

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA CHEMICKÁ
ÚSTAV CHEMIE POTRAVIN A BIOTECHNOLOGIÍ

FACULTY OF CHEMISTRY
INSTITUTE OF FOOD SCIENCE AND BIOTECHNOLOGY

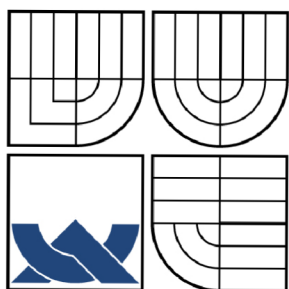
OBALOVÉ MATERIÁLY VHODNÉ PRO POUŽITÍ V POTRAVINÁŘSKÉM
PRŮMYSLU

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

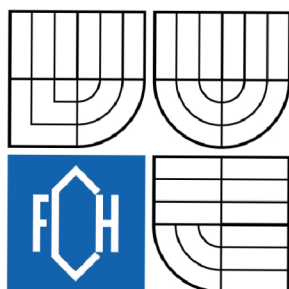
RADEK MARTÁK

BRNO 2008



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA CHEMICKÁ

ÚSTAV CHEMIE POTRAVIN A BIOTECHNOLOGIÍ

FACULTY OF CHEMISTRY

INSTITUTE OF FOOD SCIENCE AND BIOTECHNOLOGY

OBALOVÉ MATERIÁLY VHODNÉ PRO POUŽITÍ V POTRAVINÁŘSKÉM PRŮMYSLU

PACKING MATERIALS SUITABLE FOR USING IN FOOD INDUSTRY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

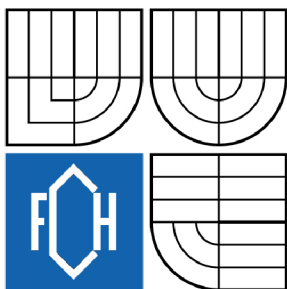
RADEK MARTÁK

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. EVA VÍTOVÁ, Ph.D.

BRNO 2008



Vysoké učení technické v Brně
Fakulta chemická
Purkyňova 464/118, 61200 Brno 12

Zadání bakalářské práce

Číslo bakalářské práce	FCH-BAK0072/2006	Akademický rok: 2007/2008
Ústav	Ústav chemie potravin a biotechnologií	
Student(ka)	Marták Radek	
Studijní program	Chemie a technologie potravin (B2901)	
Studijní obor	Potravinářská chemie (2901R021)	
Vedoucí bakalářské práce	Ing. Eva Vítová, Ph.D.	
Konzultanti bakalářské práce		

Název bakalářské práce:

Obalové materiály vhodné pro použití v potravinářském průmyslu

Zadání bakalářské práce:

Zpracování literární rešerše zaměřené na:

- přehled materiálů vhodných pro balení potravin
- možnost kontaminace potravin složkami obalu
- legislativní požadavky na materiály vhodné pro styk s potravinami

Vyhodnocení možných toxických účinků z hlediska běžné konzumace různých typů potravin.

Termín odevzdání bakalářské práce: 31.7.2007

Bakalářská práce se odevzdává ve třech exemplářích na sekretariát ústavu a v elektronické formě vedoucímu bakalářské práce. Toto zadání je přílohou bakalářské práce.

Radek Marták
student(ka)

Ing. Eva Vítová, Ph.D.
Vedoucí práce

Ředitel ústavu

V Brně, dne 1.9.2006

doc. Ing. Jaromír Havlica, CSc.
Děkan fakulty

ABSTRAKT

Obalový materiál je prostředek, kterého se využívá jako ochrany potravin před vnějšími fyzikálními, chemickými a mikrobiologickými vlivy a tedy pro prodloužení údržnosti potravin.

Bakalářská práce se zabývá vlastnostmi nejčastěji používaných obalových materiálů a zmiňuje vhodnost jejich použití pro jednotlivé typy potravin. Cílem je zpracovat literární rešerši obalových materiálů, které jsou pro přímý styk s potravinou vhodné, popsat jejich základní vlastnosti, způsoby zpracování a následné možnosti použití. Práce se také zabývá legislativou platnou pro obalové materiály a uvádí principy funkčnosti obalových materiálů budoucnosti.

V úvodu práce je uvedena stručná část s kritérii pro výběr obalu a následuje výčet jednotlivých obalových materiálů, včetně jejich vlastností. V závěru práce je stručná pasáž týkající se aktivního balení, ale především legislativa týkající se obalových materiálů.

ABSTRACT

Packaging material is an agent which is used for food protection against outer physical, chemical and microbiological influences and consequently for extension of food durability.

This bachelor thesis deals with the properties of the most often used packaging materials and notices their suitability for each types of food. The objective is to make the literature overview of packaging materials, which are suitable for direct contact with food, to describe their basic characteristics, fabrication techniques and resulting possibility of use. Thesis also deals with the legislation valid for packaging materials and features principles of functionality for incoming packaging materials.

The short section with criteria for selection of packaging materials is mentioned in introduction of this thesis, the list of single packaging materials, including their properties, follows. . At the end of this thesis the short chapter about active packaging is mentioned, but first of all legislation concerning to packaging materials.

KLÍČOVÁ SLOVA

obal, kontaminace, potraviny

KEYWORDS

packaging, contamination, foods

MARTÁK, R. *Obalové materiály vhodné pro použití v potravinářském průmyslu*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, 2008. 43 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Eva Vítová, Ph.D.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a že všechny použité literární zdroje jsem správně a úplně citoval. Bakalářská práce je z hlediska obsahu majetkem Fakulty chemické VUT v Brně a může být využita ke komerčním účelům jen se souhlasem vedoucího bakalářské práce a děkana FCH VUT.

.....
Podpis studenta

OBSAH

1. ÚVOD	7
2. KRITÉRIA VÝBĚRU OBALŮ	8
3. OBALOVÉ MATERIÁLY	9
3.1. Dřevo	9
3.2. Sklo	9
3.3. Kovy	10
3.3.1. Ocel	10
3.3.2. Hliník	11
3.3.3. Cín	12
3.4. Papírenské výrobky	12
3.4.1. Sulfátový papír	12
3.4.2. Nepromastitelný papír (svačínový papír)	13
3.4.3. Pergamenový papír (sklovitý papír)	13
3.4.4. Voskovaný papír	13
3.4.5. Lepenkový papír	14
3.4.6. Vlnitá lepenka	14
3.4.7. Nápojové obaly	14
3.5. Polymerní obalové materiály	14
3.5.1. Polyolefiny	15
3.5.1.1. Polyethylen (PE)	15
3.5.1.2. Polypropylen (PP)	16
3.5.1.3. Kopolymery ethylenu	17
3.5.2. Vinylové polymery	17
3.5.2.1. Polyvinylchlorid (PVC)	17
3.5.2.2. Polystyren (PS, Polyvinylbenzen)	18
3.5.3. Polyestery	19
3.5.3.1. Polyethylentereftalát (PETP)	20
3.5.3.2. Polykarbonáty (PC)	20
3.5.4. Polyamidy (PA)	22
3.5.5. Regenerovaná celulóza (celofán)	23
3.5.6. Obalové prostředky z požitelných látek	23
3.6. Nové trendy v balení potravin	25
3.6.1. Inteligentní obaly	25
3.6.2. Aktivní balení	27
4. OBALY A EKOLOGICKÉ ZATÍŽENÍ ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ	29
5. LEGISLATIVA TÝKAJÍCÍ SE OBALOVÝCH MATERIÁLŮ	30
5.1. Obecné hygienické požadavky na výrobky určené pro styk s potravinami a pokrmy	30
5.2. Požadavky na výrobky z plastů	32
5.3. Požadavky na výrobky z elastomerů a materiálů na základě přírodního a syntetického kaučuku	33

5.4.	Požadavky na výrobky z kovových materiálů.....	34
5.5.	Požadavky na výrobky ze silikátových materiálů	35
5.6.	Požadavky na povrchovou úpravu výrobků určených pro styk s potravinami	36
5.7.	Požadavky na výrobky z papíru, kartonu a lepenky.....	36
5.8.	Požadavky na výrobky z celofánu.....	37
5.9.	Požadavky na výrobky z korku	37
6.	ZÁVĚR.....	39
7.	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	40
8.	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ.....	43

1. ÚVOD

Balení potravin, tedy veškeré obalové materiály, patří mezi poslední kroky výroby potravin. Není ale nejméně důležitou operací, protože obalový materiál tvoří velice důležitou bariéru mezi potravinou a okolím, které je plné mikroorganismů, schopných potravinu znehodnotit, než bude spotřebována.

Zaměříme se na vhodnost použití jednotlivých materiálů na různé typy potravin, protože i samotný materiál může svými vlastnostmi potravinu znehodnotit, např. nedostatečnou odolností proti vlhkosti, kdy se obal poruší, nebo možností velkého propouštění vlhkosti a následného nežádoucího vysušení potraviny apod. Cílem práce je ze všech dostupných zdrojů zachytit a přehledně uvést použitelné obalové materiály a jejich základní fyzikálně-chemické vlastnosti. Zároveň je třeba zhodnotit jejich vlivy na danou potravinu, tedy jaké složky se z obalu mohou do dané potraviny uvolnit, neboť se od sebe velice liší a jejich použití není univerzální.

Dalším cílem práce bude poukázat na historii obalových materiálů, zmínit již nepoužívané materiály a uvést důvody, které k odstavení materiálů vedly. Nezapomene se však ani na novodobé materiály, které nám budou schopny jednoduše sdělit, zda potraviny nebyly nestandardně skladovány, či umožní aktivní uchování potraviny dle jejich vlastností. Nejvíce se však budeme věnovat současným používaným materiálům a konečně legislativě, kterou se vlastnosti a použití materiálů musí řídit.

2. KRITÉRIA VÝBĚRU OBALŮ

Při výběru balicího systému potraviny je třeba zvážit několik kritérií. Ty zahrnují:

1. Stabilitu potraviny ke znehodnocujícím chemickým, biochemickým a mikrobiologickým reakcím, které se mohou vyskytnout. Poměry těchto reakcí závisí na dvou faktorech a to vnitřním (týkající se složení potraviny) a vnějším (okolí potraviny).
2. Podmínky, kterým bude potravina vystavena během distribuce a skladování. Okolní teplota a vlhkost jsou nejdůležitější faktory prostředí a určují bariérové vlastnosti žádané od obalu.
3. Kompatibilita obalu s metodami ochrany potraviny. Např. pokud je potravina tepelně upravována po zabalení, musí být obal schopen vydržet proces ohřevu. Stejně jako pokud je potravina zmrazena, obal musí být schopen splnit funkci i při těchto nízkých teplotách.
4. Povahu a složení specifického obalového materiálu a potenciální dopady na vnitřní kvalitu a bezpečnost balené potraviny jako následek migrace komponent obalového materiálu do potraviny. [1]
5. Lze používat pouze povolené materiály (odpovídající požadavkům na materiály přicházející do přímého styku s potravinami, stanoveným legislativou). [2]

3. OBALOVÉ MATERIÁLY

3.1. Dřevo

Dřevo se skládá z celulózy (40–50 %), ligninu (20–30 %), hemicelulózy (20–30 %) a doprovodných složek jako organické látky (1–3 %): terpeny, tuky, vosky, pektiny, třísloviny, steroly, pryskyřice a anorganické látky (0,1–0,5 %) – po spálení tvoří popel. Zbytek tvoří voda v různém množství. [3]

Dřevo je vůči vodě málo odolné, vodu nasakuje a tvoří tak ideální podmínky pro růst mikroorganismů, proto se příliš nehodí pro skladování vlhkých potravin, do kterých mimo jiné pronikají složky ze dřeva. Jednou z neposledních nevýhod je také jeho cena a trvanlivost, kterou lehce předčí moderní plasty.

Dříve se ze dřeva vyráběly sudy do pivovarů a vinařských závodů. V dnešní době je ale nahrazováno převážně kovy a plasty právě kvůli kontaminaci potravy. Ze dřeva se však nadále vyrábí například luxusní dárkové krabice (například na doutníky, lihoviny) a imitace tradičních obalů (sýry). Nejširší použití dřeva spočívá ve výrobě přepravních obalů a palet. Stále větší význam získávají tzv. velkoplošné materiály (překližky, dřevotřísky atd.), protože vhodnost pro balení potravin zde již nezávisí na vlastnostech použitého dřeva, ale rozhodující jsou parametry pojiva (fenolformaldehydové, aminoformaldehydové, epoxidové pryskyřice atd.). [4]

3.2. Sklo

Sklo je velmi viskózní kapalina ve stavu podchlazení. [5] Sklo má amorfní strukturu, skládá se především z oxidu křemičitého, který je obsažen v křemenu nebo křemičitém písku (sklářském písku), ze kterého se vyrábí. Křemen má teplotu tání kolem 2000 °C, proto se při výrobě používají alkalické látky, jako je soda a potaš, které snižují teplotu tání na asi 1000 °C. Protože použité alkálie zároveň snižují odolnost skla vůči vodě, přidává se oxid vápenatý, který odolnost opět zvyšuje. [6] Obalové sklo má větší podíl sodíku a vápníku, než sklo obyčejné. [4]

Obalové sklo se podle chemické odolnosti dělí do pěti hydrolytických tříd (I. – V.) podle hmotnosti odparku po pětihodinovém varu v destilované vodě. Čím nižší hydrolytická třída, tím je sklo chemicky odolnější. Běžná transparentní obalová skla svou kvalitou odpovídají čtvrté hydrolytické třídě. Barevná skla vzhledem k barvení sloučeninami různých kovů, např. chromu a dvojmocného železa uskel zelených a trojmocného železa a manganu u skel hnědých, musí odpovídat druhé hydrolytické třídě. [4]

Výhody skla spočívají ve vynikající odolnosti jak vůči fyzikálním, tak vůči chemickým vlivům. To umožňuje dokonalou omyvatelnost a sterilovatelnost skleněných obalů či možnost jejich opakovaného použití [4]. Tyto vlastnosti mohou být modifikovány nebo i úplně změněny přidáním jiných sloučenin nebo tepelným zpracováním. [6] Další nespornou výhodou skla je jeho neomezená recyklovatelnost a takřka neomezené zdroje pro jeho výrobu. Zároveň se díky recyklaci snižují náklady na výrobu skla, protože recyklované sklo, které se při další výrobě použije, má nižší teplotu tání a jeho výroba se tak stává levnější, než výroba kovových obalů. Sklo má také výborné bariérové vlastnosti z hlediska propustnosti plynů a par. Jako obal dává sklo díky své 100 % transparentnosti spotřebiteli pocit nefalšovanosti. [4]

V některých případech je potřeba odfiltrvat z dopadajícího záření část spektra, které poškozuje potraviny. Proto se například na balení jedlých olejů doporučuje oranžová barva. Také víno a pivo jsou citlivé na fotochemické oxidačně-redukční změny. Proto se láhve na pivo a víno barví do hněda, hnědo-zelena a zelena. [7]

Za nevýhody skla lze uvést křehkost, vyšší hmotnost (současný vývoj směřuje k maximálnímu možnému odlehčování skla), špatná tepelná vodivost, energetická náročnost výroby skla a citlivost k rychlým tepelným změnám (tepelná odolnost), která se upravuje podle cílového použití skla. Tepelná odolnost závisí na koeficientu tepelné roztažnosti skla, který je dán složením, a je nepřímo úměrná tloušťce skla. [4]

Skla se jako obalu využívá nejvíce ve formě lahví všeho druhu, které se do oběhu neustále vracejí a snižují se tak nároky na výrobu lahví nových. Důležitou roli hrají skleněné zavařovací sklenice určené k prodeji sterilovaných zemědělských produktů, nebo domácího zavařování.

