

Pokrok ve využívání biomasy

Jaroslav Melar

Bakalářská práce
2006



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav inženýrství ochrany živ. prostředí
akademický rok: 2005/2006

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jaroslav MELAR**
Studijní program: **B 2808 Chemie a technologie materiálů**
Studijní obor: **Chemie a technologie materiálů**
Téma práce: **Pokrok ve využívání biomasy**

Zásady pro vypracování:

- 1. Prostudujte dostupnou literaturu a i jiné informační prameny.**
- 2. Kriticky srovnajte nalezené informace.**
- 3. Formulujte závěry.**

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

Dle pokynů vedoucího bakalářské práce

Vedoucí bakalářské práce:

prof. Ing. Milan Vondruška, CSc.

Ústav inženýrství ochrany živ. prostředí

Datum zadání bakalářské práce:

14. února 2006

Termín odevzdání bakalářské práce:

13. června 2006

Ve Zlíně dne 1. února 2006



prof. Ing. Josef Šimoník, CSc.
děkan



doc. Ing. Jaromír Hoffmann, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

V dnešní době se musí lidstvo zaobírat myšlenkou, jak nahradit fosilní paliva, jejichž zásoby se stále ztenčují, a také jak vylepšit současný stav životního prostředí. Jednou z možných alternativ je využití biomasy pro energetické účely.

V této práci jsou uvedeny nejdůležitější zdroje, z nichž se biomasa získává, nejrozšířenější metody zpracování biomasy a některé jejich příklady z ČR i ze světa.

Klíčová slova:

Biomasa, biopaliva, bioplyn, bioethanolu, bionafta, Proálcool, esterifikace, termochemická přeměna, biochemická přeměna, fyzikální a chemická přeměna

ABSTRACT

At present, mankind has to think how to supply fossil fuels, whose reserves are still smaller, and how to improve contemporary state of the environment. One of possible alternatives is utilizing of biomass for energetic purposes.

In this work, the most important sources which is biomass acquired from, are mentioned. The most widespread methods of biomass processing and some their examples from the Czech Republic and from the world are presented.

Keywords:

Biomass, biofuel, biogas, bioethanol, biooil, Proálcool, esterification, thermochemical conversion, biochemical conversion, physical and chemical conversion

Děkuji vedoucímu mé bakalářské práce prof. Ing. Milanu Vondruškovi, Csc., za odborné vedení, cenné rady a připomínky, které mi poskytoval při zpracování daného tématu.

OBSAH

ÚVOD	7
1 ZROJE BIOMASY	8
1.1 OBILOVINY A JINÉ TRAVINY	8
1.2 RYCHLE ROSTOUCÍ DŘEVINY	9
1.3 PLODINY PRO VÝROBU ETHANOLU	10
1.4 ODPADY Z ŽIVOČIŠNÉ VÝROBY.....	10
2 VYUŽITÍ BIOMASY	11
2.1 TERMOCHEMICKÁ PŘEMĚNA BIOMASY	12
2.1.1 Výroba tepla a elektrické energie přímým spalováním biomasy	13
2.1.2 Výroba tepla a elektrické energie zplyňováním biomasy	13
2.1.3 Příklady využití termochemické přeměny biomasy v ČR a ve světě.....	14
2.2 BIOCHEMICKÁ PŘEMĚNA BIOMASY	14
2.2.1 Alkoholové kvašení – brazilský program Proálcool	15
2.2.2 Methanové kvašení – výroba a zpracování bioplynu.....	17
2.3 FYZIKÁLNÍ A CHEMICKÁ PŘEMĚNA BIOMASY.....	19
2.3.1 Esterifikace surových bioolejů.....	19
ZÁVĚR	21
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	22
SEZNAM OBRÁZKŮ	24

ÚVOD

V dnešní době, kdy počet obyvatel na Zemi neustále prudce roste a dochází také k stále dalšímu rozvoji průmyslu, vzrůstají taktéž energetické požadavky obyvatelstva. Například podle údajů Světové rady pro energii (WEC), se do roku 2020 očekává roční přírůstek spotřeby energií o 5,5 miliard tun CE (uhelný ekvivalent – 1 t CE = 29,281 GJ) [1]. V současné době se lidstvo opírá z velké části o zásoby fosilních paliv. Tyto zásoby se však rychle ztenčují a lidstvo se proto musí poohlížet i po jiných zdrojích energie, jež by se posléze měly stát stěžejními body jeho energetické politiky. Jedním z takových zdrojů je biomasa.

Biomasa je obnovitelný zdroj energie získávaný z organické, převážně rostlinné hmoty. Jako biomasa pro energetické účely mohou sloužit různé zdroje, například odpad ze zpracování dřeva, jinak nevyužitelné zbytky zemědělských plodin (sláma atd.) nebo plodiny pěstované přímo kvůli produkci biomasy, lesní odpady z prořezávek apod., některé části komunálního odpadu, zvířecí exkrementy atd.

Kromě přímého spalování se dá biomasa využít rovněž jako zdroj bioplynu, či jako surovina pro přípravu bioethanolu, jenž se přidává do pohonných hmot (viz např. brazilský program Proálcool). Všechny tyto možnosti využití předurčují biomasu k tomu, aby postupně, alespoň částečně, nahradila paliva fosilní. Mnoho států se dnes snaží používání biomasy podpořit i určitými právními prostředky, zákony, směrnicemi apod.

1 ZROJE BIOMASY

Biomasa se dnes získává z různých zdrojů. Dnes je prováděno mnoho experimentů s různými rychle rostoucími rostlinami, které jsou pěstovány speciálně pro energetické účely. Kromě toho se využívá také jinak nepoužitelných zbytků z produkčních plodin (obiloviny apod.), odpadů z lesního hospodářství, komunálních odpadů nebo odpadů z živočišné výroby (zvláště pro výrobu bioplynu).

