

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: Zemědělství

Studijní obor: Trvale udržitelné systémy hospodaření v krajině

Katedra: Katedra speciální produkce rostlinné

Vedoucí katedry: prof. Ing. Vladislav Čurn, CSc.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Využití cukrovky (*Beta vulgaris*) na výrobu biolihu

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Jiří Diviš, CSc.**

Autor bakalářské práce: **Michaela Smrčinová**

České Budějovice

2015

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Fakulta zemědělská

Akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Michaela SMRČINOVÁ**
Osobní číslo: **Z10404**
Studijní program: **B4131 Zemědělství**
Studijní obor: **Trvale udržitelné systémy hospodaření v krajině**
Název tématu: **Využití cukrovky na výrobu biolíhu**
Zadávací katedra: **Katedra rostlinné výroby a agroekologie**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Úvod: Stručný nástin významu tématu práce.

Literární přehled: Uvést citace domácích a zahraničních autorů k řešené problematice.

Zpracování práce:

Bakalářská práce bude založena na literárním zpracování tématu zaměřeného na využití cukrovky na výrobu biolíhu. Postavení cukrovky jako obnovitelného zdroje energie. Způsoby zpracování cukrovky na biolíh. Pěstitelské podmínky pro dosažení vysokého výnosu a kvality cukrovky při pěstování na biolíh.

Výsledky: Získané výsledky budou uspořádány do tabulek a grafů se slovním hodnocením.

Diskuze: Porovnání dosažených výsledků s údaji v literárním přehledu.

Závěr: Shrnutí vlastních výsledků do bodů a uvést přínos a využití výsledků řešené problematiky.

Seznam literatury: Uvedení citované literatury.

Rozsah grafických prací: 5 - 10 stran

Rozsah pracovní zprávy: 30 - 40 stran

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

Pulkrábek J., Urban J. (2008): Inovační trendy v pěstování cukrovky a její využití na biolíh. ÚZPI Praha

Rybáček V. a kol. (1985): Cukrovka. SZN Praha

Pulkrábek J.: Medotika pěstování cukrovky, ČZU Praha

Časopis ENERGIE 21

Vědecké a odborné časopisy

Sborníky z konferencí

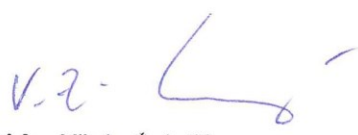
Internetové databáze

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Jiří Diviš, CSc.


Katedra rostlinné výroby a agroekologie

Datum zadání bakalářské práce: 21. března 2013

Termín odevzdání bakalářské práce: 15. dubna 2014


prof. Ing. Miloslav Soch, CSc.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
L.S.
studijní oddělení
Studentská 13
370 05 České Budějovice


prof. Ing. Vladislav Čurn, Ph.D.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 21. března 2013

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem svoji bakalářskou práci na téma „Využití cukrovky (*Beta vulgaris*) na výrobu biolíhu“ vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě - v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne: 22. 4. 2015

.....
Michaela Smrčinová

Poděkování:

Děkuji svému vedoucímu bakalářské práce panu doc. Ing. Jiřímu Divišovi, CSc., za metodické vedení, ochotu, podporu a pomoc při zpracování této práce.

Téma: Využití cukrovky (*Beta vulgaris*) na výrobu biolihu

Abstrakt:

Tato bakalářská práce se zabývá výrobou biolihu z cukrové řepy pro využití v dopravě. Práce popisuje biopaliva, jejich historii a dělení. Dále je uvedeno porovnání cukrovky a obilovin pro získávání bioetanolu se zdůvodněním proč v ČR vyrábět bioetanol právě z cukrovky. Obsažen je i postup výroby bioetanolu z cukrové řepy. Následně je popsána historie a pěstování cukrovky v ČR. Dále se práce zabývá využíváním biopaliv ve světě.

Klíčová slova: biopaliva, biolih, bioetanol, cukrová řepa, cukrovka

Abstract:

This bachelor thesis concentrates on the production of bioethanol from sugar beet and the usage of it in transportation. The thesis describes biofuels, their history and division of them. Then there is a comparison of sugar beet and cereals for production of bioethanol and also reasons why it is convenient to make bioethanol from sugar beet in the Czech Republic. Manufacturing process of bioethanol from sugar beet is included. The history and cultivation of sugar beet is described here as well. The thesis also deals with the use of biofuels in the world.

Key words: biofuels, bioethanol, sugar beet

Obsah

1. Úvod.....	8
2. Biopaliva	10
2.1. Biopaliva první generace	11
2.2. Biopaliva druhé generace	11
2.3. Biopaliva třetí generace	12
2.3.1. Proč podporovat biopaliva první generace	12
2.4. Právní normy	12
2.5. Podpora biopaliv v ČR	14
3. Bioetanol	15
3.1. Historie bioetanolu	16
3.2. Výroba bioetanolu v ČR - současnost	17
3.3. Spotřeba bioetanolu	18
3.4. Svaz lihovarů ČR.....	20
3.5. Vývoj využití bioetanolu	21
3.6. Výhody bioetanolu	21
3.7. Nevýhody bioetanolu.....	22
3.8. Suroviny pro výrobu bioetanolu	22
3.9. Cukrová řepa a bioetanol.....	23
4. Cukrová řepa	25
4.1. Svaz pěstitelů cukrovky Čech	26
4.2. Využití cukrovky	26
4.3. Složení cukrové řepy	27
4.4. Pěstování cukrové řepy.....	28
4.5. Cukrovarnictví a pěstování cukrovky v ČR	29
4.5.1. Vyplatí se pěstovat cukrovku	29
4.6. Kvóty na cukr	30
4.6.1. Přehled kvót přidělených cukrovarnickým podnikům pro rok 2014/15 ..	31
5. Výroba bioetanolu z cukrovky v ČR.....	31
5.1. Zpracování cukrovky	32
5.2. Využití bioetanolu pro palivářské účely	37
5.2.1. E85 – palivo nové generace	37
5.2.2. Úprava motoru běžného vozidla	38
5.2.3. Vliv používání paliva E85na životnost motoru	39
5.2.4. E85 – vliv na emise.....	39
5.2.5. Výše spotřeby	40
5.2.6. Porovnání E85 s LPG	40
5.4. Nabídka vysocekoncentrovaných paliv	41
6. Dopady na životní prostředí	41
6.1. Půda	41
6.2. Ovzduší.....	42
11. Závěr	44
12. Seznam citované literatury	46

1. Úvod

Biopaliva jsou paliva, která jsou vyrobena z organického (rostlinného nebo živočišného) materiálu. Mezi dvě nejvyužívanější formy patří bionafta, vyrobená z olejnin, jako jsou slunečnice a řepka a bioetanol, vyrobený z plodin, jako je pšenice, kukuřice, cukrová řepa a cukrová třtina. Tato paliva jsou vzájemně kombinována s ropným palivem, jelikož v roce 2003 byla přijata Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2003/30/ES o podpoře využívání biopaliv nebo jiných obnovitelných paliv v dopravě. Touto směrnicí bylo zavedeno přimíchávání biopaliv do benzinů a nafty. Směrnice 2003/30/ES byla nahrazena novou Směrnicí Evropského parlamentu a Rady 2009/28/ES o obnovitelné energii, která stanoví kritéria udržitelnosti pro biopaliva. Tato směrnice mimo jiné státům EU ukládá, že nejméně 10% spotřebované energie v dopravě by mělo pocházet z obnovitelných zdrojů.

Využití energie ze zemědělských plodin poskytuje další možnosti i cukrové řepě. Podle úrovně výnosů lze z jednoho hektaru cukrovky získat pět až sedm tun bioetanolu. Výroba a užití etanolu představuje významnou možnost stabilizace tuzemského pěstování cukrovky.

Cukrová řepa, také cukrovka (*Beta vulgaris sub. Altissima*) představuje technickou plodinu z čeledi merlíkovitých. Rostlina má svůj domov ve Středozeří, úspěšně se však prosadila v celém mírném klimatickém pásmu. Také v Česku má významný podíl na celkové zemědělské produkci. Pěstování cukrovky a cukrovarnictví má u nás dlouholetou tradici, především v oblasti Polabí a Hané. Cukrová řepa se zde dokonce označuje jako bílé zlato, jelikož byl cukr v historii používán také jako platidlo. Platilo tedy, že kdo měl cukr, byl bohatý. Ještě po 1. světové válce pocházelo celých 18 % z celosvětové produkce cukru z tehdejšího Československa. V současnosti je to však méně než 1 %.

Snížení ploch a počtu cukrovarů po roce 1989 je následek liberalizace trhu s cukrem, kdy došlo k velmi potřebné a očekávané výrazné intenzifikaci pěstování řepy (dvojnásobné výnosy), koncentraci a modernizaci cukrovarů. Tento proces umožnil ČR dobře obstát v následném období vstupu do EU a i přes určitou momentální ztrátu také ustát reformu trhu s cukrem v EU v letech 2006-2009 (její ztráta je již vyrovnána). Od cukerní reformy se stala cukrovka jednou z nej-

výkonnějších plodin v našich podmínkách. Aktuálně se cukrová řepa úspěšně prosazuje také kvůli výrobě biopaliv, zejména biolihu, který je přimícháván do běžného benzínu, a také díky ekologicky šetrnému palivu E85, určenému pro benzínové motory.

Obr. č. 1: Seřezané bulvy cukrové řepy
Zdroj: www.agrobiologie.cz



2. Biopaliva

Biopaliva jsou jedním z tzv. alternativních paliv. Jsou vyráběna výlučně z biomasy, což jsou všechny organické materiály, které pocházejí z rostlin, živočichů a jejich produktů (Rollerová: 2008).

Jako biopaliva označujeme paliva, která jsou z větší části nebo zcela vyrobená z obnovitelných zdrojů – energie větru a slunce, vody, půdy, vzduchu, biomasy či bioplynu. V oblasti pohonných hmot pro automobily máme na mysli kapalná biopaliva. Již v této době se do běžných paliv biosložka přimíchává - necelých 5% bioetanolu do benzínu a necelých 7% FAME do nafty. Do roku 2020 se tento podíl podle směrnic Evropské unie má zvýšit na minimálně 10% (www.ceproas.cz).

Biopaliva jsou paliva, která jsou vyrobená z organického (rostlinného nebo živočišného) materiálu. Mezi dvě nejvyužívanější formy patří bionafta a bioetanol. Bionafta může být použita jako palivo pro vozidla v čisté formě, ale obvykle je používána jako motorová přísada pro snížení hladiny částic - oxidu uhelnatého a uhlovodíků u vozidel poháněných vznětovým motorem. Tato paliva jsou vzájemně kombinována s ropným palivem (až 10% bioetanolu a o něco méně bionafty).

V lednu 2008 vláda Spojených států amerických vypsala pro obnovitelná paliva normu, která vyzývá k roční produkci 136 miliard litrů biopaliv (bionafta a bioetanol) do roku 2022.

Vláda Jižní Afriky se obává dodržení cílových strategií pro využití biopaliv jako je bioetanol, vyráběný z pšenice. Zásadní problém je nedostatek potravin po zvýšení cen, dále sucho a fakt, že za poslední období klesly ceny pšenice.

Brazílie se rozhodla také investovat do výroby biopaliv a dnes patří k hlavním poskytovatelům bioetanolu. Bioetanol se zde vyrábí z cukrové třtiny, ale v tomto případě si to právě Brazílie může dovolit a to kvůli vynikajícím vodním zdrojům. Někteří zemědělci tvrdí, že rozšíření trhu pro plodiny prostřednictvím biopaliv povede k lepšímu "zajištění" potravin, a že používání geneticky modifikovaných plodin snižuje jejich závislost na hnojivech a pesticidech (www.najlacnejsie-pzp.sk).

2.1. Biopaliva první generace

Surovinou pro výrobu současných biopaliv první generace je biomasa, kde existuje její konkurenční užití ve výrobě potravin či krmiv. Mezi biopaliva první generace patří bioetanol, vyrobený z obilí, cukrové řepy, cukrové třtiny, kukuřice, škrobu, rostlinných odpadů kvašením a rafinací, metylester řepkového oleje (MEŘO, RME), vyrobený z vylisované řepky olejné esterifikací, resp. jeho modifikace etylester řepkového oleje (EEŘO), dále metylester mastných kyselin (FAME), vyrobený z vylisovaných olejnatých rostlin (palmový olej, slunečnicový olej, aj.) či biobutanol vyrobený katalytickou konverzí bioetanolu (www.ekoporadny.cz).

2.2. Biopaliva druhé generace

U biopaliv druhé generace je surovinou tzv. nepotravinářská biomasa, jako je lesní biomasa včetně těžebních zbytků, zemědělský odpad (sláma, seno, kukuřičné, řepkové a jiné zbytky), energetické rostliny (křídlatka, čirok, šťovík apod.) či biologický odpad z domácností. Mezi biopaliva, vyrobená z této suroviny, patří bioetanol, motorová nafta jako syntetický produkt Fischer-Tropschovy syntézy, metanol, resp. benzín jako produkt katalytické konverze syntézního plynu, biobutanol z bioetanolu aj.