3.3. Kovy

Představují významnou skupinu obalových materiálů. Pro potravinářské obaly v praxi se využívají ocel, hliník a cín. Výhody kovů jako obalového materiálu lze obecně charakterizovat značnou pevností a dokonalými bariérovými vlastnostmi. Někdy může být výhodou i dobrá tepelná vodivost. Pokud jde o nevýhody, je základním problémem kovových obalů jejich koroze zejména působením náplní, ale i vlivem okolního prostředí. [4]

Nejčastěji využívané kovy jsou ocel, hliník a cín.

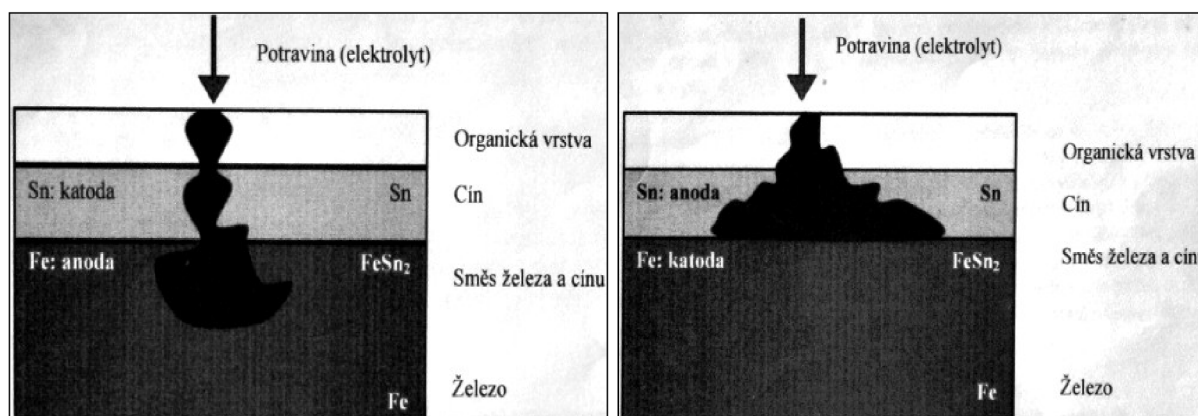
3.3.1. Ocel

Využívá se především ve formě bílého plechu. Bílý plech je elektrolyticky pocínovaný, o tloušťce 0,16 – 0,25 mm. Plošná hmotnost vrstvy cínu je přibližně $10 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ ocelového plechu, který se po elektrolýze zahřeje na 232 °C. Zahřátím se vrstvy slíjí a vytvoří se mezní vrstva FeSn_2 . Pro převážnou část potravinářských aplikací je pocínovaný ocelový konzervový plech na vnitřní straně opatřen vrstvou laku. [4] Povrch se lakuje kvůli zamezení interakcím složek potraviny s kovy. Lak se nanáší nástřikem a následně se vytvrzuje. Podle typu plechovky (respektive podle budoucí náplně) se laky dělí na několik skupin a to na akrylové (pro zeleninu, polévky, jídla s přísadami TiO_2 nebo disperzemi hliníku); epoxyamidové (nápojové plechovky); epoxyesterové; epoxyfenolické (plechovky určené pro maso); olejoprskyřičné (pro zeleninu, ovoce); polybutadienové (pro nápoje a citrusové ovoce); vinylové (vrchní vrstva pro nápoje); vinylfenolické (na tahané plechovky pro nápoje). Další možnosti ochrany vnitřních stěn ocelových konzerv jsou pochromování (vytvoří se až 100x tenčí vrstva s oxidy chrómu než u pocínování), chemická pasivace povrchu oceli fosfátchromovým filmem a ocel s vrstvou hliníku. [5, 8]

Veškerými povrchovými úpravami se předchází jednomu z největších problému u oceli jako obalového materiálu, a to korozi. Korozi se rozumí v zásadě rozpouštění obalového materiálu v potravinářské náplni, jejímž důsledkem je až vizuálně patrné rozpouštění části obalu. Rozpouštění kovových obalů může být teoreticky způsobováno korozi chemickou (rozpouštění kovu v kyselém prostředí) nebo elektrochemickou (koroze v důsledku tvorby elektrochemického článku), v praxi se však oba mechanismy uplatňují současně. V potravinách balených v kovových obalech je tak vždy vyšší obsah kovů, i když vlivem lakování jsou úrovně kontaminace potravin běžně výrazně pod hygienickými limity. [8, 9]

Jako příklad lze uvést korozi bílého plechu. Dle standardního potenciálu železa ($\text{Fe}/\text{Fe}^{2+} = -0,440 \text{ V}$) a cínu ($\text{Sn}/\text{Sn}^{2+} = -0,136 \text{ V}$) by se mělo rozpouštět železo jako anoda. Bohužel skutečnost je ovlivněna složením elektrolytu (potravinou), přítomností oxidů kovů, příměsí v kovech a přítomností depolarizátorů (= urychlovače koroze). První typ koroze, ke které dochází, je jamková (hloubková) koroze železa (obr. 1), kdy dochází k deformacím konzervy (tzv. chemická bombáž), k tvorbě černě zbarvených komplexů (reakcí polyfenolických sloučenin s ionty železa) nebo až k proděravění plechového obalu. Druhý typ koroze je tzv. plošná koroze cínu (obr. 2), kdy dochází k odlupování vrstvy cínu, a následně i jako u prvního typu k chemické bombáži a tvorbě černých komplexů. Druhý typ koroze ovšem není takovou hrozbou, neboť ovlivňuje pouze organoleptické vlastnosti potravin, přičemž životnost obalu není omezena, protože ocel je zde katodicky chráněna. [5, 8]

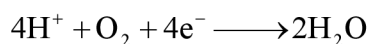
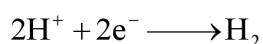
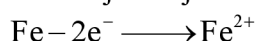
Podle velikosti vlivu potravin na korozi lze tyto rozdělit na několik skupin. Jako silně korozivní prostředí lze označit ovoce s anthokyanovými barvami, kyselé nálevy zeleniny, rebarboru, špenát, rajčatové výrobky a výrobky obsahující soli NaCl , NO_3^- , NO_2^- , PO_4^{3-} . Středně korozivní prostředí je ovoce bez anthokyanových barviv a málo korozivní prostředí je například hrách, kukuřice, maso, pivo, mléčné výrobky a tuky. [5, 10]



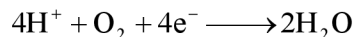
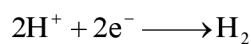
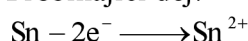
Obr. 1
Příklad bodové koroze oceli. [5]

Obr. 2
Příklad plošné koroze cínu. [5]

Probíhající děj:



Probíhající děj:



3.3.2. Hliník

Kovový hliník v potravinářství nalézá uplatnění především díky své poměrně značné chemické odolnosti, nízké hmotnosti a tvárnosti. Jeho nevýhodou je však jeho malá mechanická pevnost. [9] V potravinářství se využívá nejvíce ve formě tenkého plechu (alobalu), konzervových i nápojových dvoudílných plechovek, misek tvořených hlubokým taháním z hliníkových pásů s vrstvou polyethylenu a polypropylenu. [4, 5]

Chemická odolnost je dána schopností hliníku pokrýt se vrstvou kompaktního a poměrně odolného Al_2O_3 . Pasivovaný povrch, tedy povrch pokrytý odolným Al_2O_3 , však jen těžce odolává iontům Cl^- , a to především v kyselém prostředí. Z tohoto důvodu je vhodný spíše pro potraviny s $\text{pH} = 5,7 - 7,6$ obsahující retardéry koroze (např. sacharóza). Podobně jako u oceli

se však povrch hliníku proti korozi dá chránit. Využívá se především eloxování povrchu hliníku (elektrochemická pasivace povrchu), kdy se hliník stává vhodný i pro potraviny s ionty Cl^- , ne však současně pro potraviny kyselé. Další možností je eloxování povrchu spojené s lakováním, kdy se povrch hliníku stává odolný i vůči agresivnímu prostředí. [5]

3.3.3. Cín

Cín je v normálním prostředí značně odolný proti korozi a zároveň je zdravotně prakticky nezávadný. Cín je stříbrolilý lesklý kov, značně tažný, proto z něj lze válcovat velmi tenké fólie. Cín je vůči vzduchu i vodě za normální teploty odolný. Vůči působení silných minerálních kyselin není cín příliš odolný. Velmi ochotně se rozpouští především v kyselině chlorovodíkové za přítomnosti i malých množství oxidačních činidel (HNO_3 , H_2O_2 , ...). V silně alkalických roztocích se kovový cín poměrně rychle rozpouští za vzniku cíničitanového anionu. Cín je tedy amfoterní. [11]

V současnosti se používá výhradně pro povrchovou ochranu ocelových konzervových plechů před korozi, od ostatních aplikací (fólie staniol, tuby atd.) bylo již dávno upuštěno vzhledem k celosvětovému deficitu tohoto kovu. [4]

3.4. Papírenské výrobky

Jsou další skupinou tradičně využívaných obalových materiálů. Jejich podstatou je vrstva zplstnatělé buničiny (prakticky čisté celulosy, pro obalové účely připravované ze dřeva odbouráním inkrustujících látek v alkalickém prostředí, tzv. sulfátovým způsobem). [4] Podle plošné hmotnosti je rozlišujeme na papír ($<150 \text{ g}\cdot\text{m}^{-1}$), karton ($150 - 250 \text{ g}\cdot\text{m}^{-1}$) a lepenku ($>250 \text{ g}\cdot\text{m}^{-1}$). Navzdory dobrým mechanickým vlastnostem přírodního papíru, některé vlastnosti omezují rozsah jeho použití. Jsou to především vysoká propustnost pro vodu a vodní páry, permanentní plyny, aromatické látky, tuky a oleje, nízká odolnost proti plísním, nízké hodnoty fyzikálně-chemických vlastností v mokřem stavu a nemožnost zpracování na balících strojích. Proto se papír (karton, lepenka) pravidelně povrchově zušlechťují. [7]

Impregnační látky mohou být aplikovány do hmoty papíru během mletí, nebo se jimi upravuje povrch již hotových papírenských výrobků, kdy jsou impregnační přísady aplikovány v nejrůznějším stavu, například jako taveniny (mikrofosky, hot-melty, plasty), ve formě plastisolů (vinylové polymery dispergované ve změkčovadle), vodných disperzí (polyvinylacetát, polyvinyliden-chlorid) nebo organických roztoků. Další možností je laminace papírů (tj. vrstvení pomocí lepidla) polymerními nebo hliníkovými fóliemi. [4]

Nové trendy použití papírenských výrobků směřují ke zpříšňování předpisů použití. Zvyšuje se možnost potiskování pro atraktivnější vzhled, zvyšuje se pevnost kvůli lepší ochraně a pohodlnější manipulaci, vyvíjejí se efektivnější recyklační metody pro menší dopady na životní prostředí a snižování použití surovin, pro méně pevného odpadu. Díky tomu může být použití papírenských výrobků mnohem širší. [12]

Nejčastěji využívané papírenské výrobky jsou papíry sulfátové, nepromastitelné (svačtinové), pergamenové, voskované, lepenkové, vlnitá lepenka a také nápojové obaly.

3.4.1. Sulfátový papír

Ve více než 80 % se pro výrobu sulfátového papíru používá bělená nebo nebělená papírová drť, která je jednou z nejpoužívanějších buničin s vysokou pevností.

Jeho využití lze nalézt ve výrobě potravních sáčků, obalů, vícestěnných pytlíků, řeznických přebalů, voskových papírů a všech typů zvláštních tašek a pytlíků. [12] Hrubý povrch

sulfátového papíru navíc zamezuje klouzání jednotlivých sáčků po sobě, když jsou naskládány na paletách. [1]

3.4.2. Nepromastitelný papír (svačínový papír)

Je průsvitný hladký papír, který byl hydratován pro odolnost vůči oleji a tuku. Vyrábí se prodlouženým tlučením nebo mechanickým mletím papíroviny, díky čemu se rozruší vlákna celulózy, která jsou následně schopna absorbovat tolik vody, až se na povrchu stanou rosolovité a lepkavé. Tento fyzikální jev se nazývá hydratace a výsledkem je splynutí sítě papíru v papírenském stroji se spoustou uzavřených vnitřních prostor. Uspokojivý účinek nepromastitelných papírů závisí na míře, do jaké byly póry uzavřeny. Za předpokladu, že došlo ke spojení jen mála pórů mezi vlákny, je propustnost pro tekutiny nízká. Nicméně nejsou vyloženě nepropustné, protože oleje a tuky je po čase prostoupí. Přesto se často používají pro balení másla a podobných tučných pokrmů, protože odolají penetraci tuku po přijatelnou dobu. [1]

3.4.3. Pergamenový papír (sklovitý papír)

Jak již název napovídá, jedná se o papír, který má sklovitý hladký povrch, vysokou hustotu a průsvitnost. Vyrábí se dalším zpracováním nepromastitelného papíru v kalandrovacím stroji, kde je pečlivě vlhčen vodou a prochází skupinou válců, zahříváných parou. Výsledkem je vznik velice těsných vodíkových vazeb mezi vlákny, až se index lomu takto vzniklého papíru blíží hodnotě 1,02, což je hodnota amorfní celulózy. To poukazuje na fakt, že je přítomno pouze velmi malé množství pórů a fázových rozhraní vlákno-vzduch, které by rozptylovalo světlo a tedy zároveň dovolilo proniknutí tekutin. Průsvitnost se může široce měnit podle stupně hydratace papíroviny a základní hmotnosti papíru. Přidáváním oxidu titaničitého se papír stává neprůsvitný a je často potažen plastem pro zvýšení tuhosti. [1] Díky všem těmto úpravám se sklovitý papír stává dobře odolný také vůči permanentním plynům. Lze ho použít jako obal pro všechny druhy potravin a tam, kde je prospěšná jeho průhlednost. [12]

3.4.4. Voskovaný papír

Voskový papír poskytuje dobrou ochranu před proniknutím tekutin a permanentních plynů. Pro voskování se hodí mnoho základních papírů, včetně nepromastitelných a pergamenových papírů. Hlavní typy voskových papírů jsou vyrobeny mokřím voskováním, suchým voskováním a laminováním voskem. Voskový (ang. wax-sized) papír, kdy se vosk přidává do hnětače během výroby papíru, obsahuje nejméně vosku a zároveň poskytuje nejmenší ochranu.

