

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA  
V PRAZE**

---

Technická fakulta - Katedra technologických zařízení staveb

# **BALENÍ V POTRAVINÁŘSKÉM PRŮMYSLU**



**Ing. Andrea Smejtková, Ph.D**

**2018**

© Ing. Andrea Smejtková, Ph.D.

ISBN 978 – 80 – 213 – 2864 - 8

## PŘEDMLUVA

Zaměření ČZU je orientováno na celý agropotravinářský komplex. Ten ve své konečné podobě vede k výrobě potravin. V podstatě všechny potraviny je nutné přepravovat od výrobce ke spotřebiteli a při této manipulaci je nutné mít potraviny více či méně zabalené, ať už z důvodů hygienických, snazší manipulace nebo pro prodloužení trvanlivosti.

Zabalit optimálně potravinu tak, jak to vyžadují její vlastnosti, není zdaleka tak jednoduché, jak to na první pohled vypadá. Je třeba dobře znát požadavky vyplývající z charakteru potraviny i vlastnosti obalového materiálu. Této problematice se věnují různá výzkumná pracoviště a jde o oblast velmi širokou.

V rámci předmětu „Obaly a obalová technika“ je možné pouze stručně nahlédnout do této problematiky. Skripta seznamují s jednotlivými obalovými prostředky, s možnostmi ochrany potravin obalem před různými typy poškození i způsoby balení potravin podle jejich konzistence.

Tato skripta jsou upravenou a rozšířenou verzí skript „Obaly a obalová technika“ z r. 2004, obsahem i koncepcí vychází z osvědčených učebních textů používaných na VŠCHT Praha pro výuku předmětu „Balení potravin“, a to jednak knihy profesora Čurdy „Balení potravin“ z roku 1982 a tak i současných sylabů textů k přednáškám Dobiáš, Čurda „Balení potravin“. Ty byly doplněny a upraveny podle potřeb výuky na ČZU.

# OBSAH

<b>1</b>	<b>ÚVOD</b>	<b>1</b>
1.1	HISTORIE BALENÍ	2
1.2	VÝZNAM A FUNKCE BALENÍ	4
1.3	OPTIMALIZACE BALENÍ	6
1.4	VYSLEDOVATELNOST	9
1.4.1	TECHNOLOGIE IDENTIFIKACE	11
1.4.1.1	Čárové kódy	11
1.4.1.2	RFID	13
1.4.1.3	DPM	16
1.4.1.4	RTLS	16
1.4.1.5	Hlasové technologie	17
1.5	LEGISLATIVA VZTAHUJÍCÍ SE K BALENÍ POTRAVIN	17
1.5.1	ZÁKONY VZTAHUJÍCÍ SE K BALENÍ POTRAVIN	17
1.5.2	IDENTIFIKACE OBALOVÝCH MATERIÁLŮ	18
1.5.3	NAKLÁDÁNÍ S OBALOVÝM ODPADEM	22
1.6	OBECNÉ NÁROKY NA OBAL	24
1.6.1	NÁROKY SPOTŘEBITELŮ	24
1.6.2	NÁROKY OBCHODU	26
1.6.3	NÁROKY Z HLEDISKA PŘEPRAVY A SKLADOVÁNÍ	30
<b>2</b>	<b>OBALOVÉ PROSTŘEDKY</b>	<b>33</b>
2.1	DŘEVO	36
2.2	TKANINY	38
2.3	PAPÍR	40
2.3.1	VÝROBA PAPÍRU	41
2.3.2	VÝROBA LEPENKY	46
2.3.3	IMPREGNACE PAPÍRU	48
2.3.4	DRUHY OBALŮ Z PAPÍRU A LEPENKY	51
2.3.4.1	Foliový materiál	51
2.3.4.2	Hotové obaly	52

<b>2.4</b>	<b>KOVY .....</b>	<b>57</b>
2.4.1	OCEL .....	58
2.4.1.1	Korozivní pochody v kovových obalech .....	61
2.4.1.2	Obaly z ocelového plechu .....	63
2.4.2	NEREZOVÁ OCEL .....	67
2.4.3	HLINÍK .....	67
<b>2.5</b>	<b>SKLO .....</b>	<b>69</b>
2.5.1	TYPY SKLENĚNÝCH OBALŮ .....	75
<b>2.6</b>	<b>PLASTY .....</b>	<b>78</b>
2.6.1	VLASTNOSTI PLASTŮ DŮLEŽITÉ PRO OBALY .....	79
2.6.1.1	Tvarování plastů .....	81
2.6.1.2	Tepelné spojování (svařování) plastů .....	84
2.6.2	ZÁKLADNÍ TYPY POLYMERŮ .....	85
2.6.2.1	Přírodní polymery .....	86
2.6.2.2	Syntetické polymery .....	87
2.6.2.3	Biodegradovatelné polymery .....	96
2.6.2.4	Zkoušení plastů .....	98
<b>2.7</b>	<b>POŽIVATELNÉ OBALY .....</b>	<b>99</b>
<b>2.8</b>	<b>KOMBINOVANÉ MATERIÁLY .....</b>	<b>102</b>
<b>2.9</b>	<b>POMOCNÉ OBALOVÉ PROSTŘEDKY - LEPIDLA .....</b>	<b>103</b>
2.9.1	LEPIDLA TUHNOUCÍ VLIVEM VSÁKNUTÍ A ODPAŘENÍM ROZPOUŠTĚDLA .....	103
2.9.2	LEPIDLA TUHNOUCÍ NÁSLEDKEM CHEMICKÉ REAKCE .....	105
2.9.3	LEPIDLA TAVNÁ – HOT MELTY .....	105
2.9.4	PŘILNAVÁ LEPIDLA .....	106
<b>3</b>	<b>POTISK OBALOVÝCH MATERIÁLŮ .....</b>	<b>106</b>
3.1	TISK Z VÝŠKY .....	107
3.2	TISK Z PLOCHY .....	108
3.3	TISK Z HLOUBKY .....	109
3.4	SÍTOTISK .....	110
3.5	DALŠÍ TISKOVÉ TECHNIKY .....	111

<b>4</b>	<b>OCHRANA POTRAVIN OBALEM .....</b>	<b>113</b>
<b>4.1</b>	<b>INTERAKCE MEZI OBALEM A POTRAVINOU .....</b>	<b>114</b>
4.1.1	AKTIVNÍ BALENÍ .....	116
4.1.2	INTELIGENTNÍ BALENÍ.....	119
<b>4.2</b>	<b>OCHRANA PŘED MECHANICKÝM POŠKOZENÍM .....</b>	<b>122</b>
<b>4.3</b>	<b>OCHRANA PŘED ZMĚNAMI VLHKOSTI .....</b>	<b>123</b>
<b>4.4</b>	<b>OCHRANA PŘED OXIDO-REDUKČNÍMI ZMĚNAMI .....</b>	<b>128</b>
4.4.1	AKTIVNÍ ÚPRAVA ATMOSFÉRY .....	129
4.4.2	PASIVNÍ ÚPRAVA ATMOSFÉRY .....	132
4.4.3	OBALOVÉ MATERIÁLY PRO BALENÍ POTRAVIN V MA .....	133
<b>4.5</b>	<b>OCHRANA PŘED ZMĚNAMI CHUTI A VŮNĚ .....</b>	<b>136</b>
<b>4.6</b>	<b>VLIV ZÁŘENÍ NA POTRAVINY.....</b>	<b>137</b>
<b>4.7</b>	<b>ZMĚNY TEPLoty POTRAVIN.....</b>	<b>140</b>
4.7.1	MIKROVLNNÝ OHŘEV .....	141
4.7.1.1	Obaly pro mikrovlnný ohřev .....	142
<b>4.8</b>	<b>KONTAMINACE POTRAVIN SLOŽKAMI OBALŮ .....</b>	<b>146</b>
4.8.1	HODNOCENÍ KVALITY OBALŮ POTRAVIN .....	148
<b>4.9</b>	<b>OCHRANA PŘED MIKROBIÁLNÍM ZNEHODNOCENÍM .....</b>	<b>151</b>
<b>4.10</b>	<b>OCHRANA PŘED HMYZEM A HLODAVCI .....</b>	<b>152</b>
<b>5</b>	<b>MECHANIZACE BALENÍ.....</b>	<b>153</b>
<b>5.1</b>	<b>OBJEMOVÉ DÁVKOVÁNÍ .....</b>	<b>157</b>
5.1.1	OBJEMOVÉ DÁVKOVÁNÍ TEKUTÝCH A KAŠOVITÝCH VÝROBKŮ .....	157
5.1.2	OBJEMOVÉ DÁVKOVÁNÍ SYPKÝCH VÝROBKŮ .....	159
<b>5.2</b>	<b>HMOTNOSTNÍ DÁVKOVÁNÍ .....</b>	<b>160</b>
<b>5.3</b>	<b>DÁVKOVÁNÍ PODLE POČTU.....</b>	<b>162</b>
<b>5.4</b>	<b>BALENÍ TEKUTÝCH VÝROBKŮ .....</b>	<b>163</b>
<b>5.5</b>	<b>BALENÍ KAŠOVITÝCH VÝROBKŮ .....</b>	<b>169</b>

<b>5.6</b>	<b>AEROSOLOVÉ BALENÍ.....</b>	<b>170</b>
<b>5.7</b>	<b>BALENÍ SYPKÝCH VÝROBKŮ .....</b>	<b>173</b>
<b>5.8</b>	<b>BALENÍ KUSOVITÝCH VÝROBKŮ .....</b>	<b>175</b>
<b>5.9</b>	<b>BALENÍ HETEROGENNÍCH NÁPLNÍ.....</b>	<b>177</b>
<b>6</b>	<b>EKOLOGICKÉ ASPEKTY BALENÍ .....</b>	<b>178</b>
<b>7</b>	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>186</b>
<b>8</b>	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>188</b>
<b>9</b>	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>193</b>

# 1 ÚVOD

V současné době je již téměř každý výrobek, potravinářské produkty nevyjímaje, balen. Obal stále plní prvotní požadavky, které na něj byly kladeny již od počátku. Především má výrobek chránit před mechanickým poškozením a dalšími vlivy, má umožnit snadnou manipulaci ve všech stupních logistického řetězce a poskytnout zákazníkovi informace o výrobku. Rostoucí znalosti o vlastnostech výrobků i obalů a rozvoj nových technologií umožňují výrobu stále dokonalejších obalů. Se zavedením samoobslužného prodeje stoupají požadavky na obal z hlediska schopnosti upoutat pozornost a prodat výrobek. Dá se říct, že úroveň balení odpovídá výši životního standardu.

V rozvojových zemích se 30 – 50 % vyprodukovaných potravin nedostane ke spotřebitelům v důsledku nevhodných nebo žádných obalů. V průměru se zde z tohoto důvodu znehodnocuje jedna pětina potravin. V Evropě je určeno více než 50 % všech plastových obalů k ochraně potravin. Díky tomu se pouze 1-2 % potravin znehodnotí na cestě k zákazníkovi. Ochranná funkce obalu je zde zcela zřejmá. Podle „Toppits Save Food studie“, která byla provedena v 1. čtvrtletí 2011 v 6 státech EU a Rusku, však končí více jak 20 % nakoupených potravin v popelnicích. Přibližně 30 % zabalených potravin se vyhazuje do odpadů, aniž by se vybalily. Většinu z odpadů tvoří ovoce a zelenina, následují hotová jídla. Zde je podíl obalů na ztrátách jen malý.

Celosvětově se znehodnotí jedna třetina potravin, jedná se tak o 1,3 miliardy tun potravin za rok. Potravin jsou znehodnocovány v celém řetězci, tj. od zemědělské prvovýroby, přes transporty, balení, prodej a domácnosti. Největší ztráty jsou v ovoci a zelenině, pohybují se mezi 40 – 55 %. V rozvojových zemích jsou nejvyšší ztráty na začátku řetězce. V konečné fázi řetězce jsou největší ztráty v Evropě a Severní Americe: 95 – 115 kg/rok a osobu, zatímco v subsaharské Africe a jižní a jihovýchodní Asii jsou tyto ztráty 6 – 11 kg/rok a osobu.

Poté co obal splní svoji funkci, stává se odpadem. Množství obalového odpadu tak roste ruku v ruce s množstvím použitých obalů a obalových materiálů a stává se významným problémem, který je nutné řešit.

Trendem obalové techniky je tedy obal atraktivní, ale levný, s dokonalými ochrannými vlastnostmi, minimálně zatěžující životní prostředí.



## 1.1 HISTORIE BALENÍ

Potraviny byly zpočátku konzumovány na místě, kde byly získány (sběr plodů, lov zvěře). Pro úschovu přebytků se využívaly přírodní materiály – listy, tykve, lastury, vydlabané dřevo, apod. Rozvoj balení souvisel s dělbou práce a rostoucí směnou výrobků, s odděleným místem výroby a místem spotřeby. Začaly se objevovat další obalové materiály a obaly – tkaniny, keramika, sklo, kovy, papír. Nejprve bylo nutné balit produkty dopravované na velkou vzdálenost, např. sůl a koření, později i jiné výrobky. Ze starověkých obalů jsou asi nejznámější amfory (obr. 1-1)



Obr. 1-1 Starověká amfora

Průmyslový rozvoj balení nastává v 19. století. Potraviny vyráběné v továrnách jsou přímo tam děleny na menší dávky a rovnou baleny. Průmyslový rozvoj obecně umožňuje i v balení využívat nové postupy výroby obalových materiálů a obalů. Také nové technologie zpracování potravin – zejména konzervace – vyžadují nové typy obalů.

Dlouhá staletí – první záznamy pocházejí ze starého Egypta a Řecka – se potraviny rostlinného i živočišného původu na delší čas uchovávaly pomocí nasolování, uzení nad doutnajícím dřevem, máčení v alkoholu či octu, kvašení, vysoušení, mražení přírodním ledem a sněhem, přidavků různých koření, varu nebo jiných metod. Žádná z nich ale požitaviny nezachovala dlouhodobě čerstvé. Jak to v historii lidstva často bývá, také popud k objevení nového a dokonalejšího způsobu uchování jídla vyšel z armády: tehdy generál dělostřelectva, pozdější císař Napoleon Bonaparte, vypsal v roce 1795 soutěž na zajištění zásob pro své muže v poli a válečné námořnictvo spojenou s vysokou finanční odměnou. Až v květnu 1809 se to povedlo francouzskému kuchaři a vynálezci Nicolasi Appertovi, který vyvinul metodu konzervace potravin na základě kombinace jejich uskladnění v hermeticky uzavřené skleněné nebo porcelánové nádobě a tepelné sterilizace; naložil do sklenic vývar, maso, fazole a hrášek a přístupu vzduchu zabránil pomocí vrstev nařezaného korku tak, aby jeho póry ležely vodorovně. Podle Apperta se proces nazývá appertizace čili tepelná sterilizace potravin uzavřených v

neprodyšných obalech. Především technologické problémy s konzervováním ve sklenicích vedly k dalšímu vynálezu – konzervy vyrobené z plechu. Klasickou „plechovou“ konzervu v roce 1810 vymyslel a ihned patentoval Francouz Pierre Durand, žijící trvale v Anglii. Králi Jiřímu III. předložil k posouzení místo sklenice pocínovanou železnou konzervu. Plech byl odolnější vůči nárazu a mechanickému poškození, snáze se s ním pracovalo při výrobě a přitom šlo plechové obaly utěsnit stejně dobře (ne-li lépe) jako nádoby skleněné. Svůj objev prodal Durand britskému královskému námořnictvu, které jej začalo široce využívat, neboť výhody plechových konzerv před sklenicemi byly markantní. Bez zajímavosti není ani to, že první plechovky obsahovaly olovo, což zprvu vedlo k častým otravám a nemocem. Teprve později začal být jako obalový materiál zásadně využíván ocelový plech potažený zdravotně nezávadným cínem nebo jeho slitinami, a následně pak hliník. Již v roce 1830 se konzervované potraviny začaly objevovat v anglických obchodech se smíšeným zbožím. Nápad nalepit na plechovku barevnou etiketu s údaji o jejím obsahu vzešel od americké firmy Reckhow and Larne z New Yorku a byl realizován v roce 1860. Kromě Apperta zasáhl do vývoje konzervování francouzský vědec Louis Pasteur, který přinesl hlubší poznatky o příčinách kažení potravin působením mikroorganismů a postupy tepelné konzervace ještě dále zdokonalil. V roce 1859 sestavil francouzský domácí kutil Ferdinand Carré chladicí stroj, který držel „v zimním spánku“ mikroorganismy v různých potravinách pomocí čpavku. Dalším milníkem v historii dlouhodobého přechovávání potravin byla léta 1875–1876, kdy německý fyzik a inženýr Karl Paul Gottfried von Linde zkonstruoval čpavkový chladicí stroj s kompresorem, takže mohla začít éra praktického skladování potravin v ledničkách a mrazících boxech. Do jednotlivých domácností se však chladničky dostaly až v roce 1913 v Chicagu.

Na příkladu konzervárenské plechovky je možné ukázat vývoj výroby jednoho z charakteristických potravinářských obalů. První plechovky na počátku 19. století se vyráběly z pocínovaného plechu ručně. Nastříhaný plech byl stočen, sklepán a spojen olověnou pájkou. Takto mohl dělník vyrobít 60 plechovek denně. Tento postup byl postupně zlepšován, plech se stříhal strojně, potom automaticky, také pájení bylo automatizováno. Později bylo pájení nahrazeno pouze zaválcováním (vyloučila se případná kontaminace obsahu plechovky olovem), vzduchotěsnost byla zajištěna vložkami z kaučuku nebo navrstveného papíru. Kolem roku 1900 dochází k vnitřnímu ochrannému lakování plechovek. Tím se zabránilo nežádoucímu černání plechovek vlivem sirovodíku vylučovaného potravinami. Koncem 19. století došlo ke zvýšení výroby na 1200 plechovek pro jeden stroj za den. Dnes se vyrobí kolem 500 kusů za minutu. U tažených plechovek je to až 1200 kusů za minutu.

Sklo bylo pravděpodobně objeveno na mnoha místech současně. Nejstarší nálezy jsou datovány kolem r. 3300 př. n. l. Nálezy lahví a sklenic, a tedy důkaz o používání sklářské píšťaly, pocházejí z r. 1900 př. n. l. Tabulkové okenní sklo se však začalo používat až ve 3. st. našeho letopočtu a to jen v palácích a církevních stavbách. Ve výrobě skleněných obalů došlo k pokroku díky Owensovu automatickému stroji (1880). Ten používal k vyfukování skleněných nádob do sklářských forem stlačený vzduch, zatímco dříve dělníci vyfukovali vzduch z plic.

Vynález papíru pochází z Číny, jako počátek výroby je udáván r. 105 n. l. Používala se vlákna lýka, kůra morušovníků, rýžová sláma, konopí. Do Evropy se výroba papíru dostává až po více než tisíci letech, r. 1151 je založena papírna ve španělské Xativě. V r. 1596 byla založena papírna ve Velkých Losinách, v níž se ruční papír vyrábí dodnes a patří tak k nejstarším dosud pracujícím podnikům v Evropě. Surovinou pro jeho výrobu byly převážně hadry doplňované lnem. V Číně se tou dobou papír zcela běžně používal na psaní, ale i na hrací karty, peníze nebo jako obalový materiál. Knih tisk se v Číně používal již od 8. stol. (v Evropě je prvním tiskem Gutenbergova Bible r. 1453). Dřevo bylo k výrobě papíru poprvé využito r. 1769. V r. 1799 sestrojil Francouz Nicolas-Louis Robert papírenský stroj, který nahradil do té doby ruční výrobu. K dalšímu rozšíření použití papíru přispěl vynález chemického zpracování dřeva způsobem nátronovým (1857) a sulfitovým (1886).

K rozvoji syntetických makromolekulárních látek dochází mezi světovými válkami, v obalové technice se začaly uplatňovat po druhé světové válce. Nejprve tyto materiály pouze nahrazovaly tradiční materiály, později bylo využíváno jejich specifických vlastností.

Sledovat vývoj jednotlivých typů obalů a způsobů balení by znamenalo probírat nesčetné množství patentů a zlepšení. Nové objevy v technologii materiálů se brzy projeví v obalové technice, vývoj byl však živelný. K systematickému studiu vlastností výrobků a možností jejich ochrany obalem dochází až ve 2. polovině 20. století, objevila se tak nová rozsáhlá odborná disciplína.

## **1.2 VÝZNAM A FUNKCE BALENÍ**

Význam obalu se zvyšuje s tím, jak se vzdaluje místo a čas balení od místa a času spotřeby potraviny. Čím je vzdálenost větší, tím větší jsou požadavky na obal z hlediska ochrany zboží, ale i z hlediska snadné manipulace. Změny v oblasti oběhu zboží (manipulace, skladování, doprava, prodej) vyvolávají potřebu nového způsobu balení. Naopak vývoj nových obalových prostředků zase umožňuje zdokonalovat oběh zboží.

### **Obal plní tři základní funkce:**

1. Chrání výrobek před znehodnocením

Obal je jedním z prostředků prodloužení trvanlivosti potravin. Výrobek chrání před mechanickými, chemickými, fyzikálními a biologickými vlivy. Ochrana výrobku obalem může být pasivní nebo aktivní (viz pozdější kapitoly).

2. Vytváří racionální manipulační jednotku

Různě velké manipulační jednotky jsou přizpůsobeny svou hmotností, tvarem i konstrukcí požadavkům přepravy, obchodu nebo spotřebitele. V dané sféře oběhu umožňují optimální manipulaci s výrobkem.

3. Je prostředkem vizuální komunikace

Tato funkce se uplatňuje především ve vztahu výrobce – zákazník. Výrobce tak má možnost sdělit zákazníkovi potřebné informace o výrobku.

### **Podle sféry použití se obaly dělí na (obr. 1-2):**

Spotřebitelské – jsou určeny pro spotřebitele např. sklenice, lahve, sáčky, krabičky, plechovky, tuby, misky,...

Skupinové – sdružují určitý počet spotřebitelských obalů, např. přepravky, krabice zjednodušují manipulaci s výrobky v obchodech

Přepravní – sdružují skupinové obaly, např. palety, kontejnery usnadňují přepravu z výrobního závodu do obchodu



Obr. 1-2 Spotřebitelský, skupinový a přepravní obal

### **Do pojmu balení zahrnujeme tyto operace:**

- dávkování (odměřováním nebo vážením)
- plnění do obalů
- příprava a použití obalů (přísun, mytí, sestavování obalu, uzavírání, etiketování...)
- manipulace s obaly (skupinové balení, odsun do skladu)

Podíl těchto operací v celkovém výrobním procesu se v průměru pohybuje kolem 50 % (vyjádřeno ve spotřebě času na jednotku výrobku), často i 80 % (např. nápoje). Poměr času potřebného pro balení k celkovému výrobnímu času závisí na druhu výrobku a na druhu obalu.

### 1.3 OPTIMALIZACE BALENÍ

Optimalizace balení je hledání takového řešení balicího procesu, které vede k finančním úsporám. Jedná se o snižování všech dílčích přímých i nepřímých nákladů na balení a obaly.

Do nákladů na balení standardně spadají:

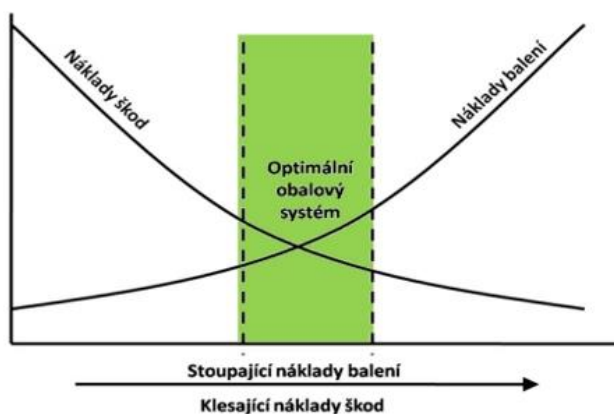
- materiálové náklady
- výrobní náklady
- logistické náklady
- náklady na samotné balení
- náklady na řízení a správu
- náklady na údržbu (vratné obaly)
- náklady na likvidaci obalů
- náklady na reklamace a náhrady škod
- finanční náklady

Náklady na obal tvoří obecně zhruba 7 – 10 % ceny výrobku, v potravinářství vlivem zvýšených nároků na obal 10 – 15 %.

Cenu obalu nejvíce ovlivňuje materiál, ze kterého je vyroben, jeho kvalita a množství. Materiálové náklady tvoří minimálně 50 % celkové ceny obalu. Z obalových materiálů s obdobnými požadovanými vlastnostmi se dává přednost tomu, který je levnější a plocha vyrobeného obalu by měla být vzhledem k obsahu co nejmenší. Pouze u luxusního zboží se volí materiál také luxusnější, tím i dražší. Náklady se snižují i snížením hmotnosti daného obalového materiálu. Tak např. jogurtové kelímky mají dnes proti roku 1970 hmotnost nižší o 67 %, lahve na detergenty jsou o 64 % lehčí, pивní lahve o 55 %, lepenkové krabice o 20 %. Největších nákladů se dosahuje při balení malých dávek, se zvětšující se dávkou náklady klesají. Nejmenších nákladů se potom dosahuje při bezobalové distribuci (např. použití cisteren pro mléko, pivo apod.). Náklady také ovlivňuje volba mezi vratnými a nevratnými obaly. Je třeba vzít v úvahu všechny výhody a nevýhody u obou alternativ. Jde o parametry jako je dostupnost

obalového materiálu, možnost likvidace použitých obalů, menší námaha zákazníka, u vratných obalů počet použití obalu a náklady potřebné na manipulaci s nimi (svoz, mytí, ...).

Při snaze vyrobit obal, který stoprocentně ochrání balený produkt, mohou být náklady na jeho vývoj a výrobu o mnoho vyšší, než případné náklady na reklamace "méně" funkčního obalu (obr. 1-3). Ideální je tedy najít rozumný kompromis ve smyslu "Není nutné mít co nejlepší obal, ale pouze takový jaký je nutný".



Obr. 1-3 Optimální obalový systém

Časem může dojít ke změnám požadavků na obal, způsobenými např. změnami ve výrobě, dopravě, v cenách apod. Může být navržen nový výrobek, vyžadující nový obal. Pak nastává potřeba stávající obal upravit (optimalizovat) nebo navrhnout obal nový. Obecně se postupuje tak, že se provedou následující kroky:

1. Obalový audit
2. Vývoj obalů a balení
3. Tvorba balicích předpisů

## 1. Obalový audit

Při auditu se zaznamenávají všechny údaje o obalech jako typ obalu, materiál a jeho specifikace, rozměry, hmotnost, množství a nákupní ceny. Jednotlivé balené výrobky se přiřadí ke konkrétním obalům s údaji jako počet, rozměry a hmotnost balených výrobků, specifické požadavky na ochranu výrobků, způsob a čas balení včetně přiřazení pomocných obalových materiálů (lepicí pásky, sponky, stretchfolie apod.). Výstupem této činnosti je detailní katalog obalů a obalových materiálů a údaje o spotřebě obalových materiálů a času potřebného na

zabalení jednotlivých výrobků, tedy i konkrétní náklady na zabalení jednoho kusu daného výrobku.

## **2. Vývoj obalů a balení**

Na základě údajů získaných z obalového auditu je vybrán nejvhodnější koncept balení. Musí se zvážit, co se má balit a v jakém množství, kam a jakým způsobem bude výrobek přepravován, rozměr a hmotnost výrobku, jeho náchylnost na poškození a způsob balení a vybalování. Vývoj nových obalů obvykle probíhá v případě zavádění nových výrobků. V tomto případě je velmi důležitý reálný odhad množství balených výrobků v budoucnosti. Nesprávné údaje o množství jsou pak zavádějící a rozdíly v obalových konceptech mohou být velké.

Je třeba vybrat vhodné varianty v těchto kategoriích:

Vratné nebo nevratné obaly

Volba materiálu obalu

Volba typu obalu

Po výběru obalového konceptu navrhnou vývojáři nejvhodnější obal z daného materiálu s cílem dosažení co nejnižších nákladů na balení a to v jejich celkovém součtu. Výstupem této činnosti jsou jednotlivé konkrétní výkresy, detailní specifikace a prototypy nových obalů.

## **3. Tvorba balicích předpisů**

Nedílnou součástí vývoje nových balení a obalů je tvorba balicích předpisů. Balicí předpisy zpravidla obsahují:

- Označení dílu, jeho rozměry, hmotnost, náchylnost na poškození a fotografie s měřítkem
- Chronologický výčet jednotlivých kroků balení s výčtem potřebných obalů a pomocných obalových materiálů včetně jejich označení a množství.
- V případě složitějších postupů balení je výše uvedený popis balení doplněn o sekvenci fotografií postupu balení.
- Výčet potřebných časů na jednotlivé dílčí operace balení a tím i celkový čas na zabalení výrobku.

Výstupem této činnosti je souhrnný datový soubor, dodatečným výstupem může být přehled o spotřebě obalových materiálů a časů potřebných k zabalení požadovaného množství výrobků. Tyto informace umožňují plánování potřeby lidských zdrojů a kontrolu skutečné výše nákladů.

## 1.4 VYSLEDOVATELNOST

Otázky kvality a bezpečnosti výrobků, výroby a prodeje, otázky prevence a minimalizace následků případných kolizí vyvolaly nezbytnou potřebu vysledovatelnosti historie výrobku.

Vysledovatelnost je schopnost zpětné identifikace vzniku konkrétní položky, její aplikace a místa výskytu v logistickém řetězci.

Včasné a efektivní, přesné a rychlé stažení vadných výrobků z trhu je základem pro výraznou redukci ekonomických ztrát, uvedený aktivní zásah uchovává, či dokonce zvyšuje důvěru ve značkový produkt, neboť i přes případné komplikace posiluje v zákazníkovi vědomí o existenci soustavné kvalitativní kontroly „kdesi v pozadí“, systém sledovatelnosti současně odpovídá platné legislativě a je ve shodě s regulačními opatřeními.

Všechny potravinářské podniky (dovozci, zemědělské podniky, zpracovatelé, výrobci, distributoři) v členských zemích EU mají od 1. 1. 2005 povinnost mít zavedeny komplexní postupy a systémy pro vysledovatelnost produkce. Tuto povinnost upravuje v ČR Zákon č. 316/2004 Sb., který rozšířil Zákon č. 110/1997 o potravinách a tabákových výrobcích o odstavce 4 a 5, odvolávající se na čl. 18 a 19 Nařízení EU č. 178/2002.

Prakticky to znamená, že z důvodu bezpečnosti potravin musí mít každý potravinářský podnik u každého výrobku možnost rychle zjistit a doložit, z jakých surovin byl konkrétní kus vyroben, od koho byly suroviny nakoupeny, kdo je vyrobil, zda je má na skladě, znát jejich šarže, ale i komu svůj produkt prodal. To se ovšem týká i obalového materiálu bezprostředně na produkt působící, včetně jeho šarže.

Identifikace zboží má smysl především tehdy, je-li využívána v celém řetězci – výrobou počínaje a prodejem koncovému uživateli konče. Důležitou roli přitom hraje především výrobce. Pokud dojde k označení zboží již při výrobě, další pohyb zásilek je pak daleko snadnější a informace přesnější.

Nesmírně důležitý krok představuje dodržování standardů. Jestliže výrobce zavede vlastní značení, musí všichni další členové řetězce znát strukturu tohoto značení. Pokud se takových výrobců vyskytne více, znamená to nemalé zásahy do skladových informačních systémů spojené často s vysokými náklady.

Od r. 1977 se v Evropě používal systém EAN (European Article Numbering). Byl převzat z USA a Kanady, kde se používal od r. 1966 pod názvem UPC (Universal Product Code). Hlavní



funkcí systému byla možnost jednoznačné identifikace výrobků v maloobchodu pomocí čárových kódů.

V r. 2006 došlo k přejmenování systému EAN na GS1. Důvodem bylo spojení původní organizace EAN s americkou UCC (Universal Code Council) a adopce nových standardů eCom, GDSN a EPCglobal. Nový název je odvozen z anglického „Global Solution, Global System“ (globální řešení, globální systém), jednička symbolizuje jednotný standard.

Systém GS1 je aktuálně tvořen následujícími okruhy standardů (obr. 1-4):

	Globální standard pro automatickou identifikaci; jednotlivé číselné struktury a čárové kódy
	Globální standard pro elektronickou výměnu dat; GS1 EANCOM, GS1 XML
	Globální síť pro datovou synchronizaci; GDSN
	Globální standard pro radiofrekvenční identifikaci; EPC

Obr. 1-4 Standardy GS1

GS1 je tedy mezinárodní organizace se sídlem v Bruselu, sdružující víc než 100 zemí včetně České republiky. Jedná se o standardizovaný celosvětový systém kódování a identifikace zboží (od spotřebitelských, přes obchodní, distribuční až po přepravní jednotky), služeb a organizací. Je využíván jak pro prvotní automatizovaný sběr dat o jednotlivých entitách (snímání čárového kódu) tak i pro následný elektronický přenos a zpracování takto získaných informací. Díky svému rozšíření, technické dostupnosti a vysoké úrovni standardizace je tento systém základním předpokladem pro využívání moderních metod řízení obchodních a výrobních organizací. V současné době je do systému zapojen nejméně jeden milion uživatelských firem.

Zaregistrované firmy získají vlastní číselný kód, který mohou využívat k identifikaci svých produktů jak v podobě čárových kódů tak i RFID tagů. Je zaručena mezinárodní jednoznačnost.

## 1.4.1 TECHNOLOGIE IDENTIFIKACE

V této kapitole je uveden stručný přehled a obecné informace o technologiích, které se nejvíce používají při automatické identifikaci zboží a výrobků. Jde zejména o čárový kód, RFID (Radio Frequency Identification Device - radiofrekvenční identifikace), DPM (Direct Part Marking), RTLS (Real Time Location System) a hlasové technologie.

### 1.4.1.1 Čárové kódy

Čárový kód je nejrozšířenějším prostředkem automatické identifikace. Skládá se z tmavých čar a ze světlých mezer, které se čtou pomocí specializovaných čteček - snímačů čárových kódů. Úkolem snímačů je rychle a bezchybně přečíst čárový kód a předat jeho obsah do počítače, pokladny, apod.

Tradiční laserové snímače čárového kódu vyzařují červené světlo. Toto světlo je pohlcováno tmavými čarami a odráženo světlými mezerami. Snímač zjišťuje rozdíly v reflexi a ty přeměňuje v elektrické signály odpovídající šířce čar a mezer. Tyto signály jsou převedeny v číslice, popř. písmena, jaká obsahuje příslušný čárový kód. To tedy znamená, že každá číslice či písmeno je zaznamenáno v čárovém kódu pomocí předem přesně definovaných šířek čar a mezer. Data obsažená v čárovém kódu mohou zahrnovat takřka cokoli: číslo výrobce, číslo výrobku, místo uložení ve skladu, číslo série nebo jméno určité osoby, které je např. povolen vstup do jinak uzavřeného prostoru.

Nejnámějšími druhy čárových kódů v naší oblasti jsou EAN 13 a jeho kratší varianta EAN 8 pro označování rozměrově malých výrobků (obr. 1-5), kterými se označuje zboží běžně obchodované v obchodních řetězcích. Tím, že přidělování kódů EAN řídí registrační autorita je dosaženo jedinečnosti označení zboží = žádný jiný druh zboží na světě nemůže být označen stejným čárovým kódem.



Obr. 1-5 Kódy EAN 13 a EAN 8

Čárový kód EAN dokáže kódovat číslice 0 až 9, přičemž každá číslice je kódována řadou světlých a tmavých proužků. Může obsahovat buď 13 číslic (EAN 13) nebo 8 číslic (EAN 8)

**Význam číslic kódu EAN 13 (zleva):**

1. – 3. znak: tzv. prefix, určuje stát původu (např. ČR má číslo 859)
4. – 12. znak: určuje výrobce a konkrétní zboží.
13. znak: je kontrolní - ověřuje správnost dekodování.

**Příklad výpočtu kontrolní číslice (kód 8593026341407):**

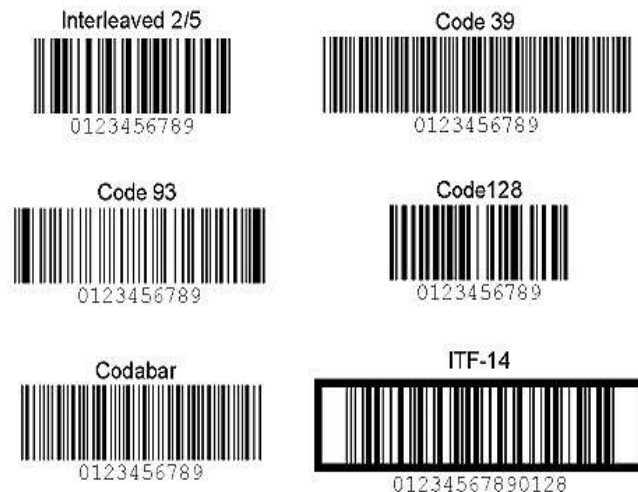
Sečtou se číslice na lichých pozicích  $(8+9+0+6+4+4)=31$

Přičte se součet číslic na sudých pozicích vynásobený třemi  $((5+3+2+3+1+0)*3=42)$

Tento součet se zaokrouhlí na desítky nahoru  $(31+42=73) \rightarrow 80$

Kontrolní číslice se získá odečtením  $80-73 = 7$

Oproti čárovým kódům EAN, jejichž použití podléhá registraci u národních registračních autorit, velká většina kódů umožňuje volné použití = kdokoli může kódy generovat, ale nikdo neodpovídá za jedinečnost kódu. Mezi nejrozšířenější "volné" kódy patří např.: Interleaved 2/5, Code 39, Code 93, Code 128, Codabar, ITF-14 a další (obr. 1-6).



Obr. 1-6 Druhy volných čárových kódů

S narůstajícími nároky na objem dat, které je nutno do čárových kódů zakódovat, byly vyvinuty koncem 20. století i tzv. 2D čárové kódy, které jsou oproti běžným "1D" čárovým kódům složitěji konstruovány a také složitěji čitelné - pomocí speciálních CCD snímačů s pokročilými algoritmy pro analýzu obrazu. Mezi takové kódy patří např. PDF-417, Data Matrix, Aztec (obr. 1-7).



Obr. 1-7 2D čárové kódy

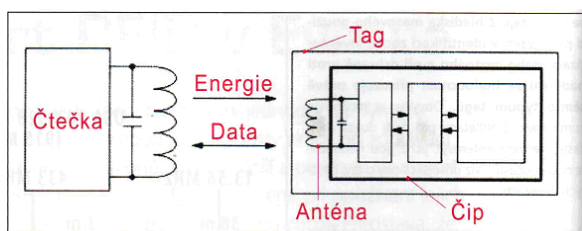
Jeden ze základních požadavků na kvalitu čárového kódu je, že musí být čitelný. K umístění čárových kódů na obal existuje několik základních způsobů: je vkomponován do grafického návrhu obalu nebo je na něj přímo dotiskován, anebo je vytištěn na samolepící etiketě, která je následně připevněna na obal. Kvalita tisku je jedním ze zásadních parametrů, které ovlivňují snímatelnost čárového kódu. Mimo klasické tiskové technologie se setkáváme s počítačovou reprodukcí, kde je využívána technologie termotisku, termotransfertisku, laserové nebo tryskové metody tisku. Při konkrétní aplikaci je vždy potřeba zvolit vhodnou technologii tisku vzhledem k typu čárového kódu, k materiálu, který má být potiskován, a v neposlední řadě i s ohledem na prostředí, ve kterém bude kód snímán. Čárový kód je tedy nutné vytisknout s požadovanou přesností, protože jen kvalitně vytištěné a tedy bezproblémově snímatelné kódy mohou přinášet veškeré výhody. Kvalitně vytištěný kód musí splňovat zejména čtyři následující podmínky: šířka linek a mezer se pohybuje v rámci daných tolerancí, kód vykazuje dostatečný kontrast mezi linkami a pozadím, je obklopen dostatečně velkým světlým pásem a je vhodně umístěn na nosiči symbolu.

#### 1.4.1.2 RFID

Jak jde doba stále kupředu, musí jít kupředu i technologie identifikace zboží. Bylo potřeba najít technologii, která by ještě výrazněji urychlila proces identifikace při přijatelných cenových nákladech. Právě na toto místo se dostala technologie RFID neboli radiofrekvenční identifikace. Jejím účelem však není úplně nahradit čárové kódy spíše je jen doplnit.

Radiofrekvenční identifikace je technologie automatické identifikace, kde jsou data v digitální podobě ukládána do tzv. RFID tagů (čipů), z kterých se následně mohou načítat a znovu přepisovat.

Princip RFID (obr. 1-8) je prostý: z antény vysílače (čtečky) je vysílán signál rádiové frekvence směrem k identifikačnímu prvku, kterým je rádiový transpondér (tag). Ten obsahuje mikroelektronický čip s anténou (obr. 1-9). Po zachycení aktivačního signálu odpoví a vyšle zpět svůj unikátní kód, případně další data původnímu vysílači – nyní v roli přijímače. Ten přijatá data předá do nadřazeného počítače nebo do řídicího systému (např. programovatelného automatu), případně je uloží ve své paměti pro další zpracování.



Obr. 1-8 Schema RFID



Obr. 1-9 RFID čip s anténou

RFID tag může být ve formě etikety nebo v zapouzdřené podobě různých tvarů, velikostí a materiálů. Porovnání velikosti tagu s čárovým kódem je na obr. 1-9.

Podle způsobů komunikace rozeznáváme tagy aktivní a pasivní. Kompromisním řešením, které využívá výhod obou zmíněných typů, jsou tagy tzv. semipasivní.

### Aktivní tagy

Aktivní tagy mají v sobě zabudovanou vlastní baterii, která tento tag napájí po všech stránkách, to znamená, že napájí elektronické obvody a zároveň je z ní hrazena energie na vysílání signálu k přijímači. Vzhledem k tomu, že jde o zařízení s vlastním napájením, bývají tyto tagy větších rozměrů, jsou dražší, ale zato umějí s uživatelem komunikovat na velké vzdálenosti. Bývají používány ve speciálních cílených případech bez možnosti obecného použití ve spotřebitelské sféře. Příkladem použití může být označování lodních kontejnerů. Další návaznosti by v budoucnu mohli následovat v nákladní dopravě jako takové.

### Semipasivní tagy

Semipasivní tagy jsou menší a využívají baterii pouze k napájení elektronických obvodů. Aby odeslaly signál k přijímači – čtečce, potřebují energii získanou ze signálu této čtečky. Tím je jejich dosah omezen na komunikační vzdálenost čtecích zařízení. Jelikož z baterie neodebírají

tolik potřebné energie jako tagy aktivní, mohou tyto být menší a baterie má mnohem delší životnost.

### Pasivní tagy

Pasivní tagy jsou takové, které ke své činnosti zcela využívají energie získané ze signálu čtečky, v jejímž aktivním dosahu se nacházejí. Z hlediska masového použití především v identifikaci zboží, inventarizaci všeho možného a při ochraně proti padělání se budoucnost přisuzuje právě těmto typům tagu. Obvykle je možné je kombinovat s etiketami pro další dotisk, jejichž jsou neoddělitelnou součástí.

Systémy RFID se provozují na různých vlnových délkách. Volba nejvhodnější frekvence je jedna z nejdůležitějších fází návrhu takového řešení. Z této volby totiž vyplývá celá řada dalších (nejen fyzických) omezení, jako například dosah čtečky, zákonná omezení, rychlost čtení a zapisování, použitelnost v různém prostředí a další. Přehled používaných frekvencí je vidět v tab. 1.

Tab. 1 Přehled základních frekvencí RFID

nízká frekvence 125-134 KHz LF Tag	vysoká frekvence 13.56 MHz HF Tag	velmi vysoká frekvence 860 - 930 MHz UHF tag	mikrovlnná frekvence 2.45, 5.8 GHz MW tag
dosah pod 0,5 m	dosah do 1 m	dosah do 3 m	dosah do 10 m
malá rychlost čtení	dostatečná rychlost čtení	velká rychlost čtení	extrémně vysoká rychlost čtení
možnost snímání na kovu a přes kapalinu	obtížné čtení přes kapalinu	nelze číst přes kapalinu, obtížné čtení z kovu	

Zdroj: <http://www.id-karta.cz/identifikace-3/rfid-34/>

RFID tagy mají oproti štítkům s čárovým kódem několik zásadních výhod. Štítek s čárovým kódem musí být umístěn na viditelném místě pro čtecí zařízení a tím je zároveň vystaven vlivům poškození - odtržení, poškození, teplotní vlivy, povětrnostní vlivy. RFID tagy lze umístit také do značeného objektu tak, aby nebyl těmto vlivům vystaven, a tím je několikanásobně odolnější

oproti štítku s čárovým kódem. Mnoho výrobců v současné době již umísťuje RFID tagy do svých výrobků, palet, kontejnerů přímo ve výrobě a mnoho dalších firem se na toto připravuje.

Největší výhody RFID tagů jsou však dvě. Za prvé je to možnost pomocí čtecího zařízení načíst najednou velké množství tagů na větší vzdálenost (např. průjezd paletového vozíku čtecím portálem v reálném čase). V případě štítků s čárovým kódem se musí načíst postupně čárové kódy ze všech výrobků na paletovém vozíku. Za druhé je to možnost zápisu či změny informací přímo do RFID tagu.

Jako každý systém má své výhody a nevýhody, tak tomu není jinak ani u technologie RFID. A to i přesto, že pokračují práce za účelem eliminace slabých míst RFID. Prozatím asi největší slabinou je, že signál mezi značkou a čtečkou může být zachycen a tím dojít k úniku informací (nyní může být signál kódovaný). RFID tag může být také zničen fyzicky nebo obalením hliníkovou fólií. Další možnost zničení tagu představuje elektromagnetický impulz, což může být v některých případech také výhodou, jelikož někdy potřebujeme tag zničit. Signál je také možné rušit nebo deformovat. Existuje také nebezpečí nahrávání odpovědi tagu pro pozdější využití.

#### 1.4.1.3 DPM

Metoda přímého označování součástek DPM (Direct Part Marking) se používá pro trvalé označování předmětů a automatický sběr dat pomocí specializovaných snímačů. Značka DPM zůstává čitelná po celou dobu životnosti produktu. Součástky jsou obvykle označovány při vstupu do výroby. Nejběžnější metodou označování je vyražení značek (obr. 1-10), často se používá také vypalování laserem, zalisování a vyleptávání.



Obr. 1-10 DPM

#### 1.4.1.4 RTLS

Systém RTLS (Real Time Location System) elektronický tag na rozdíl od RFID nejen identifikuje, ale navíc umožňuje jeho lokalizaci a následné sledování pohybu v reálném čase. Tagy RTLS jsou zpravidla aktivní a samy předávají bezdrátově svou polohu do nadřazeného

systému. Pokud jsou na tag připojeny další senzory, mohou být kromě polohy předávány i informace o naměřených fyzikálních veličinách (teplota, tlak, vlhkost a otřesy).

#### **1.4.1.5 Hlasové technologie**

Jedná se o technologie automatické identifikace založené na rozeznávání a digitalizaci lidského hlasu a naopak na interpretaci dat ve formě hlasu, a to zejména s využitím speciálních mobilních terminálů.

Od „klasických“ technologií automatické identifikace se tedy liší tím, že informace uživatel nezískává vizuální formou (např. prostřednictvím displeje mobilního terminálu), ale slyší je. Naopak, svoji činnost uživatel potvrzuje hlasovými příkazy, tedy nikoli pomocí klávesnice mobilního terminálu apod.

## **1.5 LEGISLATIVA VZTAHUJÍCÍ SE K BALENÍ POTRAVIN**

K balení potravin se vztahuje celá řada zákonů a předpisů. V následujících kapitolách jsou stručně shrnuty, pozornost je věnována materiálové identifikaci a nakládání s obalovým odpadem.

### **1.5.1 ZÁKONY VZTAHUJÍCÍ SE K BALENÍ POTRAVIN**

Nařízení a předpisy vztahující se k problematice balení potravin je možno rozdělit do několika základních skupin:

- **obecné požadavky na obaly potravin**

#### zákon č. 110/1997 Sb. O potravinách a tabákových výrobcích

Zde jsou formulovány základní požadavky na potraviny a jejich obaly. Definují se např. povinné údaje na obalu, požadavky na zdravotní nezávadnost, výživové hodnoty, mikrobiologické požadavky, hygienické požadavky na prodej, podmínky ozařování.

#### zákon č. 477/2001 Sb. O obalech

V tomto zákoně se upřesňuje pojem obal, jsou zde uvedeny požadavky na opakované použití obalů, rozsah recyklace a využití obalového odpadu.



- **zdravotní požadavky na obaly potravin**

zákon č. 258/2000 Sb. O ochraně veřejného zdraví

Zákon řeší možnost kontaminace potravin složkami obalu v důsledku migrace nebo koroze obalového materiálu.

- **zneškodňování obalového odpadu**

zákon č. 185/2001 Sb. O odpadech

V zákoně lze najít zařazování odpadů a hodnocení nebezpečných vlastností odpadu, povinnosti při nakládání s odpady, obecné povinnosti, balení a označování nebezpečných odpadů, apod. K povinnostem nejen výrobce, ale i dovozce baleného zboží patří povinnost zpětného odběru použitých obalů.

- **technická normalizace**

zákon č. 22/1997 Sb. O technických požadavcích na výrobky

Tento zákon souvisí s uplatňováním českých technických norem. Můžeme je členit na obecné normy (názvosloví a rozměrová unifikace obalů), normy činnosti (balení a zkoušení obalových materiálů) a normy předmětové (normy pro jednotlivé obalové prostředky). Vyplývá z něho nutnost pro dovozce a výrobce vydávat tzv. Prohlášení o splnění podmínek uvedení obalu na trh.

- **ostatní předpisy**

zákon č. 34/1996 Sb. O ochraně spotřebitele

V tomto zákoně se uvádí povinnosti při prodeji výrobků, zákaz nekalé, klamavé, agresivní obchodní praktiky, apod. S balením potravin souvisí i některé dopravní a celní předpisy. Mezi dopravní předpisy patří např. domluvy o oběhu palet, popř. dalších obalových prostředků. Celní předpisy zase mohou sledovat, zda obal sám může být v dané zemi předmětem obchodu apod.

## 1.5.2 IDENTIFIKACE OBALOVÝCH MATERIÁLŮ

Legislativa upravuje také požadavky na značení obalů a identifikaci obalových materiálů (ČSN 77 0052-2). To má napomoci k správnému zacházení s použitými obaly, jejich třídění a usnadnění opětovného využití, regenerace a recyklace.

Značení materiálu obalu a nakládání s použitým obalem je dobrovolné, ale pokud je označeno, musí být v souladu se směrnicí Evropského parlamentu.

Značení pro identifikaci obalových materiálů se skládá z identifikačního kódu (číselný nebo písmenný kód, viz tab. 2) a grafické značky. Grafická značka sestává ze tří šipek ve tvaru rovnostranného trojúhelníku (obr. 1-11).



Obr. 1-11 Grafická značka pro identifikaci obalových materiálů

Tab. 2 Identifikační kódy obalových materiálů

**Plasty**

**1 - 19**

<b>Materiál</b>	<b>Písmenný kód</b>	<b>Číselný kód</b>
Polyetylentereftalát	PET	1
Polyetylen vysoké hustoty	HDPE	2
Polyvinylchlorid	PVC	3
Polyetylen nízké hustoty	LDPE	4
Polypropylen	PP	5
Polystyren	PS	6
neobsazeno		7-19

**Papíry a lepenky**

**20 - 39**

<b>Materiál</b>	<b>Písmenný kód</b>	<b>Číselný kód</b>
Vlnitá lepenka	PAP	20
Hladká lepenka	PAP	21
Papír	PAP	22
neobsazeno		23-39

**Kovy**

**40 - 49**

<b>Materiál</b>	<b>Písmenný kód</b>	<b>Číselný kód</b>
Ocel	FE	40
Hliník	ALU	41
neobsazeno		44-49

**Dřevo****50 - 59**

<b>Materiál</b>	<b>Písmenný kód</b>	<b>Číselný kód</b>
Dřevo	FOR	50
Korek	FOR	51
neobsazeno		52-59

**Textil****60 - 69**

<b>Materiál</b>	<b>Písmenný kód</b>	<b>Číselný kód</b>
Bavlna	TEX	60
Juta	TEX	61
neobsazeno		62-69

**Sklo****70 - 79**

<b>Materiál</b>	<b>Písmenný kód</b>	<b>Číselný kód</b>
Bílé sklo	GL	70
Zelené sklo	GL	71
Hnědé sklo	GL	72
neobsazeno		73-79

**Kombinované materiály****80 - 99**

<b>Materiál</b>	<b>Písmenný kód</b>	<b>Číselný kód</b>
Papír a lepenka/různé kovy	C/*	80
Papír a lepenka/plast	C/*	81
Papír a lepenka/hliník	C/*	82
Papír a lepenka/ocelový pocínovaný plech	C/*	83
Papír a lepenka/plast/hliník	C/*	84
Papír a lepenka/plast/hliník/ocelový pocínovaný plech	C/*	85
neobsazeno	C/*	86-89
Plast/hliník	C/*	90
Plast/ocelový pocínovaný plech	C/*	91

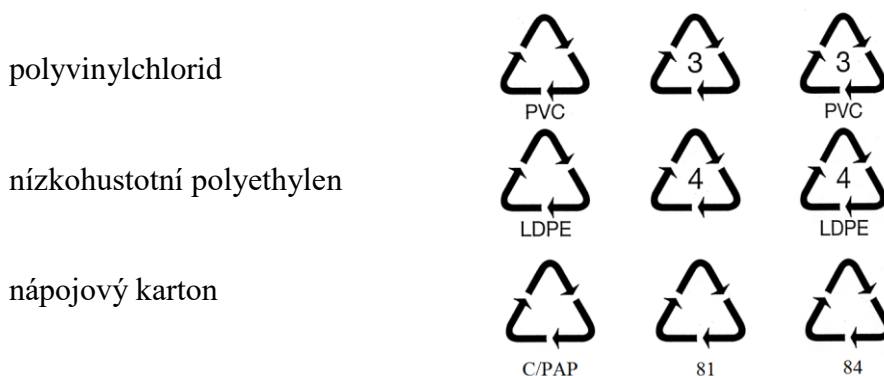
Materiál	Písmenný kód	Číselný kód
Plast/různé kovy	C/*	92
neobsazeno	C/*	93-94
Sklo/plast	C/*	95
Sklo/hliník	C/*	96
Sklo/ocelový pocínovaný plech	C/*	97
Sklo/různé kovy	C/*	98
neobsazeno	C/*	99

\* Písmenný kód materiálu převažujícího svou plošnou hmotností.

Zdroj: ČSN 77 0052-2

V případě obalů kombinovaných, tj. vyrobených z různých materiálů, které nelze od sebe oddělit ručně (např. obal z vrstvených materiálů, obal, jehož dno, víko nebo jiná část obalů jsou z různých, ručně od sebe neoddělitelných materiálů), písmenný identifikační kód sestává z písmene C, vyjadřujícího, že jde o kombinovaný materiál a za lomnou čarou (/) z písmenného identifikačního kódu materiálu, jehož zastoupení v materiálovém složení (vyjádřeném plošnou hmotností) převažuje. Například identifikační kód nápojových kartonů je C/PAP a odpovídá číselnému kódu 84 nebo 81, kde je převažujícím materiálem skládačková lepenka. Číslo pak rozlišuje, zda je nebo není v obalu zastoupena hliníková folie. Při označování kombinovaného materiálu nemusí být dodrženo pořadí jednotlivých materiálových vrstev tak, jak je přiřazeno k číselnému identifikačnímu kódu.

Identifikační kód písmenný může a číselný identifikační kód musí být doplněn grafickou značkou. Doporučuje se umístit číselný identifikační kód do středu a písmenný identifikační kód pod grafickou značku (obr. 1-12). U přepravního balení je možné identifikační značení uvést pro jednotlivé části obalu souhrnně na vnějším obalu.



Obr. 1-12 Příklady možných způsobů označování obalových materiálů

Výše uvedené identifikační značení může být umístěno jak přímo na obalu (vyvedené např. graficky, vytlačením nebo vyražením), tak na etiketě. Z technických důvodů se za přijatelné a odůvodnitelné přípouští neoznačování materiálové identifikace u:

- obalů a obalových materiálů, jejichž plocha po rozložení je  $\leq 20\,000\text{ mm}^2$
- obalů, jejichž jmenovitý objem je  $\leq 100\text{ ml}$
- vnitřních fixačních prostředků, proložek a vložek, pokud nejsou potištěné, prolisované, vyražené nebo jinak značené
- přebalů (např. ze smrštitelné, průtažné fólie nebo nepotištěné plastové fólie), pokud nejsou potištěné
- etiket, štítků a visaček
- uzávěrů, jejichž hmotnost je  $\leq 50\text{ g}$ .

