužitelné půdy. Tím mají tato paliva schopnost vyhnout se konkurenci ve využití půdy. Dále se pro jejich produkci dá využít velká řada biologického odpadu obsahujícího celulosu a zužítovat tak surovinu, která je v současné době nákladně likvidována.

Postupným zaváděním biopaliv II. generace bude možné splnit cíl 10% podílu biopaliv v dopravě pro rok 2020. Nová směrnice Evropského parlamentu a Rady o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů uvádí, že se do tohoto 10% cíle budou moci započítávat jen ta biopaliva, u nichž dosahuje úspora emisí skleníkových plynů v celém životním cyklu oproti klasickým palivům alespoň 35 %, od 1. ledna 2017 se tato hranice zvyšuje na 50 %. U biopaliv vyrobených v zařízeních, která zahájila výrobu po 1. lednu 2017 nebo později, musí činit úspora alespoň 60 % (cit.¹¹). Ne všechna biopaliva první generace mohou tuto hranici splnit. Naopak biopaliva druhé generace mají až 90% potenciál ve snížení emisí těchto plynů, proto se dá předpokládat, že dojde k rozšíření v jejich využívání.

Náklady na biopaliva druhé generace jsou v současné době vyšší než u první generace. Vzhledem k podstatně nižším nákladům na suroviny (výnos zde není přímo úměrný kvalitě suroviny oproti biopalivům první generace, kde obsah cukru či oleje v surovině je přímo úměrný výnosu biopaliva) lze předpokládat, že s rozvojem technologií dojde ke snížení jednotkových nákladů na investice a provoz až na úroveň nákladů fosilních paliv. Snížení nákladů bude výrobce motivovat k masivnější výrobě těchto environmentálně příznivých biopaliv.

LITERATURA

1. Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on the promotion of the use of energy from renewable sources. COM(2008) 30 final, 23.1.2008.
2. Directive 2003/30/EC of the European Parliament and of the Council on the promotion of the use of biofuels or other renewable fuels for transport, Brusel 8.5. 2003.
3. Šebor G., Pospíšil M., Maxa D.: Chem. Listy 100, 30 (2006).
4. Zákon č. 180/2007 Sb., kterým se mění zákon č. 86/2002 Sb. o ochraně ovzduší.
5. Jakubes J., Belingová H., Šváb M.: <http://www.google.cz/search?hl=cs&q=modern%C3%AD+vyu%C5%BEit%C3%AD+biomasy&btnG=Vyhledat+Googlem&lr=>, staženo dne 21.11. 2007.
6. Trnka J.: Cukr. Listy 124, 148 (2008).
7. Doornbosch R., Steenblik R.: Round Table on Sustainable Development-Organisation for Economic Co-operation and Development. Paris, 11–12.9. 2007.
8. Schlaub G., Vetter A.: Chem. Eng. Technol. 31, 721 (2008).
9. Short P.: Chem. Eng. News 86, 10 (2008).
10. Crackner R.: http://www.iop.org/activity/groups/subject/comb/Events/file_8802.pdf, staženo dne 3.10. 2008.
11. Hönig V., Miler P., Hromádko J.: Cukr. Listy 124, 203 (2008).
12. Váňa J., Kratochvíl Z.: <http://biom.cz/index.shtml?x=98415>, staženo dne 21.11. 2007.
13. Šebor G., Pospíšil M.: <http://download.mpo.cz/get/26605/26641/295747/priloha001.doc>, staženo dne 21.11. 2007.
14. Šebor G., Pospíšil M., Žákovec J.: <http://www.kraj-lbc.cz/public/doprava/prezentace07/pdfs/12a.pdf>, staženo 4.6. 2007.
15. Carere C. R., Sparling R., Cicek N., Levin D. B.: Int. J. Mol. Sci. 9, 1342 (2008).
16. <http://www.sekab.se>, staženo dne 1.9.2008.
17. Debirmas A.: Energy Tech. 21, 1 (2008).
18. <http://www.choren.de>, staženo dne 1.9.2008.

Jan Hromádko^a, Jiří Hromádko^b, P. Miler^a, V. Hönig^a, and M. Cindr^a (^a *Technical Faculty, Czech University of Life Sciences, Prague*, ^b *Ministry of Environment of the Czech Republic, Prague*): **Technologies in Second-generation Biofuel Production**

In the EU, the traffic sector is the second-largest in the amount of produced green-house gases (GHG) after the energy sector. One of the ways of reducing this production is to substitute fossil fuels by biofuels, in particular second-generation biofuels. The latter are produced from cellulosic materials, which show a more favourable GHG balance. Cellulose ethanol could produce less CO₂ by 75–90 % than normal petrol, whereas ethanol from wheat, corn or sugar beet reduces the CO₂ amount by 30–50 %. The Fischer-Tropsch diesel could slash CO₂ emissions by 90 %, compared with 50 % for currently available bio-diesels which are made from rapeseed oil. Production of second-generation biofuels does not compete with food production, as it is able to use a wider range of biomass feedstock (wood, leaves, tree bark, straw or woodchips). Moreover, the quality of second-generation biofuels is better than that of the first generation.