



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

**KA 2340/3-1**

# **BALENÍ POTRAVIN**

## **H1BA**

Rozsah výuky: LS 2/2

Leden 2013

Jiří Štencel

## CÍL

Cílem předmětu je seznámit studenty s významnou technologickou operací – balením potravin a jejich následným prodejem; porozumět funkcím obalu a získat základní přehled o současném stavu a vývojových trendech v ČR, EU a ve světě.

Konečný cíl výuky předmětu

Balení potravin spočívá v tom, aby byli studenti schopni, na základě získaných znalostí a poznatků, učinit základní fundovaná rozhodnutí v oblasti dané disciplíny.

## POŽADOVANÉ PREREKvizITNÍ ZNALOSTI A DOVEDNOSTI

Zájem o problematiku. Znalost práce s MS Office, schopnost využívat internet a základní znalosti z matematiky, fyziky a chemie.

## MOTIVACE

Balení výrobků obecně je v současné době jedna z nejdynamičtěji rozvíjejících se oblastí výroby, což platí zvláště u potravin. Studenti získají teoretické a praktické znalosti o funkcích a vlastnostech obalů a současně o požadavcích na ně, zvláště o těch, jež jsou významné při uplatňování výrobků na současném trhu. V celé řadě případů platí „Není umění vyrobit, ale prodat“, „Obal prodává“ atp. Úloha a význam obalů je mnohdy ve vztahu prodávající - kupující zásadní. O narůstajícím významu balení v konkurenčním tržním prostředí svědčí i jedna ze skutečností: u řady výrobků cena obalu přesahuje i 50% z celkové prodejní ceny.

Získané znalosti v předmětu Balení a potravin jsou využitelné pro studenty všech oborů i fakult na VFU Brno. Tato disciplína se vyučuje na univerzitách orientovaných do oblasti „Life Sciences“ na celém světě a zahrnuje také ekologické aspekty balení. Kapitoly probírané v předmětu obsahově odpovídají identickým disciplínám vyučovaným v zemích EU a Severní Americe.

## POUČENÍ

Předkládaná e-learningová opora je vypracována proto, aby studenti měli stále k dispozici přehled o látce probírané a plánované v předmětu Balení potravin; neobsahuje všechna potřebná schémata a grafy, budou předmětem vlastní výuky. Snahou je, aby studenti pochopili vyučovanou problematiku jako celek.

Tři projekty budou zadávány, objasňovány a částečně vypracovány v rámci cvičení; u každého bude stanoven konečný termín pro odevzdání. První dva projekty budou individuální. Třetí bude zpracováván 3-4 členným týmem studentů z jedné studijní skupiny a to částečně v jazyce anglickém s využitím internetových informačních zdrojů. Při bodovém hodnocení se bude vycházet z činnosti jednotlivců v týmu – studenti si sami mezi sebe rozdělí celkový počet bodů za protokol podle svého podílu na jeho vyhotovení. Ten potom sdělí po obhajobě vyučujícímu.

Zkouška bude probíhat formou písemného testu s možností doplňujících ústních otázek. Výsledná známka bude vycházet z bodového hodnocení znalostí u zkoušky a z dosaženého počtu bodů v průběhu semestru. Všem studentům se vyplatí nepodcenit práci v průběhu semestru a úplné pochopení probírané látky na přednáškách a ve cvičeních.

## BODOVÉ HODNOCENÍ, cvičení a zkouška

Protokoly z projektů I., II. a III. ... 2 x 10 + 7 b.

Průběžný test.....20 b.

**Σ 47 b.**

Podmínky pro udělení zápočtu: Získání alespoň 33 bodů.

**Zkouška:** plný počet bodů **53 b.**

### Klasifikace:

Počet bodů	Klasifikace
93 - 100	A
86 - 92	B
81 - 85	C
76 - 80	D
71 - 75	E

## OSNOVA PROJEKTŮ

1. Výpočet namáhání obalu vnitřním přetlakem v důsledku záhřevu.
2. Kondenzace vzdušné vlhkosti při balení potravin.
3. Označování, identifikace a dohledatelnost balených potravin.

Součástí e-learningové opory je psychrometrický diagram vlhkého vzduchu (i-x diagram), který může sloužit jako matrice pro dokumentaci nutnou ke druhému projektu, viz příloha č. 1.

ZADÁNÍ:

## 1. VÝPOČET NAMÁHÁNÍ OBALU VNITŘNÍM PŘETLAKEM V DŮSLEDKU ZÁHŘEVU

**Uzavřená válcová plechová konzerva:**

1. Průměr 100 mm, výška 140 mm (LICHÉ pořadové číslo)
2. Průměr 65 mm, výška 115 mm (SUDÉ pořadové číslo)

**Ohřev z 12°C na 90°C**

$$R_{\text{plynu}} = 223 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}, \quad \rho_{\text{plynu}} = 1,23 \text{ kg.m}^{-3}$$

**Velikost plynového polštáře nad konzervovanou potravinou v obalu:**

Pořadí ve studijní skupině	Objem plynového polštáře [mm <sup>3</sup> ]
1 - 4	10.10 <sup>3</sup>
5 - 8	11.10 <sup>3</sup>
9 - 12	12.10 <sup>3</sup>

**Dovolené napětí v tahu obalového materiálu:**

1.  $\delta_{\text{dov.t.}} = 90 \text{ MPa}$  (1. st. skupina)
2.  $\delta_{\text{dov.t.}} = 85 \text{ MPa}$  (2. st. skupina)
3.  $\delta_{\text{dov.t.}} = 80 \text{ MPa}$  (3. st. skupina)

**Úkol:** Vytvořit závislost vnitřního tlaku na teplotě, tloušťky stěny na vnitřním tlaku nebo tloušťky stěny na teplotě tabelárně a graficky; minimálně dvě závislosti. Stanovit bezpečnou tloušťku stěny pro zadaný teplotový interval.

## 2. KONDENZACE VZDUŠNÉ VLHKOSTI PŘI BALENÍ POTRAVIN

Viz příloha č. 1 „Psychrometrický diagram, změny ve vlhkém vzduchu, kondenzace“

### A. PLNĚNÍ LAHVÍ NEALKOHOLICKÝM SYCENÝM NÁPOJEM

Parametry okolního prostředí - vlhkého vzduchu:

Pořadí ve st. skupině	Teplota vzduchu [°C]
1., 6., 11.	25 15*
2., 7., 12.	26 13*
3., 8.	27 11*
4., 9.	28 9*
5., 10.	29 7*

Pořadí ve st. skupině	Relativní vlhkost vzduchu [%]
1.-5.	60
6.-10.	65
11.-12.	70

Úkoly:

1. Určit kritickou teplotu nápoje pro plnění, při níž nastane kondenzace vzdušné vlhkosti na stěně lahví.
2. Stanovit, kolik vlhkosti se vysráží na stěně lahví při plnění - teplota nápoje 12°C.
3. Průběh kondenzace znázornit v psychrometrickém diagramu vlhkého vzduchu, opatření.

### B. BALENÍ MASA

Teplota masa 5°C, vnější teplota označena \*. Při jaké relativní vlhkosti nastane kondenzace?  
Opatření: ..., „antifog“ – odkazy, parametry, ... .

### 3. OZNAČOVÁNÍ, IDENTIFIKACE A DOHLEDATELNOST BALENÝCH POTRAVIN

Cílem projektu je seznámit se s dynamicky se rozvíjející oblastí „označováním, identifikací a dohledatelností“ balených potravin s využitím anglicky, příp. německy nebo francouzsky, psaných internetových nebo literárních zdrojů.

Získané poznatky zakomponovat do vypracovaného týmového protokolu.

#### Úkoly:

1. Seznámit se s problematikou zadaného tématu a provést strukturovanou rešerši.
2. Zvýraznit a vysvětlit související pojmy (česky, anglicky, příp. německy nebo francouzsky).
3. Ze široké problematiky si zvolit určitou oblast a tu následně podrobněji rozpracovat. Prostřednictvím e-mailu [stencij@vfu.cz](mailto:stencij@vfu.cz) nechat odsouhlasit zvolenou oblast vyučujícím.
4. Při vypracovávání využít především internet, případně vhodné literární zdroje.
5. Protokol bude zpracován v tištěné, eventuálně elektronické formě.
6. Protokol bude obsahovat doplňující schémata, obrázky, grafy a odkazy (web, literatura).
7. Na konci práce budou uvedeny vybrané anglické, příp. německé nebo francouzské termíny, jež se budou v práci vyskytovat a budou považovány za významné.

Práce bude zpracována tří nebo čtyřčlennými týmy studentů, jeden bude komunikovat s vyučujícím. Rozsah protokolu bude minimálně 3 stránky na jednoho studenta. Každý týden budou probíhat konzultace.

#### Termíny:

1. Zadání.
2. Zaslání informace o složení týmů, následující týden.
3. Zaslání informace o zvolené oblasti pro podrobnější zpracování, 2. týden od zadání.
4. Poslední termín na odevzdání, 5. týden od zadání.

## SLOVNÍČEK VYBRANÝCH POJMŮ A ZKRATEK

AI, Automatic Identification – automatická identifikace

Anti Theft Tag – indikátory proti zcizení

CAP, Controlled Atmosphere Packaging – balení v řízené atmosféře (sklady).

CM, Category Management – marketingové řízení prodeje, určité skupiny

DC, Distributive Centre – distribuční centrum

EAN, European Article Numbering – čárový kód

EAN+EDI = EANCOM

EAS, Electronic Article Surveillance – technologie proti falšování výrobků

ECR, Efficient Customer Response – „Vše pro zákazníka“

EDI, Electronic Data Interchange – přenos dat (v síti řetězce prodejen)

EP, Equilibrium Packaging – „rovnovážné“ balení

EPC, Electronic Product Code – elektronický kód produktu

EPP, Europeam Pallet Pool – Evropské sdružení uživatelů palet

Facing – uspořádání regálu v prodejně

Fresh – čerstvé potraviny (pečivo, zelenina atp.)