1.1 Obiloviny a jiné traviny

Dnes mnoho zemědělců přestává využívat slámy, která zůstane po vymlácení obilovin a pouze ji zaorává. Přitom právě tato sláma je výborným zdrojem biomasy a její zpracování pro další použití je poměrně jednoduché a také dobře propracované. Navíc popel získaný při jejím spalování se dá využít jako hodnotné hnojivo. Problémem by mohl být snad jen nedostatek skladovacích prostor. Například sláma z řepky nebo kukuřice na zrno, které se jinak nedají zužitkovat, by znamenaly velké množství kvalitního paliva. Podle propočtů by se v České republice dalo při dnešním pěstovaném množství obilovin a řepky z nich ročně získat přibližně 2,5 mil. t biomasy [1].

Z ostatních travin patří mezi zajímavé například krmný šťovík zvaný Uteuša (kříženec šťovíku zahradního a šťovíku tjanšanského [2]), což je 1,5 – 2 m vysoká vytrvalá rostlina, v prvním roce se nesklízí, ve druhém rychle vyrůstá do výšky a sklízí se v první polovině července. Z 1 ha lze spalováním získat až 250 GJ energie [1]. Z dalších rostlin se v našich podmínkách dají z jednoletých bylin využít třeba čirok cukrový či zrnový, súdánská tráva, konopí seté a jiné. Z vytrvalých to je například křídlatka, sléz topolovka, bělotrn a jiné. Jako zajímavé se jeví rovněž i některé víceleté trávy pocházející z tropických krajín (Miscanthus, Arundo a další), hovorově nazývané „sloní“ nebo též „deltská“ tráva. Tyto traviny dorůstají do výšky až 7 m a v ideálních podmínkách produkují 66 až 88 t z 1 ha za rok [1]. Výhřevnost čisté sušiny dosahuje $18,5 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ [1]. Po vyzkoušení těchto travin v Evropě sice jejich produkce sušiny poklesla na maximálně cca 40 t na 1 ha za rok [1], avšak stále „sloní tráva“ zůstává jednoznačně nejperspektivnější energetickou plodinou.



Obr. 1. Sklizeň na plantáži se šťovíkem Uteuša. [17]

Všechny výše zmíněné plodiny se dají jednoduše sklízet (balíkovat, řezat, štěpkovat). Výhodou je také to, že vzhledem k tomu, že se rostliny zpracovávají suché, se dají sklízet prakticky po celý rok, s ohledem na obsah sušiny se jako nejvýhodnější jeví období mezi lednem a březnem.

1.2 Rychle rostoucí dřeviny

Kromě již výše zmíněných travin se k energetickým účelům začínají využívat taktéž některé druhy rychle rostoucích dřevin. Jsou to dřeviny, které v mládí vykazují extrémní rychlost růstu a po sklizni se opět rychle obnovují. Nevýhodou u těchto rostlin je to, že je není možno pěstovat kdekoliv, ale vyžadují určité specifické požadavky, jako je například hodnota pH půdy (min. 5,5), mocnost ornice, vysoká hladina spodní vody apod. Naopak výhodou je to, že se takto dají využít určité pozemky, jež by jinak zůstaly ležet ladem. Tohoto se dá využít zvláště v oblastech, kde je kvůli vysokým imisím omezeno pěstování plodin pro potravinářské účely.

Co se týče druhů vhodných pro tyto účely, tak se jako nejvýhodnější ukázaly odrůdy topolu (černý a balzámový, případně jeho další odrůdy) a také vrby. Z jiných přizpůsobivých, ale méně výnosných rostlin se dají využít třeba akát, olše, osika či bříza. Pro každou oblast je ovšem vhodná jiná rostlina, a proto se musí vysazení toho kterého druhu dopředu důkladně promyslet. Co se týká výnosu, tak na nejvhodnějších stanovištích lze s vhodnou odrůdou dosáhnout průměrného ročního přírůstku 10 až 15 t sušiny na 1 ha, v podmínkách ČR je to však spíše 5 až 10 t [1].

Problémem u rychle rostoucích dřevin je ještě ne úplně propracovaná technologie pěstování a hlavně nedostatek vhodné mechanizace, kterou je potřeba z velké části teprve vyvinout.

1.3 Plodiny pro výrobu ethanolu

Pokusy s výrobou ethanolu z biomasy a jeho přidávání do pohonných hmot byly v Evropě realizovány již v průběhu 1. světové války. Například ve 20. letech 20. století se alkohol přidával do benzínu také v Československu (systém Dravinol). Po 2. světové válce se však všechny země vrátily zpět k ropě, a až postupné ztenčování zásob ropy a s tím související vzrůstající cena, některé z nich přimělo znovu začít využívat ethanol jako palivo. Určité programy byly realizovány například v USA, Thajsku, Japonsku, avšak nejdále tento program zatím došel v Brazílii, kde je znám pod názvem PROÁLCOOL (více viz samostatná kapitola). V poslední době se k těmto zemím začíná připojovat i Evropská unie.

Ethanol pro tyto účely se dá získávat z různých zdrojů. V již zmiňovaném brazilském programu se alkohol připravuje z cukrové třtiny, v Československu se využívaly brambory či melasa, z níž se i dnes v ČR vyrábí naprostá většina lihu. Z dalších plodin se dá využít třeba maniok, čirok či kukuřice.