### 1.5.3 NAKLÁDÁNÍ S OBALOVÝM ODPADEM

Jak již bylo řečeno, k povinnostem nejen výrobce, ale i dovozce baleného zboží (dále původce) patří povinnost zpětného odběru použitých obalů. Tato povinnost může být splněna třemi způsoby:

1. Původce může povinnost plnit sám – jako individuální subjekt samostatně organizačně a technicky na vlastní náklady.
2. Původce přeneše tyto povinnosti na jinou osobu spolu s převedením vlastnického práva k obalu, k němuž se tyto povinnosti vztahují, za účelem jeho dalšího uvedení do oběhu, jestliže tak smlouva o převedení vlastnického práva výslovně stanoví.
3. Původce uzavře Smlouvu o sdruženém plnění s autorizovanou obalovou společností EKO-KOM, a.s., která byla vytvořena za účelem zajištění plnění zákonné povinnosti za předpokladu dodržování určitých podmínek.

Podnikatelské subjekty, které mají se společností EKO-KOM, a. s. uzavřenou Smlouvu o sdruženém plnění, mohou používat ochrannou známku ZELENÝ BOD (obr. 1-13).



Obr. 1-13 Zelený bod

Značka „zelený bod“ informuje o tom, že za obal výrobce uhradil finanční příspěvek organizaci EKO-KOM, tzn., že v ceně výrobku jsou zahrnuty náklady spojené s obalovým odpadem. Společnost EKO-KOM, a. s. získala dne 7. září 2000 licenci od organizace PRO EUROPE k užívání značky ZELENÝ BOD na území České republiky. To bylo potvrzením, že společnost EKO-KOM splňuje požadavky příslušných předpisů EU na systémy pro zajištění využití obalového odpadu. Značka nesmí být užívána v žádném jiném smyslu a nesmí být doprovázena žádným dalším textem, který by ji dával do souvislosti s vlastnostmi obalu, zejména ve vztahu k ochraně životního prostředí.

PRO EUROPE (Packaging recovery organization Europe) je zastřešující mezinárodní organizace členských národních systémů zajišťujících zpětný odběr a využití odpadů z obalů v Evropě. Všechny tyto systémy používají značku ZELENÝ BOD jako symbol financování využití odpadů z obalů.

Systém EKO-KOM, založený na spolupráci průmyslových podniků, měst a obcí zajišťuje, aby odpady z použitých obalů byly spotřebitelem vytríděny, svezeny sběrovou technikou, dotříděny a konečně využity jako druhotná surovina nebo případně jako zdroj energie.

Následující grafická značka (obr. 1-14) vybízí k odkládání použitého obalu na vyhrazených místech, v současné době je její uvedení dobrovolné.



Obr. 1-14 Grafická značka pro pokyn nakládání s obalem

Na obalech, které po použití vyžadují určitý způsob nakládání nebo je nakládání s nimi nějakým způsobem omezeno, např. obaly od aerosolových (sprejových) balení, vratné obaly, atd., musí být tato skutečnost v pokynu uvedena, například:

**NEVHAZOvat DO OHNĚ - NEBEZPEČÍ VÝBUCHU!**

**VRATNÝ OBAL**

## 1.6 OBECNÉ NÁROKY NA OBAL

Obal je těsně spjat se sférou výroby, oběhu a spotřeby zboží. Každý z těchto článků má na obal určité požadavky, které se z části kryjí, z části však i rozcházejí. Dále jsou uvedeny základní požadavky na obal z hlediska spotřebitelů, obchodu a přepravy.

### 1.6.1 NÁROKY SPOTŘEBITELŮ

#### • poskytnutí základních informací

Podle zákona č. 110/1997 Sb. O potravinách a tabákových výrobcích musí obal poskytovat základní informace pro spotřebitele. Tyto údaje musí být srozumitelné (tj. nekódované) a na každém obalu. Informace se dělí na povinné a volné.

#### povinné údaje

název

výrobce (sídlo, místo výroby, atd.)

množství (přípustná záporná odchylka)

datum minimální trvanlivosti nebo datum použitelnosti + podmínky skladování

údaje o způsobu použití

složení (výčet surovin v sestupné řadě, přísady, E kód, pro některé typy nutriční hodnota)

nutriční složení (např. u dietních výrobků, dětské výživy)

specifické informace typu „nevhodné pro ...“

výslovný zákaz některých typů klamných údajů

u malých obalů lze některé údaje uvádět jen na skupinovém balení

#### volné údaje

recepty, tipy, soutěže apod.

#### • velikost (dávka) výrobku

Velikost spotřebitelského obalu, resp. dávka výrobku souvisí se skladbou spotřebitelů. Ti se dělí v první řadě na malospotřebitele a velkospotřebitele. Snaha o určení správných dávek potravin vede ke studiu početního rozvrstvení spotřebitelů, např. zjištění průměrného počtu členů rodiny. Dávky balených potravin vycházejí ze zaokrouhlených hmotnostních nebo objemových jednotek. Pouze u prodejních automatů je výhodnější zaokrouhlená cena. Je tendence balit co

nejširší sortiment výrobků do obsahově i tvarově stejných obalů – je to jeden ze základních předpokladů racionální mechanizace balicích procesů a přepravy obalů.

#### • ochranná funkce

Samozřejmým požadavkem spotřebitele je, aby obal zaručil původní kvalitu výrobku a pomohl ji uchovat co nejdéle a aby i kvantita výrobku byla zaručena neporušeným uzávěrem. Tyto požadavky závisejí na volbě vhodného obalového materiálu i na konstrukci příslušného obalu. Obvykle ochranná funkce souvisí s mírou finalizace – čím je výrobek finalizovanější (hotovější), tím musí být obal dokonalejší.

#### • konstrukce obalu

- Obal musí zajistit co nejracionalnější manipulaci s potravinou. Ta je ovlivněna velikostí obalu a jeho tvarem s ohledem na dobrou skladovatelnost.

- Dále sem patří požadavek snadného otevření pokud možno rukou, popřípadě opětného uzavření obalu. Velkou důležitost má dobře řešený uzávěr u obalů s náplní pro děti. Je třeba, aby se dal snadno otevírat a neměl ostré okraje.

- Také je požadováno snadné vyprazdňování obalů, zejména těch plněných silně viskózními tekutinami, např. kečup nebo dřeňové šťávy. U kusovitých výrobků, které lze krájet a mají pravidelný tvar (např. tuky), bývají určité dávky naznačeny na obalu. U tekutých a práškovitých náplní může být obal také označen stupnicí množství.

- U nápojů se často žádá, aby bylo možno z obalu přímo pít. Obalem je potom uzavřený kelímek nebo je k obalu připojené brčko.

- Dále se uplatňují obaly, ve kterých je možné při zachování estetických požadavků podávat potravinu přímo na stůl. Jsou to např. kelímkové obaly na máslo, i když jejich ochranná funkce není tak dobrá jako při balení tuků do podlepovaných hliníkových folií a přestože plnění do kelímků je náročnější. Určitým vyvrcholením v tomto směru je použití obalů jako jídelního nádobí pro hotová jídla. Potom se od obalu žádá, aby v něm bylo možné jídlo také ohřát. Možnost likvidace jednorázově použitelného nádobí je mimořádně výhodná zvláště pro infekční oddělení nemocnic. Další službou spotřebiteli je i možnost tepelně upravovat pokrmy v obalu, i když se při tom nekladou nároky na použití obalů při stolování. Příkladem jsou varné sáčky nebo pečení v obalech.

#### • sekundární využití obalu spotřebitelem

S touto funkcí je možné počítat jenom u některých obalů a jen do určitého stupně nasycení trhu.



## 1.6.2 NÁROKY OBCHODU

U některých potravin vyvstává otázka, zda se mají balit v místě výroby (resp. produkce) nebo až v obchodním závodě. Aktuální je tento problém např. u ovoce a zeleniny. Někdy nejde o pouhé balení, ale i o jiné předběžné úpravy, např. praní nebo loupání. Balicí proces se pak kombinuje s výrobou polotovarů, podobně jako při úpravách masa. V tomto případě je balení záležitostí zpracovatelských závodů. Dále rozhoduje možnost balení v obchodním závodě a otázka, zda je vhodnější přepravovat balené nebo nebalené produkty.

Převažující formou prodeje potravin jsou samoobsluhy. U tohoto způsobu prodeje mají obaly prvořadý význam, protože do jisté míry zastupují prodavače.

- **informace pro zákazníka**

Zákazník chce být informován o výrobku, prodejce ho o něm nejen chce, ale podle zákona i musí informovat – viz předešlá kapitola.

- **upoutání pozornosti**

Není problém vyrobit kvalitní a ekonomicky výhodný výrobek, větším problémem je ho prodat. Od obalu se očekává, že ve směsi různých výrobků v prodejně zákazníka upoutá. Předpokladem toho je, že se příslušný obal bude odlišovat od ostatních. I méně kvalitní zboží je prodejnější ve výrazném balení. Nejvíce působivé jsou obaly atypických tvarů, i když je to v rozporu s požadavkem na co největší množství stejných obalů z hlediska ekonomického.

- **vzbudit přání výrobek koupit**

Pokud se podaří upoutat pozornost, měl by obal vzbudit přání výrobek koupit, u zákazníka by měl vyvolat co nejpríznivější dojem.

- **zapamatovatelnost obalu**

Tento požadavek je zvláště důležitý u zboží, jehož nákup se často opakuje.

- **nároky na estetické vlastnosti obalu**

Přes značnou subjektivitu estetického vnímání lze stanovit některá kritéria. Je určitá souvislost mezi estetickým dojmem a některými funkčními vlastnostmi. Např. esteticky lépe jsou hodnoceny štíhlé lahve, které snáze uchopíme, také uzávěry, které lze lépe uchopit při otevírání

vnímáme jako estetičtější, apod. Na obr. 1-15 jsou různé typy PET lahví (první dvě lahve) a různé typy lahví na víno.



Obr. 1-15 Různé typy lahví

• **grafická úprava**

Pokud nejsou potraviny vzhledově atraktivní, i když kvalita je prvotřídní, dává se přednost obalu neprůhlednému s vhodným grafickým motivem. Můžeme rozlišit dva základní směry: na obalu převažuje text nebo fotografie či kresba.

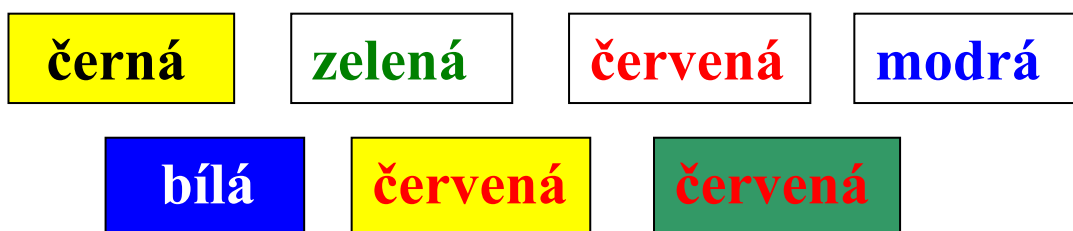
Také tady je možné stanovit několik všeobecně platných zásad. Např. symetrické řešení působí uklidňujícím dojmem, zatímco asymetrické členění plochy vyvolává dynamičtější dojem a může působit až disharmonicky. Z pravoúhlých formátů se pokládají za zvlášť estetické ty, které mají poměr stran 2 : 3, apod. O působení barev je asi nejvíce znalostí.

- Světlé plochy na tmavém podkladě se jeví jako větší a naopak tmavé na světlém podkladě jako menší (obr. 1-16)



Obr. 1-16 Působení barevných ploch

- Výrazněji působí tzv. teplé barvy (červená, oranžová,...), studené barvy (modrá, zelená,...) ustupují do pozadí
- Bílá barva tolik neupoutá, ale jako podklad umožní ostré vnímání ostatních barev
- Nejvýrazněji působící kombinace jsou černá na žluté, zelená, červená nebo modrá na bílé, bílá na modré, slabší je červená na žluté nebo zelené (obr. 1-17)



Obr. 1-17 Působení barevných kombinací

U spotřebitelů jsou zafixovány určité asociace, pokud jde o vztah určité potraviny a obalu. Např. pro mléčnou čokoládu je vžitá modrá barva, pro hořkou hnědá. Pro masné výrobky se považuje za vhodnou barvu červená, zatímco žlutá nebo zelená by příliš připomínaly nežádoucí barevné změny při kažení masa.

Dalším faktorem, který ovlivňuje řešení obalu je tradice. Může se týkat tvaru, barevnosti, grafického provedení. Výhodou je zachování dojmu i při použití obalů různých velikostí či tvarů, které respektují ekonomické požadavky. Je třeba ale rozlišovat mezi tradicí a konzervatismem.

#### • ochranná známka

K atraktivnosti obalu přispívá také ochranná známka. Tou se osvědčuje, že výrobek pochází pouze z určitého podniku. Ochranné známky jsou chráněny zákonem (Zákon č.137/1995 Sb. O ochranných známkách), symbolem registrované ochranné známky je R v kroužku (obr. 1-18).



Obr. 1-18 Symbol registrované ochranné známky

Ochranné známky jsou tvořeny krátkým textem či slovem nebo obrazem či symbolem, popřípadě kombinací textu a obrazu (např. Coca-Cola, Apple, atd., obr. 1-19).



Obr. 1-19 Příklady ochranné známky

V tab. 3 je uvedeno pořadí prvních deseti nejdražších ochranných známek na světě podle společnosti Interbrand. Pro srovnání je uvedeno pořadí v roce 2005 a v roce 2011.

#### • průmyslový vzor

Zatímco ochranná známka je osvědčením originálních vlastností výrobku, existuje také zákonná ochrana originality obalu. Jde o tzv. průmyslový vzor (Zákon č. 527/1990 Sb. O ochraně průmyslových vzorů). Příkladem může být tvar lahve Coca-Coly, obr. 1-20.



Obr. 1-20 Příklad průmyslového vzoru

Tab. 3 Nejdražší ochranné známky

	rok 2005		rok 2011		rok 2016	
	značka	hodnota v mld. USD	značka	hodnota v mld. USD	značka	hodnota v mld. USD
1.	Coca-Cola	67,5	Coca Cola	71,8	Apple	178,1
2.	Microsoft	59,9	IBM	69,9	Google	133,2
3.	IBM	53,4	Microsoft	59,0	Coca Cola	73,1
4.	GE	50	Google	55,3	Microsoft	72,8
5.	Intel	35,6	GE	42,8	Toyota	53,6
6.	Nokia	26,5	McDonald's	35,5	IBM	52,5
7.	Disney	26,4	Intel	35,2	Samsung	51,8
8.	McDonald's	26,0	Apple	33,4	Amazon	50,3
9.	Toyota	24,8	Disney	29,0	Mercedes-Benz	43,5
10.	Marlboro	21,2	Hewlett-Packard	28,4	GE	43,1

Zdroj: Interbrand

#### • úměrnost balení

Obal by měl informovat v každém ohledu o výrobku správně. Každý výrobek by tedy měl mít obal, který odpovídá svou kvalitou jakosti výrobku. Neseriózní jsou také obaly, které opticky předstírají velký obsah.

#### • skupinové obaly

Tyto obaly sdružují určitý počet spotřebitelských obalů. Patří sem např. krabice, přepravky, balení do smrštitelné nebo průtažné folie, apod. Umožňují lepší manipulaci ve skladech a v obchodě, spotřebitel s nimi běžně nepříjde do styku.

Výjimkou je tzv. display karton – skupinový obal, ze kterého se výrobek přímo prodává, zákazník s ním tedy přichází do styku. Je na rozdíl od běžných skupinových obalů speciálně upravený pro propagační funkci, nemá překrývat text nebo dekorační potisk spotřebitelského obalu. Dobře se uplatňuje u některých, spíše drobnějších, výrobků – cukrovinky, tavené sýry, atd. (obr. 1-21).



Obr. 1-21 Display kartony

Skupinovým obalem, který usnadňuje zákazníkům nákup a odnos většího množství stejného výrobku (např. nápoje) je násobné nebo odnosné balení (obr. 1-22).



Obr. 1-22 Násobné a odnosné balení

### 1.6.3 NÁROKY Z HLEDISKA PŘEPRAVY A SKLADOVÁNÍ

Přepravce požaduje ucelenou přepravní jednotku, pokud možno maximálně využívající ložnou plochu přepravního prostředku. Na obal má nároky především z hlediska manipulace. Nejdůležitější vlastnosti obalu z hlediska manipulace jsou hmotnost, objem, tvar, pevnost, bezpečnost uzávěru, odolnost proti povětrnostním vlivům, atd. Je třeba přihlížet také k charakteru náplně, hlavně k její odolnosti vůči nárazům nebo tepelnému působení.

- **hmotnost**

Maximální hmotnost naplněných přepravních obalů je dána nejslabším článkem v dopravním řetězci, kterým bývá většinou lidská síla. Je třeba předpokládat, že i při použití mechanizačních prostředků zůstane na některém úseku manuální překládání zboží. Protože v potravinářském průmyslu a navazujícím distribučním řetězci je nutné téměř ve všech úsecích počítat s prací žen,

hmotnost přepravního balení by neměla přesáhnout 15 kg. Také při exportních zásilkách je třeba počítat s přenášením nákladu nosiči.

U velkých dopravních prostředků je hmotnost omezována hlavně u letadel. Dává se přednost lehčím obalům při stejné ochranné funkci, např. lepenkovým bednám místo dřevěným.

#### • **mechanická pevnost**

Dalším požadavkem je mechanická pevnost obalů. Je podmíněna obalovým materiálem a konstrukcí obalu. Musí dovolit výrobek stohovat, chránit před poškozením, apod. Některá rizika mechanického poškození lze předpokládat:

ruční manipulace	- pády a nárazy
automobilová doprava	- vibrace a nárazy
železnice	- vibrace a nárazy při posunu dorazová rychlost při posunu by měla být do 4 km.h <sup>-1</sup>
lodní doprava	- tlaky (zboží v několika vrstvách) při námořní dopravě umocněno výkyvy
letecká doprava	- chvění, ale jinak nejšetnější

Kombinují-li se různé dopravní prostředky, jako při exportu do zámoří, vzrůstá riziko poškození obalu nejen vlivy mechanickými, ale i klimatickými. Protože poškození obalu nebo zboží je častým předmětem reklamací, jsou stanoveny podmínky, za kterých přepravce ručí za bezpečnost zásilek. Jsou stanoveny potřebné vlastnosti obalů, jejich označování, způsob nakládání a uložení apod.

#### • **schopnost sdružovat menší obaly**

Vytváří se tak skupinové balení, které umožňuje rychlejší manipulaci – viz předchozí kapitola.

#### • **paletizace**

V současné době je hlavním způsobem přepravy, podstatně ovlivňuje řešení přepravního balení. Předměty jsou na paletu srovnány tak, aby bylo maximálně využito plochy palety. Z hlediska využití prostoru se dává přednost hranatým obalům před oblými. Ve srovnání s krychlí využije vepsaný válec pouze 78 % prostoru a vepsaná koule jen 52 %. Úložný prostor se lépe využije při posunutí řad o polovinu průměru, i tak se využije jen 87 % prostoru pro válec, resp. 82 % pro kouli. Tento požadavek je třeba sladit s požadavkem minimální spotřeby obalového materiálu – tam je to naopak. Z hlediska výrobní technologie vyhovují pro různé materiály tyto tvary:

dřevo, lepenka – hranaté obaly

plechové obaly - válcovitý tvar, popř. pravoúhlý se zaoblenými hranami

skleněné obaly - válcovitý tvar, lepší mechanické vlastnosti ve srovnání s hranatými

plastové obaly - nejrozmanitější tvary

Pro využití prostoru má význam nejenom tvar, ale i rozměr. Při určování velikosti obalu se vychází z podílů rozměru palety, který je mezinárodně normován (800 x 1200 mm nebo 1000 x 1200 mm).

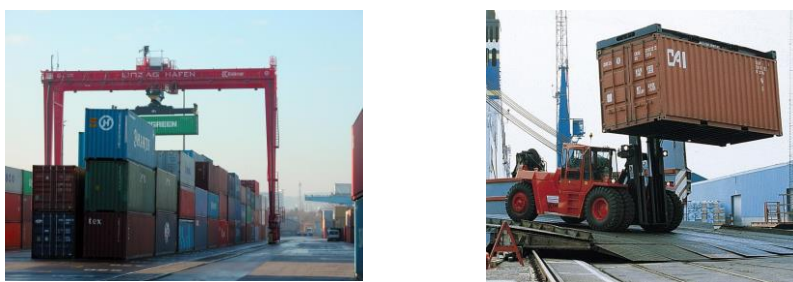
Paletizační systém vyžaduje některé předpoklady: únosnost podlah skladů, výška skladů, rovné podlahy (max. stoupání 6 – 10 %), dostatečná šířka dopravních cest, nízkozdvizné vozíky pro horizontální manipulaci a vysokozdvizné vozíky (obr. 1-23).



Obr. 1-23 Manipulace s paletami

#### • kontejnery

Kromě paletizace se v některých případech uplatní také kontejnery (obr. 1-24). Jsou to nádrže nebo skříně s objemem větším než 1 m<sup>3</sup>, jimiž se manipuluje převážně pomocí jeřábu. Některé typy mají vlastní pojezdové ústrojí. Lze je využít pro přepravu kusových výrobků balených i nebalených, sypkých nebo i tekutých výrobků. Použití kontejnerů je výhodné především pro kombinovanou dopravu – tj. s překládkou. Výrazně se tak zkracuje vykládka i nakládka a tím např. pobyt lodi v přístavu.



Obr. 1-24 Manipulace s kontejnery



### • bezobalová přeprava

Je to velmi ekonomický způsob přepravy, vhodný pro velkoodběratele nebo mezizávodovou přepravu. Používají se cisterny pro dopravu tekutin a speciální nádrže pro volně sypané produkty (obr. 1-25). Pro dopravu tekutiny bylo ojedinele použito potrubí - místo svozu mléka v horských oblastech Švýcarska.



Obr. 1-25 Bezobalová přeprava

## 2 OBALOVÉ PROSTŘEDKY

Pojem obalové prostředky je souhrnným názvem. Do obalových prostředků spadají:

- obalové materiály
- obaly z nich vyrobené
- pomocné obalové prostředky

Rozlišujeme tyto druhy obalových materiálů: dřevo, tkaniny, papír, kovy, sklo, plasty a požitelné obaly. V mnoha případech je obal tvořen kombinací těchto materiálů. Obalový materiál určuje, jestli obal může přijít do styku s potravinou nebo je potřeba ochranná vrstva, určuje bariérové vlastnosti obalu i splnění dalších nároků na obal, např. odolnost vůči vysoké či nízké teplotě.

Obal je definován jako libovolný výrobek z jakéhokoli materiálu, který je určený k pojmutí, ochraně, manipulaci, dodávce či prezentaci výrobků určených pro spotřebitele (občana) nebo pro jiného konečného uživatele. Jeho vlastnosti jsou dány použitým materiálem a konstrukcí obalu.

Pomocné obalové prostředky doplňují výrobu a funkci samotných obalů. Spadají sem např. lepidla, těsnící hmoty, výplně, fixační materiály atd.

Pro vyspělou obalovou techniku je charakteristická velká spotřeba papíru a lepenek, také spotřeba plastů a kovů je vysoká. Spotřeba dřeva se naopak výrazně snižuje. Je ovšem třeba

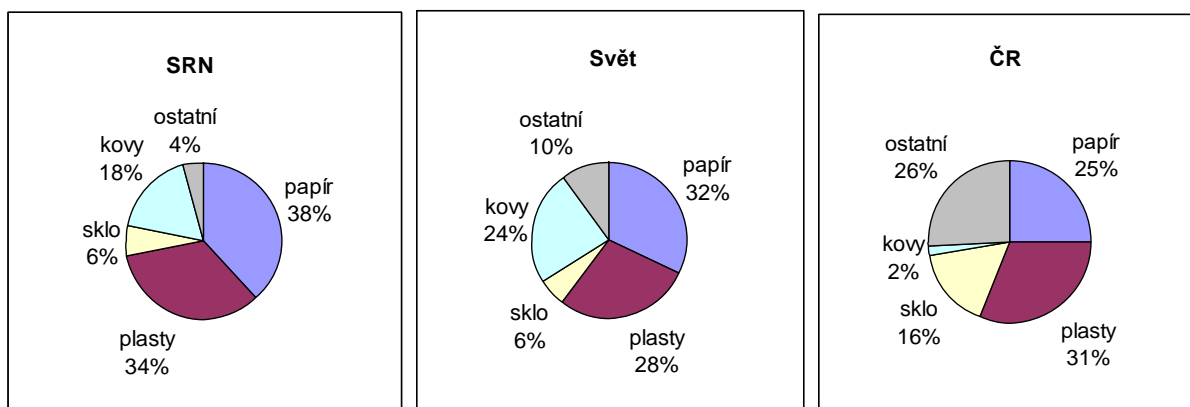


podotknout, že význam jednotlivých obalových materiálů není dán vždy jenom jejich kvantitativním zastoupením. 60 % obalů se uplatní v potravinářském průmyslu.

Na obr. 2-1 je uvedena spotřeba jednotlivých obalových materiálů v procentickém rozložení v r. 1999 podle projektu EtisPack zpracovaného Technologickým centrem AV ČR. Je znázorněn stav v Německu, jako dominantní země v obalovém průmyslu v Evropě, ve světě a v ČR.

V ČR je větší podíl plastů ve srovnání s papírem oproti SRN i světu. Naopak je zde výrazně nižší spotřeba kovů ve srovnání se sklem, což se může vysvětlit menší oblíbeností nápojů v plechovkách a především u piva upřednostňováním tradičního použití skleněných lahví. V současné době ale i v ČR roste obliba nápojových plechovek, především pro energetické nápoje, ale i pivo. Při balení piva také roste podíl plastových obalů na úkor skla.

Podle údajů společnosti EKO-KOM bylo za rok 2011 uvedeno do oběhu v ČR celkem 3 099 862 t obalů, z toho 2 235 756 t opakovaně použitelných obalů a 864 106 t obalů na jedno použití.



Obr. 2-1 Spotřeba obalových materiálů v SRN, ve světě a v ČR

Zdroj: Fuchs 2002

Význam plastů a jejich zastoupení v obalovém průmyslu postupně roste. V r. 2009 se v Evropě spotřebovalo 40,1 % plastů v obalovém průmyslu, následovalo stavebnictví s 20,3 %, automobilový průmysl s 6,9 % a elektropřístroje s 5,4 %.

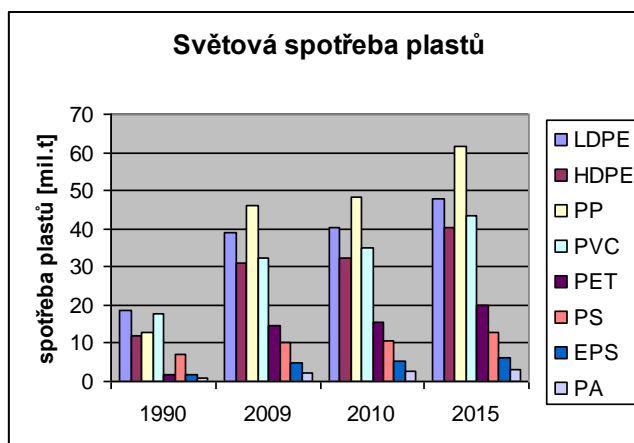
Na obr. 2-2 je vidět stoupající světová výroba plastů obecně v letech 1950 – 2010.



Obr. 2-2 Světová výroba plastů v období 1950 – 2010

Zdroj: Plastics Europe

Na obr. 2-3 je zachycen světový růst výroby nejčastěji používaných plastů v obalovém průmyslu s prognózou do roku 2015.



Obr. 2-3 Světová spotřeba jednotlivých plastů v obalovém průmyslu

Zdroj: Vörös

Obaly můžeme rozdělovat také podle mechanických vlastností (především u spotřebitelských obalů):

měkké: papíry, folie z plastů, kovů nebo tkanin, kombinace těchto materiálů (používají se pro

přímé balení nebo se z nich vyrábějí nejčastěji různé sáčky)

polotuhé: lepenky, tuhé folie z kovů a plastů (např. výroba misek a kelímků)

tuhé: sklo, kovy, plasty, lepenky a dřevo (lahve, sklenice, plechovky, krabice, bedny)

## 2.1 DŘEVO

Pro svou dostupnost a snadnou zpracovatelnost patří dřevo k nejstarším obalovým materiálům. Dnes je jeho použití na ústupu, způsobeném především cenou. Kromě náhrady dřeva jiným obalovým materiálem, který může být i výhodnější (lehkost lepenkových beden, pevnost a hygieničnost kovových nebo plastových přepravek, atd.), dochází i k jiným úsporám dřeva. Je to např. užívání vratných skládacích beden, výroba lehčených beden, údržba dřevěných obalů nebo účelné zpracování použitých obalů.

**Výhody dřeva:** snadná opracovatelnost

- dobrá mechanická pevnost při malé měrné hmotnosti
- pružnost a tlumivý účinek při vibracích
- dobré tepelně izolační vlastnosti
- nízký koeficient tepelné roztažnosti
- dobrá chemická odolnost (význam zejména pro dezinfekci sudů)

**Nevýhody dřeva:** nasákavost a z ní plynoucí změny objemu

- špatná odolnost vůči působení mikroorganismů
- přechod některých látek do potravin těkáním nebo extrakcí  
(borovice – pryskyřičné látky, dub – třísloviny)  
ve zvláštních případech může být žádoucí – zrání lihovin
- anizotropní povaha: rozdílné mechanické vlastnosti podle směru vláken
  - ve směru vláken – odolnost v tahu a tlaku
  - kolmo na vlákna – odolnost na střih a ohyb
- v současné době i cena

Vlastnosti dřeva a vhodnost jeho použití na výrobu obalů jsou rozdílné i podle druhu dřeva. Pro výrobu obalů není vhodné dřevo s hustotou nad  $650 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$  pro přílišnou tvrdost, dřevo s hustotou pod  $350 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$  má naopak malou pevnost. Různé druhy dřeva se mohou také kombinovat. Např. bedny je možné vyrábět z měkkého jehličnatého dřeva a tvrdého bukového, ve kterém dobře drží hřebíky. Proto se bukové dřevo používá na konstrukční prvky beden, zatímco méně kvalitní měkké dřevo postačí jako výplň stěn.

## Hlavní typy obalů ze dřeva:

měkké dřevo (hlavně smrk a jedle): palety, bedny, sudy, vědra, košíky, krabičky (obr. 2-4)

tvrdé dřevo (dub, buk, modřín): transportní sudy, ležácké sudy, velkoobjemové kádě, soudky na tučné potraviny (obr. 2-5)

korek: zátky (obr. 2-6)



Obr. 2-4 Obaly z měkkého dřeva



Obr. 2-6 Ležácké sudy



Obr. 2-5 Korkové zátky

V potravinářství je aplikace dřeva typická pro obaly imitující tradiční použití nebo pro dárkové a luxusní obaly.

Korek má tu výhodu, že jeho nepropustnost vůči tekutinám se nezmenšuje s přibývajícím stářím, a tak může být používán k dozrávání vína po dlouhé desítky let. Další výhodou je, že korek nehnije. Ze starých amfor potopených po staletí na dně moře byly odebrány vzorky korku, na kterých nebyl zaznamenán ani ten nejmenší náznak hniloby.

K výrobě korkových zátek se používá kůra stromu Korkovníku dubového (latinský název - *Quercus Suber*). Tyto stromy rostou do výšky až 12 m a některé mohou dosahovat stáří až 200 let. Korkové duby se pěstují na korkovníkových plantážích. Největším pěstitelem korkového dubu je Portugalsko. Portugalsko se považuje za zemi, která dodává na trh korek nejvyšší kvality. Mezi další pěstitele a zpracovatele korku patří Španělsko, Itálie, v menší míře Francie, Sardinie a Severní Afrika. Světová produkce kůry se pohybuje kolem 320,000 t ročně, z toho více než 50 % se sklídí v Portugalsku.

Korek není nějakou zvláštností korkového dubu, ale vyskytuje se i u mnoha jiných listnáčů. Vrstva korku však u ostatních stromů nedosahuje ani zdaleka takové mohutnosti.

Buňky korkového pletiva jsou mrtvé, bez vody, z 50 % naplněné vzduchem, což způsobuje jeho extrémní lehkost. Stěny buněk jsou tvořeny celulórou, suberinem a voskem. Přítomnost suberinu

zamezuje propouštění tekutin a plynů. Korek proto nemůže nikdy nasáknout vodou jako houba. Množství vody, které může korek do sebe pojmout, je pranepatrné.

Korkový dub má schopnost regenerovat svoji kůru. Umožňuje tak její loupání bez poškození stromu. Surový korek se tedy získává loupáním kůry korkového dubu. První loupání může nastat asi po 20 - 25 letech stáří dubu poté, co dosáhne kmen korkového dubu minimálně 70 cm v obvodu. První takto získaný korek je však ještě nepoddajný a použitelný jen v koželužství. Následné sklizně korkové kůry se provádí po dalších asi 9 letech, než se vytvoří 3 cm silná vrstva korku. Teprve při druhé či třetí sklizni dosáhne kůra požadované kvality. Nejvhodnější doba pro loupání je červenec. Korková sklizeň začíná obvykle v červnu a trvá asi 3 měsíce. Kmeny dubu korkového se vždy loupou pouze částečně - ne na celém povrchu najednou.

Po sklizni je kůra nejdříve volně uložena ve velkých hromadách na 6 až 12 měsíců (obr. 2-7). Teprve potom se začínají provádět jednotlivé fáze výroby korkové zátky. Ze všeho nejdříve se kůra asi hodinu vaří ve velkých nádobách s vodou, čímž se vyloučí třísloviny a přítomné mikroorganismy. Přitom jsou jednotlivé kusy drženy kladkou pod hladinou a postupným utahováním se lisují. Tím kůra ztratí své přirozené zakřivení a dostane formu desek, která je potřebná a vhodná pro další zpracování. Desky jsou pak rozříděny podle síly a kvality a jsou rozřezány na pásy. Šířka pásů odpovídá pozdější délce korkové zátky. Pásy jsou pak vyvrtávány pomocí stroje s rychle rotujícími cylindry.



Obr. 2-7 Sklizeň korku

## 2.2 TKANINY

Také obaly z tkanin mají při balení potravin své místo pro některé svoje výhodné vlastnosti.

**Výhody tkanin:** velká pevnost

úplná ohebnost a poddajnost

nízká hmotnost

prodyšnost

## Hlavní suroviny pro výrobu obalových tkanin:

juta

koudel (zejména lněná)

bavlna

spřádaný papír někdy kombinovaný s ostatními druhy příze

tkaniny z plastů a proužků plastů (hlavně PE a PP): mají větší pevnost, menší hmotnost (až 1/5 hmotnosti juty), odolnost vůči vlhku a mikrobům

## Typy obalů z tkanin:

### přepravní obaly

- pytle:

Jsou určeny pro náplně o hmotnosti 25 – 100 kg, používají se nejčastěji jutové pytle (obr. 2-8) nebo pytle z plastů – tzv. rašlové pytle (obr. 2-9), vyráběné z polyetylenu.

Uzavírají se růžicovým úvazkem nebo se konce sešijí.

Vlivem různé sypné hmotnosti plněných materiálů se rozměry pytlů různí, je snaha zachovat jednotnou šířku (0,56 m).

Jsou určeny pro více oběhů a tam, kde se vyžaduje prodyšnost a současně pevnost i ve vlhkém prostředí (např. brambory na poli).

Nevýhodou může být pronikání práškovité náplně tkaninou, popř. uvolňování vláken příze do obsahu pytle. Tyto nedostatky lze odstranit kombinací tkaných pytlů s papírem (krepové vložky) nebo s plasty. Kombinace s plasty může chránit obsah pytle i před změnami vlhkosti.



Obr. 2-8 Jutový pytel

Obr. 2-9 Rašlový pytel

- žoky:

Jsou obalem hlavně pro lisované materiály (bavlna, seno, peří, chmel, tabák, aj.). Žoky se stahují ocelovými páskami. Mívají větší hmotnost než pytle a manipuluje se s nimi pomocí mechanizace.

- velkoprostorové pytle a skládací kontejnery z plastových tkanin:

Mají objem 0,5 – 2 m<sup>3</sup>. Na rozdíl od žoků jsou vybaveny dalšími konstrukčními prvky, např. závěsným popruhovým košem, vyprazdňovacím otvorem, apod. (obr. 2-10)



Obr. 2-10 Velkoprostorový pytel

### spotřebitelské obaly

- sítky:

Např. pro ovoce a zeleninu (obr. 2-11). Umožňují kontakt s atmosférou  $\Rightarrow$  neovlivňují dýchání.

Vyrábějí se ve formě sáčků nebo pro balicí stroje ve formě nekonečné hadice.

- netkaná síťovina:

Pro balení o menší hmotnosti (ovoce, zelenina, cukrovinky, obr. 2-12)

Ochrana skleněných obalů před nárazem,

Vytlačuje se z termoplastů (PP, PE) ve formě síťové hadice.



Obr. 2-11 Sítky na ovoce a zeleninu



Obr. 2-12 Netkaná síťovina

## 2.3 PAPÍR

Papír a lepenka patří v současnosti k nejpoužívanějším obalovým materiálům. Přes 50 % světové spotřeby obalových materiálů připadá právě na papír a lepenku. Příčinou je poměrná dostupnost suroviny, široký sortiment obalů včetně možnosti impregnace a kombinace s plasty, možnost opětovného zpracování odpadu a relativně nízká cena.

Papírenské výrobky se dělí podle plošné hmotnosti. Starší kategorie jsou papír ( $< 150 \text{ g.m}^{-2}$ ), karton ( $150 - 250 \text{ g.m}^{-2}$ ) a lepenka ( $> 250 \text{ g.m}^{-2}$ ). V angličtině není pro karton zvláštní výraz. Ve snaze po sjednocení dochází proto i u nás k novému rozdělení papírenských výrobků. Vychází se



při tom z anglických jednotek a mezní hodnota vychází  $224 \text{ g.m}^{-2}$ . Pro rozdělení se potom připouští „zaokrouhlenější“ číslo 225.

Současné kategorie: papír  $< 225 \text{ g.m}^{-2}$   
lepenka  $> 225 \text{ g.m}^{-2}$

Běžný kancelářský papír má asi  $70 \text{ g.m}^{-2}$ , tři listy tohoto papíru na sobě tedy ještě spadají do kategorie papír, čtyři papíry na sobě by už patřily do kategorie lepenka.

Vlastnosti papíru jako pevnost v tahu, pevnost v průtlaku, nepromastitelnost, odolnost proti rozmáčení, atd. jsou dány výchozí surovinou, ale do značné míry je lze ovlivnit výrobním postupem. Vyroběný papír prochází zkouškami, které ověřují tyto vlastnosti.

Za počátek výroby papíru je udáván r. 105, kdy byla v Číně použita vlákna moruší, rýžové slámy, konopí a bambusových výhonků. Suroviny se drtily na kaši a ta se, zředěná vodou, nabírala na síta. Získané listy se lisovali a sušily. (Již v Egyptě byl používán papyrus, ale ten měl odlišný výrobní postup – lisovaly se poskládané proužky papyru). Postup výroby papíru byl tajen, do Evropy se dostává až po 1000 letech, poté, kdy tuto znalost získali r. 751 Arabové v průběhu čínsko-arabské války a postupně ji rozšířili. První papírna v Evropě vznikla r. 1151 ve Španělsku, papír se vyráběl z hadrů a lnu. V českých zemích je doložena výroba papíru na Zbraslavi od r. 1499. Do té doby se používal pergamen (sušená, hlazená oslí, kozí, ovčí, telecí nebo vepřová kůže).

Vynález knihtisku v Evropě vede ke zvýšené poptávce po papíru. Prvním tiskem byla r. 1453 Gutenbergova bible, již o 30 let později se objevují první tištěné reklamní letáky. Na noviny se papír použil poprvé v Německu r. 1609 (Londýn 1622, Rusko 1703).

Dřevo k výrobě papíru bylo prvně použito r. 1769, první papírenský stroj je z r. 1799. V Čechách se papírenský stroj objevuje r. 1833 v Praze – Bubenči.

### 2.3.1 VÝROBA PAPIŘU

Dnes se pro výrobu papíru používá dřevo převážně smrkové (nejlevnější) a jedlové, v menší míře dřevo listnáčů. Měkká dřeva mají dlouhá vlákna (6 mm) – papír je hrubší, tvrdá dřeva mají vlákna kratší – struktura papíru je přibližně taková, jako struktura dřeva.



Složení dřeva: celulóza 50 % - základ buněčné stěny

lignin 25 % - působí jako lepidlo, drží celulózová vlákna pohromadě,  
dodává dřevu pevnost

hemicelulóza 20 % - napomáhá lepší soudržnosti celulózy a ligninu, při  
výrobě buničiny se rozpouští a vyplavuje

zbytek - pryskyřice, mastné kyseliny, aj.

## Postup výroby papíru

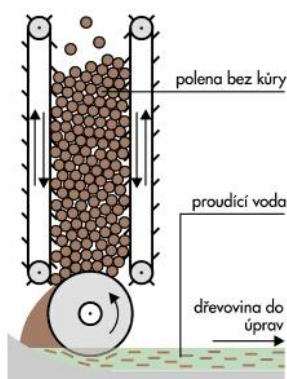
### • Rozvlákňování dřeva ⇒ dřevovina, buničina

Rozvlákňování dřeva je prvním a podstatným článkem papírenské výroby. Dochází k němu mechanickým nebo chemickým způsobem.

#### Mechanickým rozrušováním vzniká dřevovina.

Dřevo se obrušuje na rychle rotujících kotoučích za přítomnosti vody (obr. 2-13), vzniká suspenze dřevných vláken včetně všech inkrustujících látek – tzv. dřevovina.

Používá se na výrobu lepenek nebo se přidává do méně kvalitních papírů jako tzv. papírenská pololátka (spolu s buničinou, sběrovým papírem, méně textilním odpadem). Podle toho se hovoří o dřevitých nebo bezdřevých papírech.



Obr. 2-13 Mechanické obrušování dřeva a dřevěné třísky

#### Chemicky se zpracovává dřevo na buničinu.

Kyselým nebo alkalickým způsobem se odbourávají inkrustující látky (hlavně lignin, hemicelulosa, pryskyřice a barviva) a získává se tak téměř čistá celulóza - buničina.

- sulfitový způsob (kyselý postup)

Za vysokého tlaku (0,5 - 1,0 MPa) a teplot (130 – 150 °C) se působí na dřevěné třísky roztokem hydrogensířičitanu vápenatého v kyselině siřičité ( $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2 + \text{H}_2\text{SO}_3$ ).

- sulfátový způsob (alkalický postup, v ČR převažuje – 80 %)

Na dřevo působí směs roztoků hydroxidu sodného a siřníku sodného (NaOH + Na<sub>2</sub>S).

Buničina je tmavší než původní dřevo, pevnější než sulfitová.

- nátronový způsob

Získává se méně kvalitní papír pomocí samotného roztoku hydroxidu sodného (NaOH). Nyní se již prakticky nepoužívá.

Buničina se používá buď samotná, nebo s příměsí dalších vláknin k výrobě kvalitnějších papírů. Pro pevnost papíru je důležité, jakým způsobem byla buničina vyrobena.

sulfitová buničina

Používá se na výrobu kvalitních obalových papírů a nepromastitelných papírů, zejména pro potravinářství. Papír je světlejší než sulfátový.

sulfátová buničina

Při tomto způsobu se poměrně nejméně porušují celulosová vlákna, takže tato buničina je nejkvalitnější a je určena pro výrobu kvalitních pevných balicích papírů – pytle, sáčky, lepicí pásy pro skupinová balení, atd. Vyrábí se z ní rovněž tzv. potravinářský karton, který se po zušlechtnění termoplastickým nánosem používá na obaly pro plnění tekutých potravinářských výrobků. Papír má nahnědlou barvu.

Vzhledem k omezené produkci dřeva má význam zpracování sběrového papíru. Používá se pro výrobu hrubších balicích papírů a lepenek, které však nepřicházejí do styku s potravinami – hrozí možnost kontaminace (nečistoty, tiskařské barvy, atd.). Zpětně se nezpracovávají papíry chemicky upravené, tj. pergamenový, kopírovací, parafinový, apod.

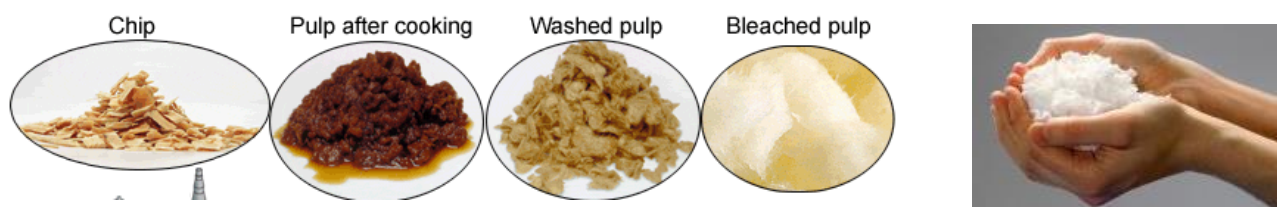
#### • bělení

Zbylý obsah ligninu způsobuje hnědavé až nažloutlé zbarvení vlákniny. Působením chemických prostředků se zlepšuje bělost (obr. 2-14). Podstatou bělení je rozpouštění ligninu a jeho vyplavování do roztoku. Některé způsoby však pouze odbarvují zbarvující látky.

Nejčastější způsoby bělení:

- sloučeninami chloru

- na bázi aktivního kyslíku (různé peroxidy)



Obr. 2-14 Bělená buničina

• **mletí papíru ⇒ papírovina**

Papírenské suroviny se před nanesením na papírenské síto jemně melou ve vodní suspenzi v tzv. holandrech a vzniká papírovina. Tato fáze podstatně ovlivňuje konečnou strukturu papíru.

Podle jemnosti mletí rozlišujeme:

- mazlavé mletí

Celulózová vlákna se rozmělní tak jemně, že hotový papír ztrácí běžnou strukturu zplstnatělé vlákniny a stává se takřka amorfní blánou. Při rozmělnění vláken se intenzivněji váže voda na celulózu a to způsobuje částečnou odolnost papírů vůči promašťování tukem. Proto je toto mazlavé mletí základem výroby tzv. nepromastitelných papírů (pergamen, pergamenová náhrada).

- ostré mletí

Používá se pro ostatní papíry. Mletí není tak jemné, jen tak, aby se dosáhlo požadovaných vlastností (přiměřená jakost, tuhost, křehkost, pórovitost, atd.).

Do takto připravené papíroviny se přidávají některé látky pro úpravu papíru, např.:

- klíždla: brání nasáklivosti a rozpíjení barev či inkoustu
- plnidla: dosahuje se jimi zlepšení vlastností jako je potiskovatelnost, lesk, objemová hmotnost, opacita (propustnost světla)
- barviva
- pryskyřice: zvyšuje se pevnost papíru za mokra (např. pergamenová náhrada)

• **zplstňování papíroviny**

Zplstnatění papíroviny je podmínkou toho, aby byl papír pevný – zplstnatělá vlákna se o sebe třou a zachycují se. K tomu dochází v papírenském stroji na papírenských sítích, uspořádaných jako nekonečný pás (obr. 2-15). Při vtoku na papírenské síto se vlákna orientují ve směru vibrací síta a to je důvodem větší pevnosti papíru v tomto směru. To je třeba brát v úvahu

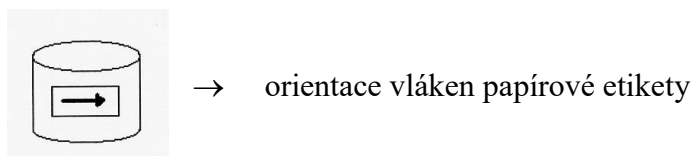
např. při výrobě papírových obalů a tisku etiket (papír musí být orientován ve směru největšího namáhání – tj. ve směru tahu stroje).

Na papírenském sítu se papírovina zároveň zbavuje vody, další voda je odstraněna lisovacími válci a nakonec se suší teplým vzduchem.



Obr. 2-15 Papírenský stroj

Orientaci vláken můžeme zjistit jednoduchou zkouškou: papír se po namočení stočí kolmo na směr vláken papíru, tj. vlákna jsou ve směru ruličky. Toto stáčení se zohledňuje i při orientaci etiket, kdy směr vláken na etiketě je vodorovný (obr. 2-16). Papír se pak stáčí jinak, než je ohnutá etiketa na obalu.



Obr. 2-16 Orientace etikety na obalu

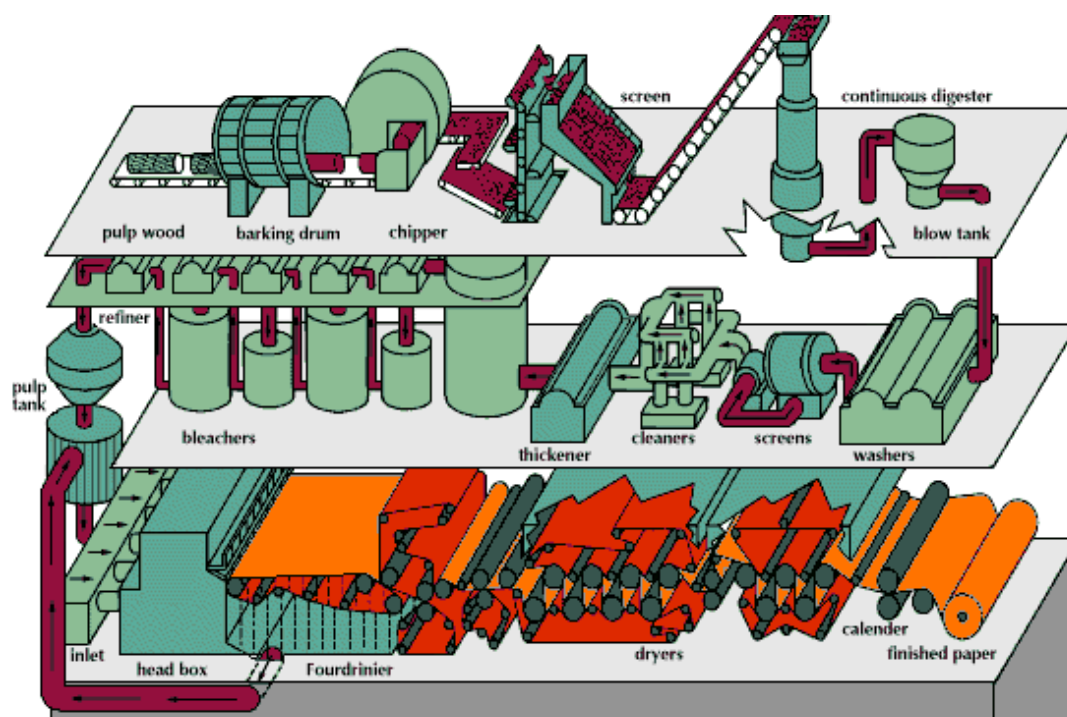
#### • hlazení papíru

Hlazení papíru se provádí v tzv. kalandrech, kde papír prochází mezi dvěma válci. Získá se tak papír jednostranně nebo oboustranně hlazený. Jsou-li válce profilované, získá se papír vlnitý. Hotový papír se navíjí na válce a dopravuje k dalšímu využití (obr. 2-17).



Obr. 2-17 Navíjení papíru na válce

Schéma výroby papíru je na obr. 2-18



Obr. 2-18 Schéma výroby papíru

### 2.3.2 VÝROBA LEPENKY

Výroba lepenky prochází všemi popsányými operacemi s tím, že se dále ještě spojuje několik vrstev zplstnatělé papíroviny na požadovanou tloušťku. Rozlišuje se, zda se spojuje ještě vlhká papírovina nebo dochází ke slevování již suchého papíru.

- **spojování za vlhka ⇒ plné neboli těžké lepenky**

Podle požadované tloušťky, resp. počtu požadovaných vrstev, se spojuje několik vrstev papíroviny slisováním za vlhka. Vrstvy papíru jsou spojeny celoplošně. Podle toho, jakým způsobem se provádí vrstvení, rozlišujeme lepenku ruční nebo strojovou.

#### - ruční lepenka

Papírová hmota, přicházející z jednoho papírenského síta, se navíjí na sběrný válec, až dosáhne potřebné tloušťky. Pak se rozřízne a ručně sejme z obvodu válce. Ruční lepenka je hutnější a v průtlaku pevnější než lepenka strojní, ve všech vrstvách má stejné vlastnosti.

## - strojní lepenka

Při výrobě strojní lepenky se používá tolik papírenských sít, kolik je vrstev lepenky. Z každého síta se vede vrstva vlhké papíroviny mezi dva nekonečné pásy plstěnce, kde se jednotlivé vrstvy spojují. Tento způsob dovoluje vrstvit vzájemně různé druhy papíru. Např. pro výrobu kvalitnějších druhů skládaček, které se mají potisknout, je vrchní vrstva bílá, zatímco spodní vrstva může být z méně kvalitního papíru.

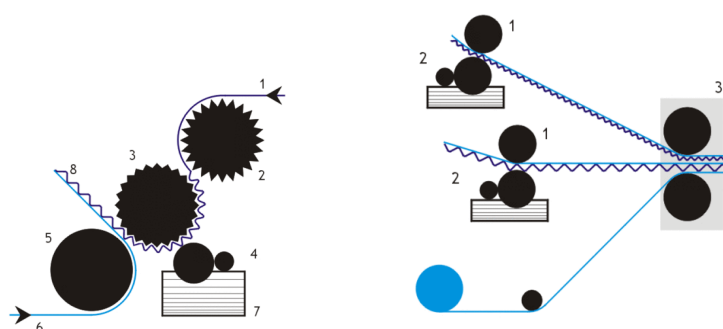
### • spojování za sucha ⇒ lehké vlnité lepenky

Lepenky se mohou vyrábět také slepováním vyschlých papírů. Vyrábí se tak vlnitá lepenka, kdy se slepuje vlnitý papír s rovným papírem obvykle vodním sklem. Vzniká lehký, ale poměrně pevný materiál, zvláště, spojí-li se střídavě těchto vrstev několik. Dochází k výraznému zvýšení pevnosti při nepatrném zvýšení hmotnosti. Rozeznáváme pak lepenku dvouvrstvou (vrstva hladkého a vrstva vlnitého papíru), třívrstvou (vrstva vlnitého papíru mezi dvěma vrstvami hladkého papíru), pětivrstvou a sedmivrstvou (obr. 2-19).



Obr. 2-19 Vlnitá lepenka

Postup při výrobě vlnitých lepenek je znázorněn na obr. 2-20.



Obr. 2-20 Výroba 2 a 5-ti vrstvé lepenky

Pevnost vlnité lepenky se může ještě zvýšit střídáním směru a velikosti vln (obr. 2-21).



Obr. 2-21 Střídání směru vln



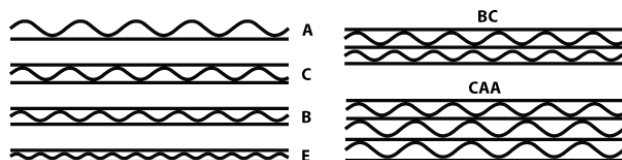
Vlnité lepenky se klasifikují podle velikosti vlny (počet vln na 1 m, obr. 2-22):

A - hrubovlnná lepenka: 105 – 125 vln  $m^{-1}$

C - středněvlnná lepenka: 126 – 150 vln  $m^{-1}$

B - jemnovlnná lepenka: 151 – 182 vln  $m^{-1}$

E - mikrovlnná lepenka: 233 – 310 vln  $m^{-1}$



Obr. 2-22 Klasifikace vlnitých lepenek

Mezi důležité parametry papírů patří:

- SCT- Strength Compression Test [ $kN.m^{-1}$ ]

Vyjadřuje pevnost papíru vůči přetržení. Závislost na plošné hmotnosti, podílu starého papíru a orientaci vláken.

- BERSTDRUCK [ $kN.m^{-1}$ ]

Vyjadřuje pevnost papíru v průtlaku. Závislost na plošné hmotnosti, podílu starého papíru a typu celulózy (jehličnan/listnáč).

- Plošná hmotnost [ $g.m^{-2}$ ]

Parametr, který přímo úměrně ovlivňuje pevnostní parametry papíru.

- Tloušťka papíru [mm]

Udává vzdálenost mezi oběma plochami papíru.

- Nasákavost podle COBBA [ $g.m^{-2}$ ]

Udává nasákavost papíru vodou, která přímo ovlivňuje kvalitu tisku a slepení. Závislost na podílu starého papíru a stupni naklížení.

### 2.3.3 IMPREGNACE PAPIRU

Impregnační papírů či lepenky se získá obalový materiál s novými vlastnostmi. Papír je pak nositelem mechanické pevnosti, zatímco impregnační prostředek zajišťuje:

- odolnost proti vodě
- bariérové vlastnosti (pro páry, plyny)
- možnost tepelného sváření
- zlepšení vzhledu

### **Impregnace se může zajistit:**

přidáním impregnačních činidel do papíroviny při mletí  
nanášením impregnačních látek na povrch papíru

### **Impregnační látky dělíme podle stavu, v jakém jsou aplikovány:**

taveniny

plastisoly

vodné disperze

organické roztoky

- **Taveniny**

Impregnace nebo povlékání papírů taveninami je výhodné, protože se při tom nemusí odpařovat žádné rozpouštědlo.

