

Česká zemědělská univerzita v Praze
Katedra vodních zdrojů
Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů



Nakládání s bioodpady z potravinářského průmyslu

Processing of biowaste originated in food industry

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Ing. Aleš Hanč, PhD.

Autor práce: Ondřej Adam

2012

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením Ing. Aleše Hanče, PhD. a použil jsem pouze podklady uvedené v seznamu použité literatury.

V Praze dne:

podpis autora práce

Poděkování

Děkuji své rodině za velkou podporu ve studiu, své přítelkyni za trpělivost a pomoc a v neposlední řadě děkuji panu Ing. Aleši Hančovi, Ph.D. za vstřícnost, podnětné rady a věnovaný čas.

Souhrn

Tato bakalářská práce se zabývá nakládáním s bioodpady z potravinářského průmyslu v ČR a v zahraničí. Potravinářský průmysl zahrnuje široké odvětví, které vyrábí potraviny, poživatiny, pochutiny, nápoje a také suroviny a polotovary pro další průmyslová odvětví. Potravinářský průmysl na rozdíl od jiných odvětví hospodářství zpracovává ekonomicky náročné suroviny, a proto je komplexní zpracování zemědělských produktů s minimalizací tvorby odpadů a s jejich maximálním využitím nutností. Významnost tohoto přístupu se bude v budoucnu ještě zvyšovat v souvislosti s celosvětovým problémem zajištění výživy narůstající světové populace.

Suroviny pro potravinářský průmysl jsou získávány hlavně z vyčerpatelných obnovitelných zdrojů – produkcí biomasy rostlinného i živočišného původu. Při potravinářské výrobě vznikají látky, které nemůžeme nebo z ekonomických důvodů nechceme dále využívat. Takto jsou obecně označovány odpady – dle jiné definice nepotřebné produkty lidské činnosti v daném čase.

Odpady z potravinářských výrobních závodů zahrnují objemné tuhé odpady, odpadní vody a plynné polutanty. Vzhledem k charakteru výroby, při které se v různých procesech používá větší množství vody, jsou nejproblematictější odpadní vody. Ty běžně obsahují vysoké koncentrace suspendovaných částic a rozpustných organických látek jako jsou sacharidy, bílkoviny a lipidy, které představují obtížný ekologický problém. Pevné odpady z potravinářského průmyslu lze ve většině případů použít jako využitelné druhotné suroviny zejména pro další potravinářskou výrobu, jako krmiva, hnojiva, nebo suroviny pro kosmetický a farmaceutický průmysl apod.

V rámci předkládané práce jsou potravinářské odpady rozděleny na jednotlivá odvětví zpracovatelského průmyslu, mezi které patří cukrovarnický průmysl, výroba škrobu a mouky, masný průmysl, mlékárenský, výroba tuků a olejů, zpracování ovoce a zeleniny, výroba sladu a piva, výroba lihu, vína a droždí.

Hlavní pozornost je zde věnována jednotlivým druhům odpadů vznikajících během výrobního procesu, nakládání s nimi, recyklaci a prevenci vzniku odpadů.

Součástí práce je také náhled na používání obalových materiálů v potravinářství.

Klíčová slova

Odpad, potravinářský průmysl, nakládání s odpady

Summary

The following Bachelor's dissertation deals with the processing of biowaste coming from the food industry in the Czech Republic and other countries. Food industry covers a wide range of sectors which produce food, foodstuffs, delicacies, beverages and also raw materials and intermediate products for other industry sectors.

As the food industry, unlike other economic sectors, handles economically demanding resources, a complex processing of agricultural products while minimizing the waste generation and maximizing its use is necessary. The significance of this approach will increase in the future in the context of the global problem of securing food for the growing world population.

Raw materials for the food industry are mainly acquired from exhaustible renewable sources, by biomass production of plant and animal origin. Food industry creates substances which cannot be, or for economic reasons just are not, reused. These substances are generally understood as the waste, or to quote another definition: Waste is unwanted products of human activity at a certain time.

The food production waste includes bulky solid waste, waste water and gaseous pollutants. Due to the nature of production which uses a greater quantity of water in various processes, the most problematic item is the waste water. It usually contains high concentrations of suspended particles and soluble organic substances such as carbohydrates, proteins and lipids, which represent a difficult environmental problem. Solid waste from the food industry can be in most cases reused as a secondary raw material especially for further food production, as animal feed, fertilizers, or raw materials for cosmetic and pharmaceutical industries, etc.

This thesis divides food waste into different food processing industry sectors, including sugar industry, starch and flour production, meat industry, dairy, fats and oils, fruit and vegetable processing, malt and beer production, spirits, wine, and yeast.

The main focus is on each kind of waste, different waste treatment, recycling and waste prevention. This work also includes an insight into packaging materials used in the food industry.

Keywords

Waste, food industry, waste treatment

OBSAH

1. Úvod	1
2. Cíl práce.....	3
3. Literární přehled	4
3.1 Vznik a druhy odpadů	4
3.1.1 Klasifikace odpadu	4
3.1.2 Rozložitelnost látek.....	7
3.1.3 Nebezpečné látky v odpadech a nakládání s nimi	8
3.2 Předcházení vzniku odpadů.....	8
3.3 Odpady nebo druhotné suroviny	9
3.3.1 Recyklace odpadů	9
3.4 Nakládání s odpady	11
3.4.1 Biologické procesy	12
3.4.2 Skládkování	14
3.4.3 Spalování	15
3.4.4 Pyrolýza	16
3.4.5 Solidifikační procesy	16
3.5 Odpady z potravinářského průmyslu	17
3.5.2 Cukrovarnický průmysl	20
3.5.3 Výroba škrobu a mouky.....	23
3.5.4 Zpracování masa	26
3.5.5 Zpracování mléka	28
3.5.6 Výroba tuků a olejů.....	30
3.5.7 Zpracování ovoce a zeleniny	33
3.5.8 Výroba sladu a piva	34
3.5.9 Výroba vína, lihu a droždí	37
3.6 Potraviny z odpadů.....	41
3.7 Obalové materiály v potravinářském průmyslu	42
4. Závěr.....	44
5. Literatura	48

Seznam příloh v textu

- 3.5.1.1 Tab. 1 Charakteristika vybraných odpadů potravinářských výro
- 3.5.2.1 Obrázek - Cukrová řepa před zpracováním
- 3.5.2.3 Obrázek - Lisované řízky ke spotřebě
- 3.5.2.4 Obrázek - Saturační kal
- 3.5.3.1 Obrázek - Výroba škrobu z brambor
- 3.5.4.1 Obrázek - Masný průmysl
- 3.5.5.1 Obrázek - Mlékárenský průmysl
- 3.5.5.2 Obrázek - Schéma anaerobního zpracování syrovátky
- 3.5.6.1 Obrázek - Olej a peletky z biomasy olejnatých rostlin
- 3.5.6.2 Obrázek - Biopaliva v automobilové dopravě
- 3.5.7.1 Odpady z ovoce a zeleniny
- 3.5.8.1 Obrázek - Sladové mláto
- 3.5.8.2 Obrázek - Pivovarské kvasinky
- 3.5.8.3 Tabulka 2. Nejčastější způsoby nakládání s pivovarnickými odpady
- 3.5.9.1 Obrázek - Matolina – vylisované šlupky
- 3.5.9.2 Obrázek - Vermikompostování matoliny Jižní Morava
- 3.5.9.3 Snímek kvasinek *Saccharomyces cerevisiae* v DIC kontrastu
- 4.1.1.1 Obrázek – Odpadová pyramida
- 4.1.1.2 Tab. 3 Nejčastější způsoby nakládání s bioodpady z potravinářství

1. Úvod

Lidstvo odjakživa čerpalo z přírody nezbytné zdroje, energii, materiály, potraviny atd., avšak jen takové množství, které byla příroda schopna znovu obnovit. Otázku její ochrany, regenerace či možného vyčerpání člověk nemusel řešit. Za poslední dvě století však dospěla lidská společnost do takového stádia, kdy se vztah člověk a přírody stává jednou z nejdůležitějších otázek.

Rozvoj lidské společnosti jde ruku v ruce s exploatací přírodních zdrojů. Jejich osvojením se stal člověk dominantním tvorem planety Země. V počátečním stádiu vědeckotechnické revoluce se využívalo především fosilních paliv, určitých druhů rostlin a živočichů.

Během sedmdesátých let 20. století se projevila řada skutečností, poukazujících na to, že lidstvo nebude moci dále pokračovat tímto neomezeným čerpáním do té doby tradičních zdrojů. V zájmu zachování dosavadního rozvoje, své celistvosti či vůbec své existence je nuceno hledat další přírodní zdroje, náhradní technologie a postupy. Hlavně ty, jež nebudou mít destruktivní dopad na životní prostředí. Došlo k zásadnímu vývoji lidské společnosti v chápání a přijímání důsledků své činnosti a působení na přírodu, tj. i na všechny přírodní zdroje v celosvětovém pojetí. Člověk si začal uvědomovat, že vyčerpáním některého z omezených zdrojů nebo velkým porušením ekologické stability a prostředí v jakékoli části zeměkoule bude mít neblahé důsledky i v jiných částech země. Tím pádem je logickým a nezbytným krokem návrat k biologickému a ekologickému pojmání světových problémů.

Současný problém zhoršování životního prostředí a vyčerpávání přírodních zdrojů je důsledkem kromě zvyšujících se požadavků lidstva a neustálého rozšiřování služeb směřujících k uspokojování lidských potřeb také fakt soustavného navyšování počtu obyvatelstva na zemi.

Když v roce 1950 žilo na zemi 2,5 miliard lidí, pak o 50 let později tomu byl více jak dvojnásobek a za dalších třicet let by to dle prognóz mělo být 8 – 9 miliard. Proto jedním ze směrů, jak řešit tento nepříznivý stav, je zásadně omezit činnost negativně ovlivňující ekologickou stabilitu, popř. nahradit šetrnějšími modely procesů. Z tohoto důvodu jsou stále více hodnoceny obory lidské činnosti ve vztahu minimalizace negativních dopadů na životní prostředí. Rozvoj společnosti se projevuje také růstem potřeb jejích členů, což směřuje k „bezmeznému“ rozšiřování nabídky výrobků vyrobených hlavně průmyslově. O obrovském

nárůstu nových výrobků svědčí i fakt, že 90% současně vyráběných produktů neexistovalo na počátku 20. století. Přitom výroba nových produktů vyžaduje značné zvýšení spotřeby přírodních zdrojů. S čímž souvisí i skutečnost, že růst těžby surovin je doprovázený růstem produkce odpadů.

Během průmyslové revoluce se důsledkem nedokonalých technologií a postupů nadměrně spotřebovávaly suroviny, produkovalo se velké množství výrobního i spotřebního odpadu a zhoršovala se kvalita životního prostředí. V období vědeckotechnické revoluce jde o přeměnu vysoce odpadových technologií na technologie ekologicky šetrnější, hlavně recyklací a zaváděním bezodpadových postupů do výroby.

V současné době objem spotřeby mnohých přírodních zdrojů dosahuje kapacity objevených zásob nebo objemu jejich ročního přírůstku. Podle některých studií se do poloviny tohoto století spotřebují dostupné přírodní zdroje kovů. Z těchto důvodů je nutné pracovat na vyřešení rozdílu mezi současným rozvojem výroby, možnostmi přírody a regulovat tyto vazby. Ve výrobní praxi se již objevilo více směrů, kde se uskutečňuje regulace vztahu výroby a zdrojů.

Znečišťování vod, ovzduší, koncentrování pevných odpadů vyvolává značné změny v životním prostředí, které by při stoupající rychlosti a hromadění civilizačních vymožeností mohly v krátkém čase přejít nad rámec regeneračních schopností biosféry. Lidské společenstvo má však stále možnost tyto procesy zabrzdit nebo alespoň zpomalit, aby nepřesáhly adaptační možnosti současných živých forem.

V zájmu ochrany a péče o životní prostředí je nutno zdokonalovat veškeré technologické procesy tak, aby produkce plyných, kapalných a pevných odpadů byla co možná nejmenší s možnostmi jejich dalšího využití v souvisejících postupech (Marek a kol., 1996; Tölgyessy and Piatrik, 1984).

2. Cíl práce

- Rozebrat problematiku nakládání s bioodpadem vznikajícím v potravinářském průmyslu v ČR a v zahraničí formou literární rešerše.
- Odpady z potravinářského průmyslu rozdělit do jednotlivých skupin.
- Popsat metody nakládání s těmito odpady a případně nové možnosti, jak tento odpad zpracovávat.

3. Literární přehled

3.1 Vznik a druhy odpadů

Člověk čerpá pro svou potřebu ze zemských zásob suroviny, které po využití vrací zpět do ekosystémů především ve formě odpadu. Odpady jsou produkovány především ve formě tuhých, odpadních vod a emisí do ovzduší. Odpadní energie je obvykle rozptýlována jako nízkokalorické teplo. Při posuzování surovin z přírodních zdrojů je velmi důležitý ukazatel možnost jejich obnovy (Tölgyessy and Piatrik, 1984).

Rozlišujeme:

- 1) zdroje nevyčerpatelné (voda, ovzduší, energie slunečního záření a z ní plynoucí energie vodních toků a větru),
- 2) zdroje vyčerpatelné: a) neobnovitelné (fosilní paliva, nerosty, rudy),
b) obnovitelné (produkce rostlinné a živočišné biomasy).

Čili důležitou podmínkou budoucího vývoje lidstva je racionální a co možná nejšetrnější využívání přírodních zdrojů. Zvláště pak šetření zdroji neobnovitelnými a dále opětovné použití z nich vzniklých odpadů – druhotných surovin pro získávání cenných látek i energií. Odpadní látky z průmyslové výroby, z dopravy, z domácností a služeb, z používání výrobků, zejména chemických nebo samotné upotřebené a odložené výrobky jsou antropogéním zdrojem škodlivin (Marek a kol., 1996).

3.1.1 Klasifikace odpadu

Za odpad jsou všeobecně považovány látky, které nemůžeme nebo z ekonomických důvodů nechceme dále využívat. Odpadem je v podstatě vše, co při výrobě nebo jiné lidské činnosti nebylo z původního zdroje využito a co ani po další úpravě využito není (Berger, 1998).

