



VĚDECKÝ VÝBOR FYTOSANITÁRNÍ A ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Klasifikace:	Draft	<input type="checkbox"/>	<i>Pro vnitřní potřebu VVF</i>
	Oponovaný draft	<input checked="" type="checkbox"/>	<i>Pro vnitřní potřebu VVF</i>
	Finální dokument	<input type="checkbox"/>	<i>Pro oficiální použití</i>
	Deklasifikovaný dokument	<input type="checkbox"/>	<i>Pro veřejné použití</i>

Název dokumentu:

**ODPADY Z POTRAVINÁŘSKÝCH VÝROB V ŽIVOTNÍM
PROSTŘEDÍ**

Poznámka:

Vypracoval: Doc. Ing. Miroslav Marek, CSc. a Doc. Ing. Michal Voldřich, CSc.
Vysoká škola chemicko-technologická

Výzkumný ústav rostlinné výroby, Drnovská 507, 161 06 PRAHA 6 - Ruzyně
Tel.: +420 233 022 324 , fax.: +420 233 311 591, URL: <http://www.phytopsanitary.org>

1	Úvod	3
2	Potravinářská výroba a životní prostředí	3
3	Nakládání s odpady	4
4	Recyklace odpadů	6
5	Zpracovávání vedlejších produktů v potravinářském průmyslu	7
5.1	Cukrovarnický průmysl	8
5.2	Výroba škrobu a mouky	8
5.3	Zpracování masa	9
5.4	Zpracování mléka	10
5.5	Výroba tuků a olejů	10
5.6	Zpracování ovoce a zeleniny	11
5.7	Výroba sladu a piva	11
5.8	Výroba vína, lihu a droždí	11
6	Prevence vzniku odpadů	12
7	Potraviny z odpadů	13
8	Obalové materiály v potravinářském průmyslu	14
9	Literatura	15

1 Úvod

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 rybný 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.

Drtivá většina surovin pro potravinářský průmysl je získávána z vyčerpatelných obnovitelných zdrojů – produkcí biomasy rostlinného i živočišného původu. Při zemědělské produkci i následující 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. Podobně jako v jiných oborech lidské činnosti i v potravinářském průmyslu můžeme odpady členit na látkové a energetické. Látkové odpady dělíme na tuhé, kapalné a plynné, energetický odpad především na hluk a teplo. Při třídění odpadu je nadřazeným hlediskem přímé ohrožení lidského zdraví. Jako škodlivé hodnotíme odpady infekční a toxické. Jejich sběr a zneškodňování se řídí zvláštními hygienickými předpisy. Většinou jsou tyto odpady společně s další skupinou odpadů označovány jako „specifické odpady“ likvidovány ve speciálních zařízeních zpravidla centrálně budovaných pro větší spádovou oblast nebo výrobní jednotku.

2 Potravinářská výroba a životní prostředí

Vliv potravinářské výroby na životní prostředí je bezprostředně spojen se zemědělskou výrobou. V moderní zemědělské výrobě vznikají určitá ekologická rizika, v rostlinné i živočišné výrobě dochází k narušování životního prostředí. V rostlinné výrobě je to především v důsledku značného stupně chemizace, zejména intenzivního hnojení, kdy neustálé zvyšování dávek biogenních prvků vedlo (při snižování obsahu humusu v půdě a tím i její sorpční schopnosti) k jejich pronikání do povrchových i podzemních vod. Dalším závažným problémem jsou rezidua těžkých kovů pocházející z agrochemikálií (mořidel osiv, pesticidů) i z minerálních hnojiv a zbytky organických pesticidů a jiných agrochemikálií. V oblastech s intenzivním pěstováním rostlin ve sklenících je z ekologického hlediska nezanedbatelná problematika emise skleníkových plynů, k jejichž tvorbě dochází při produkci potřebné energie.