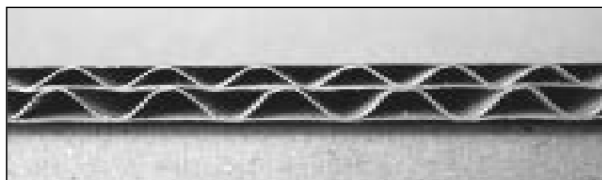
Papír vyrobený mokřím voskováním má na svém povrchu spojitou jednostrannou či oboustrannou vrstvu, které se dosáhne prudkým ochlazením tekutého vosku ihned po jeho aplikaci. To uděluje pokrytému povrchu vysoký stupeň lesku. Papír vyrobený suchým voskováním se vyrábí lisováním pomocí zahřátého válce a na jeho povrchu nevzniká souvislá vrstva vosku. Následkem toho zde nechráněná vlákna papíru fungují jako knoty a vnášejí vlhkost do papíru. Voskem laminovaný papír obsahuje souvislou vrstvu vosku mezi jednotlivými papíry, který tak funguje jako lepidlo. Primární funkcí vosku je zde ochrana před vlhkostí a teplem spojitelný laminant. Do vosku se často přidávají speciální pryskyřice nebo plastové polymery, pro zvýšení přilnutí a nízkou tepelnou účinku laminace a pro zamezení lámání vosku při skládání a ohýbání papíru. Ovšem použití vosku se již často nahrazuje termoplasty, které mají lepší vlastnosti. [1]

3.4.5. Lepenkový papír

Je papír s vyšší plošnou hmotností a vyrábí se jej několik druhů. Obecně jejich celkovou strukturu tvoří několik vrstev papíru a vlastnosti jednotlivých vrstev udávají celkové vlastnosti lepenky. Pro výrobu lepenky mohou být použity různé druhy papíroviny tak, aby se snížily náklady na výrobu a zlepšily se určité požadované vlastnosti. Dělí se především na bednovou lepenku (je používána na výrobu beden z vlnité lepenky), krabicovou lepenku (je používána pro výrobu lepenkových krabic) a různé jiné lepenky. [12]

3.4.6. Vlnitá lepenka

Vlnitá lepenka (obr. 3) se skládá z rovných plátů lepenky po stranách a mezi nimi je vlepena vložka ze zvlněné lepenky. Díky různě tvarovaným profilům, které se ve vlnité lepence nachází, má tato lepenka dobrou odolnost v tlaku a dobré tlumící vlastnosti. Podle jejich cílového použití a potřebné pevnosti lze vyrábět různé typy vlnité lepenky. Může mít např. strukturu jednostěnnou (dvouvrstvá lepenka), dvoustěnnou (trojvrstvá lepenka), nebo i vícevěnnou dle požadavků obchodníka. Nejvíce výzkumu se dnes soustředí na snižování použití surových vláken a snahu více používat tenké obaly, pro snížení cen obalů. [12]



Obr. 3

Příklad 5-ti vrstvé, trojstěnné vlnité lepenky. [13]

3.4.7. Nápojové obaly

Pro nápojové obaly se lepenka, která dává obalu tvar, na vnitřní nebo i vnější straně obalu potahuje vrstvou vosku pro vodovzdornost. Další možností je potáhnout stěny vrstvou polyethylenu (PE), který navíc odolává oděru. V některých nápojových obalech lze nalézt také vrstvu hliníkové fólie, která je vynikající bariérou vůči permanentním plynům, jež PE vrstva i vosková vrstva propouští. Potahování stěn lepenky se obvykle spojuje s aseptickým plněním. [12]

3.5. Polymerní obalové materiály

Jsou nejrychleji se rozvíjející skupinou obalových materiálů. Škála polymerních obalových materiálů používaná při balení potravin je velmi rozsáhlá a zahrnuje materiály, které se co do užitných vlastností diametrálně liší. Některé vlastnosti těchto látek jsou však pro ně charakteristické, odlišují je od ostatních obalových materiálů a jsou základem aplikace polymerních materiálů při konstrukci obalů potravin, ať již jako konstrukčních materiálů, nebo funkčních povlaků (impregnace papírenských výrobků, laky na kovových obalech atd.).

Snad nejvýznamnější ze společných vlastností je plasticita při vyšší teplotě, která umožňuje poměrně snadné tvarování a opracování do podoby jak plochých materiálů (fólií), tak dutých obalů (lahve, kelímky, misky atd.). Důsledkem je i možnost tepelného spojování, tj. svařování plastových obalů. Je zřejmé, že polymerní materiály s nižší teplotou měknutí

(menší tepelnou stabilitou) budou snadno tepelně svařovatelné a naopak, polymery tepelně stabilní svařovat za podmínek využitelných v praxi nelze. [4]

Plastové obaly mají také široký rozsah bariérových vlastností propustnosti plynů a par, což nabízí různé možnosti pro potřeby balení. Bariérové vlastnosti se pro plastové obalové materiály obvykle kvantifikují jako propustnost: čím menší je propustnost, tím je lepší bariéra pro plyny. Propustnost je funkcí plastového materiálu, permanentního plynu, teploty a v některých případech i vlhkosti. [12]

Obaly na bázi jednoho polymeru jsou typické pro potraviny, u kterých systém balení zajišťuje hermetičnost a brání změnám vlhkosti. Jsou-li nároky na ochrannou roli obalu větší, např. navíc nepropustnost pro permanentní plyny a aromatické látky, větší tepelná odolnost atd., je nezbytné vlastnosti jednotlivých polymerů kombinovat. Pak se v praxi uplatňují vrstvené materiály (laminované, koextrudované, lakované atd.). [4]

Nejčastěji využívané polymerní obalové materiály:

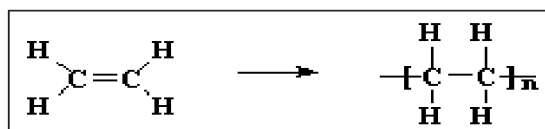
3.5.1. Polyolefiny

Pod pojmem polyolefiny rozumíme homopolymery a kopolymery olefinů neboli alkenů, tj. uhlovodíků, které obsahují ve svých molekulách jednu dvojnou vazbu. K nejdůležitějším patří homopolymery a kopolymery ethylenu (ethenu) a propylenu (propenu). [14]

3.5.1.1. Polyethylen (PE)

Polymerace ethylenu (obr. 4), jehož výroba dnes vychází z krakovaných plynů při zpracování ropy, se provádí buď za vysokých tlaků (50 až 300 MPa), anebo za nízkých tlaků, ale v přítomnosti vhodných katalyzátorů. Polyethylen připravený vysokotlakým způsobem má nižší molekulovou hmotnost a částečně rozvětvené řetězce (PE nízké hustoty = LDPE), kdežto produkty nízkotlaké polymerace jsou lineární a mají vysokou molekulovou hmotnost (PE vysoké hustoty = HDPE). Středotlakou polymerací nebo smíšením obou druhů PE je možno získat PE střední hustoty (lineární s nízkou hustotou = LLDPE) s vlastnostmi, které odpovídají přechodu mezi oběmi krajními možnostmi.

Oba druhy PE mají výbornou odolnost vůči vodě a anorganickým chemikáliím a za normální teploty se nerozpouštějí v žádném organickém rozpouštědle. Např. v xylenu, toluenu a chlorovaných uhlovodících se rozpouštějí až při $t \geq 80^\circ\text{C}$. Oba druhy PE mají velmi malou, i když diferencovanou propustnost pro vodní páry, mnohem více však propouštějí permanentní plyny (kyslík a oxid uhličitý) a některé organické páry vonných a chuťových látek potravin. Z hygienického hlediska je vítané, že PE nemusí být změkčován pro určité způsoby zpracování a použití, jako tomu bývá u některých jiných polymerů. [5]



Obr. 4

Schematická výroba PE. [15]

PE o vysoké hustotě (HDPE) má vynikající mechanickou pevnost, nárazuvzdornost, tepelnou odolnost a poměrně dobré bariérové vlastnosti. Proto se nejvíce využívá jako obal spotřebitelský nebo přepravní. Jako spotřebitelský obal se používá nejvíce ve formě jemných tenkých fólií, silnějších fólií pro obaly typu misek a kelímků, nebo tuhých dutých obalů

nejrůznějších tvarů (Mikroten). Fólie z něj se dobře skládají, dají se zmačkat, mají matovější povrch. Výhodami jsou úplná vodovzdornost, malá propustnost pro vodní páry, vysoká odolnost vůči tukům, použitelnost ve velkém teplotním rozsahu (-40 – +110 °C), dobrá svařovatelnost a smrštitelnost teplem. HDPE se vyskytuje také jako součást laminátů, většinou v kombinaci s polyamidem (PA) nebo polyesterem. Ze silných fólií se vyrábí převážně různé misky (ve kterých se dá přímo ohřívat), přepravky na láhve, zeleninu, ovoce aj. a stále větší množství se využívá na duté obaly. [5]

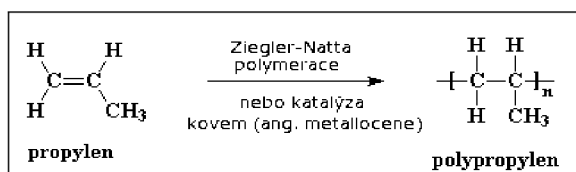
PE o nízké hustotě (LDPE) se využívá převážně na spotřebitelské obaly, jako jsou různé sáčky, nebo ve formě laminátů hlavně s papírem, celofánem a hliníkem. Silnější fólie se využívají ve formě pytlů. Značný podíl LDPE se produkuje ve formě smrštitelných fólií, přičemž jsou nabízeny speciální druhy pro spotřebitelské balení, např. PE ionizačně ozářený, kdy dojde k částečnému zesílení polymeru a zvětší se smrštitelnost. [5]

PE lineární, s nízkou hustotou (LLDPE) má podobnou hustotu jako LDPE. Jeho linearita zajišťuje pevnost, zatímco větvení poskytuje houževnatost. Hlavní výhody oproti LDPE spočívají v jeho zlepšené chemické odolnosti, vyšší teplotě tání, vlastnostech při nízkých i vysokých teplotách, vyšším povrchovém lesku, vyšší pevnosti při dané hustotě a lepších tavicích vlastnostech. Tyto výborné vlastnosti vedly k novým aplikacím a mnohdy nahrazuje použití LDPE a HDPE v nových oblastech. [1]

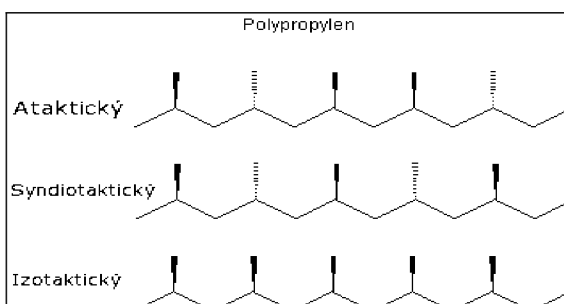
3.5.1.2. Polypropylen (PP)

Dnešní výroba PP (obr. 6) se podobá výrobě PE nízkotlakým způsobem. Výtěžek izotaktického (izotaktický PP má všechny methylskupiny na stejné straně roviny, obr. 7) PP je vždy větší než 90%, pro zvláknování se však požaduje tzv. index izotakticity vyšší než 95 %. Ataktický (obr. 7) podíl, zhoršující mechanické vlastnosti PP, se vypírá alifatickými uhlovodíky, např. hexanem.

PP je některými vlastnostmi i vzhledem podobný lineárnímu PE. Podobně jako PE má i PP prakticky nepolární strukturu. Vzhledem ke stupni krystalinity dosahujícímu 60 % až 75 % je však neprůhledný. Teplota tání čistého izotaktického PP je 176°C, obchodních produktů v rozmezí od 16 °C do 170 °C. Díky tomu se dá výborně sterilovat až do 120 °C. Kromě vyšší teploty měknutí a tím i použitelnosti při vyšších teplotách se PP liší od lineárního PE nižší hustotou, menší odolností vůči mrazu, oxidaci a povětrnosti, ale na druhé straně větší pevností, tvrdostí a odolností vůči oděru. Je také méně propustný pro plyny a páry. Odolnost PP vůči chemikáliím je ve srovnání s PE rovněž větší, zvláště při zvýšených teplotách. Podobně se však rozpouští při teplotách nad 80 °C v aromatických a chlorovaných uhlovodících. Minerální a rostlinné oleje absorbuje PP jen nepatrně beze změny mechanických vlastností. [14]



Obr. 6
Schematická výroba PP. [16]



Obr. 7
Příklad typů PP. [17]

Uplatnění PP v obalové technice má v posledních letech stále stoupající tendenci a na prvním místě právě ve formě orientovaných fólií. Tyto fólie nahrazují velmi účinně celofán, který předčí pevností, odolností vůči vlhkosti a vyšší tepelnou odolností. PP se v obalové technice používá nejen jako fólie, ale i ve formě misek (např. pro hotové pokrmy), popřípadě kelímků vyrobených vstřikováním nebo ve formě dutých obalů. Pro výrobu lahví je PP dosti tříštivý. Je snahou omezit tuto nežádoucí vlastnost modifikací PP EVA (viz níže) kopolymerem nebo butylkaučukem. Kombinace s jinými materiály, především s papírenskými a s hliníkem, představuje další možnost uplatnění PP. [5]

3.5.1.3. Kopolymer ethylenu

Radikálovou kopolymerací za vysokých tlaků a teplot se vyrábějí kopolymerem ethylenu a jiných monomerů.

