

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroenvironmentální chemie a výživy rostlin

*Technologie materiálového využití prošlých a znehodnocených
balených potravin*

Diplomová práce

Vedoucí práce: Ing. Jan Habart, Ph.D.

Diplomant: Bc. Lukáš Nuhlíček

2012

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: „*Technologie materiálového využití prošlých a znehodnocených balených potravin*“, vypracoval samostatně a využil pouze pramenů, které cituji a uvádím v příloženém seznamu.

V Dobřichovicích, dne 12. dubna 2012,

.....
Bc. Lukáš Nuhlíček

Poděkování

Mé poděkování patří Ing. Janu Habartovi, Ph.D. za odborné vedení, věcné připomínky a podporu při realizaci této práce. Dále bych chtěl poděkovat mé manželce, Terezce, za podporu a nekonečnou trpělivost, při přípravách na zkoušky, psaní diplomové práce a přípravách na SZZ.

V neposlední řadě patří můj dík také rodičům a celé rodinně za podporu, rady a motivaci v průběhu studia.

Souhrn

Diplomová práce se zabývá hypotézou, zdali je možné z technického a ekonomického pohledu využít prošlých nebo znehodnocených potravin ke zpracování v bioplynových stanicích. Obecná část se zabývá produkcí biologického odpadu v ČR, typem nejčastějších obalových materiálů užívaných pro potraviny a dále jednotlivými možnostmi zpracování odpadů z potravin.

Hlavní část vlastní práce se týká koncepce bioplynové stanice na využití konkrétního biologicky rozložitelného odpadu, a to směsi odpadních potravin z obchodních řetězců. Navrhovaná bioplynová stanice je stanice s procesem mokré fermentace s kogenerační jednotkou.

Klíčová slova: Bioplynová stanice, bioplyn, anaerobní digesce, prošlé a znehodnocené potraviny.

Summary

This thesis deals with the hypothesis, whether it's possible to use outdated or degraded food processing in biogas plants and assess technical and economic feasibility. The general part deals with the production of bio-waste in the CR, describes the most common type of packaging used for food and the different options of food processing waste.

The main part of their work relates to the concept of biogas utilization in particular biodegradable waste and mixed waste from the food retail chains. The proposed biogas plant is a station with a wet fermentation process with a CHP unit.

Keywords: biogas plant, biogas, anaerobic digestion, expired and adulterated food,

Obsah

1. Úvod.....	1
2. Literární rešerše.....	3
2.1. Produkce odpadů.....	3
2.2. Obalové materiály v potravinářském průmyslu	5
2.2.1 Obaly z hliníku.....	6
2.2.2 PET obaly.....	8
2.2.3 Skleněné obaly	11
2.2.4 Papírové obaly.....	14
2.2.5 EPS obaly	15
2.2.6 Obaly ze dřeva.....	17
2.3 Rizika z obalů.....	20
2.4 Žádoucí interakce mezi obalem a potravinou	24
2.4.1 Typy aktivního balení	24
2.4.2 Inteligentní obalové systémy.....	27
2.4.3 Využití rozvoje nanotechnologie	29
3. Metody mechanické úpravy odpadů	30
3.1 Drcení.....	31
3.2 Třídění.....	32
3.3 Lisování.....	34
4. Metody biologického zpracování.....	36
4.1. Kompostování	37
4.2 Anaerobní digesce – mokrá.....	39
4.3 Anaerobní digesce – suchá.....	43
5. Další metody zpracování.....	45
5.1 Chemické zpracování.....	45
5.2 Spalování.....	46
5.3 Ostatní zpracování.....	49
6. Projektová část	50
6.1 Nakládání s potravinami po uplynutí DMT	52
6.2. Nakládání s potravinami po uplynutí DP.....	52
6.3 Nakládání se zničenými potravinami	53
6.4 Navrhovaný model linky na anaerobní mokrou digesci.....	53
6.5 Schéma linky	58
6.6 Kalkulace příjmů na vstupu a výstupu.....	61

7. Závěr	64
Seznam použité a citované literatury:	65
Seznam použitých zkratk a symbolů:	69
Seznam obrázků:	70
Seznam tabulek:	71

Seznam příloh:

Příloha č. 1 Parametry Biskvitové moučky

Příloha č. 2 Tabulka ekonomické analýzy

1. Úvod

Téměř všechny dnešní odpady lze přepracovat s větší či menší účinností na zemědělsky či jinak využitelné druhotné suroviny, např. krmiva, hnojiva apod.

V potravinářském průmyslu jsou problematické zejména následující látky a odpady:

- potravinářské suroviny (živočišné tuky, mléko a mléčné výrobky) obsahující v nepřípustných koncentracích těžké kovy a PCB - pro jejich zneškodnění je třeba zvláštních zařízení
- odpadní vody se zvýšenými obsahy NaCl, a NO_3^- a NO_2^-

Recyklace těchto odpadů je velmi důležitá, protože jde převážně o organický odpad, který tvoří cennou druhotnou surovinu vhodnou především na biochemické zpracování. Je možné jej použít i na krmiva pro dobytek. Potravinářský průmysl je charakterizovaný rozdílností jednotlivých provozů, proměnlivými vlastnostmi surovin, převážně sezónností výroby, jako i rozmanitostí produktů a jejich častou obměnou. Suroviny se obvykle rychle kazí (znehodnocují).

V současné době se tuhé odpady z potravinářského průmyslu využívají hlavně jako krmivo (např. pivovarské kvasnice) a hnojivo. Jejich recyklace je zatím na poměrně nízké úrovni.

V budoucnu se počítá s využitím těchto odpadů pro:

- spalování „namokro“ v provozních kotelnách k získání energie
- biologickou přeměnu na:
 1. bioplyny (anaerobní kvašení - metanizace)
 2. kompost (aerobní/anaerobní kvašení, případně přeměna na nízkomolekulární organický materiál)
 3. hodnotné látky (např. získávání proteinových frakcí, fermentace sacharidických frakcí na organické kyseliny) a zpracování zbytků na bioplyn a kompost

Přestože existuje více způsobů využití biomasy k energetickým účelům, v praxi převládá ze suchých procesů spalování biomasy, z mokrých procesů výroba bioplynu anaerobní fermentací vlhké biomasy.

2. Literární rešerše

2.1. Produkce odpadů

Biologicky rozložitelný odpad je dle § 2 odst. b) vyhlášky č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady definován jako jakýkoli aerobně nebo anaerobně rozložitelný odpad. Pod tímto pojmem si lze představit odpad ze zahrad a parků, potravinářský a kuchyňský odpad z domácností, restaurací, stravovacích a maloobchodních zařízení a srovnatelný odpad ze zařízení potravinářského průmyslu. Nezahrnuje odpady z lesního hospodářství a ze zemědělství, hnůj, kal z čistíren nebo jiné biologicky rozložitelné odpady, jako jsou např. přírodní textilie, papír nebo zpracované dřevo. Nezahrnuje ani vedlejší produkty výroby potravin, které se nikdy nestanou odpadem.

Celkové roční množství biologického odpadu v EU se odhaduje na 76,5–102 milionů tun potravinářského odpadu a odpadu ze zahrad obsažených ve směsném tuhém komunálním odpadu a až 37 milionů tun z potravinářského průmyslu. Biologický odpad je hnilobě podléhající, obvykle nevysušený odpad. Existují dva hlavní toky – zelený odpad z parků, zahrad, atd. a kuchyňský odpad. Zelený odpad obvykle obsahuje 50-60% vody a více dřeva (lignocelulózy), kuchyňský odpad neobsahuje dřevo, ale až 80% vody (KOM, 2008; ČSÚ, 2011).

V Evropě je 50% požitelných a zdravých potravin „vyplýváno během různých fází zpracování, od výroby až po stoly spotřebitelů“. Představuje to v průměru „půl kilogramu na osobu a den, nicméně s velkými rozdíly, závisujícími na zemi a sektoru“.

Každý Evropan ročně vyplývá „179 kilogramů požitelných a zdravých potravin většinou v domácnostech, což tvoří 42 % potravin (z toho asi 60 % jsou ztráty, kterým se lze vyhnout). Těsně za domácnostmi jsou výrobci s 39 %, následované rychlým občerstvením se 14 % ztrát. Distributoři jídla se na plýtvání podílejí méně, asi 5 %“ (European Commission, 2012).

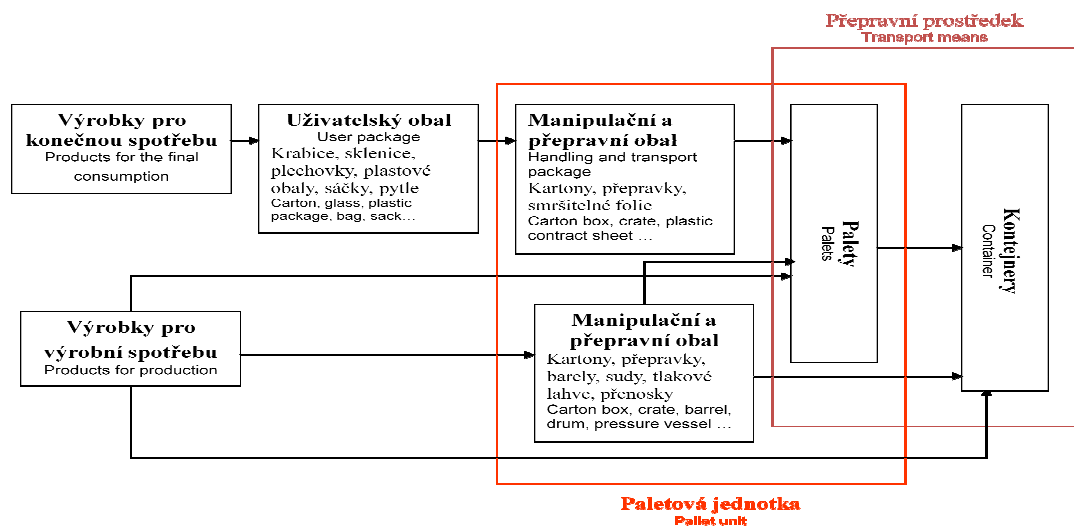
Možnosti nakládání s biologickým odpadem zahrnují, kromě zamezení u zdroje, také sběr (odděleně nebo se směsným odpadem), anaerobní digesci a kompostování, spalování a skládkování. Environmentální a hospodářské přínosy jednotlivých metod zpracování výrazně závisí na místních podmínkách, jako je hustota obyvatelstva, infrastruktura, podnebí a dále

také na trzích pro související produkty (energii a komposty). V dnešní době se v oblasti nakládání s biologickým odpadem uplatňuje značně rozdílná vnitrostátní politika, v rozsahu od spíše zanedbatelných opatření v některých členských státech až po ambiciózní politiky v jiných státech. To může vést ke zvýšeným dopadům na životní prostředí a může to ztěžovat nebo oddalovat plné využití pokročilých technik nakládání s biologickým odpadem. Mělo by se zjistit, zda by k zajištění řádného nakládání s biologickým odpadem v EU stačila činnost na vnitrostátní úrovni, nebo zda je třeba přijmout opatření na úrovni Společenství. Zelená kniha o nakládání s biologickým odpadem v Evropské unii usiluje o diskusi o těchto otázkách a o přípravu na blížící se hodnocení dopadů, které se bude věnovat také otázce subsidiarity (KOM, 2008).

Veškeré potraviny jsou do oběhu uváděny balené. Jedná se o obaly v několika úrovních, jak je zřejmé z obrázku 1.

Při výrobě potravin vzniká velké množství obalových materiálů a z většiny z nich se stane odpad. Odpadem se nestávají po spotřebě potraviny nebo její dopravě do obchodu vratné obaly (např. palety, masové přepravky, pивní lahve atd.).

Obrázek 1: Obaly



Zdroj: Prezentace „Obaly“, Ústav ekonomiky a řízení chemického a potravinářského průmyslu VŠCHT Praha

2.2. Obalové materiály v potravinářském průmyslu

Podle výsledků prováděných studií tvoří obalové materiály 20-30 % odpadu z domácností a 8 % z průmyslové a obchodní činnosti. Jednoznačně převažující podíl na tomto druhu odpadů je spojen s balením potravin, tedy s potravinářským průmyslem. Při řešení ekologických problémů lidské společnosti je tedy třeba v potravinářském průmyslu věnovat značnou pozornost problematice obalů. Menšího ekologického zatížení životního prostředí je přitom možno dosáhnout:

1. Funkčním způsobem balení – nepoužívat obaly tam, kde nejsou funkčně opodstatněné (např. přebalování pomerančů, citronů atd. do smrštitelných fólií).
2. Snižováním spotřeby obalových materiálů a obalů na technicky zdůvodnitelné minimum vhodnou konstrukcí obalů a používáním vylehčených obalů.
3. Využíváním vratných obalů, případně zajištěním recyklace a opětovného zpracování použitých obalových materiálů a obalů.

Při posuzování ekologického dopadu obalů a obalových materiálů je třeba zvažovat surovinové zdroje (upřednostňovány jsou obnovitelné zdroje), negativní vlivy na přírodní prostředí zejména v první fázi výroby obalů, spotřebu energie nutnou k výrobě obalů, bezpečnost a toxicitu v průběhu výroby, užití a likvidace obalů, znečištění půdy, vody a ovzduší ve všech fázích „životního cyklu“ obalů, opakovanou použitelnost obalů a snadnost likvidace použitých obalů (Čurda et. al., 1995). V této souvislosti je věnována značná pozornost možnostem uplatnění biodegradabilních obalů vyráběných z obnovitelných zdrojů.

Využívání biochemických a biologických postupů k recyklaci odpadů z potravinářských výrob (a s nimi spojeného zemědělství) včetně biodegradabilních obalů je velmi atraktivní především ve spojení s výrobou krmiv a získáváním zdrojů energie, protože zásadní otázkou globální ekonomie se čím dál víc stává problém vzrůstající spotřeby potravin a energie. Obecně je možno konstatovat, že drtivá většina organických odpadů (zemědělské, průmyslové odpady a odpady komunální) představují komplexní směs látek, které mohou být využívány jako zdroj živin a energie pro růst různých mikroorganismů.

Z těchto důvodů může být technologie původně vypracovaná pro sféru zemědělsko-potravinářských odpadů následně využita pro recyklaci a využití odpadů z jiných oblastí průmyslu, případně pro likvidaci určitého podílu komunálního odpadu. Pro tyto účely se čím

dál více vedle klasického fermentačního zpracování využívají i modernizované biotechnologické postupy, ve kterých nacházejí uplatnění vedle vyšlechtěných mikrobiálních kmenů i samotné enzymy (Marek, 2006).

2.2.1 Obaly z hliníku

Z hliníku se vyrábí různé typy obalů – nápojové plechovky, víčka na jogurty, konzervy, tuby na zubní pasty, obaly z kombinovaných materiálů, např. nápojové kartony atd.

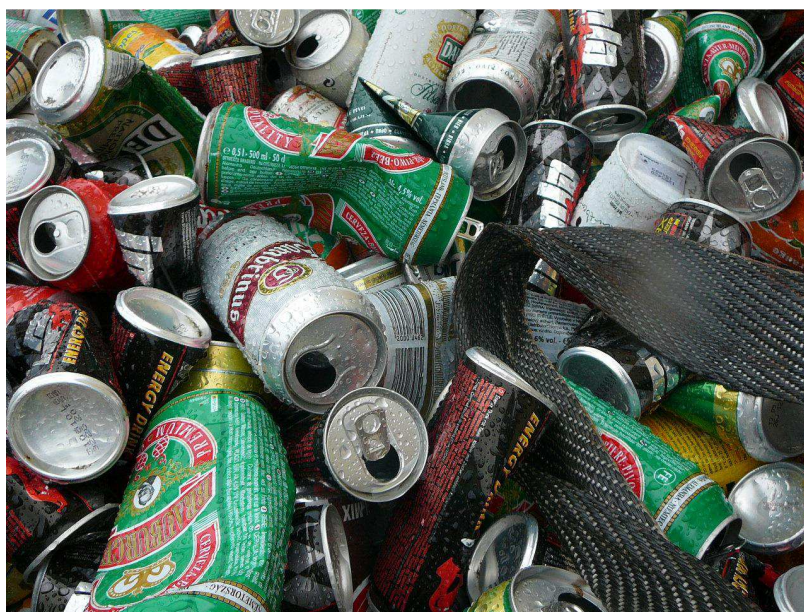
Obrázek 2: Obal čokolády PAP/Al



Zdroj: <http://www.alinvest.cz/>

Ze zdravotního hlediska by měly být konzervy a další potravinové obaly vyrobené z hliníku zdravotně nezávadné. V současné době jsou vnitřní stěny těchto výrobků potahovány plastovou fólií (polyetylen PE) nebo lakovány (různé materiály). Tato povrchová úprava chrání hliník před přímým kontaktem hliníkového materiálu s agresivními kyselými látkami, jakým je např. rajčatový protlak. Po otevření konzervy ale hrozí poškození povrchové úpravy, kdy může dojít ke kontaktu potravin s hliníkem nebo ke kontaminaci potravin povrchovou úpravou. Aby nedošlo ke kontaminaci hliníkem je vhodné obsah konzervy přelít, např. do skleněné nádoby. Kyseliny kovový hliník rozpouštějí a ten přechází do roztoku, tzn. do potravin, které by byly v povrchově neupravené hliníkové konzervě uchovávány. V této formě se pak hliník může dostat s potravou do organismu.