Tvorba odpadů je logická – i když nežádoucím důsledkem každé antropogéní činnosti, související s energeticko-materiálovým pohybem. Odpady takto vznikají v podstatě v celém

cyklu společenského produkčního procesu, počínaje těžbou surovin, jejich úpravou, biotransformací, technickým zpracováním na finální výrobky a jejich využíváním. Nemůžeme opomenout, že po spotřebování jejich užitkových hodnot se tyto výrobky samy stávají klasickým odpadem. Toto je zejména specifické právě pro oblast, kterou se zabývá potravinářský průmysl (Tölgyessy and Piatrik, 1994a).

Odpad můžeme členit na látkový a energetický. Látkový dělíme na tuhý, kapalný a plynný, energetický především na hluk a teplo. Na rozhraní mezi oběma typy je radioaktivní zařízení, které má charakter látkového i energetického. Tuhé odpady nejde jednoznačně vymezit. Někdy se do kategorie tuhého odpadu zařazují i kašovitě a tekuté odpady z průmyslu. Čili skoro všechno kromě plynného odpadu a odpadních vod.

Produkce odpadů ročně stoupá. Je to negativní důsledek technického a hospodářského vývoje společnosti. Každoročně objem odpadů narůstá asi o 3% (Hřebíček a kol., 2009).

Nárůst množství odpadů je ovlivňováno třemi faktory:

- 1) zvýšení populace,
- 2) zvýšení osobní spotřeby uspokojováním potřeb,
- 3) rozvojem technologií výroby.

Současně se zvyšuje podíl obalových materiálů, které tvoří 20 - 30% odpadů z domácností a 8% z průmyslu a obchodní činnosti (Čurda a Fuchsová, 1995).

Průmyslový odpad, jakož i odpad z těžby surovin a zemědělské produkce, je homogennější, proto je možno s ním lehčeji nakládat. Komunální odpad je naopak směs různorodých materiálů, tudíž jeho zpracování je mnohem komplikovanější. Komunální odpady jsou velmi citlivým ukazatelem nárůstu životní úrovně lidské společnosti, hlavně svým složením, ale i množstvím. U komunálních odpadů narůstá množství zbytků potravin, plastických látek a klesá množství popelovin. Přímé ohrožení lidského zdraví je nadřazeným hlediskem pro třídění odpadu. Jako škodlivé hodnotíme odpady infekční, toxické a radioaktivní. Nakládání s těmito odpady se řídí zvláštními hygienickými předpisy.

Odpad podle využitelnosti lze specifikovat jako odpad nevyužitelný, využitelný a využitelný jako využívaný a nevyužívaný. Nevyužitelný odpad může být použit jako

sekundární surovina, jak přímo tak i po určité úpravě. Rozhodující pro využitelnost jsou kvalitativní vlastnosti odpadu, ale zároveň i jeho množství v místě zdroje a místní podmínky. Dle místa vzniku rozdělujeme na komunální, (hlavní skupina je tuhý odpad z domácnosti) průmyslový a odpady ze zemědělství. Do odpadů zahrnujeme i odpadní teplo, které působí problémy ve velkých městech a průmyslových zónách, hlavně se jedná o chladicí odpadní vody, kde vypouštěním teplých odpadních vod se oteplují vodní toky a dochází tím ke zhoršování podmínek přirozených čistících procesů. Při neustálém obměňování surovinových zdrojů a technologických procesů lze jen dost obtížně charakterizovat jednotlivé druhy odpadů (Marek a kol., 1996).

V ČR se používá kategorizace na základě zákona o odpadech. V souladu s touto kategorizací je vypracovaný katalog odpadů, který vychází ze složení odpadů a jeho původu. Vyhláška MŽP, kterou se stanoví Katalog odpadů, Seznam nebezpečných odpadů a seznamy odpadů a států pro účely vývozu, dovozu a tranzitu odpadů a postup při udělování souhlasu k vývozu, dovozu a tranzitu odpadů. Každému odpadu je přiřazeno šestimístné katalogové číslo druhu odpadu:

- První dvojčíslí označuje skupinu odpadů (odvětví, obor, technologický proces)
- Druhé dvojčíslí označuje podskupinu (podle vzniku odpadu)
- Třetí pak označuje druh odpadu (charakterizuje daný odpad)

Příklad:

Katalogové číslo	Název odpadu
20 03 01	Směsný komunální odpad

Do skupiny 20 se řadí pouze odpad tehdy, jedná-li se odpady komunální nebo odpady podobné komunálnímu odpadu vznikající při nevýrobní činnosti podnikajících subjektů (Zákon č. 185/2001 Sb. o odpadech a o změně některých dalších zákonů, 2001; Vyhláška č. 381/2001 Sb., kterou se stanoví Katalog odpadů, 2001).

3.1.2 Rozložitelnost látek

Většina látek biosyntetického původu se rozkládá velmi rychle a zcela ve vodném nebo jiném přírodním prostředí. Avšak řada látek vytvořených lidskou činností, a i některé biosyntetické látky (např. pigmenty nebo polymery rostlinných buněk), jsou velice odolné vůči biologickému rozkladu. Pro organické sloučeniny a biologické reakce v ekosystémech můžeme za rozkladuvzdorné považovat látky, které za aerobních podmínek v přírodním nebo vodném prostředí mají období polovičního rozkladu (poločas) delší než jeden rok. Za obtížně rozložitelné lze v tomto smyslu označit sloučeniny s poločasem delším než dva dny. Některé látky jsou rozložitelné např. v aktivovaném kalu, který byl po dlouhou dobu adaptován. Tytéž látky však velice dlouhou dobu odolávají rozkladu, dostanou-li se do vodstva, v němž organismy schopné rozkládat tyto látky se vyskytují jen v malém množství, a proto je pravděpodobnost střetu molekul těchto látek s degradujícími organismy nepatrná vzhledem ke značnému zředění.

Doba jednoho roku jako kritérium rozložitelnosti je pokládána za přiměřenou pro vodné a pozemní ekosystémy, neboť látky, které v přiměřeném množství setrvávají v prostředí nebo organismu tuto dobu, mohou již ovlivnit nové generace organismu a akumulovat se v potravním řetězci. Doba delší než dva dny, určující látky obtížně rozložitelné, je určena se zřetelem na setrvání těchto látek v čistírně odpadních vod při dočištění nebo v přírodním systému, v němž delší zdržení není obvyklé. Výpomocně je možno pro posouzení rozložitelnosti látek použít BSK_5 , které bývá asi 50% teoretické spotřeby kyslíku (nejde-li o dusíkaté látky). Jde-li o látky neznámého složení, je možno jejich rozložitelnost odhadnout z poměru $CHSK_{cr} / BSK_5$, je-li poměr vyšší než 2, jde o látku vzdorující rozkladu.

Všeobecně lze konstatovat, že vzrůstající výroba se spotřebou průmyslových výrobků je hlavní příčinou tvorby rozkladuvzdorných látek. Ve spoustě případů je dokonce cílem výroba těchto látek pro svou trvanlivost (např. barvy). Pro likvidaci je nutno použít speciální zařízení s vysokou teplotou spalování a s vypírkou spalin včetně příslušné kontroly samotné likvidace (Tölgyessy and Piatrik, 1994a).

3.1.3 Nebezpečné látky v odpadech a nakládání s nimi

Během životního cyklu výrobku vznikají velká množství odpadních látek, které je nutno nejen odstraňovat z místa jejich vzniku, ale také zneškodňovat, aby se předcházelo a zabránilo jejich negativnímu působení na člověka a prostředí, ve kterém žije. Životní prostředí a zdraví lidí jsou ohrožovány především nebezpečnými odpady, tj. materiály, které svými fyzikálními, chemickými vlastnostmi mohou způsobovat akutní i dlouhodobé poruchy zdraví člověka nebo mít výrazně negativní účinky na životní prostředí (Tölgyessy and Piatrik, 1994a).

Nebezpečný odpad - odpad vykazující jednu nebo více nebezpečných vlastností uvedených v příloze č. 2 k zákonu o odpadech.

Nakládání s nebezpečnými odpady závisí především na druhu nebezpečného odpadu, přičemž se užívají dvě univerzální metody jeho likvidace. Hlavní metodou je jeho spalování (případně pyrolýza) za určitých podmínek, které jsou určovány jeho složením. Druhou možností, zvláště jedná-li se o anorganické odpady, je solidifikace. Nebezpečné odpady je také možné zneškodňovat jejich rozkladem nebo mineralizací. Avšak řadu problémů se zneškodněním je možno řešit odstraněním jejich toxické složky neboli detoxikací (detoxikační technologie) (Zákon č. 185/2001 Sb. o odpadech a o změně některých dalších zákonů, 2001).

3.2 Předcházení vzniku odpadů

Od 70. let minulého století se rozvíjely biologické vědy, které předurčovaly využití biologických postupů v průmyslových procesech, dříve čistě technických. Použití biokatalýzy v moderních biotechnologiích dává zcela nové možnosti ve výrobních procesech, díky zcela výjimečným vlastnostem enzymů coby katalyzátorů, jež výrazně snižují tvorbu vedlejších produktů při chemických reakcích a tím výrazně snižují tvorbu odpadů.

Biotechnologie mají stále větší úlohu jak v energetickém tak i mimoenergetickém nakládání s organickými odpady ze zemědělství a průmyslu, ale i biogenních odpadů z místních zdrojů. Zemědělsko-potravinářské odpady jsou ceněnými druhotnými surovinami nejen pro zemědělství a potravinářství, ale zároveň v oblasti biotechnologií. Odpady se zde využívají jako surovina pro přímou izolaci enzymů nebo jako substrát pro fermentaci mikroorganismů vykazujících nezbytné enzymové aktivity (Bisaria, 1991).

Pro výrobu aminokyselin, hydroxykyselin, alditolů, epoxidů, aldehydů, ketonů, aminů, antibiotik včetně polosyntetických antibiotik, nukleotidů, feromonů, prostaglandinů a jiných biologicky účinných látek, se stále častěji využívají biotechnologické procesy (většinou v kombinaci chemické a biokatalické syntézy) (Cruz et al., 2000).

Pro potravinářský průmysl znamená zavádění nových biotechnologií možnosti rozšíření klasických potravinářských výrobních procesů použitím nových kmenů mikroorganismů, nových forem biokatalýzy např. prostřednictvím heterogenních biokatalyzátorů a nových technologických procesů (např. membránových reaktorů), díky kterým se hlavně zvyšuje ekonomický aspekt výroby a zároveň se zmenšuje produkce odpadů a dopady na životní prostředí (Spelman 1994, Poonam et al., 2001).

3.3 Odpady nebo druhotné suroviny

Během 20. století člověk vyvinul technologie do takového stupně, že si zajistil velice vysokou životní úroveň, avšak úplně při honbě za zdánlivým blahobytem zapomněl, že spotřeba nikdy neprobíhá bez vedlejší produkce odpadů. Je pravdou, že dříve nad touto skutečností mohl mávnout rukou a dnes celý svět hovoří o obrovském „výbuchu odpadů“. Za tento stav je zodpovědný nejen nezužitkovatelný odpad, ale neméně se jedná i o velmi cenné druhotné suroviny, které jsou likvidovány bez jejího potenciálně obnovitelného využití. Přitom hlavním významem v řešení problému odpadů je právě využívání obrovských zdrojů druhotných surovin. V recyklaci odpadů z výroby i spotřeby a v zavádění nízkoodpadových, případně i bezodpadových, technologií do výrobní praxe spočívá terapie naší planety (Tölgyessy and Piatrik, 1984).

3.3.1 Recyklace odpadů

Recyklaci odpadů můžeme definovat jako obsáhlé opakované navrácení tuhých, tekutých a plynných odpadních látek zpět do oběhu a opětovné využívání odpadní energie a tepla. Zbytky, které zůstanou z výroby nebo ze spotřeby výrobků, jsou určeny k recyklaci. Ze zbytků, jež se nedají recyklovat, se stává odpad, který se dostává přímo nebo po úpravě do přírodního prostředí. Recyklačními procesy tedy můžeme vzniklý odpad navrátit zpět do

výrobních postupů, kde bude sloužit jako primární či sekundární surovina pro získání nových výrobků nebo jako zdroj energie.

Základy recyklace mají již hluboké kořeny, kdy se již v 19. století využíval použitý papír a zbytky textilu pro výrobu papíru. Jelikož opětovným využíváním odpadů se spotřebovává mnohem méně energie, zájem o recyklaci v 70. letech minulého století velmi stoupl, vzhledem k rostoucím cenám ropy. V dnešní době se nejedná jen o ekonomickou stránku recyklace nebo technologickou atraktivnost využití odpadů, ale především hloubka ekologické nevyhnutelnosti.

V minulosti se z důvodu jednostranné orientace výzkumu a vývoje pouze na produkci výrobků, opomíjela stránka produkce velkého množství odpadu. Produkce výrobků na jedno použití, především obalů, narůstala velice rychle, jelikož hygiena a mnoho dalších aspektů zrychlené distribuce diktují, aby se skoro vše balilo do malých dávek, včetně potravin. Ve většině případů se jedná o nevratné obaly.

V zájmu zachování tohoto trendu ve výrobě je třeba mnohem více podporovat nové a současně efektivnější postupy likvidace a využívání odpadů. Rozvoj se orientuje na tvorbu uzavřených cyklů, ve výrobních závodech i mezi výrobou a spotřebou. Na základě prognóz z těžby, úpravy surovin, získávání energie, průmyslové a zemědělské výroby jasně vyplývá, že pozornost věnovaná procesům recyklace a bezodpadovým technologiím budou pro tato odvětví povinná.

Při nakládání s odpady je nejvyšším stupněm řešení problému odpadů zabránění jejich tvorby použitím principů nízkoodpadových a bezodpadových technologií. Druhým stupněm je materiálové zhodnocení recyklací odpadů v původním výrobním cyklu. Další stupněm hospodaření s odpady je jejich využití v následných technologiích jako vedlejší suroviny, zdroje energie apod. Nejméně vhodný je návrat do přírodního prostředí organizovaným deponováním (Tölgyessy a Piatrik 1994b).

