

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH  
BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4131 Zemědělství

Studijní obor: Agroekologie

Katedra: Katedra rostlinné výroby a agroekologie

Vedoucí katedry: prof. Ing. Vladislav Čurn, Ph.D.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE  
Využití obilovin pro nepotravinářské účely

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Zdeněk Štěrba, Ph.D.**

Autor: **Antonín Pešta**

**České Budějovice, duben 2011**

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem 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 JU) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

Datum .....

Podpis studenta

### **Poděkování:**

Děkuji Ing. Zdeňku Štěrbovi, Ph.D., vedoucímu bakalářské práce, za odbornou pomoc a poskytování cenných rad při vypracování.

## OBSAH

1.	ÚVOD .....	7
2.	OBILOVINY .....	8
2.1	Historie pěstování obilnin .....	8
2.2	Význam obilovin .....	8
2.3	Charakteristika a rozdělení obilnin .....	9
2.4	Požadavky obilnin na prostředí .....	11
2.5	Agrotechnika obilnin .....	11
2.6	Státní podpora pěstování obilnin pro energetické využití .....	13
3.	VYUŽITÍ OBILOVIN PRO VÝROBU ŠKROBU .....	14
3.1	Historie výroby škrobu .....	14
3.2	Charakteristika škrobu a obsah v rostlinách .....	14
3.3	Fyzikální a chemické vlastnosti škrobu .....	15
3.4	Výroba škrobu z pšenice .....	15
3.4.1	Výroba „sladkým“ Martinovým způsobem .....	15
3.4.2	Výroba novými postupy .....	16
3.5	Výroba kukuřičného škrobu .....	16
3.6	Využití škrobu .....	18
3.6.1	Škrobové hydrolyzáty .....	18
3.6.2	Technické dextriny .....	18
3.6.3	Modifikované škroby .....	18
3.7	Státní podpora výroby škrobu z obilovin .....	19
4.	VYUŽITÍ OBILOVIN PRO VÝROBU LIHU .....	20
4.1	Požadavky na surovinu a výroba bioethanolu .....	20
4.2	Využití bioethanolu .....	21
4.3	Státní podpora výroby bioethanolu .....	21
5.	VYUŽITÍ SLÁMY OBILNIN .....	23
5.1	Charakteristika slámy .....	23
5.2	Produkce slámy .....	23
5.3	Možnosti úpravy a využití slámy .....	23
5.3.1	Sklizeň slámy .....	23
5.3.2	Úprava slámy jako paliva .....	24
5.3.3	Spalování slámy .....	25
5.3.4	Výroba a použití ekopanelových desek z pšeničné slámy .....	25
6.	VÝROBA BIOPLYNU Z OBILOVIN .....	27
6.1	Využití kukuřičné biomasy .....	27
6.2	Produkce bioplynu .....	27
6.3	Využití bioplynu .....	29
6.4	Státní podpora výroby bioplynu .....	30

7.	VYUŽITÍ OBILOVIN PRO PĚSTOVÁNÍ NÁMELE .....	31
7.1	Charakteristika a historie námele .....	31
7.2	Námelové alkaloidy .....	31
7.3	Biologie námele .....	32
7.4	Životní cyklus .....	33
7.5	Pěstování námele na žitě .....	33
7.6	Účinky námelových alkaloidů na živý organismus .....	34
8.	ZÁVĚR .....	36
9.	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....	37
10.	PŘÍLOHY .....	40

# 1. ÚVOD

Jako obiloviny chápeme samotné zrno obilnin. Pro rostliny jako takové používáme výraz obilniny. Obiloviny začali lidé ke své obživě využívat ještě dříve než je začali záměrně pěstovat pro možnost jejich skladování po dobu celého roku. Skladování umožnilo vytvoření zásob, a tím zajistilo přežití lidí po dlouhou dobu jen při jejich konzumaci. S rostoucí populací se osídlovaly nové oblasti a brzy se ukázalo že obilniny jsou schopné využívat vegetační faktory a prostředí takřka všude kde se je lidé pokoušeli pěstovat. To předurčilo obilniny k tomu aby se staly jedněmi z hlavních plodin pěstovaných na Zemi.

Lidé odedávna nevyužívali pouze zrno obilnin pro obživu, ale i ostatní části rostlin. Ze slámy vyráběli nejenom lůžka, střechy a izolace obydlí, ale i ozdoby atd.

V době kdy nebyla technologie dostatečně rozvinutá však nedokázali vyrobit více než bylo nutné pro jejich obživu. Spolu s rozvojem techniky a tím i zemědělství docházelo k intenzifikaci produkce, dosahovalo se čím dál vyšších výnosů a tím pádem se začalo uvažovat o jiném využití obilovin. V současnosti ve většině vyspělých států vzniká nadprodukce zemědělských plodin, včetně obilovin. Naskytá se tedy otázka, jak tuto nadprodukcí ekonomicky využít. Mnoho západoevropských států již vyjmulo určité plochy z klasické zemědělské produkce určené k potravinářským a krmným účelům, a začalo tyto plochy užívat k pěstování energetických a průmyslových plodin. Stejný trend se rozvíjí i v České republice.

Otázka energetického a průmyslového využití zemědělských plodin se stává stále více aktuální a diskutovanou. Nejde totiž pouze o zpracování zemědělské nadprodukce, ale o využití biomasy rostlin jako obnovitelných zdrojů energie.

Hlavním cílem bakalářské práce bylo shrnutí poznatků o možnostech využití obilovin pro nepotravinářské účely formou literární rešerše.

## 2. OBILOVINY

### 2.1 Historie pěstování obilnin

Obilniny jsou nejstarší kulturní rostliny pěstované člověkem. Proto dějiny obilovin jsou do značné míry i dějinami zemědělství a velmi úzce souvisí i s rozvojem lidské společnosti. Obilniny jsou známé z nálezů v evropském pravěku již z mladší doby kamenné a samozřejmě ze zemí Blízkého východu, například z oblasti Eufratu a Tigridu, také z povodí Nilu i ze staré Číny. Obilniny, ostatně jako všechny trávy z čeledi lipnicovité (*Poaceae*), rostly v monokulturách, tudíž mohl člověk snadno sklízet jejich obilky pro svou obživu. Například severoameričtí indiáni ještě donedávna sklízeli v Minesotě ovsahu bahenní (*Zizania aquatica*), která je podobná rýži a planě tam roste v souvislých porostech na více než 7500 ha. Podle PELIKÁNA a SÁKOVÉ (2001) mají obilniny neobyčejnou schopnost přizpůsobit se podmínkám prostředí a účelně využívat vegetační faktory prostředí pro tvorbu výnosu a proto se dnes obilí pěstuje takřka po celé zeměkouli, pokud jsou podmínky jen trochu příznivé.

### 2.2 Význam obilovin

Obiloviny jako takové velmi výrazně ovlivňují výživovou bilanci světové populace, a to na všech světadílech. Mají mezi zemědělskými produkty výsadní postavení, a to jak v uplatnění pro lidskou výživu, tak i jako krmení pro výživu hospodářských zvířat. Nepřímo tak ovlivňují produkci masa, mléka a do značné míry i tuků.. Hlavní předností obilí jsou jednak vysoká sušina (85%). Patří tedy mezi suroviny údržné a dobře skladovatelné. Další výhodou je jejich nízká cena (ŠIMON a STRAŠIL, 2000).

Využití obilnin k lidské výživě dnes zabezpečuje rozhodující část příjmů energie z potravin a často i nemalý podíl na celkovém příjmu bílkovin. Obzvláště v rozvojových zemích je denní energetická potřeba kryta z 60% obilovinami (někde i 80%). Ve vyspělých zemích je tento podíl menší (okolo 20-40%), protože je větší spotřeba masa, cukru a tuků. Předností obilnin je jejich výhodný poměr obsahu základních výživných látek – glycidů a bílkovin (PETR a HÚSKA, 1997).

V České republice jsou obiloviny nejdůležitější a nejrozšířenější zemědělskou plodinou, zauímají více než 50% veškeré orné půdy. Stejně jako

spotřeba se liší i produkce a způsob využití obilovin. Celosvětově se pro lidskou výživu využívá asi 66% z celkové produkce obilovin, konkrétně v ČR asi jen 35%. Obecně ve vyspělých zemích Evropy a Severní Ameriky vznikají přebytky z nadprodukce obilovin. Výroba potravin sice zůstává dominantní, ale část půdy se vždy využívala pro nepotravinářskou produkci (DIAMANTIDIS a KOUKIOS, 2000). Rozvoj tohoto odvětví stále nabývá na důležitosti, neboť produkty průmyslového zpracování obilovin mají velmi široké využití. Z pšenice a kukuřice se například průmyslově vyrábí škrob, jehož deriváty se dále používají na výrobu celé řady výrobků (technické dextriny, modifikované škroby, škrobové a glukózové sirupy, fruktózové sirupy, degradabilní obaly atd.). Velkou perspektivu má výroba škrobových plastů, kterých lze využít i k mulčování půdy (omezení výparu, potlačování plevelů). Výhodou je že se tyto plasty rozloží a následně zaorají. Z těchto plastů už byly dokonce vyrobeny CD a DVD disky, které tak nezatěžují životní prostředí. Řada obilovin je používána k výrobě alkoholických nápojů, uvažuje se o širším energetickém využití etanolu, získávaného kvasnou cestou z obilovin. V některých zemích se již tento etanol používá jako příměs do benzínu ETBE. Obiloviny se používají i pro výrobu paliv, využívají se i pro pěstování houby paličkovice nachové, jejíž produkt, námel, se používá při výrobě léčiv (PELIKÁN a SÁKOVÁ, 2001).

Nejde však jen o využití obilok samotných, daleko efektivnější je podle PETRA a HÚSKY (1997) využívání celých rostlin. Zrno se lehce oddělí a sláma se může následně využít k dalším účelům, například jako energetická surovina. Sláma se používá i k výrobě celulosy a papíru. Obzvláště cenná je sláma kukuřice, která se používá na výrobu jemného papíru. Cena celulosní složky obilnin je dokonce mnohdy vyšší než cena obilok samotných (cena vlákniny je na světovém trhu o 40% vyšší než cena škrobu). Za současného stavu a produkce lesů se očekává že, využití slámy bude čím dál tím perspektivnější. V ČR je bohužel zatím zavedena technologie výroby papíru založená na využití dřevní suroviny.

### **2.3 Charakteristika a rozdělení obilnin**

Všechny druhy obilnin se rozdělují do dvou skupin, které se liší svými morfologickými znaky a fyziologickými vlastnostmi a nároky. Do první skupiny patří především pšenice, ječmen, žito, oves a tritikale. Druhou skupinu tvoří kukuřice, čirok, pohanka, proso, amarant atd. Podle nepotravinářského využití



dělíme obilniny na hlavní (kukuřice, pšenice) a doplňkové (amarant, čirok, oves, pohanka, proso, tritikale, žito). Nutno dodat že některé z nich se zatím u nás nepěstují nebo je jejich pěstování v pokusném stadiu (PETR a HÚSKA, 1997).