Energetické plodiny druhé generace mají transformační potenciál na biopaliva výrazně vyšší než je u první generace. Technologický proces je však mnohem složitější a náročnější než fermentační výroba etanolu či esterifikace olejů. Konverzní poměr je obvykle 5:1 (z 5 tun biomasy lze vyrobit 1 tunu biopaliva). Nasazení druhé generace do komerčního provozu lze ve větším měřítku očekávat až během následujících deseti let (www.ekoporadny.cz).

Biopaliva 2. generace, dnes nazývaná „moderní biopaliva“, by skutečně do roku 2020 měla zasáhnout do celkového mixu nabízených alternativních paliv. Evropská unie předpokládala poměrně prudký rozvoj tohoto sektoru a po masivní podpoře vývoje těchto biopaliv předpokládala, že již v současnosti budou k dispozici výrobní kapacity. Bohužel se ukazuje, že tato biopaliva jsou v porovnání s 1. generací biopaliv stále nekonkurenceschopná, a proto na trhu stále chybí. I s ohledem na tuto situaci nakonec Evropská unie schválila pro tento typ biopaliv poměrně neambiciózní a pro členské státy víceméně indikativní cíl

k roku 2020 ve výši 0,5 % podílu paliv v dopravě. Uvidí se, zda v dohledné době vzniknou v Evropě nějaké nové výrobní kapacity. V České republice zatím o novém investičním záměru v tomto směru nevíme (Svoboda: 2014).

2.3. Biopaliva třetí generace

Když se řekne řasy, většina lidí si představí nepříjemné organismy v bazénech a rybnících. Pro vědce v laboratořích ale znamenají velkou příležitost. Řasy totiž mohou produkovat obnovitelnou energii a současně absorbovat oxid uhličitý. Energie z řas by mohla v budoucnu produkovat biopaliva srovnatelná s palivy na bázi konvenční surové ropy.

V první etapě celého procesu se mění struktura řas tak, aby produkovaly uhlovodíky. Zatímco jiné skupiny vědců se snaží CO₂ ukládat, zde je snahou CO₂ využít k přeměně řas na ropu. Další etapa spočívá ve zpracování surové ropy z řas v existujících rafinériích a ve výrobě stejných produktů získávaných z konvenční ropy, tj. benzínu, nafty a leteckého paliva. Realizace záměru si vyžádá asi 10 let (Vaněk: 2012).

2.3.1. Proč podporovat biopaliva první generace

EU se dlouhá léta potýkala s nadbytkem zemědělské produkce a musela tuto produkci nákladně vyvážet do třetích zemí. Z tohoto důvodu začala hledat uplatnění zemědělských komodit v nepotravinářském sektoru a jedna z možností byla i výroba biopaliv. Výroba biopaliv působí do určité míry jako stabilizační prvek odbytu.

Ekonomický přínos biopaliv spočívá nejen v palivech samotných, ale též v možnosti využití druhotných surovin vzniklých při výrobě, a také v navýšení pracovních míst. Pro každých 100 000 tun biopaliv lze přidělit 1650 pracovních míst (Gandalovič: 2009).

2.4. Právní normy

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 bylo 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.

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 benzíny 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 benzínů přimíchaných do motorových benzínů,
- 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 benzínů přimíchaných do motorových benzínů,
- od 1. ledna 2009 ve výši 4,5 % objemových z celkového množství motorové nafty přimíchaných do motorové nafty (Hromádka a kol.: 2010).

Směrnice o obnovitelné energii 2009/28/ES stanoví kritéria udržitelnosti pro biopaliva. Evropská rada se dohodla na povinném cíli krýt energetickou potřebu do roku 2020 až 20% z obnovitelných zdrojů energie. Kromě toho by v každém členském státě mělo nejméně 10% spotřebované energie v dopravě pocházet z obnovitelných zdrojů. U biopaliva používaného k dosažení tohoto cíle by mělo být požadováno, aby plnilo kritéria udržitelnosti, včetně emisí skleníkových plynů. Od roku 2011 musí úspory z používání biopaliv činit nejméně 35%, od roku 2017 pak 50% a od roku 2018 u nových výrobních závodů alespoň 60% (Švachula: 2012).

Europoslanci se 28. dubna 2015 shodli na omezení podílu biopaliv vyráběných ze zemědělských plodin na spotřebě energie v dopravě. Podle návrhu schváleného Evropským parlamentem by v roce 2020 neměl tento podíl přesáhnout

7%, což má zajistit větší zastoupení pohonných hmot vyráběných například z odpadů nebo řas. Dosavadní pravidla stanovená Bruselem počítala s tím, že v roce 2020 budou energie z obnovitelných zdrojů v dopravě zastoupeny 10%. To platí i nyní, europoslanci však omezili nejvyšší možný podíl klasických biopaliv na 7% (Kupec: 2015).

Zákon o lihu (zákon č. 61/1997 Sb. ve znění pozdějších předpisů) vymezuje podmínky pro výrobu, úpravu, skladování, evidenci a oběh lihu a stanoví působnost ministerstev a jiných správních úřadů na tomto úseku (www.zakonyprolidi.cz).

2.5. Podpora biopaliv v ČR

V ČR nejsou povinně přimíchávaná biopaliva jakkoli dotována. Jsou běžnou výrobní surovinou pro výrobu pohonných hmot. Tyto jsou poté řádně daněny jak plnou sazbou spotřební daně, tak následně vyšší sazbou DPH. Pouze na tzv. vysokoprocenní biopaliva (směsná motorová nafta B-30, 100% bionafta B100 a benzín E85) není uplatňována spotřební daň na podíl biosložky. Tato paliva vyrábějí především výrobci motorových paliv nebo významní velkoobchodníci s pohonnými hmotami. Je to praxe obvyklá v celé EU. Naopak, v některých státech EU je uplatněna nižší sazba spotřební daně i na tzv. nízkoprocenní směsi (Babiš: 2013).

Vláda ČR dne 6. srpna 2014 přijala Návrh víceletého programu podpory dalšího uplatnění udržitelných biopaliv v dopravě na období 2015 – 2020. Cílem materiálu, připraveného Ministerstvem zemědělství, je zachovat podporu využívání energie z obnovitelných zdrojů i v dalších letech. ČR se totiž, stejně jako ostatní členské státy EU, před pěti lety zavázala nahradit do roku 2020 celkem 10 % benzínu a nafty využívaných v dopravě obnovitelnými zdroji.

Tento systém podpory zajišťuje osvobození, snížení, nebo vrácení části spotřební daně z čistých a vysokoprocenních biopaliv podle zákona o spotřebních daních. Vládou schválený text navazuje na současný program podpory, který platí od začátku července 2009 a měl skončit 30. června roku 2015.

Podle programu budou i nadále všechna čistá biopaliva a vysokoprocenní směsi biopaliv zvýhodněny úlevou na spotřební dani z minerálních olejů. U dvou

typů biopaliv (bionafta B100 a etanol E85) bude nově snížena míra poskytované podpory. E85 bude zdaněno částkou 20 haléřů na 1 litr a B100 částkou 50 haléřů na 1 litr, což se v konečné ceně nijak zásadně neprojeví. K navrženému částečnému zdanění uvedených biopaliv Česká republika přistoupila proto, aby nemohlo docházet k nepřiměřené podpoře, jak ji stanoví EU (Jordán: 2014).

- Daňové zvýhodnění vysokoprocentních a čistých biopaliv mělo skončit s koncem června 2015, bude ale platit dál. Vláda totiž koncem února odsouhlasila novelu zákona o spotřebních daních, jež toto zvýhodnění prodlužuje.
- Hlavní myšlenkou je postupně snížit emise z pohonných hmot a zajistit podíl energie v dopravě právě z obnovitelných zdrojů.
- Návrhy navazujících daňových zvýhodnění jsou součástí Víceletého programu podpory dalšího uplatnění udržitelných biopaliv v dopravě na období let 2015 až 2020, který vládě předložilo Ministerstvo zemědělství. Sobotkův kabinet ho následně na začátku srpna schválil (ČT24, 2015).

3. Bioetanol

Bioetanol je etanol, alkohol a líh. Pojmenování alkohol pochází z arabského al-kahal, což znamená jemnou substanci. Etanol se může vyrábět chemickým způsobem nebo mikrobiologicko-kyvným způsobem. Při kyvném postupu vzniká při kvašení sacharidů, jejichž zdrojem jsou zemědělské plodiny, působením kvasinek. Zkvašení probíhá do koncentrace 14-15 % obj. etanolu, při vyšší koncentraci jsou kvasinky zničeny vlastním produktem. Koncentrovanější alkohol (do 96 %) se vyrábí destilací zkvašené zápary. Bezvodý líh (99,9 %) se získá odvodněním lihu z destilace.

Termín bioetanol se používá pro označení kyvného lihu určeného k palivovým účelům. Má vysokou výhřevnost a je ho možné s dobrou účinností spalovat v plynových turbínách či kotlích. Největší využití má ale bioetanol jako motorové palivo. Spaliny lihu neobsahují popel a síru a mají nižší podíl oxidu uhličitého a oxidů dusíku (www.cukrovarytttd.cz).

Bioetanol je vysoce oktanové palivo vyrobené z obnovitelných surovin. Jedná se o etanol (tj. etylalkohol, alkohol, líh) vyrobený technologií alkoholového kvašení z biomasy - obvykle z rostlin obsahujících větší množství škrobu (kukuřice, obilí, brambory) a sacharidů (cukrová třtina nebo cukrová řepa). V mnoha případech se bioetanol vyrábí ze zemědělských produktů, které jsou vypěstovány na území dané země, a tak jeho produkce snižuje závislost celkové ekonomiky státu na dovozu paliv ze zahraničí. Vedlejším produktem při výrobě bioetanolu je tzv. DDGS (sušené lihovarnické výpalky), které se používají jako krmivo. Bioetanol nebo jeho deriváty se v současnosti využívají jako 5-10% příměs do konvenčních minerálních paliv, díky čemuž se snižují náklady na výrobu paliva, zvyšuje se jeho oktanové číslo a snižuje se množství emisí CO₂ (www.zvzb.sk).

3.1. Historie bioetanolu

Je málo známé, že první motory pro pohon automobilů byly zkonstruovány pro pohon na biopaliva. Rudolf Diesel představil v roce 1898 v Paříži motor na olej z burských oříšků, a kdyby se díky svým známým nestal později akcionářem ropné společnosti, kdo ví, na co bychom dnes jezdili. Rostlinný olej se přesto používal až do roku 1920. Henry Ford zase sestavil motor na etanol z kukuřice (www.biopalivafrci.cz).

První pokusy generovat energii z lihu spatřujeme v Brazílii již na počátku 20. století. Pokud jde o automobilismus, pohonem vznětového motoru etanolem se zabývala například polytechnická škola v Sao Paulu. V ulicích tohoto města se také roku 1922 odehrála úspěšná jízda s pokusným vozidlem jedoucím na líh z cukrové třtiny. Úspěšná byla jízda z roku 1925, kdy auto poháněné alkoholem překonalo vzdálenost 430 km mezi městy Sao Paulo a Rio de Janeiro (Hinčica: 2013).

Historie používání biopaliv u nás začíná po první světové válce, kdy se začaly prodávat lihobenzinové směsi. Pod názvem Dynakol se prodávaly směsi s obsahem 50% etanolu, 30% benzenu a 20% benzínu. Do roku 1932 konkuroval tento výrobek autobenzínu obsahujícímu jen ropný benzín. V letech 1926 až 1936 bylo v Československu zavedeno ze zákona povinné mísení 20 % bezvodého etanolu s benzínem.

V roce 1937 byl objem výroby kvasného lihu přes 1 milion hektolitřů, 903 zemědělských a 59 průmyslových lihovarů zaměstnávalo 24 842 pracovníků a odebíralo zemědělskou produkci z 659 972 hektarů půdního fondu. Používání lihobenzinových směsí u nás zaniklo až v roce 1950, kdy byl zákonem č. 63/1950 zrušen lihový monopol a vznikla řada vyhlášek a norem, které upravovaly oblast výroby a oběhu lihu (www.webgarden.cz).

První porevoluční projekt podpory bioetanolu připravilo Ministerstvo zemědělství a v roce 1996 jej přijala vláda. Usnesením vlády č. 125 se zřídila mezirezortní komise, která byla pověřena přípravou podmínek realizace projektu. Ta se brzy stala arénou odpůrců i příznivců projektu a paradoxně navrhovaná opatření silně zbrzdila. Přesto vláda v roce 1998 projekt schválila usnesením č. 420 a postoupila k realizaci. Poté ale po volbách došlo ke změně vládnoucích stran a projekt se ocitl u ledu. Projekt ověřený několikaletými zkušenostmi z předválečného období nenašel své místo před vstupem ČR do EU navzdory tomu, že bylo vykonáno mnoho práce jak v oblasti legislativní, tak v oblasti technické (Trnka, 2014).

3.2. Výroba bioetanolu v ČR – současnost

V současné době jsou v ČR vybudovány tři lihovary na výrobu bioetanolu, a to: Tereos TTD a.s. v Dobrovici, Ethanol Energy a.s. ve Vrdech a Liberta Energy s.r.o. v Trmicích.