Využívání odpadů jako druhotných surovin znamená vyrábět více při shodné spotřebě primárních surovin za současného snížení spotřeby energie, materiálu a lidské práce. Na kvantitativní vyjádření možnosti uplatnění recyklace odpadu se používá tzv. recyklační index IR. Aby se odpad mohl efektivně využít, musí se zabránit jeho zředění a zabezpečit jeho shromažďování sběrem. Splnění této podmínky vyjadřuje tzv. shromažďovací index IC. Potenciální možnost zpracování odpadu a úroveň technické připravenosti recyklace

představuje tzv. zpracovatelský index IP. Recyklační index je pak dán součinem shromažďovacího a zpracovatelského indexu:

$$IR = IC \times IP$$

Shromažďovací a zpracovatelský index nabývají hodnot 0 až 1, čím je hodnota indexu bližší 1, tím je daná surovina lépe recyklovatelná. Použití recyklačních postupů má řadu omezujících faktorů, hlavně nesmí mít negativní vliv na životní prostředí. Recyklaci jde použít pouze v případě takových odpadů, jež jsou v dostatečně velkém množství a pokud možno v podobné kvalitě, aby z ekonomických a kvalitativních možností mohly konkurovat primárním surovinám. Ekonomické náklady na dopravu, třídění a na přípravu a předběžné zpracování druhotných surovin hrají neopomenutelnou roli v recyklačním procesu. V případě, kde je recyklace technicky realizovatelná, ale likvidace odpadů ekonomicky málo zajímavá, je nutno pro zvýhodnění jejího použití potřeba zvýšení ekonomického tlaku formou navýšení poplatků za znečišťování životního prostředí nebo podporou z veřejných prostředků či dalších zdrojů. Zaváděním uvedených postupů dohromady se snižujícím se podílem tvorby odpadů použitím nových technologických procesů dává předpoklady k zavádění máloodpadových a v některých dílčích případech téměř bezodpadových technologií. V potravinářském průmyslu je možno v některých případech (jako např. v masném či cukrovarnickém průmyslu) tyto prvky již pozorovat (Marek a kol., 1996).

3.4 Nakládání s odpady

Nejlepším odpadem je ten, který nikdy nevznikne. Hlavním způsobem jak nakládat s odpady je tedy zabránění jejich vzniku vhodnými technologickými a výrobními procesy apod. V případě, že se při daném životním cyklu výrobku nelze vyhnout vzniku odpadů, řadí se způsoby nakládání s odpady dle priority s ohledem účinku na životní prostředí a v souvislosti s celkovou ekonomickou stránkou (Tölgyessy and Piatrik, 1994a).

V rámci odpadového hospodářství musí být dodržována tato hierarchie způsobů nakládání s odpady:

- a) předcházení vzniku odpadů,
- b) příprava k opětovnému použití,

- c) recyklace odpadů,
- d) jiné využití odpadů, například energetické využití,
- e) odstranění odpadů.

Zefektivňování způsobu nakládání s odpady, zabráněním jejich vzniku u výrobce, je nutno řešit již při vývoji procesu nebo výběrem mezi různými alternativními postupy (Zákon č. 185/2001 Sb. o odpadech a o změně některých dalších zákonů, 2001).

3.4.1 Biologické procesy

Některé druhy odpadů se mohou odstraňovat, případně zužitkovat nejen fyzikálními a chemickými postupy, ale i postupy biologickými, respektive mikrobiologickými. Především se to týká organických odpadů. Existují však mikrobiologické postupy na ekonomické využití minerálních odpadů. Např. mikrobiologické vyluhování kovů umožňuje využití materiálu, který se doposud skladoval na haldách jako hlušina. Výhodou mikrobiologických procesů v porovnání s chemickými spočívá v tom, že neprodukují nedegradovatelné ani jinak škodlivé látky. Procesy probíhají za mírných podmínek, při teplotách kolem 70°C, bez zvýšeného tlaku a většinou i při hodnotách pH blízkých neutrální reakci (Tölgyessy and Piatrik, 1984).

3.4.1.1 Kompostování

Kompostování je možné definovat jako řízenou biologickou výrobu humusu. Přeměnou organické hmoty bioodpadů na humusní látky obsažené v kompostu zabezpečují převážně aerobní mikroorganismy, které potřebují ke svému životu kyslík. Proto je velmi důležité udržovat organické odpady na kompostech kypré a zrající kompost se co nejvíce provzdušňuje. Předpokladem dobrého průběhu kompostování je poměr C:N v čerstvém kompostu cca. 30 – 35 : 1. Optimální vlhkost čerstvého kompostu z drceného bioodpadu je v rozmezí 55 - 62%.

V celostátním měřítku vzniká ročně cca 1,9 mil. tun komunálních bioodpadů, připočteme-li k tomu množství ještě bioodpady ze zemědělské a lesní výroby, ze zpracovatelského průmyslu a odpady z čištění odpadních vod, docházíme k celkovému

množství 8,92 mil. t bioodpadů a celkem hodnota rostlinných živin a organických látek v těchto odpadech, kterou můžeme každoročně recyklovat, se pohybuje v rozmezí 3,5 - 5 miliard Kč.

Tuhé organické odpady jsou základem výroby kompostu využívaného v zemědělství jako cenná surovina při zúrodnování orné půdy. Zpracování tuhého odpadu (ze zemědělské výroby, potravinářského průmyslu, komunálního odpadu) na kompost má velký význam nejen z hlediska ochrany životního prostředí, ale hlavně z hlediska návratu organické části odpadů do zemědělské půdy. Kompostování mělo vždy velký význam pro rychlou obnovu úrodnosti půdy vyrobeným kompostem. Ekologický význam kompostování spočívá v recyklaci organické hmoty a živin do půdy a zabránění hnití organických odpadů v přírodním prostředí a na skládkách odpadů. Nekontrolovaným hnitím organických odpadů vzniká skleníkový plyn metan, který má až 27krát vyšší účinek při globálním oteplování než oxid uhličitý. Při hnití organických odpadů se uvolňují kyselé výluhy obsahující látky, které mohou negativně ovlivnit kvalitu spodních i povrchových vod.

Další výhodou zpracování bioodpadů kompostováním je hygienizace odpadů. Hynutí různých patogenních organismů při kompostování jsou důsledkem nejen hygienizačních teplot, které se projevují ve větších kompostových zakládkách a v tepelně izolovaných kompostérech, ale zejména vlivem přítomnosti tzv. metabiotických produktů, zejména antibiotik vznikajících mikrobiologickou činností ve zrajícím kompostu.

Výroba průmyslových kompostů je usměrněna legislativou odpadů, vodohospodářskou legislativou a legislativou hnojiv. Kompostování je možno realizovat na základě provozního řádu schváleného okresním úřadem, průmyslová kompostárna musí být vodohospodářsky zabezpečená s nepropustnou výrobní plochou a s jímkou na zachycování splachů a srážkových vod a vyrobený kompost, pokud je uváděn do oběhu prodejem, musí být registrován a musí splnit kritéria nezávadnosti na obsah rizikových prvků. Limitní hodnoty rizikových prvků v kompostu vyplývající z požadavku legislativy hnojiv patří mezi nejpřísnější v Evropě, což omezuje především kompostování čistírenských kalů a znemožňuje dříve často realizované kompostování rozdrčených tuhých domovních odpadů (Váňa, 2009; Váňa, 1994).

3.4.1.2 Anaerobní digesce

Stále se zvyšující spotřeba energie v celosvětovém měřítku a souběžně s ní se stále snižující odkryté rezervy fosilních paliv nás nutí věnovat čím dál větší pozornost obnovitelným zdrojům energie. K nim patří využití biomasy k produkci etanolu jako paliva pro automobilovou dopravu a metanu, respektive bioplynu jako alternativního paliva. Tato technologie je perspektivní nejen pro rozvojové státy, ale i vyspělé státy, kde jejich rozšíření může přispět k odstraňování stále rostoucího množství odpadů. V našich podmínkách je nejpravděpodobnější alternativní zpracování zemědělských odpadů, především živočišné výroby, organických podílů komunálních odpadů a průmyslových odpadů včetně čistírenských kalů na bioplyn.

Anaerobní digesce je mikrobiální přeměna organických látek bez přístupu kyslíku. V přírodě nastává obvykle pod vodní hladinou, na zavodněných rýžových polích, v trávicím traktu živočichů, dále např. v tělese skládky s biologicky rozložitelnými odpady. Tento proces může při zanedbání péče nastat i v přemokřených kompostech.

Hlavním původcem tohoto procesu jsou metanogenní bakterie, které navazují metabolické dráhy jiných mikrobiálních společenstev. Produktem anaerobní digesce je bioplyn. Můžeme se však setkat i s jinými názvy, které blíže specifikují bioplyn především podle místa, kde vzniká. Např. skládkový plyn, bahenní plyn, kalový plyn. Bioplyn je směs plynů s proměnlivým složením, které závisí na prostředí a využívaných substrátech. Jako průměrné složení bioplynu z bioplynových stanic lze uvést 65% metanu, 30% CO₂ a 5% ostatních složek (dusík, vodík, vodní pára, stopy sulfanu) (Habart, 2008).

3.4.2 Skládování

V případě, že není možno odpad přímo zužitkovat, je třeba použít postup zaručující jeho likvidaci takovým způsobem, aby co nejméně ohrozil životní prostředí. V případě tuhých odpadů jde zejména o ochranu půdy před jejím znečištěním. I když je možno považovat skládování odpadů z hlediska dlouhodobých prognóz za přechodnou fázi likvidace, je třeba si uvědomit, že se jedná o nejstarší, nejjednodušší, nejlacinější a nejrozšířenější způsob likvidace. Ve vyspělých zemích se skládkuje více než 90% odpadů. Určitým způsobem se dají skládky považovat jako rezervní sklady druhotných surovin.

Na skládkování odpadů se často používají lomy, neobhospodařované volné plochy, bažinaté pozemky apod. Řízené skládkování odpadu se realizuje na lokalitách, které vyhovují záměrům minimalizace dopadů skládkovaného odpadu na životní prostředí (Marek a kol., 1996).

V ČR toto skládkování upravuje vyhláška č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady. Skládky se dělí podle úrovně technického zabezpečení do tří skupin:

- inertní odpad (S-IO) – stavební suť
- ostatní odpad (S-OO) – komunální odpad – z domácností
- skládky nebezpečných odpadů (S-NO) – chemikálie a odpady, které jsou znečištěny jakoukoliv nebezpečnou látkou (Vyhláška č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, 2001).

Hlavním produktem biochemického rozkladu organických látek je skládkový plyn. Plyn je tvořen směsí metanu a oxidu uhličitého se stopami dalších plynů. Plyn vykazuje potenciální nebezpečí ze zdravotních důvodů, může dojít k explozi a zadušení lidí a ostatních živých organismů, ale také má i neblahý dopad na místní prostředí a pro svou reakci s půdou může vést i ke snížení úrody. Metan je jedním z hlavních skleníkových plynů, a proto je třeba co nejvíce zabránit uvolňování do ovzduší správným provozem skládky v souladu s provozním řádem. Každá skládka má omezené možnosti celkového objemu uloženého odpadu, a po dosažení určitého množství se skládka uzavírá a dochází k její rekultivaci (Kuraš, 1994).

3.4.3 Spalování

Spalování je nejradikálnější a hygienicky nejúčinnější způsob likvidace odpadů. Samotný proces je velmi složitým souhrnem mnoha pochodů a reakcí. V první fázi dochází pod vlivem tepla k tvorbě prchavých podílů pyrolýzy, které reagují s kyslíkem, po vznícení nastává hoření plamenem. Teplo uvolněné při hoření vyvolává sekundárně pyrolýzu zbytku tuhého materiálu, případně probíhá jeho oxidace (obsahuje-li větší množství uhlíku) bezplamenným hořením. Při dokonalém spálení organických odpadů vzniká oxid uhličitý, voda, malé množství oxidu uhelnatého a oxid dusíku. Z hlediska spalovacích vlastností

dělíme odpady na dobře spalitelné a těžko spalitelné. Dobře spalitelné jsou některé průmyslové odpady, které se podobají komunálním, tj. textilní odpad, obalový materiál, lepenka, folie apod. Těžko spalitelné odpady je třeba míchat s dobře spalitelnými v poměru, který ještě zaručí trvalé hoření směsi. K těžko spalitelným odpadům patří např. plasty a chemické látky obsahující chlor, fluor apod., galvanizační kaly a jiné toxické odpady, které při spalování za vysokých teplot vytvářejí slinutím ve vodě nerozpustnou strusku s chemicky vázanými toxickými složkami. S odpady se většinou spaluje menší množství (10 – 15%) ušlechtilých paliv (uhlí, olej, plyn), které mají funkci stabilizačního paliva. Odpady ze zdravotnictví se musí vždy spalovat (Kuraš, 1994).

3.4.4 Pyrolýza

K likvidaci, popřípadě zužitkování odpadu, je možno použít i pyrolýzu (zplynování či karbonizace). Jedná se o proces destrukce organických látek teplem za nepřístupu kyslíku, nedochází tedy ke vznícení a hoření látek. Rozdílem od spalování, je uvolňování metanu z reakční směsi a jiných uhlovodíků, přičemž zůstává karbonizací vzniklý uhlík. Tento tuhý zbytek je možno použít po výrobu aktivního uhlí. Velký problém představuje vznikající voda, která neuniká ve formě páry jako při spalování. Na jednu tunu komunálního odpadu připadá asi 300 litrů silně znečištěné vody, především dalšími produkty pyrolýzy na bázi uhlovodíkových olejových frakcí. Tyto hydrofobní frakce je možno spalovat nebo zpracovávat na další produkty. Podmínky pyrolýzy se dají relativně dobře regulovat podle potřeby, druhu odpadu a typu zařízení. Lze ji provádět při normálním tlaku, při zvýšeném tlaku, nebo naopak za vakua, může být katalyzována a může být prováděna za různých teplot. Další výhodou je možnost ekonomické produkce topného plynu i na zařízeních s menší kapacitou. Další nedílnou výhodou je z hlediska ochrany ovzduší, jelikož celý proces probíhá v uzavřeném prostředí (Kuraš, 1994).

3.4.5 Solidifikační procesy

Solidifikační procesy slouží k závěrečnému zajištění nebezpečných odpadů. Solidifikace (zpevnování) nebezpečných odpadů je proces, při němž je zneškodňovaná látka převáděna z různého skupenství (kapalného, plynného, prach, disperze apod.) do předem stanovené a objemově jednotné formy. Hlavním cílem je tedy úplné zamezení nebo

zpomalení migrace nebezpečné složky do životního prostředí. Dále pak získání produktu ve formě snadno manipulovatelné, s mechanickými vlastnostmi zajišťující bezpečný převoz na místo uložení a dobrou mechanickou únosnost pro uložení ve více vrstvách. Zároveň vytvoření podmínek pro jednoduché uložení do požadované dispozice úložiště. Před solidifikací je třeba rozhodnout na základě vlastností odpadu o jeho dlouhodobém skladování buď jako nebezpečného odpadu, který je v rámci dnešních znalostí nevyužitelný (a tudíž se musí deponovat), je však značně pravděpodobné, že při vývoji nových účinnějších technologií a využívání druhotných surovin se může ještě v budoucnu využít. Nebo v druhém případě jako nebezpečný odpad, který bude s velkou pravděpodobností nevyužitelný po celou dobu jeho nebezpečnosti.