Rostliny všech druhů obilnin se skládají z vegetativních a generativních orgánů. Mezi vegetativní orgány patří kořenová soustava, listy a stéblo. Generativními orgány je květenství a plod. Kořenová soustava se vyvíjí současně s ostatními orgány při klíčení zrn, kde vznikají první tzv. zárodečné kořínky. Počet těchto kořínků je velmi charakteristický pro jednotlivé druhy obilovin. Po vytvoření sekundárních kořenů a odnožovacího uzlu však funkce těchto kořínků klesá a někdy zanikají úplně. Na dobré zakořenění a vývoj kořenové soustavy má zásadní vliv správná hloubka orby, ani mělká ani hluboká. Listy obilnin postrádají řapík a skládají se pouze z listové čepele a listové pochvy, která objímá stéblo. V místě mezi listovou pochvou a čepelí se nachází jazýček a ouška, útvary důležité pro rozlišení a určování jednotlivých druhů. U některých druhů mohou úplně chybět nebo nemusí být plně vyvinuty. Stéblo tvoří osu rostliny a skládá se z jednotlivých článků (*internodií*). Mezi jednotlivými články se nacházejí kolénka (*nodus*). Články jsou u první skupiny dutá, u druhé skupiny je vyplněno houbovitou dřevinou. Celková síla a pevnost stébla je velmi důležitá z hlediska nepoléhavosti a schopnosti udržet hmotnost květenství (MOUDRÝ a JÚZA, 1998). Květenství obilnin je složený klas, ten se vyskytuje u pšenice, ječmene, žita nebo triticales ve formě lichoklasu. U ovsu, prosa, rýže a čiroku je to lata. Formu latic má taktéž samčí květenství u kukuřice, samičí květenství je palice a vyznačuje se silně ztloustlou osou. Osu klasu tvoří větveno a podobně jako stéblo je tvořeno články, na které přisedají klásky. Klásek je dále tvořen plevami a kvítky. Lata je tvořena hlavní osou, což je prodloužené stéblo s postraními větvemi, ty se mohou rozvětňovat na větévky, na kterých jsou založeny klásky. Existují různé typy lat, které se liší hustotou a upořádáním větví a větévek. Plodem obilnin je jednosemenná nažka, tzv. obilka. Ta se skládá ze tří částí – obalů, vnitřního jádra a zárodku. Obilky mohou být pluchaté (plucha a pluška pevně objímají obilku) nebo bezpluché. Chemické složení obilek se liší podle jednotlivých druhů obilnin (viz Tabulka 1, Přílohy).

## 2.4 Požadavky obilnin na prostředí

Jak tvrdí DIVIŠ (2010), obilniny jsou náročné na předplodinu a živiny, řadí se proto k plodinám zhoršujícím. Obilniny 1. skupiny (pšenice, ječmen, žito, oves a tritikale) mají obecně vyšší nároky na vláhu a nižší na teploty, obilniny 2. skupiny (kukuřice, čirok, pohanka, proso, amarant atd.) vyžadují vyšší teploty a méně vláhy. Půda a především svrchní orniční vrstva musí být v dobrém výživném stavu, a to hlavně vzhledem k poměrně mělkému a málo rozvinutému kořenovému systému, který není schopen přijímat vodu a živiny z větší hloubky. Naopak kukuřice má kořeny zasahující do hloubky 1,5-3m a zajišťují dobré zásobování rostliny vodou. Obilniny obecně se podle KUDRNY a KVĚCHA (1963) zařazují do osevního postupu po příznivých (zlepšujících) předplodinách, jako jsou víceleté pícniny, luskoviny, řepka, hnojem hnojené okopaniny a kukuřice na siláž, košťálové zeleniny, mák aj. Obecně je nejnáročnější pšenice ozimá. Ozimý ječmen, žito, tritikale jsou více a oves nejvíce tolerantní na horší předplodinu. Pěstování obilnin po sobě není vhodné. Pokud je to však nutné, dbáme na zařazení ozimů před jařiny a vybíráme druhy a odrůdy odolnější proti chorobám. Důležitá je též včasná sklizeň předplodiny (STACH, 1999).

## 2.5 Agrotechnika obilnin

Příprava půdy pro obilniny se liší v závislosti na druhu a době sklizně předplodiny. Po jetelovinách se provádí orba pluhem s předradličkou, důležité je narušení kompaktní orniční vrstvy prorostlé kořeny. Po okopaninách se provádí klasická orba s rozrušením hrud a následnou předseťovou přípravou. Možné je i bezorební setí za pomoci secích kombinací (aktivní frézy, brány, secí stroj, pěchovací válce ap.). Po obilninách je velice důležitá podmínka provedená co nejdříve po sklizni. Podmítka redukuje především zaplevelení a výpar. Následuje orba do hloubky 18-24 cm s ošetřením drobicím nářadím. Seťové lůžko pro obilniny má být 4-5 cm hluboké.

Samotné setí se provádí do hloubky 40-60 mm, v závislosti na druhu obilniny a půdy. Na lehkých půdách a za sucha sejeme hlouběji. Důležité je aby se zrna dostala do kontaktu s vlhkou půdou. Šířka řádků je podle DIVIŠE (2010) 105-150 mm u obilnin první skupiny a 300-450 mm u skupiny druhé. Výsevek je závislý na kvalitě předplodiny, aktuálních podmínkách na stanovišti, srážkových podmínkách a

dodržování termínu setí. Obecně se pohybuje mezi 400-500 klíčovými obilkami na m<sup>2</sup> (viz Tabulka 2, Přílohy). Nižší výsevky jsou vhodné v nejpříznivější řepařské oblasti. Optimální doba setí obilnin je 10-14 dní před konečným termínem. Obecně pro ozimy platí, že čím horší jsou stanovištní podmínky, tím dříve sejeme. U kukuřice se řídíme teplotou půdy, měla by být asi 12°C. Rámcově je této teploty dosaženo 24.4 – 10.5. (VRZAL, 1995). Výsevek je závislý na daném druhu, směru využití, stanovišti, parametrech osiva, atd. Optimální výsevek se pohybuje kolem 80000 klíčivých zrn/ha.

Ošetření porostu během vegetace se provádí nejčastěji branami a válci. Hlavním účelem válení je utužení svrchní vrstvy půdy aby se podpořil kontakt obilky s půdou a vztlínání vody k osivovému lůžku. Vláčení branami se používá k regulaci rychle vzcházejících plevelů a doporučuje se zejména při vynechání použití herbicidů. Chemické ošetření pak spočívá v aplikaci zmiňovaných herbicidů, fungicidů, insekticidů, různých morforegulatorů a dalších pesticidů nebo dalších chemických látek.

Termín sklizně obilnin je závislý na tzv. stupni zralosti obilek. Podle PETRA a HÚSKY (1997) rozlišujeme 4 stupně zralosti: mléčná, vosková, žlutá a plná. Mléčná zralost se vyznačuje žloutnutím spodních listů, avšak zbytek rostliny je ještě zelený. Zrno obsahuje asi 50% vody a po rozmáčknutí z něj vytéká mlékovitá tekutina. Vosková zralost se pozná podle toho, že je celá rostlina již seschlá. Obilky se mezi prsty hnětou jako vosk. Žlutá zralost se určí podle toho, že celá rostlina je žlutá, zaschlá. Obilky jsou sice již tvrdé, ale při vrypu nehtem v nich zůstává rýha. Obsah vody je kolem 30%. Nejvyšším stupněm zralosti je tzv. plná zralost (ZIMOLKA, 2005). Všechny části rostliny jsou seschlé, kolénka zaschlá a svažtělá na celém stéble. Vlhkost obilek se pohybuje kolem 20%, jsou tvrdé a nedá se do nich rýpnout nehtem. Začíná hrozit nebezpečí výdrolu. Většina obilnin se sklízí přímo sklízecí mlátičkou ve žluté zralosti, pouze semenářské porosty ve zralosti plné. U druhé skupiny obilnin je doba a způsob sklizně závislý na směru pěstování a využití plodin. Např. kukuřici na zrno se sklízí při vlhkosti zrn 30%, kukuřice na siláž se sklízí na konci mléčné voskové zralosti, při cca 35% sušiny. Kukuřice na CCM se sklízí při obsahu sušiny 45-50%.

Po sklizni se semeno čistí, při vyšší než požadované vlhkosti se dosouší a následně skladuje. Při vlhkosti pod 15% je možné dlouhodobé skladování, u kukuřice je potřebná vlhkost nižší, 12 - 13 %.

## 2.6 Státní podpora pěstování obilnin pro energetické využití

Evropská unie v roce 2007 zavedla tzv. Uhlíkový kredit. Jedná se o dotaci ve výši 45 euro na hektar půdy, která je využívána pro pěstování energetických plodin. Tato podpora měla podpořit rozvoj pěstování energetických plodin, a dát tak předpoklad ke splnění „Energeticko-klimatického balíčku“, který EU představila v roce 2008. Jeho cílem je 10% podíl biopaliv v pohonných hmotách v roce 2020.

Další ekonomická kompenzace využití biopaliv se řídí směrnicí 2003/96/ES a v souladu s ní je i náš zákon č. 353/2003 Sb., o spotřebních daních, pro bioetanol a bio-ETBE v BA. Pro bioetanol je daňová úleva 11,84 Kč/l.

Na pěstování energetických plodin je dále možné čerpat dotaci SAPS, TOP-UP, ZVS či AEO (ABRHAM a kol. 2004).

SAPS – jde o jednorázovou platbu na plochu. V roce 2004 byla poskytována ve výši 1830,40Kč na hektar, v roce 2010 už činila 4060,80 Kč na hektar.

TOP-UP – tato dotace je národní doplňková platba k přímým podporám SAPS. Výše dotace na zemědělskou půdu byla pro rok 2010 514,10Kč na hektar.

ZVS – jedná se o dotaci v rámci Zakládání skupin výrobců za účelem výroby a odbytu základních zemědělských produktů. Výše sankce záleží na výši produkce podniku. ZVS podpora je poskytována na 5 let.

AEO je dotace pro provádění AgroEnvironmentálního Opatření. Tato platba podporuje zemědělskou výrobu, která je šetrná k životnímu prostředí a ve svém důsledku povede k jeho zlepšení. Týká se ekologického zemědělství, péče o krajinu a ošetřování travních porostů (BIOWATT, 2010).

### **3. VYUŽITÍ OBILOVIN PRO VÝROBU ŠKROBU**

#### **3.1 Historie výroby škrobu**

Jak uvádí PELIKÁN a SÁKOVÁ (2001), výroba škrobu jako takového má velmi dlouhou historii. Na egyptských papyrech datovaných kolem roku 3500 př. n. l. byly nalezeny stopy lepidel připravených z pšeničného škrobu. I staré čínské písemnosti byly dochovány na materiálech vyrobených pomocí škrobu. Škrob byl v Evropě po dlouho dobu používán jako základní surovina na výrobu pudrů, zásypů, úpravu textilií a pro další technické využití. Rozvoj škrobářské technologie nastal počátkem 19. století po objevu kyselé hydrolýzy škrobu a po objevu výroby technických dextrinů (hlavní složka řady lepidel).

#### **3.2 Charakteristika škrobu a obsah v rostlinách**

Škrob je zásobní polysacharid, vytvářený v rostlinách pomocí fotosyntézy. Slouží jako zásoba energie, uložená především v semenech, hlízách a oddencích. Jak tvrdí ELLIS (1998) složení škrobu není jednotné. Je tvořen z 15-25% amylozy a 75-85% amylopektinu a malého množství esterově vázané kyseliny trihydrogenfosforečné a lipidů. Poměr mezi amylozou a amylopektinem je závislý na rostlinném druhu, většina škrobu však obsahuje vyšší podíl amylopektinu (SOUČKOVÁ a MOUDRÝ,2006).

Škrob je obsažen v drtivé většině rostlin, ne ze všech se však dá prakticky získat. Škrob se vyskytuje ve formě zrn s různou strukturou a velikostí, která je charakteristická pro jednotlivé rostliny. Zrna se vždy vyskytují volná, nejsou chemicky nebo fyzikálně vázaná na jinou složku, jejich získávání je tudíž poměrně snadné.

Škrob se sice vyskytuje v různých částech rostlin, ale technologicky zajímavé jsou hlízy nebo semena. Mezi škrobem hlízovým a škrobem ze semen je zásadní rozdíl. Škrob uložený v hlízách (např. brambory) je uložen v prostředí s velmi vysokým podílem vody, jeho zrna jsou proto velká, polydisperzní a nakypřená. Je tak umožněn vstup vody dovnitř a ven škrobových semen do jejich molekulární sítě. Škrob obsažený v zrnech (kukuřice, pšenice) je naopak uložen na opačném konci rostliny, kde obsah vody je maximálně 20%. Takový škrob je spíše

monodisperzní, zrna jsou drobná a vstup vody dovnitř a ven škrobových zrn je velmi obtížný (TREGUBOV, 1986).

### 3.3 Fyzikální a chemické vlastnosti škrobu

Vlastnosti škrobu se velmi liší v závislosti na druhu plodiny. Liší se nejen velikost zrn, ale i jejich tvar a způsob vrstvení.