Obrázek 3: Al plechovky



Zdroj: http://www.vykup-jinocany.eu/cenik_kovy.htm

Na druhé straně se i látky z potahových laků mohou uvolňovat a migrovat do potravin (např. bisfenol-A (BPA), bisfenol-A-diglycidether (BADGE), vykazující mírné hormonální účinky), jak vyplývá z údajů Ministerstva zemědělství ČR o sledování cizorodých látek v potravinách. Požadavky na potravinové obaly z hlediska zdravotního upravuje vyhláška č. 38/2001 Sb.

Hliníkové ionty jsou při určité koncentraci pro živé organismy toxické. Denní dávka hliníku z potravy se pohybuje v jednotkách až desítkách miligramů. Toxické účinky této dávky se u zdravých lidí prakticky neprojevují (Lindsay, 1979).

Naproti tomu osoby s poruchou činnosti ledvin jsou vystaveny většímu riziku, protože je omezeno vylučování hliníku močí. Hliník se z přijaté potravy za normálních okolností vstřebává do krevního oběhu jen v omezené míře (1-3%). Vyšší absorpce nastává při současném požití potravy nebo nápojů s vysokým obsahem organických kyselin jako je kyselina citrónová, jablečná, fosforečná atd. (tj. ovocné šťávy, limonády, Cola atd.). Hliník vstřebaný v nadměrném množství do krve ve stavu, kdy je omezena možnost jeho rychlého vyloučení močí (tj. při poškození ledvin), působí toxicky na složky krve, kostní a nervovou tkáň. Výsledkem mohou být některé formy anémie (porucha krvetvorby) nebo encefalopatie (onemocnění mozku). Z environmentálního hlediska lze ale hliníkové obaly označit za zdravotně závadné. Výroba hliníku představuje pro životní prostředí velkou zátěž, a protože

lidé jsou součástí tohoto životního prostředí, představuje zátěž a zdravotní riziko také pro ně. Surovina pro výrobu hliníku bauxit se těží ve velkých povrchových dolech často v oblastech tropických pralesů Jižní Ameriky, známých nejen pro svou druhovou rozmanitost, ale také významnou produkcí kyslíku. Rozsáhlá těžba představuje jednak úbytek pralesa a jednak zásah do rázu krajiny. Samotná výroba hliníku z rudy je energeticky velmi náročná: na 1 kg hliníku je zapotřebí 171,2 megajoulů (MJ) oproti tomu pro výrobu 1 kg skla z 50% recyklovaného je potřeba jen 7,5 MJ. Pokud je ale hliník vystaven kyselému dešti, je postupně rozpouštěn a volné hliníkové ionty se dostávají do vody, popř. do půdy (Danihelková et. al., 2010).

Hliník je ale snadno recyklovatelný. Stává se tak velmi významnou druhotnou surovinou, také vzhledem k jeho velké spotřebě. Co je ovšem nejdůležitější: při recyklaci hliníku se ušetří okolo 90 % energie, které je zapotřebí k výrobě hliníku z bauxitu.

2.2.2 PET obaly

Plastové PET lahve jsou vyrobeny z polyetyléntereftalátu (zkratky PET, PTE, PETE, PETP resp. PET-P). Jedná se o termoplast ze skupiny polyesterů, který se používá často jako obalový materiál na potraviny, nápoje a jiné kapaliny. V závislosti na procesu a chlazení je možno připravit amorfní PET (průhledný) a polo krystalický PET (mléčně zakalený). Hlavní devizou PET jako materiálu je, že jej lze recyklovat. Na rozdíl od ostatních plastů je jej možno pro jeho stabilitu po recyklaci používat na mnohé účely (odhadovaná životnost PET je víc jak 1000 let). PET může být polotuhý (pružný) nebo tuhý, v závislosti na jeho tloušťce. Nepropouští plyny ani páry, po úpravě je též dobře odolný vůči alkoholu a jiným rozpouštědlům. PET lahve jsou velmi pevné, odolné vůči nárazu a poskytují výbornou ochranu, proto se používají pro plnění různých nápojů (Machán et. al., 1990).

Obrázek 4: PET lahve



Zdroj: http://www.petrecycling.cz/PRS_obrazky.htm

V oblasti PET láhví se dnes můžeme setkat s celou řadou variant lišících se nejenom objemem a barvou, ale také třeba typem uzávěru a druhem náplně, pro kterou je konkrétní typ určen. Asi nejrozšířenějšími jsou dnes láhve s plastovým závitovým uzávěrem. Ty se používají v objemech 0,3, 0,33, 0,5, 1, 1,5 a 2 litry. Tyto plastové láhve jsou velmi univerzální, o čemž svědčí mimo jiné i skutečnost, že je lze plnit jak sycenými, tak i nesycenými tekutinami. Velká variabilita je u těchto láhví nejenom v tvarech, ale také v hmotnostech materiálu, z něhož jsou vyráběny. U závitových láhví se nejčastěji používají materiály od 21 až do 48 g/lahev. Pochopitelně, že hmotnost ovlivňuje nejenom velikost PET obalu, ale také pevnost stěn. Dalším typem jsou láhve s narážecím uzávěrem. Nejčastěji se vyrábějí s objemem jednoho litru a jsou určeny pro nesycené tekutiny. Typickým produktem, který je stáčen do těchto láhví, je olej. K tomuto účelu se nejčastěji používají obaly čiré s hmotností 26 až 29 g/lahev. Posledním a méně známým typem plastových láhví podle druhu uzávěru jsou PET láhve s korunkovým uzávěrem, stejným, jaký známe například ze

skleněných láhví. Zde se využívá obvykle objem 0,5 litru a nejčastější aplikací je stáčení piva. Dodejme, že tyto láhve se vyrábějí v hmotnosti 30 g/lahev.

Pro výrobu PET láhví se využívá dvou základních postupů lišících se v počtu kroků. V prvním postupu jsou jednotlivé operace zpracovávány jednofázově, tj. všechny dílčí kroky jsou prováděny v rámci jednoho zařízení. Při dvoufázovém zpracování pak probíhá výroba obalu ve dvou krocích, které jsou na sobě výrobně nezávislé - jedna firma vyrobí polotovar, tzv. preformu, kterou zpracovává další výrobce. Preformy, někdy též označované jako předlisky, jsou vyráběny na vstříkolisech od nejrůznějších výrobců. Mezi významné společnosti pohybující se v oblasti výroby těchto zařízení patří například kanadská firma Husky, společnosti Krupp, Krone či Krauss-Maffei.

Obrázek 5: Pet reformy



Zdroj: <http://katariyapet.tradeindia.com>

Základní surovinou pro výrobu předlisků je PET granulát. Stroje pro jejich výrobu jsou šnekové s injekčním vstříkáním. Granulát je před samotným zpracováním při teplotě okolo 160°C roztaven. V této fázi také dochází k míchání s barvivem, pokud má být výsledná láhev zabarvená. Roztavený granulát je následně vstříkován do chladné kovové formy. Ve formě se za působení tlaku vytvaruje "zkumavka" s hrdlem, která je uzavřena pomocí

uzávěru. Tento polotovár je poté dopraven k zákazníkovi - firmě, plnící plastové láhve. Zde také dochází k druhé fázi výroby, kterou je vyfukování PET láhví (Kačeňák, 1990).

Tato vysoce výkonná zařízení jsou již přímo napojena na stáčecí linky. Samotnému vyfukování opět předchází předehřev preformy na požadovanou teplotu. Vyfukování je prováděno do vodou chlazených forem. Po nezbytné následné kontrole může následovat konečné plnění obalů. To pak probíhá na výkonných linkách pracujících na principu vakuového, přetlakového či gravitačního plnění. Výhodou dvoufázového postupu je především vysoká rychlost přípravy preforem. Stroje na jejich výrobu totiž dokážou pracovat i rychlostí kolem 30-50 tisíc kusů za hodinu, při jednofázovém postupu je pochopitelně maximální rychlost limitována nejpomalejší částí výrobní linky. Na druhou stranu je výhodou jednofázového postupu jednodušší logistika a také menší spotřeba energií. Mezi další výhody dvoufázového postupu pak rovněž patří větší operativnost při změnách sortimentu a také skutečnost, že láhve mohou v tomto případě tvarovat i menší společnosti, jež by si zařízení na výrobu preforem nemohly dovolit. Z celosvětového hlediska je patrné, že právě dvoufázový postup je dnes bezesporu rozšířenější. Tímto způsobem je totiž dnes zpracováváno přibližně 80% celkové produkce PET láhví (Kačeňák, 1990).

2.2.3 Skleněné obaly

Po skleněném obalu sahá stále více výrobců potravin a nápojů, kteří chtějí zvýšit hodnotu svých produktů a přitáhnout zákazníka. Obal ze skla nejenže produkt chrání a dodává mu punc kvality, ale nabízí i pohled dovnitř - na samotný výrobek. V některých segmentech, například u vína, piva nebo zavařenin, si jiný typ obalu ani nelze představit, v mnohých kategoriích, jako nealko nápoje nebo kávové speciality, sklo zažívá dokonce slavný comeback.

Podle mnohých studií se až 80% výrobků prezentuje na pultech obchodů bez jakékoliv reklamy. Zbylé produkty mohou být sice podpořeny mnohamilionovými kampaněmi, přesto však nakonec musí bojovat o pozornost v regále, kde se zákazník rozhoduje o nákupu. Až z 80% jej přitom ovlivňují emocionální motivy. Přesto byl v minulosti obal jako marketingový nástroj podceňován, což se dnes se stále rostoucím konkurenčním bojem mění. Sklo v konkurenci ostatních obalových materiálů navíc vyniká tím, že obsah dokáže dokonale chránit. Většina spotřebitelů považuje sklo za bezpečné, přírodní, ekologické, za nejvhodnější obal pro potraviny a nápoje. A výrobci si uvědomují další přednosti skla - dá se tvarovat,

barvit, dostupné jsou nejrůznější techniky zdobení: od reliéfů až po potahovou fólii. Pořád však jde o čisté, ušlechtilé sklo (Macháň et. al., 1990).

Obrázek 6: Skleněné lahve



Zdroj: <http://www.svet-bydleni.cz>

Zcela zřejmý je trend k vylehčování skleněných obalů, protože odlehčené sklo je nutností vzhledem ke konkurenčním materiálům a logistickým nákladům. Vetropack Moravia Glass dokázal například vratnou láhev o objemu 200 ml na nápoje vylehčit o 120 g, z původních 300 g na současných 180 g, láhev na pivo o objemu 0,33 l o 25 g (200 g na 175 g), láhev na víno 1 l o 79 g (ze 480 g na 401 g) a konzervovou sklenici 720 ml o 60 g (z 350 g na 290 g). Naopak někteří výrobci lihovin a vína požadují těžký a robustní obal (<http://vetropack.inettools.ch>).

Například lihoviny, pivo, víno a některé druhy konzervovaných produktů (kompoty, nakládaná zelenina) se u nás téměř výhradně prodávají ve skle. Důvody spočívají ve vlastnostech skla: je chemicky stálé, zachovává chuť obsahu, nijak ho neovlivňuje, navíc barevné sklo chrání před světlem. Roste i poptávka po obalovém sklu v segmentech, které sázejí na zdravou výživu, kvalitu a bezpečnost. To se týká například skleniček na dětskou a kojeneckou výživu.

Sklo lze jako jediný obalový materiál 100% zhodnotit, což znamená, že staré rozbité lahve použijeme na výrobu nových lahví stejné kvality. Skleněné střepy jsou důležitou surovinou ve sklářské produkci. Rozdílná je zatím intenzita ekologického myšlení. Zatímco u

nás je výsadou určitých skupin spotřebitelů, v mnoha zemích západní Evropy jde o celospolečenskou záležitost. Svědčí o tom i recyklační kvóty z jednotlivých evropských zemí z roku 2004. Na špici je Švýcarsko s 96% návratností, velmi těsně následuje Belgie s 95% a Finsko s 92%. Norsko, Německo a Rakousko jsou na tom s 88% všichni stejně. V České republice činí návratnost cca 48% (Macháň et. al., 1990).

Pokud jde o uchovávání potravin a nápojů, 74 % evropských spotřebitelů dává přednost sklu před plasty, kartony či plechovkami (Insites, 2008). Hlavním důvodem je fakt, že sklo má schopnost chránit zdravotní nezávadnost a chuť potravin a zároveň je šetrné k životnímu prostředí.

V celosvětovém průzkumu (IPSOS, 2009) se ukázalo, že rodiče dávají přednost kojenecké výživě ve skle, protože věří, že sklo chrání čerstvost produktu, je bezpečné a zdravotně nezávadné a umožňuje snadné rozpoznání produktu uvnitř obalu.

V roce 2010 se Dánsko stalo první zemí Evropské unie, která zakázala nádoby s obsahem bisfenolu A (BPA) určené na potraviny a nápoje pro děti do tří let. Již dříve Kanada a čtyři státy USA zakázaly BPA v kojeneckých láhvích.

74 % evropských spotřebitelů dává přednost skleněným obalům (TNS, 2010), sklo však přesto z regálů obchodů mizí! Podíl segmentu skleněných obalů poklesl z 32 % v roce 2000 na 26 % v roce 2010 (Caisová, 2010).

2.2.4 Papírové obaly

Papír je mnohotvará látka, která může být stálá nebo přechodná, jemná či silná, levná nebo drahá, ve velkém množství dostupná či vzácná. Může být chráněna v muzeu nebo vyhazována do koše. Je vyráběna v tunách nebo vyprodukována jako ruční papír jen v malém množství (Ottenio et. al., 2004).

Papíry, kartony a lepenky se odlišují svou plošnou hmotností, která představuje hodnotu udávající hmotnost 1 m² materiálu v gramech. Jako papír se označují materiály do 150 g/m², karton má plošnou hmotnost od 150 do 250 g/m² a lepenku představují všechny materiály nad 250 g/m² (Macháň et. al., 1990).

Obrázek 7: Papírový obal



Zdroj: <http://www.abpack.cz/>

Papír špatně odolává vlhkosti, a proto není příliš vhodný jako obal potravin, zvláště těch s vyšší aktivitou vody. Papír je vhodnější pro balení suchých potravin, kde je migrace látek z obalu do potravin ztížena. Výjimkou jsou těkavé látky přítomné v papíru, které mohou penetrovat i do potravin s nízkou aktivitou vody, např. sulfan pocházející ze sulfátového způsobu odbourání ligninu nebo chlorované fenoly (2,4dichlorfenol,

2,4,6trichlorfenol, 2,3,4,6tetrachlorfenol), které vznikají při bělení papíroviny (Velíšek, 2002).

2.2.5 EPS obaly

Pěnový polystyren (EPS) je termín pro polystyren a styrenové kopolymery, které jsou vypěněny na řadu užitečných výrobků. ZPS (zpěňovatelný polystyren) se dodá zpracovatelům ve formě polystyrénových perlí. Perle ZPS jsou naplněny nadouvadlem, obvykle pentanem a jinými chemickými činidly a aditivy, které dodávají perlám na intenzitě při pění a dovolují jim, aby byly zpracovány a vytvarovány do nízko hustotních pěnových výrobků. EPS se skládá z 90% ze vzduchu. Schopnost tlumení nárazů a jiné vlastnosti EPS, zkombinované s nízkými náklady, vysokými izolačními vlastnostmi, tvarovatelností podle potřeby a snadností zpracování z něj činí oblíbený obalový materiál.