Impregnační látka může

- prostupovat celou strukturu papíru. Tohoto proimpregnování se dosáhne tak, že se přehřátý porézni papír vede taveninou za vyšší teploty.
- zůstávat na povrchu papíru. V tomto případě se tavenina nanáší za nižších teplot a to z jedné nebo obou stran papíru.
- spojovat dvě vrstvy materiálu, takže působí jako lepidlo. Tato možnost se používá tam, kde není žádoucí styk náplně s impregnační látkou.

### Používané taveniny

#### **parafín**

Výhodou parafínu je nízká teplota tání (50 – 60 °C) a nízká viskozita taveniny, takže se dobře zpracovává. Nevýhodou je, že tvoří poměrně velké krystaly a tudíž se poměrně snadno odlupuje.

#### **mikrokrystalické vosky**

Mají vyšší teplotu tání (63 – 90 °C) než parafín, ale jsou plastičtější, tvoří drobné krystaly, takže lépe drží. Používají se tam, kde se vyžaduje vyšší ohebnost při nižších teplotách, např. skládačky pro zmrazené potraviny. Značná lepivost se využívá při vrstvení obalových materiálů.



### **„hot – melty“ (tavné směsi, tavná lepidla)**

Jsou to mikrokrytalické vosky modifikované vysokomolekulárními přísadami (polyetylen, etylenvinylacetátové kopolymery, aj.). Přesné složení bývá výrobním tajemstvím. Tyto materiály mají po utužení do značné míry charakter plastů při zachování výhod voskových tavenin. Mají lepší vzhled, svařovatelnost a jsou plastičtější.

### **plasty**

Na papír se nanášejí ve formě vytlačovaných nátěrů. Tavenina příslušného plastu je protlačována širokou štěrbinou, takže vzniká tenká folie, která je ihned nanášena tlakem válců na papír. Výhodou těchto materiálů je, že jsou tuhé, neseškrábnou se. Nevýhodou je, že jsou viskózní a tím mohou vznikat problémy v tryskách, kterými se dávkuje.

- **Plastisoly**

Jde o plasty (vinylové polymery), které jsou dispergovány v kapalném změkčovaadle. Záhřevem se obě fáze smísí a změkčený plast vytváří požadovaný povlak. Předností těchto látek, tak jako tavenin, je tvorba povlaku bez odpařování rozpouštědla.

- **Vodné disperze**

Používají se zejména vodní disperze vinylových kopolymerů (polyvinylacetát, polyvinylidenchlorid). Při impregnaci je třeba odpařit vodu, ale tyto materiály dávají papírům vynikající bariérové účinky – snižují propustnost pro vodní páry, kyslík i senzorické látky, zvyšují odolnost proti tukům.

- **Organické roztoky**

Také zde je nutné odpařovat rozpouštědlo. Vzhledem k jedovatosti a hořlavosti vznikajících par je předpokladem jejich dobrý odtah.

Kromě těchto impregnačních úprav je možné použít ještě další specifické chemické úpravy papíru, např.

- **Impregnace silikony**

Ty poskytují papíru vysokou nepřilnavost vůči různým materiálům. Tyto papíry se využívají k balení potravin, kde přilnavost působila potíže, např. cukrovinky, datle, fíky, maso, atd. a jako proložky u dortových porcí nebo krájených sýrů.

## 2.3.4 DRUHY OBALŮ Z PAPÍRU A LEPENKY

Jako obaly slouží papírenské výrobky v nejrůznější formě:

foliový materiál (nepromastitelné papíry,...)

hotové obaly: měkké (sáčky,...)

tuhé (skládačky,...)

### 2.3.4.1 Foliový materiál

Ve formě folií se přímo pro balení potravin uplatňují především

nepromastitelné papíry

imitace nepromastitelných papírů

sulfitové papíry

vrstvené materiály

Tyto papíry se používají vesměs také pro výrobu sáčků.

- **Nepromastitelné papíry**

- **pergamen**

Je to chemicky upravený papír z kvalitní sulfitové buničiny. Protahuje se 50% kyselinou sírovou, tím papír ztrácí vláknitou strukturu a stává se téměř kompaktní blánou. Vyrábí se zpravidla o plošné hustotě 40 – 60 gm<sup>-2</sup>.

vlastnosti: nepropustný pro tuky

nerozmáčí se ve vodě (ani vařící)

použití: balení tučných a vlhkých potravin, často v kombinaci s Al

(tuky, tvaroh, sýry, maso, obr. 2-23)

doplňek jiných obalů (vykládání beden, kbelíků, apod.)

krytí povrchu marmelád, hořčic, atd.



Obr. 2-23 Použití pergamenu

- **pergamenová náhrada**

Částečnou nepromastitelnost získávají tyto papíry mazlavým mletím papíroviny. Jsou nehlažené nebo jen z jedné strany.

vlastnosti: nepromastitelnost, ale nižší než pergamen

působením vody se rozvlákňují

malá propustnost pro organické páry

použití: balení potravin s obsahem tuku, ale méně vlhkých (např. sušenky)

balení aromatických pochutin (káva, koření)

podlepování Al folií

#### - pergamín

Je analogií pergamenové náhrady. Je pro něj charakteristické oboustranné hlazení, takže je výrazně hladký a lesklý.

- **Imitace nepromastitelných papírů**

Částečnou nepromastitelnost získává polomazlavým mletím.

použití: jako předchozí

podlepování Al folií pro balení másla, čokolády

- **Sulfitové a sulfátové papíry**

Rozlišují se podle obsahu dřevoviny a podle plošné hustoty

použití: na potraviny, které nemají zvláštní nároky na odolnost vůči tukům a vodě

(luštěniny, cereálie, ...)

vhodné pro úpravu plasty, impregnaci, jsou dobře potiskovatelné

- **Vrstvené materiály**

Podle požadavku na vlastnosti obalu se může na papír nanášet vrstva termoplastického laku, papír se může kombinovat s některým z plastů (nejčastěji PE nebo PP) nebo Al folií. Vysoce bariérových vlastností se dosáhne kombinací papíru, plasty a AL folie.

#### 2.3.4.2 Hotové obaly

Mezi hotové obaly měkké řadíme sáčky a pytle, mezi tuhé pak skládačky, lepenkové bedny, vinutou kartonáž a nasávané obaly.

- **Měkké obaly**

#### - sáčky

Vyrábějí se z většiny uvedených papírů, obvykle přímo v papírnách. Rozeznáváme základní 4 druhy sáčků (obr. 2-24):

#### a) s plochým dnem

lepí se (nebo svařují) na dvou nebo třech stranách, vhodné pro strojové balení menších množství práškových výrobků (cukrovinky, cukr, káva, koření,...)

#### b) s plochým dnem a postranním záhybem

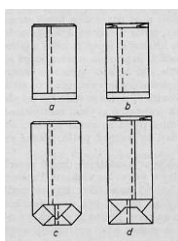
převážně pro ruční balení, nejčastěji kusových výrobků textilních, galanterních

#### c) s křížovým dnem

drobný prodej sypkých i drobně kusovitých potravinářských výrobků

#### d) s obdélníkovým dnem a postranním záhybem

nejnáročnější typ sáčků, vhodný pro ruční i strojové balení sypkých výrobků. Hranolovitý tvar jim zajišťuje dobrou stabilitu i skladnost. Vyrábí se také dvouvrstvé, např. pro rýži, luštěniny, apod.



Obr. 2-24 Základní druhy sáčků

#### **- pytle**

Jsou analogií sáčků, vhodné jako přepravní obal sypkých materiálů na rozdíl od tkaných pytlů. Pro výrobu se používají kvalitní sulfátové papíry, pro zlepšení pevnosti se používá několik vrstev papíru.

vnitrostátní přeprava – 3 vrstvy papíru

export nebo náročnější náplně – 5 vrstev papíru

Vůči vlhkosti se odolnost zvýší impregnovanou vložkou. Často používají kaširované materiály, tj. dvě vrstvy papíru spojené příslušným impregnačním prostředkem. Pytle s impregnací je třeba označit (obvykle pruhem), aby je bylo možno při sběru papíru zpracovávat zvlášť.

Pytle jsou určeny pro náplně o hmotnosti obvykle 25 – 50 kg, výška pytlů bývá dvojnásobkem šířky, aby je bylo možné klást křížem na sebe.

Typy pytlů:

#### lepené křížové dno

Po naplnění mají válcovitý tvar, skladují se vstoje. Uzavírají se růžicovým úvazkem (stáhnou se drátem, provazem, apod.) nebo se volný konec sešije příčně. Volný konec může být také lepen, skladování je pak vleže (obr. 2-25).

### dno i konec je sešit

Po naplnění má pytel plošší tvar, skladuje se v ležaté poloze.

Oba tyto typy mají před naplněním horní stranu zcela otevřenou.

### ventilové pytle

Dno i vrchní část je uzavřena křížovým lepením nebo sešitím, plnění je umožněno ventilem na boku pytle. Ventilové pytle se ukládají naplocho.



Obr. 2-25 Typy pytlů

- **Tuhé obaly**

- **skládačky**

Patří mezi nejrozšířenější spotřebitelské obaly.

výhody: skládají se z plochých přířezů, které se dají dobře expedovat

dobrá stabilita a skladovatelnost

výborná potiskovatelnost

Příslušný tvar skládačky se vysekává z lepenky a v linkách ohybu se vytlačí rýhy, aby se dal materiál snadno ohýbat. Vnější vrstva bývá kvalitnější, protože se většinou potiskuje. Pokud je obal určen pro kašovitě, tekuté nebo zmrazené výrobky, požaduje se voděodolnost. Proto bývá lepenka parafinovaná nebo potažena plastem, což umožní i její svařování.

Z hlavních typů skládaček rozeznáváme:

#### jednodílné skládačky

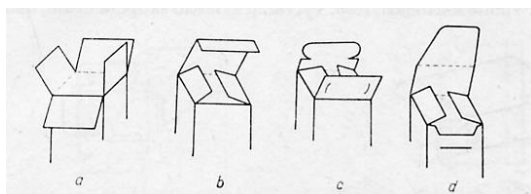
Získávají se složením jednoho přířezu a liší se hlavně způsobem uzávěru (obr. 2-26):

a) lepicí uzávěr – pro strojové zavírání, sypké materiály jsou ještě ve vnitřním sáčku

b) zasouvací uzávěr

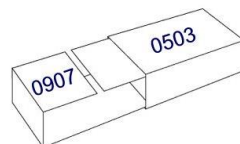
c) ouškový uzávěr      } po otevření se dá opět zavírat

d) jazýčkový uzávěr



Obr. 2-26 Uzávěry jednoduchých skládaček

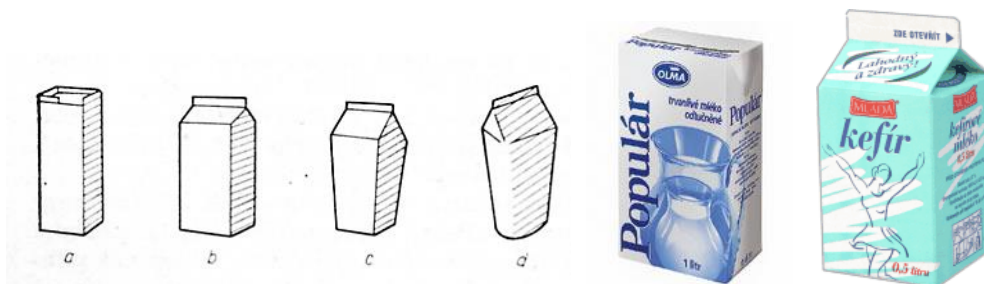
dvoudílné skládačky (obr. 2-26): zasouvací  
příklápěcí



Obr. 2-27 Dvoudílné skládačky

hermeticky uzavíratelné skládačky

Předchozí typy skládaček mají hranolovitý tvar, zde jsou možné různé tvary – hranolovitý, válcovitý i kónický se svařovanými uzávěry (obr. 2-28). U nás asi nejznámějším výrobcem těchto obalů je firma TetraPak, jejíž název je odvozen od prvního vyráběného obalu ve tvaru čtyřstěnu (obr. 2-29). V současné době firma vyrábí mnoho dalších tvarů (obr. 2-30). Materiál těchto obalů se nazývá nápojový karton.



Obr. 2-28 Hermetické uzávěry skládaček



Obr. 2-29 Tetra Classic Aseptic



Obr. 2-30 Obaly TetraPak

### - lepenkové bedny

Plní funkci přepravních obalů a jsou obdobou skládaček (obr. 2-31). Nahrazují dřevěné bedny z několika důvodů: nízká hmotnost lepenek (asi 25 % hmotnosti dřevěných beden)

nepatrný objem složeného obalu (5-10 % objemu naplněného obalu)

menší pořizovací náklady

možnost potisku

pohodlné uzavírání

Jsou používány bedny z hladké lepenky, pro náplně vyžadující izolaci vůči nárazům nebo i teplotě, bedny z vlnité lepenky. Lepenkové bedny se zavírají přelepením spár lepicími páskami, šitím kruhovými, plochými nebo páskovými dráty a mohou se stahovat ocelovou, textilní nebo plastovou páskou.



Obr. 2-31 Lepenková bedna

### - vlnutá kartonáž

Jsou to obaly válcovitého nebo i kónického tvaru, vzniklé navíjením pásů lepenky s nánosem lepidla na trn (např. válcové krabice). Spirálové vlnutí umožňuje kontinuální výrobu nekonečných trubíc s jejich řezáním na potřebnou délku. Od těchto obalů se často vyžaduje vodovzdornost, proto se po navinutí parafinují nebo jinak impregnují. Po vylepení Al folií dostáváme dobrou ochranu pro hygroskopické výrobky (např. sušené mléko).

Nízké tvary obalů se mohou získat také lisováním z lepenky nebo papíru. Válcová nebo kónická část obalu je potom zvrásněna. Jsou to např. mističky pro čokoládové bonbony nebo kelímky na zmrazené protlaky (obr. 2-32).



Obr. 2-32 Vlnutá kartonáž

### - nasávané obaly

Obaly jsou tvarovány přímo na vhodně tvarovaných papírenských sítích, kam se nasává papírovina a částečně se vysušuje. Vzhledem ke své pevnosti a zároveň i pružnosti se tyto obaly používají jako proložky na vejce, podložky pro balení masa ovoce, zeleniny apod. (obr. 2-33).



Obr. 2-33 Nasávané obaly

## 2.4 KOVY

Kovy jsou významným obalovým materiálem pro výrobu různých spotřebitelských i přepravních obalů (obr. 2-34):

- kovové folie
- tuby
- plechovky
- součást jiných obalů
- konve
- sudy
- kontejnery



Obr. 2-34 Kovové obaly

Pro potravinářské obaly se používají tyto kovy:

**ocel** – železo s obsahem uhlíku do 1,7 %, různá povrchová úprava

**hliník** – s povrchovou úpravou

**cín** – dříve jako samostatný obalový materiál (staniol), v současné době celosvětový deficit, proto použití převážně jen na povrchovou ochranu ocelových plechů

**chrom** – ochrana ocelových plechů

**zinek** – ochrana kovových přepravních obalů

**olovo** – dříve součást pájek pro kovové obaly (v současné době se nahrazuje svařováním),  
tuby pro technické účely



**Výhody kovů:** značná pevnost

dokonalé bariérové vlastnosti

někdy i dobrá tepelná vodivost

**Nevýhody kovů:** možnost koroze vlivem náplně nebo atmosférických podmínek

## 2.4.1 OCEL

Velmi důležitým potravinářským obalem jsou konzervové plechovky, vyráběné hlavně z ocelových plechů. Už výroba plechu ovlivňuje kvalitu plechovky.

### • černý ocelový plech

Černý ocelový plech se může vyrábět válcováním v tabulích. To je starší, nekontinuální proces, kdy plech obsahuje z technologického hlediska nutné určité množství křemíku a fosforu, které však přispívá ke korozi hotového plechu.

V současné době se prakticky výhradně používá kontinuální válcování v pásech, kdy se vyválcuje pás plechu při teplotě 1 200 °C na tloušťku 2 mm. Takto získaný plech se moří ve směsi kyseliny sírové, dusičné a fluorovodíkové, aby se odstranily z povrchu plechu oxidy železa – okuje. Další válcování plechu na požadovanou tloušťku (0,16 - 0,25 mm) se provádí již za studena, dosahuje se tím lepší struktury, hladkosti a rovnoměrnosti tloušťky plechu. Dále se plechy žíhají, čímž se dosáhne zlepšení některých vlastností (např. tažnosti) a nakonec se plechy ještě jednou za studena doválcovávají. Snaha ušetřit ocel vede k válcování plechů na tloušťku pod 0,2 mm.

Černý ocelový plech se musí chránit dokonale odolnou a souvislou vrstvou laku, k zabránění koroze se před lakováním může povrchově upravovat fosfatizací, nedá se pájet. Z tohoto plechu byly vyráběny plechovky za 2. světové války.

Dnes se konzervové plechovky vyrábějí převážně z bílého ocelového plechu.

### • bílý ocelový plech

Bílý ocelový plech se získá z černého plechu pocínováním po celé ploše a po obou stranách. Cínování obvykle navazuje na válcování, cín musí vyhovovat hygienickým požadavkům (je limitován max. obsah složek – Pb, As, Bi, Sb).

## Způsoby nanášení cínu

- v roztaveném stavu

Je to starší způsob, kdy se plech protahuje lázní roztaveného cínu. Vznikají poměrně silné vrstvy cínu, obvykle 20 - 35 g.m<sup>-2</sup>, což odpovídá tloušťce přibližně 0,001 - 0,002 mm, ale dosahuje se i silnějších vrstev. Nevýhodou také je kolísání tloušťky cínu.

- elektrolyticky

Je to kontinuální proces (rychlost kolem 8 m.s<sup>-1</sup>), kdy se dosahuje tenčích vrstev cínu, v rozmezí 3 - 20 g.m<sup>-2</sup>, obvykle kolem 10 g.m<sup>-2</sup>. Výhodou tohoto způsobu je tedy úspora cínu a také to, že tloušťka cínu je rovnoměrná. Vlastní galvanické pocínování následuje po odmaštění a moření plechů. Nanesený povlak je matný, proto se plech zahřívá na zlomek sekundy nad teplotu tání cínu (232 °C). Vrstva cínu se slije a stane se lesklou.

Pro část potravinářských náplní postačuje pouze tato úprava, plechovky se vyrábějí přímo z bílého ocelového plechu. Pro korozivnější náplně a náplně, které vytvářejí sirníky, je třeba plech ještě lakovat.

## Lakování plechu

Lak se nanáší na plechové tabule pryžovým válcem a vytvrzuje se vypalováním v peci. Tím získá dobrou adhezi k podkladu a odolnost vůči náplni. Vypalování je energeticky velmi náročné, je snaha vytvrzovat laky energeticky výhodnějšími technikami, např. ultrafialovým zářením.

Laky: nesmějí uvolňovat toxické složky

nesmějí udílet náplni příchut'

musejí snášet záhřev na sterilační teploty

## Funkce laku:

- zábrana koroze cínu

Laková vrstva brání korozi cínu, jsou-li v náplni obsaženy depolarizátory (látky s oxidačními schopnostmi). U plechovek vyráběných z lakovaného plechu hrozí největší poškození lakové vrstvy v místě přehybu na plášťovém švu, na víčku a v místě vyražení značek či data výroby. Při větších nárocích se proto doporučuje hotové plechovky ještě vystříkovat lakem.

- maskování skvrn sirníků na cínovém povlaku

Při sterilaci bílkovinných potravin (maso, mléko, zelenina) se z aminokyselin odštěpuje sirovodík a vytváří na stěně plechovky tmavé sirníky cínu a železa. Tyto „výkvěty“ budí

nedůvěru spotřebitelů, ale po hygienické stránce jsou nezávadné a není je třeba považovat za pravou korozi.

#### ochrana proti siričům:

- laky nepropustné pro sirovodík
- laky s obsahem oxidu zinečnatého: vznikající sirič je bílý a není tak vidět
- laky pigmentované: mají silné krycí účinky a skvrny překrývají. Používají se zlatožluté laky, laky pigmentované hliníkem mají stříbrošedou barvu a laky pigmentované oxidem titaničitým bílou barvu.

- pasivace: chemicky nebo elektrochemicky se vytvoří na nelakovaném povrchu tenký, obtížně rozpustný povlak oxidu, který chrání plech zároveň před korozi

Je-li požadován potisk plechovky, provádí se zároveň s lakováním, které potisk chrání.

Cínování a lakování patří ke klasickým způsobům povrchové ochrany konzervových plechů. Ve snaze o úspory cínu se objevily další povrchové úpravy plechu.

#### • **chromované plechy**

Při ochraně plechu před korozi může být cín nahrazen chromem. Plechy se chromují elektrolyticky, nanesené povlaky jsou neobyčejně tenké. Je možné nanášet vrstvy až 100 x tenčí než nejtenčí vrstvy cínu.

Výhodou je nízká cena, odolnost proti mapování a černání plechovek a výborná přilnavost laků daná možností dobrého vypálení při vysokých teplotách.

Nevýhodou je nutnost plech vždy lakovat, vzhledem k tenké vrstvě chromu. Ztrácí se tak cenová výhoda tam, kde by se cínovaný plech lakovat nemusel. Někdy se objevují námitky hygieniků, protože šestimocný chrom je toxický. K ochraně plechů se však používá chrom třímocný, který je zdravotně nezávadný. Chromované plechy nelze pájet, ale v současné době to již není nevýhoda, plechy se mohou lepit nebo svařovat.

Chromované plechy se používají pro mírně kyselé náplně (např. maso, ryby, pivo), kdy se plechovky vyrábějí tažením, nebo na výrobu den a víček plechovek s pláštěm z pocínovaného plechu.

#### • **plechy s povlakem hliníku**

Další možností úspory cínu je ocel s vakuově naneseným hliníkem. Tento druh ochrany ocelového plechu se však zatím příliš neuplatnil. Potenciální využití je pro výrobu korunkových uzávěrů nebo plechovek na pivo.

### 2.4.1.1 Korozivní pochody v kovových obalech

Hlavním problémem kovových obalů je koroze. Znalost jejího průběhu je důležitá pro posouzení vhodnosti kovových obalů pro různé typy náplní.

Podle charakteru rozlišujeme dva typy koroze: chemickou a elektrochemickou.

#### • chemická koroze

Podstatou chemické koroze je rozpouštění kovu v kyselém, popř. alkalickém prostředí. Důležitá je znalost závislosti rychlosti koroze (tj. rozpouštění) na pH prostředí. Z tohoto hlediska rozlišujeme tři základní skupiny kovů:

- ušlechtilé kovy (Pt, Au): rychlost koroze je zanedbatelná, nezávisí na pH
- amfoterní kovy (Al, Zn, Pb, aj.): v neutrálním prostředí (pH = 7) jsou stabilní  
v alkáliích a kyselinách jsou dobře rozpustné
- ostatní kovy (Fe, Mg, Ni, aj.): v alkalickém prostředí jsou stabilní  
v kyselém prostředí jsou rozpustné

Cín je charakterem podobný hliníku, měl by se tedy chovat jako amfoterní kov. Ve skutečnosti je však v kyselém prostředí poměrně stálý. K urychlení koroze dochází pouze v přítomnosti depolarizátoru, tj. látky s oxidačními schopnostmi. To je např. kyslík nebo antokyany (obsaženy v červeném ovoci, např. jahody). To znamená, že amfoterní charakter cínu v kyselém prostředí se projeví pouze v přítomnosti depolarizátoru.

Stabilita cínu byla důvodem jeho použití na ochranu ocelových plechů. Kde cín k ochraně nepostačuje, dochází i k lakování.

Příklady použití plechovek (obr. 2-35):

- cínované plechovky nelakované:

Vhodné pro nekorodující náplně, ale i kyselé nebarevné ovoce (jablka, hrušky, broskve, ananas). Před uzavřením plechovky však musí být odstraněn vzduch (kyslík), aby nedocházelo k rozpouštění cínu. Pokud plechovku otevřeme, začne kyslík působit a cín se začne rozpouštět do nálevu  $\Rightarrow$  neskladovat kompot v otevřené plechovce.

- cínované plechovky lakované:

Pro červené ovoce (s obsahem antokyanu),  
kdy by docházelo k rozpouštění cínu



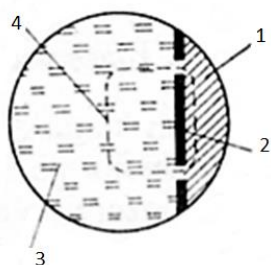
Obr. 2-35 Použití nelakovaných a lakovaných plechovek

### • elektrochemická koroze

Elektrochemická koroze se projevuje při působení elektrochemického článku. Ten vzniká při ponoření dvou kovů do kapaliny a jejich vodivém spojení. Rozdíl elektrochemických potenciálů (EP) vyvolá korozní proud, kov s menším EP je anodou, která se rozpouští. Celý děj je však ovlivněn řadou faktorů, jako je složení elektrolytu nebo vznik ochranných vrstev (oxidů).

#### Ochrana ocelových plechovek obětovanou anodou:

Na konzervovou plechovku můžeme hledět jako na elektrochemický článek. Jednou elektrodou je cínový povlak, druhou elektrodou ocelový plech, který je obnažený v pórech cínové vrstvy, elektrolytem je náplň konzervy (obr. 2-36):



1. ocelový plech
2. cínová vrstva s póry
3. náplň
4. korozní proud

Obr. 2-36 Vznik elektrochemického článku v konzervě

Teoreticky je cín ušlechtlejší (má vyšší EP) než železo, proto by mělo být železo anodou a rozpouštět se. V praxi však bylo zjištěno, že působením některých složek potravin dochází ke změně potenciálů. Cín tak nabývá negativnějšího potenciálu než železo, stává se anodou a rozpouští se tedy cín. Poskytuje tak ochranu ocelovému podkladu.

#### Bodová koroze

Nejen vrstva cínu, ale také vrstva laku je v praxi porézní. Póry laku a cínu se mohou překrývat, obsah konzervy proniká až k ocelovému podkladu a i v lakované konzervě pak vzniká korozní proud. Dochází při tom k intenzivnější bodové korozi než u plechovek nelakovaných. Vysvětluje se to tím, že překrytím velké plochy cínu lakem se snižuje na minimum anodická ochrana železa cínem. Tato nevýhoda malé plochy cínu se někdy vyrovnává použitím plechovek s lakovanými dny a víčky, ale nelakovaným pláštěm, nebo se nechá v lakovaných plechovkách volný pruh cínu. Lakům se někdy připisují i depolarizační účinky, takže i z tohoto důvodu dochází ke stimulaci koroze. Proto se dává přednost nelakovaným plechovkám tam, kde cínový povlak není ohrožen náplní nebo sám náplň neohrožuje.

## Vliv některých faktorů na korozi plechovek

- kvalita ocelového plechu, daná:

složením ocelového podkladu - P a Si korozi podporují, Cu působí příznivě  
poměry při výrobě plechů a plechovek (např. vedení teplot, mechanické namáhání)

- tloušťka a kvalita cínového povlaku

- kvalita vrstvy laku

- charakter náplně (pouze hrubé a orientační rozdělení):

silně korozivní (s obsahem kyselin, NaCl, antokyanů)

středně korozivní (ovoce bez antokyanů)

málo korozivní (nekyselé náplně)

cukry – obecně bez vlivu

koloidy (např. želatina) – antikorozní účinek

## Koroze plechovek z chromovaných plechů

Chrom má poměrně nízký potenciál, je však účinně pasivován oxidy. Železo je tak vždy anodou, hrozí velmi intenzivní bodová koroze.

## Koroze pocínovaných plechovek s hliníkovými víčky

Hliník je vždy anodou a rozpouští se. Je nutná jeho ochrana lakováním nebo potažením polymerem.

### 2.4.1.2 Obaly z ocelového plechu

Z bílého ocelového plechu se vyrábějí především různé typy plechovek, nejčastěji třídílné, ale také dvoudílné. Kromě toho ještě části jiných obalů (např. víčka Twist Off) a různé tanky a nádrže. Ocelové folie se dají vyrobít do tloušťky 0,05 mm, ale nepoužívají se kvůli korozi. Kovové přepravky se dnes již nepoužívají pro svoji hlučnost a možnost koroze. Jsou nahrazeny plastovými přepravkami.

#### • Třídílné plechovky (obr. 2-37)

Třídílné plechovky se vyrábějí výhradně z ocelového plechu.

Plechovky se skládají ze tří částí: plášť

dno

víčko



Obr. 2-37 Třídílné plechovky

### Výroba pláště

Plášť se vystřihuje z plechových tabulí tak, aby směr obruby byl souběžný se směrem válcování plechu. Vystřižený plášť se pak stáčí a spojuje na tzv. bodymakerech:

- pájení (pro potravinářské aplikace se již nepoužívá)

Starším způsobem se pájely navzájem přeložené konce pláště.

Nověji se oba konce nejprve vzájemně zaklesnou a pak se pájí jen z vnější strany plechovky.

Zamezí se tím kontaktu pájky (obsahuje Pb) s náplní plechovky a plechovka je i pevnější.

- svařování

Dnes prakticky výhradní postup, je nutné přelakování svaru nebo se plechovky po naválcování dna zevnitř celé vystříkují lakem.

- lepení

V zanedbatelném počtu případů, především pro chromované plechy. Šev se musí také přelakovat

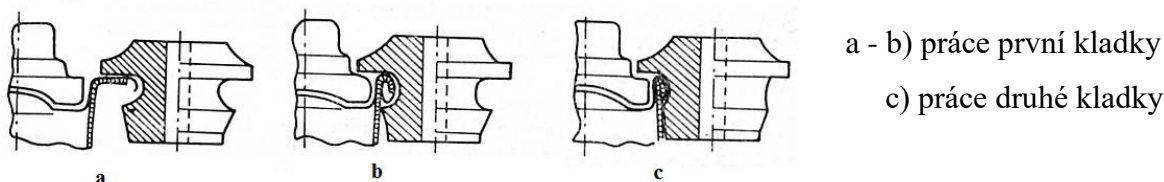
Na obou stranách hotového pláště plechovky se potom vytváří obruba k naválcování víčka a dna.

### Dna a víčka plechovek

Vysekávají se z plechových tabulí a profilují se lisováním tak, aby byla pevná a mohla se vydouvat při rozpínání obsahu během sterilace a potom se zase vracet do původní polohy. Okraje se zakružují, aby je bylo možné zaklesnout k plášti plechovky kladkami zavíracího stroje. Na obvod víček se nanáší pryžové těsnění nebo PVC pasta.

### Spojení dna a víčka s pláštěm obalu

Zavírací stroje naválcovávají víčka na plášť plechovky pomocí páru speciálně profilovaných kladek. Zavírání má dvě operace. Při první se hlouběji profilovanou kladkou zahne víčko k plášti konzervy a ve druhé operaci se druhou kladkou spoj pevně smáčkne a uhladí (obr. 2-38).



Obr. 2-38 Práce kladek při uzavírání plechovek

U starších a méně výkonných zavíracích strojů jsou kladky stacionární a otáčí se plechovka. U výkonnějších zavíracích strojů je plechovka v klidu a kolem ní obíhají kladky. Zařazením vhodných vaček je možné zavírat i oválné a hranaté (se zaoblenými rohy) plechovky.

Víčko je dodáváno odděleně do konzervárny a přiválcuje se stejným způsobem po naplnění konzervy.

### • Dvoudílné plechovky

Dno i plášť jsou z jednoho kusu plechu, vyrábějí se tzv. tažením. Tento proces je ve srovnání s výrobou třídílných plechovek náročnější, předpokládá dodržování přesné tloušťky výchozího plechu ( $\pm 0,002$  mm). Víčko se opět přiválcuje po naplnění plechovky.

Dvoudílné plechovky se vyrábějí především z hliníku, jako tzv. nápojové plechovky. Nižší tvary se vyrábějí i z ocelového plechu, např. pro ryby nebo paštiky (obr. 2-39).



Obr. 2-39 Dvoudílné plechovky

Tyto plechovky mají oproti třídílným plechovkám některé výhody:

Odpadají problémy se spoji pláště, plechovka má větší pevnost a těsnost.

Dobře se profiluje dno (bombírování dovnitř) pro obaly s větším vnitřním tlakem (aerosoly, sycené nápoje, pivo).

Ve srovnání s třídílnými plechovkami je úspora materiálu asi 25 – 35 %, přestože se při tažení vychází z kruhového výstřihu, takže odpad je asi 13 %

Při výrobě tažených plechovek rozlišujeme dva základní způsoby tažení (obr. 2-40):

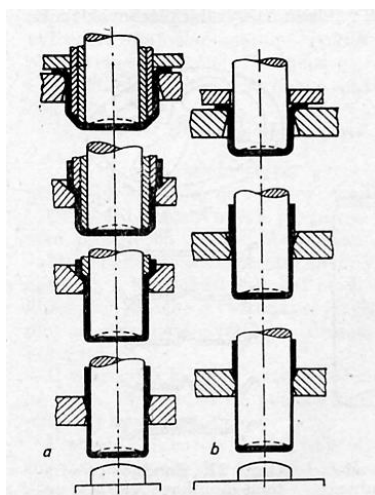
#### - opakované tažení (draw – redraw, DR)

Při opakovaném tažení se průměr trnu postupně zužuje za současného prohlubování tahu. Tloušťka stěny pláště a dna se navzájem příliš neliší. Tento způsob je vhodný spíše pro nižší tvary, kdy  $h = d$ , jako jsou plechovky na ovoce, zeleninu, hotová jídla, atd. Plechovky se lakují vně i uvnitř před tvarováním. Lak, zvláště u nižších tvarů, protažení vydrží.



### - tažení s protahováním (drawing and ironing, DI)

K protažení dochází v jednom cyklu, průměr trnu se nemění. Dno zůstává silnější, stěny jsou podstatně slabší. Tento způsob se používá pro výrobu vyšších plechovek, kdy  $h = 2d$  (pro hliník i více), což jsou převážně nápojové plechovky. Plechovky se lakují po tvarování.



a) opakované tažení  
b) tažení s protahováním

Obr. 2-40 Výroba tažených plechovek

### Otevírání plechovek

Donedávna bylo otevírání plechovek poměrně obtížné, protože šlo v podstatě o stříhání nebo řezání ocelového plechu. Vždy bylo zapotřebí nějakého nástroje. První plechovka byla patentována r. 1810, otvírák až v r. 1855. Do té doby se používal bajonet (vojáci), nůž, dláto, kladivo. V posledních letech je snaha o otevírání plechovek pouhou rukou bez použití dalšího nástroje – tzv. snadno otevíratelné plechovky. Je to umožněno tím, že víčko je z hliníkového plechu o tloušťce zpravidla 0,37 mm. Toto víčko je na obvodu naříznuto ze  $\frac{3}{4}$  hloubky a na okraji je nalisován kroužek. Pro nápoje je odtrhací otvor malý, pro tuhé náplně se odtrhne víčko celé (obr. 2-41).

Odrhovací víčka typu:

Easy – Open: odtrhne se celá slzička

Stand – Up: slzička se stlačí dovnitř, zůstává na víčku

Full – Up: odtrhne se celé víčko



Obr. 2-41 Způsoby otvírání plechovek

Aplikace hliníkových víček má i své nevýhody. Je to vysoká cena a požadavek šetrného sterilizačního režimu, aby se víčko nepoškodilo v místě naříznutí.

## 2.4.2 NEREZOVÁ OCEL

Nerezová ocel je ocel legovaná ušlechtilými kovy (Cr, Ni, Mn, atd.), obsah legujících přísad je pro použití v potravinářském průmyslu limitován.

Pro spotřební obaly je tento materiál neúnosně drahý, používá se pro přepravní nádrže a technologické nádoby.

## 2.4.3 HLINÍK

Hliník nabyl na významu, když se zjistilo, že je dobrou náhradou za nedostatkový cín pro výrobu tub a fólií. Uplatnění nacházejí také hliníkové plechovky.

Výhody: nízká hmotnost

měkkost, která umožňuje vyrábět tuby a plechovky tažením nebo folie válcováním

Nevýhody: energeticky náročná výroba

menší mechanická pevnost

menší chemická odolnost v kyselém prostředí

### • Korodovatelnost hliníku

Hliník má nízký elektrochemický potenciál a amfoterní charakter (je rozpustný v kyselém i zásaditém prostředí). Naproti tomu bývá povrch Al pokryt vrstvou oxidu, který způsobuje pasivaci kovu a tím poměrně značnou odolnost, pokud není tato vrstva porušena.

Ochrana hliníku před korozi:

- hliník bez povrchové úpravy: pro náplně zcela neagresivní, s krátkou dobou skladování (potraviny nepřilíš kyselé pH 5,7 – 7,6 obsahující stabilizátory koroze, např. cukr - slazené kondenzované mléko, mléčné krémy, sušené výrobky, apod.)
- eloxace hliníku: povrchová ochrana elektrochemickou povrchovou oxidací, nehodí se pro kyselé potraviny, snese některé výrobky s obsahem soli (např. ryby, maso, neslazené mléko, některé sýry)
- lakování eloxovaného hliníku: pro náročnější náplně (např. ryby v tomatové šťávě, zelenina ve slaném nálevu, ovocné kompoty)
- lakovaný hliník bez předchozí eloxace: méně odolný

Všeobecně lze říci, že hliník se používá pro méně kyselé náplně.

## • Obaly z hliníku

Z hliníku jsou dnes vyráběny především spotřebitelské obaly (obr. 2-42). Jako přepravní obaly se dříve používaly hliníkové sudy, které jsou dnes nahrazeny nerezovými sudy KEG.

Spotřebitelské obaly:

plechovky

tuby

aerosolové nádoby

fólie

polotuhé obaly, hlavně misky

funkční části jiných obalů – víčka

zastoupení v laminovaných obalových materiálech



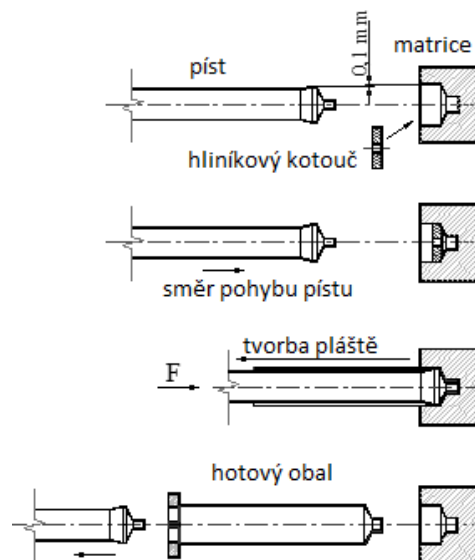
Obr. 2-42 Obaly z hliníku

### Plechovky

Jsou to především dvoudílné nápojové plechovky vyrobené tažením. Boční šev v případě třídílné plechovky nepřipadá v úvahu, hliník se nedá letovat, svařovat jen velmi obtížně. Proto by musel být boční šev těsněn latexem a plechovka by tím ztratila pevnost.

### Tuby

Vyrábějí se z vysoce čistého hliníku vytlačováním z vyžíhaných kalotů (obr. 2-43). Hliníkový kotouč se uloží do matrice, tlakem pístu „teče“ hliník podél pístu vzhůru a vytvoří tak nádobku. Tuby se po vytlačení ořezávají na požadovanou délku a pak se vytáčí závit hrdla. Po lisování je tuba ve velmi tuhém stavu, proto se žihá při teplotě nad 520 °C, aby změkla. Tuby se vystříkují zevnitř lakem, popřípadě se potiskují a lakují zvenku. Dno tuby, kterým se plní obal, zůstává otevřené. Uzávěry se nasazují ještě před plněním. Pro některé náplně se nechává v hrdle pod kloboučkem tenká vrstva hliníku, která se musí před vytlačováním náplně prorazit. Náplň se tedy plní dnem do již potlaštěné tuby opatřené uzávěrem. Potom zavíračka smáčkne konce tuby, obvykle několikrát přehne a přehyb slisuje.



Obr. 2-43 Výroba tuby

### Folie

Hliníkové folie se získávají válcováním na tloušťku menší než 0,1 mm. Před konečným válcováním se Al pásy žihají, aby změkly. U velmi tenkých folií dochází k porušení neprodyšnosti vlivem různých vměstků apod. Proto se v náročnějších případech folie lakují nebo kombinují s jinými materiály, čímž se také zabrání korozi a zvýší se jejich pevnost. Takový obalový materiál má pak dobrou pevnost a pružnost i vynikající bariérové vlastnosti. Termoplastické laky dovolují uzavírat Al folie také svařováním. Při tloušťce nad 0,03 mm můžeme folii pokládat téměř za nepropustnou. Folie se používají na balení potravin, např. čokoláda, tavené sýry, silnější folie na uzávěry lahví a z nejsilnějších folií se vyrábějí různé misky pro hotová jídla apod.

## 2.5 SKLO

Sklo je osvědčeným obalovým materiálem a některé své výhody neztratilo ani ve srovnání s materiály novějšími.

<u>Výhody skla:</u> chemická odolnost	opakované použití obalů
dobrá omyvatelnost	dostupnost surovin
odolnost vůči teplotám	recyklovatelnost
tvrdost a pevnost v tlaku	dokonalé bariérové vlastnosti

### Nevýhody skla: křehkost

velká hmotnost  
nižší odolnost vůči teplotním změnám  
energetická náročnost výroby

O fyzikálních a chemických vlastnostech skla rozhoduje už složení skelné hmoty. Obalové sklo obecně obsahuje

křemík ( $\text{SiO}_2$  – 75 %) - omezuje tepelnou roztažnost skla (zlepšuje se jeho odolnost vůči teplotním změnám)

sodík ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$  – 15 %) - snižuje teplotu tavení, zároveň ale přispívá ke zvýšení tepelné roztažnosti

vápník ( $\text{CaCO}_3$  – 10 %) - zvyšuje chemickou odolnost

popřípadě další přísady (Al, Mg, K a další)

Přísadami se upravují některé vlastnosti skla, např.

Cer - sklo absorbuje UV záření

Olovo - zvýšený index lomu, sklo má více odrazů

Železo – sklo absorbuje infračervené záření

Různé sloučeniny kovů - barevné sklo

Sklo se může výborně recyklovat, do tavicí pece se přidává až 50 % střeptů. Dochází ke značným úsporám energie a urychlení procesu tavení.

Sklo se vyrábí tavením vsázky při teplotě 1400 – 1550 °C. Získaná sklovina se čeří (únik bublinek vznikajících plynů – důležité pro homogenizaci skla), chladí na pracovní teplotu (400 – 700 °C) a potom tvaruje a chladí. Správné chlazení taveniny je důležité, aby nevznikalo vnitřní pnutí, které je příčinou praskání hotových výrobků. Sklo se chladí do pevného stavu bez krystalizace – vzniká tzv. přechlazená kapalina. Řízeným procesem rychlého chlazení se dosáhne rovnoměrného vnitřního pnutí. Pokud dojde k rozbití takto vytvrzeného skla, rozbije se na krupici a ne na střepy.

- **Tvarování skloviny** (obr. 2-44)

Všechny způsoby lze automatizovat. Avšak velké obalové sklo (nad 15 l) a malé série obtížných tvarů se ještě někde zhotovují ručním způsobem, kdy se pomocí sklářské píšťaly vyfoukne polotovar a ten se v litinové formě vyfoukne do konečné podoby.

- lisování skloviny: na produktu je vidět šev
- vyfukování skloviny do formy stlačeným vzduchem: úzkohrdlé obaly
- lisofoukací způsob: kombinace předchozích způsobů, nejprve se předlisuje nádobka a pak se vyfoukne konečný tvar ve formě - širokohrdlé obaly, např. konzervové sklenice
- lití, válcování, tažení: ploché tabulové sklo, k výrobě obalů se nepoužívá



Obr. 2-44 Příklady tvarování skloviny

Kvalitu hotových obalů mohou ohrozit některé závady, vzniklé při tavení skla nebo při jeho tvarování. Rozsah vad je stanoven normami pro obalové sklo.

- vady ve skle (bubliny, puchýře, kamínky, trhliny)

Jsou na závadu především v silně namáhaných místech obalu, např. hrdlo. Snižují pevnost obalu.

- odchylky od předepsaných rozměrů

Nastávají deformací nedostatečně ztuhlého skla po tvarování. Jde o odchylky ve výšce, ovalitu hrdla, zešikmení roviny hrdla, odklon osy obalu apod. Tyto vady způsobují poruchy při plnění a uzavírání obalů a netěsnosti uzávěru.

- nerovnoměrná tloušťka stěny

Má vliv na pevnost a tepelnou odolnost, popř. objemovou přesnost obalu.

- sklo vytažené ze dna

Vzniká nalepováním skelné masy na razník při lisování. Při výjezdu razníku pak vznikají na dně jakési „krápníčky“. Dochází k tomu v případě, že je porušena antiadhezní vrstva razníku nebo je závada v chlazení razníku, který se pak přehřívá a sklo se nalepuje.

### Vlastnosti skla

#### • Tepelná odolnost

Tepelná odolnost je definována jako rozdíl teplot, které obal musí vydržet při prudkém ochlazení.

obaly pro sterilaci – musí vydržet změnu teploty o 40 °C

nápojové obaly – musí vydržet změnu teploty o 35 °C

Je při tom důležitý směr výkyvů teploty. Sklo je mnohem citlivější na ochlazování než na ohřívání. Je to dáno tím, že při ochlazování se sklo stahuje a je tedy namáháno v tahu, kdy je méně odolné než v tlaku, který vzniká při zahřívání.

Tepelná odolnost závisí na:

- koeficientu tepelné roztažnosti

Čím nižší hodnota koeficientu, tím vyšší odolnost.

Hodnota koeficientu je dána materiálovým složením skla.

- tloušťce skla

Tepelná vodivost skla je špatná. Při tepelných změnách vzniká mechanické napětí, dané roztahováním nebo smršťováním vrstvy, které vede k prasklinám. Tenčí stěny jsou tedy tepelně odolnější než silné – rychleji se vyrovnává teplota.

#### • **pevnost skla**

v tlaku: výborná

skleněné obaly snesou značné kolmé zatížení, což umožňuje jejich stohování

v tahu: podstatně méně odolné

při nárazu: značně citlivé, je křehké

U některých obalů se vyžaduje odolnost vůči vnitřnímu přetlaku

obaly k pasteraci - nejméně 1,2 MPa po dobu 60 s

speciální lahve (např. pro sekt) – 2 MPa

ostatní lahve – nejméně 0,8 MPa

Rozbitnost skleněných obalů ovlivňuje:

- soudržnost skla

Je ovlivněna povrchovým napětím. Porušení povrchu rýhami podstatně snižuje pevnost skla (umožňuje však jeho řezání, resp. záměrné lámání). Zabránění poškození povrchu skla přispívá ke zvýšení jeho mechanické pevnosti:

- mazání povrchu vychlazených lahví silikony: není příliš účinné
- nános vrstvy oxidu (nejčastěji titanu nebo cínu): horký povrch lahví se před chlazením postříkuje příslušným chloridem, který se rozkládá a vytváří tenkou vrstvu oxidu (0,2 – 2  $\mu\text{m}$ ), který zaplní mikrotrhliny a zpevní povrch
- potah plasty (PE, PVC): tloušťka vrstvy PE je 0,15 – 0,2 mm, PVC i tlustší. Tato vrstva zvýší odolnost proti nárazům ve srovnání s oxidy u PVC o 40 % a u PE až o

70 %. Vrstva plastu tlumí náraz svou elasticitou, pokud se láhev rozbije, zadržuje střepy a také dovoluje libovolně zabarvit obaly. Určitou variantou je použití smrštitelných etiket.

- tvar obalu

Nejpevnější jsou obaly válcovitého tvaru, nežádoucí jsou ostré přechody mezi tělem a dnem lahve; přechod mezi tělem a hrdlem lahve nemá takový vliv.

- tloušťka stěn

Lahve s tlustší stěnou jsou pevnější při mechanickém namáhání a vnitřním přetlaku, ale jejich tepelná odolnost je menší. Zvláště důležitá je tato vlastnost u tepelně sterilovaných výrobků, kdy je obal namáhán tepelně i vnitřním přetlakem. V tomto případě většinou lépe vyhovují lahve s tenčí stěnou.

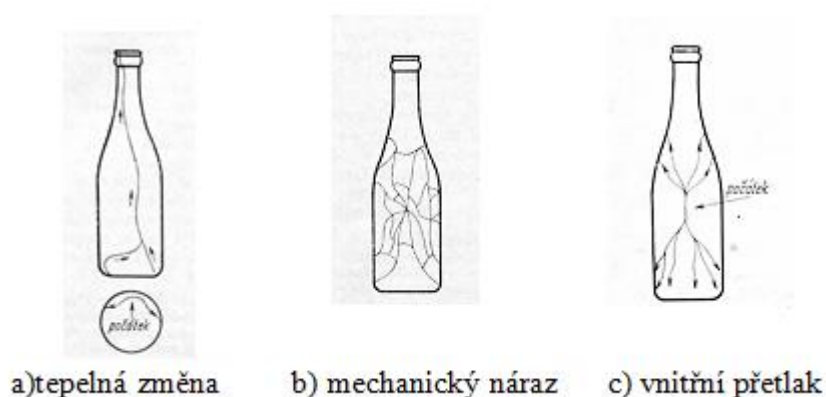
- nárazové zóny

Na horní a na dolní části lahve se vytvářejí nárazové pruhy, tj. tlustší pásy skloviny (obr. 2-45).



Obr. 2-45 Nárazové pruhy na lahvích

Příčiny způsobující praskání skla jsou tedy tři – tepelná změna, mechanický náraz a vnitřní přetlak. Pro jednotlivé příčiny je charakteristický vzhled prasklin (obr. 2-46), i když může docházet ke kombinaci příčin a vzhled prasklin není tak jednoznačný.



Obr. 2-46 Vzhled prasklin skleněných obalů



## • chemická odolnost

Ve srovnání s ostatními obalovými materiály je chemická odolnost skla výborná, přesto ke korozi skla může docházet.

### působení kyselin

Pouze nahrazují ionty  $\text{Na}^+$  a  $\text{Ca}^{++}$  vodíkovými ionty. Dochází tak k vyluhování alkalických kovů ze skla, aniž by se však narušila struktura skla. Tam, kde by mohly být alkálie vyluhované do náplně na závadu (např. biologické nebo farmaceutické náplně), vyluhují se předem v kyselém prostředí. Výjimku tvoří kyselina fluorovodíková (HF), která sklo narušuje.

### působení alkálií

Porušují vazby mezi křemíkem a kyslíkem, které jsou hlavním strukturním článkem skla. Sklo se tedy do alkalického prostředí rozpouští.

### hydrolytické třídy

Kritériem chemické odolnosti skla je výluh skelné drtě po 5 hodinovém varu v destilované vodě. Podle hmotnosti výluhu je sklo rozděleno do pěti hydrolytických tříd, kdy do I. třídy spadá sklo s nejnižší hmotností výluhu – tedy sklo chemicky nejodolnější.

běžná obalová skla – IV. nebo V. třída

potravinářské náplně nevyžadují vysokou chemickou odolnost skla

barevná obalová skla – II. třída

vyšší nároky na odolnost jsou dané možností vyluhování kovů použitých k barvení skla

Barevné obalové sklo (obr. 2-47) se používá v případech, kdy chceme odfiltrovat záření (světlo) nebo dodat obalu líbivější vzhled. Sklo se barví přidávkem různých oxidů kovů podle požadované barvy, např.:

hnědé sklo – sloučeniny železa s manganem, uhlíkaté látky (grafit, koks)

zelené sklo – sloučeniny železa a chromu

modré sklo – sloučeniny kobaltu a mědi

fialové sklo – sloučeniny manganu

rubínové sklo – zlato (koncentrace zlata 0,001 %)



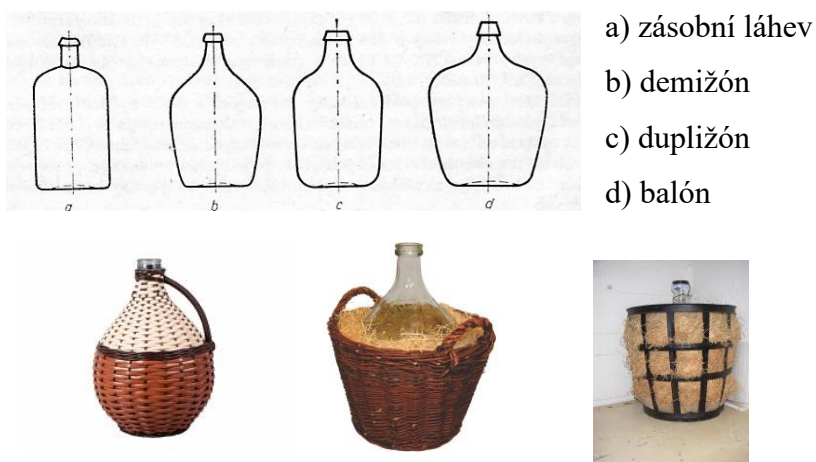
## 2.5.1 TYPY SKLENĚNÝCH OBALŮ

Skleněné obaly jsou především obaly spotřebitelské, ale mohou se používat i obaly větší, pro skladování nebo přepravu šťáv, koncentrátů, vína apod.

### Velké obalové sklo

- **Zásobní lahve, demižony, dupližony a balony**

Jsou určeny pro objem do 25 l, balony až do 50 l. Demižony a dupližony mohou být i jako spotřebitelský obal, někdy se oplétají. Balony se pro přepravu ukládají do ochranného obalu vyloženého vhodnou výplní. Mezi sebou se tyto obaly liší tvarem (obr 2-48).



Obr. 2-48 Velké obalové sklo

### Spotřebitelské obaly

- **Nápojové skleněné obaly (lahve)**

Obsah těchto lahví je v rozmezí 0,1 – 2,0 l. Tvar lahví je převážně válcovitý, z hlediska minimální hmotnosti jsou lepší nižší a širší tvary (dlouhé úzké hrdlo zvyšuje hmotnost). To vyhovuje i pro lahvářenské linky, kde se vysoké kónické lahve kácí, jiné tvary než válcovité vzpříčují.

K funkčně nejdůležitějším částem lahví patří uzávěry (obr. 2-49). Žádá se od nich především:

- těsnost: především pro sterilované výrobky a nápoje sycené  $\text{CO}_2$
- hygieničnost: uzávěr by měl překrývat a chránit před znečištěním celé ústí lahve
- záruka původního plnění: u některých typů se zajistí původnost plnění přelepením papírovou páskou, u šroubových uzávěrů se musí před otevřením oddělit vlastní šroubová část atd.
- znovu uzavíratelnost

### Podle uchycení rozlišujeme uzávěry:

#### - uvnitř hrdla

##### korkové zátky

Tradiční uzávěry především pro víno, dobře těsní, ale mají také nevýhody, jako uvolňování korku do náplně, nedostatečné překrytí hrdla (řeší se kloboučky z folií), nesnadné otevírání.

##### zátky z plastů

Nahrazují korek, odstraňují jeho některé nevýhody včetně nedostatku korku. Plastové zátky jsou plné nebo duté výlisky, hladké nebo žebrované.

#### - vně hrdla

##### korunkové uzávěry

K výhodám patří snadná mechanizace zavírání (jen axiální tlak), dobrá těsnost, je-li otvírák, snadné otevření. Nevýhodou je potřeba otvíráku, otevřenou láhev nelze znovu zavřít. Tyto uzávěry jsou vícesložkové. Jsou tvořeny čepičkou nebo korunkou z hliníku nebo pocínovaného ocelového plechu, která se zachycuje na vnějším obvodu hrdla. Do korunky se vkládá těsnící vložka z korku, lepenky, polyetylenu, atd. nebo se do čepičky vstříkuje plastisol (plast v kapalném změkčovadle). Těsnící vložku od náplně odděluje izolační vložka z hliníku nebo plastu.

##### šroubovací uzávěry

Vyrábějí se hliníkové nebo plastové, lahev se může snadno opakovaně uzavírat.



Obr. 2-49 Uzávěry lahví

- **Konzervové skleněné obaly**

Sem patří širokohrdlé sklenice od 150 ml do 5 l, je snaha používat pro různé objemy stejné velikosti uzávěru. U těchto obalů je kladen veliký nárok na hermetičnost uzávěru (sterilované výrobky) a požaduje se snadné otevírání. Typy víček pro konzervové sklenice jsou na obr. 2-50.

### Možnosti uchycení víčka

- víčko je uchyceno pod tlakem ve sklenici

Např. skleněná víčka s pryžovým těsněním, tzv. rýhovky.

- víčko je k hrdlu sklenice naválcováno nebo přitlačeno čelistmi zavíracího stroje

Např. hliníková víčka Omnia. Při uzavírání dochází k nevratné mechanické deformaci víčka, otevírají vypáčením.

- víčko je uchyceno pomocí několika (3 – 6) výstupků na hrdle sklenice

Např. víčka Twist-Off z ocelového plechu. Jde v podstatě o šroubový uzávěr.



Obr. 2-50 Typy víček pro konzervové sklenice

Podle toho, zda k hermetickému uzavření obalu dojde zároveň s uchycením víčka na hrdle nebo později, rozeznáváme uzávěry

#### - dýchající uzávěr

Při nasazení víčka ještě nedochází k hermetickému uzavření. Tento uzávěr umožňuje únik vzduchu ze sklenice během sterilace (při zahřevu dochází k rozpínání vzduchu) a teprve během zchlazování se vytváří potřebný podtlak a tím hermetický uzávěr. K tomuto typu patří uzávěry Omnia a rýhovky.