Pro první druh nebezpečných odpadů je vhodná např. tabletace či briketování a vitrifikace. Pro trvalé uložení odpadů se používá zpevňování odpadů hydraulickými pojivy. Nejvíce portlandské cementy vyšších pevnostních tříd, struskoportlandské cementy a struskové cementy s vysokými sorpčními vlastnostmi. Mezi solidifikační procesy patří i fixace do sádry odpadající absorpčních věží odsiřování spalin. Solidifikační procesy u nebezpečných odpadů lze však považovat za krajní řešení nakládání s odpady, kdy již byly vyčerpány všechny možnosti využít je jako suroviny v jiných odvětvích (Kuraš, 1994).

3.5 Odpady z potravinářského průmyslu

Potravinářský průmysl zahrnuje široké odvětví, které vyrábí potraviny, poživatiny, pochutiny, nápoje a také suroviny a polotovary pro další průmyslová odvětví. Do potravinářského průmyslu patří mlékárenský, tukový, drůbežářský a masný průmysl, mrazírenský a rybny průmysl, cukrovarnický průmysl, čokoládovny, škrobárny, mlýny a pekárny, průmysl trvanlivého pečiva, konzervárny a lihovary, pivovary a sladovny, nápojářský průmysl, vinařské závody a další výroby (výroba hotových pokrmů, výroby lahůdek, systémy hromadného stravování atd.). Ve srovnání s jinými odvětvími hospodářství zpracovává ekonomicky náročné suroviny, proto je komplexní zpracování zemědělských produktů s minimalizací tvorby odpadů a s jejich maximálním využitím nutností. Význam takového přístupu se bude v budoucnu ještě zvyšovat v souvislosti s celosvětovým problémem zajištění výživy narůstající světové populace. Odpady ze zemědělství a z

potravinářského průmyslu lze přepracovat s větší či menší účinností na zemědělsky či jinak využitelné druhotné suroviny, např. krmiva, hnojiva apod (Marek a kol., 1996).

Část odpadů z potravinářského průmyslu je součástí odpadních vod s různým stupněm znečištění. Ve většině potravinářských provozů je základní podmínkou úspěšného řešení problematiky odpadních vod oddělení jednotlivých druhů a zavedení jejich vícenásobného použití. S ohledem na charakter látek obsažených v odpadních vodách z potravinářských výrob (snadná biologická rozložitelnost) je v závislosti na druhu výroby uplatňován buď pouze aerobní biologický stupeň čištění, nebo při vyšším obsahu organických polutantů kombinace anaerobního a aerobního stupně biologického čištění (Marek a kol., 1996).

Zpracování a likvidace odpadů z potravinářských výrob je důležitou složkou celkové potravinářské produkce. Odpady z potravinářských výrob zahrnují objemné tuhé odpady, odpadní vody a plynné polutanty. Ve většině případů jsou zdrojem různých problémů se znečištěním životního prostředí a tím i předmětem nutnosti řešení ve většině zemí. Zpravidla největším problémem je oblast odpadních vod, neboť potravinářské výroby v sobě zahrnují řadu jednotlivých postupů jako je praní, extrakce, odpařování, filtrace atd. Odpadní vody vzniklé při těchto postupech běžně obsahují vysoké koncentrace suspendovaných částic a rozpustných organických látek jako jsou sacharidy, bílkoviny a lipidy, které představují obtížný ekologický problém. V Tab. 1 je pro názornost uvedena souhrnná charakteristika odpadů z vybraných potravinářských výrob (Hansen, 2000).

3.5.1.1 Tab. 1 Charakteristika vybraných odpadů potravinářských výroby (Hansen, 2000)

Parametry kontaminace (mg/l)				
Odpad	BSK ₅ ¹⁾	SL ²⁾	Bílkovina	Tuk
Mlékárenství	1000 - 4000	1000 - 2000	6 - 82	30 - 100
Rybný průmysl	500 - 2500	100 - 1800	300 - 1800	100 - 800
Zpracování ovoce	1200 - 4200	2500 - 6700	-	-
Masný průmysl	1000 - 6500	100 - 1500	350 - 950	15 - 600
Drůbežářský průmysl	200 - 1500	75 - 1100	300 - 650	100 - 400
Zpracování zeleniny	1000 - 6800	100 - 4000	-	-
Komunální odpad	100 - 300	100 - 500	150 - 530	0 - 40

¹⁾ Biologická spotřeba kyslíku za 5 dní

²⁾ Celkový obsah suspendovaných pevných látek

Technologické postupy na odstraňování hlavních polutantů jako je rozpuštěná a suspendovaná organická hmota vznikající v potravinářském průmyslu mohou být obecně rozděleny na fyzikální, chemické a biologické postupy. Biologické postupy je možno dále rozdělit na aerobní a anaerobní. V případě aerobních postupů jsou sacharidy, bílkoviny a lipidy obsažené v odpadech převáděny pomocí mikroorganismů na mikrobiální biomasu a oxid uhličitý, zatímco bez přístupu vzduchu (při anaerobních procesech) jsou uvedené složky odpadů transformovány pomocí metanogenních bakterií na bioplyn (metan), případně na organické kyseliny nebo pomocí kvasinek na etanol. Při rozhodování o vhodné technologii na likvidaci odpadů hraje klíčovou roli množství a charakteristika odpadů, technická a cenová náročnost použité technologie a hodnota vytvořených druhotných surovin či druhu energie na trhu. V souvislosti s různými zdroji surovin i použitých technologických postupů se složení odpadů z jednotlivých potravinářských výroby značně liší, proto jsou i následné postupy jejich likvidace mnohdy značně rozdílné, i když jednotlivé operace v daných technologiích mohou být často shodnou součástí celého systému zpracování odpadů (Marek a kol., 1996).

3.5.2 Cukrovarnický průmysl

Evropský cukrovarnický průmysl v současné době čelí rostoucí konkurenci ze strany cukrové třtiny poté, co Evropská unie otevřela trh s cukrem. Továrny na cukrovou třtinu jsou obvykle soběstačné výrobou energie spalováním odpadního materiálu (bagasses) vznikajícího lisováním cukrové třtiny. Zatímco továrny na cukrovou řepu mají vysoké náklady na vstupní energie, kolem 170 - 330 kWh na 1 tunu zpracování cukrové řepy, kromě sušení vyslazených řízků (Brooks et al., 2008).



3.5.2.1 Obrázek - Cukrová řepa před zpracováním (upraveno dle http://cs.wikipedia.org/wiki/Cukrov%C3%A1_řepa)

Cukr řepný nebo třtinový (disacharid sacharosa) je produkován řadou rostlin, ve významnějších koncentracích se nachází v bulvách cukrové řepy a v cukrové třtině, které jsou využívány k výrobě cukru v cukrovarech.

Nejvýznamnějším vedlejším produktem výroby cukru je melasa obsahující asi 48 % sacharosy, 18 - 21 % různých organických látek, 9-12 % popela a 20 % vody (Satyawali and Balakrishnan, 2007).

Melasa má vysokou hodnotu jako zdroj uhlíku, je základní surovinou pro fermentační procesy, využívá se zejména pro výrobu líhu a droždí, lze ji využít jako substrát při jiných fermentačních výrobcích, např. kyseliny citrónové, akonitové, itakonové, šťavelové, máselné a mléčné, dále při výrobě glycerolu, butylenglykolu, butanolu, acetonu, technického dextranu a

dalších produktů, které se mohou připravovat fermentačními postupy. Melasa je také využívána jako substrát při produkci biomasy na krmění, např. při výrobě kvasničného krmiva (toruly), případně může být zkrmována přímo. S ohledem na široké možnosti využití melasy je tato chápána spíše jako cenná surovina než vedlejší produkt či odpad (Chang a Lai, 1987).



3.5.2.2 Obrázek – Melasa (upraveno dle <http://cs.wikipedia.org/wiki/Melasa>)

Dalším významným vedlejším produktem výroby cukru jsou vyslazené řízky. Řepné řízky po výstupu z extraktoru obsahují asi 93 % vody, která se odstraňuje vylisováním na obsah sušiny 12 % (řízky určené na sušení se lisují na 16 – 17 nebo 20 – 24 % sušiny). Lisované řízky jsou velmi hodnotným krmivem. Sušené řízky se lisují do briket, někdy se jejich krmná hodnota zvyšuje melasou nebo amoniakem. Z propraných řízků se také vyrábí dietní vláknina. Nicméně zvýšení cen energií vede ke zvýšení nákladů na sušení řízků, a proto se snižuje zisk jejich prodejem jako krmiva. Např. v americkém Crystal Sugar Company (East Grand Forks) jsou náklady 75 dolarů na tunu sušených řízků (Koppar and Pullammanappallil, 2008). Řízky jsou slibným substrátem pro výrobu bioplynu (Brooks et al., 2008; Hutnan et al., 2000).



3.5.2.3 Obrázek - Lisované řízky ke spotřebě (upraveno dle <http://www.pglbc.cz/files/chv/cukr/rizky4.html>)

Dalším zužitkovávaným vedlejším produktem výroby cukru je saturační kal získávaný po čerění a saturaci difúzní šťávy. Oddělený kal obsahuje přibližně 40 % uhličitánu vápenatého, 0,5 % draslíku, 0,1 – 0,4 % dusíku, 0,5 – 2 % kyseliny fosforečné, 7 – 12 % organických látek, 1 % sacharosy a asi 45 – 50 % vody. Používá se jako hnojivo pro neutralizaci kyselých půd, jako přídatek do kombinovaných krmiv a jako složka substrátu při fermentačních procesech, zejména pro neutralizaci média při kvasných výrobách kyselin, např. kyseliny mléčné.

Saturační kal má poměrně dobrý potenciál k výrobě bioplynu asi 300 ml - CH₄/g přivedených organických látek, kofermentací 5% saturačního kalu s kravským hnojem. Při koncentracích saturačního kalu vyšších než 15% dochází k potlačení fermentačních procesů kvůli jeho vysokým obsahům iontů (Fang et al., 2011a).

Průměrný výnos metanu 280 ml - CH₄/g přivedených organických látek byl získán z termofilního reaktoru kofermentací 50% vyslazených řízků s hnojem. Kravský hnůj je velmi dobrým substrátem při kofermentaci se zemědělsko-průmyslovými odpady, přičemž

napomáhá ředění koncentrovaných substrátů, poskytuje zásobní kapacitu kapacitu a živiny (Fang et al., 2011b).



3.5.2.4 Obrázek - Saturační kal (upraveno dle <http://www.pglbc.cz/files/chv/cukr/kal.html>)

3.5.3 Výroba škrobu a mouky

Jako suroviny pro výrobu škrobu se u nás používají zejména brambory obsahující asi 18 % škrobu, dalšími zdroji jsou cereálie, zejména pšeničná mouka s obsahem škrobu asi 70 % a kukuřice s obsahem asi 50 % škrobu. Při výrobě škrobu z brambor vzniká jako hlavní vedlejší produkt vláknina, která se lisuje nebo suší a poté se používá ke zkrmování pro hovězí dobytek. Zatímco spotřeba brambor klesá, produkty jako jsou hranolky, chipsy a pyré zaznamenaly zvýšení produkce. Ztráty způsobené loupáním brambor se pohybují v rozmezí od 15% až 40% jejich váhy, v závislosti na použitém postupu (Scieber et al., 2001).

K anaerobní digesci je také vhodným materiálem bramborová vláknina a bramborové olupky (Kryvoruchko et al., 2009).



3.5.3.1 Obrázek - Výroba škrobu z brambor (upraveno dle <http://kz.all.biz/img/kz/catalog/130302.jpeg>)

Dalším velmi významným vedlejším produktem je plodová voda (potatoe juice), která je velmi cenným biologickým substrátem, obsahují minerální látky (draselné soli, kyselinu fosforečnou, soli biogenních prvků), cukry (glukosu, fruktosu, sacharosu, minoritní galaktosu, rhamnosu, polysacharidy, dextriny atd.), volné aminokyseliny, proteiny a jejich štěpy s vyšším obsahem zejména bazických aminokyselin, cholin, acetylcholin, purinové a pyrimidinové báze, vitaminy (vitamin C, vitaminy skupiny B, vitamin A, biotin, vitamin K apod.), organické kyseliny (citronovou, jablečnou), barviva (karotenoidy, u hlíz s červenou slupkou anthokyany), saponiny, steroidní glykoalkaloidy, fenoly a další složky buněk pletiva hlíz, která je využívána k výrobě bioplynu prostřednictvím anaerobní digesce. V posledních letech se produkce bioplynu v Evropě stále zvyšuje, primární produkce bioplynu dosáhla v roce 2008 kolem 7,5 milionu tun ropného ekvivalentu (Stolpp, 2010).

Velmi účinným anaerobním systémem k nakládání s průmyslovými odpadními vodami je UASB reaktor (Upflow Anaerobic Sludge Blanket), který funguje na bázi kalového lože granulované biomasy a jeho nástupce EGSB reaktor (Expanded Granular Sludge Bed), pracující s granulovanou anaerobní biomasou v expandovaném loži (Gomec, 2010; Sevilla-Espinosa et al., 2010).

Jak již bylo napsáno, plodová voda je dobrým substrátem pro výrobu bioplynu. Výnosový potenciál metanu byl stanoven v dávkových pokusech 470 ml - CH₄/g přivedených organických látek. Bramborová šťáva může být použita v reaktoru UASB při nejvyšším organickém zatížení 5.1 g CHSK / (l-reaktor. d) s výnosem metanu 240 ml - CH₄/g přivedených organických látek. EGSB reaktor by mohl být provozován na nejvyšší organické zatížení 3,2 g CHSK / (l-reaktor. d) s výnosem metanu 380 ml - CH₄/g přivedených organických látek (Fang et al., 2011c).

Vedlejším produktem výroby pšeničného škrobu je lepek. Extrahovaný lepek z pšenice se dá využít jako ekonomicky výhodná fermentační surovina k výrobě bioetanolu (Arifeen et al., 2007).