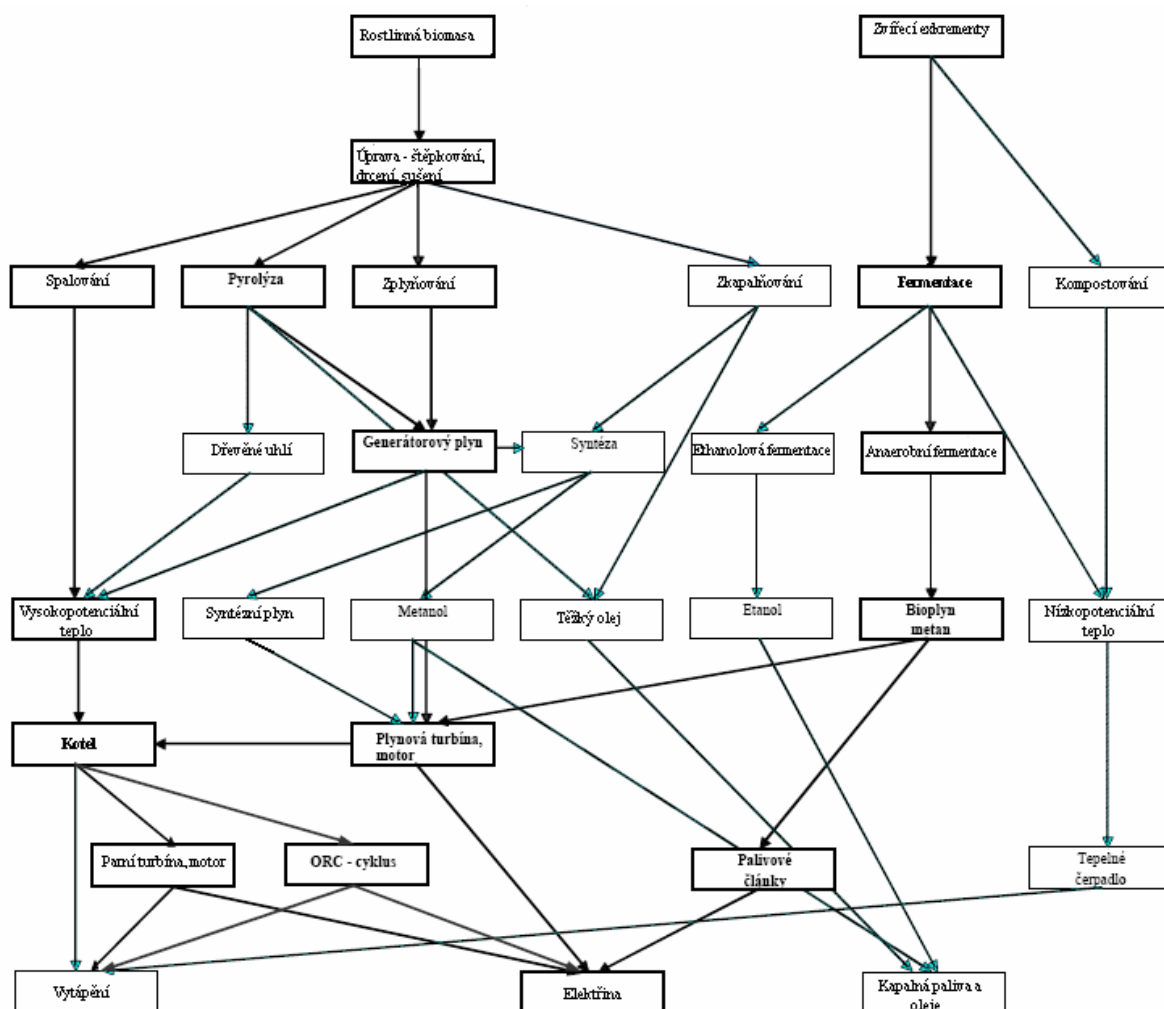
1.4 Odpady z živočišné výroby

Kromě přímého spalování nebo výroby alkoholu se dá určitá část biomasy využít také k produkci bioplynu (blíže viz samostatná kapitola). Hlavní surovinou pro tyto účely jsou především odpady z živočišné výroby, čili hnůj, močůvka apod. V těchto surovinách probíhá proces anaerobní fermentace, jejíž hlavním produktem je methan. Ten se pak využívá hlavně k výrobě elektrické energie. Jako vedlejšího produktu se při výrobě elektrické energie dá využít i vznikající teplo. Kromě odpadů z živočišné výroby lze bioplyn zachycovat také na některých skládkách komunálního odpadu, v tomto případě se však podaří zachytit jen zlomek jeho celkového množství.

2 VYUŽITÍ BIOMASY

Základním rozdělením procesů, kterými se biomasa zpracovává, je rozdělení na tzv. suché a mokré procesy. Mírou, podle níž se určuje, zda jde o mokrý či suchý proces, je obsah sušiny v biomase, přičemž přibližnou hranicí, od níž je proces považován za suchý, je obsah sušiny vyšší než 50 % [1]. Z principiálního hlediska lze rozlišit několik způsobů získávání energie z biomasy a přípravy biomasy pro energetické využití [1]:

- Termochemická přeměna biomasy** – spalování, zplyňování, pyrolýza
- Biochemická přeměna biomasy** – alkoholové kvašení, metanové kvašení
- Fyzikální a chemická přeměna biomasy** – mechanicky (štípání, drcení, lisování, ...), chemicky (esterifikace surových bioolejů)
- Získávání odpadního tepla při zpracování biomasy** – kompostování, aerobní čištění odpadních vod,...



Obr. 2. Možnosti využití biomasy. [16]

2.1 Termochemická přeměna biomasy

Tohoto způsobu přeměny biomasy využívá lidstvo již od pradávna a jedná se taktéž o způsob nejrozšířenější. Spalování probíhá v těchto čtyřech fázích [16]:

- a) Sušení, odpařování vlhkosti paliva (100 až 500 °C)
- b) Pyrolýza, uvolňování těkavého podílu z paliva (při teplotách až 700 °C)
- c) Spalování těkavého podílu
- d) Spalování tuhé složky paliva (uhlíku), dohořívání

Při spalování biomasy se musí brát v úvahu, to že biomasa je poměrně široký pojem, a je zde tedy velký rozdíl ve složení a vlastnostech jednotlivých typů biomasy. Velmi důležitý je také obsah vody ve hmotě. Pokud je vysoký, je spalování nevhodné, protože vznikající teplo se spotřebovává na opaření vody. Na druhou stranu, při vyšším obsahu vody se do ovzduší neuvolňuje tolik NO_x a snižuje se nebezpečí spékání popelu. Biomasu je možno před spalováním také sušit, ale tento proces je energeticky náročný, a tudíž zvyšuje cenu biomasy jako paliva. Toto všechno musíme zohlednit při výběru vhodného zařízení k jejímu spalování.