Přírodní škrob je sypký, jemný prášek, bez mechanických nečistot, má neutrální vůni a chuť, je silně hyroskopický a nerozpustný ve studené vodě. Jeho nerozpustnost je způsobená vodíkovými můstky mezi hydroxylovými skupinami. Zahřívá-li se škrob s vodou, nejdříve bobtná, poté mazovatí a zvětšuje svůj objem až 120krát. Rychlost mazovatění závisí na množství vody, teplotě, na druhu a kvalitě škrobu. Velká škrobová zrna pak mazovatí rychleji než zrna malá (viz Tabulka 3, Přílohy). Teplota mazovatění se u bramborového škrobu pohybuje mezi 59-68°C, pšeničný škrob mazovatí při 58-64°C a kukuřičný škrob při 62-72°C

Pšeničný škrob je čočkovitého až kulatého tvaru a méně patrným vrstvením. Rozdíly mezi škrobovými zrny pšenice, žita a ječmene jsou jen velmi malé a zrna jsou proto těžko identifikovatelná. Zvláštností pšeničného škrobu je fraktace zrn na malá (2-7  $\mu\text{m}$ ) a velká zrna (15-30  $\mu\text{m}$ ). Kukuřičný škrob se vyznačuje hranatým tvarem zrn, která jsou bez vrstvení a podobně jako některé obilné škroby tvoří často zrna složená. Jednoduchá zrna kukuřičného škrobu dosahují velikosti 5-25 $\mu\text{m}$ . Bramborový škrob obsahuje zrna o velikosti 6-140 $\mu\text{m}$ , nejčastěji však kolem 70 $\mu\text{m}$ . Zrna mají oválný tvar a jsou výrazně vrstvené, to je způsobeno ukládáním nových vrstev kolem jádra, které je většinou uloženo excentricky (TREGUBOV, 1986).

### 3.4 Výroba škrobu z pšenice

#### 3.4.1 Výroba „sladkým“ Martinovým způsobem

Jak uvádí PELIKÁN a SÁKOVÁ (2001), pšenice je nejstarší surovinou pro výrobu škrobu a technologie jejího zpracování je velmi výhodná, protože vedle škrobu z ní získáváme i pšeničný lepek, což je velmi dobrá potravinářská bílkovina. Pšenice obsahuje asi 65% škrobu (ANDRLÍK a PETRŮ, 1965). Jeden z nejrozšířenějších způsobů výroby je tzv. „sladký“ Martinův způsob.

Martinův způsob výroby se skládá z několika procesů. Pšeničné zrno se rozemele na mouku, podmínkou je obsah lepku v mouce nad 25%. Mouka se dále

mísí s teplou vodou v poměru 1 : 0,6-0,7, vznikne tak těsto, které se nechá asi 30 minut odležet. Po odležení se vypírá vodou v protiproudých vypíracích bubnech. Bubny mají uvnitř rozložené lamely na zachycování bílkovinných vloček, stěny tvoří měděné síto s otvory o průměru 2 mm, celý buben se pak otáčí ve vaně s vodou. První promývání trvá 15-20 minut, škrobová suspenze se vypustí a následuje druhé promývání čistou vodou po dobu dalších 15-20 minut. Postup se opakuje i při třetím promývání, které má však víceméně kontrolní funkci a suspenze se dá využít na první promývání nového těsta.

Dále se surové škrobové mléko vede do odlučovače, kde se rozdělí na dvě složky. Velkozrnný škrob (škrob A) se po rozmíchání s vodou rafinuje a po zahuštění se vysouší v sušárnách. Po usušení se škrob (tzv. pudr) prosévá, pytluje a dále expeduje. Jádrový drobnozrnný škrob (škrob B) se ve formě škrobového mléka dále využívá na výrobu lihu nebo na krmné sirupy.

### **3.4.2 Výroba novými postupy**

Moderní způsoby výroby škrobu jsou založeny na separaci složek velmi řídkého těsta (poměr 1:1), která se provádí na dekantacích odstředivkách, které dosahují až 100% využití sušiny pšeničného zrna (MANINGAT, C. C. a kol.). Patří sem tzv. Weipro proces, který využívá vysokotlaké čerpadlo na rozpad aglomerátů škrob-lepek a je výhodné z hlediska spotřeby vody (pouze 2,75 m<sup>3</sup> na 1 t mouky). Další způsob, tzv. Tricanter-Flottweg používá speciální odstředivku, která je schopná oddělit škrob na složky o různé specifické váze. Získáme tak škrob A s obsahem bílkovin do 1%, lepek a škrob B. Velkou výhodou tohoto způsobu je vysoká výtěžnost a nízká spotřeba vody.

Dalším způsobem je alkalický postup. Pšeničná mouka je smíchána s roztokem hydroxidu sodného (pH 10-11) při teplotě 40°C. Hydroxid způsobí rozpuštění pšeničné bílkoviny (lepek) a získaný škrob se dále rafinuje (PELIKÁN a SÁKOVÁ,2001).

### **3.5 Výroba kukuřičného škrobu**

Podobně jako pšenice je kukuřice velmi výhodnou plodinou pro výrobu škrobu. Nejen že má vysoký obsah škrobu v semenech, kolem 60%, ale tento škrob má dobré vlastnosti a při vlastní výrobě vznikají hodnotné vedlejší produkty (ANDRLÍK a PETRŮ,1965). Z botanického hlediska máme kukuřice několik

podruhů, pro škrobárenství je významný zejména koňský zub. Významný vliv na složení a kvalitu škrobu má však také lokalita.

Existuje několik technologických způsobů získávání kukuřičného škrobu, nejběžněji se používá kyselý, teplý, uzavřený způsob. Celý proces se skládá z několika kroků. Prvním krokem je máčení zrna, které se provádí v kádích zařazených do baterie protiproudým způsobem. Na máčení se používá slabý roztok  $H_2SO_3$  (0,15-0,2%). Cílem máčení je rozrušit bílkovinnou matici, uvolnit vazby mezi obalovými vrstvami, endospermem a zárodkem a umožnění difúze rozpustných látek do máčecí vody. Teplota máčecí vody je 48-50°C, při vyšších teplotách by hrozilo termické poškození škrobu. Doba máčení je závislá na typu kukuřice, koňský zub se máčí 32-36 hodin. Dobře máčené zrno by mělo být nabobtnalé, rozměklé, mělo by jít lehce rozmáčknot mezi prsty (ŽÁČEK a kol.,1963).

Dalším krokem je hrubé mletí. Tato část procesu se provádí za účelem oddělení klíčků od zrn. Aby se dosáhlo co nejlepšího výsledku, provádí se na dvakrát. Při první separaci se oddělí 75-85% klíčků, při druhé pak 15-20%. K hrubému mletí zrn se používá tzv. loupací mlýn. Samotná separace se pak provádí v odstředivkách nebo hydrocyklonech.

Následuje jemné mletí, jehož proces se provádí na kamenných mlýnech nebo mlecích zařízeních s úderovým principem. Cílem je dokonalé oddělení škrobu z částic endospermu. Škrobové mléko, které se tímto získá obsahuje volný škrob, některé rozpustné látky, nerozpustné bílkoviny a hrubou a jemnou vlákninu. Tuto vlákninu je ze škrobového mléka nutné oddělit. Toho se dosáhne za pomoci sít, nejprve s otvory 0,6-0,8 mm (hrubá vláknina), poté s otvory 143-165  $\mu m$  (jemná vláknina) a nakonec se provádí rafinace na sítích s otvory 87-99  $\mu m$ .

Po rafinaci na sítích získáme suspenzi, ve které je zastoupen v tuhé fázi škrob (zrna 5-26 $\mu m$ , hustota 1,530kg/l), bílkoviny tvořící částice 1-2 $\mu m$  o hustotě 1,176kg/l a zbytek tvoří jemná vláknina. Tato suspenze se pomocí odstředivých rychloběžných separátorů rozdělí na jednotlivé složky. Následujícím krokem je promývání škrobového mléka za účelem maximálního snížení obsahu rozpustných látek. Na vakuových filtrech pak dochází k zahuštění. Konečnou fází je sušení zahuštěného škrobu, které se nejčastěji provádí za pomoci pneumatických sušáren.



Škrob se suší v proudu horkého vzduchu. Teplota vzduchu je velmi vysoká, kolem 170°C, takže sušení probíhá po dobu pouze několika sekund (ŽÁČEK a kol., 1963).

### **3.6 Využití škrobu**

Škrob je využíván jako základní surovina pro velmi rozsáhlou průmyslovou výrobu. Nároky na nové technologické látky stále rostou. Už není možné tyto nároky uspokojovat pouze tzv. nativními škroby (škroby bez úprav fyzikálně-chemických vlastností), čím dál více teda na důležitosti nabývá obor průmyslové chemie škrobů. Obecně se produkty ze škrobu, známé také jako deriváty škrobu, dají rozdělit do tří skupin: škrobové hydrolyzáty, technické dextriny a modifikované škroby (KONVALINA, 2006).

#### **3.6.1 Škrobové hydrolyzáty**

Výrobky této skupiny se vyznačují hlubokou až úplnou hydrolyzou škrobové molekuly. Jedná se o škrobová sladila (glukósa, různé škrobové, glukósové či fruktos-glukósové sirupy), využívaná v potravinářském průmyslu (PELIKÁN a SÁKOVÁ, 2001).

#### **3.6.2 Technické dextriny**

Jedná se o látky vyrobené zahříváním suchého škrobu impregnovaného pomocí anorganických kyselin, nejčastěji HCl a HNO<sub>3</sub>. Při tomto procesu dochází k degradaci škrobové molekuly, intramolekulárnímu odštěpování vody glukosových jednotek i k polykondenzačním reakcím. Pražení probíhá při teplotách kolem 125-180°C, závisí také na délce pražení a použitém katalyzátoru. Při 130°C vzniká bílý dextrin, při 155°C světle žlutý dextrin, při 165°C žlutý a při 180°C žlutohnědý dextrin. Technické dextriny se dále používají k výrobě nejrůznějších lepidel užívaných v knihařství, k lepení cigaret, kůže, v kartonářském, textilním a obuvnickém průmyslu (PELIKÁN a SÁKOVÁ, 2001).

#### **3.6.3 Modifikované škroby**

Pro modifikované škroby je charakteristické, že mají zachovány minimálně jednu původní vlastnost škrobu. Modifikačním procesem se tato vlastnost upravuje biochemickým, chemickým, fyzikálním či kombinovaným vlivem tak, aby vyhovovala určitému účelu a daným požadavkům. Vlastnosti se nejen zvýrazňují či potlačují, ale je možné vytvořit vlastnost úplně novou. Upravují se vlastnosti jako

viskozita, schopnost vázat vodu, želírující schopnost, tvorba filmu či iontovýměnná schopnost.

Některé již upravené škroby lze dále modifikovat. Vznikají tak další skupiny produktů, každá se specifickými vlastnostmi a širokým využitím v různých odvětvích průmyslu. Jsou to např. hydrolyzované škroby, oxidované škroby, substituované škroby, zesítené škroby či termicky modifikované škroby (PELIKÁN a SÁKOVÁ, 2001).

### 3.7 Státní podpora výroby škrobu z obilovin

Produkce škrobu je finančně velmi náročný proces, výrobci jsou proto do značné míry závislí na státních a Evropských dotacích.

Po vstupu do EU je výroba škrobu řízena systémem kvót, který každému státu udává maximální množství vyrobeného škrobu. Kvóta pro ČR je 33600 tun škrobu za rok. EU však schválením nařízení Rady (ES) číslo 73/2009 na rok 2012 plánuje zrušení stávajícího systému kvót na výrobu škrobu. Výrobci se tudíž obávají že západoevropské země budou výrobu škrobu podporovat mnohem více než ČR. Celková produkce by tak mohla klesnout až o polovinu.

Státní podpora v ČR spočívala v minulých letech v jednorázových nenávratných dotacích. Dotace byly poskytovány na produkci pšenice určené k výrobě škrobu na základě podpůrného programu 1.K. Další podporu poskytoval Státní zemědělský intervenční fond, v roce 2001 poskytoval dotaci ve výši 1000Kč/t vyrobeného škrobu.

V současnosti pramení podpora z operačního programu Rozvoj venkova a multifunkční zemědělství (OP RVMZ), priorita 1: Podpora zemědělství, zpracování zemědělských produktů a lesnímu hospodářství. Dotace je poskytována ve výši 50% dokazatelných nákladů. Výzva k zažádání o tuto dotaci byla vydána v roce 2006 (SUKOVÁ, 2001),.