Co se týče živočišné výroby, tato je méně efektivní než rostlinná výroba. Z globálního pohledu jsou přibližně dvě třetiny zemědělské půdy využívány pro zajištění výživy hospodářských zvířat, zatímco jejich spotřeba v humánní výživě představuje zhruba jednu desetinu (Cederberg 2000). V živočišné výrobě patří kromě znečišťování povrchových a

podzemních vod odpady z velkochovů hospodářských zvířat k vážným ekologickým problémům i emise amoniaku a methanu.

Z uvedených důvodů je při posuzování vlivu výroby potravin na životní prostředí důležitý holistický přístup zahrnující nejen samotnou výrobu potravin, ale i kvalitu příslušných surovin – produktů zemědělské výroby. V rámci uvedeného principu posuzování produkce potravin hraje hlavní roli otázka lidského zdraví a s ní související nezávadnost potravin. V této souvislosti je velice pozorně mnohdy i ze strany spotřebitelů sledována nezávadnost rostlinné výroby zemědělských produktů z hlediska použití pesticidů a umělých hnojiv a v případě živočišné výroby používání antibiotik a jiných medikamentů a sanitárních prostředků a v poslední době podpůrných růstových stimulátorů. O trendu zvýšeného zájmu o čistotu zemědělské produkce a tím i kvality potravinářských výrobků svědčí stále se zvyšující zájem o potravinářské výrobky z ekologického zemědělství, tedy z produkce potravin bez použití chemických látek (již zmíněných pesticidů, syntetických hnojiv, antibiotik a jiných chemikálií).

Vedle uvedeného vlivu zemědělské produkce na životní prostředí je i samotná výroba potravin spojena se signifikantní spotřebou energie a produkcí relativně velkého množství odpadů, zvláště pak odpadů z balení potravin pro spotřebitele. Zde je potřeba si uvědomit, že potravinářský sektor je zvláště v průmyslových zemích největším uživatelem obalů pro spotřebitele.

3 Nakládání s odpady

Nejefektivnějším způsobem nakládání s odpady je zabránění jejich vzniku vhodným technologickým opatřením apod. Pokud se při daném procesu výroby vzniku odpadu nelze vyhnout, řadí se způsoby nakládání s odpady podle priority vzhledem k účinkům na životní prostředí a v souvislosti s celkovou ekonomikou takto (Tölgyessy a Piatrik 1994a, Marek a kol., 1996):

Omezení vzniku (minimalizace tvorby odpadů u výrobce).

Zneškodňování odpadů ekologicky únosným a ekonomicky výhodným způsobem:

- s materiálovým využitím odpadů (využitím druhotných surovin, recyklací, kompostováním, přepracováním apod.),
- s energetickým využitím odpadů (spalováním, pyrolýzou, methanizací),
- ukládáním (skládkováním, solidifikací).

Z jednotlivých postupů nakládání s odpady, které běžně rozdělujeme na

- skládkování,
- spalování,
- pyrolýzu,
- solidifikační procesy,
- kompostování,
- opětovné použití
- jako krmiva,
- jako zdroje energie,

- jako suroviny
- pro izolaci atraktivních sloučenin
- pro chemické a enzymové transformace, jsou v potravinářském průmyslu nejvíce uplatňovány skládkování, kompostování a opětovné využití při snaze o maximální materiálové zhodnocení odpadů jako druhotných surovin.

Zpracování a likvidace odpadů z potravinářských výroby je důležitou složkou celkové potravinářské produkce. Odpady z potravinářských výroby zahrnují objemné tuhé odpady, odpadní vody, 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. I je pro názornost uvedena souhrnná charakteristika odpadů z vybraných potravinářských výroby (Hansen 2000).

Tab. I Charakteristika vybraných odpadů potravinářských výroby

Odpad	Parametry kontaminace (mg/l)			
	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 methanogenních bakterií na bioplyn (methan), případně na organické kyseliny nebo pomocí kvasinek na ethanol.

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 výrob 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.