Kromě pouhého získávání tepla z biomasy, se dnes často začíná využívat kombinované výroby elektrické energie a tepla zároveň. Oproti fosilním palivům má biomasa spoustu výhod. Kromě toho, že se jedná o obnovitelný zdroj energie, je také podstatně výhodnější co se týká vztahu k životnímu prostředí. Obsahuje totiž jen zanedbatelné množství síry, to znamená, že při hoření téměř nevznikají její oxidy, a není proto třeba odsiřovacích zařízení. Taktéž je důležitý fakt, že se při hoření biomasy uvolní do ovzduší de facto stejné množství CO_2 , jaké bylo spotřebováno při jejím růstu, nedochází tudíž ke zvyšování jeho koncentrace. Nezanedbatelnou skutečností je také to, že při pěstování biomasy se využívá často jinak nadbytečná zemědělská půda, což zajišťuje obživu pro zemědělce a také pro jejich zaměstnance, udržuje se tak tedy i zaměstnanost v daném regionu.

Ovšem spalování biomasy má i svoje nevýhody. Vzhledem k náročnějšímu zpracování a k nákladům na dopravu, je biomasa většinou stále dražší než fosilní paliva. Nevýhodou je v našich podmínkách také sezónnost jejího pěstování a s tím spojené velké nároky na skladovací prostory. Navíc pro některé zdroje biomasy dnes ještě zcela není dořešena otázka mechanizace (viz rychle rostoucí dřeviny). Mnoho zemědělců také odmítá investovat do

ještě ne zcela odzkoušených a tudíž potenciálně rizikových oblastí, jako je právě produkce biomasy.

2.1.1 Výroba tepla a elektrické energie přímým spalováním biomasy

Při kombinované výrobě elektrické energie a tepla z biomasy dochází k tomu, že teplo vznikající při jejím spalování ohřívá vodu, z které se tak uvolňuje pára, ta prochází přes parní turbínu připojenou ke generátoru, v němž vzniká elektrická energie. Zbytek vody, která se nepřeměnila v páru, pak slouží jako zdroj tepla. Při spalování se často k samotné biomase přidává také uhlí nebo komunální odpad, přičemž se využívají fluidní kotle, kde se spalovaný materiál nachází ve vznosu a dochází ke kvalitnějšímu spalování než v klasických kotlích při vzniku menšího množství škodlivin vypouštěných do ovzduší.

2.1.2 Výroba tepla a elektrické energie zplyňováním biomasy

Při zplyňování dochází k tomu, že biomasa neprojde typickým spalovacím procesem, ale je ve speciálním zplyňovacím zařízení rozložena, přičemž kromě pevného zbytku vzniká též směs plynů (CO , CO_2 , H_2 , CH_4 , N_2), z nichž podstatnou část tvoří methan. Takto vzniklý bioplyn se pak dále spaluje za vzniku tepla a elektrické energie. Zplyňování může probíhat dvěma způsoby [16] (v závislosti na tom, čím na biomasu působíme). Prvním způsobem je zplyňování působením oxidačního prostředí (vzduch nebo kyslík), kdy část biomasy shoří a vznikající teplo slouží k tepelnému rozkladu biomasy zbývající. V případě, že se jako oxidačního prostředí použije kyslík, je vzniklý bioplyn výhřevnější v důsledku menšího obsahu dusíku. Druhou metodou, využívanou při zplyňování biomasy, je zplyňování působením vodní páry nebo směsi páry a spalin. Při této metodě je však nutno dodávat také energii zvenčí, protože při daném způsobu se neuvolňuje dostatek tepla potřebného k dokonalému zplyňování. Vzniká však bioplyn, jenž je podstatně výhřevnější než u předchozí metody.

Vzniklý bioplyn se pak po několikastupňovém přečištění spaluje v motoru, který pohání generátor a vzniká tak opět elektrická energie. Zbytkové teplo se zase využívá k vytápění.

Při zplyňování kromě bioplynu vzniká samozřejmě i popel, ale kromě toho i sloučeniny dehtu a saze, jež se musí před spalováním z plynu odstranit, proto je ve výrobním procesu zařazeno jeho několikastupňové čištění.

2.1.3 Příklady využití termochemické přeměny biomasy v ČR a ve světě

V posledních několika letech v ČR vyrostlo několik tzv. centrálních výtopen na spalování biomasy, což jsou zařízení, která zajišťují dodávku tepelné energie pro větší množství domácností, přesto má ČR v této oblasti ještě značné rezervy. První taková zařízení u nás vznikla v roce 1994 v Kardašově Řečici a v Neznašově u Českých Budějovic [2]. V současné době je jich v ČR přibližně kolem třiceti, tento počet se však každým rokem zvyšuje. Mezi největší v současnosti patří zařízení v Bystřici nad Pernštejnem (9 MW), Roštíně u Kroměříže (8 MW), či v Žluticích (7,9 MW) [1, TT].

Výroby elektrické energie z biomasy se i u nás začíná v poslední době rozmáhat. V současné době využívá společnost ČEZ kombinovaného spalování biomasy a uhlí ve třech svých elektrárnách. Jsou to elektrárny v Tisové u Sokolova, Poříčí u Trutnova a Hodoníně. Například v Hodoníně elektrárna spaluje kromě dřevních štěpků také šťovík a amarant, který se jeví jako vhodná plodina pro energetické využití v podmínkách ČR. V roce 2005 tato elektrárna spálila 42000 t biomasy a do budoucna má v plánu spalovat až 200000 t biomasy ročně [3].