## 4. VYUŽITÍ OBILOVIN PRO VÝROBU LIHU

Výroba bioethanolu je dalším možným využitím obilovin. Bioethanol je jedním z moderních zdrojů energie a má potenciál stát se udržitelným palivem a v budoucnosti tak nahradit fosilní paliva. Nutný je však správný management a využití technologií pro pěstování plodin, ze kterých se bioethanol vyrábí. Podle KIMA a DALEA (2004) je momentálně největším výrobcem ethanolu z obilnin USA.

### 4.1 Požadavky na surovinu a výroba bioethanolu

Z technologického postupu vyplývá, že limitujícím faktorem pro výběr vhodného druhu obiloviny je obsah škrobu v zrně (min 65%). Druhým požadavkem je nízký obsah bílkovin v zrně (max 11%). Těmto parametrům podle výzkumu nejlépe vyhovuje zrno triticales, kukuřice a ozimé pšenice, zde obsah škrobu převyšuje 65% (HROMÁDKO, 2010).

Prvním krokem výroby bioetanolu (viz Obrázek 3, Přílohy) je mechanická příprava materiálu, která spočívá v mletí nebo drcení (TALEBNIA a kol., 2010). Provádí se buďto za sucha nebo za mokra. Takto se surovina zpřístupní pro působení komplexu enzymů. Jako odpad zůstávají vláknité slupky zrn a stébla.

Dalším krokem výroby je příprava tzv. zápar. V této fázi dochází k bobtnání a zmazovatění škrobu. Postupná konverze škrobu na cukry probíhá za působení enzymů nebo kyselou hydrolýzou na zkvasitelný sacharid (glukózu). Dále pak výroba probíhá kvašením ve fermentoru, za pomoci kvasinek z rodu *Sacharomyces cerevisiae*. Pro správný průběh kvašení je důležité dodržet vhodné pH (4-6) a přiměřenou teplotu prostředí (27-32°C). HROMÁDKO (2010) uvádí, že hraniční obsah ethanolu v zápare je kolem 12-13%, poté se kvasinky ničí vlastním produktem.

Další fází výroby je destilace, při které dochází k oddělení destilátu od destilačního zbytku. Následuje rafinace, která se zaměřuje na odstranění zbytků v ethanolu, které by mohly nepříznivě působit na části palivového systému automobilů. Výsledkem rafinace je tzv. rafinovaný bioethanol, který obsahuje max. 95,5% hmotnosti ethanolu. Zbylých 4,5% tvoří voda, která již nejde destilací odstranit, přistupuje se proto k dalším metodám, nejčastěji k použití molekulárních sil.

## 4.2 Využití bioetanolu

Hlavním odbytovým trhem lihu na bázi zemědělských surovin je v České republice potravinářský průmysl a průmysl lihovin. Pro technické využití bioetanolu se využívá pouze asi 16% roční produkce, především v chemickém a kosmetickém průmyslu, farmaceutickém průmyslu a pro jiné technické účely. Má vysokou výhřevnost a je možné jej s dobrou účinností spalovat v plynových turbínách či kotlích.

Dalším a nejrozšířenějším využitím bioetanolu je jeho alternativní využití v oblasti motorových paliv. Využití kvasného lihu v palivech má dne mnoho variant. Bezvodý etanol může být bezprostředně používán jako součást paliv pro zážehové motory, běžně se používají benzínové směsi s obsahem etanolu 5-10%. Pomocí ethanolu se zvyšuje oktanové číslo a snižuje se množství emisí CO<sub>2</sub>. Použití je možné nejen do zážehových, ale i vznětových motorů. Toto použití je jednoduché, avšak při zvýšení koncentrace nad 10% etanolu v palivech se nevyhne technologickým problémům (QUASCHNING, 2010). Při větším obsahu etanolu v motorovém palivu jsou nutné speciální úpravy motoru. Riziko vzniká i při skladování, a to nejen na čerpacích stanicích, ale i přímo v nádržích motorových vozidel. Za působení vzdušné vlhkosti může totiž docházet k rozsazování paliva, kterému se čelí dodáním příslušných aditiv.

Etanol má také relativně nízkou teplotu varu, tím pádem vysokou tenzi par a jeho přítomnost v palivu jednak zvyšuje emise při skladování a čerpání a zároveň zvyšuje třídu požární bezpečnosti.

Ve světovém měřítku využití bioetanolu jako paliva prudce stoupá. Podle ČÍŽE (2010) se před rokem 2000 z celého objemu vyrobeného etanolu spotřebovalo 41% na výrobu nápojů, kosmetiky a chemickém průmyslu. Po deseti letech tento podíl klesl na 16% a spotřeba pro tyto účely dále stagnuje. V roce 2008 se již celých 84% vyrobeného etanolu uplatňuje jako motorové palivo a rostoucí trend pokračuje i v současnosti.

## 4.3 Státní podpora výroby bioethanolu

Bioetanol patří mezi nejvýznamnější biopaliva současnosti. Výroba biopaliv a pohonných hmot s vysokým podílem biopaliv je však stále nákladnější než výroba klasických fosilních paliv. V ČR byla výroba bioethanolu odstartována v roce 2006,

momentálně jsme v produkci biolihu na 9. místě v EU 29. Na rozdíl od ostatních států V ČR prakticky neexistuje podpora bioethanolu ze strany státu. Problém se vyskytují i v oblasti nepružné legislativy, výrobci proto musí čelit mnoha negativním vlivům. Za pozitivum lze pak považovat to, že vláda neustoupila od svého záměru přimíchávání obnovitelné složky do fosilních paliv. Těto povinnosti výrobci podléhají od roku 2008. Na schválení čeká novela zákona o spotřební dani, která by měla vysokoprocenní směsi biopaliv (E85, E95) osvobodit od spotřební daně. Právě palivo E85, které je směsí 85 % bioetanolu a 15 % benzínu Natural 95, se začalo v České republice v červnu 2009 prodávat.

Pro udržitelný rozvoj biopaliv je nezbytné pokračovat v rozvoji jejich podpory v rámci celé EU. Je rovněž nezbytné harmonizovat především v české legislativě jednotlivé typy obnovitelných zdrojů energie (biopaliva vs. biomasa pro výrobu elektrické energie, atd.) a sladit naši legislativu s legislativou okolních zemích tak, aby podmínky byly pro všechny výrobce stejné (REINGERRER, 2008).

## **5. VYUŽITÍ SLÁMY OBILNIN**

### **5.1 Charakteristika slámy**

Sláma obecně je vedlejší produkt vznikající při sklizni dané plodiny. Sláma se podle plodin rozděluje na slámu obilnou: z pšenice, triticales, žita, ječmene a ovsa, na slámu kukuřičnou, řepkovou, slámu luskovin a lněné stonky (SOUČKOVÁ a MOUDRÝ, 2006).

Se snižujícím se stavem skotu v posledních letech v ČR klesá i spotřeba slámy používané ke stelivovým účelům. Podíl na tomto trendu má i přechod části živočišné výroby na bezstelivové technologie. Tudiž pozvolna roste množství slámy využívané k energetickým a průmyslovým účelům. Používá se jako palivo, jako izolační a stavební materiál, pšeničná a kukuřičná sláma se podle KADAMA (2003) dá využít i pro výrobu bioethanolu.

Podmínkou je, aby sláma splňovala potřebné kvalitativní parametry bez ohledu na způsob využití. Vzhledem k těmto parametrům je nutné dodržet správný způsob nejen skladování, ale také včasný a vhodný způsob sklizně a přepravy (SLADKÝ, 1992)

### **5.2 Produkce slámy**

Roční množství vyprodukované biomasy na celém světě se odhaduje na  $20 \cdot 10^{11}$  t a její energetický potenciál na  $3 \cdot 10^{21}$  J. Toto množství téměř desetkrát převyšuje roční objem světové produkce ropy a plynu. Z celkového množství vyprodukované biomasy se však pro energetické účely využívá jen asi 2-3%.

V ČR je v současné době (při předpokládaném využití čtvrtiny slámy obilovin a celého objemu slámy kukuřice, luskovin a řepky v průmyslové výrobě a v energetice) k dispozici 2,5 mil tun slámy (SOUČKOVÁ a MOUDRÝ, 2006).

### **5.3 Možnosti úpravy a využití slámy**

#### **5.3.1 Sklizeň slámy**

Sklizeň se u nás provádí několika různými způsoby, v závislosti především na velikosti skladovacích prostor a vzdálenosti těchto prostor od místa sklizně.

Sklizeň a doprava sběracími vozy s řezacím ústrojím se využívá především tam kde je možno řezanku o malé objemové hmotnosti uskladnit ve velkém skladu

(seníku). Pokud není k dispozici krytá hala, je možné uložení v podobě stohů, vytvořených na suchém místě.

Další způsob sklizně je za pomoci sklízecích řezaček s využitím velkoobjemových vozů pro dopravu. Tato technologie je dobře využitelná pro pícniny i obilnou slámu. Uskladnění se opět provádí v senících (SOUČEK, 2009).

Na stále větším významu v poslední době nabývá sklizeň za pomoci sběracích lisů. Ty jsou schopny vytvářet balíky standardní o hmotnosti 6-10 kg nebo balíky obří, dosahující hmotnosti kolem 350 kg. Výhodou je snadná doprava i na velké vzdálenosti za pomoci speciálních vozů, ale i mnohem menší potřeba skladovacích prostor, protože balíky mají mnohem větší objemovou hmotnost než řezanka nebo volně ložená sláma. Jedna z nevýhod válcových balíků je však jejich nestabilita při lisování ve svažitém terénu.

Mezi méně využívané způsoby patří například svinovací kompaktory, které vytvářejí až 400 mm tlustá slaměná polena. Nízkou cenu těchto strojů však „kompenzuje“ obtížné prohořívání těchto polen (SOUČKOVÁ a MOUDRÝ, 2006)

### **5.3.2 Úprava slámy jako paliva**

Nejčastějším způsobem úpravy slámy je lisování do balíků. Tyto balíky mohou mít válcovou nebo kvádrou formu a lisují se výhradně ze suché slámy s obsahem vody maximálně 20%. Válcové balíky dosahují hmotnosti kolem 350 kg a objemové hmotnosti 60-90 kg/m<sup>3</sup>. Využití válcových balíků není tak rozšířené. Hranaté balíky mohou vážit až 600 kg při objemové hmotnosti až 160 kg/m<sup>3</sup>. Jejich předností je ekonomičnost převozu i na větší vzdálenosti, výborné využití skladovacího prostoru a snadná manipulace. Velmi často jsou proto používány velkými podniky, jako jsou teplárny, průmyslové haly apod. Balíky se používají buď celé, nebo se rozpojují a do topeniště se vkládá sláma pořezaná. Celý proces je většinou automatizovaný za pomoci jeřábového podavače (SLADKÝ, 1992).

Dalším používaným způsobem úpravy slámy je peletování a briketování. Peletování a briketování spočívá v lisování slámy do tvaru a velikosti odpovídající běžným pevným palivům. Tato paliva jsou proto dobře použitelná i v menších spalovacích zařízeních, jako jsou kamna, kotle rodinných domů či bytovek.

### 5.3.3 Spalování slámy

Zdaleka nejčastějším využitím slámy obilnin je její spalování. Vedle dřevní štěpky je jedním z nejčastějších druhů biomasy spalovaných v topeništích.

Topeniště na spalování slámy musí být přizpůsobeno vysoké rychlosti spalování materiálu, musí zachytit vyšší podíl popela a zamezit usazeninám na roštových a teplosměnných plochách. Až 10% popela slámy ulétá do komína a je proto nutné ho zachycovat v odlučovačích. Samotná výhřevnost slámy se pohybuje okolo 17 – 19 MJ.kg<sup>-1</sup>, záleží na plodině a podmínkách pěstování. Nejvyšší produkce spalného tepla dosahuje až 200 GJ.ha. Podíl popela tvoří 5 – 7 % a jeho složení nebrání v dalším použití jako hnojiva. Z energetického hlediska přibližně 3 kg slámy nahradí 1 kg lehkých topných olejů. Sláma se díky svým vlastnostem stává významným palivem.

### 5.3.4 Výroba a použití ekopanelových desek z pšeničné slámy

Základním materiálem pro výrobu ekopanelů je kvalitní pšeničná sláma slisovaná do hranolovitých balíků, které tvoří jádro desky. Sláma by měla mít co nejnižší obsah drobných částí a prachu. Dalším nezbytným materiálem je recyklovaný kartónový papír, přírodní lepidlo a přísady proti hlodavcům.