HF, High Frequency (RFID) – vysoká frekvence

LF, Low Frequency (RFID) – nízká frekvence

MAP, Modify Atmosphere Packaging – balení v modifikované atmosféře

MODULO 10 – algoritmus pro výpočet kontrolního čísla EAN

PD – přímá dodávka

Place of Location – lokační místo v DC

Private Label – ochranná známka řetězce prodejen

RFID „tag“ – nosič elektronické identifikace umístěný na zboží

RFID, Radio Frequency Identification Device – elektronická identifikace zboží

Shelf Life – údržnost potraviny

SM, Space Management – umístění zboží v regále prodejn

Smart Packaging – inteligentní balení potravin

TI, Temperature Indicator – teplotový senzor

Traceability – dohledatelnost zboží

TTI, Time Temperature Indicator – teplotový senzor zaznamenávající změny v reálném čase



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

UCC A / UCC E (Uniform Code Council) – ekvivalent EAN v USA

UHF, Ultra High Frequency (RFID) – velmi vysoká frekvence

VP, Vacuum Packaging – vakuové balení

## STUDIJNÍ LITERATURA

- Coles, R., Kirwan, M.J.: Food and Beverage Packaging Technology, Wiley, 2011. ISBN 978-1-4051-8910-1
- Fellows, P.: Food processing technology: principles and practice. Woodhead, Cambridge, 2nd. Ed., 2000. ISBN 0-8493-0887-9
- Han, J.H.: Innovation in food packaging, Elsevier Academic Press, London, 2005. ISBN 0-12-311632-5
- Moskowitz, H.R., Reisner M., Lawlor, J.B., Deliza, R.: Packaging Research in Food Product Design and Development, Wiley, 2009. ISBN 978-0-8138-1222-9
- Robertson, G.L.: Food packaging: principles and practice. 3rd Ed., Taylor & Francis, 2009. ISBN 978-1-4398-6241-4
- Robertson, G.L.: Food Packaging and Shelf Life; A Practical Guide. Taylor & Francis, 2009. ISBN 978-1-4200-7844-2
- Rooney, M.L.: Active food packaging. Blackie Academic & Professional, London, London, 1995. ISBN 0-7514-0191-9
- Risch, S.J.: Food packaging: testing methods and applications, American Chemical Society, 2000. ISBN 0-8412-36-17-8
- Štencl, J.: Balení potravin. *Potravinářský zpravodaj* 2/2004 – 4/2005, ročník V. a VI., AGRAL Praha.

## PRŮBĚŽNÁ KONTROLA STUDIA

Kontrolovanou a bodově hodnocenou částí výuky jsou vypracované projekty a průběžný test.



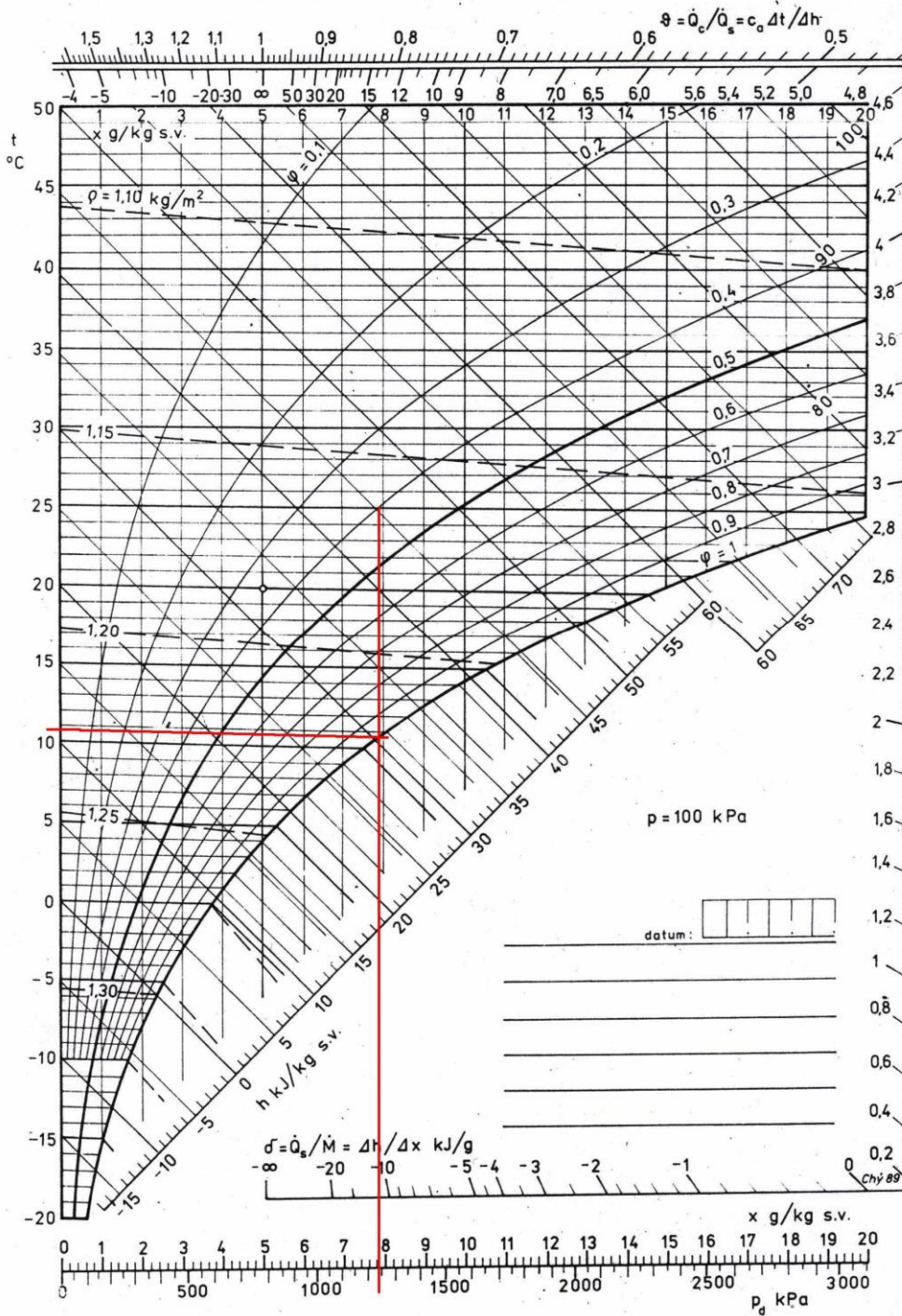
## OBSAH

- 1.0 Úvod; obal – definice, charakteristika, funkce a kritéria pro rozdělování. Náklady na balení, vratné a nevratné obaly.
- 2.0 Požadavky na obaly ve sféře oběhu, spotřeby a skladování (výroba, přeprava a skladování, spotřebitel, obchod). Normalizace v balicí technice a související předpisy, Zákon o obalech 477/2001 Sb.
- 3.0 Obalové prostředky (obalové materiály a pomocné obalové materiály) a jejich významné vlastnosti, zkoušení: dřevo, papír, karton, lepenka, sklo, kov, tkaniny, poživatelné látky, plasty; lepidla, vázací materiály, potisk.
- 4.0 Bariérové účinky obalů, koeficient ochranné účinnosti obalu. Údržnost potravin. Vliv teploty a vlhkosti na údržnost potravin, vodní aktivita biologických materiálů, rozvoj mikroorganismů v zabalené potravine. Interakce mezi potravinou a obalem.
- 5.0 Bariérové účinky obalů. Ochrana potravin obalem před mechanickým poškozením, pronikáním par a plynů, změnami vlhkosti, změnami chuti a vůně, změnami teplot, vlivy záření, před kontaminací cizorodými látkami, mikrobiálním znehodnocením a působením hmyzu a hlodavců.
- 6.0 Hodnocení kvality obalových materiálů pro potraviny
- 7.0 Balení v modifikované atmosféře (MAP)
- 8.0 Inteligentní balení (SP)
- 9.0 Označování obalů a použitých materiálů, identifikace a dohledatelnost (EAN, RFID)
- 10.0 Identifikace a dohledatelnost (EAN, RFID)
- 11.0 Technické normy pro vyhodnocení, zda obal splňuje požadavky pro uvedení obalu na trh
- 12.0 Základní klasifikace balicích linek a strojů

Příloha 1 – Psychrometrický diagram vlhkého vzduchu

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Příloha č. 1



Psychrometrický diagram vlhkého vzduchu

## 1.0 ÚVOD; OBAL – DEFINICE, CHARAKTERISTIKA, FUNKCE A KRITÉRIA PRO ROZDĚLOVÁNÍ. NÁKLADY NA BALENÍ, VRATNÉ A NEVRATNÉ OBALY.

### 1.1 Úvod

Balení potravin má velmi dlouhou historii. Vždy bylo spojováno se skladováním, přepravou a obchodem. Například Římané již ve starověku využívali hliněné obaly, amfory, k uchování vína a olejů. S rozvojem obchodu, zámořskými plavbami a také s válečnými taženými na počátku novověku se nároky na balení potravin začínaly zvyšovat. O náročnější formě ochrany potravin obalem, jenž měl základní atributy dnešního spotřebitelského balení, lze však hovořit až v 19. století. V té době se totiž dostával ke spotřebiteli výrobek v menších dávkách balený přímo v továrně. Takové spotřebitelské balení bylo nezbytným předpokladem pro výrobu a distribuci sterilovaných potravin. Nejprve byly používány obaly z pocínovaného ocelového plechu vyráběné ručně, později i obaly skleněné. V tomto období se také rozšířilo využívání papíru, lepenky i celofánu. Mezi dvěma světovými válkami začínal rozvoj syntetických makromolekulárních látek, které později nacházely své uplatnění v obalové technice, především od druhé poloviny 20. století. Balení potravin se postupně vyvinulo v novou odbornou a vědeckou disciplínu. Autoři M.A. Rao a S.S.H. Rizvi v knize *Engineering Properties of Foods* (M. Dekker, NY 1997, 2. vydání, s. 212) v kapitole Balení potravin uvádějí: „Balení je speciální oblast potravinářských věd a technologií, která zahrnuje různé aspekty od vlastností balicích materiálů až po kvalitu potravin.“ Balení potravin se primárně zabývá návrhem obalu pro určitý výrobek a vlastním balicím procesem včetně dávkování. Následně monitoruje veškeré změny u zabalené potraviny i činnosti, které probíhají v období od ukončení výroby až do její spotřeby. Dále sleduje a vyhodnocuje nakládání s použitými obalovými materiály. Balení představuje ve výrobních procesech obvykle poslední operaci; vždy je spojováno s automatizací, unifikací a racionalizací. Obecně platí: kvalita obalů a nakládání s nimi jsou jedním z ukazatelů úspěšnosti společnosti. Balení představuje v potravinářství až 50% spotřeby času z výrobního procesu. Obaly potravin dnes představují průměrně 10 až 20% ceny výrobku; ve specifických případech to může být i více než 70%.