Ve světě se kombinované výroby tepla a elektřiny z biomasy hojně využívá například v Dánsku [1]. Ve skotském městě Lockerbie zase společnost E.ON staví novou elektrárnu na spalování biomasy o výkonu 44 MW. Stavba by měla být dokončena v roce 2007.

2.2 Biochemická přeměna biomasy

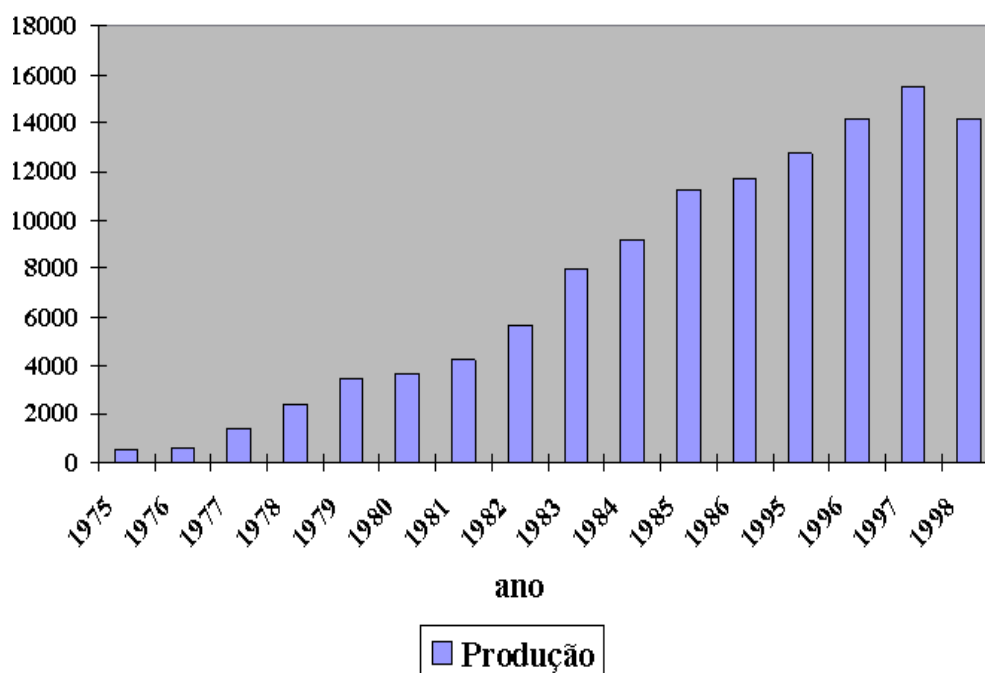
Biochemická přeměna je proces, při kterém je organická hmota rozkládána mikroorganismy. Tento proces může probíhat aerobně (za přístupu kyslíku), či anaerobně (bez přístupu kyslíku). Podle toho, jakým způsobem proces probíhá, se liší výsledné produkty. V našem případě nás budou konkrétně zajímat dva případy, z nichž v jednom jde o proces aerobní a ve druhém o proces anaerobní. Prvním z nich je alkoholové kvašení. Jedná se o proces aerobní (fermentaci). Substrát (sacharidy) je mikroorganismy rozkládán na ethanol a CO₂.

Druhým případem je methanové kvašení, jehož hlavním produktem je methan, kromě něž vzniká také CO₂. Zde se jedná o proces anaerobní.

2.2.1 Alkoholové kvašení – brazilský program Proálcool

Jedním z příkladů zpracování biomasy pomocí alkoholového kvašení a následného využití jeho produktů je brazilský program výroby ethanolu z cukrované třtiny, známý pod zkratkou Proálcool. Tento program byl zahájen v roce 1975 jako reakce na tehdejší ropnou krizi. Nejvhodnějším zdrojem biomasy pro tento účel je díky svému vysokému obsahu sacharidů a velkému rozšíření v Brazílii cukrová třtina. Při startu tohoto programu muselo dojít ke koordinaci mezi mnoha ministerstvy, státem vlastněnou ropnou společností PETROBRÁS, automobilovým průmyslem a samozřejmě taktéž vlastníky vozidel. Důležitým bodem bylo také zahájení výroby automobilů s motory na spalování ethanolu, s tím bylo taktéž spojeno snížení daně na strojírenské výrobky.

U benzinových pump se tak objevily dva nové produkty. Prvním byl čistý ethanol, na který mohou jezdit jen vozidla se speciálně upraveným motorem a druhým byla směs benzínu a ethanolu, na níž je možno jezdit i s běžnými benzinovými motory (maximální udávaný obsah ethanolu pro použití v běžných benzinových motorech je 30 %) [14]. O nová auta s motory na ethanol byl velký zájem, například v roce 1985 byly motory na alkohol osazeny do 96 % automobilů vyprodukovaných v tomto roce v Brazílii [14]. Později však spotřeba čistého alkoholu začala klesat. Důvodem bylo snížení cen ropy, ale zase tak vzrostla spotřeba směsi ethanolu s benzinem. V roce 1997 došlo k zastavení dotací na tato paliva. I přesto dnes v Brazílii jezdí asi 4 milióny aut s motorem spalujícím pouze ethanol a kolem 15 miliónů aut jezdících na směs benzínu s ethanollem [14].



Obr. č. 3: Vývoj produkce ethanolu z biomasy v letech 1975 až 1998 (na ose y je objem produkce v mil. m³). [13]

Dnes se obsah ethanolu ve směsi podle norem má pohybovat mezi 20 a 26 %, dnes směs obvykle obsahuje 24 % alkoholu.