Samotné ekopanely se vyrábějí lisováním obilné slámy za vysokého tlaku a teploty. Výrobní linka je tvořena pásovým dopravníkem, na který se vysokozdvíhým vozíkem pokládají hranolovité balíky slámy. Ty jsou dále posunovány k rozdružovacímu, které balík postupně rozebírá. Sláma se poté na vytřasadlech zbavuje drobných částí, prachu a ostatních příměsí. Dalším dopravníkem je hmota posouvána do rozrovnávacího stroje, který ji rozprostírá rovnoměrně do šířky lisované plochy. Ve speciálním tvářecím lisu se za vysokého tlaku sláma lisuje. Po vylisování prochází desky polepovacím zařízením, kde se slisované jádro zahřívá na teplotu 180-220 °C a polepuje se pomocí přírodního lepidla kartonem. Tento pás ekopanelů se poté ochlazuje a je rozřezán na jednotlivé desky požadovaných rozměrů. Čela formátu ekopanelu se pro zachování fyzikálních vlastností polepují kartonem. Všechny materiály použité při výrobě ekopanelových desek jsou ekologicky zcela čisté a mají navíc svůj původ v obnovitelných přírodních zdrojích. Využití ekopanelů ve stavebnictví je poměrně široké. Ekopanely se dnes nejčastěji používají místo klasických pevných příček z cihel, silikátů, sádkokartonu



apod. Ve srovnání s velmi rozšířenými sádkartonovými příčkami nepotřebují ekopanely nosnou konstrukci, jsou samonosné, kotví se jen do podlahy a stropu. Nevyžadují ani tepelnou a zvukovou izolaci. V případě podkrovních místností lze systém ekopanelů využít i na šikmé stěny a podhledy. Dalším použitím ekopanelů jsou pochůzné střechy, které zároveň slouží jako tepelná a zvuková izolace. Proti povětrnostním vlivům je třeba následné pokrytí klasickými střešními krytinami. Ekopanely se dají použít i na obložení stěn a zateplení objektů. Většinou se používají pro obložení výrobních hal, skladů a dalších objektů. Umožňují použití různých povrchových úprav a zároveň jsou objekty tepelně a zvukově izolovány. Ekopanely lze využít jako mobilní dělící stěny kanceláří a úřadů za použití speciálních povrchů a rámovacích systémů. Výhodou je snadná instalace a demontování. Dále se používají např. k opláštění nosných konstrukcí, výrobě dveří, atd. (ABRHAM, 2006)

## **6. VÝROBA BIOPLYNU Z OBILOVIN**

Využití energetických plodin jako obnovitelných zdrojů v posledních letech neustále nabývá na významu. Vyrůstající trend má však i výroba elektřiny z bioplynu. Zvyšující se ceny fosilních paliv a energií obecně dodávají bioplynu na důležitosti. Zle zdrojů MINISTRY OF AGRICULTURE, FOOD, AND RURAL AFFAIRS (2007), v dlouhodobém výhledu má bioplyn potenciál stát se významným obnovitelným zdrojem energie.

### **6.1 Využití kukuřičné biomasy**

Podle dosavadních zkušeností se jako jedna z nejlepších surovin pro výrobu bioplynu jeví kukuřičná siláž, v kombinaci s dalšími substráty, například travní siláží. Oba substráty dohromady představují téměř polovinu všech zpracovávaných surovin. Tuna kukuřičné siláže poskytne kolem 200 Nm<sup>3</sup> bioplynu, což je téměř desetkrát více než na příklad u tony kejdy hospodářských zvířat. Tak vysoká měrná produkce bioplynu je způsobená velkým podílem organických látek v sušině. Při průměrném obsahu 35% sušiny je podíl organických látek 95% sušiny. Dalšími hlavními důvody pro využití kukuřice jsou její vysoké výnosy biomasy na jednotku plochy, dokonce lze očekávat další nárůst výnosů se zlepšujícími se technologiemi, které jsou už teď velmi rozvinuté. Zároveň jsou systémy pěstování kukuřice schopny respektovat i požadavky na ochranu životního prostředí.

Energetický potenciál kukuřice je asi 324 000 MJ/ha. Tento přínos je jednoznačný například v porovnání s obilovinami, které produkují asi 216 000MJ/ha (HAVLÍČKOVÁ, 2008).

Nevýhodou kukuřice ovšem je její náročnost na živiny a vodu. Kukuřice netvoří drnový porost a rozložení rostlin do širokých řádků také silně podporuje půdní erozi. Podmínky na povrchu půdy jsou tak příznivé pro odnos zeminy z pozemku, a to obzvláště při přívalových srážkách.

### **6.2 Produkce bioplynu**

Rostlinná biomasa se od tekutých odpadů živočišné výroby liší reologickými vlastnostmi a chemickým složením. Produkce bioplynu je navíc závislá na druhovém složení biomasy, chemickém složení biomasy (viz. Tabulka 4, Přílohy), době a způsobu sklizně, délce a způsobu konzervace, atd. Všechny tyto faktory

kladou na výrobu bioplynu speciální technologické požadavky (HAVLÍČKOVÁ, 2008).

Podstatou výroby bioplynu je anaerobní fermentace, kvašení, které probíhá bez přístupu vzduchu a za přítomnosti bakterií ve vlhké biomase. Jak uvádí CENEK (2001), zjednodušeně tento proces probíhá ve čtyřech základních fázích. První fází je hydrolýza, přeměna polymolekulárních organických látek na nižší monomery. Poté následuje, acidogeneze, která spočívá v přeměně jednoduchých organických sloučenin na mastné kyseliny. Další fází je acetogeneze, při které se tvoří kyselina octová a poslední fází je metanogeneze – tvorba metanu a oxidu uhličitého.

Výroba bioplynu probíhá v bioplynových stanicích (viz Obrázek 1, Přílohy). Bioplynová stanice se skládá z několika částí, jednou z hlavních je vytápěný fermentor (viz Obrázek 2, Přílohy), který slouží k promíchávání substrátu a zajištění homogenních podmínek. Stálé podmínky (teplota, vlhkost, pH, poměr C:N, účinky inhibitorů) jsou nutné k udržení stability fermentace. Vlhkost substrátu se pohybuje okolo 60 %. Vlhkost podporuje náběh do první fáze fermentace. Teplota fermentovaného materiálu je vázaná na určité kmeny použitých metanogenních bakterií. Nejčastěji se používají mezofilní bakterie, které mají optimum 35-40°C. Dodržování přesné teploty je velmi důležité, protože bakterie jsou velmi citlivé na kolísání teplot. Optimální hodnota pH pro dobrý náběh a provoz fermentoru se pohybuje v rozmezí od 4,5 do 8. Toto optimum se však mění v závislosti na fázi procesu. Metanogenní bakterie vyžadují hodnotu v rozmezí 6,7-7,6. Kyselost materiálu (pH < 5) na bakterie působí inhibičně. Dalším významným faktorem je poměr uhlíku a dusíku v substrátu. Za optimální poměr C:N v substrátu se považuje 20-30 : 1. Příliš vysoký obsah dusíku má inhibiční účinky, proto se poměr upravuje mísením různých materiálů či chemickými přísadami (CENEK, 2001).

Po naplnění se fermentor uzavře a materiál se ve fermentoru ponechává asi 30 dní. Produkce bioplynu z kukuřice závisí nejvíce na obsahu bílkovin, tuku, celulosy, hemicelulosy a škrobu. Hlavními složkami bioplynu jsou metan (50-75%) a oxid uhličitý (30-50%) (OSLAJ a kol., 2010).

Vyprodukovaný surový bioplyn se jímá, a pokud není přímo spalován v plynovém kotli, pokračuje k dalším úpravám a uskladnění. Bioplyn se zbavuje mechanických nečistot, odsiřuje se, zvyšuje se podíl metanu na více než 90%,

stlačuje se, zkapalňuje se atd. Důležité je snížení vlhkosti na minimum, zabraňuje se tak kondenzaci vodních par a následnému zamrznání systému. Nutnost skladovat bioplyn obecně zvyšuje investiční náklady bioplynové stanice, přesto se výstavbě zásobníku zpravidla nevyhneme. Kompromisem jsou vyrovnávací zásobníky, které pojmu přibližně jednodenní průměrnou produkci bioplynu. Plynojemy můžeme rozdělit podle materiálu na kovové, plastové, gumotextilní a kombinované. Podle provozního tlaku rozeznáváme plynojemy nízkotlaké (<50 kPa), středotlaké (1-2 MPa) a vysokotlaké (15-35 MPa) (CENEK, 2001).

### 6.3 Využití bioplynu

Mezi nejobvyklejší způsoby využití bioplynu patří především přímé spalování a ohřev teplotnosného média. Výhřevnost bioplynu je přímo závislá na koncentraci metanu. Výhřevnost čistého  $\text{CH}_4$  je  $34,3 \text{ MJ.m}^3$ . Bioplyn vyrobený anaerobní fermentací obsahuje asi 55-60% metanu, tudíž jeho výhřevnost se pohybuje okolo  $20 \text{ MJ.m}^3$  (viz Tabulka 5, Přílohy).

Bioplyn se dá využít také pro výrobu elektrické energie a tepla za pomoci tzv. kogeneračních jednotkách. Kogenerační jednotky jsou schopny vyrábět zároveň tepelnou a elektrickou energii za použití jednoho druhu paliva. Tímto způsobem lze dosáhnout velmi vysoké účinnosti konverze energie z bioplynu na elektrickou a tepelnou energii (80-90%). Další využití bioplynu je jako paliva pro mobilní prostředky (QUASCHNING, 2010). Osvědčují se prostředky vybavené spalovacími motory nebo modifikovanými vznětovými motory. Surový bioplyn určený k tomuto využití musí být zbaven mechanických nečistot, odsířen, energeticky zhodnocen nad úroveň odpovídající 90% metanu a akumulován. Podle CENKA (2001) se dá pohon mobilních prostředků rozdělit na dva způsoby. Pohon bioplynem komprimovaným do tlakových nádob – tento způsob byl v ČR navržen například u vozu Š 1203, traktoru zetor či u vozu AVIA. Nevýhodou je však malý akční rádius. Všechny tyto prostředky byly opatřeny zážehovými motory. Pohon zkapalněným bioplynem – tento systém byl technicky vyzkoušen ve VÚZT Praha na traktoru ZETOR 12011. Motor traktoru byl startován pomocí klasické nafty, pouze při zvýšené potřebě výkonu motoru zvláštní směšovač mísil bioplyn se vzduchem zapalovaným ve válci vstříknutím dávky motorové nafty. Tekutý bioplyn však musel být na vozidle uložen ve speciální nádrži. Oba tyto systémy podléhají přísným požadavkům na bezpečnost při garážování vozidel.

Bioplyn je možné po úpravě (odstranění stopových plynů, vody a CO<sub>2</sub>) dodávat přímo do sítě zemního plynu a následně využít v domácnostech pro vaření, svícení, chlazení, topení a ohřev vody atd.

#### 6.4 Státní podpora výroby bioplynu

Produkce bioplynu se v současné době stává stále více využívaným způsobem využitím nejen biomasy, ale i likvidací organického odpadu.

V oblasti výroby bioplynu je vynakládána značná podpora ze strany státu. Významně výrobu bioplynu podporuje Ministerstvo zemědělství ve svém Programu na rozvoj venkova České republiky pro rok 2007-2013. Program poskytuje dotace na výstavbu a modernizaci bioplynových stanic. Výše dotací závisí na velikosti podniku a regionu, ve kterém se nachází. Výroba bioplynu je podporována také Ministerstvem životního prostředí za pomoci Operačního programu Životní prostředí, který podporuje výstavbu a rekonstrukci zdrojů pro kombinovanou výrobu elektrické energie a tepla za použití obnovitelných zdrojů energie (CZ BIOM, 2009).

Energetický regulační úřad garantuje výkupní cenu elektřiny vyrobené v bioplynových stanicích, a to na 4120 Kč/MWh v bioplynových stanicích AF1 a 3550 Kč/MWh v bioplynových stanicích AF2. Zařazení stanic do kategorií určuje právní předpis č. 482/2005 Sb.