#### - nedýchající uzávěr

Po zavírací operaci je uzávěr hermetický a během sterilace již vzduch unikat nemůže. Hrozí odtržení uzávěru a porušení hermetičnosti během sterilace - víčko nelze přichytit tak pevně jako u konzervových plechovek. K tomuto typu patří uzávěry Twist-Off. Vzduch je nutné těsně před nasazením víčka odstranit:

- parovakuové zavírání  
sklenice se plní za horka a před nasazením víčka se nad náplň vstříkne pára, po jejíž kondenzaci se vytvoří v uzavřeném prostoru potřebný podtlak
- zavírání ve vakuové komoře – vzduch je mechanicky odsát vývěvou

Odstranění vzduchu z obalu má také žádoucí antioxidační účinek.

Pro náplně, které nevyžadují sterilaci (majonézy, ovocné pomazánky, apod.), se používají většinou šroubové uzávěry, požadavek na hermetičnost není tak vysoký.

## 2.6 PLASTY

Nejrychleji rozvíjející se skupinu obalových prostředků představují v současnosti obaly na bázi polymerů. Prvním vyrobeným plastem byl v roce 1855 nitrát celulózy (celuloid). Prvním plně syntetickým plastem byl bakelit (1909). Po první světové válce se začaly vyrábět první vinylové plasty (PVC, polystyren), v 30. letech minulého století polyamid (nylon). K širšímu uplatnění plastů dochází po 2. světové válce. Plasty byly zprvu používány jako náhražka tradičních obalových materiálů, postupně se však začaly záměrně využívat jejich charakteristické vlastnosti. Škála polymerních obalových materiálů používaných při balení potravin je velmi rozsáhlá a zahrnuje materiály, které se co do užitných vlastností diametrálně liší. Některé vlastnosti jsou však pro ně charakteristické a odlišují je od ostatních obalových materiálů.

Pro polymerní materiály je charakteristická možnost úpravy jejich vlastností ve velmi širokém rozmezí a to již při přípravě polymeru a dále při výrobě konkrétních obalových materiálů (fólie, lahve, misky atd.). Rozmanité vlastnosti plastů pak umožňují i velké množství možných aplikací od výroby plastových obalů až po využití při povrchové úpravě obalů z materiálů jiných (papíru, kovů či skla).

Polymer je obecně každá makromolekulární látka (molekulová hmotnost  $>10\,000$ ).

Monomer je jednoduchá organická (sloučeniny uhlíku) nenasycená látka

Jako plasty se označují organické makromolekulární látky, které jsou alespoň v určitém stadiu výroby plastické.

V obalové technice se používají polymerní materiály všech typů. Rozdělujeme je podle původu: přírodní

modifikované (polosyntetické)

syntetické

vlastností: termoplasty (většina používaných polymerů) – zachovávají si plasticitu

reaktoplasty (termosety) – po výrobě již neměknou

Základní typy reakcí vedoucí ke vzniku polymerů:

- **polymerace**

Řetězová reakce (spojení) velkého počtu monomerů jednoho druhu  $\Rightarrow$  vznikají makromolekuly

Kopolymerace – polymerační reakce dvou nebo více různých monomerů

Procentické chemické složení výchozích monomerů a vzniklého polymeru je stejné, nemění se, nevznikají vedlejší produkty.

- **polykondenzace**

Sled stejných opakujících se reakcí funkčních skupin výchozích látek vede stupňovitě ke stále větším molekulám za vystoupení nízkomolekulárních vedlejších zplodin.

Složení výchozích komponent a výsledného polymeru je různé.

- **polyadice**

Spojení molekul nenasyceného monomeru za odstranění dvojné vazby.

Složení polymeru je stejné jako u výchozí směsi, jen má odlišnou strukturu

## 2.6.1 VLASTNOSTI PLASTŮ DŮLEŽITÉ PRO OBALY

Obecně jsou vlastnosti plastů ovlivněny třemi hlavními faktory, a to

1. Chemickou strukturou (zejména povahou základní strukturální jednotky makromolekuly, rozsahem větvení hlavního řetězce a formou jeho prostorového uspořádání, orientací molekul, chemickou nehomogenitou, stupněm a strukturou vzájemného zesíťení atd.).
2. Molekulovou hmotností (především hodnotou střední molekulové hmotnosti, distribucí molekulových hmotností, indexem polydisperzity atd.).
3. Fázovou strukturou (tj. stupněm krystalinity, velikostí, rozdělením a polohou krystalitů, tvarem a množstvím sférolitů atd.).

Chemická struktura a molekulová hmotnost jsou ovlivňovány již při syntéze polymeru, fázová struktura až při jejich zpracování a aplikaci (tepelné a mechanické úpravě, aditivaci, atd.).

Pro praktickou aplikaci polymerních obalových materiálů je významné si uvědomit, že čím větší pravidelnost ve struktuře tím tužší, tepelně odolnější a méně propustná je daná forma polymeru. V souladu s tím jsou v praxi ovlivňovány vlastnosti polymerních obalových prostředků úpravou stupně krystalinity změkčením a orientací plastu.

Pokud jde o významné vlastnosti polymerů, které se využívají v obalové technice, jsou významné zejména plasticita, pružnost, mechanická, chemická a tepelná odolnost, popř. elektrické vlastnosti.

### **Plasticita**

Plasticita polymerů za vyšších teplot umožňuje relativně snadné tvarování a zpracování těchto materiálů na fóliové materiály nebo duté obaly. Přidáním změkčovadel je plast měkčí, snáze tvarovatelný, ale vždy dojde ke snížení bariérových vlastností (je propustnější). Plasticita polymerů umožňuje i tepelné spojování (svařování) obalových materiálů.

### **Pružnost**

Pružnost (elasticita) je další významnou vlastností polymerů. Z hlediska obalů poskytuje polymerním obalům obecně odolnost vůči mechanickým rázům. Velkou pružností vynikají mezi polymery zejména tzv. elastomery.

Pružnost za normální teploty se využívá u tzv. průtažných fólií. Fólie je natahována kolem výrobku a fixována v tomto předepjatém stavu svarem nebo i jinak (lepení). Průtažnost bývá 5 – 20 % a je důležité, aby nedocházelo k výraznému uvolnění napětí fólie v závislosti na čase. Průtažné fólie (EVA, měkčený PVC) nepotřebují záhřev, takže jsou investičně a energeticky výhodnější než smrštitelné fólie, ale hůře sledují složité tvary výrobků.

Smrštitelné fólie (LDPE, EVA) jsou výhodné především pro kusovité a nepravidelné výrobky. Jestliže se protažená a ochlazená fólie znovu zahřeje, dojde k jejímu smrštění, které závisí na teplotě a době působení. Teoreticky může být dosaženo původních rozměrů fólie před protažením (100% smrštění), prakticky se dosahuje max. 80% smrštění. Protahování může být jednosměrné nebo ve dvou směrech na sebe kolmých či různé. Pro smrštění se používá ohřev horkou vodou (teploty do 100 °C, sdílení tepla je lepší než u vzduchu) nebo horkým vzduchem (vyšší teploty).

### **Pevnost v tahu, rázová pevnost, tvrdost a tuhost**

Tyto vlastnosti určují vhodnost pro automatizované operace, odolnost vůči nárazům během manipulace, odolnost vůči mechanickému namáhání – přepravky, kontejnery, vázací pásy, atd.

### **Chemická odolnost**

Chemická odolnost polymerních materiálů závisí na typu plastu. Z hlediska balení potravin je však vcelku dobrá, a proto se polymerní materiály velmi často aplikují jako ochranné povlaky na jiné materiály (konzervové laky, impregnace papíru atd.).

## **Tepelná odolnost**

Tepelná odolnost závisí na bodu měknutí, určuje vhodnost materiálu pro tepelné svařování, plnění horké náplně do obalu, sterilaci v obalu nebo křehkost plastů při nízkých teplotách,

## **Bariérové vlastnosti**

Určuje se schopnost materiálu zabránit pronikání plynů (především N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>), aromatických látek a vlhkosti. Změkčením plastů se bariérové vlastnosti vždy zhorší.

## **Elektrické vlastnosti**

Při manipulaci s polymerními materiály se uplatňuje tzv. povrchový odpor, charakterizující schopnost materiálu hromadit na svém povrchu elektrický náboj následkem mechanických vlivů při manipulaci. Obecně, je-li hodnota povrchového odporu větší než 10<sup>11</sup> Ω, bude se materiál nabíjet elektrostatickým nábojem (PVC), nebezpečí vzniku náboje nehrozí u materiálů s odporem menším než 10<sup>9</sup> Ω (celofán). Nabíjení elektrostatickým nábojem může způsobit špatný posun fólií balicími a potiskovacími stroji, ulpívání sypkých náplní na obalu a tím zhoršená kvalita svaru, ulpívání prachu na hotových obalech, nebezpečí vzplanutí, elektrické výboje ohrožující obsluhu, atd. Řešením je pak antistatická úprava, spočívající ve snížení povrchového odporu nánosem vodivějšího materiálu nebo vmísením antistatických látek do celé hmoty. Může se použít také ionizace – zvýšení elektrické vodivosti vzduchu v blízkosti fólie tam, kde je nejvyšší náboj a jeho vybití.

### **2.6.1.1 Tvarování plastů**

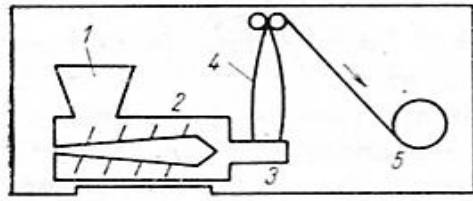
Způsob tvarování často zásadním způsobem ovlivňuje vlastnosti vyráběného obalu, např. obaly tvarované injekčním vstřikováním mají dokonalou geometrii, ostré detaily a optimální rozdělení hmoty ale jsou výrazně dražší (cena formy) v porovnání s podobnými obaly tvarovanými termoplastickým tvarováním (kelímky, misky atd.).

Mezi základní způsoby tvarování plastů při výrobě obalových prostředků patří:

- **Extruzní vyfukování folií**

Přes kruhové ústí trysky se vytlačuje bezešvý rukáv při současném vhánění vzduch. Folie je chlazená a navíjena na cívku (obr. 2-51). Bezešvé rukávy se používají pro výrobu sáčků, pytlů, smrštitelných folií, atd.



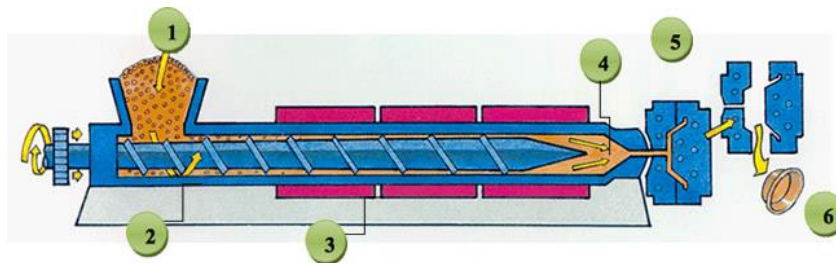


1. Násypka plastového granulátu
2. Extruder
3. Kruhová tryska
4. Bezešvý rukáv
5. Cívka

Obr. 2-51 Extruzní vyfukování folií

- **Vstřikování tekutého polymeru do formy**

Tekutý plast je z extruderu vstřikován tlakem plastifikačního šneku do uzavřené formy a v ní kontrolovaně chladne (obr 2-52). Tento způsob se používá pro výrobu tub, víček, uzávěrů, preforem.



1. granulát 2. šnek 3. ohřev 4. vstřikování roztaveného plastu 5. chlazení 6. hotový výrobek

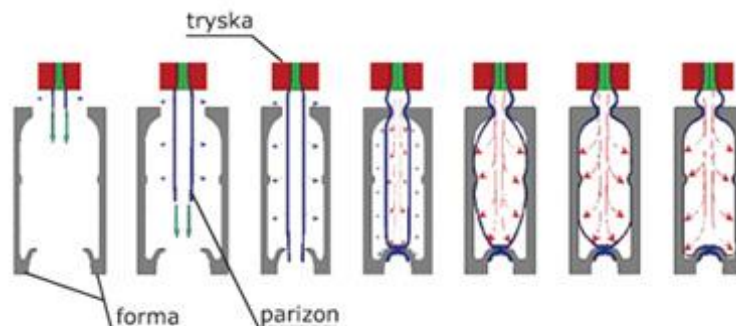
Obr. 2-52 Vstřikování plastů do formy

- **Vyfukování do formy**

Předlisek (tzv. preforma, obr. 2-53) nebo parison (nekonečný rukáv) je umístěn do formy, zahřát a vyfouknut stlačeným vzduchem (obr. 2-54). Výroba plastových lahví nebo dutých nádob.



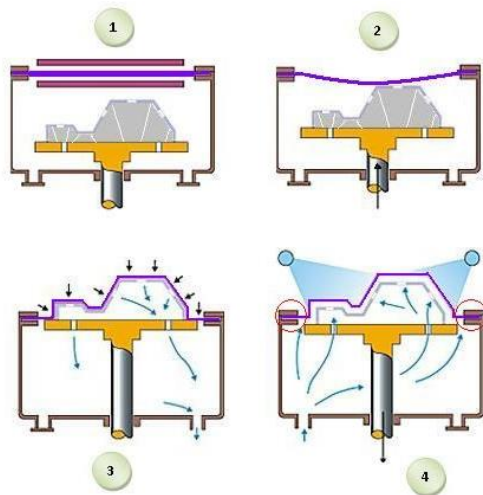
Obr. 2-53 Preforma



Obr. 2-54 Vyfukování do formy

- **Termoplastické tvarování**

Folie je změkčena teplem a přetlakem nebo podtlakem plynu je tvarována do formy nebo se folie tvaruje na razník (obr. 2-55). Tento způsob se používá pro malé série a velké díly.

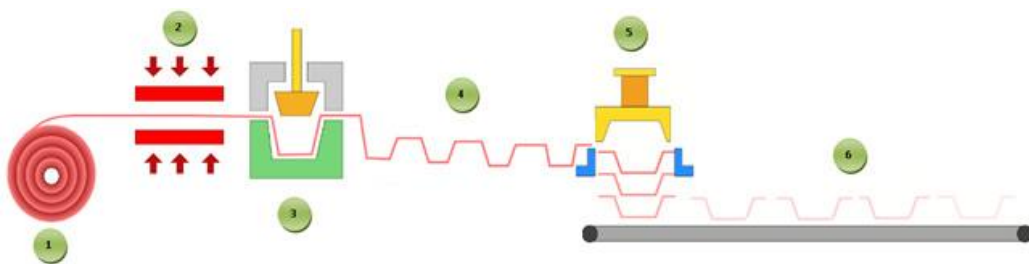


1. Ohřev
2. Vyzdvižení formy
3. Vytvoření vakua mezi formou a folií
4. Vhánění vzduchu do formy a pokles formy

Obr. 2-55 Termoplastické tvarování plastů

• **Termoplastické tvarování v lince**

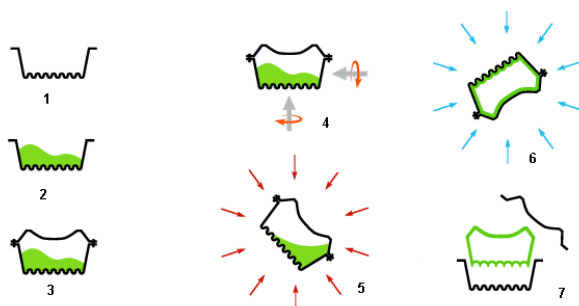
Princip je stejný jako v předchozím případě. Tento způsob se používá pro velké série, např. pro výrobu kelímků na jogurty apod., blistry, atd. (obr. 2-56).



1. Folie 2. Ohřev 3. Tvarování 4. Chlazení 5. Vysekávání jednotlivých obalů 6. Odsun obalů

Obr. 2-56 Termoplastické tvarování plastů v lince

• **Rotační tvarování (obr. 2-57)**

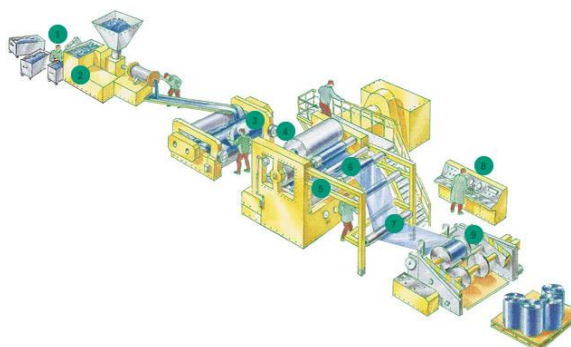


1. otevřená forma
2. plnění formy surovinou
3. uzavření formy
4. rotace kolem 2 os
5. ohřev během otáčení
6. chlazení po roztavení materiálu
7. vyjmutí hotového výrobku

Obr. 2-57 Rotační tvarování plastů

- **Válcování**

Změkčený polymer je veden do kalandru tvořeného válci. První válce jsou vyhřívané a tvarují hladkou folii, poslední válce jsou chlazené (obr. 2-58).



Obr. 2-58 Válcování plastů

- **Lisování**

Lisování se používá především pro tvarování termosetů. Ty jsou ve formě prášku zahřívány ve formě a potom lisovány do konečné podoby.

### 2.6.1.2 Tepelné spojování (svařování) plastů

Tepelné spojování (svařování) plastů umožňuje jejich plasticita. I z tohoto důvodu jsou často nanášeny na povrch jiných materiálů (kovy, papír) laminováním nebo jako termoplastické laky. Přejít z tuhého do kapalného skupenství je u termoplastů pozvolný. Je tím pozvolnější, čím má daný plast amorfnější charakter (neuspořádané molekuly). Pro svařování je výhodnější pozvolnější průběh tavení (resp. pozvolný pokles viskozity taveniny v závislosti na teplotě), protože jsou pak menší nároky na dodržení teplotního a tlakového režimu. Vlastní svařování se provádí zahřátím materiálu až k jeho teplotě tavení a přitlačení spojovaných materiálů k sobě.

**Pevnost tepelného spoje** určuje teplota, tlak, doba působení, kromě toho vlhkost, znečištění, atd. Většinou se požaduje maximální pevnost spoje, někdy se však požaduje tzv. **loupateľný spoj** (obr. 2-59) To jsou např. kelímky s hliníkovými víčky. Pak se při svařování používá spíše nižší teplota a vyšší tlak.



Obr. 2-59 Loupatelný spoj

K ohřevu spojovaných materiálů se používá:

- **kondukční ohřev v čelistech s odporovým drátem**

Na svařovacích čelistech hrozí napalování plastu (nejvyšší teplota je u čelistí, vzhledem k špatné tepelné vodivosti plastů je v místě spoje teplota nejnižší). Čelisti se proto pokrývají antiadhezním materiálem, teflonem. Natavování plastu na čelisti se zamezí také výběrem vhodného svařovaného materiálu. Spojují se lamináty, u kterých je vrstva přiléhající k čelisti netavitelná (papír, celofán) nebo s podstatně vyšší teplotou tavení (polyestery, polyamidy). Další možností, jak zamezit napalování je tzv. impulsní svařování. Svářecí orgán dostává pouze tepelné impulsy, čelisti se nevyhřívají nepřetržitě, ale jen po dobu potřebnou k jejich vyhřátí (1s). Tlak čelisti se uvolní až po jejich vychladnutí.

- **ohřev ultrazvukem**

Spoj se vytváří působením ultrazvukových kmitů na rovinu spoje při současném působení přítlačné síly. Působením tepla, které vzniká, dochází k tavení a jednotlivé části jsou tlačeny k sobě. Celkový svařovací čas je 2 – 3 s. Pro každý materiál je vhodná jiná amplituda vibrací ultrazvuku.

Používá se ke spojování polotovarů a výlisků z termoplastů, např. svařování tub, v automobilovém průmyslu nebo elektrotechnice.

- **vysokofrekvenční ohřev**

Materiál se ohřívá vysokofrekvenčním proudem (frekvence 27,12 MHz) mezi dvěma elektrodami za současného působení tlaku. Použití je omezeno dielektrickými vlastnostmi materiálu, nejvhodnější jsou PVC, PVdC, EVA, PET.

Nejčastěji se tímto způsobem svařují různé folie, např. nepromokavé plachty nákladních aut a kamionů, krycí potahy motorových vozidel, člunů a letadel, nafukovací haly, velkostany, zemědělské plachtoviny, nafukovací výrobky (hračky, čluny, matrace), nepromokavé oděvy.

## 2.6.2 ZÁKLADNÍ TYPY POLYMERŮ

Polymery můžeme dělit na přírodní a syntetické, ty potom do dalších podskupin.

### **Přírodní polymery**

- deriváty celulózy: celofán, nitráty celulózy, acetát celulózy
- deriváty bílkovin: želatina, klišovková střeva
- kaučuk a jeho deriváty: přírodní kaučuk, chlorkaučuk

(deriváty – chemické sloučeniny vzniklé náhradou zpravidla atomu vodíku jinými atomy nebo atomovými skupinami)

### **Syntetické polymery**

- polyolefiny: polyetylen PE, polypropylen PP
- vinylové sloučeniny: polystyren PS, polyvinylchlorid PVC, polyvinylidenchlorid PVdC, polyvinylacetát PVAC, polyvinylalkohol PVOH
- akrylové polymery: polymethylmetakrylát PMMA, polyakrylonitril PAN
- dusíkaté polymery: polyamidy PA, polyuretany PU
- polyester: polyethylentereftalát PET, polykarbonáty PC
- epoxidové či fenolické pryskyřice

#### **2.6.2.1 Přírodní polymery**

- **Deriváty celulózy**

##### **Celofán**

Celofán je čistá celulóza, nemá již vláknitou strukturu. Z hlediska použití v balení potravin jsou významné jeho typické vlastnosti, které lze charakterizovat následovně:

Velká hydrofobnost

Celofán přijímá vodu, měkne, protahuje se, ale nerozpouští se. Uvedené změny jsou reversibilní. Vzhledem k tomu není významnou bariérou pro vlhkost, která jím snadno proniká. Pokud je tomu třeba zamezit, je nutné celofán lakovat, např. nitrocelulosovými laky.

Výborná bariéra vůči pronikání plynů a par aromatických látek pokud je celofán v suchém stavu.

Po zvlhnutí a tedy změkčení propustnost významně stoupá.

Celofán není termoplastický, proto je nutné ho lepit nebo se opatřuje vrstvou termoplastického laku.

Používá se ve formě folií pro balení potravin, tabáku, cukrovinek, jako součást laminátů. Kromě folií se celofán používá i pro výrobu párkových střev.

V současné době jsou aplikace celofánu při balení potravin velmi omezené v důsledku vysoké ceny.

### **Nitrát celulózy (celuloid)**

Je považován za první termoplast. Nejprve se používal na výrobu různých okrasných předmětů a především jako laciná náhrada slonoviny, želvoviny, ebenového dřeva a perleti a při výrobě klasických fotografických filmů. Dalšími výrobky jsou míčky na stolní tenis a trsátka pro hru na strunné nástroje (obr. 2-60). Je součástí střelného prachu. V obalovém průmyslu se používá pro výrobu termosvařitelných laků a lepidel. Velkou nevýhodou je značná hořlavost.



Obr. 2-60 Celuloid

### **Acetát celulózy**

Používá se jako nehořlavá náhrada nitrátu celulózy pro výrobu laků a lepidel, také jako okénka v neprůhledném balení a dárkové balení.

- **Deriváty bílkovin**

V obalovém průmyslu našly uplatnění především při výrobě klišovkových střev z rekonstituovaného kolagenu a želatinových kapslí (viz kap 2.7).

- **Kaučuk a jeho deriváty**

#### **Kaučuk**

Surový kaučuk (latex) se získává nařezáváním kůry kaučukovníku brazilského. Ten se upravuje a vulkanizací se vyrábí "přírodní kaučuk" čili přírodní pryž, nesprávně označovaná jako guma. Nesnáší tuky (bobtná), na vzduchu oxiduje a křehne. Jeho použití při balení je omezené, využívá se především pro výrobu lepidel (samolepky) nebo nátěrových hmot a ve formě latexu jako těsnění.

Je nahrazován kaučukem syntetickým (gumotextilové obaly, pneumatiky).

#### **2.6.2.2 Syntetické polymery**

- **Polyolefiny**

Polyolefiny tvoří cca 25 % světové produkce plastů a představují v obalové technice velmi běžně používané polymery.

#### **Polyetylen (PE)**

Je tvořen uhlovodíkovým řetězcem ( $-\text{[CH}_2-\text{CH}_2\text{]}_n-$ ) bez postranních skupin. V obalové technice se využívají čtyři typy polyetylenu:

### LDPE:

Tento typ PE má menší molekulovou hmotnost a nižší hustotu ( $< 0,940 \text{ g.cm}^{-3}$ ), proto bývá označován jako polyetylen nízké hustoty (low density), zkratkou LDPE. Vyrábí se za vyšší teploty a tlaku (až  $300 \text{ }^\circ\text{C}$  a  $300 \text{ MPa}$ ), proto bývá označován také jako vysokotlaký PE.

K jeho vlastnostem patří tvrdost, vysoká pevnost v tahu a je velmi dobrou bariérou proti vlhkosti. Naopak má vysokou propustnost pro kyslík a aromatické látky. Důležitou vlastností LDPE je snadnost svařování daná relativně nízkou hodnotou bodu tání.

LDPE se využívá především pro výrobu fólií a sáčků (odnosné tašky, sáčky na mléko, atd.), smrštitelných fólií, šroubových uzávěrů a ochranných krytů. Často se používá jako svařovatelná vrstva na jiných obalových materiálech (obr. 2-61).

LDPE je zcela recyklovatelný materiál, často používaný s novými recepturami pro výrobu lahví, plastových panelů, tašek a nových typů plastových fólií pro tvarování za tepla.



Obr. 2-61 Obaly z LDPE

### HDPE:

Tento typ PE má větší molekulovou hmotnost a vyšší hustotou ( $> 0,940 \text{ g.cm}^{-3}$ ), proto bývá označován jako polyetylen vysoké hustoty (high density), zkratkou HDPE. Vyrábí se polymerací etylenu za pomoci katalyzátorů při nízkém tlaku, proto bývá označován také jako nízkotlaký PE.

V důsledku uspořádanější struktury než LDPE má lepší bariérové vlastnosti, výbornou mechanickou pevnost a tepelnou odolnost ( $130 \text{ }^\circ\text{C}$ ). HDPE velmi dobře izoluje a ponechává si své vlastnosti i při velmi nízkých teplotách.

Využívá se zejména pro výrobu fólií (Mikroten), varných sáčků a na obaly vystavené mechanickým účinkům, zejména přepravky, sudy, kontejnery, lahve, misky, atd. (obr. 2-62).



Obr. 2-62 Obaly z HDPE

### LLDPE:

Lineární PE nízké hustoty je přechodnou formou mezi výše uvedenými typy. Označuje se zkratkou LLDPE, vyrábí se od konce 70. let minulého století a využívá se zejména při výrobě smrštitelných a průtažných fólií.

### ULDPE:

PE ultra nízké hustoty (ULDPE) se dodává od konce minulého století. Díky velmi nízké hustotě ( $< 0,900 \text{ g.cm}^{-3}$ ) je extrémně propustný pro plyny a aromatické látky a využívá zejména pro balení čerstvého ovoce a zeleniny.

Z uvedeného je patrné, že jednotlivé formy polyetylenů vykazují navzájem charakteristické rozdíly ve struktuře, které se pak odráží ve vlastnostech těchto materiálů. V souladu s principem, že větší uspořádanost struktury působí větší mechanickou odolnost polymeru, snižuje jeho propustnost a zvyšuje tepelnou odolnost, platí následující pořadí: ULDPE, LDPE LLDPE a HDPE. Například tepelná stabilita HDPE je tak vysoká, že na rozdíl od ostatních forem PE snáší teplotu varu (ale velmi špatně se proto svařuje) a může být využit pro výrobu varných sáčků.

Vlastnosti PE mohou být měněny pomocí vhodných kopolymerizací. Z kopolymerů etylenů má nejvýznamnější postavení:

#### **Etylvinylacetát (EVA)**

Používá se k výrobě průtažných a smrštitelných fólií, pro svou měkkost a ohebnost je vhodný pro folie na balení zboží skladovaného při nízkých teplotách. Využívá se jako náhrada PE při výrobě vrstvených obalových materiálů.

#### **Etylvinylalkohol (EVOH)**

V oblasti polymerních materiálů představuje jednu z nejlepších bariér proti pronikání plynů a aromatických látek a je proto často součástí laminovaných materiálů. Nevýhodou je velká propustnost pro vlhkost, která se eliminuje kombinací (vrstvením) s materiály pro vodu nepropustnými, zejména polypropylenem.

#### **Polypropylen (PP)**

Polypropylen obsahuje v molekule na každém druhém uhlíku navázanou metylovou skupinu ( $[\text{CH}_2\text{-CH}(\text{CH}_3)]_n$ ). Vlastnosti jsou velmi podobné HDPE, navzdory nižší hustotě se však chová jako polymer s uspořádanější strukturou a proto je mechanicky odolnější, méně propustný a tepelně stálější než HDPE. Tepelná stabilita umožňuje jeho použití v autoklávech při sterilaci



potravin, snáší zde teploty až do cca 165 °C. S tím souvisí horší svařovatelnost, která se řeší koextruzí s PE nebo lakováním termoplastickými laky.

Aplikace PP při balení potravin zahrnují zejména biaxiálně orientované fólie (BOPP), představující v současné době nejrozšířenější fóliový materiál používaný k balení potravin, dále kelímky, misky, přepravní obaly, vázací pásy, výroba textilií (obr. 2-63).



Obr. 2-63 Obaly z polypropylenu

- **Vinylové polymery**

Jako vinylové polymery se označují polymery obecné struktury  $-\text{[CH}_2\text{-CHR]}_n-$

Podle substituentu sem zařazujeme polystyren ( $R = -\text{C}_6\text{H}_5$ ), polvinylchlorid ( $R = -\text{Cl}$ ), popř. polyvinylalkohol ( $R = -\text{OH}$ ) a polyvinilacetát ( $R = -\text{O-CO-C H}_3$ ).

### **Polystyren (PS)**

Spolu s polyolefiny a polvinylchloridem představuje nejpoužívanější plasty. PS je špatnou bariérou pro plyny a páry organických látek (ale lepší než PE), je dobrou bariérou vůči vlhkosti (ale horší než PE). Tepelnou stabilitu má velmi nízkou, tepelná stálost je jen do 70 °C, bod tání je 120 °C. Charakteristickým znakem PS je výborná průhlednost, čírost. Je velmi křehký, tříštivý. To se omezuje modifikací PS (kopolymer s akrylonitrilem nebo butadienem, atd.), získává se tak tzv. houževnatý PS, ten má nižší průhlednost. Dalším typem polystyrenu je pěnový polystyren. Protože je velmi hořlavý, mohou se přidávat zpomalovače hoření. Volný styren je toxický, proto je jeho obsah v materiálech určených pro kontakt s potravinami omezen hygienickými předpisy.

Aplikace PS při balení potravin zahrnují zejména kelímky a misky z čistého i houževnatého PS, podložky, proložky bonboniér, smrštitelné fólie. Pěnový PS poskytuje dobrou tepelnou a mechanickou izolaci. Vyrábějí se z něj přepravky (např. pro ryby prosypávané ledem), kelímky, misky, podložky a proložky (obr. 2-64).



Obr. 2-64 Obaly z polystyrenu

### Polyvinylchlorid (PVC)

PVC je velmi všestranný, může být pružný nebo pevný, čirý nebo barevný, to vše v závislosti na přidaných látkách a účelu jeho použití. Bariérovými vlastnostmi i tepelnou stabilitou je dosti podobný PS. Pokud jde o mechanické vlastnosti je neměkčený polymer tvrdý a mechanicky dosti odolný, je však stále vhodný pro termoplastické tvarování. Pro výrobu fólií je nutné polymer změkčit. Obsah změkčovadel se různí, obecně neměkčený PVC obsahuje do 5 % změkčovadel, měkčený PVC až 40 %. Problematika změkčování PVC představuje hlavní hygienický problém aplikace tohoto plastu v potravinářské technologii zejména s ohledem na možnost kontaminace potravin změkčovadly. V současné době nesmí PVC určené pro kontakt s potravinami obsahovat více než 25 % změkčovadel a nesmí být používány estery kyseliny ftalové. PVC nabízí dobrou stabilitu vůči povětrnostním vlivům, je tedy materiálem vhodným pro venkovní použití. Výrobky z PVC mohou vydržet i 100 a více let. Vzhledem k obsahu chlóru, je u PVC znesnadněno vzplanutí.

PVC se používá na výrobu proložek, kelímků a lahví, ale nízká tepelná odolnost znemožňuje plnění horkých náplní do obalů. Dále se z PVC vyrábějí průtažné a smrštitelné fólie a etikety (obr. 2-65). Změkčením se výrazně zvyšuje propustnost pro vodní páru, O<sub>2</sub> a CO<sub>2</sub>, takže obaly jsou vhodné pro čerstvé vodnaté výrobky (ovoce, zelenina, maso, sýry).



Obr. 2-65 Obaly z PVC

### Polyvinylidenchlorid (PVdC)

PVdC je další polymer využívaný při balení potravin, strukturou podobný PVC. Tento polymer má symetrickou molekulu, která podmiňuje výborné bariérové vlastnosti jak pro plyny a aromatické látky, tak pro vlhkost. Využívá se proto jako bariérová vrstva u extrémně nízko

propustných vrstvených obalových fólií, dále tvoří často podstatu tepelně svařovatelných laků aplikovaných jak při zpracovávání hliníkových fólií, tak polymerních či papírových výrobků.

### **Polyvinylacetát (PVAC) a polyvinylalkohol (PVOH)**

Aplikace těchto dalších vinylových polymerů při balení potravin spočívá zejména v jejich využití ve formě kopolymerů s polyolefiny či PVC, další možností je jejich aplikace do ochranných nátěrů či potravinářských lepidel.

PVOH (někdy se používá zkratka PVA) je rozpustný ve vodě. Používá se proto např. na výrobu rozpustných punčoch, nití a šňůrek pro rybolov, v textilním průmyslu jako pomocný materiál při šití textilních výrobků (u některých textilních výrobků je potřebné, aby došlo k rozpuštění šicích nití např. při technologickém praní) nebo různých rozpustných obalů. Výrobci nabízí mnoho druhů, které jsou rozpustné při různě vysokých teplotách.

### **• Akrylové polymery**

#### **Polymethylmetakrylát (PMMA)**

PMMA je termoplast, běžně známý jako akrylátové sklo (plexisklo). Mezi jeho přednosti patří odolnost vůči povětrnostním podmínkám a optická čírost, je lehký a odolný proti rozbití. Z těchto důvodů se často se používá jako alternativa ke sklu, zvláště tam, kde jsou nárazy nebo hmotnost problémem. Kromě toho je PMMA kompatibilní s lidskou tkání a může tak být užitečným materiálem pro protézy a transplantace, zubní protézy, optické čočky, atd. PMMA má také široké použití pro výrobky každodenní potřeby jako jsou tužky, vlasové spony, knoflíky, různé nádoby a další potřeby pro domácnost. Ve stavebnictví převládá využití PMMA pro vnitřní i venkovní osvětlení, signální ukazatele, nábytek, dělicí příčky, solární kolektory, barevná skla do koupelen, atd. V elektronickém průmyslu je využíván pro rozvod světla pro podsvícení TFT-LCD a díky vyšší odolnosti proti nárazu je používán na optická média (CD, DVD). S ohledem na cenu je jeho využití v obalové technice omezeno.

#### **Polyakrylonitril (PAN)**

PAN se zpracovává na textilní vlákna. Pro obtížnou zpracovatelnost se v obalové technice využívá ve formě kopolymerů, které vynikají extrémně nízkou propustností pro O<sub>2</sub> a CO<sub>2</sub> a jsou proto vhodné na obaly sycených nápojů. Vzhledem k tomu, že jsou to houževnaté, tvrdé materiály, používají se na výrobu kuchyňského zařízení. Akrylové polymery se využívají také při výrobě nátěrů či lepidel.

Vzhledem k toxicitě akrylonitrilu musí být všechny obalové materiály určené pro kontakt s potravinami testovány na jeho residuální obsah.

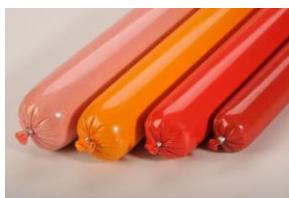
### • Dusíkaté polymery

Dusíkaté polymery obsahují v hlavním řetězci molekuly dusík. Hlavními typy těchto polymerů jsou polyamidy (charakteristická vazba - CO - N -), polyuretany (- O - CO - N -), polymočoviny (- N - CO - N -). V obalové technice se významněji využívají první dva typy.

#### **Polyamidy (PA)**

Mají velmi dobré mechanické vlastnosti, velkou pevnost. Jsou proto často aplikovány jako vnější vrstva laminovaných fóliových materiálů tam, kde je potřeba zajistit ochranu před mechanickým poškozením. Dále mají vynikající tepelnou odolnost, snášejí teploty až do 220 °C. To současně znamená, že není možné tepelně svářet. Propustnost pro plyny a aromatické páry je malá (závisí ale na obsahu vlhkosti). Nejsou dobrou bariérou proti pronikání vlhkosti, jsou hyroskopické, vykazují však značnou odolnost vůči působení tuků.

V balení potravin se polyamidy používají zejména ve formě fólií na varné sáčky a pečicí fólie. Velký objem výroby zaujímají i umělá střeva na masné výrobky a bariérové a vnější vrstvy vícevrstevných fóliových materiálů (obr. 2-66).



Obr. 2-66 Obaly z polyamidů

#### **Polyuretany (PUR)**

Svémi vlastnostmi představují přechod mezi amidy a estery. Vyrábí se polyadici různých diisokyanátů, glykolů či vyšších alkoholů. Využívá se především jejich stálostí vůči působení vody či zředěných kyselin i alkálií, tuků, dobré adhezi k nejrůznějším materiálům i odolnosti proti oděru.

V obalové technice se používají především ve formě nátěrů a lepidel. Tuhá pěna (molitan) slouží jako fixace v přepravních obalech, měkká pěna se používá jako těsnící pěna.

## • Polyestery

Polyestery představují velkou skupinu polymerů s rozsáhlým využitím v obalové technice. Vznikají obecně kondenzací polykarboxylových kyselin s vícemocnými alkoholy a podle složení výchozích látek mohou mít charakter termoplastických lineárních polyesterů nebo trojrozměrných, zesíťovaných polyesterů charakteru termosetů.

Typickými vlastnostmi lineárních polyesterů jsou vysoká pevnost, dobré bariérové vlastnosti pro plyny i vlhkost, pěkný vzhled, tj. čirost a lesk. Tepelná i chemická odolnost znamená velmi malou možnost kontaminace baleného produktu složkami polymeru. V tomto ohledu jsou polyestery patrně nejušlechtlejší z významných obalových polymerů.

Nejvýznamnějšími lineárními polyestery používanými při balení potravin jsou polyethyltereftalát (PET), polykarbonát (PC) a polyethylennaftalát (PEN).

### **Polyethyltereftalát (PET)**

Při použití pro výrobu vláken a tkanin se obvykle nazývá polyester, zatímco pro použití na výrobu lahví, kontejnerů a obalů se nazývá PET.

PET je inertní materiál, který je odolný vůči mikroorganismům a nevykazuje žádnou reakci s potravinami. Z tohoto důvodu je doporučován pro balení potravin, nápojů a léků. Byl schválen zdravotnickými organizacemi celého světa jako bezpečný materiál pro potraviny a nápoje. Je lehký, odolný proti rozbití, pevný. V celosvětovém měřítku je nejvíce recyklován, může být dále opět používán pro výrobu nádob na potraviny a nápoje, oblečení, díly pro automobilový průmysl a celou řadu dalších produktů.

Nejčastější aplikací v balení jsou lahve pro sycené nealkoholické nápoje a vody, v současné době také balení alkoholických nápojů a lihovin. Vyrábějí se z něj různé misky, i pro potraviny ohřívané v obalu a folie jednomateriálové i laminované (obr. 2-67). Vrstva PET zajišťuje mechanickou ochranu proti oděru nebo bariéru proti pronikání plynů či aromatických látek.



Obr. 2-67 Obaly z PET

## Polykarbonáty (PC)

Polykarbonáty představují specifickou skupinu termoplastických polymerů, které lze snadno opracovávat, formovat a tepelně tvarovat. Díky těmto vlastnostem mají široké využití. Polykarbonáty nemají jedinečný identifikační kód pro plasty, jsou identifikovány jako skupina "7 - ostatní".

Vlastnosti polykarbonátu jsou dosti blízké vlastnostem PMMA, ale polykarbonát je pevnější a použitelný v širším rozsahu teplot. Tento polymer je vysoce transparentní pro viditelné světlo, má lepší propustnost světla než mnoho druhů skla. Další výhodou je, že polykarbonáty váží pouze jednu třetinu hmotnosti PMMA a jednu šestinu hmotnosti skla. Ačkoliv má polykarbonát vysokou odolnost proti nárazu, je téměř nerozbitný, má nízkou odolnost vůči poškrábání a tak je například na polykarbonátová brýlová skla či vnější polykarbonátové součásti automobilů aplikována speciální ochranná vrstva. Jeho nevýhodou je, že je dražší než PMMA nebo sklo.

Polykarbonát je univerzální, pevný plast, který lze použít pro širokou škálu výrobků. Od neprůstředných oken po kompaktní disky (CD), pro sluneční brýle jsou používány polykarbonátové čočky, které jsou opatřeny filtrem zamezujícím průniku UV záření, ty jsou pak díky vysoké odolnosti proti nárazu ideální pro sportovní aktivity. Výčet možností použití je téměř nekonečný. Jejich aplikace v obalové technice je podobná jako pro PET, jsou sice propustnější a dražší, ale lépe se zpracovávají. Kromě toho se používají na výrobu kojeneckých lahví a velkých zásobníků na vodu (obr. 2-68).



Obr. 2-68 Obaly z polykarbonátu

## Polyetylnaftalát (PEN)

PEN v mnoha ohledech svými parametry převyšuje PET, je však také dražší. V současné době se vzhledem k lepším bariérovým vlastnostem používá zejména pro výrobu nápojových lahví pro výrobky citlivé k oxidaci, např. pro pivo.

### • Termosety

Tuto skupinu polymerních látek používaných v obalové technice tvoří materiály, které zesílením ztratily termoplasticitu. Do této skupiny patří termosetové polyestery, epoxidové a fenolické

pryskyřice. Těmto materiálům je společný obecný způsob jejich použití, tj. v současnosti zejména využití ve formě ochranných nátěrů či lepidel. Přitom se s výhodou využívá jejich chemické odolnosti a dobré adheze k povrchům nejrůznějšího typu.

### **Epoxidové pryskyřice**

Je nutné vytvrdit je zahřevem nebo tvrdidly. Mají výbornou přilnavost ke kovům, sklu, betonu, výbornou chemickou odolnost.

### **Fenolické pryskyřice (bakelit)**

Kromě laků a lepidel se lisováním vyrábějí různé součásti obalů např. víčka, šroubové uzávěry, atd. (obr. 2-69).



Obr. 2-69 Bakelit

### **2.6.2.3 Biodegradovatelné polymery**

Jako biodegradovatelný materiál lze označit takový materiál, který se při definovaných podmínkách (teplota, prostředí, tlak atd.) za enzymatického působení mikroorganismů dokáže chemicky a mechanicky rozložit. Výsledkem tohoto procesu jsou následující produkty:

- Oxid uhličitý ( $\text{CO}_2$ )
- Voda ( $\text{H}_2\text{O}$ ) nebo metan ( $\text{CH}_4$ ), dochází-li k procesu v anaerobním prostředí (tzn. bez přístupu vzduchu)
- Zbytková organická biomasa

Označení biodegradovatelný plast je často zaměňováno za bioplast. Bioplast znamená, že plast je vyrobený z přírodních (obnovitelných) zdrojů, ale nemusí být rozložitelný. Biodegradovatelný plast se může vyrábět jak z přírodních, tak neobnovitelných (fosilních) surovin a rozkládá se. Pomocí různých aditiv lze dosáhnout toho, že rozklad začne za přesně definovaných podmínek, tzn., že výrobek si zachovává funkční vlastnosti po celou dobu životnosti. Vlastnosti biodegradovatelných a konvenčních plastů jsou velmi podobné, širšímu uplatnění biodegradovatelných plastů zatím brání jejich vyšší cena, ve srovnání s konvenčními až desetinásobná. Nicméně tlak na ekologii vede k rozvoji těchto materiálů.

Pro polymery, které jsou kompostovatelné a splňují Evropskou normu EN 13432, je od r. 2006 zavedeno logo, znázorněné na obr. 2-70.

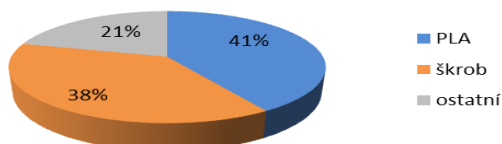


Obr. 2-70 Logo pro biodegradovatelný materiál

Nejčastější suroviny používané na výrobu biodegradovatelných plastů jsou:

- Petrochemické suroviny: polyvinylalkohol, specifické polyestery
- Obnovitelné suroviny: polysacharidy (škrob), proteiny a lipidy (želatina), kyselina polymléčná (PLA, polyaktid)

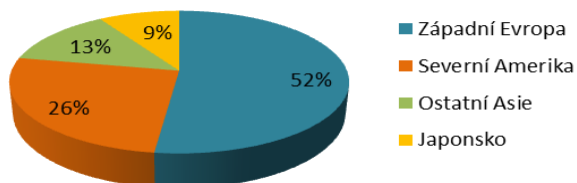
Na obr. 2-71 je vidět, že nejčastěji používanou surovinou (v r. 2014) pro výrobu biodegradovatelných plastů je PLA těsně následovaná škrobem, zbylých přibližně 20 % připadá na ostatní suroviny. Výhodou PLA je jeho naprostá biologická bezpečnost – lidské tělo časem PLA absorbuje, proto se z tohoto materiálu vyrábějí např. chirurgické nitě. Rychlost rozkladu se liší pro jednotlivé materiály a závisí na konkrétních podmínkách okolního prostředí, může se pohybovat v rozmezí několika týdnů až několika let.



Obr. 2-71 Spotřeba surovin pro výrobu biodegradabilních polymerů

Zdroj: Chemical Economics Handbook - Biodegradable Polymers

Biodegradovatelné materiály se vyrábějí především v Západní Evropě, Severní Americe a Japonsku (r. 2014, obr. 2-72). Rozmach výroby v Asii je způsoben především rostoucí výrobou těchto materiálů v Číně.



Obr. 2-72 Spotřeba biodegradovatelných materiálů ve světě

Zdroj: Chemical Economics Handbook - Biodegradable Polymers



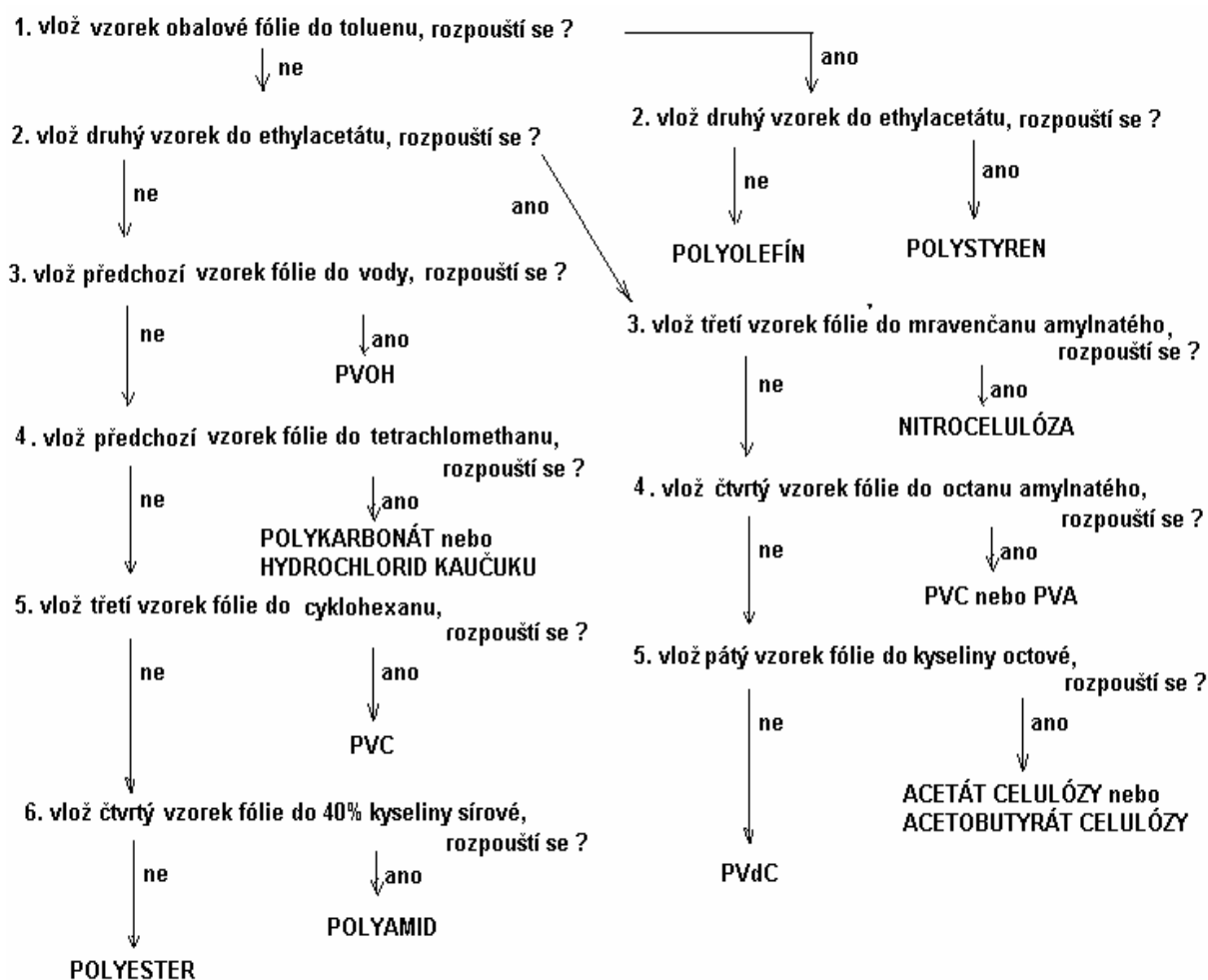
Většina biodegradovatelných materiálů se využije v obalové technice. Jedná se o nejrůznější folie, tácky, sítě, krabičky, lahve, jednorázové tašky. Biodegradabilní pytle se často používají pro sběr biologicky rozložitelného odpadu (obr. 2-73). Vyrábějí se z něj jednorázové jídelní potřeby – talíře, příbory, kelímky apod. a hygienické potřeby. Další uplatnění nacházejí v medicíně a zemědělství.



Obr. 2-73 Použití biodegradovatelné folie

#### 2.6.2.4 Zkoušení plastů

Kvalitu obalů z plastů je pochopitelně nutné kontrolovat. Běžné jsou mechanické zkoušky zahrnující nejrůznější testy pevnosti v tahu i tlaku. Zkoušení svařovatelnosti spočívá ve zkoušení pevnosti spoje polymerních materiálů připraveného za definovaných podmínek, tj. tvaru čelistí, tlaku jimi vyvinutého, teploty a doby sváření. Běžně se testují i optické vlastnosti obalových materiálů, zejména transparentnost (čirost), opalescence, lesk, popř. barva. K významným charakteristikám polymerních obalových materiálů náleží propustnost, u obalů potravin se běžně hodnotí propustnost pro plyny, vodní páru a aromatické látky. Vhodnost obalových prostředků pro kontakt s potravinami se hodnotí na základě migračních testů. Konečně často je třeba identifikovat neznámý polymer. K tomu se běžně používá spektrometrie v infračervené oblasti, při předběžném hodnocení se stále využívá smyslové posouzení včetně tzv. zkoušky v plameni, při které se hodnotí způsob hoření a charakter produktů hoření. Možná je i identifikace na základě testování rozpustností v organických rozpouštědlech (obr. 2-74).



Obr. 2-74 Schéma identifikace typu polymerní fólie

## 2.7 POŽIVATELNÉ OBALY

Kromě běžných obalových materiálů se v potravinářství používají i obaly požitelné. Chemicky jsou velmi různorodé, za základ mají některou skupinu živin nebo některé látky syntetické. Požitelné obaly se používají ve formě folií, povlaků nebo kapslí.

### Přírodní látky

- sacharidy

- jednoduché cukry

Jejich účinnost je omezena jejich hygroskopičností, použití je omezeno jejich sladkou chutí na speciální případy – glazování proslazeného ovoce, apod.

- deriváty celulosy, pektin

Používají se ve formě folií nebo povlaků.

- algináty

Používají se jako povlak vnitřní strany klihovkových střev pro lepší loupateľnost.

#### • bílkoviny

- želatina

Nejčastěji se používají ve formě kapslí ve farmacii, ale i v potravinářství pro aromatické látky, tuky, oleje, vitaminové preparáty, apod. (obr. 2-75)



Obr. 2-75 Želatinové kapsle

- klihovková střeva

Nahrazují střeva přírodní při výrobě masných výrobků (obr. 2-76). Získávají se rozvlákněním hovězí kůže (vepřová má vysoký obsah nežádoucího tuku). Vlivem hydroxidu vápenatého (CaOH) se uvolňují kožní vlákna, pak se klihovka pere (odstranění Ca a nečistot), nechá bobtnat v kyselině chlorovodíkové a rozmělnuje mezi rýhovanými válci. Rozmělněná masa se míchá, homogenizuje a nechá zrát. Vlastní výroba spočívá ve vytlačování klihovkové masy mezikružím za současného vhánění vzduchu, takže vzniká nekonečná hadice. Vytvarovaná střeva se suší a vytvrzují se skrápěním tvrdící kapalinou (kouřový kondenzát). Postříkané střevo se suší a nechává vyžrát. Hlavně širší průměry střev (nad 60 mm) se perou, aby se zbavily zbytků tvrdící kapaliny. Hotová střeva se tzv. řásní, tj. navlékají se na trubici příslušného rozměru a ta se potom používá při narážení masných výrobků. (obr. 2-77)



Obr. 2-76 Použití klihovkových střev

Obr. 2-77 Řásnění a narážení párků do střev

- lipoidní látky

- vosky

Mají nízkou propustnost pro vodní páru. V přírodě se vyskytují jako povlaky na listech a plodech na ochranu před vysycháním. V potravinářství se používají ze stejného důvodu jako povlaky na sýry, zmrazené výrobky, maso, ovoce, zeleninu. Na obr. 2-77 je použití vosku při balení sýrů a aplikace vosku na povrch jablek.



Obr. 2-78 Použití vosku

### Syntetické látky

Jejich použití podléhá povolení hygienika. Nejčastěji se používá polyvinylalkohol ve formě folie nebo jako povlaky.

Za obal je také možné považovat vrstvu ledu při glazování ledem (ryby). Led je extrémně dobrá bariéra pro kyslík, zabraňuje oxidaci a vysychání. Zmrazené ryby se na několik sekund ponoří do studené vody a tím se na nich vytvoří vrstvička ledu. Také přírodní slupka či kůrka může být považována za obal – chrání produkt před vysycháním a poškozením (obr. 2-79).



Obr. 2-79 Varianty požitelných obalů

Poživatelné obaly je možné použít ve funkci normálních spotřebitelských obalů, kdy chrání potravinu i před znečištěním. Pak se z potraviny před upotřebením odstraňují a jejich požitelnost je jen zárukou zdravotní nezávadnosti. Druhou možností je konzumace obalů i s potravinou – buď v původním stavu, nebo po tepelné úpravě (např. párky).

## 2.8 KOMBINOVANÉ MATERIÁLY

Každý obalový materiál má určité charakteristické vlastnosti, některé jsou neměnné, některé lze částečně ovlivnit během výroby materiálu nebo obalu. Nicméně vždy najdeme u daného materiálu kromě výhod také nějaké nevýhody pro balení konkrétního výrobku. Ve snaze vyrobit obal s co nejlepšími vlastnostmi dochází ke kombinaci materiálů, které se svými vlastnostmi doplňují. Jeden základní materiál pak dává obalu nejčastěji tvar, pevnost, stabilitu apod. a další jeden nebo i více materiálů doplňují vlastnosti jako odolnost proti vlhkosti nebo tukům, svařovatelnost, bariérové vlastnosti, ochrana náplně před obalem nebo naopak, zlepšení potiskovatelnosti a vzhledu. Problémem těchto kombinovaných materiálů je nemožné nebo nesnadné oddělení jednotlivých vrstev a tím pádem problém při recyklaci.