4 Recyklace odpadů

Podle všeobecně přijaté definice představuje recyklace odpadů rozsáhlé opakované navrácení tuhých, tekutých a plyných odpadních látek do oběhu a opakované využívání odpadní energie a tepla. Objektem recyklace jsou zbytky, tj. to, co zůstane z výroby nebo ze spotřeby výrobků. Ze zbytků, které nejsou recyklovatelné, se stává odpad, který se přímo nebo po úpravě dostává do přírodního prostředí. Z uvedeného vyplývá, že i konečné výrobky, tedy předměty krátkodobé i dlouhodobé spotřeby, se po využití (pokud nejsou recyklovány) stávají odpadem. Recyklace tedy představuje postupy, při kterých se vzniklý odpad vrací zpět do výroby, kde slouží jako surovina při získávání nových výrobků nebo jako zdroj energie.

Princip recyklace odpadů není žádnou převratnou novinkou, již v 19. století se využíval starý papír a zbytky textilií pro výrobu papíru. Využívání odpadů vyžaduje ve srovnání s výrobou z prvotních surovin nižší náklady na energii, proto se zájem o využívání odpadů prudce zvýšil v 70. letech minulého století v důsledku značného růstu cen ropy. I když se později ceny ropy snížily, zájem o recyklaci odpadů již zůstal. Hlavním důvodem tohoto zájmu však v současné době není jenom ekonomická a v řadě případů i technologická atraktivnost využívání odpadů, ale v čím dál větší míře ekologická nevyhnutelnost.

V minulosti kromě rozvoje vědy a techniky i technologií jako takových měla vliv na vznik obrovského množství odpadu i jednostranná orientace výzkumu a vývoje jen na produkci výrobků s nedostatečnou pozorností věnovanou vzniku odpadů. Vysokým tempem narůstala i produkce výrobků na jedno použití, což se týkalo především obalů. Hygiena a množství aspektů zrychlené distribuce diktují, aby se do malých dávek balilo téměř vše včetně potravin, a to většinou do nevratných obalů. Pokud se má zachovat tento trend ve výrobě, je potřeba zabezpečit nové a současně efektivnější způsoby likvidace a využití odpadů. Vývoj se orientuje na tvorbu uzavřených cyklů, a to v rámci výrobních závodů i mezi výrobou a spotřebou. Z prognóz dalšího vývoje těžby a úpravy surovin, získávání energie a samotné průmyslové a zemědělské výroby stále jednoznačněji vyplývá, že principy recyklace a bezodpadových technologií budou pro tuto odvětví všeobecně závazná.

Při hospodaření s odpady je nejvyšším stupněm řešení problému odpadů zabránění jejich tvorbě uplatňováním principů nízkoodpadových a bezodpadových technologií. Druhým stupněm je materiálové zhodnocení recyklací odpadů v původním výrobním cyklu. Dalším

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).

Recyklace odpadů je spojena s vytvářením uzavřených cyklů ve výrobě a spotřebě v rámci lineárního toku využívání surovin od jejich získávání přes úpravu, výrobu, využití a ukončení pohybu výrobků ve sféře spotřeby až po jejich zpětný návrat do prostředí. 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 I_R . Aby se odpad mohl efektivně využít, musí se zabránit jeho zředění a zabezpečit jeho shromažďování sběrem. Splnění této podmínky vyjadřuje tzv. shromažďovací index I_C . Potenciální možnost zpracování odpadu a úroveň technické připravenosti recyklace představuje tzv. zpracovatelský index I_P . Recyklační index je pak dán součinem shromažďovacího a zpracovatelského indexu:

$$I_R = I_C \cdot I_P$$

Shromažďovací a zpracovatelský index nabývají hodnot 0 až 1, čím je hodnota indexu bližší 1, tím je daná surovina snáze recyklovatelná.