Od roku 2010 je možné čerpat také dotace z EU na udržitelné užívání zdrojů energie. Cílem podpory je zvýšit využití obnovitelných zdrojů energie při výrobě tepla a elektřiny a využití odpadního tepla.

Obecným cílem je zvýšit podíl energie z obnovitelných zdrojů na 20 % z celkové produkce energie do roku 2020 (CZ BIOM, 2009).

## 7. VYUŽITÍ OBILOVIN PRO PĚSTOVÁNÍ NÁMELE

### 7.1 Charakteristika a historie námele

Námel je produkt houby Paličkovice nachové (*Claviceps purpurea*), parazitující na žitu a na jiných druzích obilnin a divokých trav. Zrna napadené obilniny jsou nejprve světlehnědě až fialově nepravidelně skvrnitá - sklerocia, poté se mění v křivé lusky přilepené na klasu. Tento jev je označován jako kornatění. Zimní forma námellové houby se nazývá sklerocium. Žitný námel (*Secale cornutum*) je druh námele užívaný v lékařství.

To, že nebyl námel uznán jako rozmanité léčivo (*pharmacopoeias*) během první poloviny 19. století bylo prvním krokem vedoucím ke snaze o izolaci aktivních látek drogy. Až v roce 1907 angličtí vědci G. Barger a F. H. Carr byli první, kteří úspěšně izolovali aktivní alkalický preparát, který pojmenovali ergotoxin, protože byl o mnoho více toxický nežli námellové kultury používané terapeuticky.

Počátkem roku 1930 počala nová éra výzkumu námele. Začaly výzkumy směřující k určení chemické struktury námellových alkaloidů. V New Yorku se podařilo chemickým štěpením izolovat a charakterizovat základní stavební jednotku všech námellových alkaloidů - kyselinu lysergovou. Hlavním impulsem pro výzkum, jak z chemického tak lékařského hlediska, byla izolace uterotonické a hemostatické podstaty nově objevené látky. Objevená látka, alkaloid s poměrně jednoduchou strukturou, byla A. Stollem a E. Burckhardtem pojmenována jako ergobasin (syn. ergometrin, ergonovin) (MANN, 1996).

### 7.2 Námellové alkaloidy

Námellové alkaloidy jsou sekundární metabolity a jsou produkovány houbami *Claviceps*. Řadí se mezi dusíkaté heterocyklické alkaloidy tryptofanového typu. Dělíme je podle typu na klavinové alkaloidy, jednoduché deriváty kyseliny lysergové a peptidové alkaloidy. Existuje jen málo přírodních látek, jejichž možnosti využití jako léčiva jsou tak široká, jak je tomu v případě alkaloidů námele. Možnosti k získání hodnotných léčiv z námele nejsou zdaleka vyčerpány.

Průkopníkem ve výzkumu námellových alkaloidů se nadlouho stala firma Sandoz (Novartis). Její chemici izolovali většinu donedávna známých námellových alkaloidů, vyřešili jejich strukturu. Farmakologové zase prozkoumali biologické

vlastnosti námellových alkaloidů a botanici vyřešili způsob umělé kultivace námele (polní produkce na žitě - parazitní produkce).

Výchozí surovinou pro výrobu námellových alkaloidů je výlučně námel získaný pěstováním. Dlouholetým experimentováním se postupně podařila zvládnout technika pěstování a rozvinuly se práce na výběru a šlechtění kmenů poskytujících žádoucí spektrum alkaloidů v námelu v optimální výši.

Účinnými látkami námele jsou alkaloidy. Obsahují tetracycký ergolinový skelet, který je mimořádně účinným a univerzálním farmakoforem (ŘEHÁČEK a SAJDL,1983).

### 7.3 Biologie námele

Rod *Claviceps* je původcem námellových onemocnění a zahrnuje zhruba 50 druhů. Většina z nich se vyskytuje v tropických a subtropických oblastech.

Druhy *Claviceps* lze dělit do tří typů. První typ *C. fusiformis*, parazituje na travách rodu *Pennisetum* v teplejších oblastech a produkuje klavinové alkaloidy. Druhý typ *C. purpurea*, parazituje na různých travách a obilí a tvoří alkaloidy peptidového typu. Třetí typ *C. paspali*, parazituje na rostlinách ve středních a teplejších pásmech a tvoří klaviny, jednoduché deriváty kyseliny lysergové i ergolenové kyseliny.

V důsledku napadení rostliny parazitem způsobují houby ztráty na úrodě.

Celosvětové snížení výnosu a kvality zrna vede k nákladnému čištění obilovin. Obiloviny, které obsahují více než 0,3 hm.% námellových alkaloidů, nejsou vhodné pro potravinářské zpracování (CVAK a KŘEN,1999).

Námel určený k lékařským účelům se pěstuje uměle. Je to umělá infekce žitných semen výtrusy houby, námellovinou. Získaná surovina je obsahově bohatší a má lepší kvalitu. U nás je produkce plně mechanizovaná.

V současné době je pěstován námel rasy a výkonného kmene, protože běžný námel má nevýhodné složení pro průmyslové zpracování. Rasy se liší obsahem v souhrnu alkaloidů i kvalitativním složením.

Paličkovice nachová (*Claviceps purpurea*) - námellový růžek, je trvalé, odpočívající stádium vřekaté houby paličkovice nachové, která cizopasí na klasech obilovin, zejména na žitě, ale také na pšenici, rýži, kukuřici, ječmeni, čiroku, ovsu,

žitě, jáhlech i dalších druzích trav. Vzniká při nákaze žitného květu přirozenou cestou nebo umělým zásahem. Za současného odumření semeníku se vytváří růžkovitý útvar, sklerocium, které nápadně vyčnívá z klasu. Bývá jich v klasu i několik, a pokud se neseberou, snadno po dozrání z klasů vypadávají.

#### 7.4 Životní cyklus

Kompletní životní cyklus houby *Claviceps purpurea* v přírodních podmínkách poprvé popsal Tulasne v roce 1853.

Životní cyklus parazitující houby – námele – začíná na jaře. Výtrusy houby jsou přenášeny vzdušnými proudy na mladé klásky, ve kterých vytváří protáhlé a výrazně vyčnívající růžkovité útvary (sklerocia). Sklerocia ve stádiu zralosti vypadávají, přezimují v půdě a v následujícím roce z nich vyrůstají paličkovitá stromata. Jejich výtrusy pak roznášejí vzdušné proudy na mladé klasy, haploidní askospory prorostou do semeníku jako pyl. Postupně nahradí květní orgány a připojí se na cévní svazek, který byl původně určen k výživě semene. Dochází k poškození hostitelského pletiva, vzniká vatovité mycelium (sfacelium). Tomuto stadiu námele se říká sfacelit. Současně vzniká velké množství konidií (KRMENČÍK a KYSILKA, 2010).

Hostitelská rostlina napadená infekcí produkuje medovici (hustou a na sacharidy bohatou kapalinu). Na medovici je přilákán hmyz, který vzniklé konidie během sezóny velmi intenzivně rozšiřuje, čímž dochází k sekundární (letní) infekci. Konidie jsou přenášeny na zdravé semeníky, které po prorůstání hyf zbytní, prodlužují se a vzniká znovu růžkovitý útvar - sklerocium (nepohlavní výtrus) (CVAK a KŘEN, 1999).

#### 7.5 Pěstování námele na žitě

Ve farmakologii se žito využívá k získávání námelových alkaloidů z porostů, které se námelem uměle infikují. Námel se zkoušel pěstovat také na triticales - kříženec pšenice a žita. Zjistilo se, že výnosy nejsou tak velké, jak se předpokládalo, proto se námel pěstuje na sterilním žitě.

Z hlediska produkce množství námele a obsahu námelových alkaloidů se jako nejvhodnější hostitelská rostlina pro parazitickou polní produkci námele ukázalo žito seté *Secale cereale* L. Podle získaných poznatků se využívá hlavně sterilní žito



hybridních odrůd. Jejich hlavní předností je o 10 - 20 % vyšší výnos zrna, podmíněný heterozním efektem. Hybridní odrůdy žita si zachovávají všechny přednosti populačních odrůd. Kromě jí výše uvedených jsou tolerantnější k řadě chorob, snášejí nízké teploty, mají velmi dobrou mrazuvzdornost a vyšší odolnost vůči stresům. V předjaří mohou podobně jako populační odrůdy trpět plísňí sněžnou. U nás se hybridní žita nešlechtí, pouze některé naše firmy množí osiva v zastoupení zahraničních majitelů.

Díky vysoké plasticitě hybridních odrůd žita je sice mono při intenzivní agrotechnice (organické hnojení, kvalitní předplodiny, zvýšené dávky minerálních hnojiv aj.) dosáhnout i v horších klimatických podmínkách vysoké výnosy a vysokou kvalitu námele, ale z hlediska ekonomiky polní produkce u zemědělských subjektů jsou v současné době nejvyšší výnosy kvalitního námele dosahovány právě v úrodných nížinných oblastech při vysoké intenzitě pěstování (ŠTOČKOVÁ, 2010).

## 7.6 Účinky námelových alkaloidů na živý organismus

Vzhledem ke své struktuře, která je velmi podobná přirozeným neuropřenašečům působí námelové alkaloidy na nervovou soustavu živočichů a vstupují do interakce s neuroreceptory. Svoji aktivitou ovlivňují napětí hladkého svalstva. Aktivity se projevují rozšiřováním zorniček, stahy děložního svalstva, rozšiřováním a zužováním cév, efekty blokování adrenergických reakcí, serotoninovým antagonismem. Praktické aplikace námele tedy směřují do psychogeriatric (zvyšování průchodnosti mozkových cév), léčení periferních a mozkových oběhových poruch, nervových onemocnění (epilepsie, Parkinsonova choroba).

Účinným faktorem námelových alkaloidů je ergolinový skelet. Námelové alkaloidy a jejich polosyntetické deriváty vykazují řadu biologických účinků.

U námelových alkaloidů byly popsány tyto hlavní farmakologické účinky: uterotonický, sympatolytický (hypo- a hypertenzivní), cytostatický, antibiotický účinek u agroklavinu a elymoklavinu, inhibice laktace, nepřímý teratogenní účinek.

Uterotonický účinek vyvolává buď pravidelné, periodické kontrakce dělohy nebo dlouhodobou retrakci myometria. Některé druhy uterotonik se léčebně používají v porodnictví a v gynekologii (ŠTOČKOVÁ, 2010).

Z přírodních alkaloidů se jako uterotonika dosud terapeuticky používají ergotamin a ergometrin.

Sympatolytický účinek (hypo- a hypertenzivní) nastává při inhibici hormonů adrenalinu, serotoninu, dopaminu a noradrenalinu dochází působením na prodlouženou míchu k dilataci (rozšíření) žil, v důsledku toho může dojít ke snížení krevního tlaku, srdeční frekvence a síly stahu. Působením na mezimozek způsobují hypoglykémii, mydriázu (rozšířené zornice) a naopak zvyšují srdeční frekvenci. Hypotenzivní a hypertenzivní účinek závisí na konkrétní struktuře alkaloidu.

Námelové alkaloidy mohou způsobit také tzv. ergotismus. Je to v podstatě otrava toxiny plísně paličkovice nachové (*Claviceps Purpurea*), tedy mykotoxikóza. V současnosti se ergotismus objevuje prakticky pouze u zvědavých dětí, které nejspíše si vědomy nebezpečí námel snědí; dá se léčit a obvykle i vyléčit. Ve středověku měl ovšem jeho výskyt podobu celých epidemií, neboť nebyla známa příčina a tedy ji nebylo možno odstranit. Námelová sklerocia mají údajně vcelku příjemnou, byť na konci trochu palčivou houbovou chuť.

Od základního skeletu námelových alkaloidů jsou odvozeny i některé halucinogenní sloučeniny - diethylamid kyseliny lysergové, známý pod zkratkou LSD. Tento polosyntetický derivát patří mezi omamné látky s neobyčejně vystupňovaným působením na centrální nervovou soustavu. Již v mikrogramových dávkách totiž navozuje bohaté snové představy, provázené výraznými sluchovými a optickými halucinacemi. Dnes patří mezi často zneužívanou drogu. Ve zcela výjimečných případech se používá v experimentální psychiatrii (ŘEHÁČEK a SAJDL,1983).