Nejčastějším materiálem, který se používá v kombinaci s jiným materiálem je plast a to různé druhy podle požadovaných vlastností. Plasty se mohou kombinovat s papírem (impregnace papíru, svařovatelnost sáčků apod.), kovem (např. plastové kelímky s hliníkovými víčky s termoplastickým lakem), sklem (ochrana lahví před rozbitím), jinými plasty (vícevrstvé plastové folie). Mohou se také kombinovat jiné materiály, např. papír a kov (podlepování hliníkové folie nepromastitelnými papíry pro máslo apod.) nebo více materiálů jako papír, plast a hliník v nápojových kartonech (obr. 2-80)



Obr. 2-80 Složení obalu TetraPak

## 2.9 POMOCNÉ OBALOVÉ PROSTŘEDKY - LEPIDLA

K pomocným obalovým prostředkům patří vedle různých výplní a výztuží také lepidla. V obalové technice patří k velice důležitým prostředkům, používají se při kašírování (slepování dvou a více vrstev stejných nebo různých materiálů), výrobě obalů (sáčky, pytle, skládačky), uzavírání naplněných obalů a etiketování obalů.

Od lepidel se vyžaduje:

dobrá adheze k lepenému materiálu

dobrá koheze (soudržnost), aby nedošlo k porušení spoje ve vrstvě lepidla

Vhodnost lepidla pro daný účel se určuje na základě zkušeností. Zatím není žádné lepidlo univerzální, i když existují lepidla s širokou škálou použití. Při výběru se musí brát v úvahu:

- druh lepených materiálů
- způsob lepení (strojové nebo ruční)
- speciální požadavky (např. smyvateľnosť etiket, tepelná odolnosť spoje, atď.)
- zdravotní nezávadnost tam, kde lepidlo přichází do styku s potravinou
- ekonomické hledisko – dostupnost a cena lepidla

Lepidla se mohou dělit podle principu tuhnutí ve spoji na lepidla tuhnoucí vlivem vsáknutí a odpaření rozpouštědla, lepidla tuhnoucí následkem chemické reakce, lepidla tavná a lepidla přilnavá.

### 2.9.1 LEPIDLA TUHNOUCÍ Vlivem vsáknutí a odpařením ROZPOUŠTĚDLA

Společným znakem je perezita a propustnost pro plyny alespoň u jednoho z lepených povrchů. Tento požadavek nemusí být někdy dodržen při lepení úzkých ploch. Důležitou charakteristikou u těchto lepidel je doba zasychání, která je nejkratší pro disperzní lepidla (5 – 20 s), déle zasychají lepidla dextrinová (30 – 100 s) a nejdéle lepidla škrobová (do 240 s).

Do této skupiny řadíme lepidla disperzní, rozpustná ve vodě a obsahující organická rozpouštědla.

## 1. Disperzní lepidla

Jejich podstatou je vodná disperze termoplastů (PVAC, EVA, atd.). Mají rychlou a vynikající adhezi k různým podkladům, rychle zasychají. Výhodou je také absence organických rozpouštědel a zpracování za normální teploty bez tvrdících přísad.

Jsou s tavnými lepidly nejvýznamnější skupinou lepidel pro balení potravin. Používají se při lepení sáčků a skládaček, kaširování plastových folií na lepenku a etiketování skleněných, kovových i plastových obalů

## 2. Lepidla rozpustná ve vodě

Vzhledem k dostupnosti surovin patří k nejlevnějším lepidlům. Patří sem lepidla rostlinná, živočišná a syntetická. Rostlinná a živočišná lepidla vyžadují konzervaci, protože podléhají mikrobiálnímu znehodnocení.

### a) rostlinná lepidla

#### Škrobová lepidla

Mají nízký obsah sušiny (10 – 40 %), takže pomalu zasychají a jsou proto často nevhodná pro strojové lepení. K slepovanému materiálu mají slabou adhezi.

Používají se k lepení papírů, při výrobě vinuté kartonáže, podlepování Al folií papírem a etiketování lahví. Škrob je ve studené vodě nerozpustný, takže etikety dobře drží v chladném a vlhkém prostředí (chlazení nápojů), zatímco v teplé vodě bobtná a mazovatí, takže se etikety dají v myčkách odstranit teplou vodou

#### Dextrinová lepidla

Základem jsou dextriny (vznikají štěpením škrobu při záhřevu s minerálními kyselinami). Obsahují řadu přísad – konzervační, změkčovadla, urychlovače schnutí, atd. Mají vyšší obsah sušiny než škrobová lepidla (45 – 60 %), takže rychleji zasychají a mají i větší adhezi okamžitě po nanesení. Nevýhodou je, že jsou hygroskopická a rozpustná i ve studené vodě a po zaschnutí vytvářejí křehký film.

Používají se pro strojové i ruční lepení sáčků a skládaček, strojové etiketování skleněných lahví, jako kancelářská lepidla a na známkách a obálcích.

#### Arabská guma (klovatina)

Je to přírodní pryskyřice z akácií, vhodná pro vlhké prostředí.

#### Kaučuk, gutaperča

Používají se jako součást přilnavých lepidel a pro lepení pryže.

### **b) živočišná lepidla**

Mezi nejstarší lepidla patří klíh. Dále sem spadá želatina, což je vlastně nejčistší klíh a lepidla kaseinová.

### **c) syntetická lepidla**

Mají dobrou a rychlou adhezi, jsou odolná vůči mikrobům, některá jsou vodovzdorná. Jejich cena je však vyšší než cena lepidel rostlinných a živočišných.

## **3. Lepidla obsahující organická rozpouštědla**

Do této skupiny patří organické roztoky termoplastických polymerů, kopolymerů a derivátů celulózy. Lepidla mají vysokou viskozitu a dobrou adhezi k mnoha materiálům. Roztoky se upravují přísadami (změkčovadla, atd.) a mohou se kombinovat, takže vzniká celá řada různých lepidel.

## **2.9.2 LEPIDLA TUHNOUCÍ NÁSLEDKEM CHEMICKÉ REAKCE**

Tato lepidla mohou být jednosložková nebo vícesložková. Při balení potravin se téměř neuplatňují, možnost je při výrobě dřevěných obalů.

## **2.9.3 LEPIDLA TAVNÁ – HOT MELTY**

V současnosti jedna z nejvýznamnějších skupin lepidel používaných pro balení potravin. Jde o směsi mikrokryalických vosků a různých termoplastů (kopolymery EVA, PE, PA, aj.), častou složkou je i kaučuk. Dodávají se ve formě granulátu, prášku, tyčinek, apod. Aplikují se po zahřátí na teplotu 140 – 180 °C, při které se roztaví, zkapalní a stanou se lepivá. Na spojované povrchy se nanášejí trysekou, válečkem, kolečkem, tyčkou nebo pomocí tavné pistole a díly se k sobě na několik desetin sekundy až několik sekund přitlačí. Předpokladem správné funkce tavných lepidel je nízká viskozita taveniny.

Tavná lepidla umožňují strojové zpracování a vysokou produktivitu. Používají se na strojní výrobu sáčků, lepenkových obalů a etiketaci skleněných, kovových a plastových obalů.



## 2.9.4 PŘILNAVÁ LEPIDLA

Používají se v kombinaci s vhodnými nosiči nejčastěji ve formě samolepicích pásek nebo etiket. Podstatou přílnavých lepidel jsou roztoky kaučuku, polyisobutylenu, aj. se změkčovadly. Samolepicí páska či etiketa je tvořena nosným materiálem (celofán, PVC, PP, papír, Al, aj.) s vrstvou přílnavého lepidla. Ta je chráněna podkladovým papírem s antiadhezním nátěrem, aby jej bylo možné před aplikací sejmout. Podkladový papír také umožňuje skladování v rolích. Spojení s podkladem se dosáhne pouhým přitlačením, téměř okamžitě je dosaženo maximální adheze. Tím, že se přílnavá lepidla používají na velkoplošné spoje, bývá celková pevnost slepu výborná, i když oproti tuhoucím lepidlům menší.

Aplikace etiket je vázána na použití etiketovacích linek nebo ručních kleští, protože při ruční aplikaci klesá výrazně výkonnost i kvalita. Samolepicí pásy se používají na uzavírání lepenkových přepravních obalů, jako protiskluzové prostředky pro fixaci pytlů a lepenkových beden na paletách, apod.

Samolepicím páskám jsou podobné obalové materiály s tzv. „studenými spoji“. Nejčastěji jsou tvořeny plastovou folií s přílnavým lepidlem naneseným pouze v místě budoucích spojů. Po zabalení se obal nezavírá svařováním, jen přitlačením.

## 3 POTISK OBALOVÝCH MATERIÁLŮ

Potisk obalových materiálů resp. obalů, patří k důležitým úpravám obalů. Tisk je způsob rozmnožování předlohy, při kterém se tisková barva z tiskové formy přenáší tlakem stroje na papír nebo jiný potiskovaný materiál.

Každý materiál se chová k barvě jinak, může ji částečně absorbovat (papír), neabsorbovat (kovy, sklo) nebo odpuzovat (plasty). Je třeba volit správné tiskové barvy a jim potom odpovídající tiskovou techniku. Např. pro plasty jsou vhodné převážně fyzikálně vysychající barvy, které se dobře nanášejí hlubotiskem. V některých případech se od barev vyžadují speciální vlastnosti, např. odolnost při vyšších sterilizačních teplotách. Tato problematika souvisí s ochranným lakováním těchto obalů.

Podle způsobu přenosu barev můžeme tisk dělit na přímý a nepřímý. Při přímém tisku přichází potiskovaný materiál do přímého kontaktu s tiskovou formou a k přenosu barvy dochází

přímo na potiskovaný materiál. Při nepřímém tisku se barva přenáší nejprve z tiskové formy na přenosový prvek a teprve z něj na potiskovaný materiál.

**Volba způsobu tisku** je ovlivněna několika faktory:

jak se materiál chová k barvě

charakterem potiskovaného obalu - měkký (papír, folie) x tvrdý (plech, sklo, plasty)

náročností reprodukcí

množstvím výtisků

ekonomickým hlediskem (závisí na použité technice, počtu barev a počtu výtisků)

**Tisková forma** je reliéfní, plošný nebo válcový útvar, který přenáší tiskovou barvu, zpravidla pomocí tlaku na potiskovaný materiál. Podle tiskové formy rozeznáváme čtyři základní tiskové techniky: tisk z výšky, tisk z plochy, tisk z hloubky a sítotisk. Pro potisk obalů se používají všechny tyto druhy tisku. Kromě těchto technik existují ještě některé další, využívající jiné způsoby přenosu barev, např. digitální tisk.

### 3.1 TISK Z VÝŠKY

Při tisku z výšky má tisková forma vyvýšené tiskové plochy, na které se nanáší barva a ta se pomocí tlaku přenáší na potiskovaný materiál, v podstatě jde o princip razítka (obr. 3-1). Aby vznikl při tisku obraz stranově správný, musí být vyvýšené prvky na tiskové formě provedeny stranově obráceně.

K této technice patří knihtisk a flexografický tisk.



Obr. 3-1 Tisk z výšky

#### **Knihtisk**

Patří k nejstarším tiskovým technikám, v Evropě byl použit poprvé r. 1453 k tisku Gutenbergovy Bible. V Číně byl znám mnohem dříve, přibližně od 8. století.

Užívá se hlavně pro tisk knih a časopisů, je však poměrně pracný a dnes ho nahrazují výkonnější postupy. Použití knihtisku pro obalové materiály je omezeno, používá se jen pro potisk archů (papír, celofán, Al a plastové folie), ne hotových obalů.

### Flexografický tisk (gumotisk)

Je variantou knihtisku, nejprve (od konce 19. stol.) byly vyvýšené tiskové prvky z gumy a používal se název gumotisk. V současné době (od r. 1974) se k výrobě tiskové formy používají fotopolymerní desky (štočky) a technika se nazývá flexografický tisk. Kresba se na štočky přenáší fotomechanickou cestou, štočky se pak připevní na tiskový válec a pomocí rastrového válce se na ně nanáší barva (obr. 3-2). Barvy se používají lihové, nízko viskózní, které rychle zasychají (několik sekund).

Spolu s ofsetem patří k nejpoužívanějším tiskovým technikám, těžištěm je potisk obalových materiálů a etiket. Z celkového objemu flexografického tisku připadá až 90 % právě na obaly. Je vhodný pro potisk papíru i vlnitých lepenek, skládaček, pytlů, sáčků, obálek, celofánu, kovových folií, plastů.



Obr. 3-2 Flexografický tisk

## 3.2 TISK Z PLOCHY

Tiskové prvky jsou v ploše, oproti tiskové formě nejsou vyvýšené ani zahloubené (obr. 3-3). Nejpoužívanější tisk z plochy je ofsetový tisk, dále sem patří ještě litografie a světlotisk. Ofset se používá od konce 18. století, na rozdíl od předchozích technik se jedná o nepřímý tisk.

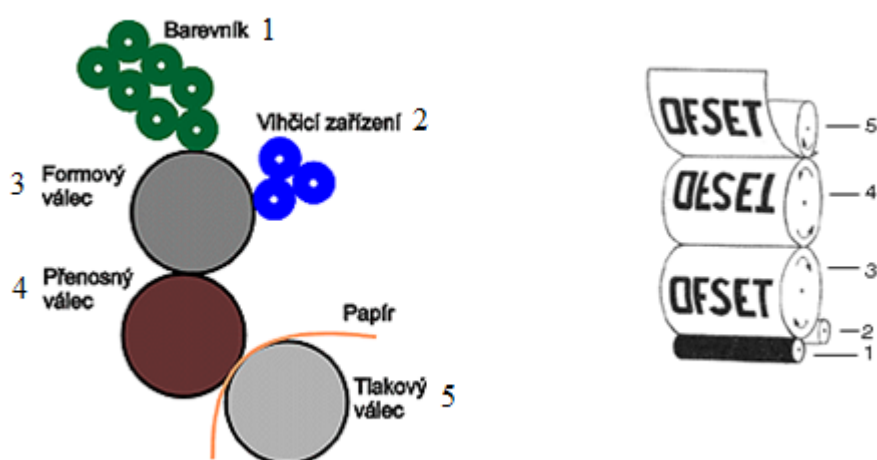


Obr. 3-3 Tisk z plochy

## Ofset

Tiskovou formou je tenký zinkový plech napnutý na válec. Tiskové prvky jsou v ploše, nevyvýšené. Tisková forma se upravuje tak, že tisknouce místa přijímají barvu a odpuzují vodu, zatímco netisknouce místa přijímají vodu a odpuzují barvu. Válec se nejprve vlhčí, tisknouce místa zůstávají suchá. Potom se pomocí válců nanáší vysoce viskózní, rychleschnoucí mastná barva, která ulpí na suchých místech, která mají tisknout, ostatní navlhčená plocha naopak barvu odpuzuje. Z tiskové plochy je barva tlakem přenášena na pružný gumový válec a z něho pak tlakem proti tlakovému válci přenášena na potiskovaný materiál (obr. 3-4).

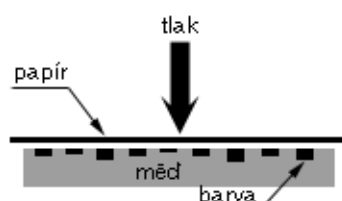
Tato tisková technika je vhodná pro potisk papírů, obalových plechů i skla (hlavně lahve). Nehodí se pro měkké kovové folie, plasty, celofán (při styku s vodou je rozměrově nestálý).



Obr. 3-4 Ofset

## 3.3 TISK Z HLOUBKY

Tiskové prvky jsou zahlobeny do tiskové formy (obr. 3-5). Pod tisk z hloubky patří hlubotisk a tamponový tisk.



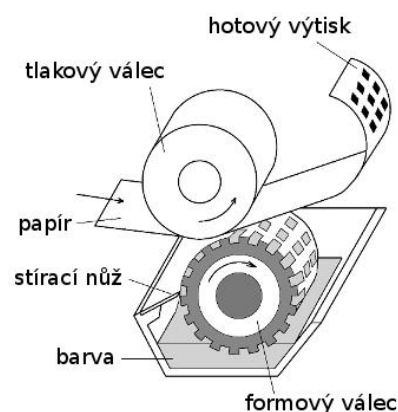
Obr. 3-5 Tisk z hloubky

## Hlubotisk

Tisková forma je válec, v jehož měděném plášti je do hloubky vyryt nebo vyleptán tiskový obraz. Ten je rozložen do stejně velkých, různě hlubokých jamek o stejné roztečné vzdálenosti nebo stejně hlubokých a různě velikých jamek nebo různě velikých a různě hlubokých jamek (tab. 4). Tiskový válec se polévá po celé šíři nízko viskózní, rychleschnoucí barvou. Z netisknoucích ploch se barva stírá pružným stěračem. Tlakem formového válce proti tlakovému válci s gumovým povlakem se barva přenáší z prohlubní na potiskovaný materiál. Hlubší (větší) jamky, ze kterých se dostává na plochu více barvy, odpovídají tmavším místům, mělké jamky místům světlejším (obr. 3-6). Tato technika se používá pro potisk papíru, celofánu, plastů i kovových folií. Je to nákladnější technika, vhodná pro větší počet výtisků.

Tab. 4 Rozložení jamek při hlubotisku

Velikost jamek	stejná	různá	různá
Hloubka jamek	různá	různá	stejná



Obr. 3-6 Hlubotisk

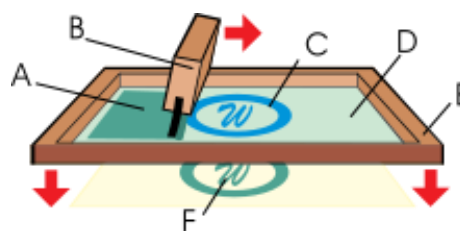
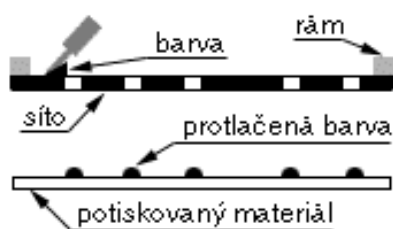
## Tamponový tisk

Obraz vyleptaný v povrchu formy se přenese na silikonový tampon, z něhož se přenáší na potiskovaný předmět. Užívá se k potisku nerovných ploch výrobků, obalů a podobně.

## 3.4 SÍTOTISK

Tisková forma je ploché nebo válcové síto. Obraz je tvořen průchozími oky síta, v místech, kde nechceme tisknout, jsou oka síta zaslepena. Vysoce viskózní, tixotropní barva (aby se po průchodu sítem neroztékala) se roztírá pružnou stěrkou přes formu na potiskovaný materiál (obr. 3-7).

Tato technika se může použít v podstatě pro všechny druhy obalových materiálů, lze potiskovat i hotové obaly (lahve, plechovky) nebo textilie. Je vhodná i pro menší série, protože jsou nízké náklady na tiskovou formu.



A. barva B. stěrka C. obrázek D. fotoemulze E. síto F. vytisknutý obrázek

Obr. 3-7 Sítotisk

### 3.5 DALŠÍ TISKOVÉ TECHNIKY

Kromě výše uvedených základních tiskových technik se může používat ještě řada jiných.

- **Digitální tisk**

Digitální tisk je nejmladší tiskovou technikou. Tisk probíhá přímo, soubory v počítači tedy přecházejí rovnou na papír a tisková forma není zapotřebí. K rozmnožení předlohy se na rozdíl od předchozích technik nevyužívá tlak. Běžně používané typy digitálních tiskáren jsou:

#### **Jehličkové**

Řada 8, 9 nebo 24 jehliček je umístěna v tiskové hlavě, která projíždí nad papírem kolmo na směr jeho posunu. Jehličky propisují přes barvicí pásku na papír jemné body, z kterých se skládají písmena a obrázky. Tyto tiskárny mají velmi nízké náklady na tisk a mohou vytvářet kopii průpisem (přes kopírák). Mohou se tak například tisknout mzdové listky ve speciálních zalepených obálkách. Nevýhodou je větší hlučnost, horší kvalita tisku a u levnějších modelů nízká rychlost tisku.

#### **Inkoustové**

Tisková hlava tryská z několika desítek mikroskopických trysek na papír miniaturní kapičky inkoustu.

#### **Laserové**

Barva se přenáší pomocí elektrostatických sil. Laserový paprsek vykresluje obrázek na kladně nabitý selenový válec a tam, kde posvítí, náboj zmizí. Kladně nabitý toner (barva ve formě prášku) se přenáší na válec na místa, kde svítil laser. Na ostatních místech je stále kladný náboj, tudíž se na ně kladně nabitý toner nepřichytí. Papír se nabije záporným nábojem, takže dojde k přenesení prášku na papír. Dále se musí barva ještě pořádně přichytit. Papír je přiveden k dvěma přítlačným válcům zahřátým na teplotu přibližně 180 – 200 °C, které barvu roztaví a zažehlí do struktury papíru.

- **Tisk ražebními foliemi**

Ražební folie se skládá z nosiče (polyester) s vakuově nanesenou vrstvou pigmentu. Krycí vrstvu tvoří adhesní film, který se při tisku taví a přichytává na potiskovaný materiál i s vrstvou pigmentu.

- **Reversibilní tisk**

Používá se u průhledných fólií, hlavně celofánu. Text či obraz se natiskne příslušnou technikou na rub průhledné folie, která tisk shora chrání a dodává mu efektní lesk. Někdy se ze spodu ještě podlepuje další ochranná folie.

- **Tisk Braillova písma**

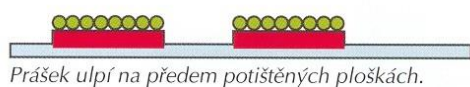
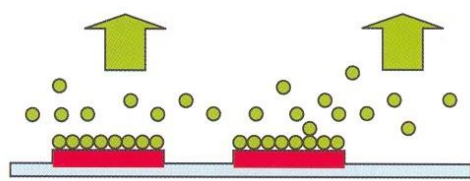
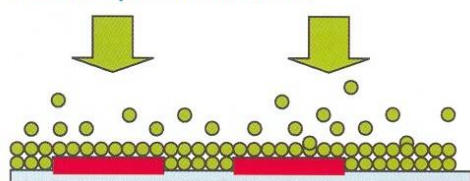
Braillovo písmo funguje na principu plastických bodů vyražených do materiálu. Je důležité, aby body zůstávaly výrazné i po delší době nebo třeba navlhnutí materiálu. U klasických ražených nápisů na papíře to není vždy dodrženo. Tento problém odstraní tisk pomocí termografie (nanesení termografického prášku na mokrý tisk vytvořený libovolnou technikou a jeho polymerizace za působení tepla), která umožní vytvořit dostatečně vysoký reliéf (obr. 3-8). Také je možné použít sítotisk, který dovoluje nanášet vrstvu barvy vytvrzované UV zářením.

#### Princip termografie

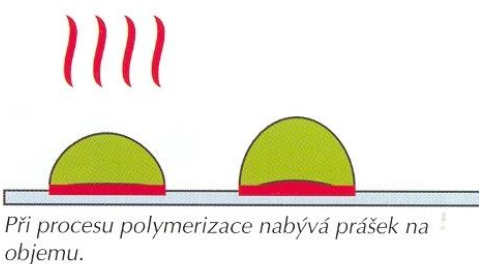
*Potisk*



#### Nanesení prášku monomeru



#### Polymerizace



Obr. 3-8 Tisk Braillova písma

## Vícebarevný tisk

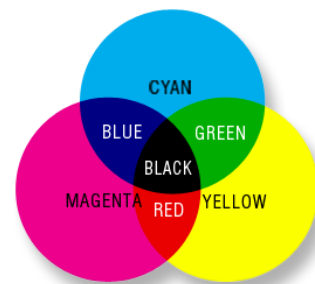
Je možné ho provádět v podstatě každou tiskovou technikou s tím, že se jednotlivé barvy nanášejí za sebou po zaschnutí předchozí barvy.

Různých barevných odstínů se dosáhne skládáním barev způsobem:

aditivním – barvy se nepřekrývají, tvoří různobarevné drobné plošky,

kteřé oko vnímá jako jeden barevný tón

subtraktivním – vrstvy barev se nanášejí na sebe (obr. 3-9)



Obr. 3-9 Překrývání barev

## 4 OCHRANA POTRAVIN OBALEM

Ochranná funkce je jednou ze základních funkcí každého obalu. Ten by měl maximální možnou měrou bránit nežádoucím změnám potravin během výroby, distribuce i skladování.

Změny potravin z tohoto pohledu mohou být následovné:

- změny nemikrobiologické, které lze dále rozlišovat na změny
  - mechanické: poškození fyzikálními vlivy nebo hlodavci a hmyzem
  - fyzikálně-chemické: vytěkání aromat, zvlhnutí, vysušení
  - chemické: oxidace
  - změny vlivem různých druhů záření
  - kontaminace cizorodými látkami
- změny mikrobiologické, vyvolané vegetací plísní, kvasinek i bakterií

Do jaké míry obal přispívá k uchovatelnosti potravin, závisí na tom, jak dalece ovlivňuje podmínky nezbytné pro uchovatelnost dané potraviny. Z tohoto hlediska máme různé případy:

- obal je nezbytnou podmínkou uchovatelnosti výrobku, např. hermetický obal u sterilovaných výrobků nebo parotěsný obal u hygroskopických sušených výrobků
- obal prodlouží skladovatelnost jen krátce, např. balení vodnatých potravin (ovoce, zelenina) a masa
- při použití nevhodného obalu se uchovatelnost potraviny zkrátí, např. neprodyšný obal u potravin, kde probíhají funkce živé tkáně, především výměna plynů s okolím (ovoce, zelenina)



Míru ochranného účinku lze vyjádřit koeficientem ochranné účinnosti obalu (K), který udává, kolikrát je údržnost baleného výrobku delší než nebaleného za stejných podmínek uskladnění.

$$K = \frac{D_b}{D_n}$$

$D_b$  - doba údržnosti baleného výrobku

$D_n$  - doba údržnosti nebaleného výrobku

Jeho hodnota se může pohybovat od nízkých jednotek až po hodnoty řádu  $10^3$ .

$K = 1 - 2$  čerstvé vodnaté potraviny

$K = 10 - 100$  sušené potraviny

$K = 10^3$  i více sterilované výrobky

Pokud je hodnota koeficientu menší než 1, znamená to, že byl pro balení použitý nevhodný obal. Výrobek bez obalu má delší trvanlivost, než výrobek balený.

Při balení potravin nejde však jen o prodloužení účinnosti, ale i o otázku hygienickou. Z tohoto hlediska je balení prospěšné i v případech, kdy hodnota koeficientu K nepřevyšuje o mnoho hodnotu 1.

## 4.1 INTERAKCE MEZI OBALEM A POTRAVINOU

Vzájemné interakce mezi obalem a balenou potravinou zahrnují chemické, resp. fyzikální reakce mezi potravinou, jejím obalem a okolím, které ve svém důsledku ovlivňují složení, kvalitu i fyzikální vlastnosti jak potraviny, tak obalu. Vzájemné působení obalu a potraviny představuje velmi široký komplex dějů, na kterém jsou založeny všechny principy ochrany potravin obalem, tj. zejména ochrana před mikrobiálním znehodnocením, mechanickým poškozením, oxido-redukčními změnami, změnami vlhkosti, změnami chuti a vůně, vlivem záření, změnami teploty, kontaminací cizorodými látkami a působením hmyzu a hlodavců.

Prakticky vždy při kontaktu potraviny s obalem dochází k vzájemnému ovlivnění, ani skleněné obaly, které jsou většinou považovány za inertní, takovými zcela nejsou. V důsledku rostoucí citlivosti analytických metod se významně rozšiřují znalosti o zákonitostech všech forem interakce obal-potravina. Souvisí to i s rostoucím stupněm zájmu široké veřejnosti o kvalitu a složení stravy.

Zcela obecně lze interakce obal-potravina rozdělit do pěti základních skupin:

## **1. Přenos složek obalu do potravin**

Do této skupiny patří děje, jako je koroze obalových materiálů působením potravin, charakteristická zejména pro kovy, ale i sklo. V tomto případě dochází k úplnému rozpouštění obalu nebo jeho části během skladování. Dalším typem vzájemného působení patřícím do této skupiny je migrace, kdy se do potravin uvolňují jen některé složky obalového materiálu, zatímco vizuálně se obalový materiál nemění. Migrace je charakteristická pro polymerní obalové materiály, z nichž se uvolňují zejména nízkomolekulární složky, tj. rezidua výchozích látek (monomerů) a aditivních látek z výroby plastu, nebo produkty degradace polymeru během zpracování.

Uvedené děje většinou negativně ovlivňují kvalitu baleného zboží a je proto základní snahou při volbě způsobu balení je maximálně omezit. Ve stádiu výzkumu a vývoje jsou však systémy balení, které se záměrným uvolňováním určitých látek příznivě působícím na kvalitu potravin z obalového materiálu do produktu počítají. Takovými látkami mohou být například antimikrobní činidla, antioxidanty, stabilizátory, atd.

## **2. Přenos složek potravin do obalu**

Do této skupiny patří celá řada významných dějů. Z hlediska poškození kvality potravin je významná zejména možnost absorpce aromatických složek obalem. Důležitý může být tento typ interakce i z hlediska funkčnosti obalu. Např. vlivem některých aromových silic může docházet k povolení lepených spojů obalu, plastové obaly s tuky rozpuštěnými v obalovém materiálu nejsou vhodné pro opakované používání ani pro recyklaci, atd. I v tomto případě lze uvést příznivé možnosti, např. absorpce nežádoucích pachů obalem nebo snižování obsahu kyslíku v atmosféře uvnitř obalu.

## **3. Pronikání složek potravin obalem do okolního prostředí**

V tomto případě může být kvalita potravin ovlivňována zejména vysycháním, snižováním obsahu oxidu uhličitého (např. u sycených nápojů), ztrátami aromatických látek atd.

## **4. Pronikání složek z okolního prostředí do potravin**

V tomto případě je významný zejména přístup kyslíku, vlhkosti, světla, aromatických látek, toxinů, popř. mikrobů. Funkce obalu v tomto případě spočívá v zamezení kontaktu potravin s okolím, balení je charakterizováno bariérovými vlastnostmi, tj. propustností pro kyslík, vlhkost, atd. Správně volený obal může v tomto případě významně ovlivnit údržnost potravin.

## 5. „Nehmotné“ interakce

Podstatou těchto interakcí není sdílení hmoty, významný je zejména vliv záření, mechanických vlivů, ovlivnění tepelných procesů obalem atd.

### 4.1.1 AKTIVNÍ BALENÍ

V poslední době se stále častěji objevují návrhy systémů balení potravin, v nichž je interakce obalu s potravinou úmyslná, s cílem udržet, popř. zlepšit kvalitu potravin. Takovéto záměrné působení obalu, kdy obal aktivně ovlivňuje podmínky skladování potravin, je principem tzv. aktivního balení.

Principy cílených účinků obalu jsou velmi různorodé a zahrnují systémy balení založené především na uvolňování aktivních složek, absorpci nežádoucích složek a změně teploty.

#### • Uvolňování aktivních složek

Uvolňování žádoucích aromatických látek z polymerů se prakticky používá v kosmetickém průmyslu při výrobě parfémů, doposud však nebylo využito v potravinářském průmyslu. I tak však návrhy systémů balení, kdy se aroma pomalu uvolňuje během skladování z obalu buď do okolí, nebo do potravin byly již patentovány. Mohou být výhodné v případech, kdy je třeba průběžně doplňovat či rozšiřovat spektrum aromatických látek během skladování potravin.

U všech potravin, které mohou podléhat mikrobiální zkáze, musí obal představovat dokonalou bariéru vůči mikroorganismům pronikajícím do potravin z vnějšího okolí. Takový obal musí být hermetický. Kromě tohoto základního požadavku na obal může být obal aktivním nositelem dalších antimikrobních funkcí. Takové obaly lze rozdělit do dvou hlavních skupin.

Prvou představují antimikrobní činidla inkorporovaná v obalovém materiálu do vrstvy přiléhající k balené potravine. Jejich migrací do baleného produktu dojde k inhibici růstu mikroorganismů na povrchu baleného produktu. Příkladem praktického použití těchto systémů jsou malé sáčky vkládané do obalů s pečivem, které uvolňují páry etanolu a inhibují růst plísní nebo stříbrem potažené zeolity (hlinitokřemičité minerály mající mikroporézní strukturu) vnesené do obalové fólie, z nichž se uvolňuje malé množství mikrobicidního stříbra na povrch potravin.

Druhou možností je imobilizace aktivních složek na obalový materiál kovalentními vazbami tak, aby byly aktivní, aniž by se uvolňovaly do potravin. Přesto že tento systém je velmi komplikovaný, byly už patentovány systémy založené na vazbě vhodných enzymů na obalový

materiál. Navrženo bylo například použití enzymů přeměňujících sacharidy přítomné v potravině za vzniku peroxidu vodíku, který je silným mikrobicidním činidlem.

#### • Absorpce nežádoucích složek

Balení potravin může být konstruováno tak, že obalový materiál absorbuje nebo jinak odstraňuje nežádoucí pachy či příchutě. Například absorpce limonenu, hořké složky citrusového oleje, polyetylenem byla navržena jako metoda zlepšující aroma pomerančové šťávy. Další možností je enzymová hydrolýza limonenu během skladování enzymem kovalentně vázaným na vnitřní povrch obalů pro pomerančovou šťávu. Použití enzymů vytvářejících nebo odstraňujících smyslově aktivní látky imobilizovaných na obalový materiál je teoreticky mnohem širší, praktické aplikace doposud brání vysoká cena takovýchto obalů. Problémem těchto řešení v praxi je také možnost absorpce žádoucích složek aroma.

Mnohem levnější a používanější jsou různé druhy absorbérů. Aplikují se do obalů ve formě malého sáčku nebo se zabudovávají přímo do obalového materiálu.

#### Absorbéry kyslíku

Jsou doposud nejstudovanějším typem aktivních prvků balení potravin. Jejich aplikací lze snížit koncentraci zbytkového kyslíku v obalu na méně než 0,01 % (vztaženo na prosté balení bez úpravy atmosféry). Absorbéry kyslíku se používají ke zvýšení účinnosti vakuového balení nebo balení v inertní atmosféře, maximálně omezují možné oxidační změny a v obalu navozují striktně anaerobní podmínky účinně bránící růstu aerobů, zejména plísní.

Nejrozšířenějšími jsou absorbéry ve formě sáčků volně vkládaných do obalů. Z nich většina využívá oxidace částic koloidně sráženého železa. Kromě toho mohou být absorbéry kyslíku aplikovány ve formě samolepících štítků nebo ve formě vložek do uzávěrů lahví pro balení piva a nealko nápojů (obr. 4-1).



Obr. 4-1 Absorbéry kyslíku

### **Absorbéry oxidu uhličitého**

Praktické použití našly absorbéry CO<sub>2</sub> při balení čerstvě pražené zrnkové kávy, ze které se po pražení uvolňuje velké množství tohoto plynu vznikajícího v důsledku Streckerovy degradace aminokyselin. Protože ochrana aroma kávy vyžaduje dokonalé bariérové vlastnosti obalu zamezující samovolnému uvolnění CO<sub>2</sub> z obalu, používají se v tomto případě absorbéry CO<sub>2</sub>, popř. v kombinaci s absorbéry kyslíku. Principem absorpce CO<sub>2</sub> je jeho reakce s hydroxidem vápenatým, který je základem obsahu absorbéru. Aplikace je opět ve formě sáčku, který se vkládá do obalu. Dalšími navrhovanými možnostmi odstraňování CO<sub>2</sub> z obalu je aplikace aktivního uhlí, resp. oxidu hořečnatého.

### **Absorbéry etylenu**

Etylen urychluje dozrávání plodin, stárnutí rostlinných pletiv, nasazování květů, rozklad chlorofylu a zkracuje dobu skladovatelnosti čerstvého a minimálně opracovaného ovoce a zeleniny. Absorbéry etylenu mohou tyto nepříznivé důsledky u balených výrobků výrazně omezit.

### **Absorbéry vlhkosti**

K pohlcování vlhkosti uvnitř obalu se používají absorbéry na bázi silikagelu (obr. 4-2). Při balení potravin se tyto absorbéry uplatňují málo. Spíše se používají vrstvené podložky absorbující produktem uvolňovanou vodu, např. při balení masa, drůbeže nebo mražených potravin.



Obr. 4-2 Absorbér vlhkosti

Požadavky na absorbéry

- Dostatečná rychlost
- Hygienická nezávadnost
- Dostatečná kapacita při malých rozměrech
- Nejsou-li neoddělitelnou součástí obalu, označení, že nejsou součástí potravin a jsou nepoživatelné

### **• Změna teploty**

Kromě pasivní funkce obalu při tepelném zpracování, skladování či ohřevu balených potravin spočívající v urychlení nebo zpomalení výměny tepla mezi potravinou a okolím jsou i v tomto případě významné obaly s aktivní funkcí. Jsou to zejména obaly určené pro potraviny ohřívané v mikrovlnném poli (viz kap. 4.7.1).

## 4.1.2 INTELIGENTNÍ BALENÍ

Inteligentní obaly mají schopnost poskytovat informaci o okamžitém stavu nebo historii baleného produktu. V současnosti jsou komerčně nabízeny zejména indikátory teploty a indikátory složení vnitřní atmosféry, do stádia komerční dostupnosti byly dovedeny i indikátory čerstvosti baleného výrobku. Někdy je možné se setkat s indikátory neporušenosti obalu, indikátory mikrobiálního růstu, indikátory autenticity výrobku atd., převážná část z nich jsou svou podstatou indikátory složení atmosféry. Novou kategorií inteligentních systémů balení pak tvoří prvky využívající technologii RFID.

- **Indikátory teploty**

Při výrobě, skladování a distribuci potravin je v mnoha případech důležité mít přehled o teplotách, kterým byl balený produkt skutečně vystaven. Prvý indikátor teploty byl patentován v roce 1933 ve Spojených státech a od té doby byla navržena necelá stovka dalších řešení po celém světě. Jen malá část z nich se dočkala stádia prototypu a jen několik málo bylo realizováno komerčně. V současné době jsou indikátory teploty v praxi používány zejména v USA, kde je jimi vybavován široký sortiment hotových pokrmů, mléčných a masných výrobků. V Evropě je používají např. supermarkety řetězců Monoprix ve Francii a Albert Heijn v Holandsku zejména pro výrobky vyšší kvality.

Indikátory teploty jsou v podstatě štítky nebo značky umístěné na vnějším povrchu obalu, které jsou určitou změnou (např. barvy) schopny indikovat teploty, kterým byl nebo je výrobek vystaven (obr. 4-3). Tato změna je obvykle nevratná, indikátor poskytuje informaci o teplotách výrobku v minulosti, ale jsou používány i indikátory teploty s vratnou změnou barvy, ty charakterizují současnou teplotu výrobku. Pro kontrolu kvality potravinářských výrobků jsou významnější indikátory prvního typu. Indikátory teploty mohou být klasifikovány podle druhu informace na indikátory dosažení kritické teploty (Temperature Indicators, TI) a indikátory celkového tepelného účinku (Time-Temperature Indicators, TTI)

**Indikátory dosažení kritické teploty (TI)** ukazují, zda byl výrobek vystaven teplotám nad nebo i pod teplotou referenční po dobu dostatečnou k tomu, aby v něm mohlo dojít ke změnám kritickým z hlediska kvality potravinářského výrobku. Příkladem mohou být nežádoucí změny textury způsobené fázovými změnami při rozmrzání zmrazených potravin nebo zmrznutí čerstvých nebo chlazených produktů, denaturace důležitých proteinů nad kritickou teplotou, růst patogenních mikroorganismů nad kritickou teplotou u chlazených potravin, atd.

**Indikátory celkového tepelného účinku (TTI)** sčítají celkový teplotní efekt, dovolují odhadnout průměrnou teplotu během skladování nebo distribuce výrobku. Na základě této

informace pak může být průběžně teoreticky posouzen okamžitý rozsah reakcí nepříznivě ovlivňujících kvalitu baleného produktu. Indikátory celkového tepelného účinku musí být v praxi navrženy na míru pro daný výrobek.



Obr. 4-3 Indikátor teploty

- **Indikátory složení atmosféry**

V praxi již používané indikátory (obr. 4-4) lze rozdělit na indikátory kyslíku, oxidu uhličitého a vlhkosti. Indikátory složení atmosféry jsou úzce spjaty s rozvojem výrobků balených v modifikované atmosféře (viz kap. 4.4.1) a významnější rozvoj jejich aplikace lze sledovat teprve zhruba v posledním desetiletí. Princip jejich činnosti je založen na oxidačně redukčních změnách citlivých barviv (např. methylenové modři) v důsledku chemické či enzymové reakce nebo změnách barvy pigmentů v důsledku posunu hodnoty pH.

**Indikátory kyslíku** jsou často označovány jako indikátory neporušenosti obalu a v převážné většině se používají v kombinaci s absorbéry kyslíku. Indikátor kyslíku je navržen tak, že při koncentraci kyslíku vyšší než zvolená hodnota (např. 1 %) nevratně mění barvu a tím varuje spotřebitele, že výrobek není v pořádku, což vizuálně není obvykle zřejmé.

**Indikátory oxidu uhličitého** jsou označovány i jako indikátory mikrobiální stability. Vzniká-li ve skladované potravine oxid uhličitý, je to v drtivé většině případů příznak mikrobiální nestability. Při zvýšení koncentrace oxidu uhličitého nad zvolenou hodnotu dochází opět k výrazné změně barvy indikátoru a pozorovatel je informován o stavu skladované potraviny podstatně dříve, než dojde k patrnému nafouknutí obalu. V případě balení potravin v inertní atmosféře s vysokým obsahem oxidu uhličitého, mohou indikátory signalizovat možný pokles koncentrace tohoto plynu a tak působit jako indikátory integrity obalu.

**Indikátory vlhkosti** jsou komerčně nabízeny poněkud déle než indikátory kyslíku a oxidu uhličitého. Jejich aplikace v potravinářství je prozatím zanedbatelná. Využívají se však při balení jiných výrobků citlivých při skladování na vlhkost, např. kolagenových střívek, atd.

- **Indikátory čerstvosti**

Bylo by samozřejmě ideální, kdyby indikátor sledoval přímo kvalitu baleného produktu a nevyhodnocoval pouze parametry, které s ní víceméně úzce souvisí (teplota, změny složení



atmosféry, atd.). V patentové literatuře je popsána celá řada těchto indikátorů nebo alespoň principů jejich detekce. Drtivá většina je založena na detekci těkavých metabolitů (CO<sub>2</sub>, diacetyl, aminy, amoniak, sulfan atd.) uvolňovaných během uložení a stárnutí balených potravin. V současnosti je komerčně dostupný systém FreshTag®, který je určen pro balení ryb. Reaguje barevnou změnou na uvolňování těkavých aminů, které jsou pro zrání rybího masa typické.



Obr. 4-4 Indikátory složení atmosféry

- **RFID systémy**

RFID představuje poměrně novou informační technologii a většina doposud komerčně dostupných řešení slouží spíše k označování a identifikaci baleného, resp. přepravovaného zboží a jako prostředek umožňující výsledovatelnost výrobků a ochranu zboží před krádeží nebo falšováním. Přesto některé varianty jednoznačně patří do kategorie inteligentních obalů. Systémy RFID mohou také zaznamenávat podmínky v okolí baleného produktu během manipulace s ním a tak sloužit např. jako dokonalé TTI indikátory. Jsou dostupné „inteligentní etikety“ se zabudovaným zvukovým nebo obrazovým záznamem. Je jen otázkou času, kdy budou dostupné systémy zaznamenávající i další parametry, např. intenzitu osvětlení, tlak, mechanické vlivy, atd.



## 4.2 OCHRANA PŘED MECHANICKÝM POŠKOZENÍM

Mechanickému poškození výrobku lze předejít použitím dostatečně pevného obalu. Možnost takového poškození hrozí zejména u výrobků kusovité konzistence, na různé potraviny má pak rozdílný účinek. Pro čerstvé dýchající části rostlin má mechanické poškození prakticky vždy za důsledek prudké snížení skladovatelnosti v důsledku urychlení respirace, dezorganizace enzymových dějů v rostlinném pletivu (zejména oxidace, atd.) a působení dalších stresových faktorů. U opracovaných produktů s inhibovanými metabolickými změnami nemá mechanické poškození výrobku v rozhodující většině případů vliv na jeho skladovatelnost. Důsledkem je zde pouze změna vzhledu, tvaru a v důsledku toho i snížení prodejnosti takového zboží, ve zvláštních případech dojde k úplnému znehodnocení (vejce, cukrářské výrobky). Také v případě tekutých, kašovitých nebo sypkých výrobků nehrozí přímé poškození a snížení skladovatelnosti tohoto výrobku, ale pokud dojde k poškození obalu, ke ztrátě jeho integrity, pak mohou být důsledky takového poškození mnohem závažnější i v případě těchto produktů (obr. 4-5).



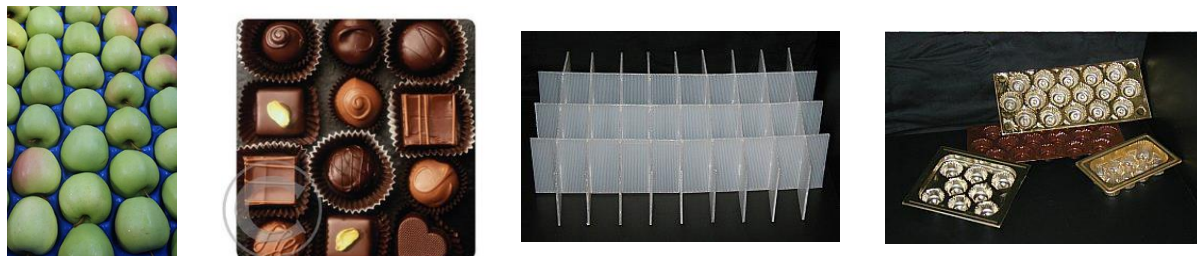
Obr. 4-5 Mechanické poškození produktů

Pokud jde o typy mechanického poškození, lze rozlišit vliv vnitřního přetlaku a vnějšího tlaku. V prvním případě, který je typický pro ohřev potravin v obalu zejména během sterilace v autoklávu, nemůže obal bránit změnám vlastního produktu uvnitř, musí být ale sám natolik pevný, aby podmínky vydržel bez poškození. V případě vnějšího tlaku je opět řešením dostatečná mechanická pevnost obalu, která je vyžadována například při skladování balených výrobků ve vrstvách, záhřevech v autoklávu, vakuovém balení atd.

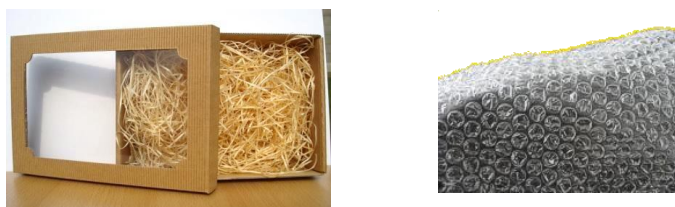
Zvláštním případem mechanického působení na balené zboží jsou vibrace a rázy, které představují namáhání rychle se měnícím silovým (tlakovým) působením. Intenzitu rázů a vibrací lze hodnotit pomocí g faktoru, který udává poměr mezi maximálním zrychlením, kterému jsou balené produkty při manipulaci vystaveny, a normálním tíhovým zrychlením. Ochranou před poškozením způsobeným tímto typem mechanického namáhání jsou tzv. fixace, které mohou být dvojího typu:

**Fixace pevná** (obr. 4-6) je součástí obalu a umožňuje znehybnění obsahu, který se potom nemůže kontaktem s obalem poškodit (např. hnízdová balení – ovoce, bonbony, vejce, apod.).

**Fixace poddajná** (obr. 4-7), která se volně vkládá mezi produkt a stěnu obalu a její funkce spočívá v absorpci kinetické energie rázu (výplně, PE fólie s bublinkami, polystyrenové částice).



Obr. 4-6 Pevná fixace



Obr. 4-7 Poddajná fixace

### 4.3 OCHRANA PŘED ZMĚNAMI VLHKOSTI

Vysychání nebo vlhnutí potravin lze obalem podstatně ovlivnit. Obecně jsou mezi tyto změny potravin zahrnuty:

- hmotnostní ztráty
- morfologické změny (např. scvrkávání skladovaného ovoce)
- koloidně chemické změny (změny konzistence – např. tvrdnutí chleba, vlhnutí sušenek)
- fyzikálně chemické změny (vykrytalování látek, např. cukrů, z přesycených roztoků)
- chemické a mikrobiologické změny (především po zvlhnutí výrobků)

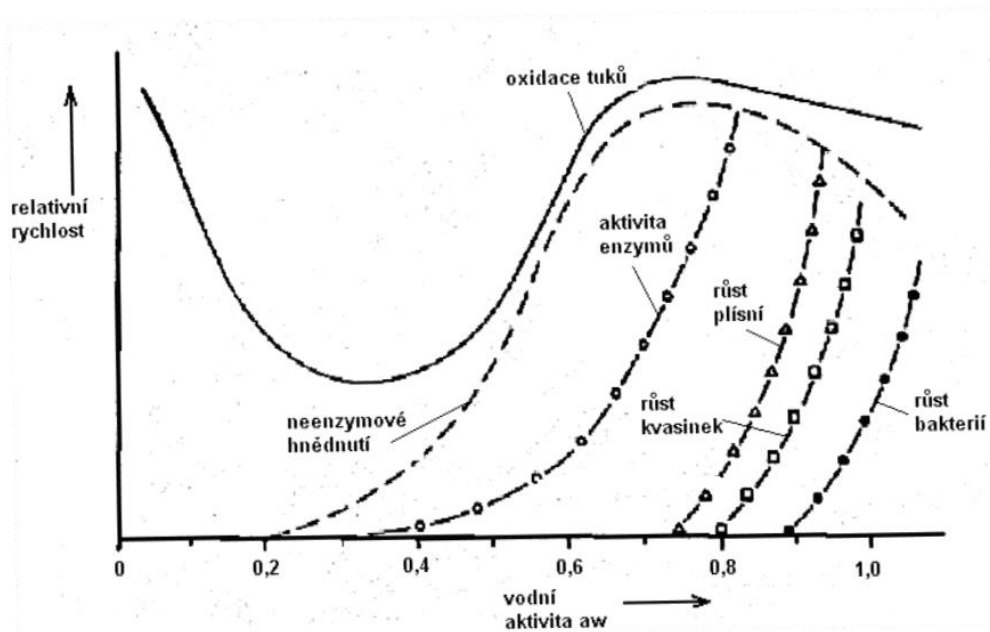
Obecný vliv vlhkosti na rychlost procesů snižujících kvalitu potravin je znázorněn na obr. 4-8.

**Vodní aktivita potravin**  $a_w$  se stanovuje vždy ve stavu rovnováhy mezi analyzovanou potravinou a prostředím, které ji obklopuje. Tento stav je charakterizován nulovým sdílením tepla a vlhkosti, to znamená také konstantní teplotou. Při dosažení rovnovážného stavu má potravina i okolní vlhký vzduch stejnou vodní aktivitu, kterou lze potom vyjádřit jako:

$$a_w = \varphi / 100$$

kde  $\varphi$  = relativní vlhkost vzduchu

což je pro praxi nejjednodušší a také nejběžnější. Nutnou podmínkou je ale dodržení základního požadavku pro platnost této definice: vlhký testovaný vzorek musí být v rovnováze s okolním prostředím.



Obr. 4-8 Vliv vodní aktivity v potravine na základni typy zmen

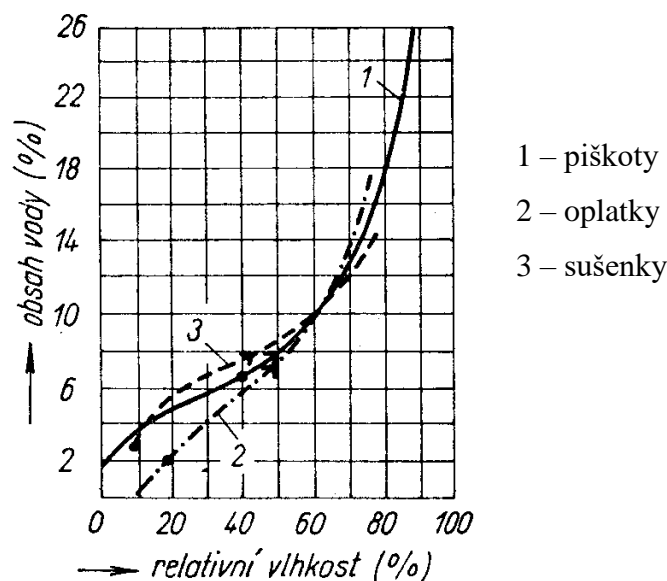
Je zřejmé, že v praxi proveditelné snížení obsahu vody na úroveň odpovídající vodní aktivitě pod cca  $a_w = 0,70$  účinně inhibuje růst mikroorganismů, ostatní změny jsou pouze více či méně zpomaleny. Snížování vodní aktivity na nižší než uvedenou hodnotu se v praxi neprovádí, neboť by bylo spojeno s neakceptovatelnými změnami kvality. Můžeme tedy říci, že hodnota relativní vzdušné vlhkosti 72 - 75 % se považuje za hranici, od níž výše mohou vegetovat plísně. Relativní vlhkost vzdušná se u nás pohybuje přibližně v rozmezí 50 - 70 %.

### Sorpční izoterma

je závislost mezi relativní vlhkostí vzdušnou a vlhkostí výrobku (obr. 4-9). Vystihuje stabilitu potravin z hlediska příjmu či výdeje vody za příslušné teploty a umožňuje stanovit optimální podmínky skladování potravin s ohledem na možné vlhnutí nebo vysychání. Ukazuje, do jaké míry je výrobek náchylný ke změnám vlastní vlhkosti při změně relativní vlhkosti vzdušné, záleží při tom na okolní teplotě. Na izotermě můžeme vyznačit normální vlhkost výrobku i vlhkost, při které dochází k znehodnocení. Na obr. 4-9 kolečka označují počáteční vlhkost a šipky maximální přípustnou vlhkost prodejných výrobků.

## Rovnovážná relativní vlhkost (RRV)

je relativní vlhkost vzdušná, při které výrobek vlhkost ani nepřijímá ani nevydává.



Obr. 4-9 Sorpční izoterma

Zdroj: Čurda, Balení potravin

Podle RRV potravin můžeme potraviny rozdělit do několika skupin, pokud jde o sdílení jejich vlhkosti s okolím:

### 1. Potraviny vydávající vodu během skladování (RRV > 75 %)

Jde o potraviny s vysokým obsahem vody (60 - 95 %) nebo nižším, ale voda je volná, např. nápoje, potraviny v nálevu, ovoce, zelenina, maso, ryby, máslo, pečivo, zmrazené potraviny, atd. (obr. 4-10). Dochází k výparu vody a k vylučování vody dýcháním (ovoce, zelenina). Potraviny tohoto typu vyžadují obecně při delším skladování obaly nepropustné pro vlhkost. Záleží však na dané potravine, v některých případech je vhodnější určitá propustnost. Při balení ovoce a zeleniny je problém se stálým vylučováním respirační vody. Propustnost obalového materiálu je závislá na druhu ovoce či zeleniny, protože u některých druhů hrozí spíše zavadnutí výparem vody (např. listová zelenina), jiné druhy jsou náchylnější k plesnivění při použití méně propustného obalu (např. bobulovité ovoce). Při balení chleba je z hlediska sdílení vlhkosti protiklad mezi dobou, kdy se chléb udrží čerstvý a mezi křehkostí kůrky, dalším problémem je růst plísní na povrchu chleba. U čerstvého pečiva se dává přednost propustným obalům, které zajišťují především hygienickou ochranu. Z masa se uvolňuje určitý podíl vázané vody. Obal musí být proto odolný vůči vlhkosti, často se používají podložky pohlcující uvolněnou šťávu. Specifickým problémem u transparentních obalů nepropustných pro vodní páru je kondenzace

vlhkosti na jejich vnitřní straně při dosažení teploty rosného bodu. Ve většině případů jde o kondenzaci na nesmáčivém povrchu, tedy kapénkovou, která znemožňuje průhlednost obalu. Orosování vnitřního povrchu lze zabránit použitím materiálů s velkou propustností pro vodní páru nebo zvýšit propustnost perforací, účinnou obranou proti optickým důsledkům orosování je použití obalů s tzv. antikondenzační úpravou. Povrch folie je upraven tak, že kondenzující pára vytváří souvislý film, který je průhledný.



Obr. 4-10 Vysychající potraviny

## 2. Potraviny v rovnováze s okolní atmosférou (RRV = 50 – 75 %)

Vlhkost potravin je asi 10 - 25 %, např. mouka, těstoviny, čokoláda, sušené ovoce atd. (obr. 4-11). Potraviny v této skupině mohou být ohroženy jak ztrátou, tak přírůstkem vlhkosti, do jaké míry je výrobek náchylný k těmto změnám, zjistíme na sorpční izotermě. Požadavky na propustnost obalu pro vlhkost při skladování za běžných podmínek jsou nicméně v tomto případě minimální, je však nutné zamezit změnám vlhkosti okolí.



Obr. 4-11 Potraviny v rovnováze s okolní atmosférou

## 3. Potraviny přijímající vlhkost (RRV < 50 %)

Jde o potraviny vysušené, vlhkost je obvykle < 10 %, např. sušená zelenina, sušené mléko, pražená káva, trvanlivé pečivo, atd. (obr. 4-12). V tomto případě je potřeba počítat s možností navlhnutí výrobku, obaly mají nejvyšší nároky na nepropustnost pro vodní páru. Závažným problémem zvlhnutí (neuvažujeme-li přímo mikrobiální znehodnocení) je u práškových výrobků tvoření shluků následkem slepování zvlhlých částic, mletí kávy při obsahu vody nad 7 % je obtížné, trvanlivé pečivo ztrácí charakteristickou křehkost.