EPS se používá pro ochranu citlivých potravin. Velkou předností materiálu je snadná recyklovatelnost, čímž se řadí do kategorie udržitelných obalů.

Běžné typy EPS mají obsah pentanu nad 6%. Toto nadouvadlo nahradilo v minulosti používané a později zakázané freony. Dnes již všichni výrobci EPS používají pentan, který má nulový potenciál poškození ozonové vrstvy. Při předpění a vypěňování EPS exhuluje pentan do ovzduší, kde se během 2 dnů rozkládá na vodu a CO₂. Průmysl výroby a zpracování EPS se podílí na emisích pentanu pouze 21%, nejvýše 62% se podílejí benziny (z výroby a od benzinových čerpacích stanic pro tankování aut).

Přesto snižují výrobci EPS postupně obsah pentanu ve svých produktech, tzv. nízko pentanové typy mají obsah pod 5%. ČR jako první v Evropě přijala opatření, že zpracovatelé EPS, kteří aplikují během roku více než 50% své spotřeby použitím nízko pentanových typů, platí za vypouštění těkavých organických látek nižší poplatky. Firma Jackon představila „zelenou“ inovaci EPS – JACKOCELL, serie3, která spočívá v ultranízkém obsahu pentanu pod 3% a v obsahu volného styrenu pod 100ppm. Tento typ je doporučován zejména pro potravinářské obaly. Spolu s firmou Storopack představili přepravku o rozměrech 580 x 380 x 285mm, objemu 30,6 l, tloušťce stěny 40mm, objemové hmotnosti 20 – 25kg/m³. Je určena pro přepravu teplotně citlivých potravin (McGraw-Hill, 1994).

Obrázek 8: EPS přepravka



Zdroj: <http://www.omnipack.cz>

Společností BASF byl prezentován nový elastický typ EPS pod obchodním názvem E-por. Jde o EPS s elastickými vlastnostmi, který je ještě odolnější proti nárazům. Je určen pro balení a přepravu zejména citlivých elektrických a elektronických výrobků. Má též snížený obsah pentanu pod 6%. Snadno se recykluje jako standardní EPS (Mt. Olive).

Řada firem uvádí do oběhu obaly z EPS vyrobené tepelným tvarováním vytlačovaných pěnových PS folií. Výchozím materiálem je krystalový polystyren, který se v extruderu roztaví, vstříkne se nadouvadlo a po ochlazení se tavenina protlačí kruhovou hubicí a vyfoukne se rukáv, z něhož se navinou dva kotouče pěnových PS folií o tloušťce 0,5 – 3,0mm. Ty se následně tepelně tvarují na podnosy pro maso, zeleninu, kelímky pro teplé nápoje a obaly pro hotová jídla. Aby všechny výše uvedené obaly bylo možno považovat za udržitelné, musí být zpracované systémy řešení odpadů po skončení jejich aplikace. I když technologie výroby a zpracování výše uvedených EPS obalů je odlišná, je jejich recyklace nebo energetické využití shodné.

Společné je i nízká hmotnost a vysoký objem. Celosvětově bylo v roce 2009 přibližně 70% EPS odpadů neefektivně skládkováno a pouze 30% využito recyklací nebo energeticky. V Evropě bylo v tomtéž roce shromážděno 500 tis. tun EPS odpadů, z toho téměř ze tří čtvrtin se jednalo o aplikace v obalech. Přes 200 tis. tun obalů bylo neefektivně uloženo na skládkách, přes 100 tis. tun bylo využito energeticky a 93 tis. tun bylo recyklováno mechanicky.

V ČR bylo vytříděno 8,1 tis. tun EPS odpadů, z toho bylo 5,5 tis. tun obalů. Na skládky bylo uloženo přes 60% odpadů, 28% bylo využito energeticky a 10% recyklováno. Závěrem bych citoval hodnocení srovnávací analýzy životního cyklu (LCA) potravinářských aplikací kelímků, podnosů a uzavíratelných boxů pro hotová jídla vyrobených z EPS, kartonu a nejznámějšího bioplastu polymeru kyseliny mléčné (PLA) z kukuřičné báze. Rozsáhlou studii zpracovala americká společnost Franklin Associates, divize ERG z Kansasu a publikovala 4.2.2011. Tisková zpráva z Washingtonu, která byla zveřejněna 4.3.2011, uvádí:

- díky nízké hmotnosti odpadů z EPS je spotřeba energií výrazně nižší než u konkurenčních materiálů
- polovina než u voskovaného kartonu a třetina než u PLA.
- spotřeba vody je také nižší – oproti PLA dokonce čtyřikrát.
- vznik pevných odpadů EPS v kilogramech je nižší než u alternativních produktů, v objemech je tomu obdobně u kelímků. U podnosů a uzavíratelných boxů je objem EPS vyšší než u alternativ.
- emise skleníkových plynů jsou u EPS mírně vyšší než u výrobku z PLA. U kartonu závisí na degradovatelnosti, podle stupně má hodnotu vyšší nebo nižší než EPS.

Větší zájem o obalové aplikace z EPS je tak podpořen inovacemi i analýzami životního cyklu (Franklin associates, 2011).

2.2.6 Obaly ze dřeva

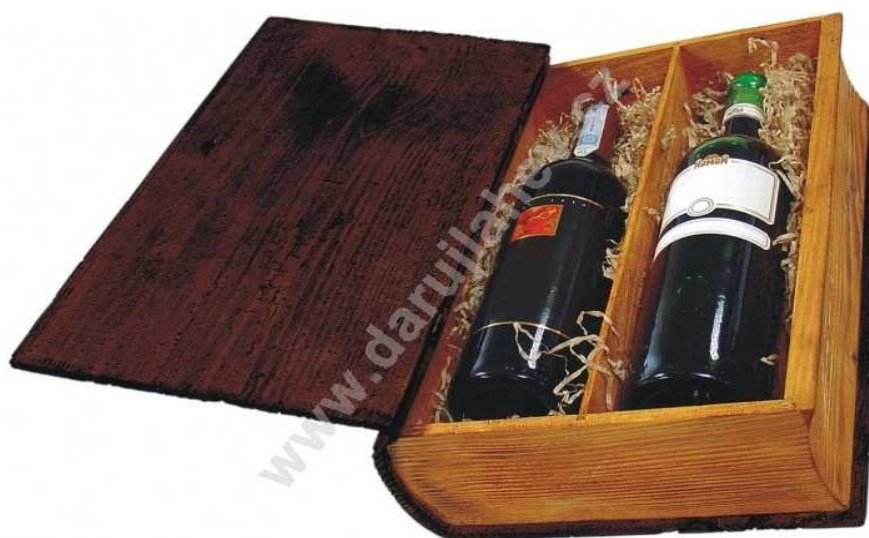
Dřevo patří k nejstarším obalovým materiálům a v životě člověka mělo odpradávná své široké použití. Dnes však již patří k surovinám méně používaným a pokud je to možné, nahrazuje se jiným materiálem (Macháň et. al., 1990).

Dřevo se skládá z celulózy (40-50%), hemicelulózy (20-30%), ligninu (20-30%) a menší podíl tvoří terpeny, tuky, vosky, pektiny, třísloviny, steroly, pryskyřice a anorganické látky. Voda je ve dřevě zastoupena v různém množství (Marták, 2008).

Dřevo má jisté výhody ve fyzikálních vlastnostech, např. poměrně dobrou mechanickou pevnost při malé měrné hmotnosti, pružnost a tlumivý účinek při vibracích, dobré tepelně izolační vlastnosti a nízký koeficient tepelné roztažnosti (Čurda, 1982).

Nevýhodou dřeva je však malá odolnost vůči vodě, vodu nasakuje a vytváří tak ideální podmínky pro růst mikroorganismů. Dřevo podléhá objemovým změnám dle obsahu vlhkosti jak v prostředí, tak prostřednictvím baleného obsahu (Čurda, 1982; Marták, 2008). Další nevýhodou je cena a trvanlivost dřevěných obalů. Moderní polymerní materiály jsou v těchto aspektech přijatelnější (Marták, 2008).

Obrázek 9: Dřevěné obaly



Zdroj: <http://www.darujlahy.cz>

Má-li se dřevo použít jako obalový prostředek potravin, je zvláště důležitý jeho obsah pryskyřičných látek, tříslovin a hemicelulóz. Do balené potravin přecházejí tyto látky těkáním nebo vyluhováním. Pryskyřičné látky mají charakteristický pach, který při použití dřeva, hlavně borovic, může přecházet na potraviny. Obzvláště intenzivní extrakce probíhá při kontaktu pryskyřičného dřeva s etanolem. Také třísloviny, které se ve větším množství vyskytují v dubovém dřevě, se mohou vyluhovat ze sudů a způsobovat balenému obsahu trpkou příchuť (Čurda, 1982).

Chceme-li dřevo použít pro balení potravin, je třeba jej před prvním použitím nejdříve ošetřit vyluhováním, zejména vodou a roztoky uhličitanu sodného či kyseliny siřičité, nebo jejich vnitřní povrch opatřit ochrannou vrstvou, např. na bázi polymerních látek (Velíšek, 2002).

Do kontaktu s potravinou se dostává také korek, který slouží jako zátka či těsnicí vložka pro nápoje a tekuté potraviny. Pro ošetření přírodního korku se používají chemikálie jako např. oxid siřičitý, kyselina benzoová a její soli, formaldehyd, hexametylentetraamin, které mohou kontaminovat potraviny. Další látky se přidávají při vlastním zpracování a úpravě korku nebo korkové drtě. Nejčastěji jsou používány k seskupení korkové drtě pojiva na bázi fenol- nebo melamin-formaldehydových pryskyřic, polyuretany, polyesterové a epoxidové pryskyřice a přírodní pryskyřice (Velíšek, 2002).

Ze dřeva se dříve vyráběly sudy používané v pivovarnictví a vinařství. Nyní se tyto sudy spíše nahrazují sudy kovovými a plastovými. Výjimku tvoří dubové sudy používané ke skladování destilátů a vín, kde je extrakce složek ze dřeva do produktu žádoucí. Tímto způsobem se vyrábí tzv. víno barrique (Velíšek, 2002). Nadále se dřevo používá pro luxusní dárkové krabice např. lihoviny, doutníky a jako imitace tradičních obalů např. sýrů. Nejširší uplatnění dřevo nachází ve výrobě přepravních obalů a palet nebo jako velkoplošné materiály – překližky, dřevovláknité a dřevotřískové desky (Marták, 2008).

2.3 Rizika z obalů

Hlavním úkolem obalu je ochrana potravin před znehodnocením a znemožnění záměny nebo změny obsahu. Obaly musí splňovat požadavky stanovené pro materiály přicházející do styku s potravinami a nesmí potraviny sensoricky ovlivnit.

Za tímto účelem je sledováno vyluhování určitých složek obalu do potravin (z laků, pryskyřic, plastů apod.), jsou stanovovány „limity migrace látek“ a potraviny jsou z hlediska takové kontaminace kontrolovány.

Příkladem zkoumaných, omezovaných nebo zakázaných látek jsou bisfenoly - složky epoxyfenolových pryskyřic, které se používají jako vnitřní nátěry konzervových plechovek, cín používaný jako ochrana vnitřní plochy nelakované plechovky, olovo z pájky používané ke svařování konzervových plechovek, semikarbazid jako složka těsnění na víčkách konzervových sklenic a lahví (problém hlavně u kojenecké výživy), PCB jako složky laků a plastů, ftaláty jako změkčovadla při výrobě PVC.

Z hlediska pronikání škodlivých látek do potravin je optimálním obalovým materiálem sklo, které i přes velký přetlak plastů a kombinovaných materiálů má při balení potravin a nápojů stále svůj nezanedbatelný podíl.

Ze zákona o obalech vyplývá pro výrobce povinnost zajistit u určitého podílu obalů jejich využití či recyklaci a je také stanoveno, že na obalu výrobku mohou být uvedeny některé informace týkající se obalu:

- jak naložit s použitým obalem - slovně nebo graficky (panáček s košem)
- údaje o obalovém materiálu - mohou být použity zkratky a/nebo číselné kódy podle normy ČSN 770052-2 (např. PAP = papír či lepenka, PP = polypropylen, ALU = hliník, GL = sklo, uvedení kombinovaných materiálů má několik možných variant), číselné kódy se umísťují doprostřed trojúhelníku tvořeného třemi šipkami
- informace o způsobu nakládání s obaly - výrobce může vytvořit vlastní systém sběru a využití obalů, nebo se může zapojit do systému EKO-KOM

U obalů, které vykazují zvláštní nebezpečné vlastnosti je uvádění výše uvedených údajů povinné, (to se však netýká obalů na potraviny).

Informace o obalovém materiálu jsou využitelné např. při třídění odpadu, problematická však zůstává situace u kombinovaných obalů (ÚZPI).

PET se poměrně dobře mechanicky recykluje, přičemž významná je čistota vyseparovaného odpadního plastu. Pokud by byl zaveden zálohový systém jako v Německu, lze tyto láhve opět ze 100 % recyklovat zpátky do nových láhví bez ztráty kvality. Stávající sběrný systém je nevyhovující jelikož materiál degraduje a ztrácí čírost. Probíhá také intenzivní výzkum chemické recyklace PET, a to i v České republice, kde se chystá patent pro tuto technologii (Šuta, 2008). Spotřebitelské aplikace se pro potřeby pozdějšího třídění a recyklace označují jedničkou uprostřed trojúhelníku ze zacyklených šipek. Již od roku 2005 se PET recykluje v České republice v Bohumíně, kde sídlí rovněž jeden z největších recyklátorů PET láhví v Evropě.

Při degradaci PET se uvolňuje acetaldehyd, který svým nasládlým zápachem může znehodnotit obsah PET lahví. Do nápojů se také může uvolňovat oxid antimonitý, který se používá při výrobě PET jako katalyzátor (Šuta, 2008). Tyto se však dají jímat a odstraňovat již v procesu samotné recyklace.

Plasty použité pro různé potraviny musí splňovat rozdílné funkční a bezpečnostní požadavky. Např. součásti některých strojů musí být odolné vůči vysokým případně nízkým teplotám, čisticím a sanitačním prostředkům, pro balení vakuové nebo v atmosféře plynů je důležitá neprostupnost fólie pro plyny, pro mikrovlnný ohřev je důležitá odolnost misek vůči elektromagnetickému záření, pro obaly na potraviny s vysokým obsahem tuků jsou přísnější limity pro migraci rozpouštědel, změkčovadel apod.

Do mikrovlnné trouby jsou nevhodné pěnové tácky i běžné plastové misky, neboť nejsou stabilní při vysokých teplotách a při jejich tavení nebo deformování mohou vznikat nebezpečné látky. Pro přípravu pokrmů s vysokým obsahem tuků nebo cukrů se dokonce nehodí ani některé plastové nádoby jinak určené do mikrovlnných trub. Speciálními vhodnými plasty jsou např. výrobky Microline nebo Tupperware.

Častou praxí v domácnosti je opakované používání plastových obalů od potravin k ukládání dalších potravin. Je třeba vždy zvážit, zda je možné umýt je tak, aby neznamenal riziko druhotné kontaminace. Např. tácky od masa nebo obaly od vajec rozhodně nejsou bezpečné.

Materiál použitý pro výrobu obalu bývá na obalu uveden (zkratkou nebo číselným kódem – viz tabulka 1, aby spotřebitel byl informován o možnostech zacházení s tímto odpadním materiálem. Někdy se plastové materiály kombinují (např. PE/PP) kvůli dosažení požadovaných vlastností (kombinace nepropustnosti, tepelné stability, pevnosti aj.), (ÚZPI).