Suchý jedlý lepek se používá jako rostlinná aditivní bílkovina do různých výrobků a jako surovina pro výrobu polévkového koření. Technický lepek nachází uplatnění v obuvnickém průmyslu.

Otruby z pšeničné mouky se zkrmují. Z výroby kukuřičného škrobu odpadá bílkovina gluten. Podobně jako lepek nachází uplatnění při výrobě bílkovinných hydrolyzátů a jako aditivum v potravinářském průmyslu. Z kukuřičných klíčků se lisuje olej bohatý na nenasycené mastné kyseliny. Pevné zbytky z výroby kukuřičného škrobu, tzv. kukuřičné mláto (hrubá a jemná vláknina, gluten, výlisky z klíčků) se po vylisování a usušení používá jako substrát při výrobě antibiotik, případně se zkrmuje.

Odpady z výroby mouky, vznikající především při čištění zrna, se dělí na krmné a nekrmné. Ke krmným patří zejména části obilek a zrna jiných potravinových nebo krmivových kultur. Nekrmnými odpady rozumíme plevy, slámu, semena plevelů, minerální příměsi apod., tyto odpady se zpravidla kompostují. V některých případech je výhodné nekrmné odpady třídit, např. oddělit semena rostlin využitelná pro farmaceutický průmysl nebo pro jiné účely. Pšeničné nebo kukuřičné klíčky se zpracovávají na hodnotné rostlinné oleje, na výrobu produktů racionální výživy apod. Nehodnotné nekrmné odpady lze také využít jako palivo, buď přímo, nebo po úpravě (briketováním apod.). Při mletí obilí se v závislosti na vymílacím klíči získává 17 – 20 % otrub, které jsou využívány jako cenná složka krmiv (Scieber et al., 2001).

3.5.4 Zpracování masa



3.5.4.1 Obrázek - Masný průmysl (upraveno dle <http://www.progast.cz/images/big/masny-prumysl.jpg>)

Zpracování masa při správném provedení může být příkladem bezodpadové technologie. Významným vedlejším produktem masného průmyslu jsou tuky, tj. hovězí lůj a vepřové sádlo. Zpracovávají se přímo v masném průmyslu pro potravní účely, nebo jsou jako surovina předávány do tukového průmyslu. Vedle hlavního podílu tuků získaných škvárením suchou nebo mokrou cestou nacházejí podobné využití také tuky z dalších odpadů (zachycené v lapačích, separované např. odstředěním z vývarů apod.).

Za vedlejší produkt lze považovat také droby (játra, ledviny, jazyky, maso z hlav atd.). Droby jsou omezeně údržné, proto se co nejrychleji zmrazují a předávají do tržní sítě, nebo se zpracovávají společně s masem do masných výrobků. Do určité míry jsou také zpracovávány farmaceutickým průmyslem. Pro tyto účely jsou pečlivě tříděny a okamžitě zmrazovány podle jednotlivých druhů. Významným vedlejším produktem je krev. Ta se po vykrvení stabilizuje proti srážení (chemickou stabilizací, defibrinací), konzervuje se a dále zpracovává buď k lidské výživě (kulinární úprava, krevní masné výrobky, konzervy atd.), na krmiva nebo pro technické účely. Po odstředění se získá plazma, která v nativním stavu nebo po úpravách může sloužit jako zdroj aditivních bílkovin, náhrada vaječného bílku apod. Střevo a další části

trávicího traktu se používají jako obaly na masné výrobky. Vedle použití v masném průmyslu nacházejí uplatnění také pro výrobu strun, na šití kůže apod. Předžaludky skotu slouží jako oblíbená potravina (držt'ky). Kůže představují významnou surovinu pro zpracovávání v koželužnách na usně. Vepřové kůže se často zpracovávají jako přísada do masných výrobků (po uvaření a dokonalém rozmělnění). Z hovězích kůží se rovněž vyrábějí klihatková střeva. Kůže jsou také využívány jako surovina pro výrobu kvalitního kolagenu a želatiny. Rohovina (rohy, paznehty, spárky) se využívá jako surovina pro výrobu bílkovinných hydrolyzátů, krmných směsí, řezbářských výrobků apod. Z kopyt se získává paznehtový olej. Štětiny a žíně se po očištění a vysušení předávají ke zpracování do kartáčoven. Žlázy s vnitřní sekrecí jsou cenným zdrojem hormonů a dalších farmakologicky významných látek. V masném průmyslu se hned po vytěžení konzervují (rychlým zmrazením) a poté se předávají do farmaceutického průmyslu na výrobu léků (Marek a kol., 1996).

Obsahy trávicího traktu, které činí až 14 % hmotnosti zvířete, se mohou zpracovávat na hnojiva, nebo se z nich může v anaerobních reaktorech vyrábět bioplyn. Anaerobní digescí směsi vedlejších produktů masného průmyslu (obsahy trávicího traktu, jateční kal z odpadních vod, shrabky ze záchytných česlí na ČOV), společně s kejdou mléčného skotu (směs v poměru 1:3) zlepšuje produkci metanu. Příprava směsi ultrazvukem ještě více zlepší produkci metanu a biodegradaci. Potenciální produkce metanu (metan production potentials - MPP) se pohybuje mezi 300 - 360 m³ CH₄/t přivedených organických látek (volatile solids - VS) (Luste et al., 2012).

Obsahy předžaludků a žaludků se zpracovávají nejčastěji kompostováním. Kostí se používají pro výrobu želatiny, bílkovinných vývarů, krmných mouček a na výrobu hnojiv. Masokostní moučka (meat and bone meal) je vedlejším produktem jatečných odpadů a nízkorizikových konfiskátů živočišného původu. Tyto zbytky se rozvaří, vysuší, rozemelou a sterilizují za zvýšeného tlaku. Masokostní moučka je považována za hlavní důvod rozšíření onemocnění označovaného jako Bovinní spongiformní encefalopatie (BSE) mezi skotem. V poslední době však sílí názor, že za přenos BSE masokostní moučka vždy nemůže, protože k nálezům dochází i přesto, že z krmné dávky byla vyřazena v Evropské unii již v roce 1990. V Evropě se vyrobí přibližně 3 miliony tun ročně (DG Health and Consumer Protection, 2000). V současné době je masokostní moučka buď spalována nebo spoluspalována v cementářských pecích ve většině evropských zemí, kde je dosahováno výhřevnosti (asi 21,4

MJ / kg). I když v některých zemích, jako ve Španělsku, je ukládána na skládky (Soni, et al., 2009).

Peří z drůbežářských závodů se kromě tradičního použití do polštářů a příkrývek používá k výrobě dusíkatého krmiva (pěřová moučka). Alkalickou hydrolýzou pěřové bílkoviny (keratinu) se vyrábí stabilizátor vzduchomechanické pěny (afrodon), která se používá do náplní hasicích přístrojů, k výrobě lehčených stavebních materiálů (pěnobetonu, pěnových isolačních tvárnic, pěnošamotu). Odpadové peří se rovněž přidává do tzv. kafilerní pasty – za tlaku zpracovaných kafilerních odpadů využitelných jako krmivo. Hlavy, běháky a další odpad z drůbeží porážky může být surovinou pro výrobu želatiny, z hřebínků se získává kyselina hyaluronová (Marek a kol., 1996).

3.5.5 Zpracování mléka

Mlékárenský průmysl vzrostl v mnoha zemích na světě, stejně jako v Evropě díky spotřebitelské poptávce a je jedním z největších zdrojů průmyslových odpadních vod. Do odpadních vod přechází asi 1 % zpracovávaného mléka. Odpadní vody z mlékárenství se dají rozdělit jednak na chladicí vody a mycí a oplachové vody, které obsahují zbytky mléka a dezinfekčních a čisticích prostředků. Mycí a oplachové vody jsou velmi znečištěné (BSK₅ se pohybuje od 900 do 3000 mg/l), protože mléko a vedlejší produkty mají extrémně vysoké hodnoty BSK₅ (čerstvé mléko má 102000 mg/l, syrovátka 32000 mg/l). Hlavní část vod vzniká z vyplachování konví, nádob a umývání technologických zařízení (Audic et al., 2003).



3.5.5.1 Obrázek - Mlékárenský průmysl (upraveno dle <http://www.buschpumps.cz/typo3temp/GB/f677da049c.jpg>)

Nezanedbatelným vedlejším produktem zpracování mléka je podmáslí charakteristické, svým vysokým obsahem fosfolipidů, laktosy, kyseliny mléčné a popela. Podmáslí se uplatňuje jako dietetikum, průmyslově se zpracovává na kasein a soli kaseinu nalézající uplatnění jako aditiva v pekárenství. Dále se z odpadů mlékárenského průmyslu využívá prací voda z praní máselných zrn, která se pro svůj vysoký obsah bílkovin využívá jako krmivo (Marek a kol., 1996).

3.5.6 Výroba tuků a olejů

Tuky a oleje tvoří významnou složku výživy, jejich spotřeba v celosvětovém měřítku postupně vzrůstá. Asi tři čtvrtiny světové produkce slouží k lidské výživě, zbytek se zpracovává na mýdla, detergenty, barviva, krmiva apod.

Technologický postup zpracování závisí na charakteru suroviny. Rostlinné oleje se získávají ze semen a plodů olejnatých rostlin: řepky, podzemnice, slunečnice, soji, bavlníku, palmy olejné a kokosové. Surovina se před lisováním čistí a upravuje. Základní operace čištění a sušení se provádí ještě před uskladněním. Semena se loupají, melou a zahříváním parou se klimatizují. Záhřevem dochází k rozrušení rostlinných buněk, k částečné denaturaci bílkovin, ke snížení viskozity oleje a dalším procesům, které usnadňují získávání oleje. Zároveň dochází k inaktivaci lipolytických enzymů. Olej se z rozemletých semen získává lisováním nebo extrakcí organickými rozpouštědly (např. petroletherem, n-hexanem, etanolem). Při extrakci vzniká roztok oleje v rozpouštědle, ze kterého se olej získává po oddestilování rozpouštědla v odparkách. Malé části semen se z oleje odstraní filtrací. Po lisování zůstávají pokrutiny, po extrakci extrahovaný šrot. Při rafinaci surového oleje se odstraní netukové složky a volné mastné kyseliny. Hrubé nečistoty se odstraňují usazováním, filtrací nebo odstředováním. Olej bez hrubých nečistot se odslizuje propíráním vodou. Při hydrataci vzniká hydratační kal, který se odděluje na diskových odstředivkách. Volné mastné kyseliny se odstraní propráním alkáliemi, po neutralizaci se vzniklý mýdlový kal oddělí sedimentací. Zbytky mýdel se odstraní propráním horkou vodou a olej se za použití adsorbentů bělí. Poslední fází rafinace je deodorace, která se provádí vakuovou destilací oleje při teplotě 160 - 220 °C. Hydrogenací rafinovaných olejů se připravuje margarín a pokrmové tuky. Z mýdlového kalu (soapstocku) vznikajícího při rafinaci se získávají mastné kyseliny. Živočišné tuky se získávají škvařením tukového vaziva, tkání a kostní dřeně. Tavení tuků se

provádí v otevřených kotlích nebo v uzavřených nádobách za zvýšeného tlaku nebo podtlaku (Marek a kol., 1996).



3.5.6.1 Obrázek - Olej a peletky z biomasy olejnatých rostlin (upraveno dle <http://www.nazeleno.cz/Files/FckGallery/Nov%C3%BD%20objekt%20-%20WinRAR%20ZIP%20archiv.zip/03.jpg%20venas.sk.jpg>)

Celosvětová produkce slunečnicového oleje za období 2008-2009 byla 32,8 milionů tun s produkcí asi 42% vedlejších produktů ve formě extrahovaného šrotu (sunflower oil cake - SuOC) vznikajícího po vylisování nebo extrakci, což znamená, že bylo vyprodukováno 13,4 milionů tun tohoto odpadu. Na obsah bílkovin jsou bohaté zejména extrahovaný šrot ze soji, slunečnic a podzemnice, které obsahují až 50 % bílkovin. Tento odpad se používá jako krmivo pro zvířata nebo k dalším biotechnologickým úpravám (Raposo et al., 2008).

Extrahovaný šrot je možné využít k produkci bioplynu. Potenciální výtěžnost metanu se pohybuje kolem 200 ± 10 ml CH_4 / g přivedených organických látek, v závislosti na velikosti částic a obsahu ligninu (Raposo et al., 2008; Antonopoulou et al., 2010).

Další možností energetického využití je pyrolýzou v pyrolýzní peci s plazmovým hořákem spalin. Ko-pyrolýzou s uhlíčanem draselným a oxidem zinečnatým se zlepšuje

proces. Využití plazmového hořáku zabraňuje tvorbě dehtu a vzniká tím velmi kvalitní biopalivo (Shie et al., 2008).

Ve světě je věnována pozornost i využití šrotu pro lidskou výživu, největší uplatnění zatím dosáhl sojový šrot, např. v USA se pro lidskou výživu využívá asi 3 % z celkového množství. Pro vysoký obsah bílkovin může být šrot surovinou pro izolaci bílkovin.

Další významnou druhotnou surovinou je hydratační kal, ze kterého se získává lecitin. Pro potravinářské účely se používá téměř výhradně lecitin připravený ze sojového oleje. Lecitiny z ostatních olejů se zkrmují, nebo se používají pro technické účely.

Důležitou druhotnou surovinou vznikající při zpracování tuků je mýdlový kal (soapstock), ze kterého se získávají tzv. rafinační mastné kyseliny. Soapstock může rovněž sloužit jako výchozí surovina při přípravě detergentů, bionafty (methylesterů mastných kyselin) a k dalším aplikacím. Vedlejším produktem rafinace olejů jsou též rostlinné steroly, které mohou být využity jako surovina ve farmaceutickém průmyslu (Haas, 2005).

Sato et al. (2008) si nechali patentovat proces, při kterém je produkována bionafta přes enzymatickou katalýzu využívající jako zdroje mýdlový kal.



3.5.6.2 Obrázek - Biopaliva v automobilové dopravě (upraveno dle http://arnika.org/soubory/obrazky/prospotrebitele/priklady_USV/biopaliva/biopaliva_ilustrace.jpg)

3.5.7 Zpracování ovoce a zeleniny

Z konzervářské výroby odpadá velké množství různých vedlejších produktů a odpadů: výlisků, slupek, dřeně, jader, pecek a dalších odpadů. Významným vedlejším produktem jsou výlisky po lisování ovocných šťáv. Všechny výlisky lze zkrmovat v čerstvém stavu nebo silážované s čerstvou siláží, řepnými výlisky a s dalšími krmivy. Výlisky je možné stabilizovat sušením. Největší objem činí jablečné výlisky.