V současném globalizujícím se světě se stalo balení významným prostředníkem mezi lidmi; podporuje mezinárodní výměnu a také rozvoj spotřeby. Díky baleným potravinám se zmírňují

následky neúrody, přírodních katastrof a epidemií. Balení také umožňuje rychlé dodávky potravin do postižených oblastí. Význam obalu narůstá s tím, jak se vzdaluje místo a čas výroby od místa a času spotřeby potravin. Bezprostřední souvislost mezi způsobem balení výrobků na straně jedné, jejich přepravou, skladováním a prodejem na straně druhé také znamená, že změna techniky ve sféře oběhu zboží (nové způsoby manipulace, dopravy, skladování, prodeje) vyvolává potřebu odpovídajících způsobů balení a naopak. Vývoj nových obalových prostředků umožňuje zdokonalovat oběh zboží. U potravin to představuje nejen zefektivňování cesty z místa produkce ke spotřebiteli, ale také zvyšování úrovně a hospodárnosti prodeje při zachování všech kvalitativních vlastností výrobku.

Balenou potravinou se podle [Zákona o potravinách a tabákových výrobcích 110/1997 Sb.](#) rozumí: každý jednotlivý výrobek určený pro nabízení k přímému prodeji spotřebiteli nebo provozováním stravovacích služeb, který se skládá z potravin a obalu, do něhož byla potravina vložena před jejím nabídnutím k prodeji, a to bez ohledu na to, zda je potravina v obalu uzavřena zcela nebo pouze zčásti, avšak vždy takovým způsobem, že obsah nelze vyměnit, aniž by došlo k otevření nebo výměně obalu.

Zákon č. 110/1997 Sb. o potravinách a prováděcí [vyhláška č. 113/2005 Sb.](#) o označování potravin stanovují základní údaje, které musí být na výrobku uvedeny:

- název a sídlo firmy,
- název potravin,
- údaj o množství výrobku,
- datum minimální trvanlivosti/použitelnosti,
- složení potravin, příp. informace o přítomných alergenních složkách,
- označení šarže (v případě, že datum minimální trvanlivosti nebo použitelnosti neobsahuje den a měsíc),
- v případě potravin pro zvláštní výživu, údaj o účelu, k jakému je potravina určena (pro diabetiky, pro kojence, pro sportovce, pro nemocné fenylketonurií, pro bezlepkovou výživu, s nízkým obsahem bílkovin a několik dalších druhů)
- v případě přítomnosti určitých vyhláškou stanovených složek (např. fenylalanin, chinin, kofein, glycyrrhizová kyselina) údaj o možnosti nepříznivého ovlivnění zdraví (např. varování pro nemocné fenylketonurií),
- údaj o ošetření ionizujícím zářením, pokud bylo aplikováno,

- pokyny pro skladování, příp. o uchovávání po otevření obalu (v případě potravin označených datem použitelnosti se tyto pokyny musí uvádět vždy),
- pokyny ke způsobům použití (návod k přípravě). V případě, že je potravina určena k mikrovlnnému ohřevu, musí být pokyny uvedeny vždy. Způsob použití se uvádí u potravin, které by například nemohly být konzumovány bez tepelného ošetření, ale přitom by to pro spotřebitele nemuselo být zcela samozřejmé a dále u potravin, když je nutné jejich ředění nebo rozpouštění.

Výjimky jsou stanoveny pro uvádění těchto údajů na výrobcích, kde je k dispozici příliš malá plocha  $< 10^3 \text{ mm}^2$  nebo když jsou opakovaně používané láhve označené nesmazatelným textem. Další zvláštní požadavky na označování platí např. pro bio-produkty, potraviny z geneticky modifikovaných surovin, víno, potraviny pro kojeneckou výživu, potraviny pro různé diety nebo pro suplementy (doplňky stravy). Někdy jsou další specifické požadavky pro jednotlivé skupiny potravin stanoveny ve vyhláškách určených výhradně pro tyto komodity (např. ve vyhlášce pro mléko a mléčné výrobky, vyhlášce pro pekařské výrobky a další), někdy v nařízeních ES (čerstvé ovoce a zelenina).

V některých zvláštních případech se uvádí údaj o výživové (nutriční) hodnotě, to znamená tabulka např. s obsahem energie, bílkovin, tuků, sacharidů, vlákniny, sodíku, vitaminů nebo minerálních látek). V některých případech je vyžadován údaj o třídě jakosti (drůbež, vejce, šunka, ovoce, zelenina, brambory); požadavky na třídy jakosti stanovují komoditní vyhlášky.

## 1.2 Funkce a základní rozdělení obalů

Současný obal musí plnit tři základní funkce:

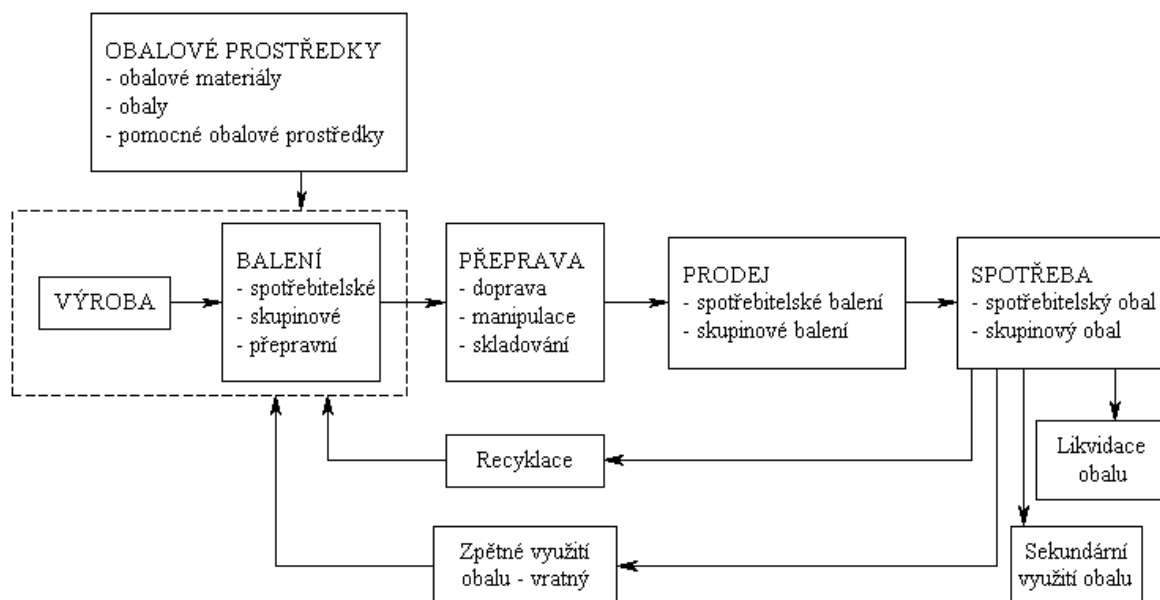
- chránit výrobek,
- vytvářet vhodnou manipulační jednotku
- být komunikačním prostředkem mezi prodejcem a zákazníkem.

U potravinářských výrobků je dominantní ochrana před znehodnocováním chemickým, fyzikálním a biologickým a s tím související plnění všech hygienických požadavků. Volba a řešení obalu má také závažné dopady ekonomické, neboť ovlivňuje produktivitu práce ve výrobě, skladech, dopravě i v obchodech. V neposlední řadě estetika a velikost obalu má bezprostřední vliv na prodejnost nabízeného zboží. S narůstající spotřebou obalových materiálů se nutně zvyšují požadavky na jejich zpětný odběr, recyklaci a na možnosti

ekologické likvidace. Dne 4. prosince 2001 byl u nás přijat [Zákon o obalech č. 477/2001 Sb.](#), s účinností od 1. ledna 2002. V roce 2003 byla vypracována jeho novela.

Obal je tvořen obalovými prostředky, kterými rozumíme obalové materiály, vlastní obaly a dále pomocné prostředky, které doplňují funkci samotných obalů. Jsou to lepidla, fixační, vázací a spojovací materiály, těsnicí hmoty atp.