V říjnu 2006 byl otevřen v návaznosti na cukrovar lihovar společnosti Agroetanol TTD a.s. (dnes Tereos TTD a.s.) a vyrobil 160 tis. hl bezvodého biolihu (tzv. agroetanolu) v budoucnu má produkovat 800 tis. až 1 milion hl (Prugar: 2008).

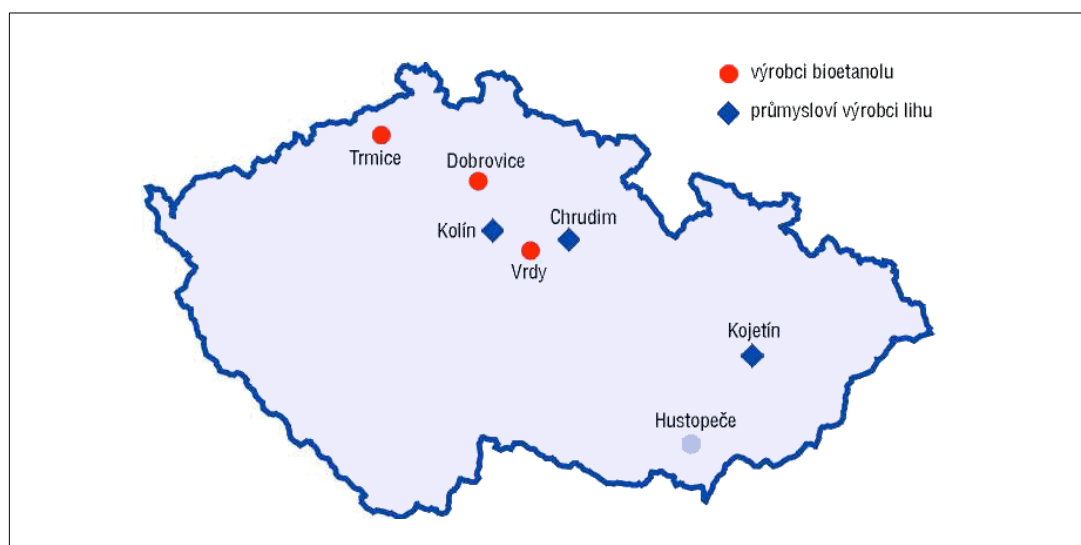
V roce 2010 proběhla dostavba části lihovarské technologie lihovaru v areálu bývalého cukrovaru ve Vrdech - výstavba čtyřstupňové odpařovací stanice. Byla zprovozněna technologická jednotka na produkci bioetanolu. V roce 2011 byla společnost přejmenována na Ethanol Energy a.s. Tato společnost produkuje bioetanol vyrobený převážně z kukuřice, případně pšenice. Kapacita lihovaru je 66 tis. m³ ročně (www.ethanolenergy.cz).

Lihovar v Trmicích u Ústí nad Labem byl v provozu už v letech 2007 až 2010, přičemž výrobu opakovaně provázel intenzivní zápach, na který si místní často

stěžovali. Během této etapy byl lihovar pouze ve zkušebním provozu, povolení k plné výrobě nikdy nezískal. V listopadu 2010 tehdejší vlastník, společnost PLP, výrobu ukončil a produkce v lihovaru od té doby stojí. Závod koupila na jaře roku 2013 od PLP firma Liberta Energy, která chce výrobu znovu rozjet. Slibuje, že upraví technologie tak, že zápach eliminuje (Horák: 2014). Společnost chce do výroby investovat několik set milionů korun a zaměstnat až 400 lidí. Závod by při plné kapacitě mohl vyrábět až 800 tis. hl biolihu ročně (Anonym: 2013).

Obr. č. 2

Zdroj: Svaz lihovarů ČR



V ČR se vyrobí ročně 1,3 mil. hl bezvodého lihu pro energetické účely. Surovinou pro výrobu bezvodého lihu jsou cukrovarnické sroby, kukuřice a obilí. Využíván je především pro přimíchávání do automobilového benzínu a k výrobě vysokoobjemové palivové směsi E85 (Reinbergr: 2014).

3.3. Spotřeba bioetanolu

Spotřeba bioetanolu v ČR podle CZ Biom v prvním čtvrtletí 2012 vzrostla o 3% na 19 512 t; domácí produkce bioetanolu se zvýšila téměř dvojnásobně na téměř 26 000t, což souvisí s úspěšnou sklizní cukrovky v r. 2011. Jeho spotřebu podpořila rostoucí popularita vysokoprocentního paliva E85, které je levnější než benzín. Výrobci biopaliv předpokládají, že se podíl jejich produktů v motorových palivech bude dále zvyšovat (Trnka: 2014).

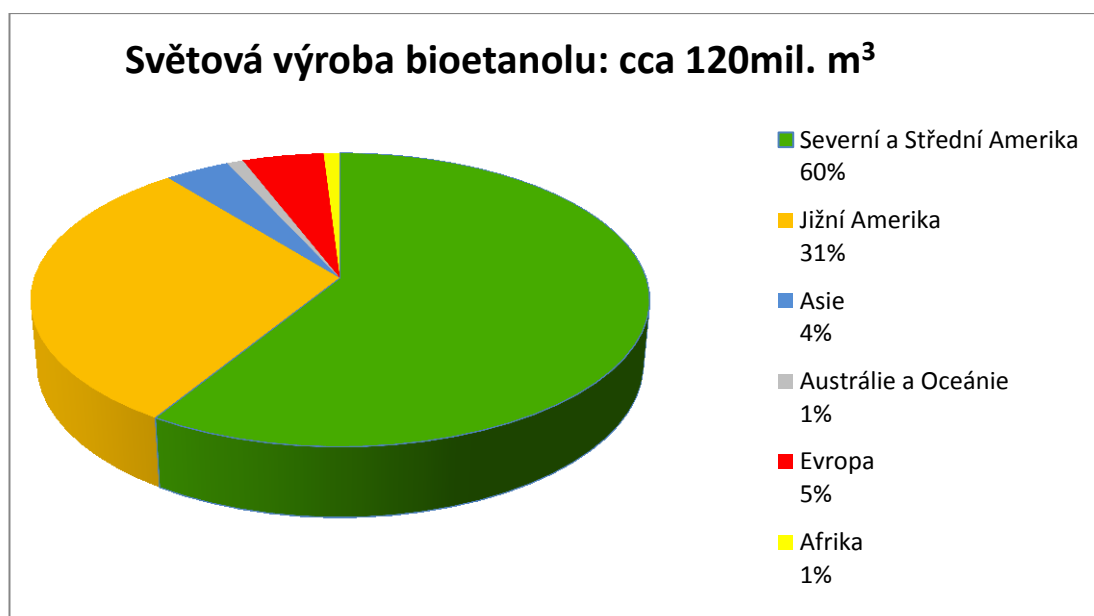
Spotřeba biopaliv využívaných v dopravě v Evropské unii v roce 2013 poklesla o přibližně 1 milion tun ropného ekvivalentu, resp. o 6,8 % oproti roku 2012. Uvedl to v červenci roku 2014 ve své studii EurObserv'ER, který pravidelně zpracovává statistické údaje o rozvoji obnovitelné energie. K poklesu přispěly zejména kroky některých členských států vyvolané spory ohledně budoucí podpory biopaliv v EU. Podíl certifikovaných biopaliv vzrostl na 11,8 milionů v roce 2013, jejich relativní podíl tak činil již téměř 86 %.

V celkových číslech jde o pokles spotřeby biopaliv v EU ze 14,6 milionů tun ropného ekvivalentu v roce 2012 na 13,6 milionů tun v roce 2013. Tyto odhady tak hovoří o prvním poklesu ve spotřebě biopaliv od prvních legislativních opatření na podporu produkce biopaliv v Evropské unii přijatých v roce 2003. Podle údajů EurObserv'ER podíl biopaliv v konvenčních palivech činil v minulém roce 4,7 %.

Podíl certifikovaných paliv vzrostl na 11,8 milionů tun. Oproti roku 2012 (11,7 mil.) jen nevýznamně, avšak s ohledem na celkový pokles vzrostl podíl paliv s certifikátem udržitelnosti na téměř 86 %. V roce 2012 tento podíl činil 79,8 %. Číslo bude v brzké době dále narůstat, neboť v zemích jako je Španělsko, Finsko nebo Bulharsko vrcholily v roce 2013 přípravy národních systémů certifikace biopaliv. Ve Finsku a na Kypru platí od letošního roku (Trnka: 2014).

Graf č. 1

Zdroj: Reinbergr, F. O. Licht (2014)



Tab. č. 1

Zdroj: Ministerstvo průmyslu a obchodu

**Domácí produkce, dovoz, vývoz, změna zásob a hrubá spotřeba bioethanolu (pro pohon motorů)
v ČR v letech 2007 až 2014 (v tunách)**

Rok	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	i 14/13
Domácí produkce	26 509	60 236	89 625	94 523	54 412	102 195	104 488	104 112	1,00
Dovoz	0	20 404	32 939	10 361	35 696	5 184	1 979	37 352	18,88
Vývoz	17 027	31 909	50 953	36 556	7 378	16 644	17 475	22 812	1,31
Změna zásob +/-	9 195	-1 990	-3 325	-710	3 769	1 144	2 561	-390	-0,15
Hrubá spotřeba	287	50 721	74 937	69 037	78 961	89 592	86 432	119 042	1,38

3.4. Svaz lihovarů ČR

Svaz lihovarů České republiky byl založen 6. června 2007 jako reakce na absenci jednotné profesní organizace, která by sdružovala a hájila zájmy všech českých výrobců lihu. V současnosti jsou jeho členy všichni významní výrobci lihu (surového, jemného, technického, bezvodého) v ČR, konkrétně jde o společnosti Tereos TTD (lihovar Dobruška), AKSIL, Asociace lihovarů ČR, Bioferm Kolín, Tereos TTD (lihovar Chrudim), Ethanol Energy (lihovar Vrdu), Hanácká potravinářská společnost, Korfil (lihovar Hustopeče), Moravský lihovar Kojetín a PLP (lihovar Trmice).

Svaz lihovarů ČR je členem několika důležitých institucí a organizací. Z těch nejdůležitějších lze jmenovat Potravinářskou komoru ČR, Agrární komoru ČR, Pracovní skupinu Biopaliva, kde je řešena především otázka zavádění a rozvoje bioetanolu v podmínkách České republiky, Pracovní podskupiny pro koordinaci vzniku rezortních programů pro podporu výzkumu a vývoje technologií výroby biopaliv II. generace a Pracovní podskupinu pro oblast kontroly biopaliv, která řeší především otázku denaturace lihu.

Zástupci svazu se mimo jiné pravidelně účastní jednání Evropského svazu producentů bioetanolu (eBIO).

Výkonným ředitelem svazu je Dr. Josef Pojer.

Svaz na svých pravidelných zasedáních řeší aktuální problematiku nejenom rozvoje bioetanolu v podmínkách ČR, ale rovněž i neustále se zvyšující dovozy etanolu (bioetanol a pitný líh) do ČR. Zástupci svazu jsou přesvědčeni o tom, že tradice výroby jemného lihu, která je nově doplněna o výrobu obnovitelného zdroje

energie - bioetanolu, představuje smysluplné řešení nejenom pro zvýšení zaměstnanosti především na venkovských oblastech, ale rovněž i řešení pro zpracování zemědělské nadprodukce (Anonym, 2009).

3.5. Vývoj využití bioetanolu

Bioetanol byl jedním z prvních paliv, které se využívalo v automobilových motorech vůbec. Ve větší míře se využívalo během druhé světové války v Německu, Brazílii, na Filipínách a ve Spojených Státech. V poválečném období se ropné produkty staly cenově výhodnějšími a dostupnými. Bylo tedy jen otázkou času, kdy fosilní paliva nahradí bioetanol jako motorové palivo. Změna však nastala v sedmdesátých letech minulého století (ropné šoky), kdy byly omezené dodávky ropy. Produkce bioetanolu se opět stala aktuální a zaujala místo jako doplňkový zdroj paliva. V současnosti lze hovořit o bioetanolu jako o alternativním palivu (www.zvzb.sk).

3.6. Výhody bioetanolu

- obnovitelný zdroj energie
- pozitivně ovlivňuje snížení znečištění ovzduší
- energetická jistota - snížení závislosti na ropě
- výrazné rozšíření trhu pro zemědělce
- palivo má díky němu vysoký oktanový rating při relativně nízkých nákladech
- čistý bioetanol může zcela nahradit konvenční paliva v přizpůsobených motorech, jako příměs (do 13% koncentrace) může být přidáván do běžných, neupravených motorů (www.zvzb.sk)
- největší výhodou lihových paliv – tedy i etanolu – proti palivům uhlovodíkovým je to, že jejich zdroje jsou prakticky rozloženy rovnoměrně po celé zeměkouli, zatímco více než 50% zásob ropy je v oblasti Středního východu; navíc tyto zdroje jsou zcela neobnovitelné

- alkoholy hoří při nižší teplotě plamene a svítivosti, takže se vedením a sáláním odvede méně tepla do chladicího okruhu motoru
- alkoholy hoří rychleji a tím způsobují účinnější vývin točivého momentu
- spalováním alkoholu se vyvine větší objem spalin, a to způsobí vyšší tlaky ve válci motoru (Křepelka: 1997)

3.7. Nevýhody bioetanolu

- Mezi základní nevýhody bioetanolu patří to, že váže vodu, což způsobuje rychlejší korozi kovových materiálů.
- Má též detergentní účinky (odstraňuje oleje), což může způsobit „zadření“ motoru.
- Ve vznětových motorech je nevýhodou jeho nízké cetanové číslo, které zvyšuje čas potřebný pro kompresní zapálení směsi a snižuje čas hoření.
- Z ekonomického hlediska je hlavní nevýhodou nízká dolní výhřevnost etanolu, která způsobuje při zachování konstantního výkonu motoru značné zvyšování spotřeby vozidla.
- Uvedené nevýhody (až na zvýšenou spotřebu) je možné odstranit použitím vhodných přísad, které zlepšují mazací a antikorozi vlastnosti bioetanolu. Další možností je úprava palivové soustavy tak, aby se na ní negativní vlastnosti bioetanolu projeví co nejméně. Korozní vlastnosti bioetanolu je možné odstranit také použitím ETBE, který na rozdíl od něho neváže vodu (Moravčík: 2007).