Kromě zkrmování jsou jablečné výlisky používány k výrobě jablečného pektinu. Vzhledem k podobnosti pektinu a kyseliny alginové, jsou tyto na pektin bohaté vedlejší produkty slibné k použití jako biosorbenty (Kartel et al., 1999).

Z výlisků jsou též vyráběny vlákninové dietetické preparáty, dietní vláknina a podobné produkty (Larrauri et al., 1999).



3.5.7.1 Odpady z ovoce a zeleniny (upraveno dle http://www.bio-info.cz/uploads/images/Sustainability/jidlo_odpad.jpg)

Další možností využití ovocných odpadů je anaerobní digestce, která produkuje energii ve formě metanu, zároveň dochází ke stabilizaci a úpravě odpadních produktů. Některé

odpadní vody mohou být likvidovány konvečními aerobními procesy, avšak tyto procesy jsou energeticky a finančně náročné (Kansal et al., 2004).

Odpadní vody z potravinářského průmyslu jsou velmi bohaté na obsah organických látek, které jsou potenciálním zdrojem pro výrobu metanu (Viswanath et al., 1992).

Další druhotnou surovinou jsou jádra pecek, ze kterých se extrahují oleje používané pro kosmetický průmysl, farmaceutické účely apod. Po extrakci se jádra zkrmují podobně jako v případě olejnin. Prakticky shodné uplatnění mají jádérka odpadávající při výrobě rajčatového protlaku nebo při lisování rybízu. Jádra meruňkových pecek jsou využívána k výrobě tzv. persika, které je surovinou v cukrovinkářském průmyslu a při výrobě náplní do čokoládových výrobků. Skořápky z pecek mohou být po úpravě použity jako plnivo do stavebních materiálů, mohou být využity k výrobě aktivního uhlí, případně k získání energie jejich spálením (Marek a kol., 1996).

3.5.8 Výroba sladu a piva

V potravinářském průmyslu pivovarnictví zaujímá strategickou ekonomickou pozici s roční světovou produkcí piva vyšší než 1,47 miliardy hektolitrů v roce 2003 (EBS, 2003).

Při výrobě piva jsou nejcennějšími vedlejšími produkty sladové mláto a pivovarské kvasnice. Sladové mláto se odděluje od zcukřeného rmutu, obsahuje nerozpustné zbytky sladu, plev, nezcukřeného škrobu a dalších rozpuštěných látek z endospermu a také další látky, které se srazily při rmutování. Ze 100 kg sladu se získá asi 110 - 120 kg mokrého mláta se 75 - 85 % vody. Mokré mláto je velmi nestabilní, musí se rychle spotřebovat nebo vhodným způsobem konzervovat. Mláto je vzhledem ke složení aminokyselin hodnotným krmivem, jehož hodnota se ještě zvýší přidávkem autolyzátu kvasnic. Pokud není zajištěn okamžitý odbyt, konzervuje se sušením a ojedinele silážováním (Knirsch, 1999).



3.5.8.1 Obrázek - Sladové mláto (upraveno dle http://web2.mendelu.cz/af_222_multitext/krmiva/foto/mlato.jpg)

Pivovarské kvasnice jsou co do složení aminokyselin plně srovnatelné s jinými krmnými bílkovinami, mají zejména vysoký obsah lysinu, vitaminů skupiny B a minerálních látek. Kromě využití jako přísady do krmiv se zpracovávají ve farmaceutickém průmyslu (výroba pangaminu, galacidu apod.), využívají se k přípravě dietetik, kosmetických přípravků apod. (Nielsen, 1989).

Ve světovém měřítku jsou pivovarské kvasnice prodávány především jako levná krmiva po inaktivaci teplem. Sušené kvasnice jsou vynikajícím zdrojem bílkovin pro prasata a přežvýkavce (Huije, 2006).

Z ostatních odpadů při výrobě piva má význam sladový květ – kořínky a klíčky vyklíčeného a usušeného ječmene, kterých se využívá ve fermentačním průmyslu k přiživování zápar, dále jsou využívány ve farmaceutickém průmyslu a nacházejí uplatnění jako přísada do krmiv.



3.5.8.2 Obrázek - Pivovarské kvasinky (upraveno dle http://www.pivovarferdinand.cz/data/usr_001_pivovarferdinand_zakladni_plneni/prohlidka_pivovaru_5.jpg)

Zbývající odpady z výroby piva – chmelové mláto (chmel oddělený od mladiny), hořké kaly (odpadající při chlazení mladiny) a pěnové přikrývky (sbírané z povrchu kvasící mladiny) se pro svůj vysoký obsah hořkých látek nehodí ke zkrmování, proto se zpravidla likvidují kompostováním (Marek a kol., 1996).

3.5.8.3 Tabulka 2. Nejčastější způsoby nakládání s pivovarnickými odpady (Knirsch, 1999)

Sladové mláto (vaření)	Pivovarské kvasnice (dno nádrže)	Hořké kaly	Odpady z etiketování
Krmivo pro hospodářská zvířata	Krmivo pro hospodářská zvířata	Použití na zemědělskou půdu	
Kompostování		Kompostování	Kompostování
		Chemická a tepelná regenerace	Recyklace
Sušení a spalování			Spálení
Skládkování		Skládkování	Skládkování
Anaerobní fermentace		Surovina v průmyslu (stavební materiál)	

Odpadní vody z pivovarů až na výjimky neobsahují škodlivé a jedovaté látky, jsou silně znečištěny nízkomolekulárními snadno odbouratelnými sloučeninami. Jejich nebezpečí spočívá ve významném snížení obsahu kyslíku ve vodotečích. Nejvíce znečištěné jsou vody ze spilky a ležáckých sklepů, které mají hodnoty BSK₅ 2000 až 13000 mg/l. Využití anaerobní digesce při čištění odpadních vod z pivovarů výrazně snižuje biochemickou spotřebu kyslíku (BSK), která zatěžuje obecní čistírny odpadních vod a produkuje až pětinašobek množství energie potřebné pro celý proces čištění odpadních vod v pivovaru, čímž nabízí značné ekonomické úspory (Bocher et al., 2008).

Kromě toho, odpadní vody z pivovarnictví mají proměnlivou hodnotu pH, vysokou chemickou spotřebu kyslíku (CHSK) a proměnou hodnotu živin, takže je obtížné čistit tyto vody tradičními metodami v aerobních procesech (Ince et al., 2001).

3.5.9 Výroba vína, lihu a droždí

Vedlejším produktem výroby lihu jsou výpalky. Je to řídká tekutina s viditelnými jemnými až hrubšími částicemi. Barva je závislá na použité surovině, pach typický výpalkový po zpracované surovině. Jsou to nevydestilované zbytky prokvašených zápar nebo kvasů škrobnatých a cukernatých surovin po destilaci. Podle použitých surovin k výrobě jsou výpalky bramborové, melasové, obilní (ječné, kukuřičné, ovesné, pšeničné, rýžové, žitné), ovocné, ze zadních a odpadních škrobů a z odpadů cukrovinkářské výroby, dextroveru a výroby bramborových poživatin. V průměru obsahují výpalky: 92 - 96 % vody, 0,6 - 1,2 % SNL, 1,9 - 3,1 ŠJ. Po výrobě lihu zůstávají výpalky bramborové, obilní, cukrovkové a melasové. Ze 100 kg brambor se získá asi 150 kg výpalků, ze 100 kg obilí asi 400 kg výpalků. Melasové výpalky se používají k výrobě krmného droždí, míchají se s dalšími surovinami pro přípravu krmiv. Může se z nich vyrábět uhličitán draselný (potaš), výpalkové uhlí apod. Obilné a bramborové výpalky jsou cenným krmivem, protože však podléhají rychle zkáze, musí se rychle konzervovat např. sušením. Ovocné výpalky po destilaci pálenek se mohou pro vyšší obsah kyselin zkrmovat až po úpravě pH. Často jsou používána jako hnojivo (po vyhnutí a neutralizaci vápnem) (Pelikán a kol., 1996).

Lihovarské výpalky jsou významným organickým polutantem, ale zároveň dobrým zdrojem uhlíku při procesu anaerobní digesce (Srisatit and Chonchanachai, 2011). Při výrobě vína odpadají jako vedlejší produkty třapiny, hroznové výlisky, semena, kvasničné kaly a

vinný kámen. Třapiny obsahující značný podíl celulosy je možno po vhodné úpravě (sušením a mletím) zkrmovat, případně s vylisky silážovat. Vylisky z hroznů je možné přímo zkrmovat, při extrakci vylisků horkou okyselenou vodou může být extrakt zakvašen a použit pro výrobu vinných destilátů. Vylisky z červených hroznů slouží jako surovina pro extrakci anthokyanových barviv využívaných jako přirozená aditivní barviva v potravinářství. Z izolovaných semen (oddělených od vysušených vylisků v mlátičkách) se získává olej (mající příznivé zastoupení mastných kyselin) využitelný i pro potravinářské účely. Po vylisování oleje se z vylisků extrahují třísloviny (Bustamante et al. 2008).

Matolina (třapiny, hroznové vylisky, semena), jakožto hlavní odpad při výrobě vína, by pro jeho vysoký obsah organických látek a živin mohl být využíván k obnově půdní struktury. Avšak praxe přímého využití na zemědělské půdě způsobila vážné problémy, protože rozkladné produkty mohou inhibovat růst kořenů (fenoly, třísloviny) (Inbar et al., 1991).

Alternativou k překonání těchto problémů s přímou aplikací na zemědělskou půdu je možnost společného kompostování matoliny a vinázy (vedlejšího produktu získaného při zpracování melasy). Společným kompostováním těchto dvou odpadních produktů, je možné získat kvalitní kompost s vyšším obsahem P a nižším obsahem solí. Průměrné množství vinázy by mělo být (10 – 20 %) při společném kompostování s matolinou, jakožto nejlepší kompromis pro optimalizaci procesu a získání kvalitního kompostu (Diaz et al., 2002).



3.5.9.1 Obrázek - Matolina – vylisované šlupky (upraveno dle http://projektycipvz.gytool.cz/ProjektySIPVZ/Obrázky/Chemie/VyrobaVin/matoliny_-_vylisovane_slupky.jpg)

Vermikompostování je další možností organické stabilizace matoliny před aplikací na zemědělské půdy. Vermikompostování je metoda převážně aerobní fermentace organických materiálů, která využívá značného potenciálu některých druhů dešťovek přeměňovat organickou hmotu na kvalitní hnojivo s relativně vysokým podílem humusových látek a s obsahem regulátorů růstu (auxinů, gibberelinů a cytokininů). Pro vermikompostování jsou vhodné např. tyto druhy dešťovek: *Eisenia foetida*, *E. andrei*, *Lumbricus rubellus*, *Eudrilus eugenie* a *Perionyx excavatus*. Kalifornské žížaly, díky svému trávicímu traktu likvidují i patogenní látky a plísňe, které v obyčejném kompostu přežívají. Vermikompostování zvyšuje agronomickou hodnotu odpadů z vinic, snížením hodnoty poměru C: N, vodivosti a fytotoxicity a zároveň zvýšením obsahu huminových kyselin, živin a pH (Nogales et al., 2005; Gómez-Brandón et al., 2011).



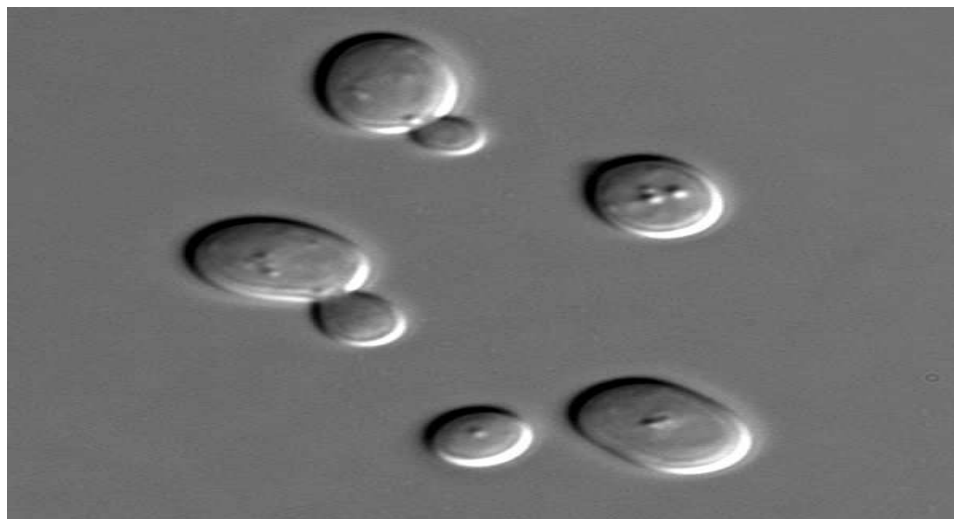
3.5.9.2 Obrázek - Vermikompostování matoliny Jižní Morava (Hanč, 2010)

Z kvasničných kalů se na vakuových rotačních filtrech odděluje zbytek vína (použitelný k výrobě destilátů) a ze zbylého matečného koláče se izolují soli kyseliny vinné. Vínan sodno-draselný (a z něho následně kyselina vinná) se získává až v 95% čistotě ve formě vinného kamene usazeného v sudech. Podobně jako při výrobě piva slouží kvasinky jako cenné přísady do krmných směsí, pro vyšší obsah kyseliny vinné je však dobytek ve vyšších množstvích v krmivu odmítá (Marek a kol., 1996).

Výroba etanolu z různých surovin vytváří velké objemy odpadních vod s vysokým obsahem organických látek, které způsobují problémy s životním prostředím. Vlastnosti odpadních vod jsou velmi variabilní a závisí na surovinách a různých aspektech procesu výroby etanolu. Tyto odpadní vody mají vždy vysokou koncentraci organických látek ($CHSK_{Cr} > 30000 \text{ mg / l}$) a nízké pH (5/3 - 5/4). Biologické čištění odpadních vod v lihovarech (aerobní nebo anaerobní) vždy může vést k 70 - 90% snížení CHSK (Mohana et al., 2009). Možností pro zpracování odpadních vod lihovaru je anaerobní fermentace v UASB reaktoru (Upflow Anaerobic Sludge Blanket), který funguje na bázi kalového lože granulované biomasy (Harada et al., 1996).