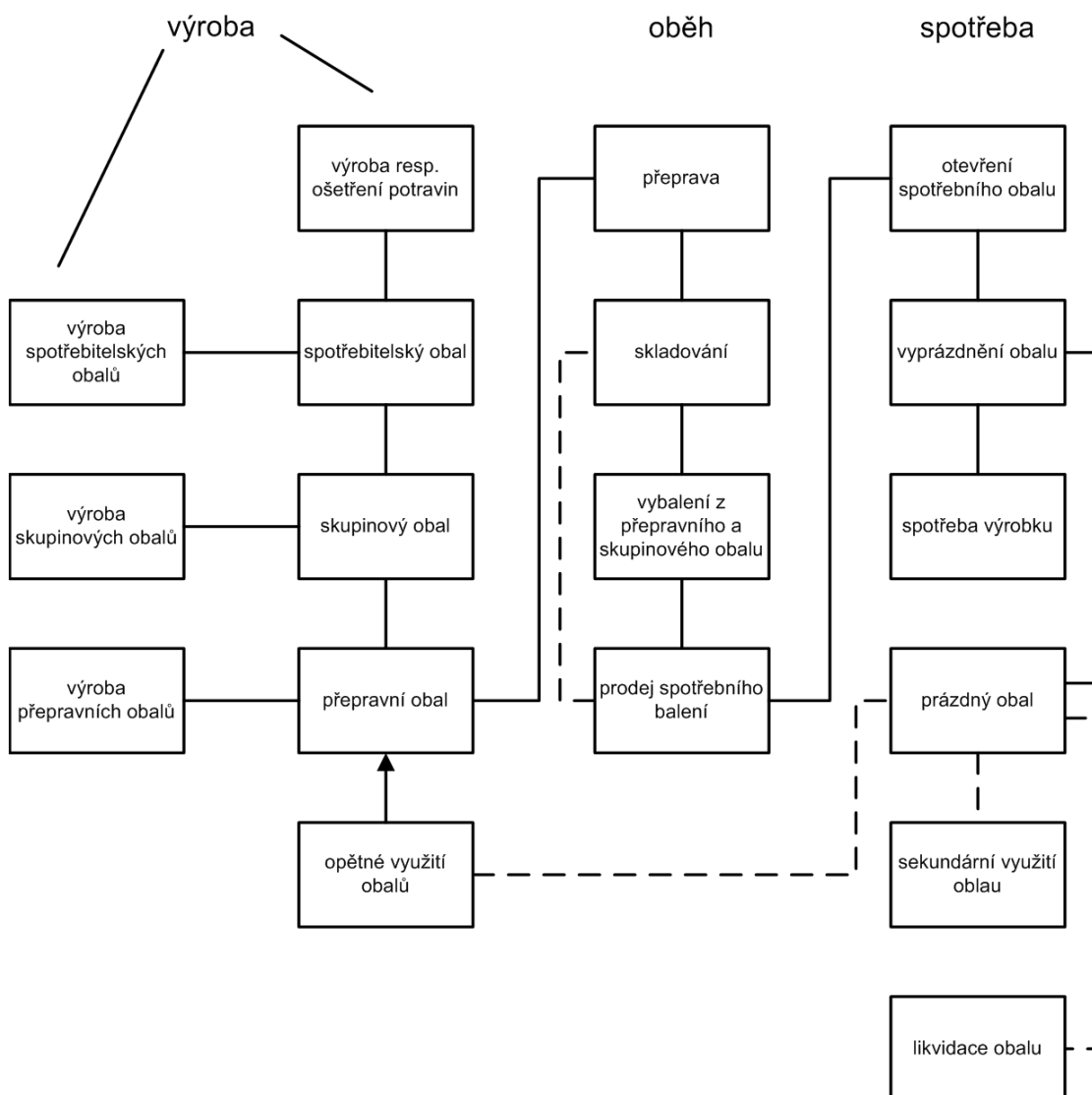
Základní rozdělení obalů vychází z jejich funkce v distribučním řetězci od výroby až po spotřebu, viz Obr. č. 1.1. Obaly jako součást distribučního řetězce výrobků.



Obr. č. 1.1 Obaly jako součást distribučního řetězce výrobků

Jsou to obaly spotřebitelské, např. jedna PET láhev s nápojem. Seskupení určitého počtu těchto spotřebitelských celků vytváří obaly skupinové, 6 PET lahví s nápoji v jednom balení. Pro usnadnění manipulace se skupinovým balením, případně i se spotřebitelskými celky, slouží obaly přepravní. Základním přepravním obalem je v současné době Europaleta s půdorysným rozměrem 800 x 1200 mm. Z tohoto rozměru vycházejí velikosti skupinových i spotřebitelských obalů.

V návaznosti na Obr. č. 1.1 lze ukázat, jak je obal těsně spjat se sférou výroby, oběhu a spotřeby zboží, viz logistické schéma na Obr. č. 1.2.



Obr. č. 1.2. Balení potravin ve vztahu ke sféře výroby, oběhu a spotřeby

### 1.3 Vlastnosti potravin ve vztahu k volbě obalu

Při přepravě může docházet k poškození, znehodnocení nebo úplnému zničení potravin. Pro volbu optimálního obalu je třeba znát účinky degradujících vlivů prostředí, které je třeba vyloučit nebo omezit na únosnou míru. Dále je třeba znát vlastnosti baleného výrobku, jež se ve vztahu k technologii balení projevují jako vlastnosti pasivní a aktivní. Pasivní vlastnosti potravin jsou ovlivňovány okolním prostředím. Projevují se jako citlivost výrobku vůči vnějším účinkům. Zahrnují mechanické, klimatické, biologické a společenské vlivy.

Rozhodující roli při eliminaci nežádoucího vnějšího působení na balenou potravinu má bariéra, kterou obal mezi vnitřním a vnějším prostředím vytváří. Aktivními vlastnostmi působí výrobek na obal, případně ovlivňuje jeho okolí. Tyto vlastnosti pak vyvolávají specifické požadavky na volbu obalových prostředků i na vlastní design obalu. Mezi aktivní vlastnosti výrobku zařazujeme schopnost chemické, fyzikálněchemické nebo mechanické interakce s obalovými prostředky. U potravin jsou významné především mastivost, aromaticnost, barvivost a sdílení vlhkosti. Na základě známých nebo očekávaných vlivů prostředí a na základě podrobné znalosti vlastností výrobku je možné přistoupit k volbě obalových prostředků a návrhu finálního obalu.

#### 1.4 Náklady na balení, vratné a nevratné obaly

Potravinářský průmysl vyrábí produkty nejnižší spotřeby a s nejrůznějšími fyzikálně-mechanickými vlastnostmi. Objemu produkce mu patří jedno z předních míst v národním hospodářství. Významná část výrobního procesu potravin je věnována balení. Z hlediska výrobních technologií se rozumí pod tímto pojmem operace, při kterých se výrobek dávkuje a následně se plní do obalů. Dále zahrnuje všechny operace související s přípravou a použitím obalů, jako je například přísun, mytí, uzavírání, značkování a etiketování obalů. Ve většině případů sem zařazujeme i operace související s další manipulací s balenými výrobky a obaly: vytváření skupinových a přepravních obalů, jejich odsun do skladů, manipulace ve skladech i vyskladňování. Podíl těchto operací na celkovém výrobním procesu, vyjádřený časově, se obvykle pohybuje kolem 50%. U některých druhů nápojů i více. Poměr času potřebného pro balení k celkovému výrobnímu času závisí především na druhu výrobku a na velikosti obalu. Významně je ovlivňován také stupněm mechanizace a automatizace balicího procesu. Uvažují-li se náklady na balení, to znamená ceny obalových prostředků, respektive obalů, energie, režie, mzdy a srovnají-li se s celkovými náklady na příslušný výrobek, může cena balení v extrémních případech, zvláště u malých dávek, přesáhnout i cenu vlastního zabaleného výrobku. Současné průměrné náklady na obal potravinářských výrobků tvoří asi 6% hodnoty zboží, přičemž podíl obalového materiálu se pohybuje mezi 10 a 30%. Rozbor struktury nákladů na balení je významným nástrojem racionalizačních snah v obalové technice. Ve většině případů nejvyšší podíl ceny představují obaly spotřebitelské. Je to logické, zvláště u moderních obalových materiálů, kde jsou kladeny vysoké nároky nejen na



jejich funkci ochrannou a manipulační, ale především na funkci estetickou, vizuálně-komunikační. Ta nabývá právě v konkurenčním prostředí na stále větším významu. Pro výrobce obalů je zvláště důležité, aby tento vývoj respektovali. Sami jsou nejen v narůstající míře vystaveni silné konkurenci, ale i jejich zákazníci musí být schopni v daných podmínkách obstát. Výrobci obalů by tedy měli patřit k těm podnikům, které se jako první s narůstajícími účinky těchto trendů musejí zabývat. Proto musí být vztah obalu k obchodu a ke spotřebiteli trvale předmětem jejich zájmu.

Významným faktorem, který ovlivňuje náklady na balení je volba mezi vratným a nevratným obalem. Je třeba vždy zvážit výhody a nevýhody, které každá z obou alternativ přináší odběrateli, respektive spotřebiteli a také to, jaké má dopady na život celé společnosti, především z hlediska možností likvidace nebo recyklace použitých obalů.

Náklady na vratný obal  $N_n$  při  $n$ -násobném použití lze vyjádřit vztahem:

$$N_n = \frac{N + N_v(n-1)}{n},$$

kde  $N$  jsou pořizovací náklady na vratný obal,  $N_v$  jsou náklady spojené s údržbou a vracením obalu při jednom oběhu a  $n$  je počet požití vratného obalu.