Kopolymer ethylenu s vinylacetátem (EVA) nalezl uplatnění zejména ve formě smrštitelných fólií pro balení potravin a jako modifikátor vlastností rozvětveného polyethylenu, polypropylenu, polyvinylchloridu a dalších, především křehkých termoplastů, kterým propůjčuje větší odolnost proti rázu (tzv. rázovou houževnatost). [14] EVA našel uplatnění jako pružný film při balení potravin (obzvláště čerstvého masa), pro účely lepících obalů a vytlačil PVC z mnoha pružných balících aplikací. EVA se také využívá při koextrudačních procesech na výrobu laminovaných materiálů. [1]

Velmi rozšířeným se stal **kopolymer ethylenu s propylenem**, kaučuk vulkanizovaný organickými peroxidy nebo ionizujícím zářením. Vyniká odolností vůči působení kyslíku a ozónu. [14]

3.5.2. Vinylové polymery

Patří k nejdůležitějším plastům. Získávají se většinou polymerací monomerů obecného vzorce $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{R}$, kde R může být skupina $-\text{Cl}$ (polyvinylchlorid); $-\text{OH}$ (polyvinylalkohol); $-\text{O}-\text{CO}-\text{CH}_3$ (polyvinylacetát); $-\text{C}_6\text{H}_5$ (polystyren, polyvinylbenzen).

3.5.2.1. Polyvinylchlorid (PVC)

Polyvinylchlorid je nejvýznamnějším představitelem skupiny vinylových polymerů a společně s polyethylenem a polypropylenem nejmasověji vyráběným syntetickým plastem. Příčinou jeho mimořádného rozšíření jsou poměrně levné způsoby výroby vinylchloridu a významné vlastnosti jeho polymeru, ať už se jedná o jeho snadnou zpracovatelnost prakticky všemi základními postupy (válcováním, vytlačováním, vstřikováním, vyfukováním, vakuovým tvarováním atd.) nebo jeho schopnost želatínace s různými změkčovadly i jeho značnou chemickou odolnost. [14]

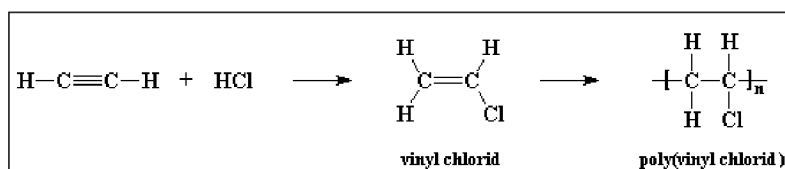
Podle způsobu polymerace je možno rozlišit tzv. **emulzní PVC**, který má nahnědlou barvu a je pouze průsvitný, zatímco **suspenzní PVC** je dokonale průhledný a bezbarvý. Pro lepší vzhled i menší absorpci vody se uplatňuje u vzhledově náročnějších, tvarovaných i smršťovacích obalů.

Fyzikální a chemické vlastnosti PVC závisí značně na stupni změkčení, resp. na způsobu modifikace. Největší podíl PVC se pro obalovou techniku zpracovává termoplastickým tvarováním fólií. S neměkčeným PVC je možno vystačit pro běžné vakuové tvarování, avšak pro hluboké tvarování, zejména pro výrobu lahví, je třeba zvětšit jeho průtažnost a rázuvzdornost. Toho lze dosáhnout buď přidávkem nízkomolekulárních změkčovadel, nebo vysokomolekulárních modifikátorů. Změkčovadla jsou v podstatě organická rozpouštědla

s nízkou tenzí par za normální teploty, která se v menším množství (do 5 %) přidávají i do tzv. neměkčeného PVC k zamezení tříštivosti a pro lepší zpracovatelnost. Tomu účelu slouží hlavně estery dikarbonových kyselin (dibutylsebaktát, dioktylsebaktát, dioktylfthalát atd.). Do tzv. změkčeného PVC se přidává až 40 % změkčovadel. Z dalších přísad jsou to stabilizátory, jejichž úkolem je omezit rozklad polymeru účinkem světla a tepla.

Z fólií PVC je možno tvarovat nejrůznější kelímky, přeložky na vejce, bonbóny, ovoce atd. Rozšiřuje se také výroba lahví z PVC, především na ocet a olej, ale také na víno a samozřejmě na široký sortiment čisticích prostředků. Láhve se buď tvarují z fólií, nebo vytlačují z granulátu.

Měkčené fólie PVC nacházejí velmi dobré uplatnění především jako průtažné fólie. Jde o čiré filmy s dobrou průtažností za normální teploty, které dobře obepínají kusovité výrobky bez evakuace obalu. Vzhledem ke stupni změkčení mají poměrně velkou propustnost pro vodní páru, kyslík a oxid uhličitý, a proto jsou vhodné především pro balení čerstvých vodnatých potravin (ovoce, zeleniny, masa a některých masných výrobků, sýrů i pekařských výrobků). Tažné filmy jsou svařitelné zpravidla v teplotním rozsahu 150 až 170 °C. [5]



Obr. 8
Schematická výroba PVC. [18]

3.5.2.2. Polystyren (PS, Polyvinylbenzen)

Polystyren je jedním z nejstarších syntetických polymerů. Polymerace styrenu byla známa a publikována již v roce 1839, ale na průmyslovou realizaci si musela počkat celé století. V současné době patří polystyren společně s polyolefiny a polyvinylchloridem k nejpoužívanějším polymerům. Lze jej snadno připravit všemi známými polymeračními technikami – mechanismem iontovým i radikálovým – polymerací v monomerní fázi, roztokovou, suspenzní i emulzní. Během jednoho roku zpolymeruje styren dokonce samovolně (na 80 %). Prakticky se však pro výrobu homopolymerů a kopolymerů styrenu používá především radikálová polymerace. Nejdůležitějšími způsoby výroby polystyrenu jsou polymerace v monomerní fázi a suspenzní. [14]

Polystyren se vyznačuje větší rozvětveností makromolekul než PVC, jejich menší pohyblivostí a v důsledku toho i větší křehkostí, resp. tříštivostí produktu. Vyniká výbornou průhledností. V obalové technice se uplatňuje především tzv. houževnatý polystyren, jehož tříštitelnost je omezena různými způsoby modifikace. Přichází v úvahu kopolymerace PS s akrylonitrilem a butadienem, dále tzv. roubová kopolymerace (roubový kopolymer vzniká, nechávají-li se na řetězci jednoho polymeru vyrůstat postranní větve polymeru druhého), ale i hnětení s butadien-styrenovým kaučukem. Rázuvzdornost stoupá v tomto pořadí: nemodifikovaný PS, kopolymer styren-akrylonitril, houževnatý PS, kopolymer akrylonitril-butadien-styren (ABS).

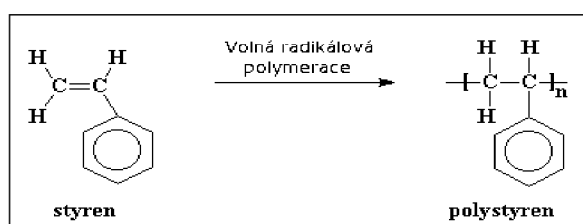
PS všech typů má poměrně velkou propustnost pro vodní páru a velmi silnou propustnost pro kyslík, což určuje jeho použitelnost především pro potraviny, které nejsou oxylabilní, resp. pro ty, které jsou určeny k rychlému zkonsumování.

Z fólií z houževnatého PS se dobře vakuově tvarují kelímky, různě tvarované misky a podložky (např. pro balení masa, ovoce a zeleniny, zmrazená hotová jídla apod.), přeložky bonboniér, lísek na ovoce.

Orientované, smršťitelné polystyrénové filmy jsou charakterizovány rovněž velkou propustností pro plyny (jde-li o balení ovoce a zeleniny) a dále poměrně značnou stabilitou smršťovacího napětí.

Pěnový polystyren, známý především jako výborný mechanicky i tepelně izolační materiál, se začíná uplatňovat v obalové technice hlavně ve formě fólií, z nichž se tvarují různé misky a podložky i přeložky. Dobré uplatnění nachází i v oblasti přepravních obalů, např. ve formě vhodně tvarovaných přepravek pro citlivé druhy ovoce a zeleniny a pro přepravu ryb prosypávaných ledem.

Pro povrchovou ochranu papírenských materiálů, hliníkových fólií i jako těsnicí hmota pro víčka konzervových plechovek a sklenic přichází v úvahu styren-butadienový latex. [5]

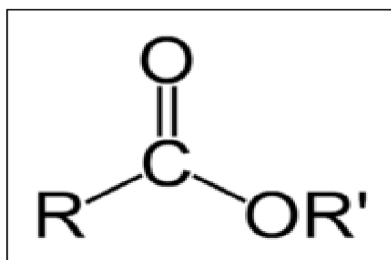


Obr. 9
Schematická výroba PS. [19]

3.5.3. Polyestery

Polyestery tvoří velkou skupinu polymerů, jejichž společným znakem je přítomnost esterových vazeb v hlavním makromolekulárním řetězci, tj. polymerů obecného vzorce (viz obr. 10). Lze je klasifikovat na dva základní typy: polyestery termoplastické, lineární (odvozené od kyseliny tereftalové a uhličitě) a polyestery reaktoplastické, rozvětvené a v konečném stádiu zpracování zesíťované. [14]

Z lineárních polyesterů se pro obalovou techniku vyrábějí především fólie, jasně průhledné, nejpevnější z plastických fólií, s dobrou tepelnou odolností (od -60 do 120 °C) i s dobrou odolností chemickou (proti zředěným kyselinám, alkáliím, uhlovodíkům, tukům a nižším alkoholům). Také propustnost vůči vodní páře a plynům vůbec je velmi nízká. [5]



Obr. 10
Obecný vzorec polyesterů.
[20]

3.5.3.1. Polyethyltereftalát (PETP)

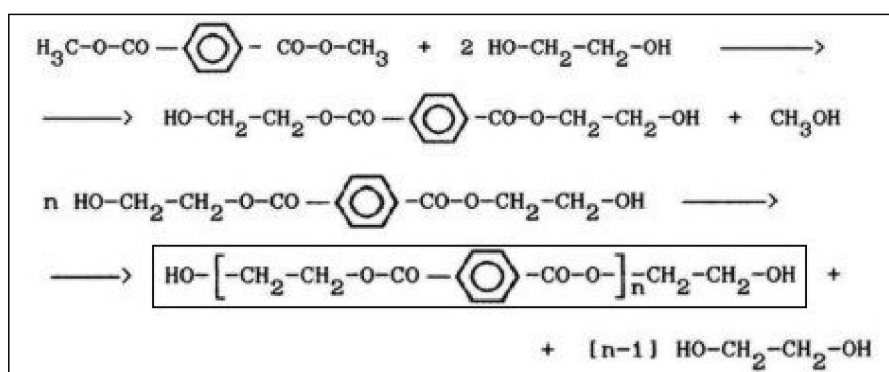
Nejvýznamnějším z termoplastických polyesterů je v současné době polykondenzát kyseliny tereftalové a ethylenglykolu, polyethyltereftalát. Vyrábí se většinou dvoufázově. V první fázi se dimethyltereftalát tzv. transesterifikuje ethylenglykolem za uvolnění methylalkoholu. Ve druhé pak teprve vzniká polymer za vydestilování přebytečného ethylenglykolu. (obr. 11)

Polyethyltereftalát byl původně surovinou hlavně k výrobě vláken a v menším rozsahu k výrobě fólií. Vláknina se zpracovávají na spotřební textilie, technické tkaniny a lana, používají se i k oplétání vodičů elektrického proudu a jako jiné výztuže polymerních materiálů (např. kordy pro pneumatiky a dopravní pásy).

Dnes se s polyethyltereftalátem setkáváme nejčastěji ve formě lahví, vyráběných vstřikovacím vyfukováním, sloužících k balení kapalného zboží, především nápojů, kde se již dokonce vžil pojem „PET láhev“, pramenící z ne zcela správné, ale často používané zkratky pro polyethyltereftalát (PETP). [14]

Filmy z PET mají výjimečné vlastnosti pro balení potravin, jako jsou pevnost v tahu, vynikající chemická odolnost, nízká hmotnost, dobrá elasticita a stabilita v širokém rozpětí teplot (-60 – +220 °C). Poslední vlastnost vedla k použití PET jako tzv. varné sáčky a pro produkty zamražené před použitím (PET je obvykle laminován nebo extruzně pokrývá LDPE a je typicky vnější a primární film takovýchto laminací) a jako sáčky do trouby, kde jsou schopny odolávat vysokým teplotám, aniž by se rozkládaly. [1]

Vzhledem k obtížné svařovatelnosti se používá PET v obalové technice převážně ve formě laminátů, většinou v kombinaci s PE. Jeho použití je podobné jako u PA laminátů. Další formou aplikace jsou orientované smršťitelné fólie s výbornými mechanickými vlastnostmi, PET patří ovšem k nejnákladnějším obalovým materiálům. [5]

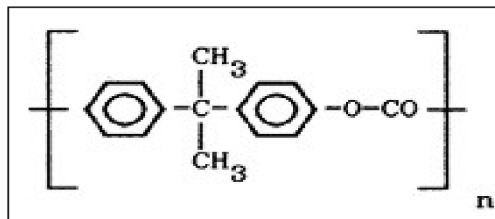


Obr. 11

Výroba PET. [14]

3.5.3.2. Polykarbonáty (PC)

Polykarbonáty jsou obecně polyestery kyseliny uhličitě a dihydroxysloučenin. V užším slova smyslu se pod tímto pojmem rozumějí polyestery kyseliny uhličitě a symetrických aromatických dihydroxysloučenin obsahujících dvě fenolická jádra spojená můstkem, odvozeným od alkyly, nebo atomem kyslíku i síry. Zvláště snadno přístupné a z hlediska svých vlastností výhodné jsou polykarbonáty na základě 2,2-bis(4-hydroxyfenyl) propanu, známého pod označením Bisfenol A nebo dian (obr. 12). [14]



Obr. 12

Strukturní vzorec Bisfenol A. [14]

Jsou to plasty fyziologicky nezávadné, bez chuti a zápachu. Kromě v methylenchloridu jsou dobře rozpustné v řadě dalších chlorovaných uhlovodících a v cyklohexanonu, ale jen ztěžka se rozpouštějí v aromatických uhlovodících, esterech a ketonech. Mají dobré elektroizolační vlastnosti, odolávají ultrafialovému záření, oxidaci do 120°C, dlouhodobému působení vody, páry, amoniaku, aminů, alifatických uhlovodíků, alkoholů, zředěným roztokům kyselin a solí. Vysokou houževnatost si udržují až do velmi nízkých teplot. [14]

PC mají výjimečnou odolnost vůči vysoké teplotě, vysokou odolnost vůči nárazům a průhlednost a všechny vlastnosti si dobře drží i při zvýšených teplotách. Odolávají zředěným kyselinám, ale báze, jako např. aminy, je silně poškozují. Jsou silně propustné pro vodní páru a permanentní plyny, proto se musí pokrývat vrstvou jiných látek, aby byly dosaženy dobré bariérové vlastnosti. Orientované filmy PC mají vyšší pevnost v tahu, ale propustnost se nesníží. PC se příliš nehodí pro použití jako smrštitelné fólie, protože jejich smrštění při smršťovací teplotě je velice pomalé.