3.8. Suroviny pro výrobu bioetanolu

Pro výrobu bioetanolu je vhodná jakákoliv biomasa, která obsahuje dostatečné množství cukrů (cukrová řepa, cukrová třtina) nebo látek, které lze na cukr převést, jako jsou např. škrob nebo celulóza. Co se týče škrobnatých surovin, patří k nim rostliny poskytující jak hlízy (brambory) tak zrna (kukuřice, pšenice, ječmen, někdy také žito, zřídka oves). Dalšími surovinami pro výrobu bioetanolu

jsou hlízy topinamburů a čekanky obsahující polysacharid inulin. Štěpení inulinu je snadnější než štěpení škrobu. **Nejjednodušší je výroba bioetanolu z biomasy obsahující cukry se šesti uhlíkovými atomy v molekule. Takovými surovinami jsou cukrová řepa a cukrová třtina**, které primárně obsahují disacharid – sacharosu, ale ta se dá snadno převést působením kvasinek (jejich vlastních enzymů) na monosacharidy. Cukrová řepa se používá jako surovina pro výrobu bioetanolu v některých evropských zemích, zatímco cukrová třtina je klíčovou surovinou pro výrobu bioetanolu v Brazílii (Dybusz: 2006).

3.9. Cukrová řepa a bioetanol

Využití energie ze zemědělských plodin poskytuje nové možnosti i cukrové řepě. Podle úrovně výnosů lze z jednoho hektaru cukrovky získat pět až sedm tun bioetanolu. **Výroba a užití etanolu představuje významnou možnost stabilizace tuzemského pěstování cukrovky**, zatím na přibližně deseti tisících hektarech. Rámcově se kalkuluje, že by mohlo být perspektivně pro produkci bioetanolu v ČR využito 15 až 18 tisíc hektarů produkčních ploch cukrovky, což se projeví jako kladný aspekt v optimalizaci struktury plodin, kde okopaniny (cukrovka) působí příznivě na výnosy obilnin, využití živin a omezení plevelů.

Tab. č. 2: Výtěžnost palivového lihu vyrobeného ze zemědělských plodin
Zdroj: Pulkrábek, Urban (2011)

Plodina	Výnos suroviny t/ha	Výtěžnost paliva hl/t	Výtěžnost paliva hl/ha
Cukrová řepa	50,72	1,07	54,27
Brambory	21,31	0,83	17,69
Pšenice	4,86	3,85	18,71
Kukuřice	6,49	3,80	24,66
Žito	4,27	4,15	17,72
Triticale	3,93	3,98	15,64

Při porovnání různých zemědělských plodin z hlediska produkce energie se jeví řepa cukrová jako velmi efektivní. Ukazuje se, že **ve srovnání brambor, pšenice, tritikale a žita cukrovka poskytuje nejlepší výsledek energie a zároveň vykazuje nejvyšší emisní ekvivalent oxidu uhličitého (CO₂)** - pohltí nejvíce emisního CO₂ z ovzduší během vegetačního období na jednotku plochy.

Obr. č. 3:

Cukrová řepa

Zdroj: www.biom.cz



Ve třicátých letech minulého století byla u nás cukrová řepa dominující plodinou, královnou polí, dnes je její perspektiva stále předmětem mnoha diskusí. Stále však zůstává **v našich podmínkách fotosynteticky nejvýkonnější pěstovanou rostlinou**, jejíž produkční potenciál přesahuje 240 gigajoulů (GJ) na hektar a v pokusech i dvojnásobek. Vedle produkce cukru a energetického využití je významný i ekologický efekt a příznivé dopady na zemědělskou soustavu. Kyslík, který se uvolní z jednoho hektaru této plodiny, stačí k dýchání 62 lidí po dobu jednoho roku. Rovná-li se relativní produkce kyslíku z porostů cukrovky ve srovnatelném období sto procent, pak pšenice produkuje jen 72 procent, brambory 57 procent, louky a pastviny 43 procent a les 28 procent. **Řepa cukrová trvale patří mezi 15 nejvýznamnějších pěstovaných plodin na světě.** Dosahuje dnes více než desetinásobku výnosu cukru oproti počátku svého pěstování před více než 200 lety.

Z hlediska teoretických poznatků se ukazuje, že **více energie se v našich podmínkách získá z cukrové řepy než z obilnin.** Díky dlouhé době vegetace za příznivých růstových podmínek docíluje cukrovka vysokého výnosu sušiny a netto

energie. Energetické náklady pro většinu polních plodin se pohybují mezi 15 až 20 GJ na hektar a rok. Zisk netto-energie je proto u cukrovky přibližně dvojnásobně tak vysoký jako u ječmene (Pulkrábek J., Urban J: 2011).

Je spočítáno, že k nahrazení 10 procent ropných paliv biopaliv by stačilo pěstování cukrové řepy na ploše zhruba 200 000 hektarů, což je rozloha, na které se dříve v ČR tato plodina již pěstovala. Nyní se cukrovka pěstuje zhruba na 62 000 hektarech (Pecák: 2011).

Sklizeň technické cukrovky v uplynulých letech

Tab. č. 3

Zdroj: ČSÚ 2015

rok	plocha (ha)	výnos (t/ha)	sklizeň (t)
2014	62 959	70,28	4 424 619
2013	62 401	60,00	3 743 772
2012	61 161	63,26	3 868 829
2011	58 328	66,84	3 898 887

Tabulka uvádí údaje o celkové sklizni technické cukrovky za poslední čtyři roky, nerozlišuje však pěstební plochu na výrobu cukru a kvasného lihu (ČSÚ, 2015).

V cukrovarnické kampani 2014/2015 bylo vyrobeno necelých 550 tisíc hektolitrů surového lihu, který se dále zpracoval buď na líh pitný, nebo líh energetický (www.cukrovarytttd.cz).

4. Cukrová řepa

Cukrová řepa, také cukrovka (*Beta vulgaris sub. Altissima*) představuje technickou plodinu z čeledi merlíkovitých. Rostlina má svůj domov ve Středozeří, úspěšně se však prosadila v celém mírném klimatickém pásmu. Také v Česku má významný podíl na celkové zemědělské produkci. Pěstování cukrovky a cukrovar-

nictví má u nás dlouholetou tradici, především v oblasti Polabí a Hané.

Ještě po 1. světové válce pocházelo celých 18 % z celosvětové produkce cukru z tehdejšího Československa. V současnosti je to však méně než 1 %. Snížení zemědělských ploch a zavírání cukrovarů přinesla především cukerná reforma EU, zavedená po roce 2006. To nic nemění na tom, že cukrovka je v našich podmínkách jednou z nejvýkonnějších plodin. Aktuálně se začíná úspěšně prosazovat také kvůli výrobě biopaliv (<http://wiki.zena.centrum.cz>).

Cukrovka je tržní technickou plodinou, jejímž odběratelem je cukrovar nebo lihovar (Prugar: 2008).

4.1. Svaz pěstitelů cukrovky Čech

Svaz pěstitelů cukrovky Čech byl založen na ustavující valné hromadě v Bezně 22.8.1990 s cílem navázat na dlouholetou předválečnou spolkovou tradici v českém řepářství a vytvořit fungující stavovskou organizaci na ochranu zájmů pěstitelů cukrovky. Byl navázán styk s evropskými organizacemi pěstitelů sdruženými v CIBE. Dnes je svaz řádným členem této organizace. Představenstvo a výkonná složka Svazu si předsevzaly důkladně informovat pěstitele o situaci doma i v zahraničí, o politice a krocích svazu. K tomu slouží nesčetné množství řepářských akcí, konaných ve spolupráci s Řepářským institutem, organizacemi dovážejícími osiva, ÚKZÚZ, Českou zemědělskou univerzitou, s dodavateli chemických prostředků a mechanizace, tradiční červnová setkání pěstitelů a cukrovarníků, valné hromady apod. (www.spcc.cz)

4.2. Využití cukrovky

Cukrová řepa se stala důležitou základní surovinou nejen pro výrobu potravin (cukr, líh), ale také pro výrobu obnovitelných zdrojů energie (bezvodý líh, palivo E85, bioplyn, elektřina) krmiv (pelety, řízky, betain) a hnojiv (dusíkatá, draslíkatá, vápenatá). Když si uvědomíme, že z řepy se využije i voda a zemina získaná při praní, je zřejmé, že řepa se stala silnou strategickou plodinou a její zpracování tvoří dokonale uzavřený přírodní cyklus (Reinbergr: 2014).

- Cukr z cukrovky je významnou energeticky bohatou a ekologicky čistou potravinou.
- Cukrovka je plodina s vysokou agronomickou předplodinovou hodnotou.
- Cukrovka má vysokou fotosyntetickou výkonnost, může být i je významnou dorůstající (obnovitelnou) surovinou.
- Porosty cukrovky jsou přínosné i pro ekologii, mj. pro vysokou produkci kyslíku.
- Světové ceny plně neodrážejí náklady na výrobu cukru, ale jsou odrazem prodeje přebytku cukru na trhu. Za světovou cenu se prodává cukr, který pokrývá výkyvy v produkci či spotřebě v dané zemi. Většina států si celní ochranou a kvótami chrání vlastní producenty (Jůzl: 2000).

Cukrová řepa na začátku třetího tisíciletí

Mottem 68. kongresu I.I.R.B. (20.-23.6.2005 v nizozemském Maastrichtu) bylo „Cukrovka je plodina přátelská k životnímu prostředí a je vhodná pro trvale udržitelný systém rostlinné produkce“. Cukrová řepa byla v našem zemědělství velmi významnou plodinou. Výrazná redukce produkce cukru v EU silně přispěla k poklesu rozsahu jejího pěstování v ČR, což silně ovlivnilo strukturu rostlinné výroby v řepářských oblastech (Prugar: 2008).

4.3. Složení cukrové řepy

Kořen cukrovky (bulva) obsahuje 75 % vody, zbytek tvoří sušina. Sušina obsahuje asi 5 % nerozpustného podílu, který se nazývá dřev a tvoří jej především polysacharidy, celulóza, pentosany, lignin a pektinové látky. Zbývající obsah sušiny tvoří rozpustné látky řepné šťávy, mezi nimiž převažuje sacharosa (16 – 18%). Zbývajících asi 2,5 % připadá na skupinu látek, které se souhrnně nazývají rozpustné necukry (tímto pojmenováním se zdůrazňuje to, že do těchto látek nepatří sacharosa – cukr). Mezi rozpustné necukry patří monosacharidy – glukosa, fruktosa; oligosacharidy – raffinosa; organické kyseliny – šťavelová, jablečná, citronová, mléčná; saponin - bezdusíkatý glykosid, skládající se z β -D-glukuronové kyseliny a

oleanové kyseliny; bílkoviny, aminokyseliny, amidy, betain – trimethylamin kyseliny octové; anorganické soli, tvořící popeloviny – kationty draselné, sodné, vápenaté, hořečnaté, amonné, anionty fosforečnanové, dusičnanové, chloridové aj. (Dybusz: 2006)

4.4. Pěstování cukrové řepy

Cukrová řepa byla dlouho pěstována jako letní plodina v relativně chladných severních pásmech a taky v hustě obydlených, dobře rozvinutých oblastech, kde většina produkce sloužila pro konzumaci. V poslední době se cukrová řepa pěstuje jako ozimá plodina v jižních částech mírného pásma: Jižní Amerika, Afrika, Střední východ a jižní Evropa. Pro srovnání, cukrová třtina může být pěstována pouze v tropických a subtropických oblastech.

Vegetační období cukrové řepy od vysetí do sklizně je 170 – 200 dnů. Cukrová řepa dosahuje dobrých výnosů, pokud klima po celé vegetační období je mírné. Dobré cukernatosti řepa dosahuje v případě, že v poslední fázi růstu je chladno. V případě ozimů, připadá dozrávání na teplé období, v tomto případě je nutné, aby byl dostatek srážkové vody k zajištění zrání cukrové řepy. Cukrová řepa vyžaduje od ledna do října dostatečné množství srážek kolem 610 mm. V případě, že je srážek nedostatek, je nezbytné zajistit dostatečné zavlažování. Cukrová řepa se pěstuje v různých půdách, od lehké písčité do těžké jílovité. Ideální půdou pro pěstování cukrové řepy je hlinitá půda bohatá na humus, hluboká a homogenní, s odpovídající přilnavostí a mírnou schopností zadržovat vodu. Cukrová řepa se pěstuje ze semen a obvykle se výsev provádí brzo na jaře. Pole pro výsev se připravuje nejprve hlubokou orbou po sklizni předchozí plodiny na podzim, brzy z jara se pole uválí a uvláčí branami.