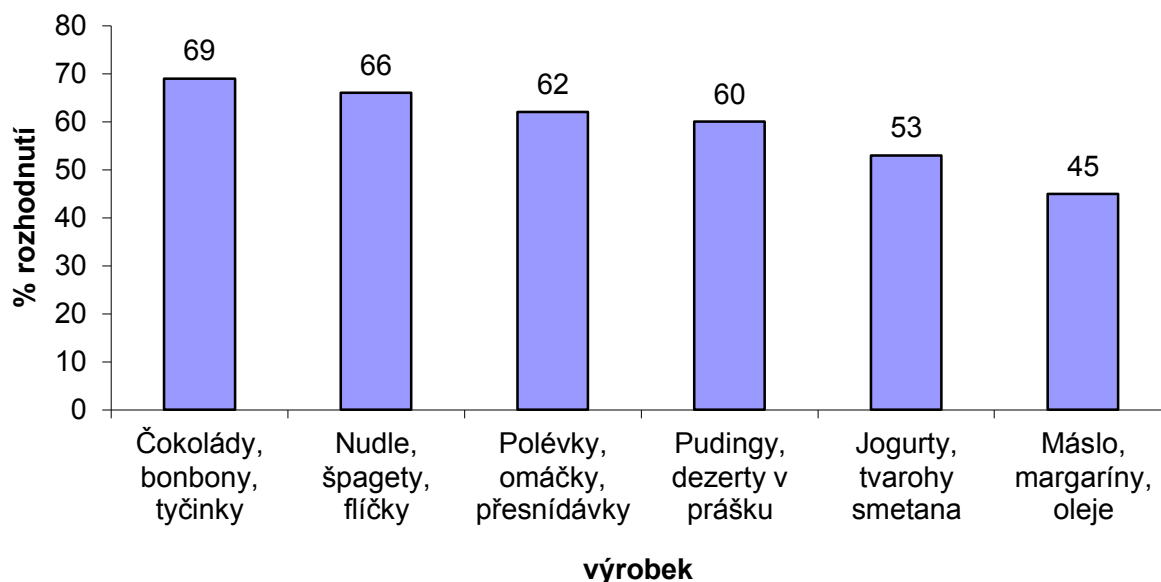
## **2.0 POŽADAVKY NA OBALY VE SFÉŘE OBĚHU, SPOTŘEBY A SKLADOVÁNÍ (VÝROBA, PŘEPRAVA A SKLADOVÁNÍ, SPOTŘEBITEL, OBCHOD). NORMALIZACE V BALICÍ TECHNICE A SOUVISEJÍCÍ PŘEDPISY, [ZÁKON O OBALECH 477/2001 SB.](#)**

### **2.1 Požadavky na obaly z hlediska prodejců**

Provedení obalu vychází z řady pasivních a aktivních vlastností potraviny a je také závislé na způsobu prodeje a místě balení. Jestliže je v současné době dominantní formou prodeje samoobsluha, kde převládá nabídka zboží ve spotřebitelských, případně skupinových obalech, musí těmto podmínkám zcela odpovídat. Hlavním úkolem obchodu je výrobek prodat. Od obalu se očekává, že při splnění všech základních úkolů upoutá pozornost zákazníka mezi nabízeným zbožím v prodejně a následně vzbudí jeho zájem o koupi. Podle současných

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

statistik se u některých výrobků až 70% kupních rozhodnutí odehraje teprve v místě prodeje, viz Graf číslo 2.1.



Graf č. 2.1 Procentické vyjádření podílu neplánovaných rozhodnutí pro nákup určitého výrobku

Je ověřeno, že ani ty nejlepší prodejní kampaně nepomáhají, pokud je zákazník v obchodě odrazen od koupě buď nepraktickou nebo neatraktivní prezentací výrobku. Dalším souvisejícím úkolem obalu je jeho zapamatovatelnost, daná především designem a barevnou grafikou. Jako významný aspekt prodejnosti se uvádí u obalů potravin jeho funkce motivační ke koupi výrobku, to znamená soutěže, obrázkové série atp., a také tvůrčí možnosti při přípravě nabízené potraviny. V některých případech může zvýšit atraktivnost zboží také průhledný obal a to i jen částečně. Provedení každého balení by mělo odpovídat kvalitě i množství nabízeného výrobku. Neseriózní a současně nevhodné jsou obaly opticky předstírající velký objem, stejně tak jako plagiáty. Řada obalů má svoji dlouholetou tradici a je chráněna zapsanou ochrannou známkou.

Plocha vytvořená povrchem obalu se stává často místem pro realizaci nejrůznějších záměrů nebo informací výrobců případně dodavatelů, kteří mají v úmyslu nebo v povinnosti zákazníkovi něco sdělit. Dnes jsou samozřejmou součástí obalu standardní údaje s názvem

potravin, eventuálně třídou jakosti, označením výrobce nebo dovozce, datem výroby nebo balení a spotřeby, objemem nebo hmotností, vhodností použití, uvedením složek potravin a jejich podílu, manipulačními a skladovacími údaji, někdy také informace s popisem technologického postupu výroby, návodem k použití a jiné. Nezbytnou součástí na všech obalech je v současné době čárkový kód EAN (European Article Numbering). Dalšími údaji jsou informace z jakého materiálu je obal vyroben, jak s ním naložit po vyprázdnění, jak postupovat při otevírání obalu atp. Některá z uvedených sdělení si dává na obal výrobce, aby informoval o svém výrobku, ostatní tam uvádí proto, že mu to ukládají určité vyhlášky, nařízení nebo i zákony a tak realizují informační kontakt mezi výrobcem nebo dodavatelem a spotřebitelem. Velmi často bývá plocha obalu využívána i k dalším účelům, třeba reklamním. Na základě dlouhodobě prováděných marketingových studií bylo zjištěno, že téměř u 60% spotřebitelů je ovlivněno kupní rozhodnutí opakovaným nebo zvláštním – zvýrazněným – umístěním zboží v prodejně. Takovým řešením jsou v současné době „displeje“, s nimiž se můžeme setkat jak u samoobslužného, tak i u pultového prodeje. Zde je nutné ale uvést, že jen optimální „displej“ dává šanci optimálního prodeje. Obecnou zásadou je v této záležitosti střídmost. V samoobsluhách se obvykle umísťují na koncích prodejních regálů a tím vytvářejí jejich estetické zakončení. Mnohdy jsou plně v režii výrobců nebo dodavatelů takto nabízeného zboží.

## 2.2 Požadavky na obaly z hlediska spotřebitelů

Základním požadavkem spotřebitelů na obal je, aby zaručil deklarovanou kvalitu potravin po celou dobu její údržnosti při respektování stanovených podmínek pro skladování a dopravu. Souvisejícími požadavky jsou nároky na originalitu balení, snadné a bezpečné otevírání, případně opětné uzavírání obalu, jeho vyprazdňování nebo využívání k dávkování. Mezi specifické požadavky zákazníků lze zařadit možnost úpravy – finalizace potravin, případně její servírování v obalu, jeho sekundární využívání, aplikace uzávěrů s dětskou pojistkou a provedení obalu ve formě vhodné pro turistiku nebo pro aktivity ve volném čase. Zvláštní spotřebitelský komfort nabízí, dnes stále více oblíbené, aerosolové balení. Samozřejmostí v současné době je uvedení na obalu všech relevantních informací o zabalené potravine i o vlastním obalu.

Významným faktorem charakterizujícím obal a ovlivňujícím ekonomiku balení, dopravy a skladování je jeho velikost. Požadavky na velikost obalu se mohou různit podle toho, zda se jedná o malospotřebitele nebo velkospotřebitele. Množství nebo velikost dávky zabalené potraviny je významný parametr také proto, že v tržním hospodářství může ovlivňovat konečnou cenu výrobku. Velikost balení vychází především z marketingových a sociálních průzkumů spotřebitelů, z tradic v dané zemi, z doby údržnosti zabalené potraviny i z psychologického působení na zákazníka při prodeji. V nabídce se můžeme totiž setkat s netradiční hmotností nebo objemem zabalené potraviny. Aby měl zákazník v okamžiku nákupu možnost objektivního srovnání cen stejných výrobků, zabalených v různém množství, platí v zemích EU povinnost uvádět v samoobslužném prodeji u různých velikostí balení také cenu jednotkového množství.

### 2.3 Požadavky na obaly z hlediska dopravy a skladování

Kromě výše uváděné velikosti obalu ovlivňuje ekonomiku dopravy a skladování výrobků také jeho tvarové a rozměrové řešení. Význam optimalizace a unifikace velikostních, tvarových a rozměrových parametrů narůstá s prohlubujícím se obchodem a kooperací, zvláště na mezinárodní úrovni. Zásadního zefektivnění v této oblasti bylo dosaženo především díky komplexním řešením otázek spojených s pohybem zboží od výrobců přes sklady, prodejny až ke konečným odběratelům. Pro tuto sféru organizace a řízení materiálových, informačních a transportních procesů se používá termín logistika. Balení je neoddelitelnou součástí logistiky. Obaly představují spojovací článek mezi výrobou, skladováním a distribucí, mezi plánovaným a skutečným odbytem. Úlohou logistiky v oblasti obalů je skloubit různé, někdy i protichůdné požadavky, kladené jednotlivými články oběhu zboží na obaly tak, aby se zvolený obal co nejvíce přiblížil optimálnímu. Současný obecný trend unifikace a využívání modulárních systémů se plně uplatňuje i u balení. Základní přepravní normalizovanou jednotkou je Europaleta s půdorysem 800 x 1200 mm, výškou 150 mm a nosností 1000 kg, viz dříve „... rozdělení obalů“. Palety bývají vyrobeny převážně ze dřeva, avšak v některých potravinářských provozech jsou požadovány palety plastové. Vyznačují se vysokou snášenlivostí k životnímu prostředí, snadnou omyvatelností, dlouhou životností, zvýšenou nosností statickou i dynamickou i protiskluzovou úpravou na straně ukládání zboží. Posledním vývojovým stupněm je výroba inteligentních palet, osazených mikročipy, což dává

předpoklad k dosažení nejefektivnějšího oběhu v rámci určitého logistického systému. Tento typ palety byl v České republice zvolen jako Obal roku 2003.

Jestliže se má dokonale využít plochy palet při skladování a přepravě zboží, musí rozměry obalů na ni skládaných, skupinových nebo i spotřebitelských, vycházet z vhodně volených podílů rozměrů této palety. Zatímco dřívější snahy upravit rozměry obalů podle velikosti dopravních prostředků měly vždy jen omezený úspěch, rozměrová normalizace vycházející z plochy palety zavedla racionální systém u dominantního množství rozměrově různých obalů v mezinárodním měřítku. Rozměrová normalizace má význam i pro mechanizaci balicích operací, výrobu obalů, konstrukci nákladních dopravních prostředků, pro projektování skladů atp. Výhody paletizace, jako manipulačního systému, narůstají se zvětšujícím se počtem uživatelů ve sféře výroby i oběhu zboží. Současně je však třeba uvést, že tento moderní manipulační systém vyžaduje technická a organizační opatření, mnohdy spojená s dodatečnými investicemi. Nákladné jsou především základní mechanizační prostředky pro paletizaci – vysokozdvizné vozíky.