Výroba droždí zahrnuje jednak produkci pekařského droždí (*Saccharomyces*) a také výrobu krmného droždí (*Candida* - Tonda). Postup výroby je podobný jako v případě lihu, liší se jen podmínkami, kdy je důraz kladen na nárůst biomasy (provzdušňování, přidavek dusíkatých živin atd.). Z prokvašené zápara se odstředěním oddělí kvasničné mléko, které se propírá studenou vodou a znovu separuje, čímž se postupně zahušťuje. Mléko se chladí, odvodňuje na kalolisech, formuje, balí nebo suší a balí. Postup výroby krmného droždí je analogicky (Sahki et al., 1992).

Využití odpadů z výroby droždí úzce navazuje na řešení problematiky čištění odpadních vod, které jsou jedny z nejzávadnějších v potravinářství i v průmyslu vůbec. Odstředěná vykvašená zápara obsahuje zbytky melasy, anorganických živin a metabolických produktů, její hodnota BSK_5 může být až 30000 mg/l. Čištění těchto vod se provádí kombinací řady postupů s mechanickými, fyzikálně chemickými i biologickými stupni. Při použití anaerobního stupně čištění se může využívat produkovaného bioplynu v kombinaci s využitím stabilizovaných kalů jako hodnotného hnojiva (Harada et al., 1996).



3.5.9.3 Snímek kvasinek *Saccharomyces cerevisiae* v DIC kontrastu (upraveno dle [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/d/d9/S_cerevisiae_under_DI C_microscopy.jpg/600px-S_cerevisiae_under_DIC_microscopy.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/d/d9/S_cerevisiae_under_DI_C_microscopy.jpg/600px-S_cerevisiae_under_DIC_microscopy.jpg))

3.6 Potraviny z odpadů

Produkcí potravin z odpadů je možné řešit vzrůstající nedostatek potravin na celém světě, hlavně pak v rozvojových zemích. Zemědělské a potravinářské odpady jsou zpravidla velmi vláknité na to, aby mohly být využitelné přímo zvířaty. Je tedy přínosné jejich předpříprava za použití různých mikroorganismů. Mikroorganismy používají těchto odpadů pro svůj růstu zároveň i jako zdroje energie. Produkují příslušnou biomasu, která je zdrojem potřebných bílkovin (Hayn et al., 1993).

Mikroorganismy produkující tuto biomasu jsou jednobuněčné, a proto se získané bílkoviny označují jako jednobuněčné (single cell proteins – SCP). O atraktivnosti zpracování zemědělsko-potravinářských odpadů na jednobuněčné bílkoviny svědčí údaje o výtěžnosti těchto bílkovin z různých lignocelulosových odpadů zpracovaných pomocí plísně *Fusarium semitectum*. Využitím této plísně můžeme např. ze 100 g ovesných plev získat 11 g SCP, ze 100 g třtinové bagassy 5,6 g SCP, ze 100 g chmelové drtě 5,4 g SCP a z kakaových skořápek 5,9 g SCP. Odpady ze zemědělství a potravinářství jsou též využitelné pro získávání energie. Jedná se o postup, který by se dal popsat hesly kal - řasy – methan. Aerobním rozkladem

organického odpadu pomocí bakterií jsou v tomto procesu získané živiny využívány spolu se sluneční energií k produkci řas, které jsou dále podrobeny anaerobním procesům pro výrobu bioplynu. (řasy mohou být použity přímo jako kvalitní krmivo na bázi jednobuněčných bílkovin.) Obdobně je využívána i hydroponie, při které jsou pěstovány rychle rostoucí rostliny v živných roztocích obsahujících organické odpady, často ve spojení s kapalným podílem anaerobních procesů potravinářských odpadů. Podobně jako lignocelulosové odpady ze zemědělství mohou být zpracovávány i odpad z výroby papíru a buničiny. Na základě toho, že se v mnoha případech jedná o odpady na bázi samotné celulosy, byla velká pozornost zaměřena její enzymové hydrolýze na nízké oligosacharidy až na D-glukosu a jejich použití ve fermentačních procesech nejen pro výrobu SCP, ale i k výrobě alkoholů, antibiotik, organických kyselin a enzymů. V poslední době je věnována značná pozornost fermentačním výrobám hydroxykyselin, především kyseliny mléčné a hydroxymáslé. Polymerací těchto kyselin jsou získávány příslušné polyestery, ze kterých jsou připravovány biodegradabilní obaly (Gandhi et al., 2000).

3.7 Obalové materiály v potravinářském průmyslu

Obalové materiály pokrývají 20-30 % odpadu z domácností a 8 % z průmyslové a obchodní činnosti. Hlavní podíl na tomto druhu odpadů je spojen s obalovým materiálem pro potraviny, tedy s potravinářským průmyslem. Značnou pozornost při řešení ekologických problémů je proto třeba věnovat obalovým procesům v potravinářském průmyslu.

Vyprázdněný obal se po splnění své funkce stává pro společnost obtížným a navíc velice nápadným břemenem. Pokud obaly představují jednu třetinu celkové hmotnosti pevných odpadů z domácností, zdálo by se nejjednodušším řešením situace nebalit, avšak ve svých důsledcích by to představovalo výrazně vyšší ekologické zatížení v souvislosti s nutností likvidace zkažených potravin, poškozených a znehodnocených výrobků, nehledě na další související problémy ve výživě (např. konzervace a prodloužení udržitelnosti potravin), při přepravě, skladování a prodeji.

Minimalizaci ekologického zatížení životního prostředí obalovými odpady je možno dosáhnout:

1. Funkčním způsobem balení – nepoužívat obaly tam, kde nejsou funkčně

opodstatněné (přebalování pomerančů, citronů apod. do smršťitelných fólií).

2. Snižováním spotřeby obalových materiálů a obalů na technicky zdůvodnitelné minimum vhodnou konstrukcí obalů a používáním vylehčených obalů.

3. Především 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 a Fuksová, 1995).

Veliká pozornost je směřována k možnostem uplatnění biodegradabilních obalů vyráběných z obnovitelných zdrojů. Používáním 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. Všeobecně je možno konstatovat, že převažující většina organických odpadů (zemědělské a průmyslové odpady i odpady komunální) představují komplexní směs látek, jež mohou být použity 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. Proto se čím dál tím více pro tyto účely využívá vedle klasického fermentačního procesu i modernizované biotechnologické postupy, ve kterých nacházejí uplatnění vedle vyšlechtěných mikrobiálních kmenů i samotné enzymy (Čurda a Fuchsová, 1996).

4. Závěr

V předkládané bakalářské práci bylo zkoumáno využití bioodpadů z potravinářského průmyslu a řešena oblast nakládání s těmito odpady. Pozornost byla zaměřena především na jednotlivá odvětví potravinářského průmyslu a vedlejší produkty vznikající v cyklu potravinářských procesů.

Průmyslové odpady představují jednu z hlavních příčin znečištění životního prostředí. Odpady z potravinářských výroby zahrnují objemné tuhé odpady, odpadní vody a plynné polutanty. Vzhledem k charakteru výroby, při které se v různých procesech používá větší množství vody, jsou nejproblematictější odpadní vody. Ty běžně obsahují vysoké koncentrace suspendovaných částic a rozpustných organických látek jako jsou sacharidy, bílkoviny a lipidy, které představují obtížný ekologický problém. Pevné odpady z potravinářského průmyslu lze ve většině případů použít jako využitelné druhotné suroviny zejména pro další potravinářskou výrobu, jako krmiva, hnojiva, nebo suroviny pro kosmetický a farmaceutický průmysl apod.,

I když v potravinářském průmyslu prakticky nevznikají nebezpečné odpady a téměř všechny lze přepracovat na zemědělské či jinak využitelné druhotné suroviny, tak i v potravinářském průmyslu se najdou problematické látky a odpady jako např.:

- potravinářské suroviny (živočišné tuky, mléko a mléčné výrobky) obsahující v nepřipustných koncentracích těžké kovy
- odpadní vody se zvýšenými obsahy chloridu sodného, dusičnanů a dusitanů
- odpady z biotechnologických výroby obsahující zbytky antibiotik

Legislativně pravidla pro předcházení vzniku odpadů a pro nakládání s nimi při dodržování ochrany životního prostředí, ochrany zdraví člověka a trvale udržitelného rozvoje stanovuje zákon o odpadech, č. 185/2001 Sb.

Odpady můžeme zpracovávat mnoha způsoby – fyzikálně, chemicky, fyzikálně-chemicky a biologicky.

Nejideálnější způsob nakládání s odpadem by měl vypadat takto:

- Odpad, jež nemusí vzniknout, ať vůbec nevznikne
- Vše, co je možné, tak znovu použít
- Třídít a recyklovat (především organické odpady)
- Vše co, je možné, tak energeticky využít (organický materiál, který je možný vrátit zpět do půdy, zbytek spálit)
- Vše co, zbyde po spálení, vyčistit a zabezpečit skládkováním



4.1.1.1 Obrázek – Odpadová pyramida (upraveno dle http://www.veronica.cz/foto/odpadova_pyramida.gif)

Nejčastější způsoby nakládání s bioodpady z potravinářského průmyslu můžeme rozdělit na základě jednotlivých odvětví viz Tab. 3.

4.1.1.2 Tab. 3 Nejčastější způsoby nakládání s bioodpady z potravinářství

	Způsoby nakládání s bioodpady z potravinářství						
	Kompostování	Anaerobní digesce	Pyrolýza	Spalování	Krmivo	Farmaceutický průmysl	Skládkování
Cukrovarnický průmysl		Vyslazené řízky, saturační kal			Vyslazené řízky, saturační kal		
Výroba škrobu a mouky	Plévy, sláma, semena plevelů	Bramborová vláknina, br. olupky, plodová voda, lepek			Bramborová vláknina, otruby	Kukuřičné mláto, semena rostlin	
Zpracování masa	Obsahy trávicího traktu, žaludků a předžaludků	Obsahy trávicího traktu, jateční kal, shrabky z ČOV		Masokostní moučka	Kosti, pěřová moučka	Žlázy s vnitřní sekrecí	Masokostní moučka
Mlékárenský průmysl		Syrovátka			Máselná zrna	Syrovátka	
Výrob tuků a olejů		Extrahovaný šrot - slunečnice	Extrahovaný šrot - slunečnice		Extrahovaný šrot - slunečnice a podzemnice	Mýdlový kal (soapstock)	
Zpracování ovoce a zeleniny	Ovocné odpady	Ovocné odpady		Jádra pecek	Jablečné výlisky, jádra pecek	Jádra pecek	
Výroba sladu a piva	Chmelové mláto, hořké kaly, pěnové přikrývky	Sladové mláto		Odpady z etiketování	Sladové mláto, pivovarské kvasnice	Pivovarské kvasnice, sladový květ	
Výroba lihu, vína a droždí	Matolina	Lihovarské výpalky, odpadní kaly z ČOV			Lihovarské výpalky, třapiny		

Příklady využití odpadů z potravinářského průmyslu

- Melasa (odpadní produkt cukrovarnického průmyslu) slouží k výrobě lihu a droždí, organických kyselin, při výrobě glycerolu, butylenglykolu, butanolu, acetonu, technického dextransu a dalších produktů, které se mohou připravovat fermentačními postupy. Je také využívána jako substrát při výrobě kvasničného krmiva (toruly) nebo je zkrmována přímo.
- Odpadní tuky z masného průmyslu se využívají v potravinářském a tukovém průmyslu.
- Peří slouží, kromě tradiční náplně do polštářů a přikrývek, k výrobě krmiva (pěřová moučka) a např. k výrobě látek do náplní hasicích přístrojů.
- Část odpadů z výroby mouky, které nelze použít jako krmivo (např. plevy, sláma, semena plevelů apod.) se kompostuje nebo využívá jako palivo.
- Zbytky vylisovaného ovoce je možné využít jako krmivo nebo pro výrobu pektinu, z jader pecek se získávají oleje pro kosmetický a farmaceutický průmysl.

Součástí práce je náhled na používání obalových materiálů v potravinářství, jenž pokrývají 20 - 30 % odpadu z domácností a 8 % z průmyslové a obchodní činnosti, které upravuje zákon č. 477/2001 Sb., o obalech a o změně některých zákonů, zákon č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a zákon č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví.

5. Literatura

- Antonopoulou, G., Stamatelatou, K., Lyberatos, G. 2010. Exploitation of rapeseed and sunflower residues for methane generation through anaerobic digestion: the effect of pretreatment. *Chem. Eng. Trans.* 20 (2010). pp. 253–258.
- Arifeen, N., Wang, R.-H., Kookos, I.K., Webb, C., Koutinas, A.A. 2007. Optimisation and cost estimation of novel wheat biorefining for continuous production of fermentation feedstock. *Biotechnol. Prog.*, 23 (2007). pp. 872–880.
- Arros, S., Torrijos, M., Gésan-Guiziou, G., Merin, U., Lafforgue, C., Daufin G., 2001. Is the anaerobic membrane bioreactor a valuable process for purification of end-of-pipe dairy wastewater with reduced sludge production? In: Oron, G., Bick, A. (Eds.), *Proceedings of the International Conference: Membrane Technology for Wastewater Reclamation and Reuse*. September 9–13. Tel-Aviv. Israel. pp. 98–113.
- Audic, J.L., Chaufer, B., Daufin, G. 2003. Non-food applications of milk components and dairy co-products: a review. *Lait*. 83 (2003). pp. 417–438.
- Berger, J. 1998. *Ekologie*. Vydavatelství Kopp. s. 198. ISBN: 8072320130.
- Bisaria, V.S. 1991. Bioprocessing of agro-residues to glucose and chemicals. In Martin A.M. (Edit.): *Bioconversion of waste materias to industrial products*. Elsevier Applied Science. London. p. 187-224. ISBN: 1851665714
- Bocher, B.T., Agler, M.T., Garcia, M.L., Beers, A.R., Angenent, L.T. 2008. Anaerobic digestion of secondary residuals from an anaerobic bioreactor at a brewery to enhance bioenergy generation. *Journal of Industrial Mikrobiology and Biotechnology*. 35(5). pp. 321-9.
- Brooks, L., Parravicini, V., Svardal, K., Kroiss, H., Prendl, L. 2008. Biogas from sugar beet press pulp as substitute of fossil fuel in sugar beet factories. *Water Science and Technology*, 58 (7). pp. 1491–1503.
- Bustamante, M.A., Moral, R., Paredes, C., Pérez-Espinosa, A., Moreno-Caselles, J., Pérez-Murcia, M.D. 2008. Agrochemical characterisation of the solid by-products and residues from the winery and distillery industry. *Waste Management*. 28 (2008). pp. 372–380.
- Cruz, J. M., Dominguez, J. M., Dominguez, H., Parajo, J. C. 2000. Preparation of fermentation media from agricultural wastes and their bioconversion into xylitol. *Food Biotechnology* (N. Y.), 14, p. 79-97.
- Čurda, D., Fuchsová, A. 1996. *Ekologická bilance - hodnocení životního cyklu*, VŠCHT. 1996. ISBN 8085368951
- Čurda, D., Fuchsová, A. 1995. Racionalizace balení se zřetelem na ekologické aspekty. *Konf. Obalové odpady*, Praha.