Odpad a vedlejší produkty z procesu výroby cukru představují důležité materiály pro krmné účely, pro destilaci a v průmyslové oblasti pro výrobu bioplynu. Náklady na produkci cukrové řepy jsou dány především náklady na hnojení, náklady na pořízení speciálního vybavení na pěstování a zajištěním správného řízení agrotechnických činností. Zemědělci, kteří se rozhodnou pěstovat cukrovou řepu, musí být zkušenými pěstiteli (www.coach-bioenergy.eu).

4.5. Cukrovarnictví a pěstování cukrovky v ČR

Ačkoliv cukrovarnictví mělo v českých zemích tradici již od roku 1829 a po dlouhou dobu znamenalo díky četným výzkumům a objevům přínos pro výrobu cukru v celé Evropě, v období socialismu postupně nastoupila stagnace. Centrálně plánovaná ekonomika nepřinášela dostatek finančních zdrojů na nutné inovace, což vyústilo v pokles produktivity a efektivity cukrovarů. Zatímco ještě v 70. letech minulého století bylo tehdejší Československo třetím největším vývozcem cukru na světě, v roce 1990 se v zastaralých malokapacitních cukrovarech vyrobila pouhá 3% světové produkce (Šobotníková: 2009).

Po roce 1989 došlo k rozsáhlé restrukturalizaci našeho cukrovarnictví, především ke změně vlastnických vztahů a k postupnému uzavírání neproduktivních a malokapacitních cukrovarů a ke zvyšování denních kapacit cukrovarů, které zůstaly v provozu. Zároveň došlo k výraznému vzestupu úrovně pěstování řepy a výroby cukru v ČR. V kampani 1989/90 bylo v provozu 52 cukrovarů v Čechách a na Moravě a 10 na Slovensku. Do kampaně 1999/2000 vstoupilo v ČR pouze 11 cukrovarů. Tento pokles byl také dán ostrým konkurenčním bojem mezi cukrovary, z nichž šanci na další provoz získaly především ty závody, které mohly investovat zejména díky vstupu zahraničního kapitálu do zvýšení zpracovatelské kapacity. Při snížení počtu cukrovarů došlo zároveň k významnému **snížení osevních ploch cukrovky ze 118 113 ha v roce 1990 na 59 078 ha v roce 1999**. Pěstování této plodiny se sále více koncentrovalo zejména do výnosných řepářských oblastí. Zároveň se používají kvalitnější osiva, chemikálie, modernější sklizňová technika a technologické postupy při sklizni (Adamec: 1999).

4.5.1. Vyplatí se pěstovat cukrovku

Aktuální stav v oblasti pěstování cukrovky je takový, že při současných cenách cukru na trhu EU a lehce nadprůměrných výnosech v kombinaci s podporou řepy v rámci čl. 68/38 (citlivé komodity) se pěstování cukrovky vyplatí. Co jsou to uspokojivé ceny cukru a jaký by měl být uspokojivý výnos? To vše souvisí s vyjednáváním budoucí podoby nové společné zemědělské politiky na roky 2014 až 2020 a s vyjednáváním možných dotací do cukrovky v rámci citlivých komodit, jako tomu bylo dosud.

V EU proběhla rozsáhlá reforma cukrovarnického průmyslu a řepářství, která způsobila pokles cen cukrovky z 1000 Kč/t až na 650 Kč/t. Pro vyrovnání tohoto rozdílu byly zavedeny k základním dotacím SAPS také dotace SSP (Separate Sugar Payment).

Pro případnou ekonomickou udržitelnost pěstování cukrovky v ČR ve variantě bez podpor je nutné zachovat ceny na trhu EU nad hranicí 650 eur/t bílého cukru, což přinese výslednou cenu cukrovky kolem 1000 Kč/t, a ta je udržitelná (Křováček, 2014).

4.6. Kvóty na cukr

Evropské státy výrobu cukru vždy chránily a regulovaly – v Evropské unii i v České republice (od vstupu do EU v roce 2004) je uplatňována regulace výroby cukru a pěstování řepy pomocí pevně stanovených produkčních kvót. V letech 2006 až 2009 proběhl ve všech zemích EU zpracovávajících cukr a pěstujících řepu restrukturalizační proces – reforma cukerního pořádku (Reinbergr: 2014).

Evropská unie musela na základě rozhodnutí Světové obchodní organizace omezit ochranu svého trhu s cukrem a vývoz subvencovaného cukru, v důsledku toho přistoupila k reformě cukerního pořádku, která vstoupila v platnost 1. července 2006. Cílem reformy bylo zrušit přibližně 6 mil. t kvót, a zajistit tak rovnováhu na trhu s cukrem po uplynutí čtyřletého přechodného období. Výrobci v EU tak byli nuceni k omezení produkce hluboko pod výrobní kapacity. Těm, kteří svou kvótu odevzdali, byla nabídnuta kompenzace. Společnost Eastern Sugar nabídnutou příležitost využila a rozhodla se uzavřít všechny své cukrovarny v ČR (tři závody), na Slovensku (Dunajská Streda) a v Maďarsku (Kaba). Tiskovou zprávou oznámila 10. 10. 2006, že zahájila konzultace se zaměstnanci svých pěti závodů s cílem požádat o prostředky restrukturalizačního fondu EU. Společnost k tomu vedlo i to, že kompenzace se měly v dalších letech snižovat. Česká republika odchodem Eastern Sugar přišla o kvótu cukru 102 472 t. Eastern Sugar obdržela kompenzaci 730 eur za každou tunu kvóty, plus restrukturalizační podporu (Stoklasová: 2010).

Dle Situační a výhledové zprávy cukr - cukrová řepa z roku 2007 činila původní kvóta na výrobu cukru pro ČR 454 862 t, po odstoupení společnosti Eastern Sugar byla kvóta snížena na 352 897,207 t.

Řízení trhu s cukrem v rámci Evropské unie (tzv. Společná organizace trhu s cukrem – SOT) obnáší kromě cukerních kvót také kvóty na vývozy nadkvótového cukru (možnost až 1,35 mil. t), systém dovozních tendrů na snížené clo či uvolnění nekvótového cukru na trh EU. Tento systém nařízením Evropského parlamentu a Rady EU č. 1308/2012 ovšem k datu 30. září 2017 končí a trh s cukrem bude v Evropě po mnoha desetiletích liberalizován (Reinbergr: 2014).

4.6.1. Přehled kvót přidělených cukrovarnickým podnikům pro hospodářský rok 2014/2015

V hospodářském roce 2014/2015 působí na území České republiky 5 cukrovarnických podniků, mezi které je rozdělena kvóta v celkové výši 372 459,207 tun. Kvóta pro Českou republiku je stanovena v příloze XII nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1308/2013, v platném znění.

	celková kvóta (t)
Tereos TTD, a.s.	208 715,651
Moravskoslezské cukrovary, a.s.	93 973,208
Cukrovar Vrbátky, a.s.	21 989,012
Litovelská cukrovarna, a.s.	22 596,848
Hanácká potravinářská společnost s.r.o.	25 184,488
Celkem	372 459,207

(SZIF: 2014)

5. Výroba bioetanolu z cukrovky v ČR

Bioetanolový závod v Dobrovici, který je provozován společností Tereos TTD, a. s., je vůbec prvním průmyslovým lihovarem na výrobu bezvodého kvasného lihu (bioetanolu) v České republice. **Výroba bioetanolu byla zahájena v říjnu 2006. Od ledna 2009 Tereos TTD dodává jako první výrobce ve střední a východní Evropě na český trh biopalivo E85.** Roční výrobní kapacita lihovaru, která je jeden milion hektolitrů, činí z tohoto závodu největší průmyslový lihovar v České republice a nejmodernější lihovar ve střední a východní Evropě.

Od roku 2006 je tak společnost Tereos TTD díky spojení cukrovaru s lihovarem vedoucí skupinou ve zpracování cukrové řepy v České republice (www.cukrovarytttd.cz).

5.1. Zpracování cukrovky

Sklizeň a skladování cukrovky – skladováním se denně ztrácí 0,035 % cukernatosti řepy. V průměru je řepa skladována 15 – 20 dní.

Manipulace s řepou – skládání z povozů, separace nečistot a doprava.

Ukládka řepy – vlastním prostorem ukládky jsou povrchové mělké splavy, uprostřed splavu je plavící kanál.

Doprava řepy ze splavů – vodou, rychlost 1 m/s, jinak se na dně začnou usazovat nečistoty a splav se ucpe. Lapače kamenů, lapače chrástu (plovoucí rostlinné příměsi – tráva, plevel ...).

Praní řepy – vodou (nekontaminovaná, 20°C, neutrální), dochází zde k dodatečnému odstranění kamenů a písku. Kvůli stále větší mechanizaci se používá linka na zachycení a zpracování řepných úlomků a kořínků, jejichž množství se pohybuje okolo 2 – 5 % s obsahem cukru 5 – 8 %. Zpracováním úlomků a kořínků se zvýší výtěžnost o 0,35 – 0,7 % n. ř. (na množství řepy). Jejichž množství se pohybuje okolo 2 – 5 %, obsah cukru 5 – 8 %.

Extrakce

- teplota se nesmí zvyšovat nad 80 °C (volí se mezi 70 – 75 °C), záleží též na kvalitě cukrovky; u zdravé cukrovky lze pracovat s vyšší teplotou, u alterované cukrovky je nutné pracovat s nižší teplotou;
- doba pobytu řízků v extraktoru – do 120 min;
- pH při extrakci je nutno udržovat na hodnotě okolo 5,8;
- vzniká surová šťáva a vyslazené řízky

Výroba cukru

Lisování řízků – vyslazené řízky představují důležitý odpad při zpracování cukrovky. Používají se jako krmivo. Vyslazené řízky se nejprve lisují, jelikož se

z řízků lisováním odstraní velké množství vody, což následně šetří energii potřebnou k provozu sušárny – tedy energetické náklady na sušárnu.

Čistění šťáv (epurace) – surová šťáva, která opouští extraktor, má sacharizaci $S = 15 \%$, čistotu $Q = 85 - 90 \%$ a slabě kyselou reakci – pH 6,0 – 6,3. Vedle sacharosy obsahuje řadu dalších rozpuštěných látek, které je nutno odstranit.

Čerění – přidavkem vápenného mléka ($\text{Ca(OH)}_2 / \text{CaO}$):

- se zvýší pH a tím se zamezí inverzi sacharosy (aby se nerozložila na glukosu a fruktosu);
- dezinfekce;
- hydroxid sráží bílkoviny, aminokyseliny, šťavelany, cílem je vysrážet vše, kromě sacharosy

Saturace – pomocí CO_2 . Hlavním cílem saturace je zvýšit čistotu šťávy.

Sedimentace, filtrace – mechanické čištění šťáv. Vzniká lehká šťáva, která pokračuje do odparky a saturační kal – významný cukrovarnický odpad, používá se především k hnojení.

Odparka – dva hlavní úkoly:

- zahustit lehkou šťávu o sacharizaci 15 % na těžkou šťávu o sacharizaci 60 – 65 %;
- zásobit provoz cukrovaru potřebnou topnou párou na účelové ohřevy

Krystalizace – krystalizační proces se skládá ze dvou fází: první je nukleace (vznik zárodků), na kterou navazuje fáze druhá, vlastní růst krystalů. Podmínkou nukleace i růstu krystalů je existence přesyceného cukerného roztoku a hnací silou krystalizace je rozdíl mezi skutečnou koncentrací v roztoku a koncentrací nasyceného roztoku, tzv. přesycení.

Odstředování – oddělení krystalů a matečného sirobu (melasy). Vznik krystalů surového cukru. **Sušárna** – sušení surového cukru. **Rafinace** – úkolem rafinace je vyrobit bílý cukr žádaného druhu, složení a ve vhodném balení. Základní operací rafinace je afinace surového cukru, při níž se odstraní zbytky matečného sirobu, ulpělého na povrchu krystalů surového cukru.