Tabulka 1: Nejběžnější plasty a příklady použití pro potraviny

Zkratka	Název plastu	Číselný identifikační kód uváděný na obalu	Potravinářské využití
PET	polyethylentereftalát	1	láhve na nápoje sycené CO ₂
HDPE (PE-HD)	vysokohustotní polyetylen	2	obaly na potraviny, obaly do mrazniček („mikroten“)
LDPE (PE-LD)	nízkohustotní polyetylen	4	smrštitelné obaly, víčka na láhve, potahování hliníkových a papírových obalů atd.
PP	polypropylen	5	nádoby a potrubí na horkou vodu, nádoby do mikrovlnky
PS a pěnový PS	polystyren	6	plastové příbory, podložní misky

Zdroj: <http://www.agronavigator.cz/az/vis.aspx?id=92332>

Nápojová plechovka je společně s lahvemi a nápojovými kartony nejběžnější malospotřebitelský obal pro nápoje. Slouží pro transport nápojů i jako nádoba na pití. Plechovky se používají především pro nápoje sycené oxidem uhličitým jako je pivo a nápoje na bázi coly. Moderní nápojové plechovky jsou vyrobeny jako jednodílné válcové nádoby z hliníku nebo bílého plechu, uzavřené zalemovaným hliníkovým víčkem. Ve víčku je oválný prolis s přinýtovaným kovovým očkem. Kovové očko při zvedání tlačí na část víčka uvnitř prolisu. Protože materiál víčka je v linii prolisu zeslabený, páčením za pomoci oka se odtrhne a ohne dovnitř plechovky. Tím se otevře oválný otvor pro pití. V Evropě nejrozšířenější velikosti plechovek jsou 0,33 litru a 0,5 litru. Vedle toho existují také pětilitrové soudky na pivo. Ze soudků se ale pivo čepuje výčepním ventilem. Další ve světě rozšířené velikosti jsou 0,15 litru podávané v letadlech, 0,25 litru pro energetické nápoje, 0,355 litru neboli 12 uncí, což je oblíbená velikost v USA. Nápojové plechovky

odolávají vnitřnímu tlaku do 6 Bar a disponují díky dovnitř prohnutému dnu bezpečnostní rezervou. Než plechovka přetlakem praskne, vybojí se dno a zvětší tak vnitřní prostor.

První nápojové plechovky s nealkoholickým nápojem obsahovaly od roku 1948 Pepsi-Colu. Současné plechovky jsou výrazně lehčí než jejich předchůdkyně. Zatímco ve 30. letech vážily plechovky přibližně 100 gramů, okolo roku 1950 asi 80 gramů. Moderní nápojové plechovky váží zhruba 25 gramů (pro objem 0,33 litru) a jejich stěna má tloušťku jen 0,08 mm (PE America, 2010)

Výroba hliníku výrazně poškozují životní prostředí a zdraví lidí. Je energeticky velmi náročná, produkuje milióny tun nebezpečného odpadu. Jen samotné hliníkové obaly tvoří na světě 13% používaného hliníku. Výhodou je u tohoto obalu jeho snadná recyklace. Ta je však možná jen pokud by byly plechovky zálohované, nebo byly tříděny z domovního odpadu. Pokud se tak neděje, končí použité plechovky na skládce nebo se je snažíme marně spálit ve spalovně. Další nevýhodou hliníkových plechovek je jejich vysoká cena - 2,10 Kč (0,33 l) nebo 3,12 Kč (0,5 l), (Ondřejová, 1999).

2.4 Žádoucí interakce mezi obalem a potravinou

V posledních letech se v souvislosti se zvyšujícími se požadavky na bezpečnost potravin a nároky konzumentů na zachování čerstvosti výrobku a to po co nejdelší dobu od výroby po spotřebu, dostala do popředí myšlenka aktivních obalových materiálů, které by významně omezovaly rozvoj mikroorganismů v balené potravine.

Aktivní systémy balení v současnosti představují velmi rychle se rozvíjející oblast obalové technologie. Potravinářství je hlavní oblastí, pro kterou je většina těchto systémů určena, vedle farmaceutického průmyslu či balení kosmetiky.

Významnou úlohu v bezpečnosti potravin mohou sehrát i tzv. inteligentní systémy balení, které na rozdíl od klasických pasivních obalů, mohou monitorovat kvalitu či stav balených potravin a jednoduchým vizuálním způsobem informovat provozovatele potravinářských podniků, obchodníky a zejména samotné spotřebitele o způsobu skladování a kvalitě baleného potravinářského výrobku.

Principem aktivního balení je jednak cílená, záměrná interakce obal-potravina a schopnost obalu samovolně reagovat změnou svých vlastností na změny podmínek v těsném okolí baleného produktu a v důsledku této reakce pozměnit své vlastnosti tak, aby vzniklé podmínky byly příznivější z hlediska uchovávání kvality produktu.

Principy cílených účinků obalu jsou různorodé a zahrnují změny vnitřní atmosféry, odstraňování nežádoucích příchutí a pachů, uvolňování aromatických látek do okolí, inhibice mikrobiálního růstu (konzervační činidla, antioxidanty, atd.), vliv obalu na tepelné změny potravin při mikrovlnném ohřevu apod. (Sosnovcová, 2008).

2.4.1 Typy aktivního balení

Systémy aktivního balení lze dělit na skupiny podle způsobu, kterým ovlivňují vlastnosti uchovávané potraviny:

- a) systémy aktivního balení založené na absorpci označujeme jako absorbéry
- b) systémy aktivního balení založené na uvolňování látek – emitory

Obrázek 10: Aktivní balení – pohlcovač vlhkosti



Zdroj: <http://www.svetbaleni.cz>

Systemy založené na absorpci (vychytávání) odstraňují nežádoucí sloučeniny, např. kyslík, nadbytečnou vodu, etylen, oxid uhličitý, látky způsobující pachut' aj. specifické sloučeniny v potravinách.

Systemy založené na uvolňování aktivně dodávají do balené potraviny sloučeniny, např. konzervační prostředky.

Cílem obou systémů je prodlužování údržnosti potravin nebo zvyšování jejich kvality.

Tabulka 2: Typy absorbérů a jejich využití v praxi

Typ aktivního obalového materiálu	Příklad využití	Aktivní látky
Absorbéry kyslíku	Sýry, pečivo, ořechy, sušené mléko, káva, čaj, fazole, obilí, těstoviny, masné výrobky, hotové porcované pokrmy	Kyselina askorbová, sloučeniny na bázi železa, askorbová kyselina, soli kovů
Absorbéry vlhkosti	Pečivo, maso, ryby, drůbež, krájené, strouhané či jinak zpracované syrové ovoce a zelenina...	Glycerol, silikagel, propylenglykol polyakryláty
Absorbér oxidu uhličitého	Pražená káva	Hydroxid vápenatý, hydroxid draselný a hydroxid sodný
Absorbéry etylénu	Ovoce např. banány, jablka, mango, avokádo a zelenina např. květák, okurky, rajčata, mrkev, brambory	Oxid hlinitý, manganistan draselný, aktivní uhlí, zeolity
Absorbéry zápachu	Potraviny snadno podléhající oxidaci (např. potraviny obsahující rybí tuk), ovocné džusy	Kyselina citrónová v polymerech, polyamidy, estery celulózy

Zdroj: Ing. Jitka Sosnovcová, Státní zdravotní ústav

Tabulka 3: Typy emitorů a jejich využití v praxi

Typ aktivního obalového materiálu	Efekt	Příklad použití
Regulátory vlhkosti	Regulace obsahu vody	Zelenina
Emitory oxidu uhličitého	Inhibice růstu gram negativních mikroorganismů.	Maso, drůbež, ryby, hotové pokrmy
	Prodloužení životnosti	Nezpracovaná zelenina a ovoce
Emitory etanolu	Inhibice růstu mikroorganismů, včetně patogenních mikroorganismů	Pečivo, sušené rybí produkty
Emitory organických kyselin např. kyseliny sorbové, benzoové	Antimikrobní účinek	Různorodé
Emitory oxidu siřičitého	Bělící účinek	Sušená bílá zelenina
	Antioxidační účinek	Některé tepelně ošetřené zpracované potraviny
	Antimikrobiální účinek	Různé typy zpracovaných či nezpracovaných potravin

Zdroj: Ing. Jitka Sosnovcová, Státní zdravotní ústav

2.4.2 Inteligentní obalové systémy

Zvláštní skupinu aktivních obalů představují tzv. inteligentní obalové systémy, které mají schopnost zaznamenávat podmínky, za kterých bylo s produktem manipulováno, popř. poskytovat informaci o okamžitém stavu baleného produktu. Jako inteligentní lze definovat takový obalový systém, který monitoruje stav balené potraviny a podává tak informace o její kvalitě v průběhu její přepravy, skladování a nabízení k prodeji.

Obrázek 11: Inteligentní balení



Zdroj: <http://www.svetbaleni.cz>

Do skupiny inteligentních systémů lze zařadit čtené indikátory. Řada indikátorových systémů je patentována, zvláště indikátory teploty a teploty v čase. Komerční využití však našel jen omezený počet těchto patentů. Komerční zájem je především o indikátory monitorující teplotu v čase, indikátory netěsnosti obalu a indikátory čerstvosti balené potraviny.

Aktivní systémy balení v současnosti představují velmi rychle se rozvíjející oblast obalové technologie. Potravinářství je hlavní oblastí, pro kterou je většina těchto systémů určena, vedle farmaceutického průmyslu či balení kosmetiky.

Tabulka 4: Typy indikátorů a jejich využití v praxi

Typ indikátoru	Efekt
Časově - teplotní indikátor	Poskytuje informaci o teplotní historii a průběhu teploty například při skladování
Indikátory kyslíku	dokážou odhalit mechanické poškození obalu
Indikátory oxidu uhličitého	Informují o množství oxidu uhličitého, užitečné v případě použití modifikované atmosféry
Barevné indikátory aktuální teploty	Informuje o aktuální teplotě uvnitř obalu, především pro potraviny určené k přípravě v mikrovlnné troubě
Indikátory patogenní mikroflóry	Odhalí případnou nežádoucí kontaminaci
Indikátor zlomení	Indikují zlomení obalu

Zdroj: Ing. Jitka Sosnovcová, Státní zdravotní ústav

2.4.3 Využití rozvoje nanotechnologie

Ani potravinářské obaly neminuly takové vědní obory jako je např. nanotechnologie, jejímž využitím je možno programově ovlivňovat bariérové vlastnosti plastů. Nanotechnologie také umožňuje zabudování aktivních komponent, které poskytují nové vlastnosti nad rámec funkčních vlastností konvenčních obalů.

Materiály mají nejčastěji povahu takzvaných nanokompozitů. Speciální struktury, které mají formu nanokrystalů a udělují materiálům jejich speciální vlastnosti, jsou zabudovány do matrice polymeru. Polymer představuje jakousi trojrozměrnou síť, ve které jsou zachyceny speciální částice nanokrystalů. Jako polymery mohou sloužit buď konvenční plasty (polyetylen, polypropylen, polystyren, polyetylentereftalát, atd.) a nebo bioplasty, což jsou přirozeně biologicky odbouratelné polymery. Právě kombinaci nanokrystalů s bioplasty pravděpodobně patří budoucnost (Sosnovcová, 2008).

3. Metody mechanické úpravy odpadů

Jelikož jsou potraviny baleny do mnohých obalů, jak je vidět na obrázku 1, tak je důležité se při úvahách o jejich dalším zpracování zabývat různými postupy na jejich úpravu, tj. odstranění obalu a přípravu před dalším zpracováním.

Dosavadní úprava a zpracování vychází z klasických úpravnických postupů aplikovaných při zpracování uhlí, rudných i nerudných surovin apod. Cílem úpravy je dosažení potřebné konzistence, tvaru, objemu, atd. daného zpracovávaného – upravovaného materiálu. Volba úpravnických pochodů a zařízení k zajištění tohoto cíle musí vždy respektovat stav a původ zpracovávané suroviny a způsob dalšího – navazujícího způsobu zneškodňování (odpadů) nebo úpravy (druhotné suroviny, nerostné suroviny apod.).

Souhrnně se při zpracovávání surovin uplatňují tyto směry úpravy:

1. Zmenšování kusovosti – mechanické zdrobňování:

- a) lisování,
- b) dělení (stříhání, pálení),
- c) drcení, mletí.

2. Odlučování jednotlivých složek materiálů:

- a) základní postupy: třídění, rozdružování,
- b) odvodňování,
- c) jiné (speciální) postupy.

Celá oblast úpravnictví je předmětem intenzivního vývoje ve směru vypracování nových technologií i výroby nových strojů.

3.1 Drcení

Drcení je důležitým pracovním procesem v četných průmyslových oborech. Aby bylo možno vyhovět rozdílným požadavkům různých závodů a podniků, vyrábí se v současné době mimořádně velký počet různých typů drtičů. Vzhledem k nedostatečnému poznání podstaty zdobňovacího procesu vychází se při konstrukci drtičů jen zčásti z teoretických poznatků. Rozhodující význam mají dosud zpravidla empirické zkušenosti.

Při volbě drtičů rozhodují tyto faktory: mechanické a fyzikální vlastnosti zdobňovaných materiálů; maximální rozměry drcených kusů a zrnitostní složení přívodu; obsah přimíšené vody v drcených materiálech; obsah lepivých; velikost částic, jež se mají získávat, a požadované zrnitostní složení produktu; měrná spotřeba elektrické energie a potřebný instalovaný výkon hnacího elektromotoru; náročnost na údržbu a obsluhu; hmotnost a rozměry stroje; požadovaný výkon drtiče a také cena drtiče.

Podle konstrukce a způsobu rozpojování můžeme drtiče rozdělit na následující základní druhy:

- I. čelist'ové (dvouvzpěrné, jednovzpěrné, zvláštní typy),
- II. kuželové (ostroúhlé, tupoúhlé, zvláštní typy, inerční)
- III. válcové (dvouválcové hladké, dvouválcové ozubené, jednoválcové, dvoustupňové)
- IV. kladivové
- V. odrazové
- VI. metací
- VII. desintegrátory (svorníkové)
- VIII. zvláštní typy

3.2 Třídění

Třídění je základní technologický krok, kde se surovina třídí (dělí). Toto by mělo probíhat již u původce odpadu, např. v samotných řetězcích, které se znehodnocených potravin zbavují. Základní třídění je dle druhu odpadu a to na:

- živočišný
- rostlinný.

Např. společnost Billa spol. s r.o. má smluvně sjednán svoz rostlinných odpadů společností Marius Pedersen a.s. a živočišných odpadů společností ASAVET a.s. Obě společnosti vyžadují, aby odpad byl zbaven svých obalů. Viz obrázek 12.

Před samotným svozem jsou z biologických odpadů vytříděny frakce plastů, skla, kartonu atd.

Obrázek 12: Třídění potravin živočišného původu



Třídíče rozdělené dle konstrukčního uspořádání jsou uvedeny v tabulce č. 5.

Tabulka 5: Přehled postupů třídění

Druh třídění	Princip třídění	Druhy zařízení	
Mechanické	geometricky rozdílné rozměry zrn	roštové třídíče	pevné rošty, pohyblivé rošty, výkyvné rošty, pásové rošty
		sítové třídíče	se stejnsměrným pohybem síta (válcové, kuželové, hranolovité) vibrační (s různým režimem kmitů)
Hydraulické	rozdílná sedimentační rychlost ve vodě	oddělování zrn podle soupádnosti	hřeblové a šroubovicové třídíče, třídíče se vzestupným vodním proudem, protiproudé třídíče
		spolupůsobení hydrocyklóny - odstředivé síly	
Pneumatické	rozdílná sedimentační rychlost ve vzduchu		vibrační odprašovací třídíče pulsální odprašovací třídíče odstředivé odprašovací třídíče

Zdroj: Freis J., *Stroje pro zpracování odpadů*, 2007

Nejpoužívanější typem stroje pro třídění odpadů je bubnový třídíč. Viz obrázek 13.

Obrázek 13: Bubnový třídíč BT 630 - 1000, Taurus



Zdroj: <http://www.taurus-sro.cz>

3.3 Lisování

Lis je mechanický tvářecí stroj, který slouží k mechanickému zpracování různých produktů tlakem nebo tlakovým rázem, tento výrobní či pracovní postup se nazývá lisování.

Lis působí silou ve formě tlaku na stlačované těleso. To se následkem síly deformuje a mění tvar. Lisy se rozdělují do skupin podle toho:

jakou energii využívají:

- ruční lis
- hydraulický lis
- mechanický lis

podle své stavby:

- horizontální lis

podle způsobu užití:

- ovocný lis
- paketovací lis

Lisy mají ve zpracování odpadů široké použití. Dnes jsou lisy využívány v každém obchodním řetězci. Viz obrázek 14 a 15. Pomocí nich je zmenšován objem a to nejčastěji u papíru a plastů. Na druhé straně mohou být lisy např. použity k vybalování prošlých nebo znehodnocených potravin (např. konzervy).