- Demirel, B., Yenigun, O., Onay T.T. 2005. Anaerobic treatment of dairy wastewaters: a review. *Process. Biochem.*, 40 (2005). pp. 2583–2595.
- Diaz, M.J., Madejón, E., López, F., López, R., Cabrera, F. 2002. Optimization of the rate vinasse/grape marc for co-composting process. *Process Biochemistry*. Volume 37. Issue 10. pp. 1143–1150.
- Fang, Ch., Boe, K., Angelidaki, I. 2011a. Anaerobic co-digestion of desugared molasses with cow manure; focusing on sodium and potassium inhibition. *Bioresource Technology*. Volume 102. Issue 2. January 2011a. pp. 1005–1011.
- Fang, Ch., Boe, K., Angelidaki, I. 2011b. Anaerobic co-digestion of by-products from sugar production with cow manure. *Water Research*. Volume 45. Issue 11. pp. 3473–3480.
- Fang, Ch., Boe, K., Angelidaki, I. 2011c. Biogas production from potato-juice, a by-product from potato-starch processing, in upflow anaerobic sludge blanket (UASB) and expanded granular sludge bed (EGSB) reactors. *Bioresource Technology*. Volume 102. Issue 10. pp. 5734–5741.
- Gandhi, D. N., Patel, R. S., Wadhwa, B. K., Bansal, N., Kaur, M., Kumar, G. 2000. Effect of agro-based by-products on production of lactic acid in whey permeate medium. *Journal of Food Science Technology*. vol.37. p.292-295. ISSN: 0022-1155
- Gelegenis, J., Georgakakis, D., Angelidaki, I., Mavris, V. 2007. Optimization of biogas production by co-digesting Whey with diluted poultry manure. *Renew. Energ.*, 32 (2007). pp. 2147–2160.
- Gomec, C.Y. 2010. High-rate anaerobic treatment of domestic wastewater at ambient operating temperatures: A review on benefits and drawbacks. *J. Environ. Sci. Health A.*, 45 (10). pp. 1164–1189.
- Gómez-Brandón, M., Lazcano, C., Lores, M., Domínguez, J. 2011. Short-term stabilization of grape marc through earthworms. *Journal of Hazardous Materials*. Volume 187. Issues 1–3. pp. 291–295.
- Güven, G., Perendeci, A., Tanyolac, A. 2008. Electrochemical treatment of deproteinated Whey wastewater and optimization of treatment conditions with response surface methodology. *Journal Hazard. Mat.* 157 (2008). pp. 69–78.
- Hayn, M., Steiner, W., Klinger, R., Steinmüller, H., Sinner, M., Esterbauer, H. 1993. Basic research and pilot studies on the enzymatic conversion of lignocellulosics. In: Sadtler J.N. (Edit.): *Bioconversion of Forest and agricultural plant residues*. C.A.B. International. Wallingford. p. 33-48, ISBN: 0851987982
- Hansen C.L. 2000. Waste treatment. In: Mattsson B. a Sonesson U. (Edits.): *Environmentally-friendly food processing*. Woodhead Publishing Ltd., Cambridge, p. 341. ISBN: 1855736772

- Haas, M. 2005. Improving the economics of biodiesel production through the use of low value lipids as feedstocks: vegetable oil soapstock. *Fuel Process Technol.* 86:1087–1096.
- Habart J. 2008. Princip anaerobní digesce In: Vzdělávací program minimalizace odpadů, Vydalo Ekodomov, o.s. v Praze, 2008
- Harada, H., Uemura, S., Chen, A.-C., Jayadevan, J. 1996. Anaerobic treatment of a recalcitrant distillery wastewater by a thermophilic UASB reaktor Bioresour. Technol. 55 (1996). pp. 215–221.
- Huige, N.J. 2006. Brewery by-products and effluents. In: Priest, F.G., Stewart, G.G. (Eds.). *Handbook of brewing.* CRC Press. Boca Raton (2006). pp. 656–713.
- Hutnan, M., Dřtil, M., Mrafkova, L. 2000. Anaerobic degradation of sugar beet pulp. *Biodegradation.* 11 (2000). pp. 203–211.
- Chang, T.C., Lai, C.T. 1987. Study on treatment and utilization of molasses alcohol slop. In *Proceedings of the International Conference on Water Pollution Control in Developing Countries, Asia Institute of Technology. Bangkok. Thailand.* (1987). pp. 475–480.
- Inbar, Y., Chen, Y., Hadar, Y. 1991. Carbon-13 CPMAS NMR and FTIR spectroscopic analysis of organic matter transformations during composting of solid wastes from wineries. *Soil Sci.*, 152 (4). pp. 272–282.
- Ince, B.K., Ince, O., Anderson, G.K., Afatici, S. Assessment of biogas use as an energy source from anaerobic digestion of brewery wastewater. *Water, Air, Soil Pollut.* 126 (2001). pp. 239–251.
- Kansal, A., Rajeswari, K.V., Balakrishnan, M., Lata, K., Kishore, V.V.N. 2004. Anaerobic digestion technologies for recovery from industrial waste water. *TERI Information Monitor on Environmental science.* 3 (2). pp. 67–75.
- Kartel, M.T., Kupchik, L.A., Veisov, B.K. 1999. Evaluation of pectin binding of heavy metal ions in aqueous solutions. *Chemosphere.* 38 (1999). pp. 2591–2596.
- Knirsch, M., Penschke, A., Meyer-Pittroff, R. 1999. Disposal situation for brewery waste in Germany – results of a survey. *Brauwelt International.* 4 (1999). pp. 477–481.
- Koppar, A., Pullammanappallil, P. 2008. Single-stage, batch, leach-bed, thermophilic anaerobic digestion of spent sugar beet pulp. *Bioresour. Technol.* 99 (2008), pp. 2831–2839.
- Kramer, K.J. 2000. Life cycle assessment of vegetable products. In: Mattsson B. a Sonesson U. (Edits.): *Environmentally-friendly food processing.* Woodhead Publishing Ltd., Cambridge, p. 341. ISBN: 1855736772
- Kuraš, M. 1994. Odpady, jejich využití a zneškodňování. ČEÚ. Praha. s. 243. ISBN: 8085087324

- Kryvoruchko, V., Machmuller, A., Bodiroza, V., Amon, B., Amon, T. 2009. Anaerobic digestion of by-products of sugar beet and starch potato processing. *Biomass Bioenerg.* 33 (2009). pp. 620–627.
- Larrauri J.A., 1999. New approaches in the preparation of high dietary fibre powders from food by-products. *Trends in Food Science and Technology*, 10 (1). pp. 3–8.
- Luste, S., Heinonen-Tanski, H., Luostarinen, S. 2012. Co-digestion of dairy cattle slurry and industrial meat-processing by-products – Effect of ultrasound and hygienization pre-treatments. *Bioresource Technology*. Volume 104. January 2012. pp. 195–201.
- Marek M., Opatová H., Voldřich M. 1996. Odpady a druhotné suroviny v zemědělsko-potravinářském komplexu. VŠB-TU Ostrava a KU Praha. s. 125. ISBN: 8070783826
- Mohana, S., Acharya, B.K., Madamwar, D. 2009. Distillery spent wash: treatment technologies and potential applications. *J. Hazard. Mater.*, 163 (2009). pp. 12–25.
- Nielsen, C.E. 1989. Microfiltration route to recovering beer from tank bottoms . *Brewing & Distilling International*, September (1989). pp. 20–21.
- Nogales, R., Cifuentes, C., Benítez, E. 2005. Vermicomposting of winery wastes: a laboratory study. *J. Environ. Sci. Health Part B*. 40 (2005). pp. 659–673
- Pelikán, M., Dudáš, F., Míša, D. 1996. Technologie kvasného průmyslu. MZLU. Brno. 1996. 135 s
- Poonam, N., Dalel S., Ashok P. 2001. Utilization of agricultural and food waste and by-products by biotechnology. *Agro Food Ind. Hi-Tech*, 12, p. 26-29
- Raposo, F., Borja, R., Rincón, B., Jiménez, A.M. 2008. Assessment of process control parameters in the biochemical methane potential of sunflower oil cake. *Biomass Bioenerg.*, 32 (2008). pp. 1235–1244.
- Sahki, T., Michiki, Y., Itomine, A., Murakami, K., Fujit, S. 1992. Studies on the colored components in cane final molasses. *Proceedings of the Research Society of Japan. Sugar Refineries Technologists*. vol. 40 (1992). pp. 58–63.
- Sato, S., Bueno De Almeida, W., Araujo, A. 2008. Biodiesel production from soapstock. *US Pat Appl.* 2008/0118961. A1. Filed 09 Nov2004.
- Satyawali, Y., Balakrishnan, M. 2007. Wastewater treatment in molasses-based alcohol distilleries for COD and color removal: a review. *Journal of Environmental Management*. 86 (2007). pp. 481–497.

- Scieber, A., Stintzing, F.C., Carle, A. 2001. By-products of plant food processing as a source of functional compounds – recent developments. *Trends in Food Science and Technology*. 1 (2001). pp. 401–413.
- Sevilla-Espinoza, S., Solórzano-Campo, M., Bello-Mendoza, R. 2010. Performance of staged and non-staged up-flow anaerobic sludge bed (USSB and UASB) reactors treating low strength complex wastewater. *Biodegradation*, 21 (5). pp. 737–751.
- Shie, J.L., Chang, C.Y., Du, W.K., Yang, Y.C., Liao, J.K., Tzeng, C.C., Li, H.Y., Yu, Y.J., Kuo, C.H., Chang, L.C. 2008. Major products obtained from plasma torch pyrolysis of sunflower-oil cake. *Energy Fuel*. 22 (2008). pp. 75–82.
- Soni, C.G., Wang, Z., Dalai, A.K., Pugsley, T., Fonstad, T. 2009. Hydrogen production via gasification of meat and bone meal in two-stage fixed bed reactor system. *Fuel*. 88 (2009). pp. 920–925.
- Spelman, C.A. 1994. Technology. In: *Non-food uses of agricultural raw materials*. C.A.B. International. Wallingford. p. 58-83. ISBN: 0851987699
- Srisatit, T., Chonchanachai, S. 2011. Bioextract production using distillery slop as a carbon source for the anaerobic digestion process. *Journal of material cycles and waste management*. Volume 13. Number 1. pp. 43-49.
- Stolpp, S., 2010. Biogas perspective in Europe. Biogas regions seminar. 30th June 2010. Brussels.
- Tölgyessy J., Piatrik M. 1994a. Zneškodňovanie odpadov. In: *Technológia vody, ovzdušia a tuhých odpadov*. Str. 209-235. STU, Bratislava. ISBN: 8022706191
- Tölgyessy, J., Piatrik, M. 1994b. Vznik a možnosti zneškodňovania a využitia odpadov v jednotlivých priemyselných odvetviach. In: *Technológia vody, ovzdušia a tuhých odpadov*. Str. 249-269. STU, Bratislava.
- Tölgyessy, J., Piatrik, M. 1984. Odpad - surovina budúcnosti. *Obzor*. Bratislava. s. 724.
- Váňa, J. 1994. Výroba a využití kompostů v zemědělství. Institut výchovy a vzdělávání ministerstva zemědělství České republiky. Praha. s. 40. 807105075X
- Viswanath, P.S., Devi, S.S., Nand, K. 1992. Anaerobic digestion of fruit and vegetable processing wastes for biogas production. *Bioresource Technology*. 40 (1992). pp. 43–48.

Elektronické zdroje

Česká republika. Zákon č. 185/2001 Sb. o odpadech a o změně některých dalších zákonů. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2001. částka 71. s. 185 - 190. Dostupné také z <<http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=c&id=3649>>

Česká republika. Vyhláška č. 271/2009 Sb., kterou se mění vyhláška Ministerstva zemědělství č. 474/2000 Sb., o stanovení požadavků na hnojiva, ve znění pozdějších předpisů. In: Sbíрка zákonů České republiky. 2001. částka 82. s. 271. Dostupné také z <http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=c&id=5536>>

Česká republika. Vyhláška č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady. In: Sbíрка zákonů České republiky. 2001. částka 145. s. 381 - 384. Dostupné také z <http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=c&id=3723>>

Česká republika. Vyhláška č. 381/2001 Sb., kterou se stanoví Katalog odpadů, Seznam nebezpečných odpadů a seznamy odpadů a států pro účely vývozu, dovozu a tranzitu odpadů a postup při udělování souhlasu k vývozu, dovozu a tranzitu odpadů (Katalog odpadů). In: Sbíрка zákonů České republiky. 2001. částka 145. s. 381 - 384. Dostupné také z <http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=c&id=3723>>

European Commission decides new measures on BSE: exceptional events call for an exceptional response 2000
http://ec.europa.eu/dgs/health_consumer/library/press/press90_en.html>

European Beer Statistics. 2003.
<http://www.europeanbeerguide.net/eustats.htm#production>>

Hřebíček, J., Hejč, M., Pilkař, F. 2009. Prognóza nakládání s biodegradabilním odpadem v ČR do roku 2020 ECO - Management s.r.o. Brno.
<http://odpady.ihned.cz/c1-31407850-prognoza-nakladani-s-biodegradabilnim-odpadem-v-ceske-republice-do-roku-2020>>

Váňa, J. 2009 Kompostování bioodpadu je technologií trvale udržitelného života. Dostupné z: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/kompostovani-bioodpadu-je-technologie-trvale-udrzitelneho-zivota>>