Výroba biolihu

Fermentace (alkoholové kvašení) difúzní šťávy

- proces, který probíhá převážně bez přístupu vzduchu (anaerobně), i když nejde v případě kvasinek o striktně anaerobní podmínky. Mírné provzdušnění kvasného média, hlavně na začátku fermentace, je příznivé pro potřebný nárůst buněk a jejich aktivitu. Kvasinky jsou stále nejpoužívanějšími producenty etanolu. Pro účely výroby lihu se výhradně používají kvasinky s vysokou schopností tvorby etanolu, mezi takové patří zejména kvasinky rodu *Saccharomyces cerevisiae*;
- fermentace většinou probíhá ve fermentorech a zjednodušeně řečeno se jedná o proces, při kterém dochází k odbourání jednoduchých cukrů na alkohol a oxid uhličitý. Provádí se při teplotě 27 – 32 °C, pH (4 – 6), době zdržení cca. 24 hod. a řídí se následujícími rovnicemi:
 - $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \rightarrow 2 C_6H_{12}O_6$
 - $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2 C_2H_5OH + 2 CO_2$
 - 100 g 51 g 49 g
- **Fermentory** – nádoby různého objemu (od objemů kolem 0,5 l až do objemů 1000 m³ a více), ve kterých probíhá mikrobiální proces. Jsou opatřeny vnitřním nebo vnějším chlazením, ohříváním, míchacím zařízením, přívodem vzduchu, odvodem výdechových plynů, mechanickým nebo chemickým odpěňováním, zařízením na odběr vzorků, měřením a regulací teploty, pH, měřením koncentrace rozpuštěného kyslíku, oxidu uhličitého, redox-potenciálu, obsahu kyslíku a oxidu uhličitého v odcházejícím plynu, koncentrace biomasy, substrátu aj.

Destilace – je jediná separační metoda, která se používá v průmyslovém měřítku, k oddělení etanolu ze zápar. Tato metoda umožňuje tvorbu azeotropní směsi etanol – voda o koncentraci 95,5 % hm. etanolu, která se dá použít např. jako čisté palivo do automobilových motorů, ne však jako směs etanol – benzín. Vedlejším produktem destilace jsou lihovarské výpalky, které se většinou používají k přípravě krmných směsí.

Odvodnění – destilací jsme schopni dostat pouze směs obsahující 95,5 % hm. etanolu. Pro chemické, či petrochemické účely je mnohdy potřeba získat etanol

bezvodý. K tomu se nejčastěji používá membránová filtrace, založená na rozdílné velikosti molekul. Filtrace závisí na použitém druhu membrány:

- mikrofiltrace: ~0,1 μm až 5 μm (MF)
- ultrafiltrace: ~10 nm až 100 nm (UF)
- nanofiltrace: ~1 nm až 10 nm (NF)
- reverzní osmóza: membrány s rozsahem ~0,1 nm až 1 nm

Dosahuje se čistoty až 99,9 % hm. etanolu. (Dybusz: 2006)

Tab. č. 4: Kalkulace nákladů lihovaru a ceny bioethanolu

Zdroj: Dybusz: 2006

Náklady lihovaru			
Druh nákladu	Spotřeba	Cena (Kč / jednotku)	Náklady (Kč / h)
Voda	0 m ³ / h	42	0
Zemní plyn	1 820 m ³ / h	10,5	19 110
Elektřina	700 kWh	2,5	1 750
Za energii celkem			20 860
Melasa z cukrovaru	39 t / h	5000	195 000
Celkové vstupní náklady lihovaru			215 860

39 t / h melasy obsahuje	72,4 % sacharosy, tedy	28,2360 t / h sacharosy
28,2360 t / h sacharosa	teoretická výtěžnost	67,7 % tj. 19,1156 t / h ethanolu
28,2360 t / h sacharosa	reálná výtěžnost	64 % tj. 18,0710 t / h ethanolu

Kalkulace ceny bioethanolu	
Hustota ethanolu (kg / m ³)	0,7893


```

graph LR
    Melasa[Melasy (Kč / h) 195 000] --> Lihovar[Lihovar (Kč / h) 215 860]
    Energiej[Energiej (Kč / h) 20 860] --> Lihovar
    Lihovar --> Bioethanolu_t[Bioethanolu t / h 18,0710]
    Bioethanolu_t --> Kc_t[Kč / t bioethanolu 11 945,0790]
    Bioethanolu_t --> Kc_m3[Kč / m³ bioethanolu 9 428,2508]
  
```

Kolik suroviny je potřebné pro výrobu 1000 litrů alkoholu

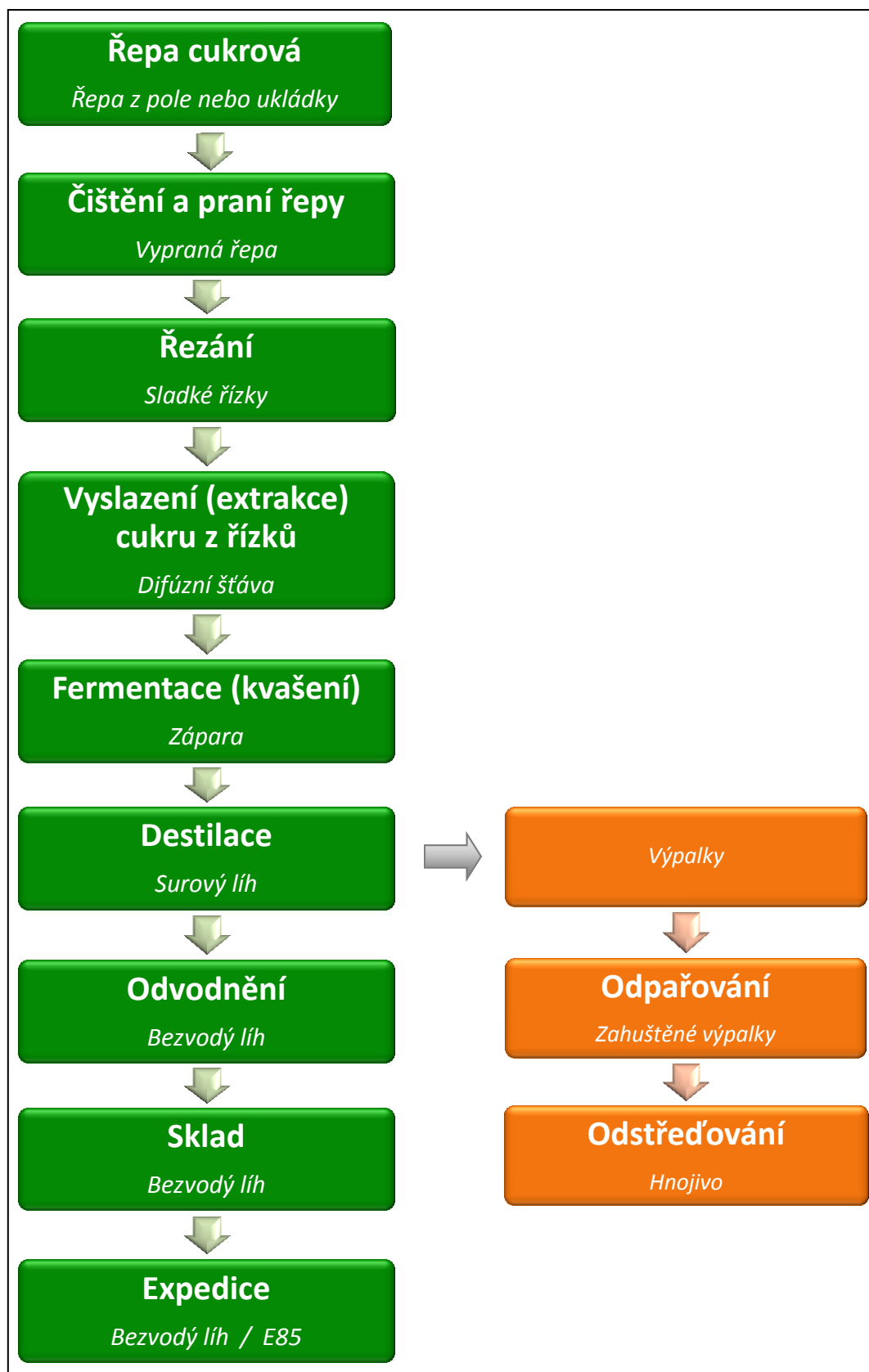
/Při průměrném obsahu škrobu a cukru/

- Kukuřice cca 2 500 kg
- Pšenice cca 2 800 kg
- Cukrová řepa cca 10 000 kg
- Cukrová třtina cca 13 000 kg

(www.zvvb.sk)

Obr. č. 4: Schéma výroby líhu

Zdroj: Dobrovická muzea



5.2. Využití bioetanolu pro palivářské účely

Každý daňový sklad musí dle zákona č. 180/2007 Sb. zabezpečit přimíchání biosložek do pohonných hmot, které uvolňuje do volného daňového oběhu.

Stanovené množství bioetanolu, které je přidáváno do automobilového benzínu:

- od 1. ledna 2008 ve výši 2 % objemových z množství motorových benzínů
- od 1. ledna 2009 ve výši 3,5 % objemových z množství motorových benzínů
- od 1. června 2010 ve výši 4,1% objemových z množství motorových benzínů (Čepro, 2011)

5.2.1. E85 – palivo nové generace

Palivo E85 je směs, která se skládá z 85 % etanolu a z 15 % naturalu 95. Tento poměr lze dle různých sezónních poměrů měnit, ale minimální podíl etanolu musí být 70 %. Proti klasickému benzínu má jízda na palivo E85 dvě hlavní výhody – nárůst výkonu motoru a výrazné snížení emisí výfukových plynů. Bioetanol se také na rozdíl od „klasických“ pohonných hmot získává z rostlinných, tedy obnovitelných zdrojů.

V Evropě je palivo E85 nejvíce používáno ve Švédsku, kde je v provozu více než 16 tisíc vozidel FFV (Flexi Fuel Vehicle) a počet plnicích stanic s palivem E85 je vyšší než 250. V roce 2008 bylo palivo E85 slavnostně uvedeno na trh i v ČR (www.cukrovarytttd.cz).

Parametry paliva E85 určují toto palivo jako alternativní pro automobilový benzín, tudíž pro využití v zážehových motorech. Vzhledem k nižšímu směšovacímu poměru (palivo:vzduch) přináší spalování E85 v běžných zážehových motorech problém se spalováním chudé směsi. Aby docházelo ke spalování stechiometrické směsi, je nutné zvýšit dávku paliva přibližně o 30%. Tento rozdíl je patrný z porovnání výhřevnosti automobilového benzínu a paliva E85. Vozidla schopná bezproblémově spalovat palivo E85 jsou nazývána FFV vozidla (Flexi Fuel Vehicle). Tato vozidla jsou již od výrobce upravena na spalování obou paliv a jak je z anglického názvu patrné, mohou bezproblémově spalovat jakýkoliv poměr výše uvedených paliv (Kotek: 2013).

Na českém trhu lze již nyní zakoupit vozy mnoha značek, které dokáží na palivo E85 jezdit. Mezi nejvýznamnější patří Ford (FFV modely Focus, C-max, S-max, Mondeo) a Škoda Auto (model Škoda Octavia Multifuel).

V České republice se palivo E85 premiérově objevilo na jednom ze stojanů čerpací stanice KM Prona v Mladé Boleslavi. Dnes je možno toto palivo čerpat na více než 200 čerpacích stanicích po celé ČR (www.cukrovarytttd.cz).

Obr. č. 5:
Čerpací stanice s palivem E85
Zdroj: www.biom.cz



5.2.2. Úprava motoru běžného vozidla

Palivo E85 lze mísit s Naturelem 95. Tankuje se do stejné nádrže jako benzín. Kdo chce tankovat čistý etanol, měl by si nechat upravit motor svého vozidla u ověřených odborníků, kteří dobře znají problematiku elektronického systému řízení motorů, montují kvalitní přídavné zařízení E85 a mají potřebné vybavení pro jeho seřízení a výstupní kontrolu po montáži. Úprava na E85 je určena vozidlům, která tankují palivo Natural 95, mimo vozidel s přímým vstřikováním paliva.

Vozidlo musí být v dobrém technickém stavu a jeho systém řízení musí být v pořádku (www.motorexpert.cz).

Dochází k úpravě délky vstřiku paliva do válců zabudováním pomocné řídicí jednotky vstřikování. Je možné tankovat současně benzín a etanol, nainstalovaná řídicí jednotka si automaticky obstará výběr směsi (www.astes.cz).

Naopak při provozu na Etanol E85 bez přestavbové jednotky dochází ke spalování chudé směsi = nárůst spotřeby o cca 20 %, snížení výkonu a velké riziko poškození motoru (propálení sedla ventilů, válce, pístů) (www.motorexpert.cz).

5.2.3. Vliv používání paliva E85 na životnost motoru

Zkušenosti z Brazílie a Švédska, kde na Etanol E85 jezdí již mnoho let, ukazují, že chod na Etanol E85 je bezproblémový. Provoz vozidla je beze změny, jen je levnější a ekologičtější, servisní intervaly se nemění a automobil snáze projde emisní kontrolou. Dochází k vyššímu výkonu motoru v důsledku vyššího oktanového čísla paliva. Neničí se ani hadičky palivové soustavy, v roce 1980 se začaly používat již materiály odolnější, které vydrží. Při použití Etanolu E85 je opotřebení motoru nižší. A to z důvodů:

- Etanol E85 má čisticí vlastnosti = pročištění a nezanešení vstřikovacích trysek.
- Při spalování Etanolu E85 nevznikají karbonové usazeniny = ty mohou ve válci předčasně zapálit směs a to není dobře.
- Etanol E85 hoří za nižších teplot než benzín = menší opotřebení pístních kroužků (www.ceproas.cz).

5.2.4. E85 - vliv na emise

Z provedených měření a testů plyne, že při použití paliva E85 dojde ke snížení emisí CO₂ a dalších plynů až o 85%. Při spalování pohonné hmoty E85 odchází z výfukového potrubí pouze vodní pára s jemným lihovým aroma (www.prestavby-naethanol.cz).