Uplatnění recyklačních postupů má řadu limitujících faktorů. Uplatněný recyklační postup především nesmí mít negativní vliv na životní prostředí. Recyklaci je možno aplikovat jen na takové odpady, které se vyskytují v dostatečně velkém množství a přibližně ve stejné kvalitě, aby z hlediska cenových a kvalitativních relací představovaly konkurenci pro primární suroviny. V rámci provozních nákladů hrají nezanedbatelnou roli náklady na dopravu, třídění a na přípravu a předběžné zpracování druhotných surovin. Tam, kde je recyklace technicky realizovatelná, ale pro gestory likvidace odpadů ekonomicky málo atraktivní, bude pro zvýhodnění jejího uplatnění potřeba zvýšení ekonomického tlaku formou vyšších poplatků za znečišťování životního prostředí nebo subvencemi z veřejných prostředků či jiných zdrojů.

Uplatňování uvedených principů společně se snižujícím se podílem tvorby odpadů zaváděním nových výrobních postupů 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.

5 Zpracovávání vedlejších produktů v potravinářském průmyslu

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.

5.1 Cukrovarnický průmysl

Nejvýznamnějším vedlejším produktem výroby cukru je melasa obsahující asi 50 % sacharosy, 18 - 21 % různých organických látek, 9-12 % popela a 20 % vody. Melasa je základní surovinou pro fermentační procesy, využívá se zejména pro výrobu lihu a droždí, lze ji využít jako substrát při jiných fermentačních výrobcích, např. kyseliny citronové, akonitové, itakonové, šťavelové, máselné a mléčné, dále při výrobě glycerolu, butylenglykolu, butanolu, acetonu, technického dextransu a dalších produktů, které se mohou připravovat fermentačními postupy. Melasa je také využívána jako substrát při produkci biomasy na krmení, 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.

Dalším významným vedlejším produktem výroby cukru jsou vyslazené řízky. Řepné řízky po výstupu z exraktorů 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.

Dalším zužitkovaným vedlejším produktem výroby cukru je saturační kal získávaný po čerání a saturaci difúzní šťávy. Oddělený kal obsahuje přibližně 40 % uhličitanu 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 výrobcích kyselin, např. kyseliny mléčné.

5.2 Výroba škrobu a mouky

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. Přední škrobárenská firma Lyckebý Amylex vyrábí z bramborové vlákniny aditivní látku zvyšující vaznost vody při výrobě uzenin (Potex). Vedlejším produktem výroby pšeničného škrobu je lepek. 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 obilky 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 a pod.). Při mletí obilí se v závislosti na vymílacím klíči získává 17 – 20 % otrub, které jsou využívány jako cenná složka krmiv.

5.3 Zpracování masa

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 škvařením 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 a pod.

Střeva 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 (držtky). Kůže představují významnou surovinu pro zpracování 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 klišovková 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. Obsahy trávicího traktu, které činí až 14 % hmotnosti zvířete, se mohou zpracovávat na hnojiva, nebo se z nich může v anaerobních reaktorech vyrábět bioplyn. Obsahy předžaludků a žaludků se zpracovávají nejčastěji kompostováním. Kosti se používají pro výrobu želatiny, bílkovinných vývarů, krmných mouček a na výrobu hnojiv.

Peří z drůbežářských závodů se kromě tradičního použití do polštářů a přikrývek používá k výrobě dusíkatého krmiva (pěřová moučka). Alkalickou hydrolýzou pěřové

bílkoviny (keratinu) se vyrábí stabilizátor vzduchomechanické pěny (afrodon), která se používá do náplní hasících 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.

5.4 Zpracování mléka

Charakteristickým příkladem vedlejšího produktu z mlékárenství je syrovátka, která za normálních podmínek obsahuje 4,7 % laktosy, 0,9 % bílkovin, 0,6 % minerálních látek a asi 0,3 % dalších organických látek (kyselinu mléčnou, kyselinu citronovou, nebílkovinné dusíkaté látky, stopy tuku atd.). Z celkového množství vitamínů přítomných ve zpracovávaném mléku (thiamin, riboflavin, pyridoxin, kobalamin, kyselina pantotenová, biotin, vitamin A) přechází více než dvě třetiny do syrovátky. Sirovátka se používá v původním stavu na pití, při výrobě nápojů nebo na krmení. Pro vysoký obsah vody má syrovátka omezenou trvanlivost, proto se ve velké míře zpracovává na zahuštěný syrovátkový koncentrát a sušenou syrovátku. Ze syrovátky se izolují bílkoviny – albumin, globulin a rozkladné produkty kaseinu, kterých je využíváno jako krmiv a dále pak jako aditiv v pekárenství a při výrobě dietetických pokrmů. Těžištěm průmyslového zpracování syrovátky je získávání mléčného cukru – laktosy, který se využívá v potravinářském a farmaceutickém průmyslu (výroba dětské výživy, cukrovarnický průmysl, plnivo do tablet, výroba D-galaktosy, laktulose apod.).