Tento program nemá příznivý dopad pouze ve snížení cen pohonných hmot a menší škodlivosti biopaliv k životnímu prostředí. V rámci programu došlo k více jak 20 % zvýšení produkce cukrové třtiny a s tím je také spojeno vytvoření mnoha nových pracovních míst, což je v zemích jako je Brazílie velmi důležité. Důležité je rovněž také připomenout, že Brazílie, jako více méně rozvojová země, byla jednou z klíčových zemí při ratifikaci Kjótského protokolu.

Zde ještě přináším přehled pozitiv a negativ programu Proálcool [13]:

Pozitiva:

- Velký potenciál produkce, závisí na klimatických podmínkách
- Menší závislost na ropě
- Menší závislost na dovozu
- Přísun prostředků na výzkum do dané oblasti

Negativa:

- Dominantní primární zdroj – cukrová třtina (další možné zdroje: eukaliptus nebo maniok)
- Pěstování stále stejné plodiny na plantáži – vysiluje půdu
- Zneužívání pracovní síly pro práci na plantážích a továrnách na zpracování cukrové třtiny (zneužívání práce dětí a žen)

Podobné programy jako je ten brazilský v současné době probíhají také v jiných zemích. Jedná se o některé další latinskoamerické země (Argentina, Bolívie, Honduras, Kostarika, Paraguay a jiné), některé africké státy (Keňa, Jihoafrická republika, Zimbabwe, Malawi) [15], ale také o USA či Švédsko.

V poslední době byla například zahájena výroba automobilů s motory na tzv. flexibilní palivo, což znamená, že mohou jezdit jak na běžný benzín, tak na palivo s velmi vysokým obsahem ethanolu (až přes 80 %). Například v Brazílii bylo po 13 měsících od zahájení prodeje těchto automobilů počátkem roku 2003 prodáno téměř 95000 kusů [1]. Probíhají rovněž i pokusy s biopalivy do vznětových motorů, kde je problém s tím, že po přidání ethanolu do paliva se výrazně sníží jeho bod vzplanutí, což se kompenzuje přidáváním tzv. urychlovačů zapalování.

2.2.2 Methanové kvašení – výroba a zpracování bioplynu

Methanové kvašení je proces, při němž methanogenní organismy rozkládají vlhký organický materiál (cukry, tuky, bílkoviny) převážně na metan a CO_2 . Tato směs plynů se nazývá bioplyn a obsah methanu v něm se obvykle pohybuje mezi 50 až 75 %, oxidu uhlíčitého mezi 25 až 50 %, kromě toho však v závislosti na složení výchozího materiálu obsahuje také malé množství jiných plynů. Obecně lze název bioplyn použít pro všechny druhy plyných směsí, které vznikly činností mikroorganismů. Existuje proto několik druhů bioplynu. Tím asi nejklaštějším je bioplyn vznikající rozkladem produktů živočišné výroby, čili hnoje nebo močůvky, případně i rostlinných odpadů. Kromě toho lze bioplyn získávat také jako tzv. kalový plyn při anaerobním rozkladu usazenin v přírodních i umělých nádržích (tohoto procesu se využívá také při čištění odpadních vod). Bioplyn se uvolňuje taktéž ze skládek komunálního odpadu, jehož výrony mohou být velmi nebezpečné, a

existuje proto snaha jej jímat a využívat pro energetické účely či jej alespoň spalovat bezpečnostním hořákem. Mezi bioplyn se však dá zařadit i zemní či důlní plyn.

Methanové kvašení neboli anaerobní fermentace je složitý proces, který probíhá ve čtyřech hlavních fázích. První fází je hydrolýza, při níž se polymery rozkládají na jednodušší organické látky. Po hydrolýze pak následuje acidogeneze, kdy vznikají vyšší organické kyseliny a alkoholy, ale kromě toho už zde vzniká CO_2 , vodík a kyselina octová, jež umožňují methanogenním bakteriím tvorbu methanu. Ve třetí fázi – acetogenezi – dochází k tomu, že specializované kmeny bakterií transformují vyšší organické kyseliny na kyselinu octovou, vodík a oxid uhličitý. Jako poslední fáze následuje methanogeneze, kdy acetotrofní bakterie rozkládají kyselinu octovou na methan a CO_2 a hydrogenotrofní bakterie produkují z vodíku a oxidu uhličitého methan. Je třeba mít na paměti, že všech těchto pochodů se účastní mnoho kmenů bakterií, přičemž hydrolýza probíhá ještě v aerobním prostředí [1].

Materiál, z kterého chceme bioplyn získat, musí splňovat určité vlastnosti. Musí mít například nízký obsah anorganického podílu, naopak vysoký obsah biologicky rozložitelných látek, důležitý je rovněž obsah sušiny, u pevných odpadů je jeho optimální hodnota 22 až 25 %, u tekutých 8 až 14 %. Dále je důležitým faktorem hodnota pH vstupujícího materiálu, přičemž za optimální hodnotu se považuje interval 7 až 7,8. V průběhu procesu se však tato hodnota podstatně mění. Významným parametrem je taktéž poměr obsahu uhlíku a dusíku v biomase, za optimální se považuje pásmo kolem 30 : 1. Vhodnost materiálu může být rovněž podstatně narušena přítomností nežádoucích příměsí [1].

Anaerobní fermentace může být v závislosti na obsahu sušiny v materiálu buď suchá, nebo mokrá, přičemž přibližnou hranicí mezi nimi je 50 %. Technologie přípravy bioplynu může také probíhat diskontinuálně, kdy se fermentor jednorázově naplní a po uplynutí určité doby (většinou kolem 30 dnů) se jeho obsah musí vyměnit, tento způsob se používá většinou u suché fermentace tuhých organických materiálů. Dále může probíhat kontinuálně (většinou mokrá fermentace) nebo semikontinuálně. Reaktory, v nichž fermentace probíhá, mohou být různých tvarů. Od obyčejné laguny, používané při mokré fermentaci, ovšem s malou účinností, přes různé pravoúhlé hranolovité či válcové fermentory až po reaktory kulové, polokulové či dokonce vejčité [1].