5.2.5. Výše spotřeby

S ohledem na vyšší oktanové číslo etanolu dochází k vyššímu výkonu motoru. Nastává otázka, zda se při jízdě naplno využije. Na vyšší výkon potřebuje motor více energie a tu si samozřejmě vezme z paliva. Tím má pochopitelně vyšší spotřebu. Pokud zůstane výkonová rezerva zachována, může to naopak znamenat nižší spotřebu. Bez ohledu na přiměřené zvýšení spotřeby dochází v konečném součtu k finanční úspoře. Stačí jednoduché počty: např. 7 l/100 km x 36 Kč za Natural 95 = 252 Kč nebo 8 l/100 km x 25 Kč za E85 = 200 Kč. Rozdíl činí 52 Kč na 100 km jízdy ve prospěch etanolu (www.motorexpert.cz).

Cena E85

Biopaliva jsou dnes levnější, protože jsou kvůli nižší produkci emisí osvobozena od spotřební daně. Jeden litr vysokoprocentního biopaliva E85 je zhruba o osm až deset korun levnější než klasický benzin. Aktuální průměrná cena paliva E85 činí 26,50 Kč/l (Trnka: 2012).

5.2.6. Porovnání E85 s LPG

Výhody Etanolu E85 oproti LPG:

- Nižší počáteční investice: Etanol E85 5000 Kč, LPG 25000 Kč.
- Etanol se v průměru zaplatí za pár měsíců a pak vydělává, LPG se v průměru zaplatí za pár let a pak vydělává
- U Etanolu není potřebná přídavná nádrž, u LPG ano a zabírá místo v kufru, případně místo rezervy a následně rezerva v kufru
- S Etanolem E85 není omezen vjezd do podzemních garáží
- Etanol E85 má nižší provozní náklady a je bezúdržbový, u LPG musíte každý rok na preventivní prohlídku, emise jsou dražší, LPG vyžaduje speciální servis navíc. Etanol je obnovitelný zdroj energie a má nižší emise
- LPG více zatěžuje opotřebením motoru – LPG je do válce dopraven již v plynném stavu, tím pádem neochlazuje vnitřní prostor válce a více se opotřebovávají pístní kroužky
- Sada LPG váží cca 70 kg, tím se zhoršují jízdní vlastnosti vozidla

- LPG snižuje výkon motoru a zvyšuje spotřebu o cca 15 %
- LPG je fosilní palivo, které je vyráběno z ropy, tím pádem i jeho cena se odvíjí od cen ropy, zato Etanol E85 je vyráběn z rostlin, které jsou pěstovány v České republice a podporují české zemědělce, potažmo hospodářství (www.flexcar.cz)

5.4. Nabídka vysocekoncentrovaných biopaliv

Společnost Čepro začala na 60 svých čerpacích stanicích EuroOil (tj. asi na 1/3) nabízet vysoceobjemová paliva Etanol E85 od Tereos TTD a směsnou motorovou naftu SMN 30. Poptávka po těchto pohonných hmotách roste kvůli jejich ceně, protože se na ně vztahuje nižší spotřební daň, palivo E85 je zhruba o 8-10 Kč levnější než klasický benzín. V současné době nabízí vysocekoncentrovaná biopaliva asi 250 menších soukromých čerpacích stanic (Čepro, 2012).

6. Dopady na životní prostředí

6.1. Půda

Odpůrci biopaliv poukazují na dodatečné dopady na životní prostředí při jejich výrobě. Kvůli pěstování technických plodin, ze kterých se biopaliva vyrábí, se totiž kácí pralesy a vysušují se mokřady nebo rašeliniště. Ve vzduchu visí také problém zdražení potravin v důsledku užívání zemědělských ploch pro pěstování rostlin, z nichž se biopaliva vyrábějí (ČT24: 2012).

Ke shora uvedenému je nutno uvést, že v případě pěstování cukrovky na výrobu bioetanolu v ČR nehrozí žádné zabírání nové půdy. Dle vyjádření Cukrovaru a lihovaru TTD Dobruška, jakožto jediného výrobce bioetanolu z cukrovky v ČR, je pro pěstování cukrové řepy využívána stávající orná půda, která byla i v minulosti pro výrobu cukrové řepy používána. Ke zdražování potravin z důvodu pěstování cukrovky pro výrobu bioetanolu v ČR také nedojde, jelikož vypěstované množství této okopaniny postačí pokrýt jak množství potřebné k potravinářským, tak i technickým účelům (www.ttdcukrovary.cz).

Naopak navýšení pěstování cukrové řepy pro výrobu biopaliv by vedlo k posílení českého řepářství. Pro srovnání uvádím, že v roce 1990 bylo oseto cukrovkou 118 113 ha (Adamec, 1999). Po vstupu ČR do EU v roce 2004 a po zavedení kvót na cukr byly plochy oseté cukrovkou výrazně sníženy. Dle ČSÚ k 15.10.2004 činila sklizňová plocha cukrové řepy v roce 2004 v ČR celkem 71 095 ha (Svoboda., Divišová, 2004). V roce 2014 byla oseta celková plocha 62 959 ha, z toho cca 10 tis. ha na výrobu lihu (ČSÚ, 2015), z čehož vyplývá, že i po navýšení pěstební plochy pro zpracování cukrovky na bioetanol, máme v ČR stále značné rezervy.

V ČR je při 100% potravinové soběstačnosti (dnes cca 70%!!) volných cca 1 mil. ha zemědělské půdy, tj. v rámci ČR žádným potravinám biopaliva nekonkurují (Babiš: 2013).

Jsou země, kde biopaliva konkurencí potravinářské produkci jsou (například Holandsko nebo Německo) a jsou země, kde tomu tak není. Mezi ně patří i Česká republika. Podle nedávné studie, kterou si zadalo Ministerstvo zemědělství, je v České republice cca 1 mil. ha půdy využitelné pro nepotravinářské využití, aniž by došlo k ohrožení potravinové bezpečnosti naší země. Pokud by biopaliva v budoucnu nahradila 10% fosilních paliv, pak na to budeme potřebovat cca 350 tisíc ha zemědělské půdy. Podle nás je tedy tento cíl v podmínkách České republiky splnitelný, aniž by došlo ke konkurenci s potravinářskou produkcí (Trnka: 2012).

6.2. Ovzduší

V současné době existuje mnoho způsobů výroby bioetanolu. Při hodnocení dopadů spalování bioetanolu na životní prostředí je důležité si uvědomit, že konečnou spotřebu energie na produkci emisí skleníkových plynů ovlivňují především tyto dva faktory:

- způsob jakým je vyrobena potřebná energie pro technologický postup
- způsob využití vedlejších produktů

Využití výpalků pro energetické využití místo krmiva zvyšuje úsporu emisí skleníkových plynů. Při výrobě bioetanolu z cukrové řepy s využitím výpalků pro

vytápění může dojít k úspoře energie fosilních paliv až o 73 % a ke snížení produkce emisí CO₂ až o 65 % (Hromádko: 2010).

Díky vysokému výnosovému potenciálu vytěžila cukrová řepa výjimečné postavení mezi zelenými zdroji obnovitelné energie. **Vazba CO² tu vysoko převyšuje jeho emise**, energetický výnos z jednotky plochy je vysoký a výrobou energie z řepy je tak odebíráno nejméně plochy půdy (Chochola, Pulkrábek: 2012).

Obr. č. 6: Autorka na exkurzi závodu Tereos TTD, Cukrovar a lihovar Dobruvce

Zdroj: foto autor



11. Závěr

Historie používání biopaliv u nás začíná po první světové válce, kdy se začaly prodávat lihobenzinové směsi. Pod názvem Dynakol se prodávaly směsi s obsahem 50% etanolu, 30% benzenu a 20% benzínu. Do roku 1932 konkuroval tento výrobek autobenzínu obsahujícímu jen ropný benzín. V letech 1926 až 1936 bylo v Československu zavedeno ze zákona povinné mísení 20 % bezvodého etanolu s benzínem.

Používání lihobenzinových směsí v ČR zaniklo až v roce 1950, kdy byl zákonem č. 63/1950 zrušen lihový monopol a vznikla řada vyhlášek a norem, které upravovaly oblast výroby a oběhu lihu.

První porevoluční projekt podpory bioetanolu vyráběného z obilí připravilo Ministerstvo zemědělství a v roce 1996 jej přijala vláda. Usnesením vlády č. 125 se zřídila mezirezortní komise, která byla pověřena přípravou podmínek realizace projektu. Vláda v roce 1998 projekt schválila usnesením č. 420 a postoupila k realizaci. Poté ale po volbách došlo ke změně vládnoucích stran a projekt nebyl dokončen.

Výhodou bioetanolu na rozdíl od „klasických“ pohonných hmot je, že se získává z rostlinných a tedy obnovitelných zdrojů.

Významným milníkem v oblasti biopaliv byla nová evropská směrnice č. 28 z roku 2009, která stanovila členským státům 10% cíl uplatnění biopaliv v dopravě do roku 2020. Tím se členským státům otevřel prostor pro systémy plošného přimíchávání biopaliv, ale i pro jejich daňová zvýhodnění. Česká republika této možnosti rovněž využila a zavedla snížení spotřební daně jak na vysokoprocenní směsi, tak na čistá biopaliva.

Při porovnávání různých zemědělských plodin z hlediska produkce energie se projevila řepa cukrová jako velmi efektivní. Ukázalo se, že ve srovnání s bramborami, pšenicí, tritikale a žitem cukrovka poskytuje nejlepší výsledek energie a zároveň vykazuje nejvyšší emisní ekvivalent oxidu uhličitého (CO₂).

Přítom cukrová řepa je důležitou základní surovinou nejen pro výrobu potravin (cukru, lihu), ale také pro výrobu obnovitelných zdrojů energie (bezvodého lihu, paliva E85, bioplynu, elektřiny), krmiv (pelet, řízků, betainu) a hnojiv (dusíkatých,

draslíkatých, vápenatých). Při zpracování cukrovky je dokonce využita i voda a zemina získaná při praní, a tak je zřejmé, že řepa se stala silnou strategickou plodinou a její zpracování tvoří dokonale uzavřený přírodní cyklus.

Na základě Směrnice 2009/28/ES je v současné době v ČR do běžného benzínu přimícháváno 4,1 % bioetanolu. V roce 2009 se na trhu objevilo palivo E85 vyráběné v Dobrušce. Je to směs, která se skládá z 85 % etanolu a z 15 % naturalu 95. Tento poměr lze dle různých sezónních poměrů měnit, ale minimální podíl etanolu musí být 70 %. Proti klasickému benzínu má jízda na palivo E85 tři hlavní výhody – nárůst výkonu motoru, výrazné snížení emisí výfukových plynů a nižší cenu oproti benzínu.

Letos v dubnu však Evropský parlament schválil omezení podílu biopaliv vyráběných ze zemědělských plodin. Dle návrhu schváleného Evropským parlamentem by v roce 2020 neměl tento podíl přesáhnout 7%, a to z důvodu, že plodiny, z nichž se pohonné hmoty vyrábějí, začaly v některých částech světa zabírat značné plochy zemědělské půdy a konkurovat výrobě potravin.

Tohoto problému se však v ČR nemusíme obávat, neboť co se týká pěstování cukrové řepy na výrobu biolihu, bylo spočítáno, že k nahrazení 10 % ropných paliv biopalivy by teoreticky stačilo pěstování cukrové řepy na ploše zhruba 200 000 hektarů, což je rozloha, na které se dříve v ČR tato plodina již pěstovala. Nyní se cukrovka pěstuje zhruba na 62 000 hektarech, z toho je 52 000 ha využito na výrobu cukru a pouze 10 000 ha na výrobu bioetanolu. Počítá se však, že by mohlo být perspektivně pro produkci bioetanolu v ČR využito 15 až 18 tisíc hektarů produkčních ploch cukrovky, což se projeví jako kladný aspekt v optimalizaci struktury plodin, kde cukrovka působí příznivě na výnosy obilnin, využití živin a omezení plevelů. Pokud k navýšení pěstebních ploch dojde, zvýší se tak jistota a stabilita v pěstování této významné okopaniny patřící celosvětově mezi prvních 15 nejdůležitějších plodin.

Biopaliva jsou a budou součástí energetické a zemědělské politiky ČR a po prostudování dostupných informací věřím, že bioetanol vyráběný z cukrové řepy bude zaujímat první místo v žebříčku biopaliv.