K dalším významným požadavkům kladeným na obal z hlediska dopravy a skladování patří, kromě již uváděné velikosti, rozměru a tvaru, také nízká hmotnost, odpovídající pevnost, zabezpečení proti neoprávněnému vniknutí a odolnost vůči klimatickým vlivům. Přepravní obaly se dále musí vyznačovat dostatečnou soudržností a stabilitou. Jejich tvar, uzávěry, zpevňovací a spojovací součásti nesmí být příčinou možného poškození dopravních prostředků, ani ohrožení pracovníků při manipulaci ve skladech a dopravě. Jednotky přepravních obalů obecně by měly být, pokud je to možné, ve tvaru kvádrů, krychle nebo válce a vytvářet tak podmínky pro optimální využívání prostorů v dopravních prostředcích a skladech. Hmotnost jednotek přepravních obalů se určuje s ohledem na racionální využívání nosnosti dopravních a manipulačních prostředků ve stanoveném nebo předpokládaném dopravním řetězci. Její maximální hodnota je dána nejslabším článkem v tomto řetězci, kterým je většinou lidská síla. Protože v potravinářském průmyslu a obchodu je nutno takřka na všech úsecích počítat s prací žen, je nutné limitovat velikost přepravních balení tak, aby nepřesáhla 15 kg.

Kromě paletizace se při dopravě velkých nákladových jednotek uplatňuje i další racionální způsob – používání kontejnerů. Pod tímto názvem se zahrnují různé typy velkoprostorových přepravních obalů, jejichž ložná kapacita přesahuje 1 m<sup>3</sup>. Kontejnerizace se využívá

především pro kombinovanou dopravu, kde je nutná překládka. Typickým příkladem je dopravní řetězec auto – železnice – loď – železnice – auto, což je běžné u dopravy ze zámoří. Zvláštní kategorií přepravy jsou cisternové vozy nebo auta a vagóny pro přepravu chlazených nebo zmrazených výrobků. Jestliže jsou naplněny volně sypanými případně loženými produkty nebo cisterny tekutinami, pak se doprava charakterizuje jako *bezobalová*.

## 2.4 Normalizace v balicí technice a související předpisy

Z právních opatření má nejširší dosah technická normalizace. S balením potravin souvisejí i předpisy dopravní, celní, o hospodaření s obaly a částečně též předpisy o záručních lhůtách potravinářských výrobků. Specifikem potravinářské obalové techniky jsou legislativní opatření týkající se hygienických aspektů balení potravin. Pro technickou normalizaci, jejímž hlavním cílem je uplatňovat nejvýhodnější řešení opakujících se technických úkonů je obalová technika velmi významná a naopak normalizace je jedním z hlavních předpokladů racionalizace v oblasti obalové techniky a nutnou podmínkou pro mezinárodní výměnu zboží. Veškeré české, respektive československé normy v dané oblasti již byly harmonizovány s evropskými, nebo byly evropské standardy převzaty. Obaly a obalová technika mají vlastní třídu ČSN a to 77; nejobecnější je Názvosloví, Soustava rozměrů obalů, Zkoušení atd. Normy související s balením se nacházejí i v dalších třídách ČSN. Například způsob balení jednotlivých potravinářských výrobků je zahrnut přímo v normách jakosti pro tyto výrobky. Problematiku obalů ve vztahu ke sféře oběhu řeší právní předpisy, například oběh vratných obalů (spotřebitelských, skupinových a přepravních – palet). Československo bylo jednou ze zakládajících zemí Evropského paletového poolu (EPP) v roce 1964.

Významný vztah k problematice obalů mají i celní předpisy. Jde o to, aby se obal nestal skrytým předmětem vlastního obchodu. Ve většině zemí patří proto i hodnota obalu do celní hodnoty. V rámci současné EU platí volný pohyb zboží. V obchodu mimo zónu EU však celní předpisy platí. Z hlediska mezinárodního obchodu však nejde jen o cenu obalového materiálu, ale především o některé fixační a výplňové prostředky, kterými se mohou přenášet škůdci (seno, sláma, dřevo).

## 2.5 Zákon o obalech 477/2001 Sb.

Obsah:

### [Úvod](#)

Část I. § 1 - 51a

[Hlava I.](#) § 1 – 2 Základní ustanovení

[Hlava II.](#) § 3 - 15a Základní povinnosti při nakládání s obaly a odpady z obalů

[Hlava III.](#) § 16 – 29 Autorizovaná obalová společnost

[Hlava IV.](#) § 30 Registrační a evidenční poplatky

[Hlava V.](#) § 31 - 42 Výkon státní správy v oblasti nakládání s obaly a odpady z obalů

[Hlava VI.](#) § 43 - 46 Ochranná opatření, opatření k nápravě a pokuty

[Hlava VII.](#) § 47 - 51a Ustanovení společná, zmocňovací a přechodná

Část II. § 52 Změna [zákona o ochraně spotřebitele](#)

Část III. § 53 Změna [živnostenského zákona](#)

Část IV. § 54 Změna [zákona o odpadech](#)

Část V. § 55 Zrušena

[Část VI.](#) § 56 Účinnost

[Příloha č. 1](#) Kritéria a názorné příklady upřesňující pojem obal

[Příloha č. 2](#) Systémy zajišťování opakovaného použití obalů

[Příloha č. 3](#) Požadovaný rozsah recyklace a využití obalového odpadu

[Příloha č. 4](#) Evidence množství obalů a množství odpadů z obalů a způsobu jejich využití

[Příloha č. 5](#) Naměřené hodnoty koncentrace těžkých kovů

[Poznámky](#) Poznámky pod čarou

## **Novela Zákona o obalech č. 477/2001 Sb.**

Novelou zákona č. 477/2001 Sb., o obalech a o změně některých zákonů (zákon o obalech), ve znění pozdějších předpisů, vydanou pod č. 66/2006 Sb., jejíž účinnost nastává dne 15. 3. 2006, dochází ke změnám v zákonných povinnostech osob, které uvádějí obaly nebo balené výrobky na trh nebo do oběhu.

### **3.0 OBALOVÉ PROSTŘEDKY (OBALOVÉ MATERIÁLY A POMOCNÉ OBALOVÉ MATERIÁLY) A JEJICH VÝZNAMNÉ VLASTNOSTI, ZKOUŠENÍ: DŘEVO, PAPIR, KARTON, LEPENKA, SKLO, KOV, TKANINY, POŽIVATELNÉ LÁTKY, PLASTY; LEPIDLA, VÁZACÍ MATERIÁLY, POTISK.**

#### **3.1 Obalové prostředky**

Pod pojmem obalové prostředky se rozumí vlastní obalové materiály a dále pomocné obalové prostředky, jež doplňují funkci samotných obalů; jsou to lepidla, těsnicí materiály, fixační hmoty aj. Základními materiály, jež se využívají při balení potravin, je dřevo, papír, kartón, lepenka, tkaniny, kov, sklo, plasty a povlakové materiály z požitelných látek. V mnoha případech je obal tvořen kombinací těchto materiálů.

V současné době mají dominantní postavení mezi obalovými materiály papírenské výrobky. Jejich podíl se celosvětově pohybuje kolem 50%. Pro současnou vyspělou obalovou techniku je charakteristická vysoká spotřeba papíru, lepenky, kovů a především plastů, zatímco výrazný trend ve snižování spotřeby je zaznamenáván u dřeva, skla a také tkanin. V této souvislosti je však třeba uvést, že význam plastů je ve skutečnosti vyšší, než udávají statistické kvantifikační údaje. Například zlepšují funkční vlastnosti jiných obalových materiálů (vodovzdornost, parotěsnost, svařitelnost atd.) nebo umožňují vytvářet a využívat nové technologické postupy v balení (tvarování obalů ve výrobní lince, aplikace smrštitelných fólií atd.).

Z hlediska praxe je významné členění obalových materiálů podle jejich mechanických vlastností, což determinuje jejich možné využití a do značné míry i technické řešení balicích operací. Na základě těchto hledisek, uplatňovaných především u spotřebitelských obalů, se rozlišují obalové prostředky měkké, polotuhé a tuhé. Mezi měkké zařazujeme především papír a fólie z plastů a kovů. Měkké obalové prostředky se zpravidla používají k přímému balení potravin. Mezi polotuhé obalové materiály řadíme kartóny a lepenky pro výrobu skládaček a také určité typy fólií z plastů a kovů, z nichž se vyrábějí např. misky a kelímky. Typickým představitelem materiálů pro výrobu tuhých obalů je sklo, kov, dřevo a také plast.

Zkoušení obalových prostředků: odolnost – stálost chemických, fyzikálních a mikrobiologických vlastností. Mechanická odolnost: rázy, vibrace, tlakové a tahové zkoušky. Stálost rozměrů a kvality povrchu.



### 3.2 Obalové prostředky ze dřeva

Dřevo patří k nejstarším obalovým materiálům. Má dobrou mechanickou pevnost při malé měrné hmotnosti, pružnost a schopnost tlumit vibrace. Vyznačuje se velmi dobrými tepelně izolačními vlastnostmi a nízkým koeficientem tepelné roztažnosti. Nevýhodou dřeva je vysoká nasákavost vlhkosti a v důsledku toho i náchylnost ke znehodnocování mikroorganismy. V závislosti na vlhkosti dřeva dochází k jeho objemovým změnám. Chemická odolnost dřeva je obecně hodnocena ve vztahu k potravinám jako dobrá. Jeho hlavní látkovou složkou je celulóza, hemicelulóza a lignin. Kromě toho obsahuje dřevo ještě pryskyřice, tuky, třísloviny, škroby a minerální látky. Pryskyřičné látky, hlavně z borovic, se vyznačují charakteristickým aromatem, který může přecházet na potraviny buď pouhým těkáním nebo extrakcí. Také třísloviny, obsažené např. v dubovém dřevě, se mohou vyluhovat ze sudů a udílet náplni specifickou příchut'.