Obr. 4-12 Potraviny přijímající vlhkost

Při ochraně potravin před změnami vlhkosti se uplatňují i aktivní prvky balení, především absorbéry a podložky, jak již bylo zmíněno dříve.

Pokud jde o obalové materiály, jsou kovy a sklo absolutní bariérou nejen pro vlhkost, ale i pro plyny. U ostatních materiálů je vždy určitá propustnost. Pro porovnávání propustnosti různých obalových materiálů pro vodní páru byl zaveden koeficient propustnosti obalového materiálu.

### **Koeficient propustnosti P [g . 0,1 mm . d<sup>-1</sup> . m<sup>-2</sup> . kPa<sup>-1</sup>]**

Udává, kolik vodní páry v gramech projde materiálem o tloušťce 0,1mm za den plochou 1m<sup>2</sup> při daném rozdílu parciálních tlaků vodní páry na obou stranách obalu – udává tedy propustnost jednotlivých materiálů vztaženou na stejnou tloušťku, je to charakteristická veličina pro daný materiál.

Kromě koeficientu propustnosti můžeme určit také propustnost daného materiálu.

### **Propustnost P<sub>x</sub> [g . d<sup>-1</sup> . m<sup>-2</sup> . kPa<sup>-1</sup>]**

Udává, kolik vodní páry v gramech projde materiálem za 1den plochou 1m<sup>2</sup> při daném rozdílu parciálních tlaků vodní páry na obou stranách obalu, přičemž materiál může být složen z několika vrstev. Tato hodnota závisí na tloušťce materiálu, umožňuje srovnat konkrétní obaly.

Tloušťka materiálu a propustnost jsou nepřímo úměrné, od určité hranice je však zvyšování tloušťky materiálu s ohledem na propustnost neekonomické.

Pro vrstvené materiály neznámého složení můžeme určit jejich propustnost, ale určování koeficientu propustnosti nemá v tomto případě smysl.

Pro vrstvené materiály známého složení (je známý materiál jednotlivých vrstev, popř. jejich tloušťka) můžeme propustnost daného materiálu zjistit součtem převrácených hodnot propustností jednotlivých vrstev:

Např. pro třívrstvou folii:

$$\frac{1}{P_x} = \frac{1}{P_{x1}} + \frac{1}{P_{x2}} + \frac{1}{P_{x3}} \quad \Rightarrow \quad P_x$$

P<sub>x</sub> - propustnost celé folie

P<sub>x1-3</sub> - propustnost jednotlivých folií

Při porovnávání jednotlivých hodnot koeficientů nebo propustností je třeba dát pozor na to, zda jsou stejné jednotky (např. tloušťka materiálu může být uvedena v palcích u amerických pramenů), zda stanovení probíhalo za stejných podmínek (např. teplota), apod.

## 4.4 OCHRANA PŘED OXIDO-REDUKČNÍMI ZMĚNAMI

Oxido-redukční změny představují co do obecného významu nejdůležitější chemické změny potravin. Ovlivňují obvykle nežádoucím způsobem jak nutriční, tak organoleptické vlastnosti potravin. V tab. 5 jsou porovnány některé potraviny z hlediska jejich náchylnosti ke ztrátě kvality vlivem působení kyslíku. Uvážíme-li však celý sortiment potravin, je jejich vztah ke kyslíku různý. Jednak máme potraviny, které potřebují k zachování kvality atmosférický kyslík. Jde především o čerstvé ovoce a zeleninu a výrobky ve kterých probíhají fermentační procesy, např. sýry a droždí. U čerstvého masa je vliv kyslíku složitější. V určitém stadiu je přístup kyslíku žádoucí, v další fázi je výhodnější působení kyslíku na potravinu zamezit. Pro červenou barvu masa se požaduje, aby byly obaly buď silně propustné pro kyslík, nebo co nejméně propustné, zpravidla doplněné evakuací. Nežádoucí vliv má kyslík u výrobků sterilovaných, zmrazených, sušených, atd., obzvláště obsahují-li oxylabilní složku, např. vitamin C, tuky, některá barviva a chuťové látky.

Tab. 5 Citlivost vybraných potravin k přítomnosti kyslíku  
(vyjádřená jako množství kyslíku, které může vést ke ztrátě kvality 1 kg potraviny)

potravina	mg O <sub>2</sub> /kg	potravina	mg O <sub>2</sub> /kg
pivo	1-4	pomerančová šťáva	85-95
víno	3	stolní olej	50-100
mléko	8	kečup	80-100
ořechy, snackové výrobky	5-15	pražená káva	110
sušená vejce	35	ementálský sýr	420

Zdroj: Čurda 1982

Ztráty nutričně a senzoricky významných složek potravin v důsledku oxidačních reakcí je možné omezit regulací kontaktu potraviny s kyslíkem. Toho se dosáhne dvěma způsoby:



## 1. Použije se obal s bariérovými vlastnostmi pro kyslík

Jak již bylo řečeno, kovy a sklo jsou dokonalou bariérou. Pro ostatní materiály se určuje, stejně jako pro vlhkost, koeficient propustnosti a propustnost pro kyslík a další plyny, jen s tím rozdílem, že prošlé množství plynu se stanovuje v mililitrech.

## 2. Upraví se atmosféra uvnitř obalu

Složení atmosféry uvnitř obalu se liší od složení vzduchu. Podle charakteru balené potraviny se může použít aktivní nebo pasivní způsob úpravy. K aktivním úpravám patří

řízená atmosféra (controlled atmosphere CA)

modifikovaná atmosféra (modified atmosphere MA): vakuové balení

balení v ochranné atmosféře

absorbéry

Obecně úprava atmosféry sama o sobě nemůže významněji prodloužit skladovatelnost neúdržných potravin. Je-li však aplikována jako doplněk klasických metod konzervace potravin, stává se často významným faktorem prodlužujícím uchovatelnost a kvalitu skladovaných potravin.

### 4.4.1 AKTIVNÍ ÚPRAVA ATMOSFÉRY

Výhodou aktivních způsobů je vystavení potraviny působení pozměněné atmosféry prakticky okamžitě po zabalení. Rozdíl mezi pojmy modifikovaná a řízená atmosféra není přitom jasně vymezen.

- **Řízená atmosféra (CA)**

Výraz řízená atmosféra se používá pro uspořádání, kdy se složení atmosféry v okolí produktu upraví na požadované hodnoty (obsah O<sub>2</sub> či jiných plynů, teplota, vlhkost, atd.), jejich změny jsou v průběhu dalšího skladování minimalizovány opakovanými zákroky. Tento způsob je typický pro skladování volně ložených produktů ve velkoobjemových skladech.

- **Modifikovaná atmosféra (MA)**

V tomto případě je složení plynů uvnitř spotřebního obalu přesně regulováno pouze v okamžiku uzavření a další změny vnitřní atmosféry jsou výsledkem spotřeby plynů v obalu a jejich pronikání obalovým materiálem. V širším slova smyslu lze do této skupiny metod modifikace



vnitřní atmosféry zahrnout i některé její změny během technologického opracování, např. při samovolném odvzdušnění obalů během záhřevu.

Pod pojem modifikovaná atmosféra zahrnujeme

- **Vakuové balení**

Dochází k odstranění původní atmosféry a vytvoření přiměřeného vakua v obalu, z okolí produktu jsou odstraněny rovnoměrně všechny složky atmosféry.

- **Balení v ochranné atmosféře**

Atmosféra je nahrazena směsí plynů požadovaného složení přímo při balicí operaci a to buď přímo vypuzením vzduchu z obalu vypláchnutím proudem směsi inertních plynů (dusík, CO<sub>2</sub>), nebo naplněním ochranné atmosféry do obalu po jeho předchozí evakuaci.

- **Absorbéry**

Použitím absorbérů můžeme také dosáhnout změny vnitřní atmosféry (viz kap. 4.1.1)

Snad nejvýznamnější skupinu produktů balených v modifikované, resp. řízené atmosféře představují chlazené potraviny. Sem patří celá škála čerstvého ovoce a zeleniny, ryby, drůbež, maso a masné výrobky, sýry, hotové pokrmy a další (viz tab. 6). Úprava atmosféry v obalu se dále často využívá i pro tepelně sterilované potraviny a výrobky konzervované nízkým obsahem vody, např. sušené potraviny, pekařské výrobky, smažené brambůrky, pražené oříšky a kávu.

**Problémy, které uvedené způsoby balení přináší:**

- Při vakuovém balení či balení v inertní atmosféře, která je plněna do obalu po jeho evakuaci, je třeba zohlednit strukturu balené potraviny, která může být poškozena vyšším vakuem (například při balení měkkých rybích filet, měkkých sýrů atd.). V takových případech je nezbytné použít menší úroveň vakua.

- Aplikace inertní atmosféry výplachem vzduchu uvnitř obalu před uzavřením není vhodná pro porézní produkty nebo při použití obalových prostředků z napěněných polymerů. V obou případech se z potraviny nebo obalu po uzavření uvolňují plyny, které složení MA pozměňují.

- CO<sub>2</sub> je značně rozpustný v potravinách. To může působit smršťování obalu při aplikaci MA s vyšším obsahem tohoto plynu, tzv. pseudovakuový efekt, a pokles pH potraviny. Pokles pH může být významný při balení masa (vepřového), kdy snížení pH negativně ovlivňuje vaznost a působí hmotnostní ztráty v důsledku uvolňování šťávy z masa. Řešením je použití směsí s dusíkem, patentováno bylo i použití pevného CO<sub>2</sub> do obalu, ten by měl kompenzovat ztráty plynu způsobené rozpouštěním.

- Aplikace MA s vysokým obsahem O<sub>2</sub> u červeného masa má i negativní důsledky v urychlení oxidace tuků a podpoře růstu aerobních forem bakterií. Je-li současně používán vyšší obsah CO<sub>2</sub> je efektivně inhibován růst některých bakterií a plísní.
- N<sub>2</sub> je údajně dobře rozpustný v tucích čemuž se přičítá výskyt malých bublinek při vakuovém balení tučných potravin. Uvedený jev podstatněji neovlivňuje účinek MA.

Tab. 6 Příklady složení atmosféry a teploty skladování pro vybrané typy potravin

Potravina	% O <sub>2</sub>	% CO <sub>2</sub>	% N <sub>2</sub>	Teplota (°C)
Čerstvé ovoce a zelenina	2 - 5	3 - 5	90	0 - 10
Červené maso*)	70	30	0	0 - 2
Vepřový steak**)	70	0	30	
Hovězí a telecí maso**)	80	20	0	
Drůbež bez kůže*)	30	30	40	0 - 2
Kuře porcované**)	20	30	50	
Drůbež s kůží*)	0	50	50	
Ryby tučné*)	0	30	70	0 - 2
Platýz**)	30	40	30	
Ryby libové*)	30	40	30	0 - 2
Pstruh**)	20	15	65	
Masné výrobky*)	0	30	70	
Šunka – vařená, nářez**)	0	40	60	
Párky**)	0	30	70	
Sýry*)	0	50	50	1 - 3
Sýry*)	0	100	0	
Tvrdý sýr - porcovaný**)	0	20	80	
Těstoviny*), **)	0	50	50	
Pizza**)	0	30	70	1 - 3
Sendvič**)	0	30	70	1 - 3
Pečivo *)	0	50	50	místnost
Předpečené pečivo**)	0	70	30	

(Guérin J. 2003\*, Rysanek R. 2003\*\*)

#### 4.4.2 PASIVNÍ ÚPRAVA ATMOSFÉRY

Pasivní způsob úpravy atmosféry v obalu je typický pro potraviny se zachovaným systémem metabolických přeměn, popř. pro potraviny, v nichž dochází k fermentačním pochodům vyžadujícím výměnu plynů s okolím mimo obal. Změna složení vnitřní atmosféry nastává v důsledku současné spotřeby, resp. produkce, plynů následkem respirace nebo fermentace balené potraviny a pronikání plynů obalem. Pro čerstvé plodiny je např. situace následující: kyslík uvnitř obalu je spotřebováván dýchající plodinou, ze které se přitom uvolňuje přibližně stejné molární množství  $\text{CO}_2$ . Koncentrace  $\text{O}_2$  v obalu se snižuje a  $\text{CO}_2$  zvyšuje. Vzniká tak koncentrační gradient oproti vnější atmosféře umožňující pronikání  $\text{O}_2$  do obalu a  $\text{CO}_2$  opačným směrem. Jak se v důsledku respirace složení plynů v obalu mění, dýchání plodiny se zpomaluje, zatímco rychlost pronikání  $\text{O}_2$  a  $\text{CO}_2$  se zrychluje v důsledku rostoucího rozdílu koncentrace oproti okolí. V určitém okamžiku pak dochází ke stavu, kdy se množství plynů spotřebovaných, resp. uvolněných, během respirace a pronikajících obalovou folií vyrovná a v obalu se ustaví rovnovážný stav, kdy je složení atmosféry během dalšího skladování víceméně konstantní.

Je zřejmé, že průběh změn vedoucích k vytvoření modifikované atmosféry v obalu závisí v zásadě na dvou hlavních faktorech a to respiračních a difusních poměrech plodiny a vlastnostech obalové folie, zejména její propustnosti pro plyny.

Z vnějších faktorů, které se při vytváření modifikované atmosféry při balení čerstvého ovoce a zeleniny mohou uplatnit, je patrně nejdůležitější teplota, jejíž změny mohou podstatně změnit rovnovážné podmínky v obalu a tak nepříznivě ovlivnit kvalitu produktu. Intenzita respirace se totiž mění s teplotou dosti odlišně oproti rychlosti difúze obalovým materiálem. Obecně platí, že změna teploty z  $0\text{ }^\circ\text{C}$  na  $15\text{ }^\circ\text{C}$  zvýší rychlost respirace většiny typů ovoce a zeleniny 4 – 6krát, propustnost LDPE pro kyslík pouze dvakrát a propustnost perforované fólie cca 1,2krát. To znamená, že při zvýšení teploty nad hodnotu, pro kterou bylo balení navrženo, může způsobit snížení rovnovážné koncentrace kyslíku v obalu a tím zvýšit nebezpečí vytvoření anaerobních podmínek a zkázu produktu. Proto jsou v současnosti hledány obalové materiály se stejnou závislostí propustnosti na změně teploty jako je tomu u respirace rostlinných pletiv nebo materiály s aktivní schopností měnit propustnost v závislosti na teplotě.

Vlhkost prostředí v obalu s čerstvými plodinami také ovlivňuje tvorbu modifikované atmosféry.

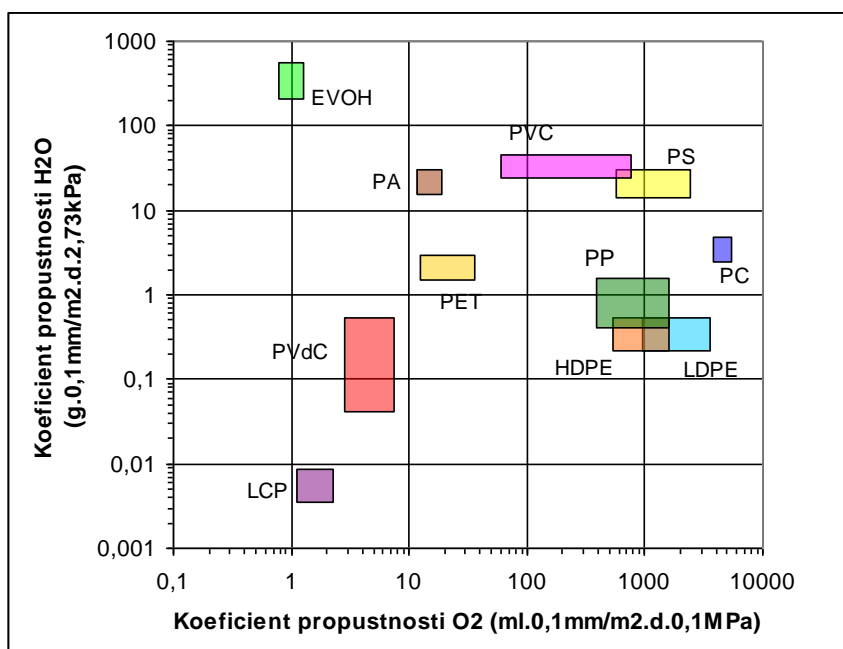
Během skladování plodin balených v modifikované atmosféře je dále třeba udržovat konstantní tlak okolní atmosféry, který je v rovnováze s celkovým tlakem uvnitř pletiva plodiny.

Každá změna tlaku vyvolává výměnu plynů mezi prostředími a tak mění podmínky pro vytvoření MA.

#### 4.4.3 OBALOVÉ MATERIÁLY PRO BALENÍ POTRAVIN V MA

Klasickými obaly, které se pro vakuové balení potravin, resp. pro balení v modifikované atmosféře používají, jsou plechovky a sklenice. Bariérové vlastnosti obalového materiálu jsou v tomto případě prakticky dokonalé a při dobré konstrukci uzávěru lze zajistit konstantní složení atmosféry v obalu po dobu i několika let.

Vzhledem k výhodám plastových foliových obalů oproti klasickým plechovkám či sklenicím, došlo k rozšíření použití těchto materiálů i pro balení v MA, např. pro pasterované pokrmy, sušené produkty, praženou kávu, masné výrobky atd. Bariérové vlastnosti základních typů plastů používaných při balení potravin jsou shrnuty na obr. 4-13. Vzhledem k tomu, že jen několik z nich představuje dostatečně účinnou překážku vůči pronikání plynů i vodní páry (např. polyvinylidenchlorid) a ty pak nevyhovují z hlediska mechanických vlastností, možnosti tepelného svařování atd., dosahuje se požadované propustnosti folií kombinací několika materiálů.



Obr. 4-13 Bariérové vlastnosti základních typů polymerů používaných při balení potravin

Zdroj: Dobiáš, Opatová, 2004

Z předchozího textu je zřejmé, že požadavky na propustnost obalů se liší v závislosti na druhu balené potraviny.

### **Balení opracovaných potravin v MA**

Podle požadavků na propustnost obalového materiálu pro plyny rozlišujeme dva extrémní případy, mezi nimiž je v praxi plynulý přechod:

1. Obalové materiály určené pro balení oxylabilních potravin s velmi dlouhou skladovatelností, tj. cca nad 6 měsíců (sterilované potraviny, pražené arašídové lupínky, balená káva, smažené bramborové lupínky a další). Obalové materiály musí vykazovat bariérové vlastnosti blízké sklenicím a plechovkám. Velmi zhruba lze od materiálů této skupiny očekávat propustnost pro kyslík menší než  $1-5 \text{ ml} \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{m}^{-2} \cdot 0,1 \text{ MPa}^{-1}$ .
2. Obalové materiály určené pro balení oxylabilních potravin s dobou skladovatelnosti zhruba do tří týdnů (chlazené masné výrobky, balené sýry, lahůdkářské výrobky atd.). Obalové materiály je možné přibližně charakterizovat propustností pro kyslík v rozmezí  $20 - 100 \text{ ml} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1} \cdot 0,1 \text{ MPa}^{-1}$ .

Jak již bylo uvedeno, má propustnost obalového materiálu klíčový význam při jeho výběru pro daný potravinářský produkt, který má být balen v modifikované atmosféře. Je přitom významné, že každé snížení propustnosti obalového materiálu má značný dopad na zvýšení jeho ceny. Je proto základní snahou výrobců potravin optimalizovat volbu obalového materiálu, jehož propustnost ještě musí zajistit stabilitu produktu z hlediska oxidačních či mikrobiologických změn bez zbytečné rezervy, tj. zamezit předimenzování bariérových vlastností, které zbytečně navyšují cenu obalu. Zatím nepoužívanějším kritériem uváděným pro orientační posouzení vhodnosti obalového materiálu pro daný typ potraviny je doba její skladovatelnosti. Podobnou klasifikaci obsahuje tab. 7.

Vhodnost obalové fólie pro balení potravin v MA je pochopitelně ovlivněna i dalšími parametry, tj. mechanickými vlastnostmi, podmínkami svařovatelnosti, hygienickými parametry, přiměřenou tepelnou stabilitou atd.

### **Balení čerstvého ovoce a zeleniny v CA, resp. MA**

Požadavky na obalové materiály se v tomto případě podstatně liší od nároků na obaly potravin, v nichž metabolické přeměny neprobíhají. Lze je charakterizovat poměrně velkou propustností pro permanentní plyny, přitom je důležitý poměr propustnosti pro  $\text{CO}_2$  a  $\text{O}_2$ , a velmi malou propustností pro vodu a vodní páru. Snižováním obsahu kyslíku a zvyšováním

koncentrace oxidu uhličitého oproti složení vzduchu lze dosáhnout prodloužení skladovatelnosti v důsledku zpomalení respirace. Uvedené změny složení atmosféry však nesmí překročit pro danou plodinu minimální tolerované koncentrace kyslíku a maximální koncentrace oxidu uhličitého, neboť jinak v rostlinném pletivu převládnu procesy anaerobního dýchání se všemi známými nepříznivými důsledky. Limitní obsahy kyslíku a oxidu uhličitého v řízené, resp. modifikované atmosféře se pohybují pro kyslík většinou v rozmezí 1 - 5 % a pro CO<sub>2</sub> v rozmezí 2 % - 20 %.

Tab. 7 Základní typy obalových fólií a možnosti jejich aplikace při balení potravin v MA

<b>Skladovatelnost potravin</b>	<b>Typ fólie</b>	<b>Tloušťka (μm)</b>	<b>Propustnost pro O<sub>2</sub> (ml/m<sup>2</sup>.d.0,1MPa)</b>
<b>1 – 2 roky excelentní bariéry</b>	PET/Al/PE	12/7/40	0
	Nylon/EVOH/PE	15/17/40	0,3-4
	PVC-EVOH/PE	15/50	0,5-2
<b>1 – 6 měsíců velmi dobré bariéry</b>	PVdC-OPP/PE	20/40	5-15
	PVdC-PET/PE	10/50	5-15
	PVC-OPA/PE	15/50	6-10
<b>3 týdny – 1 měsíc dobré bariéry</b>	OPP/PVdC/PE	20/	8-14
	PVdC/PVC	35/	14
	PVdC/LDPE	60	15-30
	PA/PE	60/100	30
	OPA/PE	15/50	30-120
	PET/PE	25/50	30-150
<b>dny neúčinné bariéry</b>	OPP/PE	20/40	1500-2000
	HDPE	25	1000-3000
	PP	40	3000
	LDPE	25	> 4000

Zdroj: Dobiáš, Opatová 2004

## 4.5 OCHRANA PŘED ZMĚNAMI CHUTI A VŮNĚ

Změny chuti a vůně představují jedny z nejvýznamnějších poškození uchovávaných potravin vzhledem k velké citlivosti příslušných smyslových orgánů. Již nepatrné, analyticky těžko postižitelné změny se mohou výrazně projevit ve změnách chuti a vůně. Vůně potravin závisí především na chemickém účinku těkavých látek na čichový orgán, chuť spočívá především v dráždění chuťových buněk rozpustnými látkami. Oba vjemy jsou pak vnímány komplexně.

Změny chuti a vůně balených potravin mohou být způsobovány několika mechanismy:

- **Těkání pachově aktivních látek z potravin do okolní nebo naopak sorpce pachů z okolí v potravine**

Principem tohoto děje je přenos aromatických organických látek obalem. Z tohoto pohledu je situace analogií sdílení vlhkosti a plynů. Proto i ochrana před těmito ději je založena stejně na použití obalů s minimální propustností pro aromatické látky. Vzhledem k jejich velmi rozmanité povaze je propustnost více závislá na charakteru obalového materiálu a dané aromatické látky než je tomu u propustnosti pro plyny. Z polymerů obecně představují dobrou bariéru PET, PA, PVdC, velmi špatnou polyolefiny.

Vytěkání aromatických látek hrozí u potravin s malým obsahem velmi těkavých složek (např. ovocné šťávy), u některých typů zeleniny, které mají výrazné aroma po sloučeninách síry (např. česnek, cibule, křen) je nutné zabránit přenosu tohoto aromatu vně obalu, u koření je nebezpečí vytěkání aromatických látek i absorpce cizích pachů, u potravin s vyšším obsahem tuků (např. máslo, čokoláda) je nebezpečí přijímání cizích pachů, protože aromatické látky bývají rozpustné v tucích, náchylné ke změnám jsou výrobky s velkým povrchem (především pražená káva), maso, ryby, atd. (obr. 4-14).



Obr. 4-14 Potraviny citlivé na vytěkání aromatických látek

- **Chemické změny složek potravin**

Změny chuti a vůně potraviny mohou způsobovat i látky vzniklé chemickými reakcemi, zejména oxidacemi. Ochrana spočívá v zábraně oxidačních změn, především zamezením přístupu kyslíku, ale i záření k potravíně. Nepříznivě ovlivňuje chuť a vůni také žluknutí tuků, tomu se však použitím obalů nezabrání.

- **Uvolňování sensoricky aktivních složek obalu do potraviny, resp. jejich sorpce obalovým materiálem**

Změna chuti a vůně může být zaviněna také špatnou kvalitou obalu nebo nevhodným použitím nezávadného obalu. Různé příchutě mohou pocházet ze všech druhů obalových materiálů s výjimkou skla, např. z použitých lepidel, impregnace, potisku, pryskyřic ze dřeva, z plastů se mohou uvolňovat stabilizátory, změkčovadla, plnidla atd. Kovové obaly mohou udílet při nevhodné aplikaci kovovou příchutí.

## 4.6 VLIV ZÁŘENÍ NA POTRAVINY

Vliv záření se může uplatnit jak při výrobě, tak při skladování potravin. Obecně může mít účinky příznivé i škodlivé. V tab. 8 jsou uvedeny jednotlivé typy záření a jejich vlnová délka.

Tab. 8 Významné typy záření a jejich vlnová délka  $\lambda$

korpuskulární záření: $\alpha$ a $\beta$ záření	
elektromagnetické záření: záření $\gamma$	$< 3 \cdot 10^{-10}$ m
Roentgenovo záření	$10^{-12} - 10^{-8}$ m
UV	$10^{-8} - 3,9 \cdot 10^{-7}$ m
viditelné záření	$3,9 \cdot 10^{-7} - 7,9 \cdot 10^{-7}$ m
infračervené záření	$7,9 \cdot 10^{-7} - 3 \cdot 10^{-4}$ m
mikrovlny	$3 \cdot 10^{-5} - 1$ m
rádiové vlny	$10^{-3} - 10^5$ m

Zdroj: Mikulčák 2003



Zdrojem UV záření jsou tělesa s vysokou teplotou, např. hvězdy (Slunce), elektrický oblouk (sváření) a dále rtuťové výbojky (horské slunce). Zdroj viditelného světla může být přirozený, např. Slunce a oheň, nebo umělý, např. výbojka, laser, žárovka. Zdrojem infračerveného záření jsou tělesa zahřátá na vysokou teplotu, např. infrazářiče. Protože zdroje UV, viditelného a infračerveného záření jsou přirozené, může být jeho působení potravina vystavena náhodně, ostatní druhy záření pocházejí z umělých zdrojů záření a potravina je jim vystavena cíleně.

#### • příznivé účinky záření

- radiosterilace potravin (záření  $\gamma$ , Roentgenovo záření, UV paprsky a  $\alpha$  záření)
- sterilace obalů (UV záření - jeho kratší délky z umělých zdrojů)
- insekticidní účinky (záření  $\gamma$ )
- omezení klíčivosti brambor (záření  $\gamma$ )
- rentgenologická detekce závad v neprůhledných obalech (plechovkách)
- mikrovlnný ohřev – viz kap. 4.7.1

#### • nepříznivé účinky záření

- podpora oxidačních reakcí (UV záření a kratší délky viditelného světla)  
Oxidace tuků, fotosenzibilních pigmentů, vitamínů C, B<sub>2</sub> (riboflavin).
- tepelné účinky (IČ záření)  
Dochází ke zvýšení teploty výrobku sálavým teplem, viz kap. 4.7
- nežádoucí změny některých obalových materiálů

Sklo účinkem záření tmavne a stává se neprůhledným. U některých plastů při větších dávkách záření dochází k zesítnění a degradaci molekul. To vede ke změně vlastností (především barvy, mechanické pevnosti a propustnosti). Použitelnost jednotlivých polymerů je nutné zkoušet, dobře vyhovuje PET a PE, plasty citlivé na světlo jsou PE, PVC, PA. Propustnost UV záření se může ovlivnit aditivou.

Někdy je žádoucí odfiltrovat nejen UV záření, ale i viditelné světlo. Pro úplnost, mezní vlnová délka je 625 – 800 nm pro červenou barvu a na opačném konci 400 – 430 nm pro

fialovou – purpurovou. Za tyto hranice již lidské oko nevnímá a hovoříme o infračerveném záření (více jak 800 nm) nebo ultrafialovém záření (méně jak 400 nm). Rozdělení barev odpovídají nejenom určité vlnové délky, ale i frekvence (obr. 4-15).

Při odfiltrování světla hraje významnou úlohu zabarvení obalů. Pokud v dvanáctiúhelníku (obr. 4-16) vezmeme barvy ležící proti sobě, jsou to barvy komplementární. Barva propouštěného světla je komplementární ke světlu absorbovanému, např. kratší vlnové délky, tj. světlo fialové a modré, absorbují nejlépe obaly zelené, zelenožluté až oranžové. Většina potravin je citlivá právě vůči těmto kratším vlnovým délkám, z nich je to především máslo, rostlinné oleje, mléko, pivo, víno, atd.



Obr. 4-15 Rozsah vlnových délek viditelného světla



Obr. 4-16 Komplementární barvy

Podmínky umělého ozařování a potraviny schválené k ozařování jsou dány zákonem 110/1997 Sb. O potravinách a tabákových výrobcích. Mezinárodní symbol používaný pro označení potravin ošetřených ionizací je na obr. 4-17.



Obr. 4-17 Symbol pro potraviny ošetřené zářením

## 4.7 ZMĚNY TEPLoty POTRAVIN

Změny teplot u potravin mohou být záměrně vyvolané, např. sterilace a zmrazování, nebo probíhající samovolně při vyrovnávání teploty potravin s okolím. Obecně rozlišujeme tři způsoby přestupu tepla:

### **Sálání (radiace)**

Dochází k vyzařování a pohlcování elektromagnetického záření, nastává sdílení tepla mezi dvěma systémy bez jejich vzájemného kontaktu.

### **Proudění (konvekce)**

V plynech a kapalinách dochází ke sdílení tepla z proudícího prostředí k povrchu fázového rozhraní.

### **Vedení (kondukce)**

Dochází k vyrovnávání teplot v materiálu. Tento mechanismus sdílení tepla se uplatňuje především u tuhých těles.

#### **• Přestup tepla sáláním**

Při sálání se ohřívá pouze povrchová vrstva potravin, je to dáno poměrně malou vlnovou délkou infračerveného záření. Pro záměrný ohřev potravin v obalu není proto vhodné. Projevuje se především ohřevem potravin vystavených slunečnímu světlu a v tomto případě je to jednoznačně proces nežádoucí. Zvýšení teploty výrobku sálavým teplem urychluje rozkladné procesy nebo způsobuje výrazné změny konzistence, např. tání tukových složek. Při ochraně potravin před tímto účinkem je prvotním úkolem potravinu sálání zbytečně nevystavovat. Pokud jde o obaly, jsou vhodné takové, které většinu dopadajícího záření odrazí. Jsou to materiály s minimální poměrnou tepelnou pohltivostí – poměr záření pohlceného k dopadajícímu. Z tohoto pohledu je nejúčinnější lesklá hliníková fólie. V oknech skladů se může použít tzv. determální sklo, které má vyšší obsah oxidu železnatého a velkou část infračerveného záření absorbuje.

#### **• Přestup tepla vedením**

V oblasti balení potravin se jedná o prostup tepla obalem z potravin do vnějšího prostředí nebo naopak. Množství prošlého tepla ovlivňuje:

- materiál obalu, jeho tepelná vodivost
- vnější prostředí: klidný nebo proudící vzduch či kapalina, vařící voda, aj.
- charakter náplně a její konzistence: např. vzduchové mezery zvyšují izolační účinnost obalu

Tento děj může být

- záměrný: tepelné procesy jako sterilace, zmrazování, ohřev v obalu, apod.

V tomto případě je snaha o co nejmenší odpor obalu vůči prostupu tepla.

- samovolný: vyrovnávání teploty výrobku s okolím

Dochází k ohřevu chlazených a zmrazených potravin, namrzání nebo ohřívání potravin při dopravě, apod. U některých přepravních obalů se vyžadují izolační účinky, použité materiály pak mají nízkou tepelnou vodivost. Z tohoto pohledu jsou často používány přepravky z pěnového polystyrenu nebo se mohou použít menší tepelně izolované kontejnery. Při přepravě na delší vzdálenosti a přísnějších požadavcích na teplotu se používají přepravní prostředky s chladicím zařízením.

Velké nároky na tepelnou odolnost mají obaly mražených potravin, které se v tomto obalu zároveň ohřívají. Obal musí snášet jak teploty zmrazování až  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ , tak teploty ohřevu kolem  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Pro tyto aplikace jsou vhodné hliníkové misky nebo některé typy plastů – HDPE, PP, PA nebo lamináty, např. PA – HDPE, polyester – HDPE apod.

#### 4.7.1 MIKROVLNNÝ OHŘEV

Mikrovlny jsou elektromagnetické záření o vlnové délce  $\lambda = 0,03\text{ mm} - 1\text{ m}$ , tomu odpovídá frekvence  $0,03 - 3\text{ GHz}$ . Pro mikrovlnný ohřev je užívána frekvence  $2,45\text{ GHz}$  (vlnová délka  $12,24\text{ cm}$ ).

Mikrovlny mají široké využití jak v normálním životě, tak v medicíně. Nejznámějším využitím je mikrovlnná trouba, vysoušení dřeva a knih či přenos informací pomocí bezdrátové sítě Wi-Fi.

Podstatou ohřevu předmětů v mikrovlnném poli je kmitání polárních molekul. Dipóly molekul se nepřetržitě natácejí podle okamžitého směru elektromagnetického pole a takto mění svoji orientaci až několik miliardkrát za sekundu. Jejich třením pak vzniká teplo. Ohřev produktu je velmi rychlý a probíhá v celém objemu, ve kterém působí elektromagnetické pole na polární materiál. Mikrovlnami nelze běžně ohřívát plyny. V potravinách je významný zejména obsah vody ale i dalších polárních látek (solí, oleje, tuků atd.).

Výhodou mikrovlnného ohřevu je rychlost a rovnoměrnost ohřevu v porovnání s tradičními metodami. Nevýhodou mikrovlnného ohřevu je absence pečicího efektu, plynoucí z malého rozdílu teplot mezi vnitřkem a povrchem potraviny. Dochází také k různě intenzivnímu ohřevu potraviny, pro vykompenzování tohoto nežádoucího jevu se používá otáčivý talíř.

Základními konstrukčními prvky mikrovlnného zařízení jsou magnetron, vlnovod, rozptylovací zařízení a ohřívací komora.

Do jaké míry materiál mikrovlny absorbuje, můžeme posoudit ze **ztrátového faktoru  $\varepsilon''$**

$$\varepsilon'' = \varepsilon' \cdot \operatorname{tg} \delta$$

Ztrátový úhel je mírou zpoždění kmitání molekul za elektromagnetickým polem.

Čím větší je ztrátový faktor  $\varepsilon''$ , tím více materiál absorbuje energii a tím rychleji se ohřívá

**Hloubka průniku  $d$  [m]** mikrovlnného záření je hloubka, v níž se absorbuje 63 % energie dopadající na povrch materiálu, tj. dále proniká 37 %.

$$d = \frac{\lambda_0}{\pi} \sqrt{\frac{1}{2 \cdot \varepsilon' \cdot \sqrt{(1 + \tan^2 \delta)} - 1}}$$

$\varepsilon'$  - relativní dielektrická konstanta [-]

$\delta$  - ztrátový úhel, resp. jeho tangenta  $\operatorname{tg} \delta$  [-]

$\lambda_0$  - vlnová délka ve vakuu [m]

#### 4.7.1.1 Obaly pro mikrovlnný ohřev

Kromě klasických funkcí, které musí obal potraviny splňovat vždy, tj. zejména ochranu výrobku před znehodnocením ve sféře oběhu, vytvoření racionální manipulační jednotky a zprostředkování vizuální komunikace mezi výrobkem a zákazníkem, jsou na obaly potravin určených pro mikrovlnný ohřev kladeny další specifické požadavky vyplývající z charakteru mikrovlnného pole, zejména pak maximální omezení možnosti vzniku elektrického výboje mezi jednotlivými obaly, částmi obalů, popř. mezi obalem a vlastní stěnou mikrovlnného zařízení a schopnost přispívat k rovnoměrnému záhřevu balené potraviny.

U těchto obalů musí výrobce poskytnout spotřebiteli více informací, než bývá běžné. Bývají vyžadovány tyto údaje:

- a) zřetelné označení, že jde o výrobek vhodný pro mikrovlnný ohřev
- b) doba ohřevu v závislosti na nastaveném výkonu
- c) způsob úpravy obalu před vložením do mikrovlnné trouby
- d) popis jak rozpoznat, že pokrm byl skutečně přiměřeně tepelně opracován

Z hlediska chování v mikrovlnném poli lze obaly potravin určených pro mikrovlnný ohřev rozdělit na aktivní a pasivní.

#### • Pasivní obaly

Tvoří převážnou část obalů potravin pro mikrovlnný ohřev, neovlivňují účinek mikrovlnného pole. Používají se pro potraviny tam, kde je cílem je pouze ohřát, popř. uvařit. Jsou to materiály transparentní pro mikrovlnné záření, které se absorbuje pouze balenou potravinou a přímo ji zahřívá.

Nejčastěji se pro výrobu pasivních obalů používají sklo, hliníková folie, polyester převážně v krystalické modifikaci, vrstvené materiály na bázi polypropylenu, kombinace polykarbonátu s polyeterimidem, směs polyetylenoxidu s polystyrenem, papír laminovaný polyesterem a polyester vrstvený lineárním polyetylenem nízké hustoty (LLDPE).

Použitelnost těchto materiálů je podmíněna především jejich přiměřenou tepelnou stabilitou. Platí obecně, že potravina v mikrovlnné troubě nemůže být zahřáta na teplotu přesahující 100 °C, pokud se z ní nevypaří veškerá voda. Pak může její teplota stoupat a přesáhnout teplotu změknutí většiny použitelných plastů. Dojít k tomu může zejména při lokálním vysoušení pokrmu v rozích obalu, případně tenkých vrstvách v blízkosti uzávěru atd. Podobně je třeba zamezit místnímu přehřátí způsobenému kumulací účinků mikrovlnného pole.

Sklo je dostatečně transparentní pro mikrovlnné záření a vykazuje značnou tepelnou stabilitu. Při ohřevu potravin ve skleněných nádobách se však může vyskytnout několik problémů. Sklo samo, podle typu, absorbuje část mikrovlnné energie a může se tak poměrně rychle stát horkým. To pak ztěžuje manipulaci s ohřívaným pokrmem a podporuje nerovnoměrné rozložení teplot v pokrmu, které může vést až k lokálnímu přehřívání potravin a vystřikování ze sklenic. Vzhledem k charakteru mikrovlnného ohřevu se preferují především nízké tvary sklenic se širokým hrdlem umožňující rovnoměrnější ohřev oproti nádobám štíhlým.

Zvláštní kapitolu zaujímají obaly kovové, které byly dlouho vydávány za nevhodné pro použití v mikrovlnných troubách (značná část spotřebitelů je za takové považuje dosud) a to ze dvou důvodů:

1. V mikrovlnném poli se na izolovaných kovových plochách indukuje značné elektrické napětí, které může být příčinou elektrického výboje mezi obalem a vlastním zařízením, popř. mezi jednotlivými obaly či jejich navzájem izolovanými částmi.
2. Kovovou plochou odražené vlnění může zahřívat magnetron (zdroj mikrovln).

V obou případech může dojít až k poškození mikrovlnného zařízení. Problémy se vznikem elektrického výboje lze úspěšně vyřešit vhodnou konstrukcí obalu. Nesnáze s možným poškozením magnetronu se pak řeší vhodnou konstrukcí mikrovlnné trouby.

Misky z hliníkové folie určené pro balení pokrmů určených pro mikrovlnný ohřev se často lakují, čímž se vlastně povrch obalu opatřuje izolační vrstvou, upravují se reflexní vlastnosti pro mikrovlny. Vzhledem k nepropustnosti kovů pro mikrovlny je zřejmé, že potraviny v miskách tohoto typu musí být ohřívány pod krycími víčky z jiného materiálu transparentního pro mikrovlny, nejčastěji se používají kryty z vhodných plastů. Mikrovlny tak vstupují do potraviny pouze krycí folií a absorpce energie potravinou a tedy i její ohřev jsou pomalejší. Lze tak dosáhnout rovnoměrnějšího prohřívání pokrmu v porovnání s ohřevem téhož pokrmu například v PET miskách.

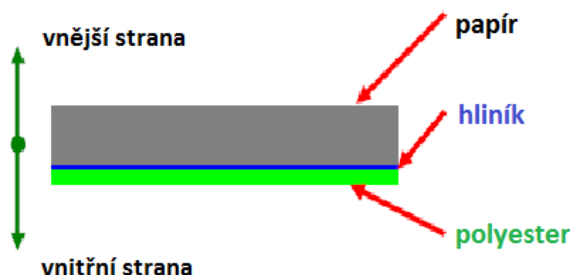
#### • Aktivní obaly

Jsou to obaly, které nějakým způsobem ovlivňují vlastní průběh ohřevu v mikrovlnné troubě.

#### **Susceptory**

Susceptory v principu absorbují určitou část mikrovlnné energie, tím se ohřejí a vedením tepla zvyšují teplotu přilehlého povrchu potraviny, zatímco procházející část záření ohřívá typickým způsobem pokrm v celém objemu. Ponejvíce jsou tvořeny polyesterovou folií s vakuově nanesenou vrstvou kovového pigmentu laminovanou na papír nebo lepenku. Nejrozšířenější jsou susceptory na bázi hliníku. Ve vrstvě kovového pigmentu se absorbuje část mikrovlnného záření, jeho elektrická složka se přemění na energii infračerveného záření (radiální energii), takže se obalová fólie téměř okamžitě vyhřeje na teplotu několika set stupňů Celsia (až 250 °C). Rozhodující pro konstrukci susceptoru je množství naneseného kovového pigmentu, které se obvykle udává optickou hustotou. Při použití hliníku mají běžně používané pokovené folie optickou hustotu od 0,18 do 0,29. Vyšší hustoty (nad 0,35) zapříčiňují tvorbu elektrického výboje, menší (pod 0,12) jsou neúčinné. Papír, na který je pokovená fólie nanášena, tvoří vnější

stěnu obalu a zajišťuje jeho rozměrovou stabilitu. Vnitřní stěnu obalu tvoří polyester. Tím se jednak chrání vrstva kovu před poškozením a současně se zabraňuje kontaminaci potravinu hliníkem (obr. 4-18).



Obr. 4-18 Susceptor

### Vodivé nátěry

Dalším aktivním elementem jsou vodivé nátěry, dosud sice stále ve fázi vývoje, u nichž se však předpokládá, že by v budoucnu mohly nahradit susceptorové folie. V tomto případě jsou vodivé částice suspendovány ve vrstvě laku, který se aplikuje přímo na obalový materiál, což je mnohem levnější než laminování obalu folií se susceptorem.

### Stínící či odrážecí prvky

Mezi aktivní složky obalů pro mikrovlnný ohřev potravin patří i různé stínící nebo odrážecí prvky. Jsou to kovové vrstvy dostatečně silné, takže se v mikrovlnném poli nezahřívají, ale odráží mikrovlny podobně jako stěny trouby. V krytém místě potom do potravinu neproniká žádné záření. Mohou být tvořeny kovovou folií, popř. laminovanou na nosič, nebo jakoukoliv kovovou (resp. vodivou) plochou (např. hliníkovou miskou). Obaly se stínícími prvky umožňují regulaci rychlosti ohřevu baleného produktu v mikrovlnném poli, tedy přiměřené zpomalení. Jejich aplikace se jeví slibná zejména pro několikasožkové pokrmy, kdy lze aplikací stínících prvků dosáhnout stejně rychlého ohřevu všech komponent. Obal tohoto typu však musí být navržen a přizpůsoben danému výrobku na míru, nelze ho beze změn použít pro výrobek další. To ho značně prodražuje, a proto je aplikace obalů tohoto typu v praxi doposud velmi omezená.

### Další aktivní složky

Můžeme sem zařadit např. indikátory přiměřenosti ohřevu, ventilký umožňující únik vyvíjející se páry, absorbéry uvolněného tuku, atd.



## 4.8 KONTAMINACE POTRAVIN SLOŽKAMI OBALŮ

Cizorodé látky, které v původní surovině nebyly, rozlišujeme na:

a) exogenní: látky, které se do potraviny dostávají zvenčí

- aditiva: záměrně přidané látky (barviva, konzervanty, atd.)

- kontaminanty: nežádoucí znečištění

b) endogenní: vytváří se uvnitř potraviny v důsledku zpracování

Obal svými bariérovými vlastnostmi zabraňuje znečištění potravin z okolního prostředí. Sám však může být zdrojem kontaminace, je to obecně jeden z nezávažnějších hygienických problémů balení potravin a to zejména pro tekuté potraviny, neboť bylo prokázáno, že v tomto případě je rychlost přestupu hmoty z obalů do baleného produktu o několik řádů významnější, než pro potraviny tuhé.

Pokud jde o tekuté nebo dostatečně vlhké potraviny, je možné rozlišit dva základní mechanismy narušení obalového materiálu potravinářskými výrobky, jejichž důsledkem je pak kontaminace baleného produktu cizorodými látkami, a to úplné rozpouštění obalového materiálu, popř. jeho vrstev (koroze), nebo extrakce některých jeho složek (migrace).

### • Koroze

Koroze je typická pro kovové obaly v kontaktu s dostatečně agresivními, převážně kyselými, potravinami (viz kap. 2.4.1.1). Pokud jde o ostatní běžné obalové materiály, rozpouští se sklo pouze v alkalickém prostředí za podmínek, které pro potraviny nepřichází v úvahu, polymery používané v obalové technice při kontaktu s potravinami maximálně bobtnají a celulóza jako základní složka obalových materiálů na bázi papíru je v potravinách také nerozpustná.

V důsledku rozpouštění lze v potravinách balených v kovových obalech nalézt vyšší koncentrace kovů. Obsah cínu do 200 - 250 mg na kg produktu je považován za vyhovující. Koncentrace železa v potravinách balených v konzervových plechovkách je vzhledem k používání cínu na ochranu ocelového plechu mnohem nižší, nepřesahující  $10 \text{ mg.kg}^{-1}$ . Množství těžkých kovů, především olova, se podstatně snížilo nahrazením pájky svařováním třídlých plechovek a výrobou dvoudílných tažených plechovek. Obsah olova v konzervovaných potravinách zpravidla nepřesahuje  $0,5 \text{ mg.kg}^{-1}$ , v České republice je povolen

obsah až do  $2,0 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ . Pro potraviny balené v hliníkových obalech je v ČR přípustné až 100 mg hliníku na kg produktu.

### • Migrace

Druhým způsobem přenosu složek obalového materiálu do potraviny je migrace. Při ní je charakteristické, že uvolňování látek z obalového materiálu se děje bez jeho viditelné destrukce, obal si zachovává technologicky významné vlastnosti, pouze určitá složka přechází do potraviny. Migrace je typická pro plastové obaly, kdy do potraviny přechází nízkomolekulární látky, především zbytky monomerů nebo přídatných látek (antioxidanty, plastifikátory, změkčovadla, maziva, atd.).

Migrace jako proces je významná ze dvou hledisek:

- a) Hodnoty migrace, resp. limity celkové nebo specifické migrace jsou základem legislativy pro hodnocení vhodnosti obalových materiálů pro kontakt s potravinami.
- b) Cílené, záměrné uvolňování aktivních činidel z obalu do potravin je základem systémů aktivního balení.

Z hlediska migrace se rozlišují tři základní typy interakce obalu s potravinou, mezi nimiž je v praxi velmi pozvolný přechod.

1. První skupina je charakterizována zanedbatelnou, prakticky nulovou migrací z obalů a to jak v kontaktu s potravinou tak v její nepřítomnosti. Do této skupiny lze zahrnout pevné, tvrdé a suché potraviny balené v inertních obalech, např. tvrdé ovoce a zeleninu, cukr, sůl atd. Z ostatních potravinářských výrobků se tomuto stavu blíží i zmrazené potraviny.
2. Do druhé skupiny patří případy, kdy migrace složek obalů probíhá bez ohledu na přítomnost či charakter potraviny, i když v některých případech může kontakt s potravinou migraci urychlovat. Typickým příkladem je uvolňování plynných složek, např. vinylchloridu do potravin.
3. Třetí skupina je charakterizována uvolňováním složek obalů zcela závislým na přítomnosti potraviny. V její nepřítomnosti k uvolňování složek obalu nedochází, při vzájemném kontaktu nabývá migrace významných hodnot.

## 4.8.1 HODNOCENÍ KVALITY OBALŮ POTRAVIN

Pro balení potravin je obecně třeba používat obalové materiály vyšší kvality v porovnání s obaly pro ostatní zboží. Ve všech vyspělých zemích je proto zaveden systém kontroly kvality obalových prostředků přicházejících do kontaktu s potravinami. V České republice je v současnosti základním předpisem zákon 258/2000 Sb., O ochraně veřejného zdraví. Hlavními prováděcími předpisy specifikujícími požadavky na základní typy materiálů přicházejících do kontaktu s potravinami nebo pitnou vodou, tj. obalovými materiály, ale i součástmi potravinářských strojů a zařízení atd., jsou

- vyhláška Ministerstva zdravotnictví ČR č. 37/2001 Sb., O hygienických požadavcích na výrobky přicházející do přímého styku s vodou a na úpravu vody,
- vyhláška Ministerstva zdravotnictví ČR č. 38/2001 Sb., O hygienických požadavcích na výrobky určené pro styk s potravinami a pokrmy novelizovaná vyhláškou č. 186/2003 Sb.

Zákon č. 258/2000 Sb. stanoví pro výrobce nebo dovozce obalů a předmětů určených pro kontakt s potravinami povinnost vydat prohlášení, že výrobek vyhovuje požadavkům tohoto zákona. V souladu se zvyklostmi v Evropské unii zákon nespécifikuje formu tohoto prohlášení ani podklady, na jejichž základě lze shodu se zákonnými předpisy deklarovat. V zákoně č. 258/2000 Sb. ve stávající podobě nejsou uvedeny ani sankce za nesplnění této povinnosti, což v důsledku znamená, že výrobci nebo dovozci materiálů, které přicházejí do kontaktu s potravinami a které jsou užívány bez tohoto prohlášení, mohou být postiženi až po prokázání jejich nevhodnosti na základě laboratorních zkoušek.

### **Kritéria hodnocení**

Materiály určené pro kontakt s potravinami jsou posuzovány z mnoha hledisek, tj. podle chemického složení, funkčních vlastností, organoleptických vlastností atd. Jedním ze základních parametrů přitom jsou migrační charakteristiky, významné zejména pro polymerní materiály, ale i pro papírové výrobky, tkaniny a další.

Migrace mezi obalem a potravinou je děj obousměrný. Z hygienického hlediska je však významné především množství a charakter cizorodých látek uvolňujících se do potraviny. V zásadě rozlišujeme dva základní typy migrace a to migraci globální (celkovou) a specifickou.

Celková migrace označuje přestup všech, v mnoha případech neznámých složek z obalu do potraviny.

Specifickou migrací rozumíme přechod jedné určité látky, která je významná především z hygienického hlediska.

### • Celková migrace

Podle zákona 258/2000 Sb. plasty a výrobky z plastů určené pro styk s potravinami nesmějí uvolňovat do potravin své vlastní složky v množství přesahujícím **10 mg.dm<sup>-2</sup>** povrchové plochy výrobku. Tento **limit celkové migrace** lze v některých případech vyjádřit i jako **60 mg.kg<sup>-1</sup>** potraviny nebo potravinového simulantu.

Limit celkové migrace je základní charakteristikou zjišťovanou u polymerních výrobků uvažovaných pro přímý kontakt s potravinami. Standardní postup stanovení celkové migrace je dán příslušnými směrnici Evropské unie (82/711/EEC, 85/572/EEC, 93/8/EEC, 97/48/EC), na jejichž základě byl vypracován návrh evropské normy ENV 1186.

Pro stanovení celkové migrace se používají simulanty potravin. V reálných potravinách by totiž nebylo možné rozlišit látky uvolněné z obalů od látek pocházejících z potraviny.

Směrnice 85/572/EEC určuje tyto základní typy simulantů:

- destilovaná voda (simulant A, modelové prostředí neutrálních potravin s velkou vodní aktivitou)
- 3% vodný roztok kyseliny octové (simulant B, model kyselých potravin)
- 10% vodný roztok etanolu (simulant C, model potravin s obsahem alkoholu)
- rektifikovaný olivový olej (simulant D, model tučných potravin)

Migrace do tučných potravin a jejich simulantů je obecně větší než migrace do potravin vodnatých (viz tab. 9)

### • Specifická migrace

Základem předpisů regulujících specifickou migraci residuů výchozích látek z obalových plastových materiálů do potravin je pozitivní seznam monomerů a aditivních látek, které se mohou používat pro výrobu plastů přicházejících do styku s potravinami. Základem pro

posuzování látek v pozitivním seznamu jsou toxikologické testy, na jejichž základě je pak stanovena hodnota přípustného denního příjmu ADI (Acceptable Daily Intake). Z ní se dále určují specifické migrační limity (SML) pouhým vynásobením 60. Je-li tedy například ADI hodnota pro monomer tereftalové kyseliny 0,125 mg na kilogram tělesné hmotnosti, pak limit pro jeho specifickou migraci činí 7,5 mg na kilogram potravin. Jestliže je ADI hodnota monomeru 1 mg na kg tělesné hmotnosti a vyšší, pak se omezení specifické migrace nestanoví, neboť možná kontaminace potravin touto látkou je omezena limitem pro migraci celkovou ( $60 \text{ mg.kg}^{-1}$ , viz dříve).

Pro některé monomery se místo hodnoty SML uvádí jejich maximální přípustný obsah v obalovém materiálu označovaný jako hodnota QM a vyjadřovaný v miligramech na kilogram plastu. Toto omezení se používá zejména pro monomery chemicky nestálé v přítomnosti vody.

Positivní seznam je plynule aktualizován a to jak zařazováním nových povolených výchozích látek, tak přiřazováním či změnami hodnot limitů specifické migrace podle stávajícího stupně poznání.

Pokud jde o stanovení specifické migrace, je zde pochopitelně možné, na rozdíl od stanovení celkové migrace, použít širokou škálu metod chemické analýzy, tj. metod spektrofotometrických, chromatografických atd. Specifické migrační limity lze stanovovat jak za použití již zmíněných potravinových simulantů, tak reálných potravin.

Tab. 9 Typické hodnoty globální migrace pro fólie z plastů

<b>polymer</b>	<b>vodné simulanty [mg.dm<sup>-2</sup>]</b>	<b>olivový olej [mg.dm<sup>-2</sup>]</b>
<b>LDPE</b>	0,1 - 1,5	4 - 20
<b>HDPE</b>	0,1 - 1,0	1,5 - 5,5
<b>polypropylen</b>	0,1 - 1,5	0,5 - 5,0
<b>polyetyltereftalát</b>	< 0,2	0,3 - 6,9
<b>polystyren</b>	0,2-5	1,2 - 26
<b>polyamid</b>	0-15	1,0 - 6,0
<b>měkčený PVC</b>	0,5-3	3,0 - 100

Zdroj: Velíšek 1999

## 4.9 OCHRANA PŘED MIKROBIÁLNÍM ZNEHODNOCENÍM

Kontaminace mikroorganismy se projevuje hlavně jako plesnivění, kvašení nebo hniloba. Obal má v tomto případě při ochraně potravin prvořadý význam.

### **Funkce obalu při ochraně před mikrobiální infekcí:**

1. Je bariérou proti mikrobiální infekci z okolního prostředí  $\Rightarrow$  význam všech faktorů ovlivňujících hermetičnost obalu.
2. Má vliv na vegetaci mikroorganismů udržováním nevhodných podmínek pro růst (propustnost pro kyslík, vodní páru atd.).
3. Je nositelem aktivní antimikrobní funkce (viz kap. 4.1.1). Velmi účinným prostředkem proti aerobním formám mikrobů jsou absorbéry kyslíku, sáčky uvolňující etanol nebo systémy využívající mikrobicidní účinky stříbra.

Obal přitom nesmí být sám zdrojem kontaminace. Kontaminace nových obalů je kontrolována, musí být v povoleném rozmezí, důležité je také zabezpečení nových obalů také během skladování. Vratné obaly je nutné před opětovným použitím mýt. Účinnost mytí je dána kombinací doby, teploty a koncentrace použitých čisticích prostředků. Nejčastěji používané myčky jsou myčky máčecí, kartáčové nebo vstříkovací, často dochází k jejich kombinaci.