Obrázek 14: Lis – celkový pohled

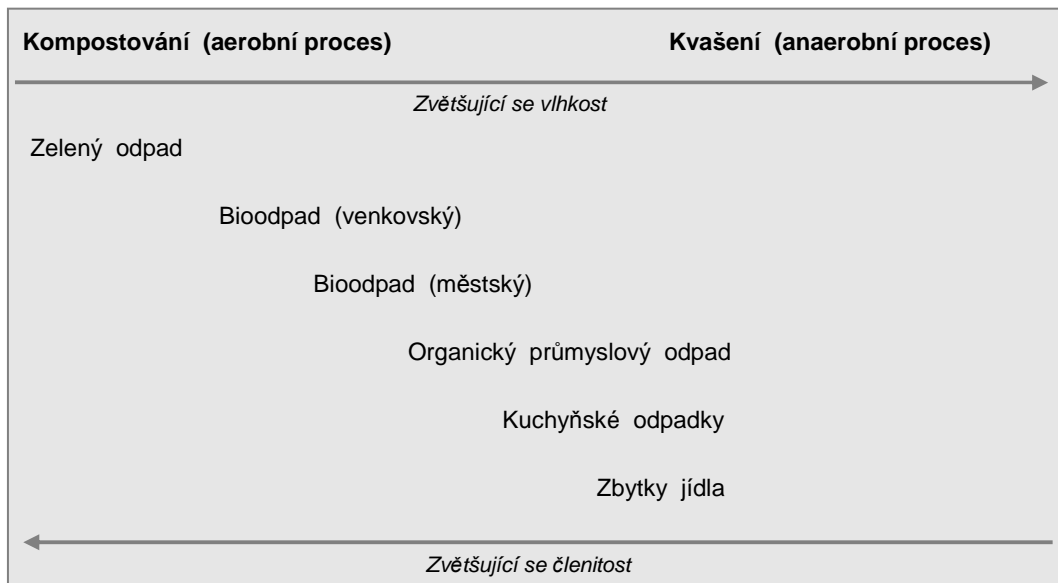


Obrázek 15: Detail lisu



4. Metody biologického zpracování

Odpady se za pomoci biologických procesů zpracovávají buď aerobně tj. za přístupu vzduchu, nebo anaerobně tj. bez přístupu vzduchu. Do této skupiny lze zahrnout kompostování, anaerobní digesci suchou a anaerobní digesci mokrou.



Zdroj: Coramexport s.r.o.

4.1. Kompostování

Kompostování je způsob využití biodegradabilních odpadů k výrobě organického hnojiva - kompostu. Přeměnu organické hmoty na humusové složky při kompostování zabezpečují převážně aerobní mikroorganismy. Jde o analogické procesy jako při přeměně organické hmoty v přírodním prostředí. Kompostování probíhá v těchto fázích:

I. fáze rozkladu polysacharidů, bílkovin a tuků obsažených v odpadech je provázána uvolňováním tepla a zahříváním zrajícího kompostu na teplotu 50 - 65°C. V této fázi se uplatňují též termofilní houby, rozkládající lignocelulózoové hmoty. Při těchto hydrolyzních procesech se výrazně zvyšuje kyselost substrátu hromaděním organických kyselin. Tato fáze trvá zpravidla 2 - 3 týdny.

II. fázi přeměny teplota klesá na 40 - 45°C, mění se složení mikroorganismů, vznikají humusové látky a ve zrajícím kompostu nelze již poznat původní odpady.

III. fázi dozrávání kompost získává hnědou barvu, molekulární váha humusových látek se zvyšuje a kyselost substrátu klesá. Kompost dosahuje zralosti a přestává být fytotoxický (tj. toxický pro hnojené rostliny).

Proces kompostování probíhá intenzivněji v podmínkách provzdušňování. Provzdušňování se provádí nejčastěji překopáváním kompostu, ale též tlakovou aerací nebo odsáváním vzduchu nasyceného oxidem uhličitým z kompostu zpravidla přes vzdušný filtr. Se stoupající intenzitou provzdušňování dochází k rychlejšímu uzrání kompostu. Při nedostatečném provzdušňování zrajícího kompostu nastupují anaerobní procesy (hnití) a kompost tzv. "kysne". Největší potřeba provzdušňování zrajícího kompostu je v hydrolyzní fázi zrání (tj. v jedné podčásti I. fáze přeměny).

Pro vytvoření optimálních podmínek pro rozvoj mikroorganismů je třeba zabezpečit zejména správný poměr uhlíku a dusíku (C:N) vhodnou surovinovou skladbou čerstvého kompostu. Poměr C:N by měl být v čerstvém kompostu v rozmezí 30-35:1 a ve zralém kompostu 25-30:1. Příliš široký poměr C:N prodlužuje zrání kompostu. Při příliš úzkém poměru C:N v čerstvém kompostu převyšuje obsah dusíku metabolickou přeměnu mikroorganismů, vznikají ztráty čpavkového dusíku a klesá produktivita tvorby humusových látek (Heckman, 2006).

Vlhkost čerstvého kompostu se optimalizuje na hodnotu, při níž je cca 70% objemu pórovitosti kompostu zaplněno vodou. Nedostatečná vlhkost způsobuje vývoj nevhodné mikroflóry s převahou plísní a aktinomycet.

Při nadbytečné vlhkosti dochází rychle k nedostatku kyslíku v kompostu a k vývoji anaerobní mikroflóry. Komposty zemité vyžadují optimální vlhkost 50 - 55% a komposty s převahou dřevní štěpky nebo stromové kůry vlhkost 65-70% (Váňa, 2002).

Požadavek na minimální přítomnost fosforu v kompostu je 0,2% P_2O_5 v sušině. Surovinová skladba kompostu musí zabezpečovat přítomnost lehce rozložitelných organických látek pro počáteční rozvoj mikroorganismů a zároveň vhodnou mikroflóru. Doplnění mikroflóry inokulací se při praktickém kompostování jeví jako značně problematické a zpravidla méně účinné. Výhodnější je očkování čerstvého kompostu zrajícím kompostem, nebo zeminou (Váňa, 2002).

4.2 Anaerobní digesce – mokrá

Anaerobní digesce je velmi složitý biochemický proces, který se skládá z mnoha dílčích, na sebe navazujících fyzikálních, fyzikálně-chemických a biologických procesů. Zjednodušeně lze uvést, že se jedná o bioenergetickou transformaci organických látek. Výslednými produkty jsou biologicky stabilizovaný substrát s vysokým hnojivým účinkem a bioplyn (BP) s obsahem 50–70% metanu a výhřevností cca 18–25 MJ.m⁻³ (Anaerobic digestion, 2007).

Anaerobní rozklad organických látek je ovlivňován celou řadou faktorů, které mění životní prostředí mikroorganismů a mají zásadní vliv na průběh celého procesu. Jedná se zejména o tyto faktory:

- vlhkost prostředí – metanové bakterie mohou pracovat a množit se pouze ve vlhkém prostředí (vlhkost minimálně 50%)
- teplota prostředí – tvorba metanu probíhá v širokém rozmezí teplot (4 - 90°C). Pro udržení stability procesu je rovněž nutné zajistit konstantní teplotu
- hodnota pH – optimální pH pro růst metanogenních mikroorganismů je 6,5 - 7,5
- přísun živin – metanové bakterie potřebují pro svou buněčnou stavbu rozpustné dusíkaté sloučeniny, minerální látky a stopové prvky
- přítomnost toxických a inhibujících látek – za toxické nebo inhibující látky pokládáme látky, které nepříznivě ovlivňují biologický proces. Nejčastěji se setkáváme s inhibičním působením mastných kyselin a amoniaku
- zatížení vyhnívacího prostoru – udává, jaké maximální množství organické sušiny na m³ a den může být dodáváno do fermentoru, aby nedošlo k jeho přetížení,
- rovnoměrný přísun substrátu – aby nedošlo k nadměrnému zatížení fermentoru, je třeba zajistit rovnoměrný přísun substrátu.

Teplota ovlivňuje anaerobní digesci stejně jako všechny ostatní biochemické procesy – se zvyšující se teplotou vzrůstá rychlost všech probíhajících procesů. Avšak změnou teploty a tím i rychlosti probíhajících pochodů dochází k porušení dynamické rovnováhy procesu. Pro stabilní průběh anaerobního rozkladu je tedy nutné udržovat konstantní teplotu. Většina v

současnosti provozovaných bioplynových stanic pracuje v mezofilní teplotní oblasti, tj. 35 - 42°C (Mata-Alvarez et. al., 2000).

Biologická rozložitelnost a tím i výtěžnost bioplynu závisí na chemickém složení substrátu, na obsahu sacharidů, tuků, proteinů, na podílu celulózy, hemicelulózy a ligninu eventuelně dalších inertních složek materiálu a poměru jednotlivých komponent. Vzhledem k tomu, že poměr těchto komponent v různých druzích surovin je různý, odlišná je i jejich rozložitelnost a výtěžnost metanu (Dohányos et. al., 2008; Dohányos et. al., 2009)

Proces anaerobní digesce se skládá z níže uvedených na sebe navazujících částí:

Hydrolyza – fáze, která probíhá v době, kdy je v prostředí ještě obsažen vzdušný kyslík. Anaerobní bakterie, nikoliv metanové bakterie, přeměňují rozpuštěné i nerozpuštěné makromolekulární látky (jako jsou bílkoviny, polysacharidy, tuky a celulóza). Tak vznikají nízkomolekulární látky (monosacharidy, aminokyseliny, mastné kyseliny) rozpustné ve vodě + voda. Ty jsou na rozdíl od vysokomolekulárních látek schopny transportu dovnitř buněk. Tato fáze ještě nevyžaduje prostředí neobsahující kyslík.

Acidogeneze – je „kyselá“ fáze, kdy dochází k odstranění zbytků vzdušného kyslíku a vytvoření anaerobního prostředí. Jsou zde produkty hydrolyzy (nízkomolekulární látky) rozkládány na jednodušší organické látky (kyseliny, alkoholy, oxid uhličitý a vodík). Fermentací těchto látek se tvoří řada konečných redukovaných produktů, které jsou závislé na charakteru počátečního substrátu a na podmínkách prostředí.

Acetogeneze – fáze, kde dochází k oxidaci produktů acidogeneze na oxid uhličitý, vodík a kyselinu octovou. Účast acetogenních mikroorganismů produkujících vodík na rozkladu je nezbytná, poněvadž rozkládají propionovou kyselinu a ostatní organické kyseliny vyšší než octovou, alkoholy a některé aromatické sloučeniny. Jsou zde zastoupeny i minoritní skupiny organismů produkující kromě kyseliny octové a vodíku také sulfan a dusík.

Metanogeneze – v této poslední fázi acetotrofní metanogenní bakterie rozkládají hlavně kyselinu octovou na metan a oxid uhličitý, hydrogenotrofní bakterie zase produkují metan z vodíku a oxidu uhličitého. Vyskytují se tu i kmeny bakterií, které provádějí obojí. Acetotrofní metanogenní bakterie mají v procesu velmi důležitou úlohu, protože jejich působením vzniká více jak 2/3 metanu v bioplynu. Jsou schopny udržovat pH fermentačního média, protože odstraňují kyselinu octovou a produkují CO₂, ale ve srovnání s

hydrogenotrofními metanogeny pomaleji rostou (generační doba několik dnů). Hydrogenotrofní metanogenní bakterie rostou poměrně rychle, jejich generační doba je cca 6 hodin. V anaerobním procesu tyto vodíkové metanogeny působí jako samoregulátor, který odstraňuje ze systému téměř všechny vodík. Tato fáze je ze všech čtyř nejpomalejší, probíhá asi pětkrát pomaleji. S ohledem na to je třeba přizpůsobit velikost a konstrukci fermentoru a jeho dávkování surovým materiálem (Dohányos et. al., 2006).

Při tomto způsobu, obdobném jako v komunálních čistírnách odpadních vod, se vhodné organické odpady dopraví do míchací a homogenizační nádrže, kde se s přidáním cirkulační vody upraví do podoby čerpatelného substrátu. Ten je pak veden do velkorozměrové fermentační nádrže - bioreaktoru ve kterém probíhá vlastní fermentační proces. Zbytek po fermentaci se uskládňuje ve sběrných nádržích a může se přímo aplikovat v zemědělské výrobě. Proces je kontinuální. Pro zvýšení kvality výstupního hnojiva se obvykle zařazuje stupeň, v němž proběhne rozdělení suroviny na tuhý a kapalný podíl. Odloučená voda se vrací do technologického procesu. Získaný bioplyn se skladuje v plynojemu a nejčastěji je použit pro pohon kogenerační jednotky se spalovacím motorem. Tento způsob zpracování je vhodný pro surovinu s větším podílem vody (kejska z chovu vepřů, exkrementy drůbežářských podniků apod.). Zařízení je investičně dosti náročné, avšak vyznačuje se vysokým využitím energetického potenciálu (Jakubes et. al., 2006).

Výhody oproti „suchému“ procesu:

- Fermentační proces je kontinuální, nepřerušovaný
- Manipulační činnosti jsou plně automatizované. Manipulační technika s pracovní obsluhou je potřebná pouze při navážení vstupního materiálu a při vyvážení digestátu.
- Řízení fermentačního procesu je jednodušší a dá se průběžně ovlivňovat a lze provádět potřebné zásahy a tím je méně riziková na kolaps procesu.
- Mokrou fermentací lze zpracovávat živočišné odpady ovšem již v režimu tepelné hygienizace přípravy materiálu.
- Stálá produkce bioplynu, homogenita výstupního digestátu.

4.3 Anaerobní digesce – suchá

Do současnosti existovalo pouze velmi málo relevantních poznatků o procesu „suché“ fermentace. Bioplynových stanic pracujících na tomto principu je v Evropě pouze několik desítek. Projekt Výzkum „suché“ anaerobní fermentace různých druhů biomas za účel vývinu bioplynu spolufinancovaný z prostředků Ministerstva průmyslu a obchodu z programu „Trvalá prosperita“, si klade za cíl zvýšit sumu poznatků v tomto oboru a především postupně optimalizovat celý proces „suché“ fermentace. Za tímto účelem bylo zřízeno v Šumperku světově unikátní pracoviště na výzkum „suché“ fermentace, které navazuje na provozní bioplynovou stanici o el. instalovaném výkonu 526 kWh.

Bioplynové stanice pracující na principu „suché“ fermentace zpracovávají především biomasu s vyšším obsahem sušiny, která je do garážovitého fermentoru navážena v sypkém stavu kolovým nakladačem. Je zde možné zpracovávat především netekuté substráty, jako jsou:

- hnůj z živočišné výroby
- travní senáž
- kukuřičná siláž
- tráva z veřejných prostranství
- různé druhy biologicky rozložitelných odpadů – prošlé ovoce, zelenina, odpady ze supermarketů
- vyříděné biologicky rozložitelné komunální odpady

Přednosti „suché“ fermentace oproti klasické v praxi hojně rozšířené „mokré“ fermentaci jsou:

- vhodné pro biomasu s vyšším obsahem sušiny (25 % a více)
- nižší spotřeba el. energie – biomasa se ve fermentoru nemíchá ani do něj nečerpá
- jednoduché rozšíření stanice

- biomasu není nutné před vstupem do fermentoru rozmělnovat nebo jinak upravovat
- v případě navedení nevhodného materiálu (např. biomasa s přísávkou antibiotik, problémové příměsi, které se mohou objevit v některé ze složek biologicky rozložitelném odpadu ...) nehrozí kolaps celé stanice. Vyveze se pouze jeden postižený fermentor a následně naplní čerstvou biomasou. Chod bioplynové stanice jako celku není ohrožen.
- nižší poruchovost stanice – nemá míchací zařízení, biomasa se naváží dovnitř kolovým nakladačem, nikoliv čerpadly

Zatímco klasických „mokrých“ bioplynových stanic (kruhové válce, do kterých je biomasa čerpána v tekutém nebo kašovitém stavu čerpadly) je po celé ČR cca 150 a v zahraničí tisíce, suché bioplynové stanice jsou ČR v provozu zatím pouze dvě. Jedna z nich byla v Šumperku Temenici uvedena květnu 2009 do zkušebního a v prosinci 2009 do plného provozu (Pospíšil, 2011).

Literární prameny uvádí, že stávající aplikace suché cesty mívá, ve srovnání s mokrou, nižší specifické výtěžnosti BP. Je třeba si ovšem uvědomit, že suché fermentory zpracovávají substráty s cca 3-4 násobným obsahem organické hmoty oproti reaktorům na mokrou cestu. Je nutné si uvědomit, že každá technologie má své výhody a nevýhody. Např. suchou fermentaci lze použít i u BM, kterou nelze mokrou cestou jednoduše zpracovat (např. podestýlky na bázi pilin – v mokré cestě tvoří krusty, ucpávají čerpadla, nedokonale vytříděné bioodpady - příměsi plastů, dřeva, kovů, zeminy, atd.), (Bioprofit).