Vlastnosti dřeva jsou rozdílné také podle jeho druhu. Měkké dřevo, hlavně smrkové a jedlové, splňuje požadavky pro většinu typů beden. Také sudy a vědra se vyrábějí ze smrku. U dřeva jedlového se využívá jeho dobrá štípatelnost při výrobě lehkých soudků. Štěpiny smrku jsou základem pro výrobu loubkových košíků nebo krabiček. Masivní transportní sudy, ležácké sudy a velkoobjemové kádě se zhotovují z tvrdého dřeva dubového. Některé druhy beden jsou konstruovány tak, že mechanicky namáhané části, především rámy, jsou vyrobeny z tvrdého bukového dřeva, ve kterém drží hřebíky, zatímco výplně jsou ze dřeva méně kvalitního, měkkého.

Názvy hlavních částí sudu: dužina, horní a dolní hlava, zejk, utor, obruč, zátkovnice, čepovnice, pás.

### 3.3 Papírenské obalové prostředky

Papír, karton a lepenka, jako obalové prostředky, zauímají v obalové technice nejvýznamnější místo. Důvodem je dobrá dostupnost suroviny, tj. především dřeva, dále pak široký sortiment papírenských výrobků včetně možnosti jejich zušlechťování impregnací, kombinací s plasty a možnost opětného zpracování papírenského odpadu. Významná je také relativně nízká cena tohoto druhu obalových materiálů, daná mimo jiné značnou vyspělostí papírenské výroby.

Papír představuje, v širším slova smyslu, stejnoměrnou vrstvu vláken převážně rostlinného původu, naplavených na síto vodou, zplstěných a nakonec odvodněných. V Evropě se jednotlivé papírenské výrobky charakterizují plošnou hmotností: do 150 g.m<sup>-2</sup> je to papír, produkt 150 až 250 g.m<sup>-2</sup> se nazývá kartón a nad 250 g.m<sup>-2</sup> lepenka. Vlastnosti papíru včetně těch, které jsou významné pro obalovou techniku, jako pevnost v tahu, přetlaku, ve speciálních případech nepromastitelnost, odolnost proti promáčení atd., jsou dány výchozí surovinou a do značné míry i výrobním postupem.

Kartóny a lepenky se vyrábějí stejnými operacemi jako papír s tím rozdílem, že se několik vrstev zplstnatělé papíroviny spojuje zpravidla lisováním za vlhka na požadovanou tloušťku, resp. na požadovaný počet vrstev. Například pro výrobu skládaček určených k potisku se používá lepenka s vrchní vrstvou z bělené sulfitové buničiny, zatímco spodní vrstva může být z méně kvalitního dřevitého materiálu. Podle počtu navzájem spojených vrstev o různé kvalitě se rozeznávají lepenky duplex (2 vrstvy) a triplex (3 vrstvy). Lepenky a kartóny se mohou vyrábět i slepováním vyschlých papírů. Tak se vyrábí především v obalové technice významná vlnitá lepenka.

Velkým přínosem v obalové technice jsou papírenské výrobky upravené impregnací nebo povlákáním. Papír, kartón nebo lepenka je přitom nositelem základní mechanické pevnosti a izolačních vlastností, zatímco impregnační prostředek zajišťuje odolnost vůči vodě, pronikání vodních par nebo dalších plynů, zvyšuje odolnost vůči chemickým vlivům, umožňuje tepelné spojování obalových materiálů a velmi často zlepšuje i vzhled vyrobeného obalu. Impregnační látky používané pro papíry se rozdělují obvykle podle stavu, v jakém jsou aplikovány. Bývají to taveniny, disperze plastu ve vhodném změkčovadle (tzv. plastisoly), vodné disperze a organické roztoky. Impregnační látka může prostupovat celou strukturu materiálu nebo může být nanesena na jeho povrchu a to jednostranně nebo oboustranně.

Při použití plastů pro úpravu papíru jde vlastně o kombinaci dvou obalových materiálů. Kromě plastů bývá papír, kartón nebo lepenka kombinována také s hliníkovou fólií a jako mezivrstva se přitom používá mikrovosk. Takový vrstvený obalový materiál patří k nejlepším prostředkům chránícím před pronikáním vlhkosti. Obaly tohoto typu, např. Tetra Pak a Tetra Brik, jsou v současné době mezi spotřebiteli velmi známé a populární.

### 3.4 Skleněné obaly

Sklo je tradiční a osvědčený obalový materiál. Mezi jeho nejvýznamnější užité vlastnosti zařazujeme vysokou chemickou odolnost, dobrou omyvatelnost a průhlednost. Výhodou je možnost jeho sterilizace a vícenásobného použití. Nevýhodou je potom vysoká hmotnost a křehkost. Někdy je negativně hodnocena u skla menší tepelná vodivost a citlivost k teplotovým změnám, především při prudkém ochlazení. Tepelná odolnost skleněných obalů se zvyšuje s klesajícím koeficientem tepelné roztažnosti a s klesající tloušťkou stěny. Při prudkém zchlazení dochází totiž k vnitřnímu pnutí a v důsledku zmenšování objemu k namáhání určitých částí obalu tahem. Nízká pevnost skla v tahu (asi 35 MPa) je potom příčinou vzniku povrchových prasklin a následné destrukce. Sklo se naopak vyznačuje vysokou pevností v tlaku, což umožňuje stohování obalů ve skladech. Skleněné láhve určené k pasteraci jsou dimenzovány na vnitřní přetlak 1,2 MPa, ostatní musí odolávat přetlaku minimálně 0,8 MPa, láhve na šampaňské víno až 2 MPa.

Vývoj v oblasti skleněných obalů se v zásadě ubírá dvěma směry: snižováním hmotnosti a zvyšováním odolnosti proti rozbití. Snižování hmotnosti se dosahuje zmenšením tloušťky stěny, tvarovým řešením (válcovitý tvar je výhodnější než hranatý, úhel hrdla atd.) a optimalizací mezi velikostí objemu a povrhu obalu. Zvýšení pevnosti lze dosáhnout již při vlastní technologii výroby skla, povrchovými úpravami skleněných obalů, povlaky a také konstrukčně. Nežádoucí jsou především ostré přechody, kde hrozí nebezpečí koncentrace napětí. Pro zmenšení třišťivosti skleněných láhví jsou účinným opatřením tzv. nárazové pruhy. Skleněné obaly jsou určeny především pro výrobky kapalné, včetně kašovitých a pastovitých, dále práškovité, kusovité v nálevu a sušené. Potravinářské skleněné obaly se obvykle rozdělují do dvou hlavních skupin: na obalové sklo nápojové a obalové sklo konzervové.

Obalové sklo nápojové zahrnuje obaly na pivo, víno, ovocné šťávy, limonády, sirupy, lihoviny, minerální vody, jedlý olej atd. Objem nápojových láhví obvykle neklesá pod 0,1 l a nepřevyšuje 2,0 l. Běžně se lze setkat s velikostmi 0,25, 0,33, 0,5, 0,7 a 1,0 l. V současné době je nejrozšířenějším typem skleněná láhev Euro na pivo. Uzávěry lahví patří k funkčně nejdůležitějším částem skleněných obalů. Základním požadavkem je, aby dobře těsnily a aby byly hygienické. Dokonalá těsnost se vyžaduje především u obalů se sterilovanými výrobky a u nápojů sycených oxidem uhličitým. Hygieničnost znamená především, že uzávěr má překrýt a chránit před znečištěním celé ústí láhve, jako například tradiční korunkový uzávěr,

hliníkový odtrhávací a především šroubovací. Dalším požadavkem je neporušitelnost láhvoových uzávěrů, to znamená zabezpečení záruky původního plnění. Především u větších balení nabývá na významu požadavek spotřebitelů na možnost bezpečného vícenásobného uzavírání obalu. Tradičním a klasickým materiálem pro uzavírání láhví je korek. Používá se jako uzávěr vnitřní nebo také jako těsnicí materiál. Mezi spotřebiteli jsou na trhu stále oblíbenější plastové uzávěry šroubovací vnější.

Druhou velkou skupinou skleněných obalů určených pro potraviny je obalové sklo konzervové. Do této skupiny se zahrnují obaly se širokým hrdlem. Vyrábějí se v objemech od 0,1 l do 5,0 l. Konzervové sklenice jsou většinou z bezbarvého skla ve tvaru válce nebo soudku. Mimořádný význam mají u konzervového skla uzávěry. Tendence je využívat stejný druh uzávěru pro různé velikosti. Velké nároky se kladou na jejich hermetičnost a na snadný a bezpečný způsob jejich uzavírání a otevírání. U některých typů se můžeme setkat, zvláště v poslední době, s pojistkou proti otevření dětmi, tzv. dětskou pojistkou. Pokud jde o způsob uchycení víčka ke sklenici, rozlišují se dvě alternativy. V prvním případě je víčko k hrdlu sklenice naválcováno nebo přitlačeno čelistmi zavírací hlavy. Přitom dochází k jeho trvalé deformaci. Na tomto principu jsou založena, u nás dnes ve velké míře používaná, víčka Omnia. Ve druhém případě není k uchycení víčka na sklenici zapotřebí jeho nevratná deformace. Víčko může být uchyceno pouhým podtlakem ve sklenici, vzniklým po ukončení procesu sterilizace, tzv. odvzdušněním. Na tomto principu pracovaly, dříve velmi často používané, skleněné uzávěry s těsnicí zavařovací gumou. Dnes sem lze zařadit známá víčka typu Twist-Off. Z hlediska možnosti odvzdušnění se rozdělují používaná víčka na dvě hlavní skupiny a to na tzv. dýchající a nedýchající. Jako dýchající označujeme takové uzávěry, které umožňují únik vzduchu, případně dalších expandujících plynů během sterilizačního záhřevu a teprve při zchlazování se vytváří potřebný podtlak a tím hermetický uzávěr. Taková víčka působí vlastně jako jednosměrné ventily, propouštějící plyn ven, ale nikoli dovnitř. Příkladem mohou být víčka Omnia a skleněné uzávěry s těsnicí gumou. Naproti tomu u nedýchajících uzávěrů nemohou plyny unikat po zavírací operaci, takže je nutné je odstranit těsně před nasazením víčka. Zpravidla se sklenice naplní za horka, popřípadě se ještě před uzavřením s náplní zahřívají a těsně před nasazením víčka se vstříkne do prostoru nad náplní vodní pára, po jejíž kondenzaci se vytvoří v uzavřeném obalu potřebný podtlak. Tento postup se někdy nazývá jako tzv. parovakuové uzavírání.