12. Seznam citované literatury

ADAMEC R. (1999): Situační a výhledová zpráva cukrovka, cukr. 1999 (12), s. 1

ANONYM (2009): Dvouleté působení Svazu lihovarů České republiky. Agrární www portál [online]. [cit. 2014-12-20]. Dostupné z: www.agris.cz/clanek/163835

ANONYM (2012): Svaz pěstitelů cukrovky Čech, O nás [online]. [cit. 2015-04-01]. Dostupné z: <http://www.spcc.cz/o-nas/>

ANONYM (2012): Zprávy a informace, Listy cukrovarnické a řepařské roč. 128, č. 7/8, červenec – srpen 2012, s. 207

ANONYM (2014): Zprávy a informace, Listy cukrovarnické a řepařské roč. 130., č. 7/8, červenec – srpen 2014, s. 217

ASTES (2012): Přestavba vozidel na bioethanol [online]. [cit. 2014-12-20]. Dostupné z: <http://www.astes.cz/prestavba-vozidel-na-bioethanol>

AUTO EŠPANDR (2014): Přestavby na ethanol [online]. [cit. 2014-12-28]. Dostupné z: http://www.prestavbynaethanol.cz/Ethanol_E85.aspx

BABIŠ A. (2013): Biopaliva: důležitá fakta v jednom článku [online]. [cit. 2015-03-22]. Dostupné z: <http://www.anobudelip.cz/ab/cs/aktualne/co-si-andrej-babis-mysli/biopaliva/-dulezita-fakta-v-jednom-clanku-11072.shtml>

BIOPALIVA FRČÍ (2015): Co bylo dřív – biopaliva nebo ropa? [online]. [cit. 2015-02-7]. Dostupné z: <http://biopalivafrci.cz/co-jsou-to-biopaliva/historie/>

COACH BIOENERGY (CBE) (2015): Produkce cukrové řepy [online]. [cit. 2015-03-27]. Dostupné z: <http://www.coachbioenergy.eu/cs/cbesluby/technologies-ans-nastroje/technologies/175-produkce-cukrove-repy.html>

CUKROVARY A LIHOVARY TTD, a. s. (2014) [online]. [cit. 2014-09-27]. Dostupné z: <http://www.cukrovarytttd.cz/agroetanol-ttd/vyroby/bioethanol/>

ČEPRO a.s. (2011) Biopaliva [online]. [cit. 2015-04-20]. Dostupné z: <https://www.ceproas.cz/biopaliva>

ČEPRO a.s. (2014) [online]. [cit. 2014-12-20]. Dostupné z: https://www.ceproas.cz/public/data/Ethanol_E85.pdf

ČEPRO a.s. (2011): Co jsou biopaliva [online]. [cit. 2014-09-27]. Dostupné z: <https://www.ceproas.cz/co-jsou-biopaliva>

ČSÚ (2015): Definitivní údaje o sklizni zemědělských plodin [online]. [cit. 2015-04-02]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/definitivni-udaje-o-sklizni-zemedelskych-plodin-2014-kd0y5ji9gz>

ČT24 (2015): Spor o biopaliva: Babiš ČEPRO ani jiné státní podniky nepustí [online]. [cit. 2015-04-10]. Dostupné z: <http://www.ceskatelevize.cz/ct24/ekonomika/307105-spor-o-biopaliva-babis-cepro-ani-jine-statni-podniky-nepusti/>

ČT24 (2012): Zájem o biopaliva v ČR stoupá [online]. [cit. 2015-04-04]. Dostupné z: <http://www.ceskatelevize.cz/ct24/ekonomika/186522-zajem-o-biopaliva-v-cr-stoupa/>

DYBUSZ K. (2006): Suroviny pro výrobu bioethanolu [online]. [cit. 2014-09-27]. Dostupné z: <http://kubusz.net/Bioethanol/suroviny.html>

DYBUSZ K. (2006): Výroba bioethanolu z cukrové řepy [online]. [cit. 2015-03-27]. Dostupné z: <http://kubusz.net/Bioethanol/technologie.html>

EKOPORADENSKÝ PORTÁL MŽP (2014) [online]. [cit. 2014-09-27]. Dostupné z: <http://www.ekoporadny.cz/faq/co-jsou-to-biopaliva-prvni-a-druhe-generace-jaky-je-mezi-nimi-rozdil.htm>

FLEXCAR s.r.o.: Vše o Ethanolu E85 [online]. [cit. 2014-09-27]. Dostupné z: www.flexcar.cz/vse-o-ethanolu-e85

GANDALOVIČ P.(2009): Biopaliva – součást energetické a zemědělské politiky ČR. Biopaliva Pomoc přírodě, nebo zločin proti lidskosti? Sborník textů č.74/2009, Centrum pro Ekonomiku a politiku cep, ISBN 978-80-86547-73-2, s. 12, 13

HINČICA V. (2013): Cukrovarnický průmysl v Brazílii. LCa Ř, č. 2, únor 2013, s. 67

HORÁK J. (2014): Úřad rozhoduje, zda lihovar v Trmicích potřebuje ekologický posudek [online]. [cit.2014-09-27]. Dostupné z: http://usti.idnes.cz/povoleni-pro-obnoveni-vyroby-v-lihovaru-v-trmicich-fh1-/usti-zpravy.aspx?c=A140526_2068072_usti-zpravy_alh

HROMÁDKO J. a kol. (2010): Technologie výroby biopaliv druhé generace. Chemické listy 104, s. 784-785

HROMÁDKO J. (2010): Hodnocení životního cyklu fosilních paliv a bioetanolu. Listy cukrovarnické a řepařské [online]. [cit. 2015-04-01]. Dostupné z: <http://www.cukr-listy.cz>, ISSN: 1210-3306

CHOCHOLA J., PULKRÁBEK J. (2012): Výzkum cukrové řepy ve světě, Listy cukrovarnické a řepařské, č. 5/6 květen – červen 2012, s. 178

JORDÁN H. (2014): Podpora biopaliv bude pokračovat i v příštích letech [online]. [cit. 2015-04-01]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/mze/tiskovy-servis/tiskove-zpravy/x2014_podpora-biopaliv-bude-pokracovat-i-v.html

JŮZL M. a kol. (2000): Rostlinná výroba – III (Okopaniny), Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně 2000, ISBN 80-7157-446-5, s. 23

KOTEK M. a kol. (2013): Aplikace paliva E85 v motoru 1.2 HTP. LCaŘ 129, č. 7/8, červenec-srpen 2013, s. 258

KŘEPELKA V. (1997): Využití bioetanolu jako paliva v zemědělství. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, s. 7

KŘOVÁČEK J. (2014): Úroda, Vyplatí se pěstovat cukrovku [online]. [cit. 2015-04-01]. Dostupné z: <http://uroda.cz/vyplati-se-pestovat-cukrovku-ano-nebo-ne/>

KUPEC P. (2015): Evropský parlament schválil omezení podílu biopaliv vyráběných z plodin [online]. [cit. 2015-04-28]. Dostupné z: <http://ekolist.cz/cz/zpravodajstvi-zpravy/europsky-parlament-schvalil-omezeni-podilu-biopaliv-vyrabenyh-z-plodin>

MORAVČÍK T. (2007): Využitie bioethanolu v cestnej doprave [online]. [cit. 2014-09-27]. Dostupné z: http://pemerscontacts.upce.cz/05_2007/Moravcik.pdf

MOTOREXPERT (2014): Chcete jezdit levněji? [online]. [cit. 2014-12-20]. Dostupné z: <http://www.motorexpert.cz/clanek010.htm>

NETFINANCIE s.r.o. (2015): Nie je biopalivo ako biopalivo! [online]. [cit. 2015-02-7]. Dostupné z: <http://www.najlacnejsie-pzp.sk/nie-je-biopalivo-ako-biopalivo/>

PECÁK R. (2011) Prodej paliva E85 se za rok v Česku zvýšil stonásobně [online]. [cit. 2014-12-28]. Dostupné z: <http://zpravy.aktualne.cz/ekonomika/auto/prodej-paliva-e85-se-za-rok-v-cesku-zvysil-stonasobne/r~i:article:724768/>

PRUGAR J. a kol. (2008): Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s., ISBN 978-80-86576-28-2, s. 270

PULKRÁBEK J. a kol. (2007): Řepa cukrová: pěstitelský rádce. Praha: Kurent, s.r.o., s. 6

PULKRÁBEK J., URBAN J. (2011): Energetické využití rostlinné biomasy. Biom.cz [online]. [cit. 2015-04-04]. Dostupné z www: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/energeticke-vyuziti-rostlinne-biomasy>>. ISSN: 1801-2655

REINBERG O. (2014) Situace v českém a evropském cukrovarnictví 2013/2014 Listy cukrovarnické a řepařské, roč. 130, květen-červen, s. 183. ISSN 1210-3306

ROLLEROVÁ A. (2008): Bruselská směrnice o biopalivech a její dopad na ekonomiku. Biopaliva Pomoc přírodě, nebo zločin proti lidskosti? Sborník textů č.74/2009, Centrum pro Ekonomiku a politiku cep, ISBN 978-80-86547-73-2, s.57

STOKLASOVÁ H. (2010): Konec cukrovaru v Hrochově Týnci očima jeho zaměstnanců. Listy cukrovarnické a řepářské. Roč. 126, č. 9-10, září-říjen, s. 334.

SVOBODA I., DIVIŠOVÁ E. (2004): Situační a výhledová zpráva Cukrovka – cukr [online]. [cit. 2015-04-04]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/2861/cukr12_04.pdf

SVOBODA I., DIVIŠOVÁ E. (2007): Situační a výhledová zpráva cukr cukrová řepa, ISBN 978-80-7084-607-0, s. 5

SVOBODA M. (2014): zpravodaj AGRObase, 24. srpna 2014, č. 3 [online]. [cit. 2015-04-01]. Dostupné z: http://www.apic-ak.cz/data_ak/14/a/AGRObase1403.pdf, s. 3-4

SZIF (2014): Komoditní zpravodajství, Státní zemědělský intervenční fond [online]. [cit. 2014-12-20]. Dostupné z: http://www.szif.cz/cs/ContentDocument?rid=%2Fapa_anon%2Fcs%2Fzpravy%2Fkomodity%2Frv%2F03%2F01%2F1412315752665.pdf

ŠOBOTNÍKOVÁ P. (2009): Vliv cukerní reformy na hospodaření vybrané cukrovarnické společnosti [online] [cit. 2015-01-01]. Dostupné z: <https://is.cuni.cz/webapps/zzp/dtdownload/8800027440/?lang=cs>, s. 24

ŠVACHULA V. (2012): Rozhledy, LCaŘ 128, č. 9-10, září-říjen 2012, s. 287

TEREOS TTD a.s. (2009): Aktuality [online]. [cit. 2014-12-20]. Dostupné z: <http://www.cukrovarytttd.cz/aktuality/agroetanol-ttd-jako-prvni-ve-stredni-a-vychodni-evrope-vedl-na-trh-palivo-e85/>

TEREOS TTD a.s. (2010): Bioetanol z Dobrovice splňuje kritéria udržitelnosti, Zpravodaj TTD, ročník II, číslo 4, prosinec 2010 [online]. [cit. 2015-04-04]. Dostupné z: http://www.cukrovarytttd.cz/ke_stazeni/zpravodajtttd_42010.pdf

TEREOS TTD a.s. (2014): Agroetanol TTD [online]. [cit. 2014-12-20]. Dostupné z: <http://www.cukrovarytttd.cz/agroetanol-ttd/vyrobky/e85-palivo-nove-generace/>

TEREOS TTD a.s. (2015): Aktuality [online]. [cit. 2015-04-01]. Dostupné z: <http://www.cukrovarytttd.cz/aktuality/cukrovarnicka-kampan-tezila-z-prizne-pocasi/>

TRNKA J. (2012): Duel o biopalivech [online]. [cit. 2015-04-10]. Dostupné z: <http://ekonomika.idnes.cz/duel-o-biopalivech-03w-/odpovedi.aspx?t=BIOPALIVA>

TRNKA J. (2014): Biopaliva frčí (nejen) v Čechách již více než sto let. *Biom.cz* [online]. [cit. 2015-03-29]. Dostupné z www: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/biopaliva-frci-nejen-v-cechach-jiz-vice-nez-sto-let>>. ISSN: 1801-2655.

TRNKA J. (2014): Spotřeba biopaliv v EU v loňském roce poklesla. *Biom.cz* [online]. [cit. 2015-04-02]. Dostupné z www: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/spotreba-biopaliv-v-eu-v-lonskem-roce-poklesla>>. ISSN: 1801-2655.

TRNKA J. (2012): V ČR roste zájem o auta na biopalivo E85 [online]. [cit. 2014-12-28]. Dostupné z: <http://biom.cz/cz/zpravy-z-tisku/v-cr-roste-zajem-o-auta-na-biopalivo-e85-loni-se-jich-prodalo-345>

VANĚK V. (2012): Obnovitelné zdroje, Biopaliva druhé a třetí generace [online]. [cit.2014-09-27]. Dostupné z: <http://www.3pol.cz/cz/rubriky/obnovitelne-zdroje/987-biopaliva-druhe-a-treti-generace>

WEBGARDEN (2014): Biopaliva [online]. [cit.2014-09-27]. Dostupné z: <http://biopaliva.webgarden.cz/rubriky/biopaliva>

ZÁKONY PRO LIDI.CZ (1997): Zákon o lihu [online]. [cit. 2014-11-27]. Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/1997-61>

ZDRUŽENIE PRE VÝROBU A VYUŽITIE BIOPALÍV (2014): Biopalivá v otázkach a odpovediach [online]. [cit. 2014-09-27]. Dostupné z: <http://www.zvzb.sk/aktuality/faq>

ŽENA.CZ (2014): Cukrová řepa [online]. [cit. 2014-09-27]. Dostupné z: <http://wiki.zena.centrum.cz/cukrova-repa/>