Díky tomu, že jsou PC amorfní, měknou v širokém rozsahu teplot. Teplota tání Bisfenolu A je 220 °C až 250 °C a teplota sklovatění je 150 °C. Teplota tání se dá nahrazením methylových skupin propylovými snížit z 225 °C na 195 °C. Lisování filmů PC se provádí snadno a hluboké tažení s dobrými detaily forem je také dostupné.

Polykarbonáty mají však jen omezenou použitelnost při balení potravin, obvykle bývají součástí vícevrstvé koextruze a společného vstřikování do forem, aby byla zajištěna průhlednost a vysoká pevnost pro obaly, které podstupují plnění za horka, nebo vysoký záhřev po plnění. PC může být laminován nebo koextrudován spolu s PP, PE, PET, PVC a PVdC (polyvinylidenchlorid). Koextruze spolu s EVOH (ethylvinylalkohol) nebo PA bývá doprovázena použitím lepidla. Bohužel se na použití PC odráží také jeho vysoká cena, která použití pro zmíněné aplikace snižuje.

Další použití PC je výroba pečících podnosů pro zmražená jídla a připravených pokrmů, kde odolnost vůči nárazu při nízké teplotě doplňuje trvanlivost a houževnatost. Zde jsou obvykle koextrudovány spolu s PET. PC film býval také používán jako varné sáčky a pokrývaný LDPE se používal také jako svrchní obal. Díky jeho vysoké stabilitě při vysokých teplotách je také možné jej použít jako varná pouzdra (ang. retort pouches), či nádoby do mikrovlnné trouby. S dobrými výsledky se využívá také vakuové pokovování, kdy vzniká produkt o vysokém lesku.

Ačkoli se PC film pro použití v elektronice orientuje dvouose, v obalech pro potraviny se v této formě neužívá. Používá se vyfukovaný, nebo vstřikováním tvarovaný, především pro opakovaně použitelné láhve (hlavně pro dětské láhve), které vynikají pevností a průhledností. V neposlední řadě má PC dobrou odolnost proti zabarvení od čaje, kávy, ovocných džusů, rajčatových šťáv, rtěnky, inkoustu, mýdel a detergentů. [1]

3.5.4. Polyamidy (PA)

PA se liší od výše popsáných polymerů s čistě uhlíkovým řetězcem tím, že mají v makromolekule kromě uhlovodíkových článků i skupiny —CO-NH—, charakteristické pro peptidickou vazbu aminokyselin v bílkovinách. Silně polární amidová skupina je nositelem důležitých vlastností, které mají význam pro použití polyamidů v obalové technice. Je to hlavně velká pevnost (vodíkové můstky mezi skupinami CO a NH sousedících řetězců), ale na druhé straně i méně žádoucí vyšší nasáklivost pro vodu (hydrofilnost aminových skupin). [5]

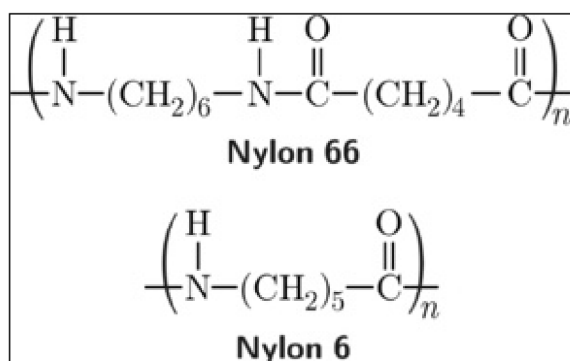
Vyrábějí se převážně na základě technické realizace tří polyreakcí. Jsou to:

1. *polykondenzace ω-aminokarboxylových kyselin*
2. *polymerace jejich aminů (laktaminů).*

Významnými reprezentanty této řady jsou např. polykaprolaktam, obecně označovaný jako polyamid 6 (PA-6), v anglosaské literatuře též nylon 6 (obr. 13), poly(ω-aminoundekanová) kyselina, označovaná jako polyamid 11 (PA-11), resp. nylon 11, polymer laktamu kyseliny 12-aminododekanové, tzv. polyamid 12 (PA-12), resp. nylon 12.

3. *polykondenzace diaminů s dikarboxylovými kyselinami nebo jejich dichloridy.*

Třetí řadu reprezentují např. polykondenzát hexamethylendiaminu s kyselinou adipovou, známý pod označením polyamid 66 (PA-66), resp. nylon 66 (obr. 13), nebo polykondenzát hexamethylendiaminu s kyselinou sebakovou, označovaný jako polyamid 610 (PA-610), resp. nylon 610. Čísla za označením polyamid (nylon) charakterizují výchozí polymery podle počtu atomů uhlíku v jejich molekulách. Tak např. polymerací kaprolaktamu, cyklické sloučeniny s šesti atomy uhlíku v molekule, získáme polyamid 6, nebo polykondenzací lineárních monomerů hexamethylendiaminu s šesti a kyseliny adipové s rovněž šesti uhlíkovými atomy v molekule získáme polyamid 66 (tj. 6 + 6). To jsou dva celosvětově nejrozšířenější polyamidy. [14]



Obr. 13
Příklady polyamidů. [21]

PA mají v mnoha směrech vynikající vlastnosti. Velká pevnost je oceňována hlavně ve strojírenství, ale také při výrobě speciálních přepravních skládacích obalů. Jde o lehké skládací nádrže na tekutiny nebo sypké materiály, které lze po vyztužení různými vložkami použít i pro kusovité zboží (perlonové skládací bedny). Vysoká tepelná odolnost PA (teplota tání nad 150 °C) umožňuje tepelnou sterilaci polyamidových obalů a trvalé zahřívání až při 100 °C. U polyamidových fólií pro balení potravin se oceňuje také velmi dobrá odolnost vůči tukům, resp. olejům a malá propustnost pro aromatické látky a plyny. Propustnost pro vodní páry je naproti tomu dosti velká vzhledem k poměrně značné nasáklivosti vodou (až 2 %), která působí v polyamidu do jisté míry i jako změkčovadlo. PA jsou odolné vůči alkáliím,

špatně však vzdorují minerálním kyselinám a oxidačním činidlům. Rozpouštějí se ve fenolech, mravenčí a octové kyselině, kdežto v běžných organických rozpouštědlech (uhlovodících, alkoholech, ketonech a esterech) jsou nerozpustné. V obalové technice se PA používá především ve formě fólií, ať už normálních, nebo orientovaných, nebo jako součást laminátů. Odolnost vůči vyšším teplotám se uplatňuje např. při výrobě tzv. varných sáčků, obvykle perforovaných, do kterých se může nasypat rýže, těstoviny apod. Hadice z PA fólie se pro svou pevnost a varuvzdornost uplatňují i jako umělá střeva, hlavně pro salámy. Jsou-li PA součástí laminátů, oceňuje se především jejich velká pevnost. Kombinují se zejména s PE, čímž získávají nejen dobrou svařovatelnost, ale výrazně se zlepšují i jejich ochranné vlastnosti (PE snižuje propustnost pro vodní páru). Tato kombinace se volí např. pro balení loupáných zeleninových polotovarů (brambory, mrkev apod.). PA lamináty jsou neobyčejně vhodné i pro měkké obaly určené k evakuování nebo plnění inertním plynem. Velmi dobře se z laminátů PA tvarují měkké měkké misky, které jsou velmi výhodným typem obalů pro krájené uzeniny, sýry apod. [5]

3.5.5. Regenerovaná celulóza (celofán)

Celofán se vyrábí z vysoce čisté celulózy, obvykle získané z bělené sulfátové buničiny nebo z bavlněných linterů (ang. linters). Buničina, která je navinuta nebo ve formě archu, je ponořena do hydroxidu sodného a vznikne uhličitanová celulóza, která je rozdrčena. Zásaditá celulóza se následně nechá zestárnout, aby započal molekulární depolymerační proces, po kterém se přidá sirouhlík a vzniká tak xanthát uhličitanové celulózy.

Viskóza vzniká opětovným přidáním roztoku hydroxidu sodného do xanthátu, což způsobí rozpuštění celulózy do roztoku. Viskóza tak může zrát a po zrání je extrudována šterbinovou maticí (ang. slot-die) do soli kyseliny, kde v nádržích koaguluje a regeneruje se na celofán. Následující nádrže obsahují různé roztoky navržené pro kompletní regeneraci, vmytí kyseliny z koagulační nádrže, odstranění jakýchkoliv stop síranů, sirouhlík nebo sirovodíku a vybělení nyní průhledného, ale stále lehce zbarveného filmu. Tento film následně putuje do koupele složené z glycerolu nebo ethylenglykolu, které sehrají roli plastifikátoru a udělí fólii poddajnost. Nakonec projde sušárnou a vyjde jako hladká, vlhku neodolná fólie.

Celofán může být považován za transparentní papír. Sám o sobě je vysoce propustný pro páru a ponořením do vody absorbuje stejnou hmotnost vody, jako váží sám. Ačkoliv je za sucha pro plyny nepropustný, ve vlhkém stavu je propustný do různých stupňů. Pro tuky a oleje je taktéž nepropustný a nerozpouští se v organických rozpouštědlech. Nemá stejnou pevnost v tahu jako jiné plastové fólie a není odolný proti silným kyselinám a zásadám. Díky jeho hořlavosti se nedá svářet, ale pouze lepit. Díky jeho vlastnostem není překvapující, že nemá velké využití v holé, povrchově neupravené formě.

Pro balení potravin je vždy použit až po různých jednostranných či oboustranných povrchových úpravách. Povrchové úpravy zásadně mění ochranné vlastnosti celofánu. [1]

3.5.6. Obalové prostředky z požitelných látek

Pod pojem požitelné obalové materiály zahrnujeme obaly výrobků, které je možné přímo bez úpravy konzumovat, dále ty, které se odstraňují přípravou (např. zahříváním se „jedlý“ obal rozpustí ve vodě) a ty, které je potřeba před konzumací odstranit, i když by nezpůsobily žádnou újmu na zdraví. Chemicky jsou velmi různorodé, jejich základem bývají nejčastěji tři hlavní skupiny živin – sacharidy, bílkoviny a lipidy. Mimo tyto je možné do této skupiny zařadit i některé syntetické látky.

Nejjednodušším obalem je v podstatě vrstva ledu, která se vytvoří na povrchu zmražených potravin. Je velice dobrou ochranou proti oxidaci povrchových vrstev, ale současně vyžaduje neustálé chlazení, dokud se nedostane ke spotřebiteli.

Pokud jde o sacharidy, mají některé z nich vlastnosti, které dávají předpoklady pro vznik jedlých obalů. Nezákladnějším obalovým materiálem, který se doporučuje a používá, je amyulóza. Povlaky z amyulózy odolávají organickým rozpouštědlům, jejich propustnost pro vodní páru a plyny je srovnatelná s propustností celofánu. Doporučuje se na balení mraženého masa, drůbeže a ryb případně ve formě střev.

Fólie na bázi škrobu jsou pravděpodobně nejrozšířenější. Její základ tvoří kukuřičný škrob s vysokým obsahem amyulózy. Je rozpustná v horké vodě s klesající rozpustností v závislosti na teplotě. Je výbornou bariérou proti kyslíku, oxidu uhličitému a dusíku, má výbornou rezistenci vůči oleji a tukům. Na vzduchu je stabilní a nepodléhá oxidaci. Tyto fólie je možno potiskovat, tepelně svářet a je možné je používat na výkonných balících zařízeních. [7]

V poslední době byl vyvinut nový obalový materiál na bázi hrachového škrobu a lysozymu (enzym s výraznými baktericidními účinky, velmi rozšířený v živočišné říši), který vytváří pevný gel chránící výrobek před bakteriálním působením v širokém rozmezí výrobních podmínek. Podle konstatování studie je pevnost nového obalového materiálu dána vyšší hustotou a antimikrobiální aktivitu je možno ovlivnit prostřednictvím teploty. Výsledky studie naznačují, že obalový materiál se může používat k balení a skladování nejrůznějších druhů potravin. [22]

Na bázi celulózy existuje více druhů fólií, které jsou nestravitelné. Např. fólie Edison-M a Methocel jsou založeny na α -celulóze. Zajímavostí této fólie je, že oleje, barviva nebo ochucovadla je možné přidávat přímo do fólie. Nejběžnějším typem jedlé celulózy je například typ Klucel, který je založen na hydroxypropylcelulóze. Výborně se rozpouští ve vodě, může být zpracován extruzí, vyfukováním a vstříkáváním. Určitou obdobou tohoto typu obalu jsou povrchové vrstvy některých plodů. Za použitelné se označují i ve vodě rozpustné deriváty celulózy – methylcelulóza a karboxymethylcelulóza, ze kterých se dají připravit transparentní fólie a povlaky. Z této řady látek je možné zmínit ještě ethylcelulózu, acetobutyráty celulózy a hydroxypropylcelulózu. [7]

Fólie na bázi kolagenů se nejvíce používají v masném průmyslu. Vyrábí se úpravou kolagenu proteolytickým enzymem, např. papainem. Deriváty kolagenu vynikají jako bariéra proti plynům a vlhkosti, jsou ohebné při nízké teplotě a teplem svařitelné.

Osvědčeným jedlým obalem jsou klišovkové střeva. Nahrazují přirozená vepřová a jehněčí střeva. U nás jsou známé pod názvem Cutisin. Výchozí surovinou je tzv. štípenková klišovka, tj. spodní část hovězí kůže. Mechanickým a chemickým opracováním (v alkalickém a kyselém prostředí) a protlačení přes mezikruží se vytvoří nekonečná hadice, do které se vhání vzduch. Střeva mají obsah vody 6 – 15 % a po využití mají vydržet teplotu vodní lázně 70 – 75 °C. Nejnověji se při výrobě klišovkových střev používají rostlinná párková střeva, aby se na trn narážeky dal navléct co nejdelší kus střeva. Výhodou těchto střev proti umělým (PVC, PA, PE, celulózy) je jejich vysoká propustnost pro vodní páru, čímž se dosáhne snížení a_w obsahu, tím se sníží aktivita enzymů a zpomalí se růst mikroflóry ve výrobku. Určitá nevýhoda plyne z hmotnostních ztrát výrobku. Relativně nízká propustnost pro kyslík vede ke stabilizaci barvy a tvorbě příznivých podmínek pro růst anaerobní mikroflóry. U uživených výrobků je důležitá propustnost pro udušicí plyny; vyšší přispívá k omezení počátečního růstu zárodků, zpomaluje blednutí a šednutí výrobků a zamezuje růstu anaerobní mikroflóry.