## 8. ZÁVĚR

Obilniny jsou jedny z nejrozsáhleji pěstovaných kulturních plodin na světě. Rychlý rozvoj technologií a intenzifikace produkce umožnily vznik nadprodukce obilovin, která už nenachází uplatnění v potravinářském průmyslu. Logickým krokem je proto využití této nadprodukce pro jiné účely.

Obiloviny se dají využít k výrobě škrobu, bioethanolu, slouží jako surovina pro výrobu bioplynu, mají uplatnění ve farmacii pro pěstování paličkovice nachové.

Výroba škrobu byla v minulosti čistě otázkou výroby z brambor. Za poslední dvě desetiletí se však zvedl podíl škrobu vyráběného z pšenice a tento trend i nadále pokračuje. Důvodem byly zvyšující se ceny brambor a ekologická náročnost. Taktéž v ostatních odvětvích nepotravinářského využití obilovin došlo k výraznému nárůstu produkce. Podíl vyprodukovaného bioplynu nadále stoupá, stejně jako množství elektrické energie, které se za pomoci bioplynu vyrobí. Světová produkce a spotřeba bioethanolu v současnosti rovněž roste. Nejen USA, který je hlavním producentem bioethanolu, si uvědomuje svoji závislost na ropě a ostatních fosilních zdrojích energie. Proto většina vyspělých států pomocí podpor a dotační politiky podporuje rozvoj biopaliv a získávání energie z obnovitelných zdrojů obecně. Cíle EU byly stanoveny tak, aby se do roku 2020 snížily emise skleníkových plynů o 20% oproti roku 1990, podíl energie z obnovitelných zdrojů v konečné spotřebě by měl dosáhnout 20%. Podíl tekutých biopaliv v pohonných hmotách je pro rok 2020 stanoven na 10%. Pro nastartování pěstování plodin pro energetické účely byl v roce 2007 zaveden „Uhlíkový kredit“. Tato dotace se však ukázala jako kontraproduktivní z důvodů zvyšování cen potravin na trhu. Využití půdy pro pěstování energetických plodin by proto nemělo ovlivnit schopnost států zásobovat obyvatelstvo dostupnými potravinami.

Bez podpory státu a dotací EU je pěstování obilnin a energetických plodin obecně nevýnosné, hlavním důvodem využití je proto jejich šetrnost k životnímu prostředí a obnovitelný charakter. Hlavní producenti biopaliv doufají, že jednou tyto paliva spolu s biopalivy druhé generace kompletně nahradí ropu a ostatní fosilní neobnovitelné zdroje energie. Využití energie rostlinné biomasy se jeví jako jedna z perspektivních cest, se kterou lze počítat do budoucna.

## 9. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. ABRHAM, Zdeněk, et al. *Výzkumný ústav zemědělské techniky* [online]. 2006 [cit. 2011-04-04]. Pěstování a využití energetických a prům. plodin. Dostupné z WWW: <<http://www.vuzt.cz/?menuid=76>>.
2. ABRHAM, Zdeněk; et al. *Biom* [online]. 2004 [cit. 2011-03-30]. Ekonomika a konkurenceschopnost biopaliv. Dostupné z WWW:<[http://www.df.biom.cz/cz/odborne-clanky/ekonomika-a-konkurenceschopnost-biopaliv?add\\_disc=1](http://www.df.biom.cz/cz/odborne-clanky/ekonomika-a-konkurenceschopnost-biopaliv?add_disc=1)>.
3. ANDRLÍK, Karel ; PETRÚ, František. *Základy chemických výrob.* Praha : Státní pedagogické nakladatelství, 1965. 361 s.
4. *Biowatt* [online]. 2010 [cit. 2011-03-30]. Dotace zemědělcům. Dostupné z WWW: <<http://www.ecjh.cz/dotace.htm>>.
5. CENEK, Miroslav, et al. *Obnovitelné zdroje energie.* 2. dopl. vyd. Praha : FCC Public, 2001. 208 s. ISBN 80-901985-8-9.
6. *CZ Biom* [online]. 2009 [cit. 2011-04-09]. Podpora využívání obnovitelných zdrojů energie v rámci Programu rozvoje venkova pro rok 2009. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/podpora-vyuzivani-obnovitelnych-zdroju-energie-v-ramci-programu-rozvoje-venkova-pro-rok-2009>>.
7. ČÍŽ, Karel. *Bioetanol – světový rozvoj jeho využití jako motorového paliva.* Listy cukrovarnické a řepařské. 2010, č. 1, s. 31-32. Dostupný také z WWW: < [www.cukr-listy.cz/on\\_line/2010/PDF/31-32.PDF](http://www.cukr-listy.cz/on_line/2010/PDF/31-32.PDF) >.
8. DIAMANTIDIS, Nick D.; KOUKIOS, Emmanuel G. Agricultural crops and residues as feedstocks for non-food products in Western Europe. *Industrial Crops and Products.* 2000, 11, s. 97-106.
9. DIVIŠ, Jiří, et al. *Pěstování rostlin.* 2. dopl. vyd. České Budějovice : Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 2010. 260 s. ISBN 978-80-7394-216-8.
10. ELLIS, Roger P., et al. Starch Production and Industrial Use. *Sci Food Agric.* 1998, 77, s. 289-311.
11. HAVLÍČKOVÁ, Kamila, et al. *Rostlinná biomasa jako zdroj energie.* Průhonice : Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví s Novou tiskárnou Pelhřimov, 2008. 83 s. ISBN 978-80-7415-004-3.
12. HROMÁDKO, Jan, et al. *Výroba bioetanolu.* Listy cukrovarnické a řepařské. 2010, červenec-srpen, č. 7-8, s. 267-271. Dostupný také z WWW: <[www.cukr-listy.cz/on\\_line/2010/PDF/267-271.PDF](http://www.cukr-listy.cz/on_line/2010/PDF/267-271.PDF)>.
13. KADAM, Kiran L. ; MCMILLAN, James D. *Availability of corn stover as a sustainable feedstock for bioethanol production.* Bioresource Technology. 2003, č. 88, s. 17-25. Dostupný také z WWW: <[www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)>.
14. KIM, Seungdo; DALE, Bruce E. Global potential bioethanol production from wasted crops and crop residues. *Biomass and Bioenergy.* 2004, 26, s. 361-375.

15. KONVALINA, Petr. *Ekolist.cz* [online]. 2006 [cit. 2011-04-08]. Škrob – od lepidel po céděčka. Dostupné z WWW: <<http://ekolist.cz/cz/zpravodajstvi/zpravy/skrob-od-lepidel-po-cedecka>>.
16. KRMENČÍK, Pavel; KYSILKA, Jiří. *Toxikon* [online]. 2010 [cit. 2011-03-30]. Námelové alkaloidy. Dostupné z WWW: <<http://www.biotox.cz/toxikon/mikromycety/namel.php>>.
17. KUDRNA, Karel ; KVĚCH, Otomar. *Základní agrotechnika*. Vyd. 1. Praha : SPN, 1963. 420 s.
18. MALERŮ, Josef. *Zpracování obilovin*. Vyd. 1. Praha : Institut výchovy a vzdělávání MZe ČR, 1994. 38 s. ISBN 80-7105-073-3.
19. MANINGAT, C. C., et al. Wheat Starch: Production, Properties, Modification and Uses. *Chemistry and Technology*. 2009, 3, s. 441-510.
20. MOUDRÝ, Jan; JŮZA, Jan. *Pěstování obilnin*. Vyd. 1. České Budějovice : Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 1998. 87 s. ISBN 80-7040-274-1:35.00.
21. Ontario Ministry of Agriculture, Food, and Rural Affairs. ALTERNATIVE ENERGY SOURCES – BIOGAS PRODUCTION. *London Swine Conference – Today's Challenges... Tomorrow's Opportunities*. 2007, 3, s. 119-128.
22. OSLAJ, Matjaz; MURSEC, Bogomir; VINDIS, Peter. Biogas production from maize hybrids. *Biomass and Bioenergy*. 2010, 34, s. 1538-1545.
23. PELIKÁN, Miloš; SÁKOVÁ, Lenka. *Jakost a zpracování rostlinných produktů*. Praha : ČZU, 2001. 235 s. ISBN 80-7040-502-3.
24. PETR, Jiří, et al. *Speciální produkce rostlinná : (Obecná část a obilniny)* . Vyd. 1. Praha : ČZU (Praha), 1997. 193 s. ISBN 80-213-0152-X:75.00.
25. PETR, Jiří; CAPOUCHOVÁ, Ivana. *Agroweb* [online]. 2001 [cit. 2011-03-29]. Pěstování pšenice pro produkci škrobu. Dostupné z WWW: <[http://www.agroweb.cz/rostlinna-vyroba/Pestovani-psenice-pro-produkci-skrobu\\_\\_s44x10368.html](http://www.agroweb.cz/rostlinna-vyroba/Pestovani-psenice-pro-produkci-skrobu__s44x10368.html)>.
26. QUASCHNING, Volker. *Obnovitelné zdroje energie*. Vyd. 1. Praha : Grada Publishing, a.s., 2010. 296 s. ISBN 978-80-247-3250-3.
27. REINBERGR O.: *Dlouhodobý výhled výroby bioetanolu v ČR*. Listy cukrovarnické a řepařské, 124, 2008 (7/8), s. 200–202
28. SOUČEK, Jiří. *Agroweb* [online]. 2009 [cit. 2011-03-30]. Možnosti zpracování a využití slámy. Dostupné z WWW: <[http://www.agroweb.cz/Moznosti-zpracovani-a-vyuzitislamy\\_\\_s393x33696.html](http://www.agroweb.cz/Moznosti-zpracovani-a-vyuzitislamy__s393x33696.html)>.
29. SOUČKOVÁ, Helena, et al. *Nepotravinářské využití fytomasy*. Praha : Výzkumný ústav zemědělské ekonomiky, 2006. 95 s. ISBN 80-7040-857-X:73.00.
30. STACH, Jíří. *Základní agrotechnika*. Vyd. 1. České Budějovice : Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 1999. 115 s. ISBN 80-7040-328-4:44.00.

31. SUKOVÁ, Irena. *Agronavigator* [online]. 2001 [cit. 2011-04-10]. Nařízení na podporu výroby a vývozu škrobu v ČR. Dostupné z WWW: <<http://www.agronavigator.cz/default.asp?ch=13&typ=1&val=1742&ids=177>>.
32. ŠIMON, Josef; STRAŠIL, Zdeněk . *Perspektivy pěstování plodin pro nepotravinářské účely*. Vyd. 1. Praha : ÚZPI, 2000. 50 s. ISBN 80-7271-047-8:50.00.
33. ŠTOČKOVÁ, Věra. *Alternativní využití potravinářských obilovin - pěstování námele pro lékařské účely*. Zlín, 2010. 54 s. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně.
34. TALEBNIA, Farid; KARAKASHEV, Dimitar; ANGELIDAKI, Irini. Production of bioethanol from wheat straw: An overview on pretreatment, hydrolysis and fermentation. *Bioresource Technology*. 2010, 101, s. 4744-4753.
35. TREGUBOV, Nikolaj. *Technológia škrobu a výrobkov zo škrobu* . Bratislava : Alfa, 1986. 484 s.
36. VRZAL, Jaroslav, et al. *Základy pěstování kukuřice a jednoletých pícnin* . Vyd. 1. Praha : Institut výchovy a vzdělávání MZe ČR, 1995. 32 s. ISBN 80-7105-097-0:5.00.
37. ZIMOLKA, Josef, et al. *Pšenice : pěstování, hodnocení a užití zrna*. Praha : Profi Press, 2005. 180 s. ISBN 80-86726-09-6:189.00.
38. ŽÁČEK, Miloslav , et al. *Škrobárenství. 1. díl*. Vyd. 1. Praha : Středisko technických informací potravinářského průmyslu, 1963. 473 s.
39. ŽÁČEK, Miloslav , et al. *Škrobárenství. 2. díl*. Vyd. 1. Praha : Středisko technických informací potravinářského průmyslu, 1964. 622 s.