Jako příklad technologie na získávání a využití bioplynu zde uvedu bioplynovou stanicí společnosti Luha a. s. v Jindřichově. Toto zařízení zahájilo svůj provoz v roce 1989 jako

jedno z prvních v tehdejší Československu. Jako vstupní materiál zde slouží chlévská mrva, získávaná z několika kravínů v areálu společnosti, jedná se tudíž o technologii suché fermentace. Chlévská mrva je dopravována a pak skladována na k tomu určeném hnojišti. Jako reaktorů se využívá tzv. systému koš – zvon. Koš je vyroben z hrubého pletiva ze silného drátu a má objem 85 m³. Tento koš se pomocí speciálního jeřábu naplní materiálem a poté se přikryje zvonem, což je jakýsi zaizolovaný oplechovaný válec, na němž jsou vývody pro hadice, jimiž je po napojení vznikající bioplyn čerpán do zásobníku. V reaktoru se materiál nechá 28 dní, po kterých se obsah vymění. Chlévská mrva prošlá fermentací se pak používá jako kvalitní přírodní hnojivo. Ze zásobníků je pak bioplyn po pročištění přiváděn ke spalovacímu motoru. Tento motor pohání generátor, jenž vyrábí elektrickou energii. Tato energie je pak využita pro zásobování areálu společnosti, dříve Luha a. s. dodávala elektřinu i do veřejných sítí, vzhledem k nízkým výkupním cenám však od tohoto odstoupila. Odpadní teplo, které při výrobě vzniká, se používá v zařízení na sušení dřeva a k vytápění kravínů. Toto zařízení má svoje nesporné výhody a je také ekologicky šetrné, avšak je tu i několik důležitých problémů. Jedním z nich je omezená možnost provozu v zimních měsících z toho důvodu, že ve fermentoru se nevytvoří teplota, jež mikroorganismy potřebují k tomu, aby mohl být zahájen proces fermentace (nejnižší teplota, při níž začíná proces probíhat, je 4 °C). Další nevýhodou je velká finanční náročnost na údržbu zařízení, z tohoto důvodu již několik podobných zařízení v ČR svůj provoz ukončilo.

2.3 Fyzikální a chemická přeměna biomasy

Fyzikální přeměnou biomasy se rozumí především mechanické způsoby zpracování jako je štípání, drcení, briketování, peletování, mletí apod. Takto upravená biomasa je pak využívána především k energetickým účelům. Kromě těchto procesů patří k fyzikálním přeměnám i lisování řepkového a jiných olejů, kterých se pak využívá k přípravě methylesterů jejich mastných kyselin. Při tomto způsobu úpravy se již jedná o přeměnu chemickou, jejíhož výsledného produktu se pak využívá jako biopaliva.

2.3.1 Esterifikace surových bioolejů

K esterifikaci se využívá triglyceridů, které tvoří kolem 98 % rostlinných olejů a živočišných tuků a zbytek představují di- a monoglyceridy, volné mastné kyseliny, lipidy atd. Tato výroba methylesterů mastných kyselin je založena na katalyzované esterifikaci nebo reesterifikaci s alkoholem, především methanolem. Procesem reesterifikace řepkového

oleje s methanolem vznikají dvě fáze, glycerinová a methylesterová. Po dosažení rovnovážného stavu zůstávají v reakční směsi přítomny také přechodně reakční produkty, tj. mono- a diglyceridy mastných kyselin, nezreagovaný olej (tj. triglyceridy) a methanol, který se dává vždy v nadbytku. Reakcí katalyzátoru s přítomnými mastnými kyselinami i s olejem samotným vznikají soli mastných kyselin a stejně jako při reesterifikaci směs glyceridů a glycerinu. Tato směs sloučenin oleje a tuků je navzájem jen omezeně mísitelná a rozdělí se na dvě fáze. V dolní fázi surového glycerinu jsou vedle glycerinu přítomny methanol, glyceridy, methylestery, soli mastných kyselin, katalyzátor, voda a většina doprovodných látek z olejů a tuků. Ve vrchní vrstvě jsou hlavní složkou methylestery, které jsou znečištěny methanolem, glyceridy s nepatrným množstvím vody, solí, glycerinem a mastnými kyselinami. Proto je u obou fází nutná rafinace na standardizovanou kvalitu [1].

Výsledný produkt, methylestery mastných kyselin, si jsou strukturálně velmi podobné s motorovou naftou. Polární skupina esterů vede dále ke zlepšení mazací schopnosti pohonné hmoty.

V ČR vyrábí methylestery mastných kyselin (tzv. bionaftu) několik závodů. Jsou to například RPN Chrudim, Agropodnik a. s., Jihlava-Dobronín nebo závody Setuzy Ústí nad Labem v Mydlovarech a Olomouci.

Bionafta se v ČR (i v EU) vyrábí od roku 1992. Rozvoji tohoto biopaliva je napomáháno snížením či úplným odstraněním spotřební daně. Daňově zvýhodňovány jsou rovněž i směsná paliva na bázi methylesterů mastných kyselin řepkového oleje. V současné době je v EU uplatňována spotřební daň na bionaftu a směsná paliva na její bázi ve výši 21 EUR na 1000 l [1].

Mezi výhody bionafty patří, kromě toho, že se jedná o obnovitelný zdroj, i výrazně příznivější složení emisí, až na NO_x, dále výrazně vyšší mazivost než u motorové nafty, či dobrá biologická rozložitelnost. Naopak nevýhodou je větší agresivita k běžným pryžovým hadicím, těsněním a nátěrům, dále přibližně o 6 až 10 % vyšší spotřeba oproti motorové naftě a také snížení výkonu motoru o 3 až 8 % [1].