Strukturně blízký polysacharidům je pektin, který se aplikuje jako jedlý obal ve formě vápenatých solí.

Jako jedlé se používají i algináty, které se získávají z hnědých řas. Alginát sodný a propylenglykolalginát jsou rozpustné v kyselých roztocích. Rozpustné alginátové fólie je možné získat odpařením.

Osobitou skupinou je skupina požitelných obalových prostředků, která se tvoří na bázi lipidů. Nejznámější jsou vosky (estery vyšších mastných kyselin s vyššími primárními alkoholy). Tenké voskové povlaky se používají na ovoce a zeleninu, aby se zabránilo vysychání a předešlo mikrobiální kontaminaci.

Obalové materiály založené na acetoglyceridových přípravcích se používají na povlékání a ponořování výrobků. Používají se na ochranu potravin před změnami barvy, před spálením mrazem a vysoušením. Acetoglyceridy se nanášejí ve formě povlaků na sýry, kde zamezují porůstání povrchu plísněmi, na maso, ryby, drůbež a ovoce. Např. z destilovaného acetylovaného monoglyceridu je možné vyrobit fólii značky Myvacet na potahování drůbeže, masa a ryb. Fólie značky Lepak se skládá např. z 60 – 70 % acetylovaného monoglyceridu a 30 – 40 % acetobutyrátu celulózy a používá se jako obal k povlékání a ponořování. Díky acetobutyrátu celulózy je ale nestrávitelný. Propustnost těchto povlaků pro vodní páru je porovnatelná s propustností PA, pro plyny je propustnost porovnatelná s PE. Používají se jako povlaky na sýry.

Většina jedlých fólií je ve vodě rozpustná, ale ne všechny rozpustné fólie jsou jedlé. Existují 4 základní třídy ve vodě rozpustných fólií:

1. PV-OH (polyvinylalkohol)
2. Polyethylenoxid
3. Fólie na bázi celulózy
4. Fólie na bázi škrobu

Fólie na bázi škrobu jsou rozpustné i jedlé, na bázi PV-OH jsou rozpustné nad 100 °C. PV-OH fólie se vyrábí jako průhledné, tepelně svařitelné a rozpustné v teplé i studené vodě. Tato vlastnost je předurčuje na balení např. mýdel, detergentů, barviv, insekticidů a různých chemikálií. [7]

3.6. Nové trendy v balení potravin

Ačkoliv jsou aktivní a inteligentní obaly často ve své struktuře podobné, existuje mezi nimi podstatný rozdíl – každý nabízí spotřebiteli něco jiného. Aktivní obaly aktivně mění podmínky, za kterých je balená potravina uchovávána. Mohou tím prodlužovat její údržnost, bezpečnost, ale také organoleptické (tedy chuť, vůni, vzhled, texturu) nebo nutriční vlastnosti. [23] Legislativou se blíže zabývá NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (ES) č. 1935/2004 ze dne 27. října 2004 o materiálech a předmětech určených pro styk s potravinami a o zrušení směrnic 80/590/EHS a 89/109/EHS.

3.6.1. Inteligentní obaly

Tzv. inteligentní obaly využívají spojení informačních technologií a nových materiálů. [24] Inteligentní obaly mají schopnost monitorovat podmínky, za kterých bylo s produktem manipulováno, popř. poskytovat informaci o okamžitém stavu baleného produktu a jsou tak schopny s uživatelem jistým způsobem komunikovat. Obvykle jsou v praxi doposud vybaveny buď různými indikátory (teploty, složení atmosféry, čerstvosti, mikrobiální kontaminace, integrity obalu, fyzikálního šoku nebo autenticity produktu, apod.), nebo prvky

RFID technologie (Radio Frequency Identification Device). [25, 23] Indikátory mohou být zabudovány do materiálu nebo také umístěny na jeho povrchu. Některé z indikátorů vyžadují přímý kontakt s potravinou jiné ne. [23] Za tyto nové materiály vděčíme z velké části vědnímu oboru, který se nazývá nanotechnologie. [26]

Tabulka 1

Typy indikátorů a informace, kterou pomocí něj lze získat. [23]

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

Příkladem inteligentního obalu může být obal OnVu od firmy Ciba (obr. 14). Tyto transparentní obaly pro uchovávání chlazených potravin jsou vybaveny časově-teplotním indikátorem (Time-temperature indicator (TTI)). Porušení teplotního režimu se projeví změnou barvy, spotřebitel tak může přímo posoudit čerstvost potraviny, nemusí se spoléhat jen na datum spotřeby. [23]



Obr. 14

Inteligentní obal OnVu od firmy Ciba [23]

Při použití technologie RFID samotný štítek nevysílá žádný signál, pokud se však v jeho blízkosti objeví vysílač, který periodicky vysílá do okolí signály, dokáže štítek – přijímač využít přijímaný signál ke svému nabití a odešle odpověď. Ta s sebou může nést obrovskou škálu informací. Vlastně v nich může být uložena celá historie produktu – výrobce, doba výroby, aktuální poloha, historie výrobku, ale samozřejmě také teplotní historie produktu, složení vnitřní atmosféry, mechanický stav obalu a další. Ty mohou být stěžejní nejen pro přepravce, skladníky a konečné prodejce, ale samozřejmě také pro zákazníky. Téměř

neskutečně vypadá představa inteligentních ledniček, které dokáží na základě RFID technologie zjistit, co člověku chybí a chybějící potravinu objednat, upozornit na blížící se propadnutí lhůty apod. O jejich aplikaci v masovém měřítku rozhodnou pravděpodobně dvě klíčová hlediska – zájem spotřebitelů a cena. [23]

Další možné inteligentní obaly jsou z velké části tvořeny polyesterem, který představuje matici, ve které jsou distribuovány nanočástice barviva BBS (bis(benzoxazolyl)stilben). Barvivo BBS splňuje legislativní podmínky pro použití v obalové potravinové technice. Jeho užitečnou vlastností je, že pod UV světlem způsobuje zelenou fluorescence. Pokud je obalový materiál poškozen, nebo prošel nežádoucí tepelným zákrokem, fluorescence se změní na modrou. Velice snadným způsobem je tedy možné odlišit nevhodnou potravinu. A ke všemu je matrice tvořena biodegradabilním materiálem (bioplastem na bázi polyesteru), takže poté co obal splní svou funkci, se snadno a přirozeně rozpadá a nepředstavuje pro životní prostředí výraznou zátěž. [23]

3.6.2. Aktivní balení

S termínem aktivní balení se v obalové technice setkáváme již delší dobu. Jeho začátky spadají zřejmě do oblasti potravinářských obalů, zajišťujících ochranu výrobků před mikrobiální a chemickou kontaminací, jakož i nežádoucími účinky kyslíku, vlhkosti (vodní páry) a světla, za účelem dlouhodobějšího udržení sensorických a nutričních hodnot potravin. [10] Principy doposud využívaných, ale i vyvíjených aktivních systémů balení jsou velmi různorodé a zahrnují nejčastěji odstraňování nežádoucích složek z obsahu balení, uvolňování účinných látek do okolí potraviny (aromat, konzervačních činidel, antioxidantů atd.), změny vnitřní atmosféry, ovlivnění ohřevu baleného pokrmu v mikrovlnném poli atd. [25]

Aktivní obaly lze rozdělit do několika skupin podle způsobu, kterým ovlivňují vlastnosti uchovávané potraviny. Pravděpodobně nejčastěji se můžeme setkat s materiály, které dokáží z okolí atmosféry eliminovat nežádoucí plyny – odtud také vychází jejich anglický název scavengers (zametači, uklízeči). Tyto materiály mohou z okolí potravin odstraňovat například kyslík, oxid uhličitý, vlhkost, ale také ethylen (ten je důležitým hormonem regulujícím zrání ovoce), anebo zápachy které jsou nejčastěji způsobeny těkavými aldehydy a aminy.

Tabulka 2

Příklady využití aktivních obalů. [23]

Typ	Příklad využití	Aktivní látky
Absorbéry kyslíku	Sýry, pečivo, oříšky, sušené mléko, káva, čaj, fazole, ...	Sloučeniny na bázi železa, askorbová kyselina, enzymy
Absorbéry vlhkosti	Pečivo, maso, ryby, drůbež, ...	Glycerol, silikagel, polyakrylát
Absorbéry ethylénu	Ovoce např. banány, jablka, mango, zelenina, květák, ...	Oxid hlinitý, manganistan draselný, zeolit
Absorbéry zápachu	Jídlo snadno podléhající oxidaci (např. potraviny obsahující rybí tuk)	Kyselina citrónová, estery celulózy

Druhým typem aktivních obalových materiálů jsou obaly, které obsahují nebo produkují látky migrující do prostoru mezi potravinou a obalem, případně přímo do potraviny. Tyto látky pak mohou mít různý efekt.

Tabulka 3

Příklady aplikací emitérů a jejich efekt. [23]

Typ	Efekt	Příklad použití
Emitéry oxidu uhličitého	Inhibice růstu některých bakterií	Maso, drůbež
	Prodloužení životnosti	Zelenina a ovoce
Emitéry ethanolu	Inhibice růstu bakterií	Pečivo, sušené rybí produkty
Emitéry organ. kyselin	Antimikrobní účinek	Různorodé
Emitéry oxidů síry	Odbarvující účinek	Sušená zelenina a ovoce
	Antioxidační účinek	Různé předvařené suroviny
	Antimikrobní účinek	Různorodý

Speciální skupinou emitérů jsou materiály uvolňující do potravin aditiva (známé jako „éčka“), chuťově aktivní látky nebo dokonce potravinové ingredience (např. cukry, škrob, sůl a jiné). V současné době jsou aktivní obaly úspěšně aplikovány v USA, Austrálii a Japonsku. V Evropské unii je v důsledku přísných legislativních předpisů jejich použití omezeno na výzkumné projekty. Největší legislativní překážkou je limit migrace, který je dle Evropské unie stanoven na 60 mg migrující látky vztaženo na 1 kg materiálu. Ale právě aktivní obaly jsou často založeny na aktivní migraci látek z materiálu do potraviny a nemohou proto tuto normu splňovat. Proto se v Evropě již dlouhou dobu ozývají hlasy po revizi legislativy a zavedení testovacích migračních metod speciálně pro aktivní obalové materiály. Legislativním řešením by také mohlo být nepovažovat (v případě aktivních obalů) migrující látku za součást obalu ale za potravinové aditivum. [23]

4. OBALY A EKOLOGICKÉ ZATÍŽENÍ ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Veškerá výrobní i nevýrobní činnost společnosti je doprovázena vznikem odpadů. Otázka jejich využívání nebo odstraňování je prvořadý úkol jak z hlediska ochrany životního prostředí, tak i z hlediska ekonomického. [27]

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. Při řešení ekologických problémů lidské společnosti je tedy třeba věnovat značnou pozornost problematice obalů. Menšího ekologického zatížení životního prostředí je možno dosáhnout:

1. Funkčním způsobem balení – nepoužívat obaly tam, kde nejsou funkčně opodstatněné (přebalování pomerančů, citronů apod. 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, znečištění půdy, vody a ovzduší ve všech fázích „životního cyklu“ obalů, opakovanou použitelnost obalů a snadnost likvidace použitých obalů. V této souvislosti je věnována značná pozornost možnostem uplatnění biodegradabilních obalů vyráběných z obnovitelných zdrojů. [4]

5. LEGISLATIVA TÝKAJÍCÍ SE OBALOVÝCH MATERIÁLŮ

Problematicke týkající se obalových materiálů potravin se věnuje vyhláška č. 38/2001 Sb. Ministerstva zdravotnictví ze dne 19. ledna 2001 o hygienických požadavcích na výrobky určené pro styk s potravinami a pokrmů. Veškeré přílohy, které jsou zmíněny níže, jsou součástí této vyhlášky a nejsou zde pro svou rozsáhlost uvedeny. [28, 29]

5.1. Obecné hygienické požadavky na výrobky určené pro styk s potravinami a pokrmů

§ 3 Požadavky na složení výrobků určených pro styk s potravinami

- 1) Výrobky určené pro styk s potravinami musí být vyrobeny tak, aby za normálních nebo předvídatelných podmínek použití neuvolňovaly své složky do potravin nebo pokrmů (dále jen "potraviny") v množství, které by mohlo ohrozit lidské zdraví nebo způsobit nepřijatelnou změnu ve složení potravin nebo ovlivnit organoleptické vlastnosti potravin.
- 2) Výrobky určené pro styk s potravinami nesmějí
 - a) obsahovat patogenní nebo podmíněně patogenní mikroorganismy,
 - b) být zdrojem mikrobiálního znečištění potravin
 - c) narušovat žádoucí mikrobiální a enzymatické pochody v potravíně.
- 3) Výrobky určené pro styk s potravinami musí splňovat hygienické požadavky a limity stanovené v této vyhlášce a podle povahy výrobku i ustanovení určená k ochraně lidského zdraví před riziky, která by mohla vyplývat z orálního kontaktu s výrobky.
- 4) Limity a hygienické požadavky na výrobky určené pro styk s potravinami musí být ověřovány za podmínek a podle pravidel stanovených touto vyhláškou.
- 5) Při výrobě výrobků určených pro styk s potravinami smějí být použity přírodní materiály, jako například korek nebo dřevo nejedovatých dřevin, bez kazu, zbytků kůry a výronů pryskyřic, s hladkým nepopraskaným povrchem. Tyto materiály nesmějí vykazovat známky napadení škůdci nebo mikroorganismy, zejména mikroskopickými vláknitými houbami.

§ 4 Ověření dodržení hygienických požadavků

- 1) Pro ověření hygienických požadavků stanovených touto vyhláškou se používají metody upravené v přílohách k této vyhlášce. Pokud metody nejsou takto stanoveny, použijí se normalizované metody, kterými se rozumí zkušební postupy a metody obsažené v příslušných českých technických normách, které prokazatelně splňují požadavky správnosti a přesnosti výsledků stanovení. Jestliže metoda není normalizována, může být použita analytická metoda o citlivosti vhodné vzhledem ke stanovenému hygienickému limitu.
- 2) Výrobky určené pro styk s potravinami vyrobené kombinací více druhů materiálů se hodnotí jako celek, přičemž hlavní důraz se klade na materiál, který přichází do přímého styku s potravínou.