## 10. PŘÍLOHY

Tabulka 1: Chemické složení zrna obilnin (%)

Druh	Bílkoviny	Glycidy	Tuky	Popeloviny	Vláknina	H <sub>2</sub> O
Pšenice	12,4	65,3	1,7	1,8	2,7	14,6
Žito	11,4	62,0	1,7	1,8	2,0	15,3
Ječmen	10,5	66,0	2,1	2,7	4,8	13,8
Oves	11,7	54,5	6,0	3,0	10,8	12,0
Kukuřice	10,0	69,0	4,8	1,7	2,8	10,5
Proso	10,6	61,1	3,9	2,8	8,1	12,5

Zdroj: PELIKÁN a SÁKOVÁ, 2001

Tabulka 2: Výsevek vybraných obilnin (miliony/ha) v závislosti na produkční oblasti

Plodina	Výrobní oblast				Průměrný výsevek
	Kukuřičná	Řepařská	Bramborářská	Horská	
Pšenice ozimá	5,0	4,0	5,0	5,0	4-5
Pšenice jarní	5,0-6,0	4,5-5,0	5,0-6,0	5,5-6,0	5-6
Žito ozimé	4,0	3,0	4,0	4,5	3-4
Ječmen ozimý	4,5	4,0	4,5	4,5	4,5
Ječmen jarní	4,0-4,5	3,5-4,0	4,0-4,5	4,5	3,5-4,5
Oves	4,5	4,0	4,5-5,0	5,0	5

Zdroj: STACH, 1999 ; PELIKÁN a SÁKOVÁ, 2001; PETR, 1997

Tabulka 3: Vlastnosti škrobu vybraných plodin

Druh plodiny	Obsah škrobu (%)	Obsah amylozy (% sušiny)	Teplota mazovatění škrobu (°C)	Tvar škrobových zrn	Velikost škrobových zrn (μm)	Struktura
Pšenice	62-70	24	59-68	čočkovitý	Malá – 2-7	nevýrazně vrstvená
					Velká – 15-30	
Kukuřice	75-86	21	62-72	hranatý	15 – 25	nevrstvená
Ječmen	54-60	24	60-70	čočkovitý	15-35	nevýrazně vrstvená
Brambory	17	22	58-64	oválný	6 – 140	výrazně vrstvená

Zdroj: TREGUBOV, 1986; PELIKÁN a SÁKOVÁ, 2001

Tabulka 4: Produkce bioplynu z hlavních složek organických látek

Materiál	Produkce bioplynu (1.kg <sup>-1</sup> organické sušiny)	Obsah metanu (%)
Uhlohydráty	790	50
Tuky	1250	68
Proteiny	700	71

Zdroj: CENEK, 2001

Tabulka 5: Chemické složení a vlastnosti bioplynu

Charakteristika	Metan CH <sub>4</sub>	Oxid uhličitý CO <sub>2</sub>	Vodík H <sub>2</sub>	Sulfan H <sub>2</sub> S	Bioplyn 60% CH <sub>4</sub> 40% CO <sub>2</sub>
Objemový díl (%)	55 - 70	27 - 47	1	3	100
Výhřevnost (MJ.M <sup>-3</sup> )	35,8	X	10,8	22,8	21,5
Hranice zápalnosti (obj. %)	5 - 15	X	4 - 80	4 - 45	6 - 12
Zápalná teplota (°C)	650 - 750	X	585	X	650- 750
Hustota (kg.m <sup>-3</sup> )	0,72	1,98	0,09	1,54	1,2

Zdroj: CENEK, 2001

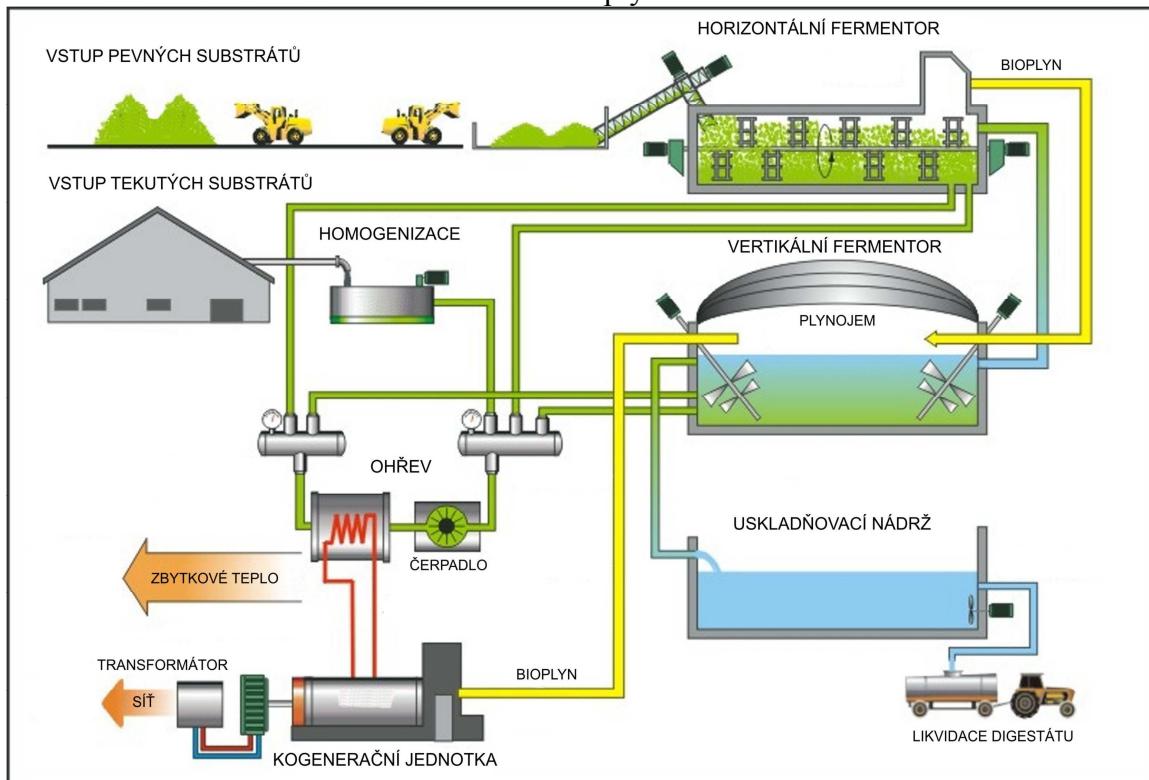


Obrázek 1: Bioplynová stanice



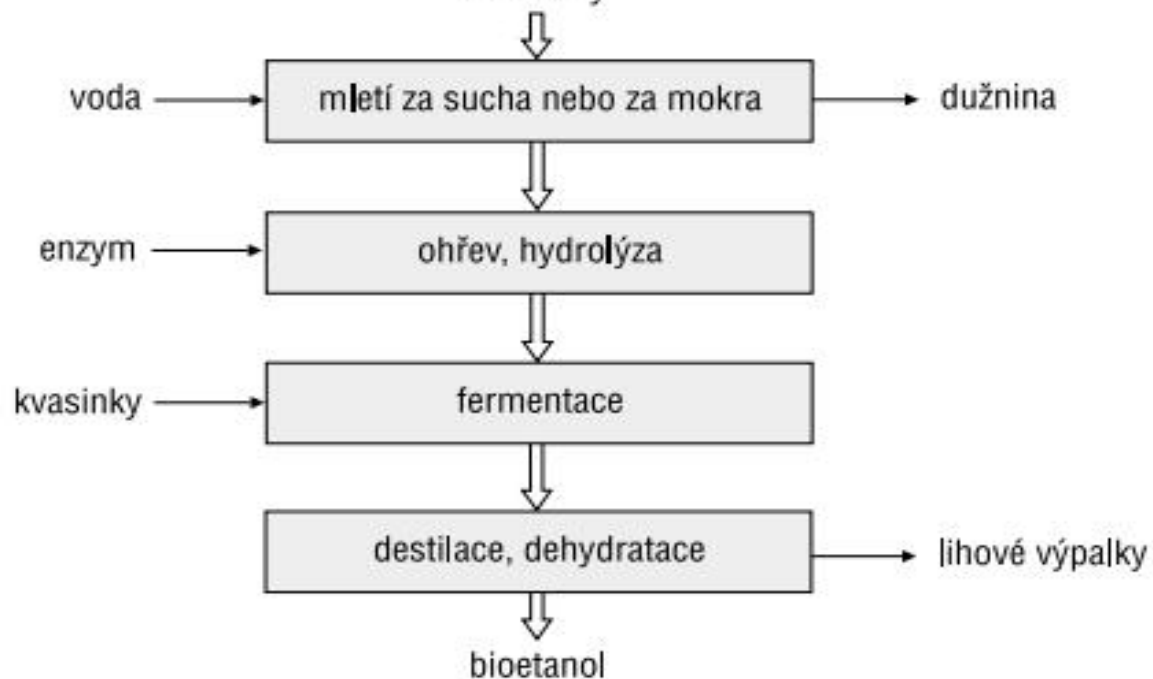
Zdroj: <http://www.cizp.cz/default.aspx?id=1249&ido=365&sh=117560152>

Obrázek 2: Schéma bioplynové stanice



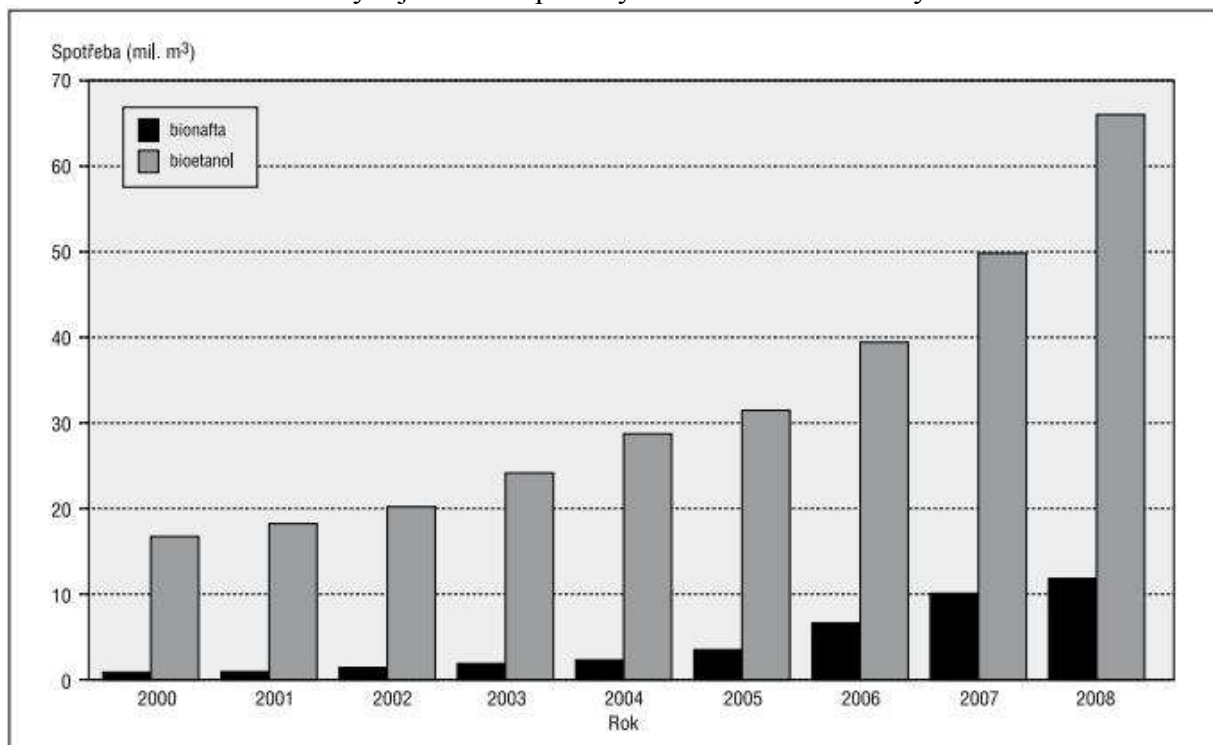
Zdroj: <http://www.agromont.cz/userfiles/image/104o-schema-bioplyn-stance-cz-300dp.jpg>

Obrázek 3: Schéma výroby bioethanolu obiloviny



Zdroj: HROMADKO, 2010

Obrázek 4: Vývoj světové spotřeby bioethanolu a bionafty



Zdroj: ČÍŽ, 2010