ZÁVĚR

Podle propočtů různých odborníků se roční energetický potenciál biomasy pohybuje kolem 1400 EJ, což je téměř pětkrát více, než činí roční světová spotřeba fosilních paliv [1]. Existuje ovšem několik faktorů, které rozvoji využívání biomasy brání [1]. Je to třeba to, že produkce biomasy pro energetické účely konkuruje dalším způsobům využití biomasy, například k potravinářským nebo krmivářským účelům apod. Zvyšování produkce biomasy také vyžaduje rozšiřovat produkční plochy nebo zvyšovat intenzitu výroby biomasy, což přináší potřebu zvyšovat investice do výroby biomasy. Maximální využití zdrojů biomasy k energetickým účelům z celosvětového hlediska je problematické vzhledem k rozmístění zdrojů biomasy a spotřebičů energie, vzhledem k potížím s akumulací, transportem a distribucí získané energie. Ovšem využití biomasy k energetickým účelům má i své nesporné výhody. Mezi ně patří menší negativní dopady na životní prostředí, je zde možnost účelného využití spalitelných, někdy i toxických odpadů. Nezanedbatelný je rovněž fakt, že se jedná o tuzemský zdroj energie, a tím se snižuje spotřeba dovážených energetických zdrojů. Možná největší výhodou je ovšem to, že se jedná o obnovitelný zdroj energie.

I přes své určité nevýhody se biomasa do budoucna jeví jako jedna z nejlepších náhrad za fosilní paliva, jejichž zásoby se stále ztenčují. Je proto nutné, aby se lidstvo stále snažilo vymýšlet nové a zdokonalovat stávající technologie zpracování biomasy, což by nejen z velké části nahradilo fosilní paliva, ale také by to přispělo ke zlepšení současného neuspokojivého stavu životního prostředí.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] PASTOREK, Z., KÁRA, J., JEVIČ, P.: *Biomasa : Obnovitelný zdroj energie*. Praha : FCC PUBLIC, 2004. 288 s.
- [2] *BIOMASA: prosadí se, anebo „jen“ shoří?. Technický týdeník*. 2005, č. 3, s. 14-18.
- [3] *Spalování biomasy v Hodoníně: čistá energie i pomoc farmářům. Grand Expres*. 2005, roč. 1, č. 10, s. 16. Inzerce.
- [4] *Strategies for the Development of Biomass as an Energy-Carrier in Europe* [online]. [cit. 2005-03-23]. Dostupný z WWW: <http://www.ecop.ucl.ac.be/aebiom/publications/PAPER4.HTM>.
- [5] *Energie z biomasy* [online]. [cit. 2006-03-23]. Dostupný z WWW: <http://www.spvez.cz/pages/biomasa.htm>.
- [6] BADGER, P. C., FRANSHAM, P.: *Use of mobile fast pyrolysis plants to densify biomass and reduce biomass handling costs—A preliminary assessment*. *BIOMASS & BIOENERGY*. 2006, vol. 30, is. 4, s. 321-325. Dostupný z WWW: http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6V22-4HYMW1F-1&_user=658430&_handle=V-WA-A-W-AD-MSAYWW-UUW-U-AACUYDBZAD-AAVYVCVVAD-YYVCBYWAW-AD-U&_fmt=full&_coverDate=04%2F30%2F2006&_rdoc=9&_orig=browse&_srch=%23toc%235690%232006%23999699995%23618644!&_cdi=5690&_view=c&_acct=C000035718&_version=1&_urlVersion=0&_userid=658430&_md5=4760af8ef6aa0055fc3803f6369feeb4.
- [7] *Vznik bioplynu a základní vlastnosti* [online]. [cit. 2006-03-23]. Dostupný z WWW: <http://www.bioplyn.cz/vznikbp.php>.
- [8] *Biomass* [online]. [cit. 2005-10-27]. Dostupný z WWW: <http://edugreen.teri.res.in/explore/renew/biomass.htm>.
- [9] *Energie biomasy* [online]. [cit. 2006-03-23]. Dostupný z WWW: <http://www.iekis.cz/?page=biomasa>.
- [10] *Energie biomasy* [online]. [cit. 2006-03-23]. Dostupný z WWW: <http://www.ekowatt.cz/library/infolisty/infolisty1999/biomasa.php3>.

- [11] *E.ON to Build the Largest Dedicated Biomass Power Station in the UK* [online]. [cit. 2005-10-27]. Dostupný z WWW: <<http://www.eon.com/en/presse/news-show.do?id=7295>>.
- [12] *Biomasa* [online]. [cit. 2006-03-23]. Dostupný z WWW: <<http://www.greenpeace.cz/obnovitelne/biomasa.shtml>>.
- [13] *Proálcool* [online]. [cit. 2006-04-27]. Dostupný z WWW: <<http://www.soaresoliveira.br/projetoenergia.em/proalcool.html>>.
- [14] *The Brazilian National Programme of Fuel Alcohol(Proálcool)* [online]. [cit. 2006-04-27]. Dostupný z WWW: <<http://brazilembassyinindia.com/proalcool.htm>>.
- [15] *Conversion of biomass into ethanol* [online]. [cit. 2006-04-27]. Dostupný z WWW: <<http://energysavingnow.com/biomass/carsbiofuel.shtml>> .
- [16] ŠOLTÉS, J., RANDA, M.: *Výroba elektriny z biomasy* [online]. [cit. 2006-03-23]. Dostupný z WWW: <http://www.sea.gov.sk/biomasa/subory/sprava_biomasa.pdf>.
- [17] ŠIROKÁ, M.: *Pěstování energetických plodin v ekologických souvislostech* [online]. [cit. 2006-05-24]. Dostupný z WWW: <<http://www.kispk.cz/default.asp?ch=363&typ=1&val=34724&ids=2776>>.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Sklizeň na plantáži se šťovíkem Uteuša.....	9
Obr. 2. Možnosti využití biomasy.....	11
Obr. 3. Vývoj produkce ethanolu z biomasy v letech 1975 až 1998.....	16