§ 5 Konstrukce výrobků určených pro styk s potravinami

- 1) Povrchy, povlaky, případně dekory výrobků musí být bez porušení, odolné proti praskání, odlamování, odprýskávání a otěru. Musí odolávat působení potravin, potravinářských surovin a látek.
- 2) Výrobky určené pro styk s potravinami, které jsou určeny pro opakované použití, musí i při opakovaném použití vyhovovat hygienickým požadavkům stanoveným touto vyhláškou. Tyto výrobky nesmějí být ani dočasně použity pro nepotravinářské zboží.
- 3) Výrobky určené pro styk s potravinami, které nejsou určeny k opakovanému použití, nelze v potravinářské výrobě a při uvádění potravin do oběhu opětovně použít k původnímu ani jinému potravinářskému účelu.

§ 6 Barvení, potiskování a dekorace výrobků určených pro styk s potravinami

- 1) K barvení, potiskování a dekoraci výrobků určených pro styk s potravinami se smí použít jen barviv a pigmentů, které budou ve výrobcích pevně zakotveny a budou vyhovovat požadavkům čistoty upraveným v příloze č. 1.
- 2) Výrobky určené pro styk s potravinami mohou být potištěny jen na plochách, které nepřicházejí do styku s potravinami. U výrobků tvořených několika vrstvami může být potisk v mezivrstvách. Potisk nesmí pronikat nebo být otisknut na plochách, které přijdou do styku s potravinami. Rozpouštědla barev musí být dokonale odtěkaná.
- 3) Pro barvení a potisk výrobků určených pro styk s potravinami se nesmí používat barvicí prostředky na základě sloučenin antimonu, arzenu, šestimocného chrómu, kadmia, olova, rtuti a selenu.
- 4) Pro barvení a potisk výrobků určených pro styk s potravinami lze použít azobarviva a diazobarviva (například diarylpigmenty) pouze za podmínky, že během všech stupňů technologického procesu výroby a zpracování výrobků a při jejich dalším správném a předvídatelném používání nebude překročena teplota, při níž dochází k rozkladu barviva za vzniku karcinogenních aromatických aminů.
- 5) Saze, používané jako přísada do výrobků pro styk s potravinami, musí odpovídat požadavkům čistoty podle přílohy č. 1.
- 6) Ustanovení odstavců 1 až 3 se nevztahují na vypalované dekory silikátových výrobků, které musí vyhovovat hygienickým požadavkům podle § 19.

§ 7 Plniva pro výrobky určené pro styk s potravinami

- 1) Jako plniva výrobků určených pro styk s potravinami se nesmí používat látky na základě sloučenin antimonu, arzenu, šestimocného chrómu, kadmia, olova, rtuti a selenu.
- 2) Jako plniva výrobků určených pro styk s potravinami se smí použít jen látek, které budou vyhovovat požadavkům čistoty uvedeným v příloze č. 1.

5.2. Požadavky na výrobky z plastů

§ 10

Pro účely této vyhlášky se za plasty považují organické makromolekulární sloučeniny získané polymerací, polykondenzací, polyadící nebo jinými obdobnými procesy z molekul s nižší molekulovou hmotností nebo chemickou přeměnou přírodních makromolekul. Silikony a jiné obdobné makromolekulární sloučeniny se rovněž považují za plasty. K těmto makromolekulárním sloučeninám mohou být přidány další látky nebo materiály.

- 1) Za plasty se nepovažují
 - a) lakovaný nebo nelakovaný celofán,
 - b) elastomery a materiály na základě přírodního a/nebo syntetického kaučuku,
 - c) papír a lepenka, modifikované i nemoifikované přídavkem plastů,
 - d) povrchové úpravy získané
 1. z parafinových vosků, včetně vosků syntetických parafinových nebo mikrokrytalických,
 2. ze směsí výše uvedených vosků nebo z jejich směsí s plasty,
 - e) iontoměničové pryskyřice.
- 2) Požadavky uvedené v § 11 až 14 se vztahují na výrobky určené pro styk s potravinami, jež jsou tvořeny výhradně plasty, nebo jsou složeny ze dvou či více vrstev, z nichž každá je tvořena výhradně plasty a které jsou k sobě navzájem spojeny lepidly nebo jiným způsobem. Nevztahují se na výrobky složené ze dvou nebo více vrstev, z nichž jedna nebo více nejsou tvořeny výlučně plasty, a to ani v případech, kdy vrstva určená k přímému styku s potravinami je plast. Takovéto výrobky se hodnotí podle § 4 odst. 2.

§ 11

Pro výrobu plastů a výrobků z plastů určených pro styk s potravinami lze použít pouze monomery, výchozí látky a přísady uvedené v seznamu látek přílohy č. 3, a to při respektování stanovených omezení.

§ 12

- 1) Plasty a výrobky z plastů určené pro styk s potravinami nesmějí uvolňovat do potravin své vlastní složky v množství přesahujícím 10 miligramů na decimetr čtverečný povrchové plochy výrobku (dále jen "limit celkové migrace").
- 2) V následujících případech je limit celkové migrace uvolněných složek vyjádřen hodnotou 60 miligramů na kilogram potravinu nebo na kilogram simulantu potravin
 - a) nádoby nebo výrobky, které se podobají nádobám a které lze naplnit, od objemu 500 mililitrů do objemu 10 litrů,
 - b) výrobky, které lze naplnit a u nichž nelze odhadnout velikost povrchové plochy, která je ve styku s potravinami,
 - c) víčka, těsnicí vložky, zátky a podobné uzávěry.

§ 13

- 1) Velikost migrace jednotlivých složek z materiálů a výrobků z plastů nesmí překročit specifické migrační limity nebo jiná omezení uvedená v seznamu látek.
- 2) Specifické migrační limity uvedené v seznamu látek v příloze č. 3 jsou vyjádřeny v mg.kg^{-1} , vztaženo na hmotnost potravin nebo simulantu potravin.
- 3) V následujících případech jsou limity specifických migrací vyjádřeny v mg.dm^{-2} :
 - a) nádoby nebo výrobky, které se podobají nádobám nebo které lze naplnit, o objemu méně než 500 mililitrů nebo více než 10 litrů,
 - b) desky, fólie nebo jiné výrobky, které nelze plnit a u nichž nelze stanovit poměr mezi velikostí povrchu výrobku a množstvím potravin, která je s ním ve styku.
- 4) V případech, kdy limity uvedené v příloze č. 3 jsou vyjádřeny v mg.kg^{-1} , lze je vydělením konvenčním konverzním faktorem 6 přepočítat na mg.dm^{-2} .
- 5) Ověření dodržení migračních limitů se provádí podle pravidel upravených v příloze č. 4.
- 6) Ověřování dodržení specifických migračních limitů není povinné, pokud lze prokázat, že dodržением limitu celkové migrace nedojde k překročení specifických migračních limitů.
- 7) Ověření dodržení specifických migračních limitů podle odstavce 5 není povinné, pokud lze prokázat, že i za předpokladu úplné migrace zbytkové látky ve výrobku nedojde k překročení specifických migračních limitů.

§ 14

- 1) Obsah monomerního vinylchloridu ve výrobcích z polyvinylchloridu a jeho kopolymerů nesmí být vyšší než jeden miligram na kilogram konečného výrobku (1 mg monomerního vinylchloridu na 1 kg výrobku).
- 2) Metoda stanovení obsahu monomerního vinylchloridu ve výrobcích z polyvinylchloridu a jeho kopolymerů je uvedena v příloze č. 5.
- 3) Z výrobků vyrobených z polyvinylchloridu a jeho kopolymerů nesmí přecházet do potravin nebo na potraviny monomerní vinylchlorid v množství, které by bylo detekovatelné analytickou metodou uvedenou v příloze č. 6.
- 4) Monomerní vinylchlorid uvolněný z výrobků do potravin se stanovuje v potravině metodou podle přílohy č. 6. Pokud toto stanovení nelze z technických důvodů realizovat, lze provést stanovení v simulantech potravin.

5.3. Požadavky na výrobky z elastomerů a materiálů na základě přírodního a syntetického kaučuku

§ 15

Podle způsobu použití se výrobky z elastomerů a materiálů na základě přírodního a syntetického kaučuku řadí do kategorií I až V:

- a) kategorie I, do které náleží výrobky pro aplikace ze zdravotního hlediska zvláště náročné (například dětské savičky, sosáky a jiné

výrobky, které děti dávají do úst nebo u nichž se předpokládá kontakt s dětskou stravou),

- b) kategorie II, do které náleží výrobky, u nichž se doba styku s potravinami předpokládá delší než 24 hodin (například skladovací nádrže, velkoplošná těsnění, těsnicí kroužky pro nádoby, sklenice),
- c) kategorie III, do které náleží výrobky, u nichž se doba styku s potravinami předpokládá delší než 10 minut, nejvýše však 24 hodin (například hadice pro přepravu potravin),
- d) kategorie IV, do které náleží výrobky, u nichž se doba styku s potravinami předpokládá nejvýše 10 minut (například součásti dojícího zařízení, těsnění mlékárenských strojů, potahy válců a dopravní pásy pro potraviny s tukem na povrchu, rukavice používané při zpracování potravin),
- e) kategorie V, do které náleží výrobky, u nichž se předpokládá krátká doba nebo minimální plocha styku s potravinami a které nelze zahrnout do kategorií II až IV (například potahy válců a dopravní pásy, těsnění čerpadel, těsnění den a plášťů konzervových obalů).

§ 16

- 1) Pro výrobky kategorií I a II je přípustné používat pouze látky uvedené v části A přílohy č. 7. Pro výrobky kategorií III až V lze používat látky uvedené v částech A i B přílohy č. 7.
- 2) Výrobky z elastomerů a materiálů na základě přírodního a syntetického kaučuku musí vyhovovat hygienickým požadavkům uvedeným v bodě 9 přílohy č. 7.
- 3) Dětské savičky a sosáky, které děti dávají do úst nebo u nichž se předpokládá kontakt s dětskou stravou, nesmí obsahovat anorganické a organické pigmenty, barviva a plniva.

5.4. Požadavky na výrobky z kovových materiálů

§ 17

- 1) Pro výrobu výrobků z kovových materiálů mohou být použity kovy, slitiny a pájky uvedené v příloze č. 8.
- 2) Povrchová úprava výrobků z kovových materiálů musí vyhovovat hygienickým požadavkům uvedeným v § 20.
- 3) Vnější i vnitřní povrch výrobků z kovů musí být čistý, hladký, bez makroskopicky viditelných trhlin, skvrn, zjevných rýh, známek koroze, otřepků, zalisovaných předmětů, promáčklin, výdutin, ostrůvků nebo ostrých přelisků. Je přípustný jen takový stupeň deformace kovových výrobků, který neovlivní nepříznivě jejich funkci.
- 4) Na vnitřním povrchu kovových výrobků, včetně vnitřní lakové vrstvy, se nesmějí vyskytovat kapky pájky nebo jiné zbytky kovů a jejich slitin, popřípadě kapky těsnicí hmoty, s výjimkou natavenin pájky u plechovek vyrobených přeplátováním.

5.5. Požadavky na výrobky ze silikátových materiálů

§ 18

- 1) Pro výrobu skleněného stolního nádobí a skleněných obalů je povoleno používat skla třídy odolnosti proti vodě I až IV za předpokladu, že během normálního a předvídatelného způsobu používání výrobku bude zaručeno splnění § 3 odst. 1. Pro výrobu dětských sacích lahví je povoleno používat pouze bezbarvé sklo třídy odolnosti proti vodě I. Viz kapitola sklo.
- 2) Při výrobě skleněných výrobků, mimo dětské sací láhve, smí být k ošetření vnějšího povrchu použity tyto látky:
 - a) sloučeniny cínu (při ošetřování skla na tzv. horkém konci),
 - b) titan (při pokovování titanem),
 - c) vazelínový olej,
 - d) methylestery mastných kyselin C_{12} - C_{18} z přírodních olejů a tuků, schválené typy polypropylenového oleje, polyethyleny a polyethylenové vosky, kyselina olejová (při ošetřování na tzv. chladném konci výrobní linky).

§ 19

- 1) Limity migrace olova a kadmia ve výluzích z výrobků ze skla, sklokeramiky, keramiky, porcelánu a výrobků se smaltovaným povrchem jsou uvedeny v oddílu 1 přílohy č. 9.
- 2) Ověření migrace olova a kadmia se provádí za podmínek a za použití analytické metody uvedené v oddílu 2 přílohy č. 9 nebo podle normalizované metody.
- 3) Silikátové výrobky se pro účely ověření limitu migrace olova a kadmia dělí podle způsobu použití do následujících kategorií:
 - a) kategorie 1, do které patří výrobky, které nemohou být naplněny, nebo výrobky, které mohou být naplněny, ale jejichž vnitřní hloubka měřená od nejhlubšího bodu k horizontální rovině, která prochází horním okrajem, nepřesahuje 25 mm,
 - b) kategorie 2, do které patří výrobky, které mohou být naplněny,
 - c) kategorie 3, do které patří výrobky, které jsou určeny k ohřevu při přípravě jídel a nápojů, a obalové a skladovací nádoby, jejichž vnitřní objem je větší než 3 litry.
- 4) Pro silikátový výrobek, který se skládá z nádoby opatřené víkem ze stejného materiálu, nesmí být překročeny limity migrace olova a kadmia vztahující se na samotnou nádobu, přičemž nádoba a vnitřní povrch víka musí být zkoušeny samostatně a za stejných zkušebních podmínek. Součet těchto dvou stanovených hodnot migrace olova a kadmia se vztáhne na plochu povrchu nádoby nebo na její objem.