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.

5.5 Výroba tuků a olejů

Při výrobě a čištění olejů se odpady vznikající při předběžných úpravách semen a plodů zkrmují, nebo slouží k výrobě furfuralu, přidávají se do stavebních hmot, nebo se spalují. Pro svůj vysoký obsah bílkovin se jako velmi hodnotné krmivo používají pokrutiny a extrahovaný šrot získaný po vylisování nebo extrakci např. sóji, slunečnice a podzemnice olejné. 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.

5.6 Zpracování ovoce a zeleniny

Z konzervářské výroby odpadá velké množství různých vedlejších produktů a odpadů: výlisků, slupek, dřene, jader, pecek a dalších odpadů. Významným vedlejším produktem jsou výlisky po lisování ovocných šťáv. Největší objem činí jablečné výlisky. Všechny výlisky lze zkrmovat v čerstvém stavu nebo silážované s čerstvou siláží, řepnými výlisky a s dalšími krmivy. Výlisky je možné stabilizovat sušením. Kromě zkrmování jsou jablečné výlisky používány k výrobě jablečného pektinu. Z výlisků jsou též vyráběny vlákninové dietetické preparáty, dietní vláknina a podobné produkty. 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 jádřerka 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.

5.7 Výroba sladu a piva

Při výrobě piva jsou nejcennějšími vedlejšími produkty sladové mláto a pivovarské kvasnice. Sladové mláto se získává po oddělení zcukřeného rmutu. Obsahuje nerozpustné zbytky sladu, plev, nezcukřeného škrobu a dalších látek, které se srazily při rmutování. Mláto je považováno za velmi cenné krmivo, jehož hodnota se ještě zvýší přidáním autolyzátu kvasnic. Pokud není zabezpečen okamžitý odbyt, konzervuje se sušením nebo ojedinele silážováním. 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.

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. 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.

5.8 Výroba vína, lihu a droždí

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 výlisky silážovat. Výlisky z hroznů je možné přímo zkrmovat, při extrakci výlisků horkou okyselenou vodou může být extrakt zakvašen a použit pro výrobu vinných destilátů. Výlisky z červených hroznů slouží jako surovina pro extrakci anthokyanových barviv využívaných jako přirozená aditivní barviva v potravinářství.

Z izolovaných semen (oddělených od vysušených výlisků v mlátičkách) se získává olej (mající příznivé zastoupení mastných kyselin) využitelný i pro potravinářské účely. Po vylisování oleje se z výlisků extrahují třísloviny. 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.

Vedlejším produktem výroby lihu jsou výpalky. Melasové výpalky se používají k výrobě krmného droždí, míchají se s dalšími surovinami pro přípravu krmiv. Může se z nich vyrábět uhlíčitan 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).

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 BSK₅ může být až 30000 mg.l⁻¹. Čištění těchto vod se provádí kombinacemi 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.