Odolnost obalů vůči působení mikroorganismů závisí na druhu obalového materiálu. Kovy a sklo jsou odolné a dají se dobře sterilovat, substrátem pro mikroby mohou být papír, dřevo a tkaniny. Obzvláště při výrobě papíru ze sběrového papíru hrozí možnost infekce, pro styk s potravinami je tento papír zakázán. U plastů mohou být substrátem pro některé plísně hlavně změkčovadla a stabilizátory. Zdrojem mikrobiální infekce mohou být také lepidla, používaná při výrobě nebo uzavírání obalů.

Vysoké nároky na mikrobiologickou čistotu obalů má aseptické plnění. Při něm se plní potravina zbavená zárodků do sterilních obalů tak, aby nedošlo ke kontaminaci před hermetickým uzavřením obalu. Ke sterilaci obalů se používá některá z následujících možností nebo se zákroky mohou i kombinovat:

- sterilace teplem, využití tepla při tvarování plastových obalů
- působení roztoků (peroxid vodíku, etanol)
- záření (UV)

## 4.10 OCHRANA PŘED HMYZEM A HLODAVCI

K nebezpečným biologickým škůdcům potravin patří hmyz a hlodavci. Obecně dávají přednost potravině volně ložené před zabalenou, nemusí však poškozovat pouze potravinu, velmi často to mohou být i vlastní obaly. Kromě skla a kovů, které představují dokonalou bariéru proti škůdcům, mohou být ostatní obalové materiály napadány. Bariérové účinky proti pronikání škůdců jsou závislé nejen na kvalitě a tloušťce, ale i na povrchových vlastnostech obalu.

### • Působení hmyzu

Hmyz může napadat potraviny nebo proniká do obalů z důvodů zakuklení nebo kladení vajíček nebo napadá vlastní obal. Je zastoupen mnoha druhy, které se liší různou schopností napadat určité materiály. V našich klimatických podmínkách jsou to především zavíječi, potemníci a červotoči (obr. 4-19).

Primární roli při ochraně výrobků před nežádoucím hmyzem musí sehrávat prevence, která omezí možnost výskytu škůdců ve skladech a přepravních prostředcích. Základem je vždy čistota, vhodné osvětlení, teplota, vlhkost a také vnější aplikace insekticidů. Pro náročnější ochranu se používá ochrana aktivními prostředky. Mohou se impregnovat měkké obaly (papíry, lepenky) nebo jejich části (uzávěry pytlů, atd.) nebo aplikovat insekticidy v roztoku či emulzi přímo na obal, jako součást impregnace nebo jako součást lepidla u vrstvených materiálů. Dále je možné používat látky, které hmyz odpuzují, repelenty. Ty se však vyznačují poměrně specifickou působností na některé druhy hmyzu a kromě toho jsou dosti těkavé a aromatické, což značně omezuje možnost jejich použití při balení potravin. Všechny uváděné látky musí splňovat příslušné hygienické požadavky. Kritickými místy, z hlediska pronikání hmyzu, jsou vždy spoje.



Obr. 4-19 Zavíječ moučný, potemník moučný, červotoč spíží

## • Působení hlodavců

Hlodavci způsobují každoročně obrovské škody na potravinách a obalech. Kromě materiálních škod, které vytvářejí, spočívá jejich nebezpečí také v přenášení infekcí. U nás nejsou zastoupeni mnoha druhy, ale jejich výskyt je značný. Našimi nejběžnějšími hlodavci jsou myši, potkani a krysy (obr. 4-20). Zda napadnou potravinu v obalu, záleží jak na jejich fyziologické dispozici, čichové ostrosti atp., tak i na vlastnostech obalu. Zamezení přístupu hlodavců k potravine obalem musí být součástí komplexních deratizačních opatření, jakými jsou hlavně odstraňování odpadků, dodržování čistoty a zamezení přístupu hlodavců zvenku do skladů a dopravních prostředků. I zde je možnost impregnace obalů chemickými přípravky s toxickým nebo repelentním účinkem na hlodavce.

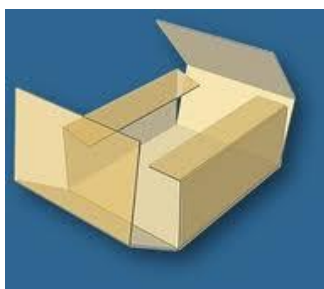


Obr. 4-20 Myš domácí, potkan, krysa

## 5 MECHANIZACE BALENÍ

Balení bývá u řady potravinářských výrobků v porovnání s vlastními technologickými operacemi velmi pracné. Mezi základní balicí operace, vyskytující se v různých obměnách, patří:

- zhotovení obalu (z role, přířezu, granulátu, apod.), pokud se nepoužije obal hotový
- dávkování a plnění
- uzavírání obalu (obr. 5-1)



Obr. 5-1 Zhotovení, plnění a uzavírání obalu



Podíl těchto operací na celkovém čase výroby je přibližně 50 %, pro nápoje je to až 80 % času na jednotku výrobku. Mechanizace a automatizace tohoto úseku znamená tedy podstatné zvýšení produktivity, kromě toho dochází k omezení jednotvárné práce a omezení styku lidských rukou s potravinou má také výhody hygienické. Růst produktivity při použití mechanizace můžeme ukázat na příkladu balení mouky nebo výroby plechovek. Při ručním balení mouky byl pracovník schopen zabalit asi 70 kg za den, při automatizovaném balení se dosahuje pro jeden stroj až  $1600 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$ . Při ruční výrobě 3dílné plechovky dělník zhotovil asi 60 ks za den, při strojové výrobě je to na jeden stroj až  $500 \text{ ks}\cdot\text{min}^{-1}$ .

Ze spotřebitelského balení se vytvoří skupinové a nakonec přepravní balení. Balicí proces je třeba synchronizovat s vlastní výrobou. Vychází se z výkonu hlavního stroje výrobního procesu, stroje s nižší výkonností se řadí paralelně.

Z hlediska ekonomiky výroby je výhodné, aby bylo jedno zařízení použitelné pro co nejširší sortiment výrobků. To vede k zmenšování tvarové a velikostní rozmanitosti obalů. Normalizované parametry pak mají význam při paletizaci, dávkování uzavírání i etiketování.

Konstrukce balicích strojů musí vyhovovat požadavkům na potravinářské stroje:  
snadné čištění a sanitace  
snadný a bezpečný přístup k jednotlivým částem stroje (zajištění před pohyblivými součástmi)  
centrální obsluha  
samočinné vypnutí stroje, neprochází-li jím materiál nebo obal  
klidný chod a rozběh, aby nevznikaly rázy (hrozí např. kácení obalů, hlavně lahví)

### **Druhy pohonů u balicích strojů:**

**mechanické:** zejména u krokových strojů se používají vačkové mechanismy

výhody: velmi přesná realizace i náročných pohybů a jejich vzájemná vazba, zvláště, mají-li

pohony jeden společný hlavní hřídel (centralizovaný pohon)

malé energetické ztráty  $\Rightarrow$  hospodárny provoz

nevýhody: rozvod pohybů je výrobně náročný  $\Rightarrow$  vyšší pořizovací náklady

**hydraulické:** především u decentralizovaných pohonů

výhody: výrobně méně náročné, použití typizovaných prvků

nevýhody: nákladnější provoz (energetické ztráty při škrcení toku kapaliny, netěsnosti)

možnost kontaminace potravin hydraulickou kapalinou při netěsnosti

**pneumatické:** výhody a nevýhody jako u hydraulických pohonů s výjimkou kontaminace

z tohoto důvodu se jim dává přednost před hydraulickými

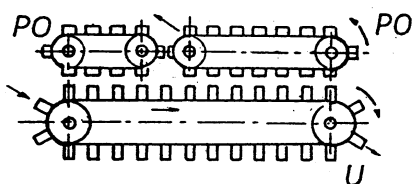
Pohyb materiálu v balicím stroji od jednoho nástroje (pracovního orgánu) k druhému zajišťuje unašeč. Podle charakteru pohybu baleného materiálu a obalu v balicích strojích rozlišujeme:

- **Krokové balicí stroje**

Vyznačují se přerušovaným pohybem materiálu od jednoho nástroje k druhému. Z dynamického hlediska to znamená urychlování většinou značných hmot a tedy i vznik značných setrvačných sil a rázů. Tyto síly pak mohou vyvolat při vyšších rychlostech nežádoucí deformace součástí. Tím je omezena výkonnost těchto strojů u větších a těžších balení. Při změně rychlosti hrozí také kácení především vyšších obalů.

- **Kontinuální stroje se souběžnými pracovními orgány**

Odstraňují nevýhody krokových strojů. Unašeč se pohybuje kontinuálně, k provedení jednotlivých operací se nezastavuje. Příslušný pracovní orgán se pohybuje nad unašečem po dráze odpovídající provedení příslušné operace. Po provedení operace se pracovní orgán vrací do výchozí polohy (obr. 5-2).



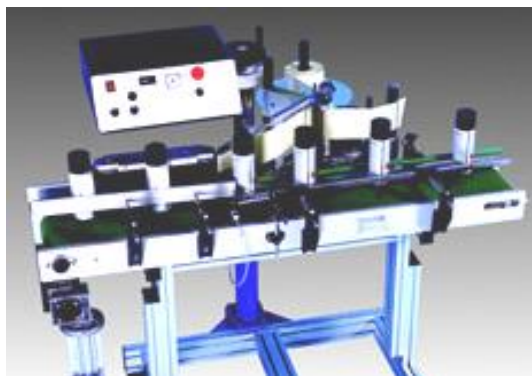
PO – pracovní orgán

U – unašeč

Obr. 5-2 Kontinuální stroje se souběžnými pracovními orgány

- **Kontinuální stroje s nesouběžnými pracovními orgány**

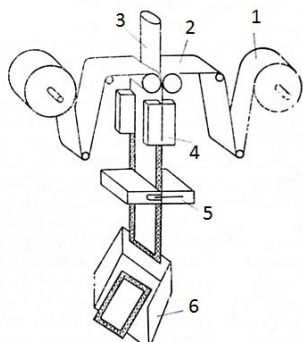
Tyto stroje se vyznačují plynulým tokem zpracovávané látky, ale pracovní orgán nevykonává žádný unášivý pohyb. Jde např. o rotující svařovací kladky, etiketování, apod. (obr. 5-3).



Obr. 5-3 Kontinuální stroje s nesouběžnými pracovními orgány

- **Kombinace souběžných pracovních orgánů s nesouběžnými**

Např. u balení vytvářené ze dvou folií je podélný svár vytvářen nepohyblivou svařovací kladkou, příčný svár je vytvořen při souběhu čelistí s pohybem folie (obr. 5-4).



1. role obalového materiálu
2. tvarovací válečky
3. násypná trubice
4. podélné svařování hadice
5. příčné svařování a oddělení sáčku
6. odváděcí žlab

Obr. 5-4 Kombinace souběžných a nesouběžných pracovních orgánů

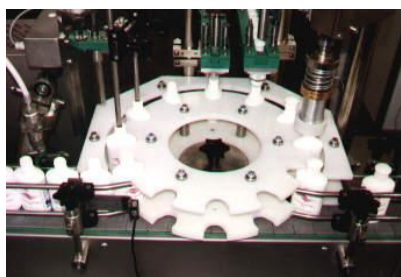
Pro krokové a kontinuální stroje může mít našeč uspořádání:

**karuselové (rotorové)**

Výhodou karuselového uspořádání je možnost přesného fixování zpracovávaného materiálu v jednotlivých pozicích. S růstem počtu pracovních míst se zvětšuje průměr karuselu a zhoršuje se přístupnost jednotlivých ústrojí. Karusely bývají krokové (obr. 5-5).

**liniové (řadové)**

Při tomto uspořádání je našeč tvořen nekonečným pásem. Jeho pružnost, resp. vůle, omezuje jeho použití pro operace, které vyžadují přesnost vzájemné polohy předmětu a pracovního orgánu. Výhodou liniového uspořádání je přístupnost všech ústrojí a malá zastavěná plocha (obr. 5-6).



Obr. 5-5 Karuselové uspořádání



Obr. 5-6 Liniové uspořádání

Dávkování a plnění se řídí charakterem výrobku (lehce sypký, obtížně sypký, kašovitý, tekutý, kusový). Základní způsoby dávkování jsou podle objemu, hmotnosti nebo počtu.

## 5.1 OBJEMOVÉ DÁVKOVÁNÍ

Přesnost dávkování objemových dávkovačů bývá menší než hmotnostních. Pohybuje se v rozmezí 0,5 - 5 % podle velikosti dávek a typu plněného materiálu. Konstrukčně jsou ale objemové dávkovače mnohem jednodušší a bývají většinou i výkonnější. Dává se jim proto přednost u výrobků, pro které je toto řešení možné (především tekuté, kašovitě a některé sypké výrobky).

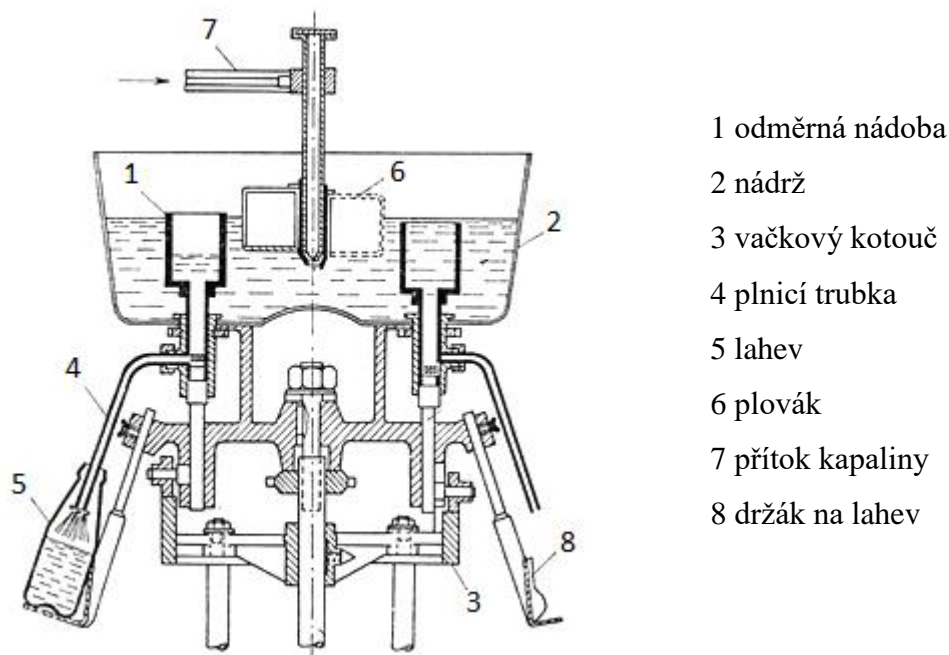
### 5.1.1 OBJEMOVÉ DÁVKOVÁNÍ TEKUTÝCH A KAŠOVITÝCH VÝROBKŮ

Pro objemové plnění tekutých výrobků rozeznáváme dva hlavní principy plnění:

#### 1. Dávkované množství se skutečně odměřuje různými odměrnými nádobami nebo pístem

Odměrné nádoby se plní v zásobní nádrži a vyprazdňují se do podstavených lahví nebo jiných obalů. Vyzdvižení naplněné odměrné nádoby za současného otevření plnicího ventilu obstarává systém kladek a vaček (obr. 5-7).

U pístového plnicího zařízení velikost dávky určuje zdvih pístu.



Obr. 5-7 Plnicí zařízení s odměřovaným množstvím tekutiny

## 2. Tekutiny se plní do určité výšky hladiny

Tento způsob závisí na přesnosti objemu obalu (lahví), protože zařízení plní obaly do určité výšky bez ohledu na objem. Stoupající hladina po určité době uzavře trubici, která odvádí vzduch z obalu a tím je zastaven i přívod plněné tekutiny do obalu.

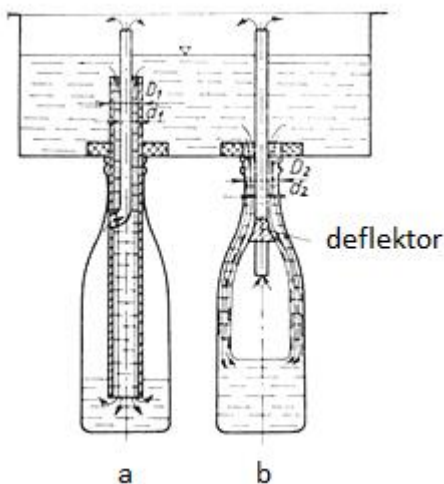
Rozlišujeme dva typy hladinových plnicích zařízení (obr. 5-8):

### a) s plnicí trubkou

Kapalina je přiváděna trubkou hluboko zasunutou do lahve a vzduch je odváděn jinou trubkou, která je uvnitř plnicí trubky. Dosahovaná výkonnost je  $70 - 100 \text{ ml.s}^{-1}$ .

### b) bez plnicí trubky

Do hrdla lahve zasahuje jenom krátká trubka, sloužící k odvodu vzduchu z lahve a k uchycení deflektoru (odkláněcí kužel), který usměrňuje plněnou kapalinu na celou vnitřní stěnu lahve. Tento způsob plnění se proto někdy označuje jako plnění po skle. Plnicí ventily mají větší průměr, takže dosahují větší výkonnosti, až  $150 \text{ ml.s}^{-1}$ . Nevýhodou může být větší styčná plocha kapaliny se vzduchem a tím i větší možnost oxidace.



- a) s plnicí trubkou
- b) bez plnicí trubky

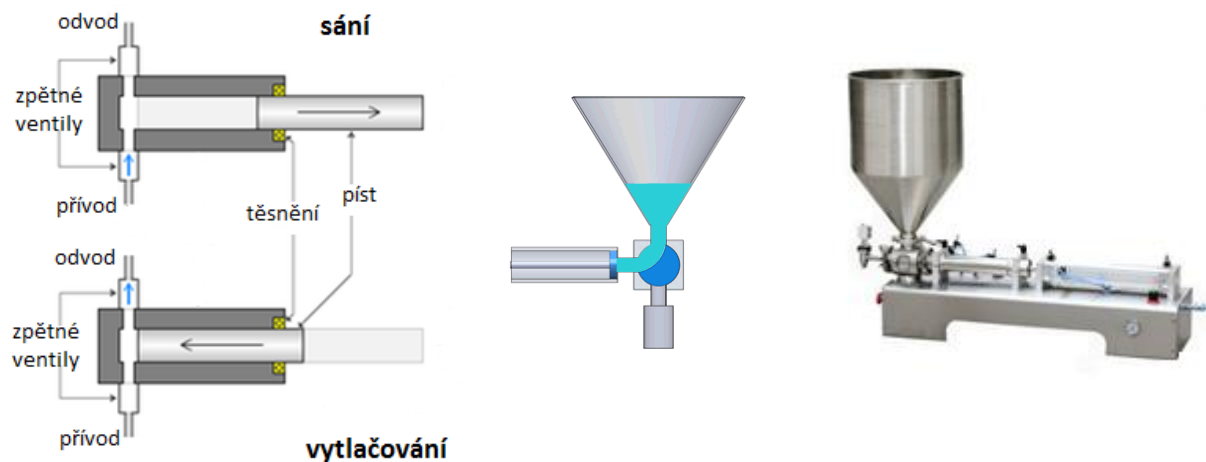
Obr. 5-8 Hladinové plnicí zařízení

Pro nápoje sycené  $\text{CO}_2$  je zapotřebí použít protitlakové plnicí zařízení, které zaručí, že v zásobní nádrži ani v plněné lahvi nedojde k úniku plynu ze syceného nápoje. Pro pivo a víno se používá přetlak  $0,15 \text{ MPa}$ , pro sodovky a minerální vody až  $0,4 \text{ MPa}$ .

Protitlakové plnicí zařízení pracuje převážně na principu hladinového plnění. Na počátku operace je do lahve vpuštěn  $\text{CO}_2$  nebo filtrovaný vzduch (aby se zabránilo kontaminaci), až se tlak v lahvi vyrovná tlaku v zásobní nádrži. Plnění pokračuje tak dlouho, až hladina uzavře

odvzdušňovací otvor v plnicí trubce. Jakmile se uzavře plnicí orgán, je tlak snížen na tlak atmosférický a láhev se posune k zavíracímu zařízení.

Pro kašovitě výrobky, vzhledem k jejich viskozitě, se používají pístové plničky (obr. 5-9).



Obr. 5-9 Pístové plničky

## 5.1.2 OBJEMOVÉ DÁVKOVÁNÍ SYPKÝCH VÝROBKŮ

Pro sypké materiály se může použít jak objemové, tak hmotnostní dávkování. Konstrukce objemových dávkovačů se liší podle charakteru dávkovaného materiálu (obr. 5 - 10):

### Talířový dávkovač

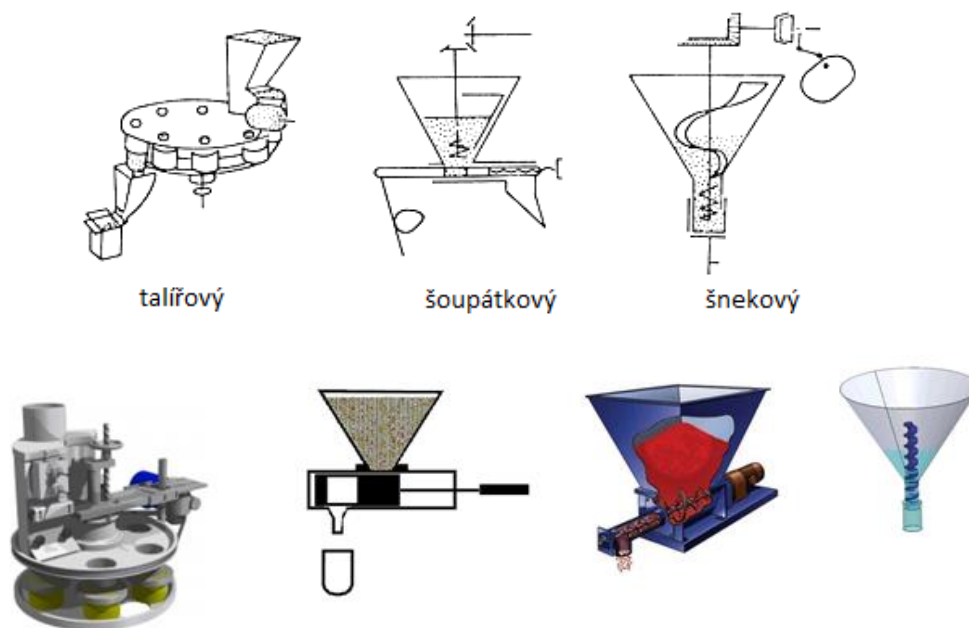
Hodí se pro velmi sypké zrnité a drobně kusovité materiály (zrnková káva, krystalový cukr, apod.)

### Šoupátkový dávkovač

Je určen pro zrnité a práškovité materiály. Naplnění dávkovacího prostoru zajišťuje šnek procházející zásobníkem.

### Šnekový dávkovač

Používá se pro obtížně sypké práškovité materiály (mouka, práškový cukr, kakao). Dávka se řídí počtem otáček šneku nebo výškou hladiny plněného materiálu.



Obr. 5-10 Objemové dávkovače sypkých materiálů

## 5.2 HMOTNOSTNÍ DÁVKOVÁNÍ

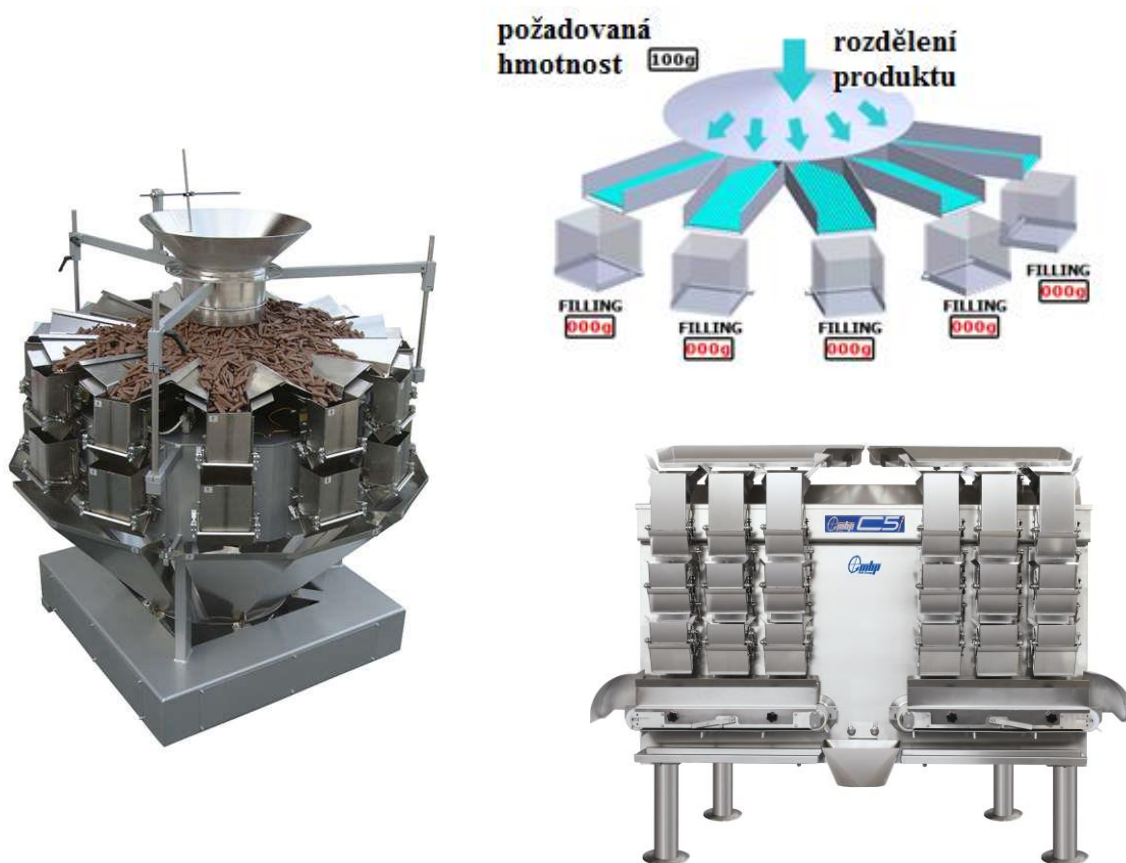
Od **dávkovacích vah** (obr. 5-11) se vyžaduje přesnost  $\pm 1 \%$ , ale může se dosáhnout i odchylky menší než  $0,1 \%$ . Přisunové zařízení (šnek, pás, vibrátor) plní misku váhy až po nastavenou hodnotu, pak se miska sklopí, otočí nebo otevře a vyprázdní do nastaveného obalu. Přesnost takového způsobu dávkování závisí na tom, kolik materiálu se ještě dostane na odvažovací misku po dosažení rovnováhy. Závisí to na množství a rychlosti přisunovaného materiálu a na hmotnosti jednotlivých částic. Používá se proto buď malý profil přisunových cest, ale dosti velké rychlosti, nebo se volí dvojitý přísun – nejprve hrubý rychlý a k dovážení jemný pomalejší.



Obr. 5-11 Dávkovací váhy



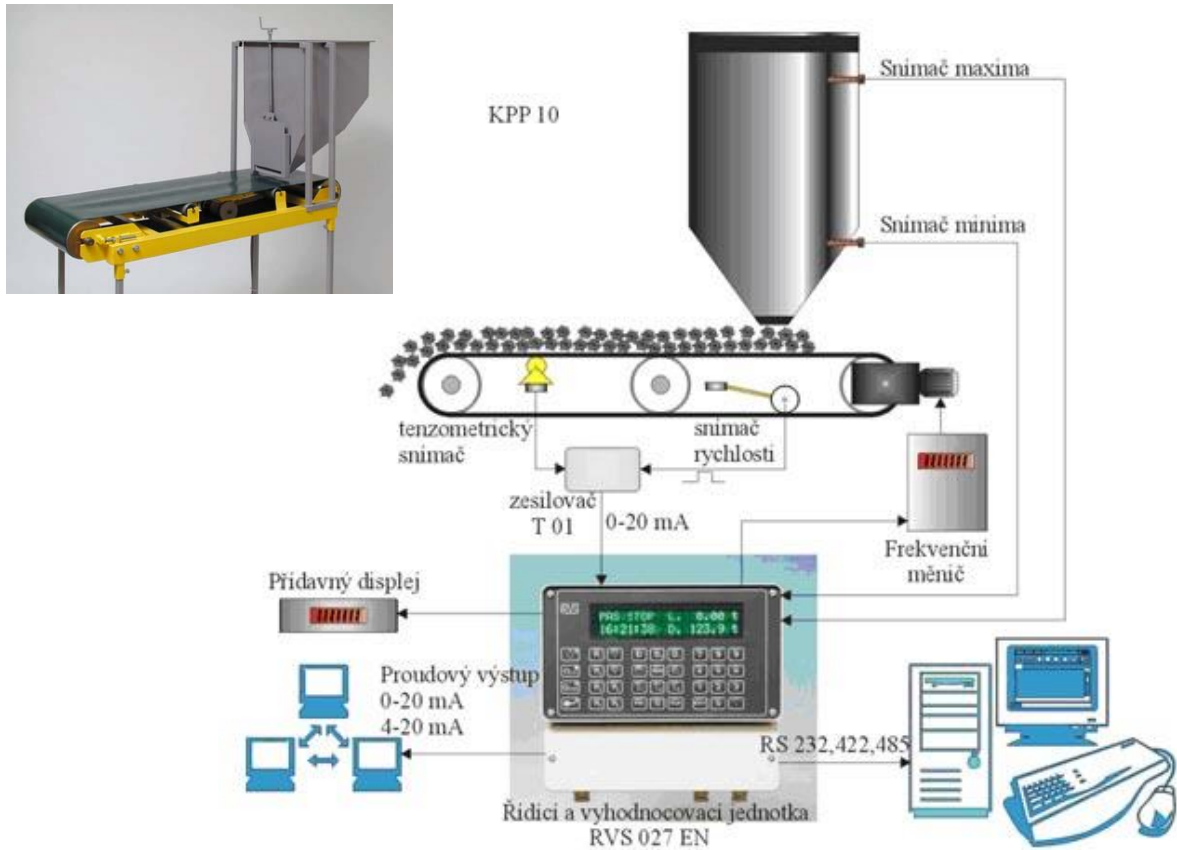
**Kombinační váhy**, které jsou variantou dávkovacích vah, jsou tvořeny větším počtem odvažovacích kapes. Požadované výsledné váhy je dosaženo optimální kombinací množství produktu v jednotlivých odvažovacích kapsách. Tento způsob umožňuje velmi přesné navážení požadovaných dávek produktu. Kombinační váhy mohou mít karuselové nebo liniové uspořádání (obr. 5-12).



Obr. 5-12 Kombinační váhy

K vážení se mohou používat také **kontinuální dávkovací váhy** (obr. 5-13). U pásových vah je snímač zatížení integrován do válečkové stolice přepravníku. Podle šířky pásu a požadované přesnosti se použije jeden, nebo více snímačů zatížení. Elektronická řídicí jednotka vyhodnocuje součin okamžité hodnoty zatížení a rychlosti pásu a integruje tento součin ve stanoveném časovém intervalu. Takto získaná hodnota dávkovaného množství je porovnávána s nastavenou požadovanou hodnotou a rozdílový signál řídí pohon vynášecího zařízení.

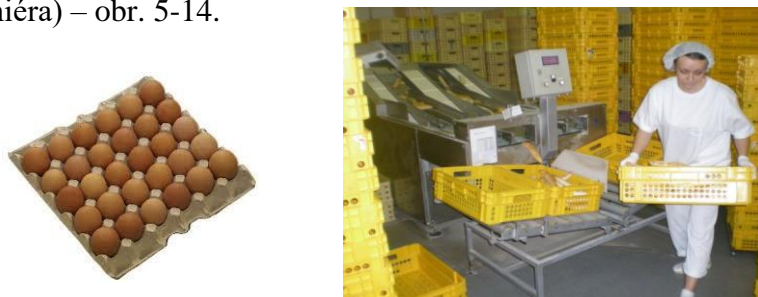




Obr. 5-13 Kontinuální dávkovací váha

### 5.3 DÁVKOVÁNÍ PODLE POČTU

Používá se pro kusovité výrobky. Balen může být každý jednotlivý kus samostatně nebo je baleno více kusů dohromady. Jednotlivé kusy mívají často přesně určenou hmotnost, takže ta je potom uvedena na balení, nicméně dávkování je určeno počtem kusů a ne jejich hmotností. Výrobky se odpočítávají a plní do obalu ručně nebo strojově pomocí čidla (např. počet rohlíků v přepravce, počet sušenek v obalu) nebo může být počet kusů dán použitým obalem (např. plato vajec, bonboniéra) – obr. 5-14.



Obr. 5-14 Dávkování podle počtu

## 5.4 BALENÍ TEKUTÝCH VÝROBKŮ

Do této kategorie spadá celá řada výrobků – vody sycené i nesycené, minerálky, ovocné šťávy, džusy, mléko, pivo, víno, destiláty, apod. Tekutiny mají dobré předpoklady pro kontinuální výrobní proces včetně balicích operací. Mechanizace je velmi pokročilá a řada linek je automatizována.

Obaly používané pro tekuté výrobky jsou lahve, plechové obaly, měkké obaly (nápojové kartony, obaly z plastů), bag-in-box, sudy, cisterny (obr. 5-15).



Obr. 5-15 Obaly pro tekuté výrobky

### • Lahve

Lahve se plní v lahvárenských linkách, které se od sebe odlišují především výkonností (od 2000 až do 100 000 lahví za hodinu) a některými specifickými požadavky – pasterace, etiketace, atd. Podle prostorového uspořádání rozlišujeme dva typy linek:

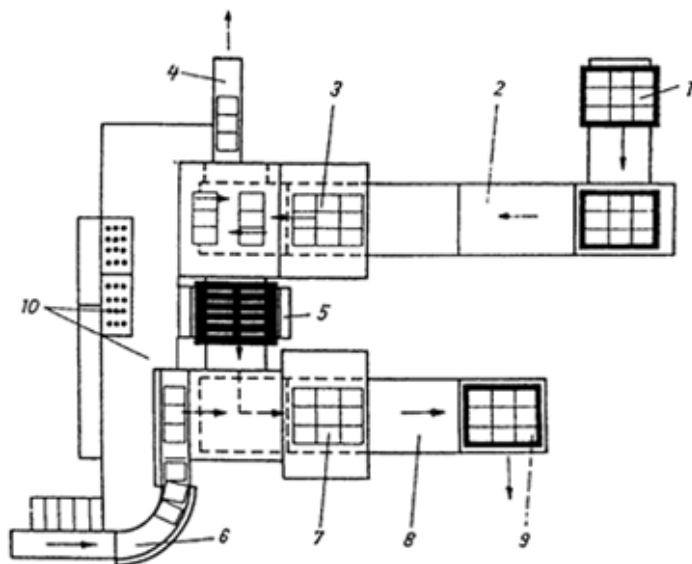
typ **I** – mají oddělené sklady prázdných a plných lahví, vstup a výstup linky je na opačných koncích

typ **U** – mají společné sklady prázdných a plných lahví, vstup a výstup linky je na jednom konci

Hlavní části lahvárenské linky jsou:

#### - depaletizační zařízení

Schéma této vstupní části linky je na obr. 5-16. Palety s přepravkami se ze skladu dopravují vysokozdviznými vozíky. Válečkovým dopravníkem se paleta dopravuje k depaletizačnímu zařízení (obr. 5-17), kde se z palet odebírají přepravky s prázdnými lahvemi. Přepravky se pak posouvají k vykladači lahví (obr. 5-18). Lahve pokračují k myčce a prázdné přepravky se přesouvají na konec linky, kde jsou do nich vkládány lahve plné.



- 1 - přísun palet s prázdnými lahvemi
- 2 - dopravník palet
- 3 - depaletizátor
- 4 - odsun přepravek k vykladači
- 5 - zásobník palet
- 6 - přísun přepravek s plnými lahvemi
- 7 - paletizátor
- 8 - dopravník palet
- 9 - odběr palet s plnými lahvemi
- 10 - ovládací panel a plošina

Obr. 5-18 Vstupní část lahvárenské linky



Obr. 5-17 Depaletizační zařízení

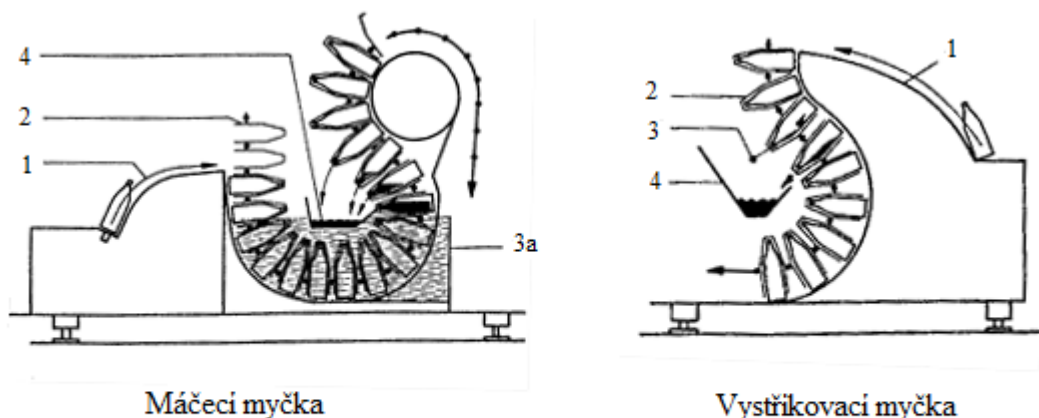


Obr. 5-16 Vykladač lahví

### - myčka lahví

Před plněním je zapotřebí lahve umýt, popřípadě odstranit staré etikety z vratných lahví. Podle způsobu mytí rozlišujeme myčky máčecí, kartáčovací a vstříkovací. Máčecí stroje se používají především v kombinaci s jinými způsoby mytí. Kartáčové stroje odstraní i houževnatě lpící nečistoty, dosahují však menších výkonností (do 2 500 lahví za hodinu). Bývají doplněny odmáčecími vanami, na které navazuje čištění kartáčováním a vyplachování lahví proudem vody. Vstříkovací myčky jsou vhodné pro méně znečištěné lahve, pro silnější znečištění nevyhovují. Často používaná je kombinace máčení a vstříkování. Schéma máčecí a vstříkovací myčky je na obr. 5-19.

Účinnost myček je ovlivněna koncentrací použitého mycího roztoku, jeho teplotou a dobou jeho působení.



1-zasunutí lahvi do myčky 2-lahvový koš 3-vnitřní výstřik 3a-předmáčecí vana  
4-sběrný žlab na odvod výplachu

Obr. 5-19 Schéma máčecí a vystřikovací myčky

K důležitým úkolům myčky patří odstraňování etiket.

Papírové etikety – má-li dojít k rychlému a dokonalému odloučení etikety z lahve, musí čisticí roztok (např. NaOH) proniknout vrstvou papíru k lepidlu. Pro spolehlivé vyhrnutí etiket z myčky je však třeba zabránit rozpadu etikety na vlákna.

Etikety s hliníkovou folií – hliníková folie se rozpouští do čisticího roztoku. Při tomto pochodu vzniká vodík, který je zapotřebí odvětrávat, aby se nevytvořila třaskavá směs.

Etikety z jiného materiálu – před myčku se zařazuje škrabka etiket, která pracuje pomocí tvrdých kartáčů.

Po průchodu myčkou se čistota lahví vizuálně kontroluje prosvětlovači, které jsou nad dopravníkem.

#### **- plnicí zařízení**

Je důležitým článkem nejen lahvárenské linky, ale i při plnění do jiných obalů. Jak již bylo uvedeno, tekutiny se plní převážně objemově, některým z uvedených způsobů: množství se skutečně odměří nebo se plní do určité výšky hladiny, popř. se použije protitlakové plnění.

#### **- zavírací zařízení**

Na rozdíl od plnicího zařízení, jehož konstrukce závisí především na charakteru náplně, je volba zavíracího zařízení dána druhem obalu, popř. uzávěrem.

Z hlediska vlastní uzavírací operace dělíme uzávěry na:

- uzávěry, které se upevňují na hrdlo lahve nebo do hrdla lahve pouhým tlakem shora, naražením. Sem patří uzávěry korunkové a korkové, popř. plastové zátky.
- uzávěry, které se na hrdlo nalisují nebo naválcují, např. odtrhávací uzávěry z hliníku.
- uzávěry, které vyžadují složitější pohyb, např. uzávěr šroubový.

Hrdlo lahve může být ještě chráněno hliníkovým kloboučkem.

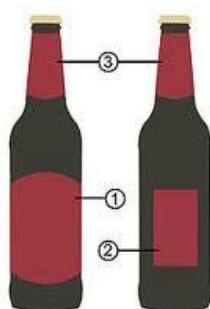
#### - prosvětlovací zařízení

Kontrolují se naplněné lahve, vyřazují se lahve špatně naplněné, rozbité nebo špinavé.

#### - etiketovací zařízení

Pokud není obal již např. potištěn, je dalším strojem v lince etiketovačka. Používají se různé principy, etiketa může být ve formě samolepky nebo se používá vhodné lepidlo. To se může nanášet přímo na láhev. Láhev opatřená lepidlem si vytáhne etiketu ze zásobníku a ta je pak přitisknuta k lahvi doleповacím ústrojím.

Na lahev se mohou aplikovat až tři etikety – hlavní (břišní), zadní a krčková (obr. 5-20).



- 1 – hlavní (břišní) etiketa
- 2 – zadní etiketa
- 3- krčková etiketa

Obr. 5-20 Umístění etiket na lahvi

#### - vkládací zařízení

Naplněné lahve se vkládají do přepravek a vytváří se paletová jednotka (obr. 5-21).



Obr. 5-21 Vkládání lahví do přepravek



### • Plechové obaly

Jako plechové obaly se používají především dvoudílné nápojové plechovky hlavně pro pivo, kolové a energetické nápoje a ovocné šťávy. Plnicí linky pro tyto nápoje používají většinou protitlakové plničky a plechovky se plní při teplotě  $-1^{\circ}\text{C}$ , aby se omezilo pění. Uzavírání plechovek se provádí nalisováním víčka pomocí kladek, stejně jako u plechovek konzervářských. Naplněné plechovky se distribuují ve smrštitelných přebalech.

### • Měkké obaly

Jde o lehké, nevratné, jednorázově upotřebitelné obaly, jako jsou nápojové kartony a plastové sáčky nebo lahve, plastové kelímky se používají spíše pro kašovitě výrobky. Skleněný obal může dosáhnout až 60 % celkové hmotnosti, TetraPak asi 13 %. Do těchto obalů se plní mléko, ovocné šťávy i viskóznější materiály, např. sirupy. Na rozdíl od lahvárenských linek je složení linek pro plnění do měkkých obalů značně závislé na tvaru a způsobu tvorby obalu. Je důležité, zda se obal dodává již hotový nebo se vytváří přímo v balicí lince těsně před plněním.

#### - nápojové kartony

Obaly se vytvářejí buď z přířezů, které se rozevírají před plněním pomocí stlačeného vzduchu nebo se tvarují z pásu vrstvené lepenky (nejčastěji PE – papír – PE). Linky bývají ve dvou variantách, jednak pro normální plnění, jednak pro plnění aseptické. Pro aseptické plnění (a tedy dlouhodobé skladování) bývají obalové materiály vrstveny ještě hliníkovou folií. Při aseptickém plnění je pás obalového materiálu protahován peroxidem vodíku při teplotě  $80^{\circ}\text{C}$ . Peroxid se potom odstraňuje z povrchu silným proudem sterilního vzduchu. Také celá formovací a plnicí část linky je sterilní, neboť je umístěna v přetlakové komoře s filtrovaným vzduchem.

#### - obaly z plastů

Podle tvaru můžeme rozlišit sáčky, lahve a kelímky. I v této skupině jsou obaly, které přicházejí téměř hotové a v potravinářském závodě se jen plní a uzavírají. Mnohem častější jsou ale obaly vytvářené přímo v lince.

### • Bag-in-box

Jde o polyethylenové vaky o objemu 5 – 25 l, umístěné do hranolovitého obalu z vlnité lepenky. Vak má vypouštěcí ventil (obr. 5-22).



Obr. 5-22 Bag-in-box

## • Sudy

Sudy se používají hlavně pro pivo. Do 60. let minulého století se používaly sudy dřevěné, které byly postupně nahrazovány sudy hliníkovými. Hliníkové sudy měly některé nevýhody: při poškození vnitřního nátěru docházelo k rychlé korozi, hliník byl obsažen v pivu a docházelo ke zhoršení chuti, sudy se přepravovaly koulením, při nárazech mohly měnit svůj tvar a bylo nutné je pravidelně cejchovat, obtížně se myly, proces mytí a stáčení nešel automatizovat. Z těchto důvodů byly hliníkové sudy od r. 1990 nahrazovány nerezovými KEG sudy, v současné době jsou již z hygienických důvodů zakázány. Nerezové sudy mohou být opatřeny polyuretanovým pláštěm (obr. 5-23), sud je odolnější proti nárazu, manipulace není tak hlučná a povrch sudu se dá využít k reklamě. Od r. 2011 se v ČR používají také plastové sudy Petainer (obr. 5-24). Mají objem 15-20-30-40 l a uzávěr lze připojit k běžné pípě. Vyrábějí se z recyklovaného PETu, jsou jednorázové (nevratné), určené převážně pro export, kdy odpadají problémy s vrácením sudů.



Obr. 5-23 Keg sud s polyuretanovým potahem



Obr. 5-24 Sudy Petainer

## • Cisterny

Při dopravě většího množství tekutin, především v mezizávodové dopravě, se používají cisterny (obr. 5-25). Vyloučí se tak množství manipulace s přepravními obaly a ušetří se obalový materiál. Nepříznivým důsledkům pohybu kapaliny na stabilitu vozidla brání vlnolamy uvnitř cisterny. Takto se přepravuje především mléko, pivo, víno, líh, cukerné roztoky, rostlinné oleje, ovocné šťávy, ale také např. čokoláda, zmrzlina, mleté maliny, jahody, višně. Mohou se dopravovat podchlazené i horké potraviny, přeprava piva je v ochranné atmosféře (dusík, CO<sub>2</sub>).



Obr. 5-25 Cisterna

## 5.5 BALENÍ KAŠOVITÝCH VÝROBKŮ

Od tekutin ke kašovitém výrobkům je celkem plynulý přechod od různě viskózních sirupů k majonézám, hořčici, protlakům, atd. Řada výrobků má při plnění kašovitou konzistenci, ale po naplnění v obalu více či méně ztuhne. Patří sem např. marmelády, máslo, tavené sýry, uzenářské výrobky (kašovité dílo plněné do střívek).

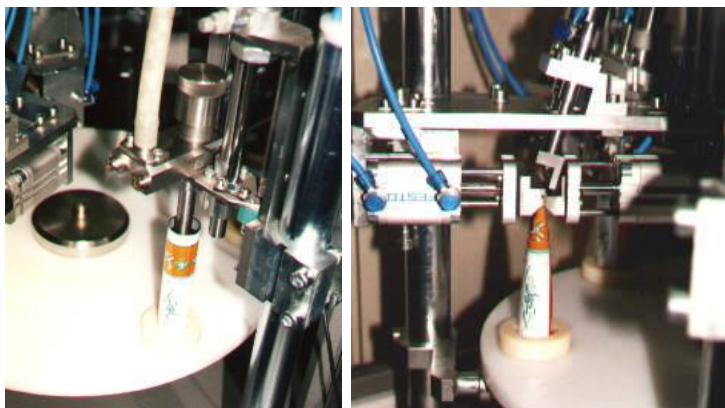
Špatný tok, charakteristický pro kašovité materiály, předpokládá použití obalů, které se dobře vyprazdňují, jako jsou tuby a širokohrdlé obaly nebo jedlé obaly.

Kašovité obaly se plní objemovými plničkami, většinou pístovými. Zdvih dávkovacího pístu lze v dosti širokém rozmezí měnit a volit tak velikost dávky.

### • Tuby

Název tuba byl původně určen pro kovové tuby (Sn, Al), ale později přešel i na obaly z plastů. Tuby se plní otevřeným dnem, po naplnění se konec kovové tuby přehne a slisuje, plastové tuby se po naplnění svařují (obr. 5-26). Při plnění hrozí tvorba vzdušných kapes, proto se plnicí trubice zasouvá do obalu a při plnění se postupně vysouvá – tzv. spodní plnění.

Plastové tuby mohou přecházet v obaly, vytvořené příčným svarem hadice nebo se plastová hadice dělí pomocí hliníkových svorek (tavené sýry, paštiky, atd.). Podobně jako z tuby se mohou výrobky vytlačovat i z některých plastových lahví (obr. 5-27).



Obr. 5-26 Plnění a uzavírání tub



Obr. 5-27 Plastové obaly kašovitých výrobků



### • Širokohrdlé obaly

K těmto obalům patří obaly ze skla, kovu a tuhé obaly z plastu – kelímky (obr. 5-28). Při plnění nižších tvarů může být problém s rozstříkáním náplně při plnění.



Obr. 5-28 Širokohrdlé obaly

### • Jedlé obaly

Jako jedlé obaly se používají především střívka pro masné výrobky (párky, salámy, atd.)

## 5.6 AEROSOLOVÉ BALENÍ

Řada tekutých výrobků o různé viskozitě, i některé výrobky práškovité, bývají plněny do obalů spolu s těkavou látkou. Náplň je potom vypouštěna pomocí ventilku. Název aerosol není zcela přesný, protože náplň se nevypouští vždy ve formě aerosolu (kapalný nebo tuhý podíl v plynném prostředí), ale i ve formě pěny (plynný podíl v kapalném prostředí).

V potravinářském průmyslu je tímto typem výrobku šlehačka, mnohem větší zastoupení mají drogistické výrobky.

Při aplikaci aerosolu je důležitá velikost dispergovaných částic:

- vlhké spreje (250 – 1 000  $\mu\text{m}$ )

Částice ve vzduchu klesají, nejsou stálé. Vhodné pro nános čisticích nebo kosmetických prostředků, atd.

- stálé aerosoly (5 – 25  $\mu\text{m}$ )

Částice se ve vzduchu vznášejí. Používá se pro dezodoranty, pohlcovače kouře, apod.

Aerosoly se rozdělují podle toho v jaké fázi je přítomen hnací plyn – propelent (obr. 5-29):

#### • Jednofázový aerosol

Propelent je pouze v plynné fázi. Je to tedy stlačený plyn, který vytlačuje náplň a ta je pomocí ventilku rozprášena. Tento způsob má nevýhodu – tlak plynu klesá úměrně s úbytkem náplně, takže počáteční tlak plynu musí být poměrně vysoký (0,3 MPa).

Tento typ se vyskytuje nejčastěji v potravinářství, jako propelent se používají inertní plyny (dusík, oxid dusný, oxid uhličitý), které se vyskytují při potřebném tlaku pouze v plynné fázi.

#### • Dvoufázový aerosol

Kromě plynné fáze propelentu je přítomna také jeho fáze kapalná v homogenní směsi s náplní. Přítomnost kapalné fáze propelentu zajišťuje, že tlak v obalu je až do vyprázdnění konstantní (při vyprazdňování obalu, a tedy poklesu tlaku, dochází k odpařování tekuté fáze propelentu a tím k vyrovnávání tlaku).

Jemnost disperze je ovlivněna hmotnostním poměrem náplně a propelentu:

stálé aerosoly – podíl náplně v tekuté fázi propelentu je kolem 20 %

vlhké spreje – podíl náplně je vyšší, až 75 %

pěny – nejvyšší podíl náplně, asi 85 %

Tento systém se používá u většiny aerosolů, jako propelent se nejčastěji používají fluorované nebo chlorované uhlovodíky.

#### • Třífázový aerosol

Je přítomna jak plynná, tak kapalná fáze propelentu, propelent se však s náplní nemísí, ale vytváří oddělenou vrstvu. Podle hustoty buď pod náplní, nebo nad ní. Je-li propelent těžší než náplň, nesmí stoupací trubička sahát až ke dnu, aby nebyl vytlačován samotný propelent.

Hmotnostní podíl náplně vůči tekuté fázi propelentu je 90 – 95 %.

Tyto aerosoly se používají tam, kde je náplní vodný roztok (např. čisticí prostředky na okna), propelent pak bývá jednoduchý uhlovodík (např. butan).

#### • Aerosol s pohyblivým pístem

Náplň je od plynné fáze propelentu oddělena polyethylenovým pístem. Odstraní se tak nevýhody, které mohou vznikat při kontaktu některých propelentů s náplní. Propelent se plní otvorem ve dně, uzavíraným pryžovou zátkou.

Aerosoly se mohou plnit několika způsoby:

#### • Plnění za studena

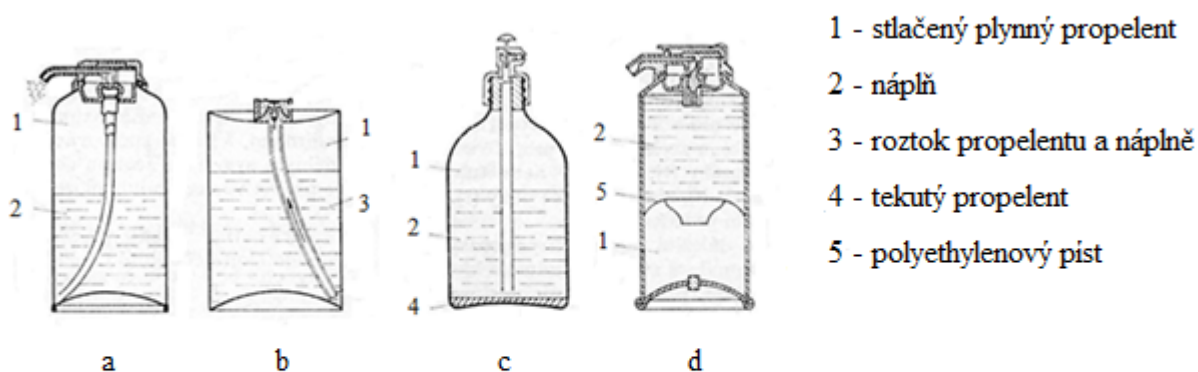
Je to technika starší, již téměř nepoužívaná. Propelent i náplň jsou silně zchlazeny a plněny v kapalné formě otvorem v obalu a potom je nasazen ventil. Tento způsob je nevhodný pro vodní náplně a pěny.

### • Plnění tlakové

Je to nejčastější způsob. Nejprve se do obalu plní náplň, potom se nasadí ventil a jím se pod tlakem vhání propelent. Je třeba hlídat, aby se ve snaze urychlit plnění nepoužíval příliš vysoký tlak, který by mohl poškodit ventil.

### • Podventilové plnění

Novější postup, kdy se propelent vhání pod tlakem mezi manžetu ventilu a otvor aerosolové nádoby. Tento postup zabráňuje poškození ventilku vysokým tlakem.



a - jednofázový aerosol

b - dvoufázový aerosol

c - třífázový aerosol

d - aerosol s pohyblivým pístem

Obr. 5-29 Typy aerosolů

Nádoby pro aerosoly se vyrábí z různých materiálů:

pocínovaný plech – levné, osvědčené

hliník – vyšší cena, možnost koroze při použití náplně na bázi alkoholu

sklo – tlustostěnné nádoby s povrchovou úpravou z plastu, pro luxusnější kosmetické zboží

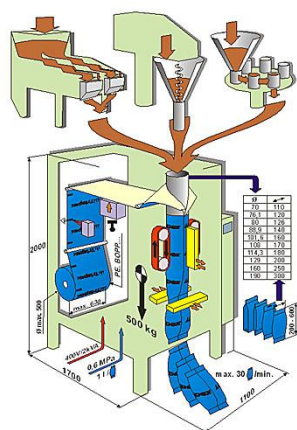
plasty – příliš se nerozšířily, problémy s propustností

## 5.7 BALENÍ SYPKÝCH VÝROBKŮ

Sortiment sypkých potravinářských výrobků je velmi široký. Patří sem práškovité látky (mouka, cukr, kakao), látky jemně a hrubě zrnité (krupice, rýže), látky vláknité (čaj, tabák) a výrobky drobně kusovité (některé cukrovinky). Přejít mezi sypkými a kusovitými výrobky není příliš zřetelný.

Z hlediska dávkování se za sypké považují ty produkty, které se dávkuje objemově nebo hmotnostně bez ohledu na počet kusů. Ke kusovitým řadíme ty produkty, které se při balení skládají např. do sloupců nebo se počítají.

Volba mezi objemovým a hmotnostním dávkováním není tak jednoznačná jako u tekutých a kašovitých výrobků. Používají se oba způsoby (viz dříve), volba závisí na vlastnostech konkrétního výrobku (obr. 5-30).



Obr. 5-30 Schéma dávkování a balení sypkých výrobků

Při dávkování působí potíže jemně práškovité, hygroskopické a vločkovité materiály. Příčinou je jejich špatná sypkost, daná obsahem vody, tuku (sypké výrobky s obsahem tuku nad 15 % je téměř nemožné plnit objemově), elektrostatickým nábojem, apod. Důležitou součástí dávkovacího zařízení je míchadlo a vibrátor, zajišťující pokud možno plynulý tok a homogenní uspořádání částic. Specifickým problémem bývá i prašnost, proto jsou v kritických místech umístěny odsávače.