5. Další metody zpracování

5.1 Chemické zpracování

Destilace je čisticí operace, při níž se oddělují dvě nebo více kapalin, které se liší těkavostí. Při zahřátí dvousložkové směsi (nástříku) na teplotu varu přechází do plynné fáze směs bohatší na těkavější složku. Kondenzací plynné fáze v tepelném výměníku se získá kapalina (destilát) s větším podílem těkavější složky než v původní kapalné směsi. Zbývá kapalná fáze je naopak obohacena o méně těkavou složku a nazývá se destilační zbytek.

Chemické zpracování biologických odpadů není běžné. Lze uvažovat přidavek znehodnocených potravin do připravované zápara pro výrobu lihu. Jelikož je pak zápara kvašena lihovarskými kvasinkami, je zapotřebí vhodné složení přidávaných potravin a to zejména obsah jednoduchých cukrů.

Vzhledem ke dvěma hlavním směrům výroby lihu (bramborový a obilný) lze k jeho výrobě spíše využít různé odpady ze zpracování obilí a brambor, např. kalové a zadní škroby, bramborové zdrtky, zbytky z výroby hranolků a chipsů a jiné než přímo znehodnocené potraviny.

5.2 Spalování

Spalování se používá jako metoda zpracování pro velmi široký okruh odpadů. Spalování samo o sobě je obecně pouze jednou částí komplexního systému zpracování odpadů, který vesměs slouží úhrnnému nakládání se širokým okruhem odpadů produkovaných ve společnosti.

Odvětví spalování odpadů prošlo v průběhu posledních 10-15 let rychlým technologickým vývojem. Jednorázový proces vývoje v odvětví pokračuje vyvíjením technologií, které omezují náklady při současném udržení nebo zlepšení stávající úrovně dopadů na životní prostředí.

Cíl spalování odpadů je upravovat odpady tak, aby se snížil jejich objem, váha, nebezpečnost a současně byly zachyceny (a tím koncentrovány) nebo zneškodněny potenciálně škodlivé látky, které se uvolňují nebo mohou uvolnit během spalování. Prostřednictvím spalovacích procesů lze též umožnit využití energie, nerostných či chemických látek obsažených v odpadu. V zásadě je spalování odpadu oxidací hořlavých materiálů v něm obsažených, při kterém vznikají spaliny, které obsahují převážnou část energie k tepelnému využití.

Spalování odpadů je vhodným procesem zneškodňování zejména v hustě obydlených oblastech, kde je nedostatek půdy pro skládkování neupravených odpadů. Na druhé straně má však některé nedostatky ekonomického, technického i ekologického charakteru. Jsou to zejména vysoké investiční a provozní náklady, nezbytnost kvalifikované obsluhy a dokonalé kontrolní a měřicí zařízení.

Současné technologie spalování odpadů jsou založeny v podstatě na dvou metodách:

- spalování tuhých odpadů ve spalovnách, k němuž je uzpůsobena většina existujících zařízení,
- spalování kapalných i tuhých odpadů v rotačních cementových pecích.

Fáze hoření:

- Předsoušení odpadu: odpady se předsoušejí sáláním plamene z dalších pásem spalování a vzduchem, který se přivádí pod rošt (s teplotou kolem 100 °C).

- Odplyňování odpadů: sáláním plamene nebo klenby spalovacího prostoru se odpady ohřívají na teplotu 200 – 600 °C, přičemž již dochází k reakcím mezi kyslíkem a uhlíkatými látkami v odpadech, které se začínají odplyňovat a oxidovat. Vyvíjejí se přitom hořlavé plyny.
- Zapálení odpadů: v této fázi, jež se prolíná s druhou fází, vznikají na povrchu odpadového lože místní ložiska hoření.
- Spalování plynů: lože odpadů povrchově prohořívá a dalším přiváděním spalovacího vzduchu vznikají nová ložiska hoření. Plyny se vyvíjejí ve větší hloubce, procházejí vyšší vrstvou odpadů a nad nimi vyhořívají. V samotném loži je teplota 500 – 800 °C, vzduch se přivádí v této fázi s přebytkem 10 – 30 %.
- Hoření: hoří plyny i vzniklý polokoks. Teplota se zvyšuje až na 1 000 až 1 100 °C, teplo vyvinuté v loži se odvádí spalinami, v loži vzniká popel a škvára. Přebytek vzduchu bývá 40 %.
- Vyhořívání a odvádění tepla: plyny i polokoks dále vyhořívají a vzniká velké množství tepla, které je nutno odvádět. Spalovací vzduch se přivádí v přebytku 20 až 40 %, teplota je až 1.200 °C. Z roštu odcházejí popel, škvára a nespalitelné zbytky odpadů, které se ukládají na skládky nebezpečných odpadů.

Tento sled spalovacích pochodů je podobný ve většině konstrukcí ohnišť (Freis, 2007). Technologie čištění spalin jsou založeny na různých fyzikálních, chemických a fyzikálně chemických postupech, jejichž vhodnou kombinací se docílí požadované úrovně čistoty spalin (Kubíček, 2009).

V současnosti (2012) se v České republice nacházejí tři spalovny komunálního odpadu:

- Praha (Pražské služby, a. s.), Spalovna Malešice, oficiální název: ZEVO (Zařízení na Energetické Využití Odpadu) na území Štěrbohol, vstupní trakt na území Malešic
- Liberec (Termizo, a. s.)
- Brno (Sako Brno, a. s.)

Spalovna v Malešicích byla uvedena do provozu v roce 1998, v průběhu let se podstatně zlepšily její emisní parametry instalací katalyzátorů (uvedeny do provozu v 3/2007). Tyto katalyzátory odstraňují ze spalin oxidy dusíku a dioxiny, od 6.10.2010 spalovna vyrábí elektrickou energii turbínou pojmenovanou Lilith (17,5 MWe), kapacita spalovny je 310 000 tun odpadu za rok.

5.3 Ostatní zpracování

Firma CERVUS s.r.o. se sídlem v Olomouci se zabývá zpracováním zkrmitelných biologických odpadů z potravinářství. Společnost vznikla již před rokem 2000 a jako první firma s touto specializací začala poskytovat své služby nejprve na českém trhu.

Nabídka služeb společnosti CERVUS s.r.o. byla pro velké producenty biologických zkrmitelných odpadů velmi zajímavá. Představovala totiž kompletní servis spočívající ve shromažďování, odvozu a úplné přeměně materiálu na krmivo pro zvířata. V současné době společnost obsluhuje i filiálky světoznámých výrobců cukrovinek v Rakousku a na Slovensku.

CERVUS s.r.o. provozuje linky na zpracování biskvitového odpadu v Jeseníku nad Odrou a v Olomouci. Zde se zpracovává materiál typu sušenek a oplatků, ale i náplní a čokolády. Po nezbytném roztřídění odpadů podle jejich charakteru se při technologickém procesu separují případné obaly a cizí tělesa a přidávají se krmné suroviny, které umožňují, aby vznikající, tzv. biskvitová moučka obsahovala koncentrace živin v požadovaných limitech. Ve srovnání se stavem, kdy by si producent odpadů zajišťoval jejich likvidaci sám, spočívá výhoda spolupráce se společností CERVUS s.r.o. také v jejich schopnosti nabídnout krmivářskému průmyslu optimální řešení při tvorbě receptur, se zařazením biskvitové moučky. Výrobny krmiv tak dostávají návod, jak používat biskvitovou moučku u různých druhů a kategorií zvířat (www.cervus.cz).

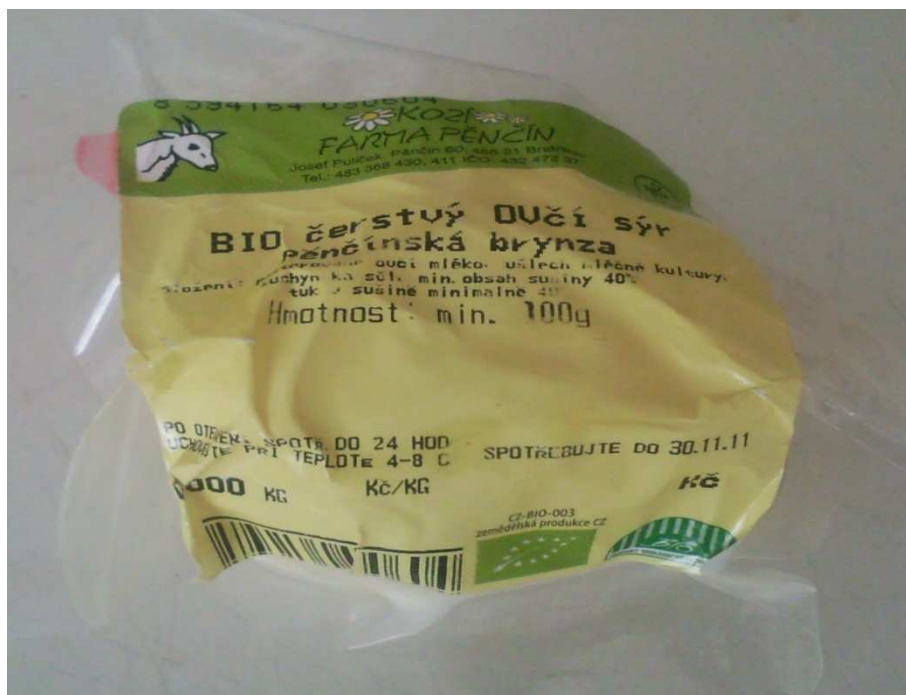
Parametry biskvitové moučky jako krmné suroviny jsou uvedeny v příloze 1.

6. Projektová část

Prošlé nebo znehodnocené potraviny se dělí z několika hledisek a podle toho s nimi lze nakládat. Může jedit o potraviny:

- po uplynutí data použitelnosti (DP)

Obrázek 16: Potraviny po uplynutí DP



- po uplynutí data minimální trvanlivosti (DMT)

Obrázek 17: Potravina po uplynutí DMT



- potraviny zničené.

Obrázek 18: Potravina zničená



Legislativa, konkrétně zákon č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích, v platném znění, stanovuje jako potraviny označené DP ty, které podléhají rychlé zkáze a druhy potravin stanovených vyhláškou. Jedná se zejména o masné, mléčné, lahůdkářské a rybí výrobky, které vyžadují i specifické teplotní podmínky úchovy. Celá tato skupina pak musí být v potravinářských provozech likvidována dle požadavků nařízení (ES) č. 1069/2009, v platném znění, jako odpad 3. kategorie s umístěním v zelenomodrých odpadních nádobách. Viz obrázek 12. Z provozoven obchodních řetězců jsou tyto odpady odváženy k dalšímu zpracování kafilerními společnostmi nebo jinými společnostmi, které mají platné povolení na zpracování tohoto druhu odpadu.

6.1 Nakládání s potravinami po uplynutí DMT

S potraviny po uplynutí DMT lze dále obchodovat a to za splnění 3 podmínek:

- potraviny musí být zdravotně nezávadné (již za to neručí výrobce, ale prodávající)
- musí být označeny jako potraviny prošlé
- musí být odděleně umístěny od ostatních potravin

Tyto potraviny nejsou prodejci likvidovány, ale jsou prodávány za „akční“ sníženou cenu. V každém obchodním řetězci dnes najdete koutek či košík, ve kterém jsou tyto potraviny uváděny do oběhu. Neexistuje žádný předpis, který by upravoval dobu, po kterou je lze uvádět do oběhu. Toho využívá několik společností, které mají prodejny specializující se na prodej takto prošlých potravin.

Státní zemědělskou a potravinářskou inspekcí byl zaznamenán případ, kdy nejmenovaná společnost dovážela prošlé potraviny, převážně zeleninové konzervy za zlomek prodejní ceny (cca 10 centů/330 g sterilované zeleniny) z Německa a zde je uváděla do oběhu. Jejimi odběrateli byly lahůdkářské a jiné výroby. U této společnosti vzniklo i podezření na manipulaci s těmito daty, ale toto nebylo ze strany SZPI prokázáno.

Vzhledem k výše uvedenému a neúplné legislativě, se teoreticky z těchto potravin nikdy nestane odpad.

6.2. Nakládání s potravinami po uplynutí DP

Významnou složkou odpadů, jejíž množství je v průběhu roku takřka neměnné, jsou potraviny živočišného původu. Jedná se zejména o maso, masné a mléčné výrobky.

Masné a mléčné výrobky jsou ve většině řetězců nabízeny obslužnou formou, tj. z velkých balení jsou zmenšovány jejich krájením. Zde vznikají odpady neprodáváním patek z krájených špiček salámů, neprodáním nakrájené zásoby či osycháním nebalených potravin.

Masné, mléčné výrobky atd. se stanou většinou odpadem až ve své nebalené formě, tudíž je potřeba uvažovat minimální až takřka nulové množství odpadů z obalů.

6.3 Nakládání se zničenými potravinami

Poslední samostatným typem znehodnocených potravin jsou potraviny zničené. Jedná se o čerstvé ovoce, zeleninu, nebo o potraviny s destrukcí obalu.

U ovoce a zeleniny nelze očekávat uplynutí nějakých dat, jelikož jimi nejsou označeny. Prováděcí nařízení Komise (EU) č. 543/2011 ze dne 7. června 2011, kterým se stanoví prováděcí pravidla k nařízení Rady (ES) č. 1234/2007 pro odvětví ovoce, zeleniny a odvětví výrobků z ovoce a zeleniny stanoví pro tyto potraviny jakostní třídy. Ty jsou uvedeny v příloze I části A (Všeobecná obchodní norma) a v příloze I části B (Zvláštní obchodní norma). Ovoce a zelenina podléhá díky svým dozrávacím pochodům a mikrobiologické destrukci rychlé zkáze.

Potraviny s destrukcí obalu jsou nejčastěji plechovky, u kterých dojde k poškození nejčastěji během přepravy. Tyto se buď odepisují a likvidují jako odpad, nebo, což je častější, pokud nedojde k „proříznutí“ obalu jsou zlevněny a zakoupeny zaměstnanci.

Z výše uvedeného plyne, že složení odpadů z prodeje potravin může být značně rozmanité. Najdeme zde potraviny, různých typů, složení, specifických vlastností i různého typu balení. Složení tohoto odpadu se dále liší podle ročního období. V létě bude nárůst odpadů z ovoce a zeleniny. Obzvláště se jedná o specifické druhy, které jsou náchylnější ke ztrátě jakosti než ostatní. V tomto případě se jedná převážně o sezónní zboží. Jejich typickými zástupcem v létě jsou např. jahody, melouny a ředkvičky.

Jediným typem obalového materiálu by se mohly stát plastové obalové fólie, do kterých jsou baleny např. okurky, ledový salát atd.

Z výše uvedených důvodů, jsou pro model anaerobní fermentace uvažovány jako hlavní složky vstupních surovin různé potraviny živočišného původu, ovoce a zeleniny.

6.4 Navrhovaný model linky na anaerobní mokrou digesci

Jako producenti vstupních odpadů jsou uvažovány pouze obchodní řetězce.

Zdroje a typy vstupního odpadu:

léto: ovoce a zelenina s příměsí masných výrobků v různém poměru

zima: masné výrobky, ovoce a zelenina, knedlíky v různém poměru

Vzhledem ke skutečnosti, že producenti vstupních surovin jsou uvažovány obchodní řetězce, které mají sortiment zboží v průběhu roku „téměř neměnný“, je pro navrhovanou bioplynovou stanici uvažován rozdíl vstupních surovin mezi létem a zimou. Rozdíl je uvažován max. 10%.

Průměrné složení vstupního odpadu na filiálkách společnosti Billa spol. s r.o. za den:

- a) Ovoce: 15 - 25 kg kg/den. provozovna
- b) Zelenina: 15 - 25 kg kg/den. provozovna
- c) Maso: 10 - 20 kg/den. provozovna
- d) Mléčné výrobky (sýry): 8 - 12 kg/den. provozovna
- e) Obslužný úsek lahůdek (směs masných výrobků, lahůdkářských salátů atd.): 15 – 25 kg/den. provozovna
- f) Pečivo: 3 – 5 kg/den. provozovna
- g) Ostatní (nápoje, trvanlivé potraviny atd.): 5 – 10 kg/den. provozovna

Výše uvedené váhy jednotlivých typů potravin je v čistém stavu, tj. bez obalů.