5.6. Požadavky na povrchovou úpravu výrobků určených pro styk s potravinami

§ 20

- 1) Povrchová úprava (zejména lakováním, pocínováním, povlakem z plastů, glazováním, smaltováním) musí být souvislá, stejnoměrně nanesená, s minimálním množstvím mikroskopických pórů, dobře lpící na výrobku. Po dobu používání výrobku určeného pro styk s potravinami se při předepsaných podmínkách používání povrchová úprava nesmí odlupovat, mít zjevné rýhy, trhliny, puchýřky nebo jiná porušení. Pokud se povrch výrobků moří, nesmějí se vyskytovat nemořená místa.
- 2) Seznam přípustných materiálů a technologií pro povrchové úpravy výrobků určených pro styk s potravinami je uveden v příloze č. 10.
- 3) Povrchová úprava výrobků lakováním musí být vyrobena z látek uvedených v příloze č. 11.
- 4) Nesilikátové a nekovové povrchové úpravy výrobků určených pro styk s potravinami musí splňovat hygienické požadavky uvedené v bodě 7 přílohy č. 11.
- 5) Na výrobu kovových výrobků určených pro styk s potravinami je přípustné oboustranné olejování plechů dioktylsebakátem, butylstearátem, vazelínovým olejem, methylestery mastných kyselin C₁₂-C₁₈ z přírodních olejů a tuků a schválenými typy polypropylénového oleje. Množství maziva na jedné straně smí být nejvýše 0,25 g.dm⁻².
- 6) Na výrobu kovových výrobků určených pro styk s potravinami je přípustná pasivace pocínovaných plechů v lázni s obsahem chromanu nebo dvochromanu. Zbytky pasivační lázně musí být z plechu odstraněny řádným vymytím.

5.7. Požadavky na výrobky z papíru, kartonu a lepenky

§ 21

- 1) Pro výrobu výrobků z papíru, kartonu a lepenky včetně jejich zušlechťených forem se smí používat jen materiály vyrobené ze surovin, přísad, pomocných a jiných látek, jejichž seznam a přípustná množství jsou uvedeny v příloze č. 12.
- 2) Papírové obalové materiály mohou dosahovat nejvyšší vlhkost 8 %.
- 3) Opakované použití papírových obalů pro přímé balení poživatin se nepřipouští.

§ 22

- 1) Papíry, kartony a lepenky zušlechťené plasty, u nichž přicházejí potraviny do přímého styku jen s polymerní látkou, která vytváří dokonalou bariéru vůči přechodu cizorodých látek z papírů, kartonů a lepenek na povrch potravin, se posuzují podle podmínek upravených v § 4 odst. 2.
- 2) Při výrobě papírů určených pro použití za varu a filtraci za horka (varné sáčky, sáčky na čaj, filtrační papíry pro horkou filtraci) a pro používání jako

filtračních vrstev určených pro horkou extrakci lze použít pouze látek uvedených v oddílu 2 přílohy č. 12.

- 3) Při výrobě papírů určených pro použití na filtrační vrstvy pro filtraci za studena lze použít pouze látek uvedených v oddílu 3 přílohy č. 12.
- 4) Výrobky z papíru, kartonu, lepenky včetně jejich zušlechtěných forem musejí vyhovovat hygienickým požadavkům uvedeným v oddílu 4 přílohy č. 12.

5.8. Požadavky na výrobky z celofánu

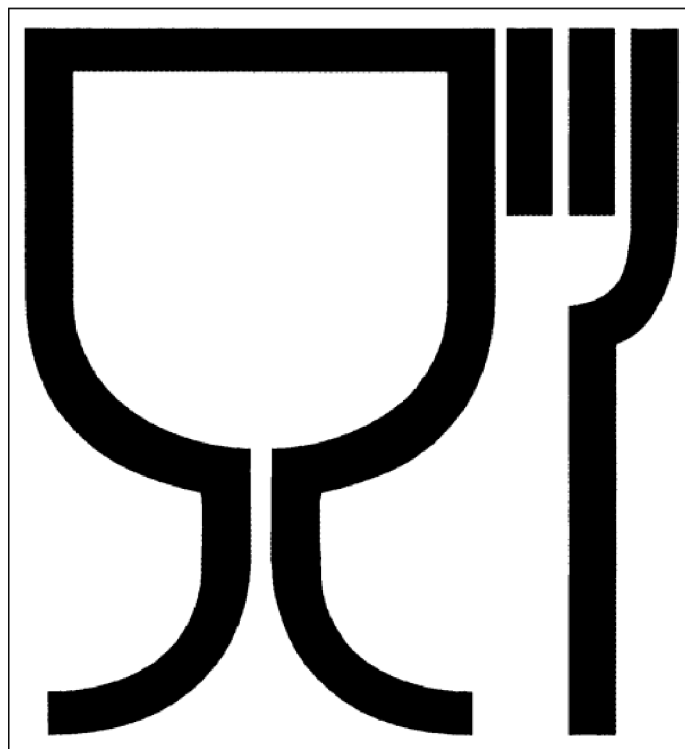
§ 23

- 1) Pro účely této vyhlášky se celofánem rozumí tenká fólie získaná z regenerované celulózy vyrobené z nerecyklovaného dřeva nebo bavlny. Pro splnění technických požadavků mohou být do hmoty nebo na povrch přidány přísady a jiné pomocné látky. Celofán může být na jedné nebo po obou stranách povrchově upraven. Použité látky musí být dobré technické jakosti.
- 2) Požadavky této vyhlášky se vztahují na celofán, který:
 - a) sám o sobě tvoří konečný výrobek, nebo
 - b) tvoří část konečného výrobku obsahujícího jiné materiály
 - c) je určen pro styk s potravinami nebo s nimi přichází do styku vzhledem ke svému účelu.
- 3) Pro výrobu celofánu mohou být použity látky nebo skupiny látek uvedené v příloze č. 13, a to pouze za stanovených podmínek.
- 4) Při výrobě celofánu lze použít barviva, pigmenty a adheziva za podmínky, že nebude docházet k jejich migraci do potravin nebo na potraviny a budou splňovat požadavky uvedené v § 6.
- 5) Požadavky upravené v odstavcích 2 až 4 se nevztahují na:
 - a) celofán, který je na straně určené pro styk s potravinami nebo na straně přicházející do styku s potravinami opatřen povrchovou úpravou o plošné hmotnosti větší než $50 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-2}$,
 - b) umělá střívka celofánu.

5.9. Požadavky na výrobky z korku

§ 24

Při zpracování přírodního korku určeného k výrobě výrobků přicházejících do styku s potravinami se smí používat jen látek, jejichž seznam, přípustná množství a požadavky na takto upravený korek jsou uvedeny v příloze č. 14.



Obr. 15

Grafická značka pro označování výrobků určených pro styk s potravinami. [29]

6. ZÁVĚR

Tato bakalářská práce se zabývá posledním, ale velmi důležitým, krokem procesu výroby potravin a to jejich balením, resp. obalovými materiály. Cílem práce bylo zpracovat literární rešerši o dané problematice. Jsou zde diskutovány materiály, které jsou pro styk s potravinami použitelné, jejich vlastnosti, schopnosti poškodit či zlepšit fyzikální, chemické i organoleptické vlastnosti potravin. Práce se snažila poukázat na vhodnost použití daného materiálu pro jednotlivé typy potravin, neboť ani jeden obalový materiál nemá univerzální použití. Obalový materiál je totiž s potravinou přímo ve styku, čímž může potravinu kontaminovat, ale zároveň je primární bariérou pro fyzikální, chemické a mikrobiologické vlivy a je schopen údržnost potravin zvýšit tím, že intenzitu těchto vlivů snižuje.

Nejpoužívanější obalové materiály jsou zde uvedeny spolu s jejich známými vlastnostmi a jsou kategorizovány podle jejich typu.

V samostatné kapitole jsou zmíněny novodobé materiály, které ještě více zvyšují trvanlivost potravin, nebo alespoň jistým způsobem zákazníkovi sdělují, jak je potravina čerstvá.

Na závěr je zde uvedeno plné znění vyhlášky Ministerstva zdravotnictví ČR, týkající se obalových materiálů.

7. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] ROBERTSON, Gordon L. *Food packaging : Principles and practice (second edition)*. 2nd edition. Boca Raton: CRC Press/Taylor & Francis, 2006. ISBN 0-8493-3775-5.
- [2] Na základě sdělení Ing. Eva Vítová, Ph.D, 2007
- [3] Příspěvatelé Wikipedie, *Dřevo* [online], Wikipedie: Otevřená encyklopedie, c2008, poslední aktualizace 4. 04. 2008, [cit. 29. 10. 2007], dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Dřevo>>
- [4] KADLEC, Pavel. *Technologie potravin I*. 1. vyd. Praha : VŠCHT, 2002. ISBN 80-7080-509-9. s. 79-86.
- [5] Na základě sdělení prof. Ing. Peter Šimko, DrSc., 2007
- [6] Příspěvatelé Wikipedie, *Sklo* [online], Wikipedie: Otevřená encyklopedie, c2008, poslední aktualizace 15. 04. 2008, [cit. 29. 10. 2007], dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Sklo>>
- [7] KAČEŇÁK, Igor. *Obaly a obalová technika*. 1. vyd. Slovenská vysoká škola technická v Bratislavě, Ediční středisko SVŠT v Bratislavě, 1990. ISBN 80-227-0301-X
- [8] Příspěvatelé Wikipedie, *Koroze* [online], Wikipedie: Otevřená encyklopedie, c2008, poslední aktualizace 9. 03. 2008, [cit. 29. 10. 2007], dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Koroze>>
- [9] Příspěvatelé Wikipedie, *Hliník* [online], Wikipedie: Otevřená encyklopedie, c2008, poslední aktualizace 27. 03. 2008, [cit. 29. 10. 2007], dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Hliník>>
- [10] *Tart sro - obalové materiály a balicí stroje, systém V.I.C.O.* [online]. [2007], poslední aktualizace 14. 4. 2008 [cit. 2008-03-05]. Dostupný z WWW: <<http://www.vico.cz/index.html>>.
- [11] Příspěvatelé Wikipedie, *Cín* [online], Wikipedie: Otevřená encyklopedie, c2008, poslední aktualizace 9. 04. 2008, [citováno 29. 10. 2007], dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Cín>>
- [12] *Handbook of food science, technology, and engineering*. Vol. 3. Y.H.HUI. Boca Raton : Taylor & Francis, 2006. ISBN 1-57444-552-9. s. 130-1 - 134-7.
- [13] *Mikes s.r.o.* [online]. [2007] [cit. 2007-11-13]. Dostupný z WWW: <<http://www.mikeskarton.cz>>.

[14] Ducháček V.: Polymery - výroba, vlastnosti, zpracování, použití. 2. vyd. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Praha 2006. ISBN 80-7080-617-6

[15] *Polymer Science Learning Center* [online]. The University of Southern Mississippi: The Department of Polymer Science, c2005 [cit. 2007-11-16]. Dostupný z WWW: <<http://www.pslc.ws/mactest/pe.htm>>.

[16] *Polymer Science Learning Center* [online]. The University of Southern Mississippi: The Department of Polymer Science, c2005 [cit. 2007-11-16]. Dostupný z WWW: <<http://www.pslc.ws/mactest/pp.htm>>.

[17] BARRON, Andrew R., WILSON, Lon J.. *CHEM495 : TRANSITION METAL CHEMISTRY* [online]. [2001] [cit. 2007-11-16]. Dostupný z WWW: <http://python.rice.edu/~arb/Courses/chem495_01.htm>.

[18] *Polymer Science Learning Center* [online]. The University of Southern Mississippi: The Department of Polymer Science, c2005 [cit. 2007-11-18]. Dostupný z WWW: <<http://www.pslc.ws/mactest/pvc.htm>>.

[19] *Polymer Science Learning Center* [online]. The University of Southern Mississippi: The Department of Polymer Science, c2005 [cit. 2007-11-19]. Dostupný z WWW: <<http://www.pslc.ws/mactest/styrene.htm>>.

[20] Příspěvatelé Wikipedie, *Estery* [online], Wikipedie: Otevřená encyklopedie, c2008, poslední aktualizace 14. 04. 2008, [citováno 19. 11. 2007], dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Estery>>

[21] Příspěvatelé Wikipedie, *Polyamidová vlákna* [online], Wikipedie: Otevřená encyklopedie, c2008, poslední aktualizace 31. 03. 2008, [cit. 30. 11. 2007], dostupné z WWW: < [http://cs.wikipedia.org/wiki/Polyamidová vlákna](http://cs.wikipedia.org/wiki/Polyamidová_vlákna) >

[22] *Food and Drink Industry News from the Food & Drink Innovation Network. : Scientists develop pea starch packaging* [online]. c2007 , 10/10/2007 [cit. 2007-12-06]. Dostupný z WWW: <http://www.fdin.co.uk/news/index.php?type=related&generate=yes&news_article_id=18311902#18311902>.

[23] OBRUČA, Stanislav. *INOVACE.CZ: Inteligentní obaly : Inteligentní obaly* [online]. 29. 11. 2007 [cit. 2008-03-25]. Dostupný z WWW: <<http://www.inovace.cz/vedci-vyvijej-i-obaly-budoucnosti/inteligentni-obaly/>>.

[24] *Technologické centrum AV ČR* [online]. c2003 [cit. 2008-03-05]. Dostupný z WWW: <<http://www.tc.cz/publikace/?n=1&start=48&krok=6>>.

[25] DOBIÁŠ, Jaroslav. Aktivní balení potravin. *Svět balení*. 3/2005, s. 42-43.

[26] *INOVACE.CZ: Inteligentní obaly : Inteligentní obaly* [online]. 29. 11. 2007 [cit. 2007-12-10]. Dostupný z WWW: <<http://www.inovace.cz/vedci-vyvijsi-obaly-budoucnosti/>>.

[27] *VŠCHT - FTOP - Ústav chemie ochrany prostředí* [online]. 24. 09. 2008 [cit. 2007-12-02]. Dostupný z WWW: <<http://www.vscht.cz/uchop/velebudice/odpady/odpady1.htm>>.

[28] *Účetnictví, daně, právo - Sagit : Sbirka zákonů* [online]. c1996-2008 [cit. 2007-12-12]. Dostupný z WWW: <<http://www.sagit.cz/pages/sbirkatxt.asp?zdroj=sb01038&cd=76&typ=r>>.

[29] Vyhláška Ministerstva zdravotnictví ze dne 19. ledna 2001 o hygienických požadavcích na výrobky určené pro styk s potravinami a pokrmy. Předpis č. 38/2001 Sb., zdroj: SBÍRKA ZÁKONŮ ročník 2001, částka 13, ze dne 01. 02. 2001.

8. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

PE – polyetylen

LDPE – PE nízké hustoty (High density polyethylene)

HDPE – PE vysoké hustoty (Low density polyethylene)

LLDPE – PE lineární s nízkou hustotou (Linear low density polyethylene)

PA – polyamid

PP – polypropylen

EVA – ethylvinylacetát

PVC – polyvinylchlorid

PS – polystyren, polyvinylbenzen

ABS – akrylonitril-butadien-styren

PETP, PET – polyethyltereftalát

PC – polykarbonát

PVdC – polyvinylidenchlorid

EVOH – ethylvinylalkohol

PV-OH – polyvinylalkohol

RFID - Radio Frequency Identification Device

TTI - Time-temperature indicator

BBS - bis(benzoxazolyl)stilben