6 Prevence vzniku odpadů

S rozvojem moderních biologických věd, které od 70. let minulého století v souvislosti s probíhající biologickou revolucí vytvářejí předpoklady pro „biologizaci“ dříve ryze „technických“ průmyslových výrob, dochází postupně ke stále většímu využívání biokatalýzy v zemědělsko-potravinářském komplexu, ve farmaceutickém i „klasickém“ chemickém průmyslu. Uplatnění biokatalýzy v moderních biotechnologiích přináší díky zcela vyjimečným vlastnostem enzymů jako katalyzátorů, které minimalizují tvorbu vedlejších produktů chemických reakcí, zásadně snižuje tvorbu odpadů. Biotechnologie sehrávají čím dál větší roli v energetickém i mimoenergetickém využití organických odpadů ze zemědělství a průmyslu, ale i biogenních odpadů z místních zdrojů. Odpady zemědělsko-potravinářského komplexu jsou cennými druhotnými surovinami nejenom pro zemědělství a potravinářský průmysl, ale mohou být využívány i v oblasti biotechnologií. Řada odpadů je zde využitelná jako surovina pro přímou izolaci enzymů nebo jako substrát pro fermentaci mikroorganismů vykazujících potřebné enzymové aktivity (Bisaria, 1991).

Uplatnění biotechnologických postupů v potravinářském, farmaceutickém i chemickém průmyslu představuje velmi perspektivní hraniční obor mezi biochemií, organickou chemií, mikrobiologií a dalšími vědními disciplinami včetně příslušných technických věd. Biotechnologické postupy se čím dál více uplatňují (často v kombinaci chemické a biokatalytické syntézy) při výrobě aminokyselin, hydroxykyselin, alditolů, epoxidů, aldehydů, ketonů, aminů, antibiotik včetně polosyntetických antibiotik, nukleotidů, feromonů,

prostaglandinů a jiných biologicky účinných látek (Cruz *a kol.*, 2000). Výběr postupu pro výrobu těchto chemikálií závisí na dostupnosti a ceně výchozího materiálu, účinnosti, resp. výtěžku reakce, ceně produktu, tvorbě a zpracování odpadů, problémech znečištění životního prostředí, energetické náročnosti atd. (Foster a Senior, 1987). Pro potravinářský průmysl má význam uplatnění nových biotechnologií v možnosti intenzifikace „klasických“ potravinářských výrob zavedením nových kmenů mikroorganismů, nových forem biokatalýzy např. na bázi heterogenních biokatalyzátorů a nových technologických postupů (např. membránových reaktorů apod.), pomocí kterých se především zvyšuje ekonomika výroby při současném snižování tvorby odpadů a znečišťování životního prostředí (Spelman 1994, Poonam *a kol.*, 2001.).

7 Potravin z odpadů

Produkce potravin z odpadů dává možnost řešení problému globálního nedostatku potravin na celém světě, zvláště pak v zemích „třetího světa“. Vzhledem k tomu, že zemědělské a potravinářské odpady jsou většinou příliš vláknité, aby mohly být utilizovatelné přímo zvířaty, je výhodné jejich „předzpracování“ pomocí různých mikroorganismů. Použité mikroorganismy, které jsou schopny využít těchto odpadů ke svému růstu (i jako zdroje energie), vytvářejí příslušnou biomasu, která je zdrojem potřebných bílkovin (Hayn *a kol.*, 1993). Vzhledem k tomu, že se jedná o jednobuněčné organismy, označují se získané bílkoviny 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*, kdy např. ze 100 g ovesných plev je možno získat 11 g SCP, ze 100 g třtinové bagassy 5,6 g SCP a ze 100 g chmelové drtě 5,4 g SCP.

Pro získávání energie ze zemědělských a potravinářských odpadů byl vypracován též postup, který by se dal popsat hesly kal - řasy – methan. Aerobním rozkladem organického odpadu pomocí bakterií jsou v tomto procesu získané živiny využívány ve spojení se sluneční energií k růstu řas, které jsou pak podrobeny anaerobní mechanizaci za tvorby žádaného bioplynu. (Alternativně mohou být narostlé řasy využívány přímo jako hodnotné krmivo na bázi jednobuněčných bílkovin.) Podobným způsobem je využívána i hydroponie, při které jsou pěstovány rychle rostoucí rostliny v živných roztocích obsahujících organické odpady, často ve spojení s kapalným podílem anaerobní mechanizace potravinářských odpadů.