Obrázek 19: Obsah vody v potravinách a potravinových surovinách

Obsah vody	p_{H_2O}	Příklady
velmi nízký	< 1%	cukr, oleje
nízký	3-6 %	ořechy, koření
	8-15 %	obilí, luštěniny, těstoviny
střední	15-18 %	máslo, margaríny
	20-40 %	med
	30-40 %	některé sýry
	35-45 %	chléb, pečivo
vysoký	60-80 %	maso, vnitřnosti, vejce, tvaroh
	60-90 %	zelenina
	80-90 %	ovoce
	87-91 %	mléko
velmi vysoký	> 90 %	nápoje

Zdroj: VŠCHT, <http://web.vscht.cz/koplikr/Voda.pdf>

Z toho vyplývají mezní hodnoty na jednu provozovnu, o velikosti provozovny „supermarket“. Do velikosti takovýchto prodejen, mohou být například zařazeni provozovny společností Billa, Ahold, Lidl, Penny, Jednota, Žabka atd. V tomto výčtu nejsou uvažovány obchody velikosti „hypermarket“.

$$\text{Minimum } 71 \text{ kg/den} * \text{provozovna} = 25.915 \text{ kg/rok} * \text{provozovnu}$$

$$\text{Maximum } 122 \text{ kg/den} * \text{provozovna} = 44.530 \text{ kg/rok} * \text{provozovnu}$$

Pro výkon bioplynové stanice: 20.000 kg/den, z výše uvedeného výpočtu vyplývá, že je schopna přijmout odpad ze 163 až 281 provozoven/den.

Pro další výpočty a návrhy zpracovatelské linky, bude v textu dále brána vyšší hodnota uváděných hmotnostních parametrů tak, aby zpracovatelská linka měla správnou výkonnost a byla schopna zvládnout i teoretické maximum vstupních materiálů (tomu odpovídá tedy počet provozoven 163). Ve zpracování organických materiálů a odpadů platí zásada, že skladování by mělo probíhat až po „předúpravě“ materiálu. Laicky řečeno: „odpadářské linky by měli mít větší tlamu, aby dokázaly spořádat vše, co se ten den přiveze“.

V tabulce 6 je uvedeno množství jednotlivých typů odpadů vyprodukovaných v létě a zimě. Je zde uvažován rozdíl v obsahu sušiny a vody mezi létem a zimou jelikož lze předpokládat, že v létě bude více nápojů a ovoce, zeleniny o vyšších hodnotách obsahu vody

(předpokládejme, že to bude čerstvé a svěží), zatímco v zimě uvažujeme více masa, mléčných výrobků a lahůdek.

Tabulka 6: Obsah vody, sušiny léto/zima a množství odpadu vyprodukované za den

Typ odpadu	Sušina [%]	Vyprodukované množství léto [kg/den]	Obsah sušiny v létě [kg]	Vyprodukované množství zima [kg/den]	Obsah sušiny v zimě [kg]
Ovoce	15	25	3,75	15	2,25
Zelenina	25	25	6,25	15	3,75
Maso	30	15	4,5	20	6
Sýry	65	10	6,5	12	7,8
Směs z pultu lahůdek	45	20	9	20	9
Pečivo	60	4	2,4	4	2,4
Ostatní	92,5	7,5	6,94	7,5	6,94
Součet		106,5		93,5	
		Celkový obsah sušiny v létě:	39,34	Celkový obsah sušiny v zimě:	38,14

Pro BPS jsou uvažovány obchodní řetězce na území hlavního města Prahy. Zde se nachází 246 provozoven supermarketů s obchodní značkou Albert, Billa, Žabka atd. Viz tabulka 7.

Tabulka 7: Jméno a počet provozoven řetězce v Praze

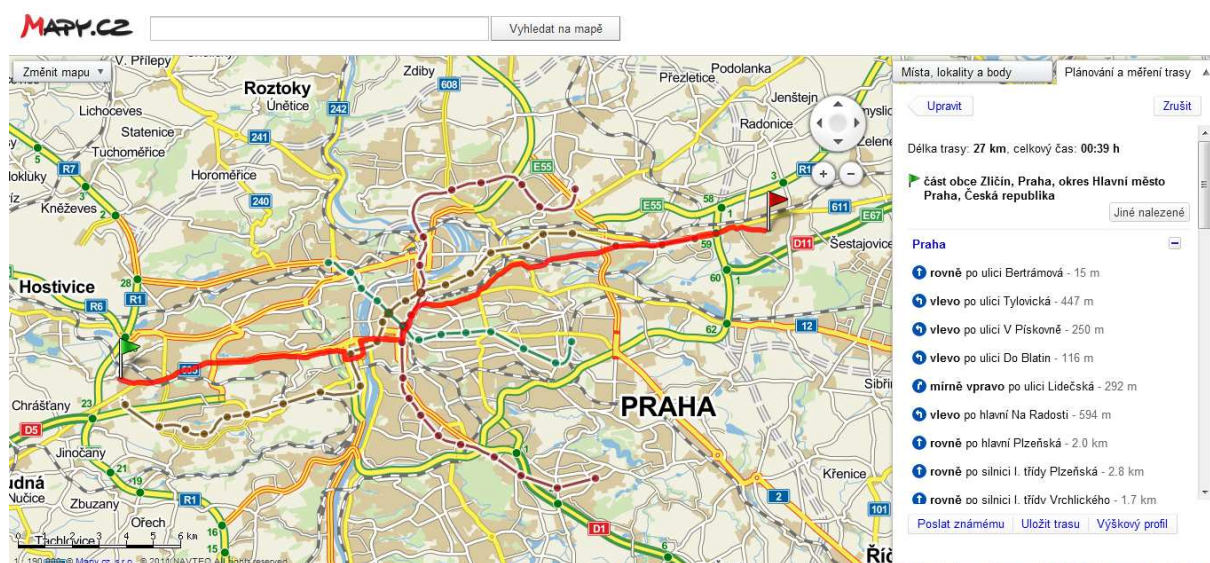
Název provozovny	Počet filiálek
Billa	41
Albert	66
Penny	21
Žabka	78
Lidl	27
Norma	13
Celkem	246

Zdroj: SZPI

Vzhledem k počtu provozoven jednotlivých řetězců a jejich rovnoměrnému rozložení po Praze je BPS navrhována do jejích okrajových částí. Např. okolí Zličína, Suchdola, Horních Počernic nebo Uhříněvsi.

Dle www stránky www.mapy.cz měří nejkratší trasa z Horních Počernic na Zličín cca 27 km. Nejkratší trasa z Uhříněvsi na Suchdol měří 25km. Viz obrázek 20.

Obrázek 20: Nejkratší trasa Zličín – Horní Počernice



Zdroj: www.mapy.cz

Lze tedy uvažovat, že když BPS bude umístěna v jakékoliv okrajové části Prahy, je nejkratší cesta z jednoho konce na druhý cca 25 km.

V ceníku Pražských služeb a.s., je cena platná od 1.1.2011 za zpracování biologicky rozložitelných odpadů stanovena na 2.960 Kč/t.

V České republice se pohybuje průměrná cenová úroveň u zpracovávaných bioodpadů někde kolem 350,- až 500,- Kč za tunu, zatímco v zahraničí je to více než dvojnásobek této hodnoty (DVOŘÁČEK, 2010).

Cena za tunu odpadu pro návrh BPS byla stanovena na 1000,- Kč.

6.5 Schéma linky

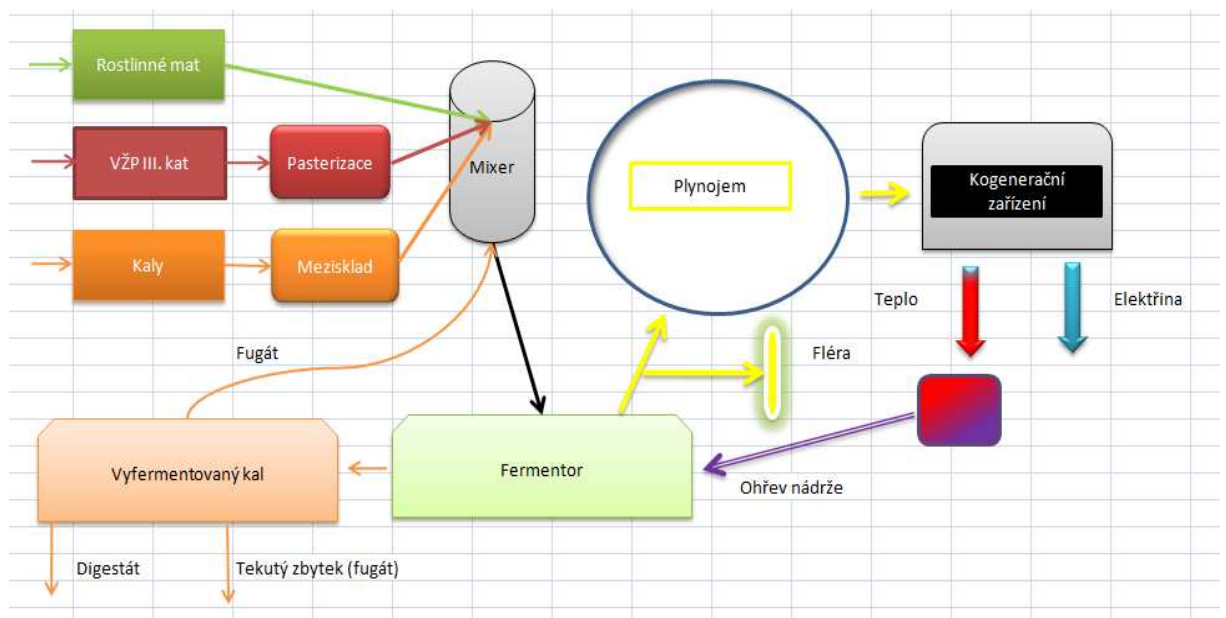
Vzhledem k složení přijímaného odpadu a to hlavně díky masné složce je volena mokrá BPS. A to hlavně vzhledem k těmto skutečnostem:

- Dle nařízení ES 1069/2009 je potřeba masné výrobky podrtit, čímž vznikne kaše.
- Dalším faktorem je, že živočišný odpad je potřeba tepelně ošetřit. Viz nařízení ES 1069/2009.
- Odpady 3 kategorie se musí minimálně "pasterizovat" = podrtit pod 12mm, ohřát na min 70°C a na této teplotě to nechat minimálně 60 minut.
- Pastéry se de facto dělají dva typy - trubkový výměník nebo nádrž s duplikem. Jako topné médium slouží teplá voda 90 °C z kogenerace. Oba tyto typy pracují s kapalnou, nebo lépe řečeno čerpatelnou formou materiálu.

Vzhledem k výše uvedeným skutečnostem se jeví logičtější odpad upravit, rozředit vodou či vráceným digestátem a dávkovat ho do fermentoru kapalné.

Produkce bioplynu za den: 2261,7 m³

Obrázek 21: Schéma BPS



Vlastní anaerobní technologie bude probíhat ve dvou ležatých válcových reaktorech o objemu 2x250 m³ s vestavěným ohřevem a míchadlem. Reaktorům je předřazena homogenizační nádrž (mixer) o objemu cca 20 m³. Zde je biomasa předehřívána na teplotu

cca 55°C. Materiál ke zpracování bude upravován tak aby složení a podíl sušiny zůstávaly pokud možno konstantní. Reakce bude probíhat s minimálními odchylkami při teplotě cca 55°C. Při těchto podmínkách se předpokládá zdržení substrátu v reaktoru 18 – 21 dnů.

Vyreagovaná biomasa bude 1x denně vypouštěna z reaktoru v množství denní doplněné dávky (cca 20 m³). Odvodňovací zařízení oddělí pevné zbytky digestátu s obsahem 50% vody od kapalného zbytku – fugátu.

Kapalina (fugát) bude udržována na provozní teplotě a vrácena do technologického procesu. Přebytek bude odváděn a zpracováván jako hnojivo.

Pevné zbytky s obsahem 25 – 30% vlhkosti budou podrobeny uzavřenému aerobnímu procesu a sušicí vzduch bude veden přes biofiltr. Výsledný materiál bude na základě rozboru ošetřen ve smyslu vyhlášky č. 474/2000 Sb., o stanovení požadavků na hnojiva a vyhlášky č. 401/2004 Sb., kterou se mění vyhláška č. 474/2000 Sb.

Vyčištěný bioplyn bude mít obsah metanu cca 60%. Z čerpací stanice navržené pro dopravovaný objem 300 m³/hod a diferenční tlak 15 kPa je bioplyn dodáván do typové kogenerační jednotky o el. výkonu 2x150 kW. Část vyrobené energie bude využita pro vlastní výrobu (cca 15 – 20%), zbytek bude distribuován do el. sítě. Teplo vyrobené v KJ bude přes výměník dopraveno do energocentra k vytápění objektu a ohřevu technologické vody a zpracovávaného biomateriálu. Předpokládaná spotřeba tepla na vlastní provoz je cca 40%.

Roční kapacita zařízení: 6.000 t

Max. denní kapacita: 20 t

Bioplyn: 94 m³/hod cca 60 - 65% CH₄

Materiálové výstupy:

- pevné zbytky (substrát – kompost)
- kapalné zbytky (fugát)

Roční produkce:

- elektrické energie (k prodeji) cca 1.320 MWh
- teplo k prodeji cca 1.680 MWh

6.6 Kalkulace příjmů na vstupu a výstupu

Příjmy ze vstupů:

163 provozoven * léto 106,5 kg/den (viz tabulka 6). Provozovna = 17.359,5 kg/den = 3.168.109 kg/182,5 dne = 3.168,1 tun/182,5 dne => 3.168,1 tun/182,5 dne * 1.000,- Kč/tunu odpadu = 3.168.100,- Kč/léto

163 provozoven * zima 93,5 kg/den (viz tabulka 6). Provozovna = 15.240,5 kg/den = 2.781.391 kg/182,5 dne = 2.781,4 tun/182,5 dne => 2.781,4 tun/182,5 dne * 1.000,- Kč/tunu odpadu = 2.781.400,- Kč/zima

Tabulka 8: Produkce bioplynu u jednotlivých typů potravin

Typ odpadu	Sušin a [%]	Bioplyn [m3/t]	Vyprodukované množství léto [kg/filiálka]	Bioplyn v létě [m3/filiálka]	Vyprodukované množství zima [kg/filiálka]	Bioplyn v zimě [m3/filiálka]
Ovoce	15	50	4562,5	228,125	2737,5	136,875
Zelenina	15	50	4562,5	228,125	2737,5	136,875
Maso	30	203	2737,5	555,7125	3650	740,95
Sýry	65	145	1825	264,625	2190	317,55
Směs z pultu lahůdek	45	180	3650	657	3650	657
Pečivo	60	407	730	297,11	730	297,11
Ostatní	92,5	200	1368,75	273,75	1368,75	273,75
			Celkem:	2504,4475	Celkem:	2560,11

Z tabulky 8 vyplývá denní produkce bioplynu v létě a v zimě vztažená k jedné provozovně, kdy za léto je považováno 182,5 dne a za zimu taktéž, tj. dohromady 365 dní. Pokud celkové množství bioplynu v zimě a v létě vynásobíme počtem provozoven, dostaneme celkovou produkci bioplynu za uvažovanou:

163 provozoven * bioplyn léto 2504,5 = 408.233,5 m³/léto

163 provozoven * bioplyn zima 2560,1 = 417.296,3 m³/zima

Z 1 m³ bioplynu o průměrné výhřevnosti 22 MJ.m⁻³ získáme:

= $1,7 \div 2,2$ kWhe - elektrické energie

= $2,2 \div 4,0$ kWht - tepelné energie

Budeme li uvažovat, že z 1 m^3 bioplynu získáme 2,0 kWhe tak produkce elektrické energie po odečtení 20% na vlastní spotřebu BPS bude následující:

léto $816.467 \text{ kWh} - 20\% = 653.173,6 \text{ kWh}$

zima $834.592,6 \text{ kWh} - 20\% = 667.674 \text{ kWh}$

Příjmy z prodané elektrické energie:

léto $653.173,6 \text{ kWhe} * 3,55 \text{ Kč/kWh} = 2.318.766,- \text{ Kč/léto}$

zima $667.674 \text{ kWhe} * 3,55 \text{ Kč/kWh} = 2.370.242,- \text{ Kč/zima}$

Cena za elektřinu je garantovaná ze zákona o obnovitelných zdrojích č. 180/2005 Sb., v platném znění a upřesněna v „Cenové rozhodnutí Energetického regulačního úřadu č. 7/2011 ze dne 23. listopadu 2011, kterým se stanovuje podpora pro výrobu elektřiny z obnovitelných zdrojů energie, kombinované výroby elektřiny, tepla a druhotných energetických zdrojů“.