Obaly pro sypké výrobky jsou především různé sáčky, lepenkové skládačky, kelímky, krabičky a síťky nebo pytle (obr. 5-31).

### ● ploché sáčky

Papírové s termoplastickým nátěrem, apod., vyhovují pro menší dávky (cukr, koření).

### ● prostorové sáčky

Papírové s křížovým dnem a postranním záhybem, používají se pro větší dávky (mouka, luštěniny). Automaty pro výrobu a plnění prostorových sáčků jsou krokové, karuselového uspořádání, plničky většinou objemové šnekové. Rozšířené jsou také sáčky z polypropylenu (luštěniny, těstoviny) a dávkování pomocí kombinačních vah.

### ● lepenkové skládačky

Stroje odebírají přířezy podélně slepených skládaček, rozevírají je, slepí dna a plní. Častá je kombinace sáčku a skládačky.

### ● hotové tuhé obaly

Skleněné, plechové, lepenkové, plastové, balení nepůsobí potíže, specifickou operací je zavírání obalu.

### ● hadicové síťové obaly

Časté použití pro zeleninu (brambory, cibule) a ovoce (citrusy, jablka). Tolerance hmotnosti bývá v rozmezí hmotnosti jednoho kusu baleného produktu. Některé tyto produkty mohou spadat i do kategorie kusovitých produktů.

### ● pytle

Jsou to přepravní obaly, balení obdobné jako pro menší dávky.

### ● bezobalová doprava

Pro větší množství, především jako mezizávodová přeprava pro mouku, cukr, slad, apod. Materiál se přepravuje ve zvláštních nádržích na autech nebo vagonech. Vyprazdňování do sil se provádí tlakovým vzduchem.



Obr. 5-31 Obaly sypkých výrobků

## 5.8 BALENÍ KUSOVITÝCH VÝROBKŮ

Jak již bylo uvedeno, za kusovité výrobky jsou označovány takové, které se dávkují odpočítáváním nebo se srovnávají pravidelně do obalu, příklady těchto výrobků jsou vidět na obr. 5-32. Jejich sortiment je velmi široký co do velikosti, tvaru i složení jednotlivých druhů. Z toho vyplývají značně rozdílné nároky jak pro dávkování, tak pro balení jednotlivých druhů zboží. Proto se zde setkáváme s větším počtem jednoúčelových balicích zařízení.



Obr. 5-32 Příklady kusovitých výrobků

Větší kusy a zvláště nepravidelné tvary se dávkují ručně. Obtížná je mechanizace tam, kde je třeba respektovat kromě obvyklých kritérií, jako je objem či hmotnost, i jiné hledisko. Např. u masa dělení podle anatomických celků. Jestliže se dodržuje původní tvar a velikost výrobku, je vlastní dávkování nahrazeno stanovením hmotnosti výrobku.

U drobně kusovitých výrobků je prvním problémem odebírání jednotlivých kusů ze zásobníku, jejich řazení do proudu a přísun k vlastnímu balicímu ústrojí. Častý je dávkovač se šikmým talířem, který má výřezy ve tvaru baleného zboží. Rotující talíř odebírá zboží přímo ze zásobníku, řadí je do proudu, z něho se zboží podává oddělovacímu a balicímu zařízení. Složitější tvary nebo citlivější drobné zboží se vkládá do otvorů dávkovacího talíře většinou ručně. U drobných výrobků se pro řazení do proudu uplatňují vibrátory. U mnoha kusovitých potravin (čokoláda, keksy, pečivo, ovoce, zelenina, aj.) je dávkovací zařízení nahrazeno

dopravníkem, na který se materiál klade často ručně a je přesunován k balení. Dávky jsou uloženy na jednotlivých člancích dopravníku.

Dávkování formovatelných výrobků (máslo, tuky, tavené sýry, mražené krémy, aj.) bývá spojeno s jejich zformováním. V podstatě jde o objemové dávkování. Mohou být buď nejprve tvarovány do hranolu, který se obalí (máslo, nanuky), nebo je z materiálu (pergamenový papír, Al folie,...) vytvořen obal, do něhož se tvarovaná hmota vtlačí. Druhý způsob má tu výhodu, že jím lze balit i výrobky, které nejsou při balení schopny zachovat pravidelný tvar (tvaroh, sádlo).

Obaly pro kusovité výrobky (obr. 5-33) můžeme rozdělit do několika základních skupin.

#### ● tuhé obaly

Sem patří lepenkové skládačky a různé krabičky či kelímky, nejčastěji plastové (např. tvaroh, margaríny).

#### ● měkké foliové obaly

S foliemi se setkáváme ve formě přebalu, kdy dochází k ovinutí výrobku folií, závěr obalu je tvořen pouhým založením, zahnutím (např. máslo, čokoláda, tvaroh), zkroucením (motýlkové balení bonbonů) nebo zalepením či svařením (např. tvrdý tvaroh).

Dalším typem je hadicové balení (krájené masné výrobky a sýry) a sáčky.

Variantou jsou smrštitelné folie.

#### ● kombinace tuhých a foliových obalů

Používají se podložní misky s přebalem nejčastěji smrštitelnou folií. Tento typ balení je vhodný pro výrobky nepravidelného tvaru.



Obr. 5-33 Obaly kusovitých výrobků



## 5.9 BALENÍ HETEROGENNÍCH NÁPLNÍ

Spadají sem výrobky jako kompoty, sterilovaná nebo nakládaná zelenina, hotová jídla, apod. Náplň se skládá ze dvou nebo více složek různé konzistence, nejčastěji pevné a tekuté či kašovitě. Sortiment je velmi široký, s odlišnými požadavky na plnění.



Obr. 5-34 Příklady heterogenních náplní

Obecně bývá dávkování a plnění u těchto výrobků obtížné. Obvykle se dávkuje zvlášť pevná a zvlášť tekutá složka náplně.

### Pevná složka

Je důležité, má-li být v obalu nějakým způsobem srovnána nebo je-li plněna bez ohledu na orientaci jednotlivých částic. Rovnání přichází v úvahu u některých kompotů a zeleniny, také u některých rybích výrobků. Mechanizace je velmi obtížná, zvláště u nepravidelných tvarů. Převažuje ruční plnění. U drobnějších kusů, kde není požadavek na pravidelné uspořádání, je možná mechanizace. Nejčastěji je používána talířová plnička – talíř s plnicími otvory, které přiléhají na obaly (plechovky, sklenice) unášené pod talířem. Materiál se může otvory nahrnovat ručně nebo šnekem či vibrátorem. U dokonalejších plniček bývá mezi násypku a obal vložena odměrná kapsa, která se vyprazdňuje do obalu. Dávka se upravuje při následujícím vážení. Obaly, jejichž hmotnost je mimo povolený rozptyl, jsou z linky automaticky vyřazeny a jejich hmotnost se upravuje ručním dovážením.

### Tekutá složka

Konstantní hladinu nálevu lze zajistit tak, že obal prochází pod ústím plničky pod určitým úhlem sklonu. Obal se naplní, až přetéká, takže úhel sklonu určuje výšku hladiny.

Hotová jídla patří k nejkomplicovanějším typům náplní, zvláště plní-li se do jednoho obalu masitá složka, omáčka a příloha. Masitý podíl a příloha se plní ručně, dávkování omáček je usnadněno pístovými plničkami.



### • obaly heterogenních náplní

Tradiční obaly pro tyto výrobky jsou konzervové sklenice a plechovky, k nim přistupují další typy obalů, především obaly z hliníkové folie a plastové obaly.

Obaly pro sterilované výrobky mají vysoké nároky na hermetičnost, je třeba věnovat velkou pozornost zavírací operaci. Některé obaly jsou určené i pro ohřev potravin nebo konzumaci potravin z obalu. Charakteristickým znakem pro tyto obaly (z plastu, hliníku, zušlechtěné lepenky) je miskovitý tvar.

## 6 EKOLOGICKÉ ASPEKTY BALENÍ

Ekologické problémy balení můžeme charakterizovat jako celkový vliv obalové techniky na životní prostředí. Pozice obalového odpadu je nepříznivě ovlivněna charakteristickými rysy obalů: značný objem při nízké hmotnosti

schopnost poutat pozornost na dálku

Předpokládá se, že průměrná rodina ve vyspělé zemi vyprodukuje okolo 1 t pevných odpadů za rok, z toho 25 – 30 % hmotnostních obalového odpadu, objemový podíl je pak ještě mnohem vyšší. Podle anglické neziskové organizace INCPEN ([www.incpen.org](http://www.incpen.org)) se spotřeba obalů v kg na hlavu ve vyspělých evropských zemích zvyšuje (Tab. 10).

Tab. 10 Spotřeba obalů ve vybraných evropských státech (v kg na hlavu)

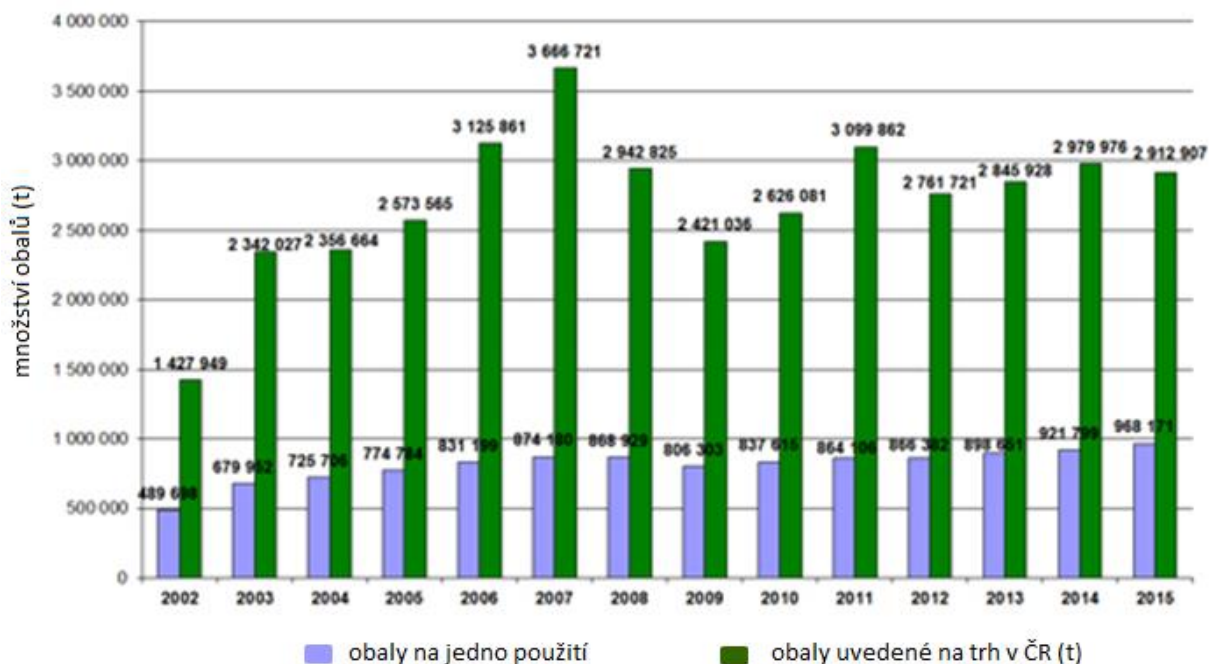
<b>země</b>	<b>1998</b>	<b>2007</b>
<b>Irsko</b>	185	245
<b>Itálie</b>	161	212
<b>Francie</b>	194	202
<b>Německo</b>	172	196
<b>Belgie</b>	140	158

Zdroj: Vörös

K povinnostem nejen výrobce, ale i dovozce baleného zboží patří povinnost zpětného odběru použitých obalů. V roce 1997 byla založena průmyslovými podniky vyrábějícími balené zboží autorizovaná obalová společnost EKO-KOM. Tato nezisková akciová společnost vytvořila

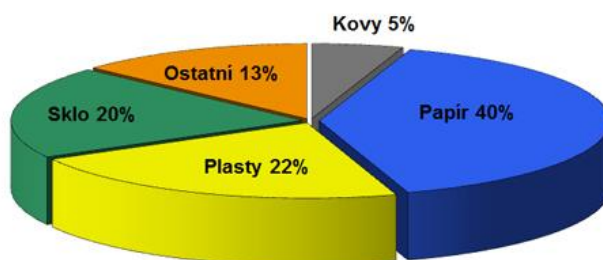
a efektivně provozuje celorepublikový systém, který zajišťuje třídění, recyklaci a využití obalového odpadu.

Na obr. 6-1 je vidět množství evidovaných obalů v letech 2001-2015. V roce 2015 klienti systému EKO-KOM uvedli na trh a do oběhu 2 912 907 tun obalů, z toho je 968 171 t obalů na jedno použití.



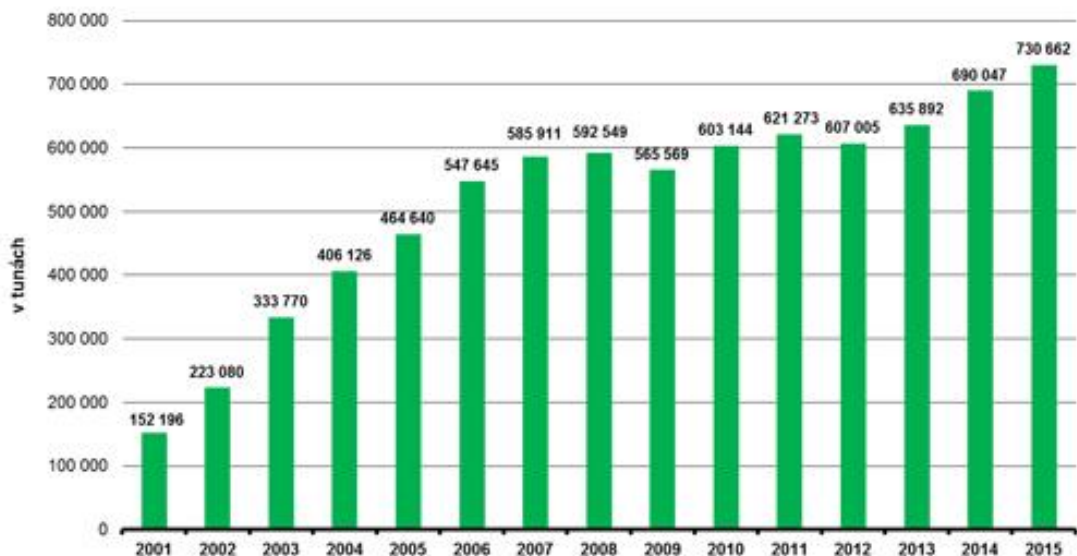
Obr. 6-1 Množství evidovaných obalů 2002-2015

Struktura složení materiálů používaných klienty systému EKO-KOM k balení jejich výrobků se v letech prakticky nemění a liší se v pouhých jednotkách procent oproti předchozím letům (obr. 6-2).



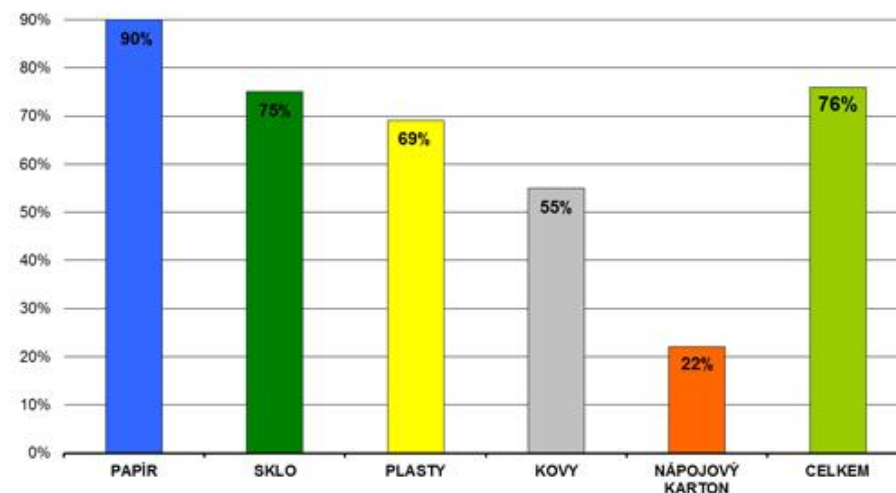
Obr. 6-2 Struktura nevratných obalů 2015

Množství využitého odpadu každoročně stoupá. V roce 2015 zajistila společnost EKO-KOM, a.s., za své klienty využití a recyklaci pro 730 662 tun odpadů z obalů (obr. 6-3).



Obr. 6-3 Celkové množství využitých odpadů z obalů

Za rok 2015 v průměru každý občan ČR vytrídil 42,3 kg plastů, skla, papíru a nápojových kartonů, což nás ve srovnání s Evropou řadí na přední příčky. Jak je vidět na grafu, v České republice se z obalů nejvíce recykluje papír, následuje sklo, plasty, kovy a nápojové kartony. V systému EKO-KOM se celkem zrecyklovalo 76 % všech obalů (obr. 6-4).



Obr. 6-4 Dosažená míra recyklace a využití odpadů z obalů 2015

Likvidace obalového odpadu je významným problémem. Je obecnou snahou maximálně redukovat obalový odpad:

- eliminace obalů v případě, kdy nejsou funkční
- redukce obalových materiálů na minimum
- zavedení vratných obalů a recyklace obalových materiálů tam, kde je to ekonomicky výhodné

Je třeba zmínit rozpor mezi atraktivností obalu a jeho ekologickou formou. Zboží v atraktivnějším obalu je obecně preferovanější než zboží stejné kvality v ekologičtějším (méně atraktivním) obalu.

Názory na ekologickou čistotu různých obalových materiálů se výrazně liší, jsou uváděny zcela protichůdné informace. K tomu je třeba brát v úvahu, že informace o vlivu obalových materiálů na životní prostředí jsou využívány k reklamním účelům a jako prostředek konkurenčního boje.

Pro objektivní zhodnocení celkového vlivu určitého obalového materiálu na životní prostředí je třeba sledovat dopady na životní prostředí po celou dobu životnosti, tj. od získání surovin po fázi odstraňování.

1. Prvním krokem je přesná specifikace systému balení. Musí zahrnovat celý cyklus obalu, od získání suroviny, jejího zpracování, výroby vlastního obalu, jeho použití (plnění, manipulace, distribuce) až po recyklaci nebo likvidaci.
2. Další fází je bilance materiálových a energetických toků v každém stadiu cyklu. Je hodnocena spotřeba vody, tepelné a elektrické energie. Na výstupu pak množství a charakter vedlejších produktů a odpadů včetně odpadního tepla, stupně znečištění vody a vzduchu.
3. Nesmí se opomenout mnoho dalších ekologických efektů, které však nelze kvantifikovat. Patří sem např. možnost regenerace některých surovin (dřevo), ovlivnění daného biotopu včetně estetického poškození vzhledu krajiny v důsledku těžby surovin, znečištění půdy, klimatické změny v důsledku znečištění vzduchu, atd.

Je zřejmé, že zhodnocení celkového vlivu na životní prostředí je velmi obtížné. V praxi musí být uvažována řada zjednodušujících předpokladů.

Ekologické bilance různých obalových materiálů byly zpracovány např. ve Švýcarsku (Konfedační institut pro prostředí, lesy a krajinu v Bernu). Bilance však zahrnuje jen výrobu obalových materiálů, nehodnotí vliv dalších stádií (tab. 11). Získaná data byla shrnuta do čtyř základních kategorií:

- energetický ekvivalent, charakterizující celkovou spotřebu energie
- kritický objem vzduchu, tj. objem vzduchu znečištěného během výroby obalového materiálu nad přijatelný limit
- kritický objem vody, význam stejný jako u vzduchu
- množství tuhého odpadu včetně odpadu z výroby elektrické energie

Tab. 11 Ekologické profily tří vybraných obalových materiálů

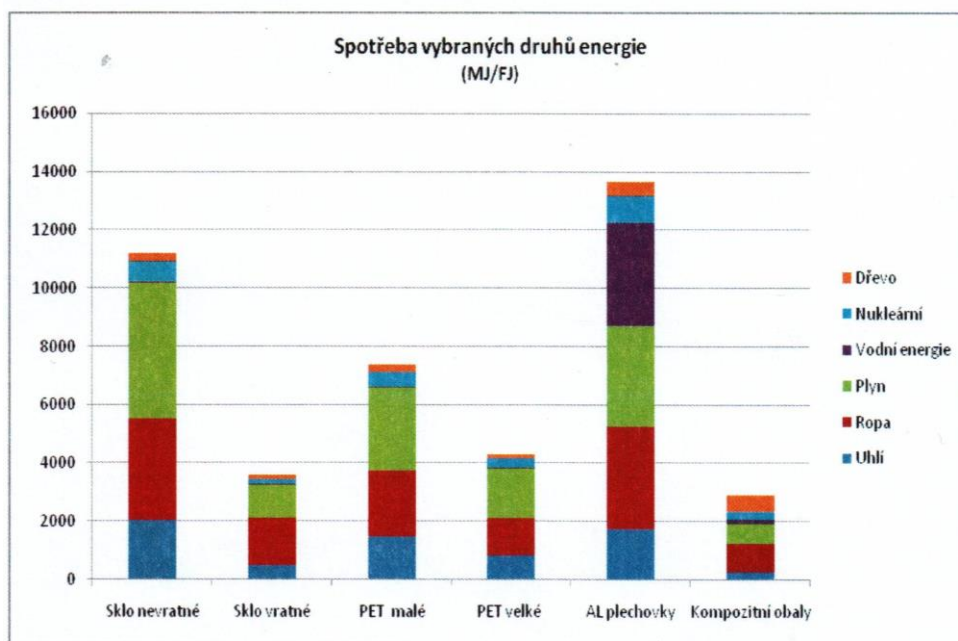
<b>obalový materiál</b>	<b>ekvivalent energie MJ.kg<sup>-1</sup></b>	<b>kritický objem vzduchu 10<sup>3</sup>m<sup>3</sup>.kg<sup>-1</sup></b>	<b>kritický objem vody dm<sup>3</sup>.kg<sup>-1</sup></b>	<b>celkový objem tuhého odpadu dm<sup>3</sup>.kg<sup>-1</sup></b>
<b>hliník</b>	170	4 050	640	1,90
<b>LDPE</b>	47	231	107	0,29
<b>papír</b>	39	623	704	0,34

Zdroj: Oekobilanz von Packstoffen Stand 1990, BUWAL, Bern, 1991

Podle těchto údajů je výroba hliníku nejhorší ve třech kategoriích, jen výroba papíru je horší ve znečištění vody. Nejlépe pak vychází výroba LDPE. Tyto hodnoty se však výrazně zlepší, pokud se při výrobě použije recyklovaný materiál.

Studie „Porovnání environmentálních dopadů nápojových obalů v ČR metodou LCA“ (Life Cycle Assessment) vypracovaná firmou MT Konzult Děčín (ing. M. Tichá) hodnotí dopady na životní prostředí spojené s používáním jednotlivých druhů nápojových obalů – PET lahví, vratných skleněných lahví, jednorázových skleněných lahví, hliníkových plechovek a nápojových kartonů (kompozitní obaly). Zmíněná metoda posuzuje většinu fází životního cyklu nápojových obalů od těžby surovin, přes výrobu, (znovu)naplnění a distribuci obalu, uvedení druhotné odpadové suroviny sběrem a recyklací zpět do oběhu, až po vznik odpadu. Fáze užití do posouzení zahrnuta nebyla. Jako funkční jednotka (FJ) bylo zvoleno 1000 l obaleného nápoje. Z výsledků vyplývá, že přes drobné výjimky z tohoto pravidla, mají kompozitní obaly, spolu s vratnými skleněnými lahvemi, relativně nejmenší měrný (tj. na stejný objem obaleného nápoje) dopad na životní prostředí ze všech posuzovaných nápojových obalů. Jako obaly s nejvyšším dopadem na životní prostředí jsou hodnoceny hliníkové plechovky a jednorázové skleněné lahve. To je způsobené zejména vysokou spotřebou energie potřebnou k jejich výrobě (obr. 6-5). PET lahve jsou přibližně „uprostřed“ této environmentální škály. Studie dále potvrzuje obecné pravidlo, že obaly větších objemů při použití stejného materiálu jsou spojeny s nižšími dopady

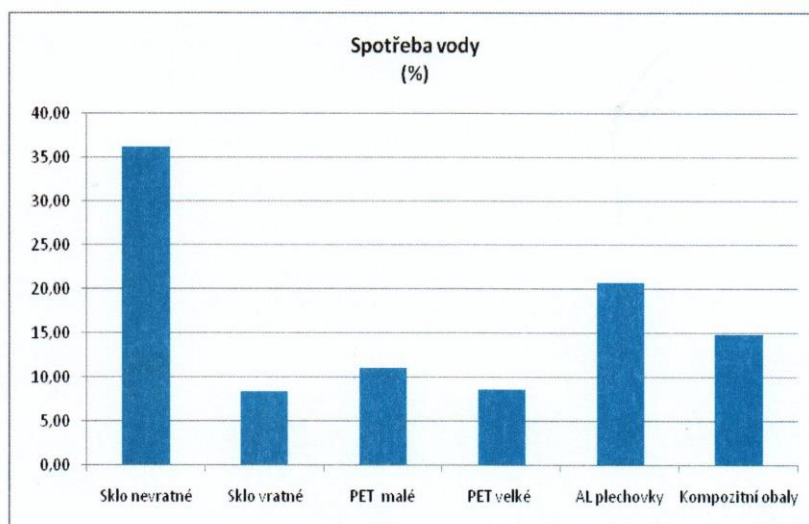
na životní prostředí než obaly menších objemů. V rámci této studie vznikla také publikace „LCA nápojových obalů“, která shrnuje základní parametry a výsledky studie.



Obr. 6-5 Spotřeba energie v životním cyklu obalů podle zdrojů

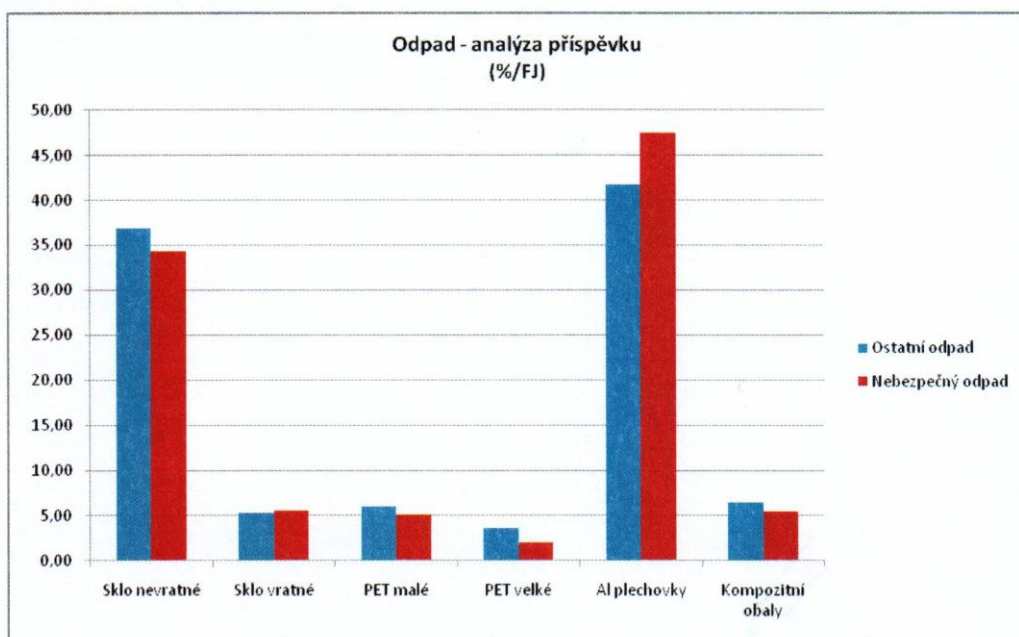
Zdroj: Tichá, 2009

Na obr. 6-6 až obr. 6-8 je porovnávána spotřeba vody, produkce odpadu a dopad životního cyklu obalů pro jednotlivé obaly.

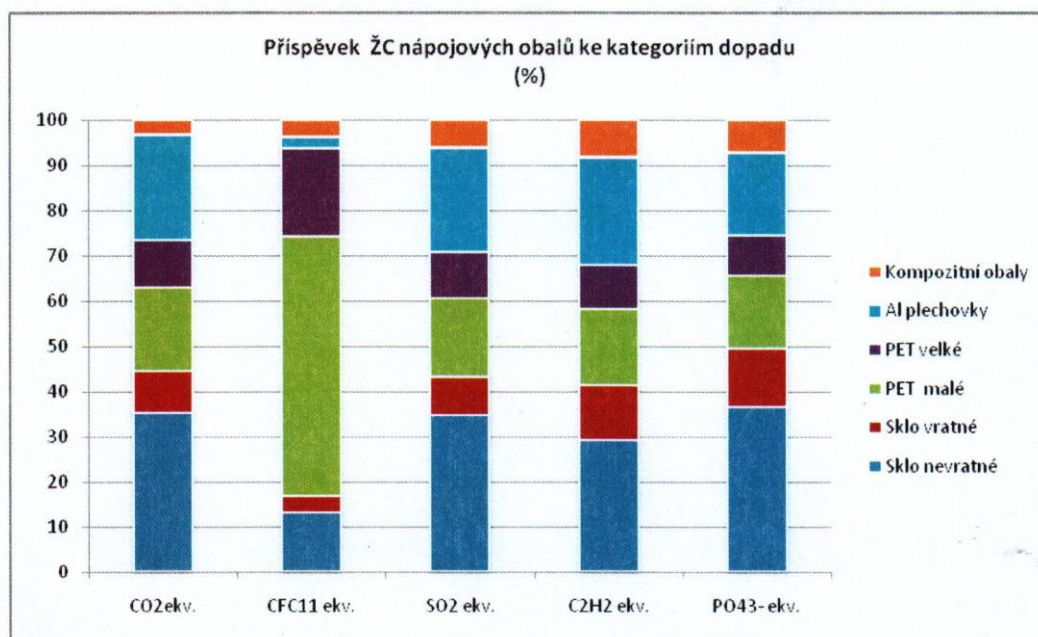


Obr. 6-6 Spotřeba vody v rámci životních cyklů obalů

Zdroj: Tichá, 2009



Obr. 6-7 Produkce odpadů k celkovému množství odpadů v rámci životních cyklů obalů  
Zdroj: Tichá, 2009



CO<sub>2</sub>ekv. - globální oteplování, CFC<sub>11</sub>- poškození ozonové vrstvy, SO<sub>2</sub>ekv. – acidifikace, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>ekv.- tvorba fotooxidantů, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>ekv. - eutrofizace

Obr. 6-8 Dopad životního cyklu obalů

Zdroj: Tichá, 2009



Získané výsledky mohou být dosti odlišné od tradičních názorů veřejnosti a není doposud možné jednoznačně odmítnout nějaký obalový materiál (např. PVC) jako neekologický.

Ekologické aspekty různých typů obalových materiálů jsou však doposud redukovány jen na jejich likvidaci. Z tohoto pohledu jsou preferovány dva typy obalových materiálů: obaly vyrobené z jednoho materiálu nebo obaly z několika materiálů, které lze od sebe snadno oddělit. Oba tyto principy usnadňují opětovné využití materiálů nebo jejich recyklaci.

Odpadová hierarchie podporuje na prvním místě předcházení vzniku odpadu a poté následuje opětivé používání, recyklace, energetické využití, přičemž skládkování by mělo být tou nejméně žádoucí variantou.

Hlavní způsoby likvidace obalových materiálů:

materiálové využití: fyzikální, chemické, vratné obaly

spalování: většinou bez problémů, pokud materiál neobsahuje síru a chlór, pak

nutno spalovat ve spalovnách konstruovaných pro tyto účely

kompostování: vhodné pro biodegradovatelné obaly

sklárky: dnes již drahé



## 7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- Andrt, M., Němec, E.:** Obaly v logistice, učební texty ČZU, Syba, Praha 1996
- Baker, M.:** The Wiley encyclopedia of packaging technology. John Wiley & Sons, Inc., New York, 1986
- Bílý, M.:** Vysledovatelnost – fenomén dneška. Svět balení 5/2007 str. 10
- Biodegradable polymers.** [online] citováno 21.10.2016 Dostupné z:  
[http://www.greenerpackage.com/bioplastics/biodegradable\\_polymers\\_market\\_grow\\_13\\_through\\_2014](http://www.greenerpackage.com/bioplastics/biodegradable_polymers_market_grow_13_through_2014)
- Boxmaker** - Optimalizace balení a obalů. [online] citováno 19.11.2012 Dostupné z:  
<http://www.boxmaker.cz/sluzby/vyvoj-baleni-a-obalu/tvorba-balicich-predpisu/>
- Čárový kód** [online] citováno 25. 3. 2012 Dostupné z <http://www.whp.cz/carovy-kod-ean.html>
- Čip a kód, nerozluční kamarádi.** Packaging 3/2007 roč. 11 str. 5
- ČSN 77 0052-2.** [online] citováno 4.12.2012 Dostupné z:  
<http://www.obalycesko.cz/Htm/Normy01.asp> (kódy materiálů)
- Čurda, D.:** Balení potravin. SNTL, Praha 1982. 428s.
- Dobiáš, J., Čurda D.:** Balení potravin - sylaby textů k přednáškám. Učební text VŠCHT Praha, 2004, <http://www.vscht.cz/ktk/wwwroot/staff/dobias/baleni.pdf>
- Dobiáš, J., Opatová, H.:** Možnosti balení v modifikované atmosféře při výrobě potravin. Potravinářská revue, 2004, č. 2, s. 48 – 52
- EAN stále čilí, ale mladší bráška RFID se hlásí.** Packaging 4/2008 roč. 12 str. 16
- EKO-KOM.** Přehled dosahovaných výsledků. [online] citováno 3.2..2017 Dostupné z: Dostupné z: <http://www.ekokom.cz/cz/ostatni/vysledky-systemu/vyrocní-shrnutí>
- Food Packaging.** A Reference Book for Trainers. Geneva ITC 1998. 230 p. ISBN 92-9137-065-7
- Fuchs, M.:** Trendy v obalové technice. [online] citováno 17.1.2013 Dostupné z:  
[http://www.tc.cz/files/projekty/etispackbrozura\\_1171374372.pdf](http://www.tc.cz/files/projekty/etispackbrozura_1171374372.pdf)
- Halon J.F., Kelsey R.J., Forcinio H.E.:** Handbook of package engineering. Technomic Publishing Copany, Inc., Lancaster 1998
- Chemical Economics Handbook** - Biodegradable Polymers. [online] citováno 21.10.2016 Dostupné z: <https://www.ihs.com/products/biodegradable-polymers-chemical-economics-handbook.html>

- Identifikační technologie.** [online] citováno 24. 3. 2012 Dostupné z:  
<http://www.kodys.cz/carovy-kod.html>
- Interbrand.** [online] citováno 10.10.2016 Dostupné z: <http://interbrand.com/best-brands/best-global-brands/2016/ranking/>
- Interbrand.** [online] citováno 4.12.2012 Dostupné z: <http://www.interbrand.com/en/best-global-brands/previous-years/Best-Global-Brands-2011-report.aspx>
- Jiráček, P.:** Pomalý start RFID v Evropě. Svět balení 3/2008 str. 20
- Kroschwitz J. I. (ed.):** Concise encyclopedia of polymer science and engineering. John Wiley & Sons, Inc., New York, 1990.
- Mikulčák, J. a kol.:** Matematické, fyzikální a chemické tabulky pro střední školy, Prometheus, Praha 2003
- Obalové dny 2001,** sborník přednášek, VŠCHT Praha, 2001
- Pilous packaging –** Optimalizace balení. [online] citováno 19.11.2012 Dostupné z: <http://pilous-packaging.com/czech/sluzby/optimalizace-baleni/optimalizace-obalu.html>
- Plast a Thermoplast.** [online] citováno 19.10.2016 Dostupné z: <http://tiefziehen.com/Plast/>
- Podstawka, V.:** Důležité je začít už ve výrobě. Svět balení 5/2010 str. 10
- Produkty a řešení** [online] citováno 20. 3. 2012 Dostupné z: <http://www.gs1cz.org/produkty-a-reseni/>
- RFID** [online] citováno 1. 4. 2012 Dostupné z: <http://www.id-karta.cz/identifikace-3/rfid-34/>
- Rubin I. I. (ed.),** Handbook of plastic materials and technology. John Wiley & Sons, Inc., New York, 1990.
- Sacharow S.,** Food packaging. The AVI Publishing Company, Inc., Westport, 1986
- Smejtková, A., Dobiáš, J.:** Obaly a obalová technika. 1. vydání. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2004. ISBN 80-213-1315-3.
- Svět balení,** časopis, Syba Praha
- Szafrański, B.:** Automatická identifikace – čárový kód nebo RFID [online] citováno 29. 3. 2012 Dostupné z: <http://udrzbapodniku.cz/menu-gorne/artykuly/artykul/article/automaticka-identifikace-carovy-kod-nebo-rfid/>
- Tesařík, B.:** Dvě stě let od revolučního vynálezu. [online], citováno 13.11.2012. Dostupné z: <http://dejiny.nln.cz/archiv/2010/6/dve-ste-let-od-revolucniho-vynalezu>
- Tichá, M., Černík, B.:** Porovnání environmentálních dopadů nápojových obalů v ČR metodou LCA. 2009. Studie pro Ministerstvo životního prostředí ČR. [online] citováno 21.10.2012 Dostupné z: [http://www.mzp.cz/cz/studie\\_o\\_problematice\\_obalu](http://www.mzp.cz/cz/studie_o_problematice_obalu)
- Velíšek, J. a kol.:** Chemie potravin 3, OSSIS Tábor, 1999, s. 298

**Vörös:** PLASTOVÉ OBALY CHRÁNÍ POTRAVINY. [online] citováno 11.12.2012 Dostupné z: [http://www.epscr.cz/obj/590/PLASTOVE\\_OBALY\\_CHRANI\\_POTRAVINY.pdf](http://www.epscr.cz/obj/590/PLASTOVE_OBALY_CHRANI_POTRAVINY.pdf)

**Základní informace o technologii RFID** [online] citováno 28. 3. 2012 Dostupné z: [http://www.rfidportal.cz/index.php?page=rfid\\_obecne](http://www.rfidportal.cz/index.php?page=rfid_obecne)

**zákon č. 110/1997 Sb.** O potravinách a tabákových výrobcích

**zákon č. 137/1995 Sb.** O ochranných známkách

**zákon č. 185/2001 Sb.** O odpadech

**zákon č. 22/1997 Sb.** O technických požadavcích na výrobky

**zákon č. 258/2000 Sb.** O ochraně veřejného zdraví

**zákon č. 34/1996 Sb.** O ochraně spotřebitele

**zákon č. 477/2001 Sb.** O obalech

**zákon č. 527/1990 Sb.** O ochraně průmyslových vzorů

## 8 SEZNAM OBRÁZKŮ

OBR. 1-1 STAROVĚKÁ AMFORA .....	2
OBR. 1-2 SPOTŘEBITELSKÝ, SKUPINOVÝ A PŘEPRAVNÍ OBAL.....	5
OBR. 1-3 OPTIMÁLNÍ OBALOVÝ SYSTÉM .....	7
OBR. 1-4 STANDARDY GS1.....	10
OBR. 1-5 KÓDY EAN 13 A EAN 8 .....	11
OBR. 1-6 DRUHY VOLNÝCH ČÁROVÝCH KÓDŮ .....	12
OBR. 1-7 2D ČÁROVÉ KÓDY .....	13
OBR. 1-8 SCHEMA RFID .....	14
OBR. 1-9 RFID ČIP S ANTÉNOU .....	14
OBR. 1-10 DPM .....	16
OBR. 1-11 GRAFICKÁ ZNAČKA PRO IDENTIFIKACI OBALOVÝCH MATERIÁLŮ .....	19
OBR. 1-12 PŘÍKLADY MOŽNÝCH ZPŮSOBŮ OZNAČOVÁNÍ OBALOVÝCH MATERIÁLŮ.....	21
OBR. 1-13 ZELENÝ BOD .....	22
OBR. 1-14 GRAFICKÁ ZNAČKA PRO POKYN NAKLÁDÁNÍ S OBALEM.....	23
OBR. 1-15 RŮZNÉ TYPY LAHVÍ .....	27
OBR. 1-16 PŮSOBENÍ BAREVNÝCH PLOCH .....	27
OBR. 1-17 PŮSOBENÍ BAREVNÝCH KOMBINACÍ .....	27
OBR. 1-18 SYMBOL REGISTROVANÉ OCHRANNÉ ZNÁMKY .....	28
OBR. 1-19 PŘÍKLADY OCHRANNÉ ZNÁMKY.....	28
OBR. 1-20 PŘÍKLAD PRŮMYSLUVÉHO VZORU .....	28

OBR. 1-21 DISPLAY KARTONY .....	30
OBR. 1-22 NÁSOBNÉ A ODNOSNÉ BALENÍ.....	30
OBR. 1-23 MANIPULACE S PALETAMI.....	32
OBR. 1-24 MANIPULACE S KONTEJNERY .....	32
OBR. 1-25 BEZOBALOVÁ PŘEPRAVA.....	33
OBR. 2-1 SPOTŘEBA OBALOVÝCH MATERIÁLŮ V SRN, VE SVĚTĚ A V ČR.....	34
OBR. 2-2 SVĚTOVÁ VÝROBA PLASTŮ V OBDOBÍ 1950 – 2010 .....	35
OBR. 2-3 SVĚTOVÁ SPOTŘEBA JEDNOTLIVÝCH PLASTŮ V OBALOVÉM PRŮMYSLU .....	35
OBR. 2-4 OBALY Z MĚKKÉHO DŘEVA .....	37
OBR. 2-5 KORKOVÉ ZÁTKY .....	37
OBR. 2-6 LEŽÁCKÉ SUDY .....	37
OBR. 2-7 SKLIZEŇ KORKU.....	38
OBR. 2-8 JUTOVÝ PYTEL.....	39
OBR. 2-9 RAŠLOVÝ PYTEL.....	39
OBR. 2-10 VELKOPROSTOROVÝ PYTEL.....	40
OBR. 2-11 SÍTKY NA OVOCE A ZELENINU.....	40
OBR. 2-12 NETKANÁ SÍŤOVINA.....	40
OBR. 2-13 MECHANICKÉ OBRUŠOVÁNÍ DŘEVA A DŘEVĚNÉ TRÍSKY .....	42
OBR. 2-14 BĚLENÁ BUNIČINA .....	44
OBR. 2-15 PAPIRENSKÝ STROJ .....	45
OBR. 2-16 ORIENTACE ETIKETY NA OBALU.....	45
OBR. 2-17 NAVÍJENÍ PAPÍRU NA VÁLCE .....	45
OBR. 2-18 SCHÉMA VÝROBY PAPÍRU.....	46
OBR. 2-19 VLNITÁ LEPENKA.....	47
OBR. 2-20 VÝROBA 2 A 5-TI VRSTVÉ LEPENKY .....	47
OBR. 2-21 STŘÍDÁNÍ SMĚRU VLN .....	47
OBR. 2-22 KLASIFIKACE VLNITÝCH LEPENEK.....	48
OBR. 2-23 POUŽITÍ PERGAMENU .....	51
OBR. 2-24 ZÁKLADNÍ DRUHY SÁČKŮ .....	53
OBR. 2-25 TYPY PYTLŮ .....	54
OBR. 2-26 UZÁVĚRY JEDNODÍLNÝCH SKLÁDAČEK .....	55
OBR. 2-27 DVOUDÍLNÉ SKLÁDAČKY.....	55
OBR. 2-28 HERMETICKÉ UZÁVĚRY SKLÁDAČEK .....	55
OBR. 2-29 TETRA CLASSIC ASEPTIC.....	55
OBR. 2-30 OBALY TETRAPAK.....	55
OBR. 2-31 LEPENKOVÁ BEDNA .....	56
OBR. 2-32 VINUTÁ KARTONÁŽ .....	56
OBR. 2-33 NASÁVANÉ OBALY .....	57

OBR. 2-34 KOVOVÉ OBALY .....	57
OBR. 2-35 POUŽITÍ NELAKOVANÝCH A LAKOVANÝCH PLECHOVEK.....	61
OBR. 2-36 VZNIK ELEKTROCHEMICKÉHO ČLÁNKU V KONZERVĚ .....	62
OBR. 2-37 TŘÍDÍLNÉ PLECHOVKY .....	63
OBR. 2-38 PRÁCE KLADEK PŘI UZAVÍRÁNÍ PLECHOVEK.....	64
OBR. 2-39 DVOUDÍLNÉ PLECHOVKY .....	65
OBR. 2-40 VÝROBA TAŽENÝCH PLECHOVEK .....	66
OBR. 2-41 ZPŮSOBY OTVÍRÁNÍ PLECHOVEK .....	66
OBR. 2-42 OBALY Z HLINÍKU .....	68
OBR. 2-43 VÝROBA TUBY .....	69
OBR. 2-44 PŘÍKLADY TVAROVÁNÍ SKLOVINY .....	71
OBR. 2-45 NÁRAZOVÉ PRUHY NA LAHVÍCH.....	73
OBR. 2-46 VZHLED PRASKLIN SKLENĚNÝCH OBALŮ .....	73
OBR. 2-47 BAREVNÉ OBALOVÉ SKLO .....	74
OBR. 2-48 VELKÉ OBALOVÉ SKLO .....	75
OBR. 2-49 UZÁVĚRY LAHVÍ .....	76
OBR. 2-50 TYPY VÍČEK PRO KONZERVOVÉ SKLENICE.....	77
OBR. 2-51 EXTRUZNÍ VYFUKOVÁNÍ FOLÍÍ .....	82
OBR. 2-52 VSTŘIKOVÁNÍ PLASTŮ DO FORMY .....	82
OBR. 2-53 PREFORMA .....	82
OBR. 2-54 VYFUKOVÁNÍ DO FORMY.....	82
OBR. 2-55 TERMOPLASTICKÉ TVAROVÁNÍ PLASTŮ .....	83
OBR. 2-56 TERMOPLASTICKÉ TVAROVÁNÍ PLASTŮ V LINCĚ .....	83
OBR. 2-57 ROTAČNÍ TVAROVÁNÍ PLASTŮ.....	83
OBR. 2-58 VÁLCOVÁNÍ PLASTŮ.....	84
OBR. 2-59 LOUPATELNÝ SPOJ .....	84
OBR. 2-60 CELULOID.....	87
OBR. 2-61 OBALY Z LDPE .....	88
OBR. 2-62 OBALY Z HDPE.....	88
OBR. 2-63 OBALY Z POLYPROPYLENU.....	90
OBR. 2-64 OBALY Z POLYSTYRENU .....	91
OBR. 2-65 OBALY Z PVC .....	91
OBR. 2-66 OBALY Z POLYAMIDŮ.....	93
OBR. 2-67 OBALY Z PET.....	94
OBR. 2-68 OBALY Z POLYKARBONÁTU.....	95
OBR. 2-69 BAKELIT.....	96
OBR. 2-70 LOGO PRO BIODEGRADOVATELNÝ MATERIÁL .....	97
OBR. 2-71 SPOTŘEBA SUROVIN PRO VÝROBU BIODEGRADABILNÍCH POLYMERŮ.....	97

OBR. 2-72 SPOTŘEBA BIODEGRADOVATELNÝCH MATERIÁLŮ VE SVĚTĚ.....	97
OBR. 2-73 POUŽITÍ BIODEGRADOVATELNÉ FOLIE .....	98
OBR. 2-74 SCHÉMA IDENTIFIKACE TYPU POLYMERNÍ FÓLIE .....	99
OBR. 2-75 ŽELATINOVÉ KAPSLE .....	100
OBR. 2-76 POUŽITÍ KLIHOVKOVÝCH STŘEV .....	100
OBR. 2-77 ŘÁSNĚNÍ A NARÁŽENÍ PÁRKŮ DO STŘEV.....	100
OBR. 2-78 POUŽITÍ VOSKU.....	101
OBR. 2-79 VARIANTY POŽIVATELNÝCH OBALŮ.....	101
OBR. 2-80 SLOŽENÍ OBALU TETRAPAK.....	102
OBR. 3-1 TISK Z VÝŠKY .....	107
OBR. 3-2 FLEXOGRAFICKÝ TISK .....	108
OBR. 3-3 TISK Z PLOCHY .....	108
OBR. 3-4 OFSET.....	109
OBR. 3-5 TISK Z HLOUBKY.....	109
OBR. 3-6 HLUBOTISK.....	110
OBR. 3-7 SÍTOTISK.....	111
OBR. 3-8 TISK BRAILLOVA PÍSMÁ.....	112
OBR. 3-9 PŘEKRÝVÁNÍ BAREV.....	113
OBR. 4-1 ABSORBÉRY KYSLÍKU.....	117
OBR. 4-2 ABSORBÉR VLHKOSTI.....	118
OBR. 4-3 INDIKÁTOR TEPLoty.....	120
OBR. 4-4 INDIKÁTORY SLOŽENÍ ATMOSFÉRY.....	121
OBR. 4-5 MECHANICKÉ POŠKOZENÍ PRODUKTŮ .....	122
OBR. 4-6 PEVNÁ FIXACE.....	123
OBR. 4-7 PODDAJNÁ FIXACE.....	123
OBR. 4-8 VLIV VODNÍ AKTIVITY V POTRAVINĚ NA ZÁKLADNÍ TYPY ZMĚN .....	124
OBR. 4-9 SORPČNÍ IZOTERMA .....	125
OBR. 4-10 VYSYCHAJÍCÍ POTRAVINY .....	126
OBR. 4-11 POTRAVINY V ROVNOVÁZE S OKOLNÍ ATMOSFÉROU .....	126
OBR. 4-12 POTRAVINY PŘIJÍMAJÍCÍ VLHKOST.....	126
OBR. 4-13 BARIÉROVÉ VLASTNOSTI ZÁKLADNÍCH TYPŮ POLYMERŮ POUŽÍVANÝCH PŘI BALENÍ POTRAVIN .....	133
OBR. 4-14 POTRAVINY CITLIVÉ NA VYTĚKÁNÍ AROMATICKÝCH LÁTEK .....	136
OBR. 4-15 ROZSAH VLNOVÝCH DÉLEK VIDITELNÉHO SVĚTLA .....	139
OBR. 4-16 KOMPLEMENTÁRNÍ BARVY .....	139
OBR. 4-17 SYMBOL PRO POTRAVINY OŠETŘENÉ ZÁŘENÍM .....	139
OBR. 4-18 SUSCEPTOR.....	145
OBR. 4-19 ZAVÍJEČ MOUČNÝ, POTEMNÍK MOUČNÝ, ČERVOTOČ SPÍŽNÍ.....	152
OBR. 4-20 MYŠ DOMÁCÍ, POTKAN, KRYSA .....	153

OBR. 5-1 ZHOTOVENÍ, PLNĚNÍ A UZAVÍRÁNÍ OBALU.....	153
OBR. 5-2 KONTINUÁLNÍ STROJE SE SOUBĚŽNÝMI PRACOVNÍMI ORGÁNY.....	155
OBR. 5-3 KONTINUÁLNÍ STROJE S NESOUBĚŽNÝMI PRACOVNÍMI ORGÁNY .....	155
OBR. 5-4 KOMBINACE SOUBĚŽNÝCH A NESOUBĚŽNÝCH PRACOVNÍCH ORGÁNŮ .....	156
OBR. 5-5 KARUSELOVÉ USPOŘÁDÁNÍ.....	156
OBR. 5-6 LINIOVÉ USPOŘÁDÁNÍ .....	156
OBR. 5-7 PLNICÍ ZAŘÍZENÍ S ODMĚŘOVANÝM MNOŽSTVÍM TEKUTINY .....	157
OBR. 5-8 HLADINOVÉ PLNICÍ ZAŘÍZENÍ.....	158
OBR. 5-9 PÍSTOVÉ PLNIČKY .....	159
OBR. 5-10 OBJEMOVÉ DÁVKOVAČE SYPKÝCH MATERIÁLŮ .....	160
OBR. 5-11 DÁVKOVACÍ VÁHY.....	160
OBR. 5-12 KOMBINAČNÍ VÁHY .....	161
OBR. 5-13 KONTINUÁLNÍ DÁVKOVACÍ VÁHA .....	162
OBR. 5-14 DÁVKOVÁNÍ PODLE POČTU .....	162
OBR. 5-15 OBALY PRO TEKUTÉ VÝROBKY .....	163
OBR. 5-16 VYKLADAČ LAHVÍ .....	164
OBR. 5-17 DEPALETIZAČNÍ ZAŘÍZENÍ .....	164
OBR. 5-18 VSTUPNÍ ČÁST LAHVÁRENSKÉ LINKY .....	164
OBR. 5-19 SCHÉMA MÁČECÍ A VYSTŘIKOVACÍ MYČKY .....	165
OBR. 5-20 UMÍSTĚNÍ ETIKET NA LAHVI.....	166
OBR. 5-21 VKLÁDÁNÍ LAHVÍ DO PŘEPRAVEK.....	166
OBR. 5-22 BAG-IN-BOX.....	167
OBR. 5-23 KEG SUD S POLYURETANOVÝM POTAHEM .....	168
OBR. 5-24 SUDY PETAINER .....	168
OBR. 5-25 CISTERNA .....	168
OBR. 5-26 PLNĚNÍ A UZAVÍRÁNÍ TUB .....	169
OBR. 5-27 PLASTOVÉ OBALY KAŠOVITÝCH VÝROBKŮ.....	169
OBR. 5-28 ŠIROKOHRDLÉ OBALY .....	170
OBR. 5-29 TYPY AEROSOLŮ .....	172
OBR. 5-30 SCHÉMA DÁVKOVÁNÍ A BALENÍ SYPKÝCH VÝROBKŮ .....	173
OBR. 5-31 OBALY SYPKÝCH VÝROBKŮ .....	174
OBR. 5-32 PŘÍKLADY KUSOVITÝCH VÝROBKŮ .....	175
OBR. 5-33 OBALY KUSOVITÝCH VÝROBKŮ .....	176
OBR. 5-34 PŘÍKLADY HETEROGENNÍCH NÁPLNÍ.....	177
OBR. 6-1 MNOŽSTVÍ EVIDOVANÝCH OBALŮ 2002-2015 .....	179
OBR. 6-2 STRUKTURA NEVRATNÝCH OBALŮ 2015 .....	179
OBR. 6-3 CELKOVÉ MNOŽSTVÍ VYUŽITÝCH ODPADŮ Z OBALŮ.....	180
OBR. 6-4 DOŠAŽENÁ MÍRA RECYKLACE A VYUŽITÍ ODPADŮ Z OBALŮ 2015 .....	180

OBR. 6-5 SPOTŘEBA ENERGIE V ŽIVOTNÍM CYKLU OBALŮ PODLE ZDROJŮ .....	183
OBR. 6-6 SPOTŘEBA VODY V RÁMCI ŽIVOTNÍCH CYKLŮ OBALŮ.....	183
OBR. 6-7 PRODUKCE ODPADŮ K CELKOVÉMU MNOŽSTVÍ ODPADŮ V RÁMCI ŽIVOTNÍCH CYKLŮ OBALŮ .....	184
OBR. 6-8 DOPAD ŽIVOTNÍHO CYKLU OBALŮ .....	184

## 9 SEZNAM TABULEK

TAB. 1 PŘEHLED ZÁKLADNÍCH FREKVENCÍ RFID .....	15
TAB. 2 IDENTIFIKAČNÍ KÓDY OBALOVÝCH MATERIÁLŮ.....	19
TAB. 3 NEJDRAŽŠÍ OCHRANNÉ ZNÁMKY.....	29
TAB. 4 ROZLOŽENÍ JAMEK PŘI HLUBOTISKU.....	110
TAB. 5 CITLIVOST VYBRANÝCH POTRAVIN K PŘÍTOMNOSTI KYSLÍKU.....	128
TAB. 6 PŘÍKLADY SLOŽENÍ ATMOSFÉRY A TEPLoty SKLADOVÁNÍ PRO VYBRANÉ TYPY POTRAVIN .....	131
TAB. 7 ZÁKLADNÍ TYPY OBALOVÝCH FÓLIÍ A MOŽNOSTI JEJICH APLIKACE PŘI BALENÍ POTRAVIN V MA .....	135
TAB. 8 VÝZNAMNÉ TYPY ZÁŘENÍ A JEJICH VLNOVÁ DÉLKA $\lambda$ .....	137
TAB. 9 TYPICKÉ HODNOTY GLOBÁLNÍ MIGRACE PRO FÓLIE Z PLASTŮ.....	150
TAB. 10 SPOTŘEBA OBALŮ VE VYBRANÝCH EVROPSKÝCH STÁTECH (V KG NA HLAVU).....	178
TAB. 11 EKOLOGICKÉ PROFILY TŘÍ VYBRANÝCH OBALOVÝCH MATERIÁLŮ .....	182



Název: Balení v potravinářském průmyslu

Autor: Ing. Andrea Smejtková, Ph.D.

Vydavatel: Česká zemědělská univerzita v Praze

Počet stran: 193

Vydání: první

Rok vydání: 2018

ISBN 978 – 80 – 213 – 2864 - 8