Podobně jako lignocelulosové odpady ze zemědělství může být zpracováván i odpad z výroby papíru a buničiny. Vzhledem k tomu, že se v řadě případů jedná o odpady na bázi samotné celulosy, byla velká pozornost věnována její enzymové hydrolýze na nízké oligosacharidy až na D-glukosu a jejich využití ve fermentačních technologiích 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 hydroxymáselné (Gandhi *a kol.*, 2000). Polymerací těchto kyselin jsou získávány příslušné polyestery, ze kterých jsou připravovány biodegradabilní obaly.

8 Obalové materiály v potravinářském průmyslu

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

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

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

Využívání biochemických a biologických postupů k recyklaci odpadů z potravinářských výrob (a s nimi spojeného zemědělství) včetně biodegradabilních obalů je velmi atraktivní především ve spojení s výrobou krmiv a získáváním zdrojů energie, protože zásadní otázkou globální ekonomie se čím dál víc stává problém vzrůstající spotřeby potravin a energie. Obecně je možno konstatovat, že drtivá většina organických odpadů (zemědělské a průmyslové odpady i odpady komunální) představují komplexní směs látek, které mohou být využívány jako zdroj živin a energie pro růst různých mikroorganismů. Z těchto důvodů může být technologie původně vypracovaná pro sféru zemědělsko-potravinářských odpadů následně využita pro recyklaci a využití odpadů z jiných oblastí průmyslu, případně pro likvidaci určitého podílu komunálního odpadu. Pro tyto účely se čím dál více vedle klasického fermentačního zpracování využívají i modernizované biotechnologické postupy, ve kterých nacházejí uplatnění vedle vyšlechtěných mikrobiálních kmenů i samotné enzymy.

9 Literatura

Bisaria V.S. (1991): Bioprocessing of agro-residues to glucose and chemicals. V knize: Martin A.M. (Edit.): Bioconversion of waste materias to industrial products. Str. 187-224. Elsevier Applied Science, London.

Cederberg C.: Life cycle assessment of animal products. V knize: Mattsson B. a Sonesson U. (Edits.): Environmentally-friendly food processing. Woodhead Publishing Ltd., Cambridge.

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 Biotechnol. (N. Y.), 14, 79-97.

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

Foster C.F., Senior E. (1987): Solid waste. V knize: Forster C.F., Wase D.A.J. (Edit.): Environmental biotechnology. Str.176-233. Ellis Horwood Limited, Chichester.

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. J. Food Sci. Technol., 37, 292-295.

Hansen C.L. (2000): Waste treatment. V knize: Mattsson B. a Sonesson U. (Edits.): Environmentally-friendly food processing. Woodhead Publishing Ltd., Cambridge.

Hayn M., Steiner W., Klinger R., Steinmüller H., Sinner M., Esterbauer H. (1993): Basic research and pilot studies on the enzymatic conversion of lignocellulosics. V knize: Saddler J.N. (Edit.): Bioconversion of Forest and agricultural plant residues. C.A.B. International, Wallingford.

Marek M., Opatová H., Voldřich M. (1996): Odpady a druhotné suroviny v zemědělsko-potravinářském komplexu. VŠB-TU Ostrava a KU Praha.

Poonam N., Dalel S., Ashok P. (2001): Utilization of agricultural and food waste and by-products by biotechnology. Agro Food Ind. Hi-Tech, 12, 26-29.

Spelman C.A. (1994): Technology. V knize: Non-food uses of agricultural raw materials. Str.58-83. C.A.B. International, Wallingford.

Tölgýessy J., Piatrik M. (1994a): Zneškodňovanie odpadov. V knize: Technológia vody, ovzdušia a tuhých odpadov. Str. 209-235. STU, Bratislava.

Tölgýessy J., Piatrik M. (1994b): Vznik a možnosti zneškodňovania a zužitkovania odpadov v jednotlivých priemyselných odvetviach. V knize: Technológia vody, ovzdušia a tuhých odpadov. Str. 249-269. STU, Bratislava.