Produkce tepelné energie při úvaze, že z 1 m^3 bioplynu získáme 4,0 kWht:

léto $1.632.934 \text{ kWht} - 40\% \text{ (vlastní spotřeba)} = 979.760 \text{ kWht}$

zima $1.669.185 \text{ kWht} - 40\% \text{ (dtto)} = 1.001.511 \text{ kWht}$

léto + zima $(1981 \text{ mWht}) * 400 \text{ Kč/mWht} = 792.400 \text{ Kč/rok}$

6.7 Ekonomická analýza

Ekonomické zhodnocení je velice zjednodušené. Není zde uvažován např. meziroční nárůst příjmů a výdajů, daňové prázdniny aj.

U odpadních BPS je standardně uvažována cena vyhotovení na 200.000 – 250.000,- Kč/kW. Tzn. při uvažovaném instalovaném výkonu 300 kW a při zvolení maximální ceny jsou investiční náklady rovny 75.000.000,-Kč. Z této částky je předpokládána nevratná dotace

ve výši 40%. Vlastní náklady investora se rovnají 45.000.000,- Kč. Je uvažováno, že celá částka by byla čerpána formou úvěru s 4% úrokovou mírou.

Do nákladů jsou započítány náklady za zaměstnance (uvažovány 4 s hrubou mzdou 25.000,-Kč, tj. celkové náklady zaměstnavatele 33.500,- Kč na jednoho zaměstnance). Dále zde byly stanoveny náklady na dopravu. Zde bylo uvažováno 14 vozidel s denním pojezdem 50 km, tj. 700 km/den. Při uvažovaných nákladech 9 Kč/km vyšla roční kalkulace ceny za dopravu na 2.299.500 Kč. Provoz vozů by nespadal pod BPS, ale byl by řešen smluvně s externí společností.

Roční údržba je uvažována formou „full servisu“ uhrazením smluvního poplatku 2% z investičních nákladů.

Do příjmů jsou započítány 3 položky a to:

- a) za zpracování odpadů
- b) za prodej elektřiny
- c) za prodej tepla

Viz Příloha 2: Tabulka ekonomické analýzy.

Při výše uvedených částkách je návratnost projektu 15 let. Při snížení investičních nákladů o 15 % na instalovanou kW se návratnost sníží o rok. Pokud by byl prodán substrát v hodnotě 100.000 Kč/ rok, návratnost by se snížila o další rok.

7. Závěr

Bioplynové stanice mají příznivý dopad na životní prostředí z důvodu zamezení tvorby skleníkových plynů. Přesto je v ČR pouze několik projektů BPS zaměřených na zpracování biologicky rozložitelných odpadů. Tuto skutečnost lze přisuzovat např. nízkým cenám za zpracování bioodpadů a nerozvinutému sektoru odpadového hospodářství.

Rozhodující pro rentabilitu BPS je způsob využití energie bioplynu. Je to hlavně spalování bioplynu v kogeneračních jednotkách. Zde se vyrábí elektrická energie a jako vedlejší produkt teplo ve formě teplé vody. Prodej el. energie rozvodným závodům za státem dlouhodobě garantované výkupní ceny se dnes jeví jako ekonomicky nejefektivnější využití bioplynu i když je otázkou, jestli cena 3,55 Kč/kWh je dostačující a neměla by být navýšena. Problémovější může být využití tepla a to zejména v letních měsících.

Navrhovaná BPS by mohla být řešením pro využití bioodpadů z obchodních řetězců, kde jich vzniká značné množství. Z celkového počtu 246 filiálek obchodních řetězců, které jsou na území Prahy, by jich navrhovaná BPS mohla obsloužit cca 65%. Při předpokládaném ročním vstupu 5949,5 tun je předpokládána roční produkce bioplynu anaerobní digescí mokrou cestou 825.529,8 m³. Bioplyn je zpracováván ve dvou kogeneračních jednotkách á 150 kW a celková produkce el. energie by měla být cca 1320 MWh. Předpokládaná roční produkce tepla je 1981 MWh.

Předpokládané investiční náklady BPS jsou 75.000.000 Kč. Při prodeji el. energie do sítě za dotovanou cenu, tepla a odečtení ročních nákladů by stanice měla mít roční čistý zisk po splacení úvěru 4297909 Kč. V případě státní dotace by návratnost investičních nákladů byla okolo 15 let. Bez investiční dotace se jeví projekt jako nerentabilní.

Závěrem lze konstatovat, že návratnost projektu je ovlivněna řadou faktorů, jako jsou např. množství prodaného substrátu, náklady na zaměstnance, výkupní ceny energií, investiční náklady, příjmy ze vstupů atd.

Při dobrém vedení BPS je možná návratnost pod 10 let a stavba takovéto BPS se jeví jak z ekologického, tak z ekonomického hlediska jako vhodná varianta na zpracování biologicky rozložitelných odpadů z obchodních řetězců.

Seznam použité a citované literatury:

Anaerobic digestion reference sheet

([http://www.waste.nl/content/download/472/3779/file/WB89-InfoSheet\(Anaerobic Digestion\).pdf](http://www.waste.nl/content/download/472/3779/file/WB89-InfoSheet(Anaerobic+Digestion).pdf)), waste.nl. Retrieved 25.10.07.

A-Z slovník pro spotřebitele, ÚZPI, dostupné z www:

<http://www.agronavigator.cz/az/vis.aspx?id=92332>

Bioprofit, dostupné z www: http://www.bioplyn.cz/at_popis.htm

Caisová, L., Svět balení 6/2010, dostupné z www: <http://www.svetbaleni.cz/analyza-trhu/sb-6-2010-analza-trhu-sklenene-obaly-v-evrope-stale-v-kurzu.htm>

Cenové rozhodnutí Energetického regulačního úřadu č. 7/2011 ze dne 23. listopadu 2011

ČSÚ, Produkce, využití a odstranění odpadů, Ročník/Volume 2011, Praha, září 2011

Čurda D., Balení potravin. 1. vyd. Praha: SNTL/ALFA, 1982, 428 s.

Čurda D., Fuchsová A. (1995): Racionalizace balení se zřetelem na ekologické aspekty. Konf. Obalové odpady, Praha.

Danihelková, K., Kalousková, Š., Bräuer, I., Nejsou konzervy a další potravinové obaly z hliníku zdravotně závadné?, 2010, dostupné z www:

http://www.ekoporadna.cz/wiki/doku.php?id=spotrebitel:nejdou_konzervy_a_dalsi_potravino_ve_obaly_z_hliniku_zdravotne_zavadne

Dohányos M., a Šmejkalová, P.: Biotechnologie v ochraně životního prostředí, 2006, dostupné na <http://www.vscht.cz/tvp/>

Dohányos M., 2009: Zvyšování efektivity fermentace - nejnovější poznatky ve

výzkumu a praxi. Biom.cz [online]. 2009-02-25 [cit. 2009-04-16]. Dostupné z www:

<<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/zvysovani-efektivity-fermentace-nejnovejsipoznatky-ve-vyzkumu-a-praxi>>.

Dohányos, M., Zábranská, J., Procházka, J., Intenzifikace výroby bioplynu – předpoklady a praktické zkušenosti. In: Sborník konference – Výstavba provoz bioplynových stanic, Třeboň 9. – 10. října 2008: 83-88

Dvořáček, Tomáš: Ekonomika bioplynových stanic pro zpracování BRO. Biom.cz [online]. 2010-07-19 [cit. 2012-04-10]. Dostupné z www: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/ekonomika-bioplynovych-stanic-pro-zpracovani-bro>>. ISSN: 1801-2655.

Engineering, University of Barcelona, Martí i Franquès 1, Plta. 6, E-08028 Barcelona, Spain, Accepted 24 January 2000.

European Commission, PLENARY SESSION, Parliament calls for urgent measures to halve food wastage in the EU, 2012, dostupné z www: <http://www.europarl.europa.eu/news/en/pressroom/content/20120118IPR35648/html/Parliament-calls-for-urgent-measures-to-halve-food-wastage-in-the-EU>

FRANKLIN ASSOCIATES, A DIVISION OF ERG Prairie Village, THE PLASTIC FOODSERVICE PACKAGING GROUP, Kansas February 4, 2011

Freis J., Stroje pro zpracování odpadů, 1 vyd. Ostrava, 2007, s. 368, ISBN 978-80-248-1511-4

Heckman, J. 2006. A history of organic farming: transitions from Sir Albert Howard's War in the Soil to USDA National Organic Program. Renew. Agric. Food Syst. 21:143–150.

IPSOS, 2009 dostupné z www: <http://www.ipsos.com>

Jakubes, J. a kol., 2006: MODERNÍ VYUŽITÍ BIOMASY, TECHNOLOGICKÉ A LOGISTICKÉ MOŽNOSTI, 61 s., s. 45 – 46, Česká energetická agentura v roce 2006. Dostupné z www <<http://www.mpo-efekt.cz/dokument/02.pdf>>

Kačeňák, I., Obaly a obalová technika. 1. vyd. Bratislava: Slovenská vysoká škola technická, 1990

KOM (2008) 811 v konečném znění, ZELENÁ KNIHA o nakládání s biologickým odpadem v Evropské unii {SEC(2008) 2936}

Kubíček J.: Moderní metody mokrého čištění spalin. Diplomová práce. Brno: Vysoké učení technické, Fakulta strojního inženýrství, Ústav procesního a ekologického inženýrství, 2009. 57 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Radek Dvořák, Ph.D.

Lindsay, W. L. Chemical Equilibria in Soil; Wiley Interscience: New York, 1979.

Macháň, J., Slavětínský, L. Nauka o materiálu pro I. a II. Ročník SPŠG. 1. vyd. Praha, 1990, 299 s. ISBN 80-04-23455-0.

Mata-Alvarez J., Macé S., Llabrés P., Anaerobic digestion of organic solid wastes. An overview of research achievements and perspectives, Department of Chemical

Modern Plastics Encyclopedia handbook (1994), McGraw-Hill, Inc. str. 58.

Mt. Olive, Fundamentals" (Ochranné obaly – vlastnosti a základy konstruování), BASF Corporation, New Jersey.

Marek M., Voldřich M., ODPADY Z POTRAVINÁŘSKÝCH VÝROB V ŽIVOTNÍM PROSTŘEDÍ, 2006, dostupné z www:

http://www.phytosanitary.org/projekty/2005/VVF_07_2005.pdf

Marták, R. Obalové materiály vhodné pro použití v potravinářském průmyslu. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2008, 43 s. Bakalářská práce.

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) 1069/2009 ze dne 21. října 2009 o hygienických pravidlech pro vedlejší produkty živočišného původu

Nařízení Komise (EU) č. 543/2011 ze dne 7. června 2011, kterým se stanoví prováděcí pravidla k nařízení Rady (ES) č. 1234/2007 pro odvětví ovoce, zeleniny a odvětví výrobků z ovoce a zeleniny stanoví pro tyto potraviny jakostní třídy

Ondřejová, K., Vyhněte se plechovkám a "krabicím", Praha (EkoList), 1999 dostupné z www: <http://ekolist.cz/cz/zelena-domacnost/rady-a-navody/vyhnete-se-plechovkam-a-quotkrabicimquot>

Ottenio, D., Escabase, J., Podd, B. Packaging materials: 6. Paper and board for food packaging applications. Brussel, ILSI Press, 2004, 24 s. ISBN 1-57881-184-8. Dostupný také z www:

http://www.agronavigator.cz/UserFiles/File/Agronavigator/Kvasnickova_2/ILSI_6.pdf

Pospíšil, Lukáš: Výzkum „suché“ anaerobní fermentace různých druhů biomasy za účelem výroby bioplynu. Biom.cz [online]. 2011-10-24 [cit. 2012-02-28]. Dostupné z www:

<<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/vyzkum-suche-anaerobni-fermentace-ruznych-druhu-biomasy-za-ucelem-vyroby-bioplynu>>. ISSN: 1801-2655.

PE America: Life Cycle Impact Assessment of Aluminum Beverage Cans. Final Report: 21 May 2010.

Robertson, Gordon L (1993). Food Packaging: Principles and Practice. New York: Marcel Dekker. p. 375.

Sosnovcová J., INFORMACE VĚDECKÉHO VÝBORU PRO POTRAVINY VE VĚCI: Aktivní a inteligentní obalové systémy pro balení potravin, Státní zdravotní ústav, 2008

Šuta M., Chemické látky v životním prostředí a zdraví, Ekologický institut Veronica, Brno 2008, ISBN 978-80-87308-00-4

Váňa, Jaroslav: Kompostování odpadů. Biom.cz [online]. 2002-01-14 [cit. 2012-02-28]. Dostupné z [www: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/kompostovani-odpadu>](http://biom.cz/cz/odborne-clanky/kompostovani-odpadu). ISSN: 1801-2655

Velíšek, J. Chemie potravin 3. 2. vyd. Tábor: Osis, 2002, 368 s., s. 296-306. ISBN80-86659-02-X.

Vyhlášky č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady definován jako jakýkoli aerobně nebo anaerobně rozložitelný odpad

Vyhláška č. 38/2001 Sb., o hygienických požadavcích na výrobky určené pro styk s potravinami a pokrmů.

Vyhlášky č. 474/2000 Sb., o stanovení požadavků na hnojiva a vyhlášky č. 401/2004 Sb., kterou se mění vyhláška č. 474/2000 Sb.

Zákon o obnovitelných zdrojích č. 180/2005 Sb., v platném znění

Zákon č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích, v platném znění

www.cervus.cz/index.html

www.vetropack.inettools.ch/upload/dokumente/sustainability_1_CZ.PDF

web.vscht.cz/koplikr/Voda.pdf

Seznam použitých zkratk a symbolů:

DP	datum použitelnosti
DMT	datum minimální trvanlivosti
EPS	pěnový polystyren
EU	Evropská unie
MO	mikroorganismy
PCB	Polychlorované bifenyly
PET	Polyethylentereftalát
PVC	Polyvinylchlorid
SZPI	Státní zemědělská a potravinářská inspekce
ZPS	zpěňovatelný polystyren

Seznam obrázků:

Obrázek 1: Obaly	4
Obrázek 2: Obal čokolády PAP/Al	6
Obrázek 3: Al plechovky	7
Obrázek 4: PET lahve	9
Obrázek 5: Pet reformy	10
Obrázek 6: Skleněné lahve.....	12
Obrázek 7: Papírový obal.....	14
Obrázek 8: EPS přepravka	15
Obrázek 9: Dřevěné obaly.....	18
Obrázek 10: Aktivní balení – pohlcovač vlhkosti	25
Obrázek 11: Inteligentní balení.....	28
Obrázek 12: Třídění potravin živočišného původu	32
Obrázek 13: Bubnový třídič BT 630 - 1000, Taurus.....	33
Obrázek 14: Lis – celkový pohled	35
Obrázek 15: Detail lisu	35
Obrázek 16: Potraviny po uplynutí DP	50
Obrázek 17: Potravina po uplynutí DMT.....	50
Obrázek 18: Potravina zničená.....	51
Obrázek 19: Obsah vody v potravinách a potravinových surovinách.....	55
Obrázek 20: Nejkratší trasa Zličín – Horní Počernice	57
Obrázek 21: Schéma BPS	58

Seznam tabulek:

Tabulka 1: Nejběžnější plasty a příklady použití pro potraviny	22
Tabulka 2: Typy absorbérů a jejich využití v praxi	26
Tabulka 3: Typy emitorů a jejich využití v praxi.....	27
Tabulka 4: Typy indikátorů a jejich využití v praxi.....	29
Tabulka 5: Přehled postupů třídění	33
Tabulka 6: Obsah vody, sušiny léto/zima a množství odpadu vyprodukované za den	56
Tabulka 7: Jméno a počet provozoven řetězce v Praze.....	56
Tabulka 8: Produkce bioplynu u jednotlivých typů potravin	61