I když se skleněné obaly používají především jako obaly spotřebitelské, uplatňuje se pro skladování a přepravu vína, ovocných šťáv, koncentrátů, aromatických látek i jiných substrátů, tzv. velké obalové sklo. Tento skupinový název zahrnuje zásobní láhve, demižóny, duplížóny a balóny. Zásobní láhev je válcový skleněný obal o objemu 2 až 25 litrů. Uzavírá se zátkou. Demižón může být podle velikosti obalem spotřebitelským nebo přepravním. Má kónický tvar zužující se k plochému dnu. Objem může být od 0,25 až 25 litrů. Demižóny bývají holé nebo oplétané vhodným materiálem. Duplížón se liší od demižónu méně kónickým tvarem. Oba se uzavírají obvykle zátkou. Balón je přepravní obal s kónickým tvarem zužujícím se k plochému dnu o objemu 35 až 50 litrů. Pro přepravu musí být uložen do ochranného obalu, vyloženého vhodným materiálem. Balón se uzavírá zátkou nebo šroubovacím uzávěrem.

### 3.5 Kovové obaly

Kov je významným obalovým materiálem. V současné době nachází uplatnění jak u obalů přepravních, tak i u spotřebitelských balení. Nejčastěji se můžeme setkat s kovovými fóliemi a tubami, konzervovými plechovkami, konvemi, sudy a kontejnery. Mezi využívanými kovovými materiály má dnes dominantní postavení ocel a hliník. Cín, zinek a chrom se používají především pro povrchovou úpravu konzervových plechovek vyrobených z konstrukčních ocelí obvyklých jakostí (černé oceli). Hlavní předností kovových obalových materiálů je jejich pevnost, možnost tváření, neprodyšnost a někdy může být považována za výhodu i vysoká tepelná vodivost. Na druhé straně nevýhodou je nebezpečí vzniku koroze a to jak vlivem některých náplní, tak i vlivem vnějších atmosférických podmínek. V konzervové plechovce z pocínovaného plechu může nastat nejen chemická, ale také elektrochemická koroze. V každém případě lze pohlížet na kovovou konzervu s náplní jako na elektrochemický článek. Byl sledován vliv různých složek potravin na korozi. Jako velmi agresivní jsou považovány například kyselina octová a chlorid sodný, zatímco působení citrónové a jablečné kyseliny není tak jednoznačné. Účinky ovoce na korozi bývají označovány jako střední a do skupiny méně korozivních náplní bývá zařazován hrách, kukuřice, maso, ryby, pivo, mléčné výrobky, tuky atd. Cukry mají obecně v čistém stavu malý korozivní účinek.

Třídy konstrukčních tvářených ocelí: 10 – 19. Třídy 10 a 11 se nazývají konstrukční oceli obvyklých vlastností. Velmi často se označují jako „černé oceli“. Protože snadno podléhají korozi, musí se vždy povrchově upravovat. Třída 17 je ocel s vysokým obsahem přísadových prvků (legur), nepodléhá korozi; v praxi se lze setkat i s označením „potravinářská ocel“. Může být leštěná, zaškrabávaná nebo matná.

Jedním z nejdůležitějších kovových spotřebitelských potravinářských obalů jsou konzervové plechovky. Vyrábějí se převážně z černého ocelového plechu válcovaného za studena na tloušťku 0,10 až 0,20 mm, který se dále povrchově upravuje. Nejčastěji je to cínováním a to buď z taveniny nebo elektrolyticky. Při elektrolytickém postupu se dosahuje velmi tenkých rovnoměrných vrstev (řádově desetiny mikrometru), jež odpovídají spotřebě cínu jen asi 10 g.m<sup>-2</sup>. U tavných technologií je to hodnota několikanásobně větší. Pro část potravinářských náplní postačuje cínovaný plech bez další povrchové úpravy, takže se z něj přímo vyrábějí plechovky. Pro některé náplně, jež způsobují intenzivní korozi se pocínovaný plech musí ještě lakovat. Konzervárenské plechovky bývají lakovány obvykle zevnitř, někdy i na vnější straně, a to nejen z ochranných, ale velmi často i z dekorativních důvodů. Je-li požadován potisk, provádí se tato operace zpravidla současně s lakováním plechových tabulí.

Ve snaze po úspoře deficitního cínu se používají i další technologie úpravy ocelových plechů. Je to především chromování a vakuové nanášení hliníku. Chromované plechy pro konzervárenské účely uvedla na světový trh v roce 1963 japonská ocelářská firma Fuji Iron Steel Ltd. s nižší cenou, než plechy cínované. Nanesené povlaky jsou velmi tenké (kolem 0,05 μm) a obvykle se opatřují ještě lakem. Nevýhodou chromovaných plechů je to, že je nelze pájet a dále, že z hygienického hlediska je poukazováno na toxicitu šestimocného chromu; v ochranných povlacích se však vyskytuje prakticky jen trojmocný chrom, považovaný za nezávadný.

Konzervové plechovky jsou konstrukčně řešeny jako trojdílné, složené z pláště, dna a víka nebo jako dvoudílné, sestávající z celku, jenž je tvořen pláštěm s profilovaným dnem a z víka. Pláště trojdílných plechovek se stáčíjí a spojují prostým přeplátováním a následným letováním (způsob Bax) nebo se oba konce navzájem přehýbají, zalisují a na vnější straně letují (způsob Bliss). Na obou stranách hotového pláště se potom vytváří obruba k naválcování víček. Problém spájení pláště odpadá u dvoudílných plechovek, u nichž jsou dno a plášť taženy z jednoho kusu, viz. výše. Tato technologie se využívá především u

hliníkových plechovek nebo u nízkých kovových obalů vyrobených z ocelového plechu určených například pro rybí výrobky. U kovových obalů, kde spoje nelze letovat, se v současné době používá metoda lepení. Vytvořené spoje musejí odolávat vnitřnímu přetlaku 0,3 MPa při skladování a až 0,6 MPa při pasteraci. K největšímu namáhání plechovek vnitřním přetlakem dochází u kovových obalů určených pro pivo a především pak pro nealkoholické nápoje sycené oxidem uhličitým.

Současný trend ve výrobě kovových konzerv směřuje ke zvyšování produkce dvoudílných plechovek, neboť jsou konstrukčně jednodušší a jejich výroba je ekonomicky příznivější. Pro nápojové plechovky tohoto typu je v mnoha zemích vytvořen motivační systém recyklace. Odpadají u nich dva spoje, nalisování dna a především spájení pláště, což je výhodné z hlediska namáhání vnitřním přetlakem, neboť vznikající napětí u válcových tlakových nádob je v podélném směru dvojnásobné oproti příčnému. U hlubokotažných plechovek je možné dobře provádět i profilování dna, které je žádoucí zvláště při větších tlacích v obalu. Výroba dvoudílných plechovek představuje vždy také úsporu materiálu. Technologicky to však znamená využívání kvalitních hlubokotažných plechů. Z hlediska optimalizace výrobních nákladů je nejlepší takový tvar plechovky, který odpovídá minimálnímu povrchu při zadaném objemu. Běžná „kilovka“ s průměrem 99 mm a výškou 118 mm má objem 0,908 l.

Otevírání konzervových plechovek může být dosti náročnou operací před vlastním spotřebováním obsahu. Již dlouhodobým trendem je snaha po zavádění snadno otevíratelných vík. Na našem trhu stále dominují konzervy, u kterých se při otevírání ocelový plech stříhá nebo řeže. Tento úkon, někdy i dosti nebezpečný, usnadňují především dokonalejší typy otvíračů, někdy i s elektrickým pohonem. Určité zvýšení komfortu představuje úprava, kdy se naříznutý plech na víčku při otevírání trhá. Může se tak dít s použitím navinovacího klíče (hlavně u některých typů rybích konzerv) nebo bez použití nástroje prostým tahem za kroužek, který je nalisován na okraji otevírané plochy („easy open cans“). Pro nápoje se volí odtrhávaný otvor poměrně malý, pro tuhé náplně lze oddělit víčko v celé svojí ploše. Z hlediska vzniku odpadů je vhodnější takové řešení, kdy se víčko po otevření neodděluje od vlastní plechovky. V současné době se na trhu stále více uplatňují odtrhávací uzávěry typu „Scotch Tab“ vyrobené z plastové fólie pokovované hliníkem.

### 3.6 Obaly z tkanin

Významným a tradičním obalovým prostředkem jsou tkaniny. Používají se jak pro výrobu obalů přepravních, tak i spotřebitelských. Vyznačují se vysokou pevností, nízkou hmotností, dokonalou ohebností i poddajností a prodyšností. Surovinou pro jejich výrobu bývá především juta, koudel, bavlna, len a v posledních desetiletích také plast. Stále častěji se lze setkat s tkaninami vyrobenými z proužků plastických fólií, někdy i různým způsobem zpevňovaných. Takový obal se vyznačuje navíc dokonalou odolností vůči vlhkosti a působení mikroorganismů.

Typickým představitelem tkaných přepravních obalů jsou pytle a žoky. Pytle jsou určeny obvykle pro náplně o hmotnosti 25 a 50 kg, někdy i 75 a 100 kg. Žoky se používají především pro dopravu lisovaných materiálů, například chmele, tabáku, bavlny, ale i sena, slámy nebo peří. Žoky mívají obvykle vyšší hmotnost než pytle a manipuluje se s nimi pomocí mechanizačních prostředků. Svým charakterem se žokům přibližují velkoprostorové pytle a skládací tkaninové kontejnery s objemem větším, než 1 m<sup>3</sup>. Tyto obaly bývají navíc opatřovány, pro snazší manipulaci, závěsnými oky, popruhy nebo i zvláštním uzavíracím otvorem pro plnění a vyprazdňování. Mohou být určeny pouze pro jedno použití nebo i pro více oběhů.

Jako spotřebitelské obaly z tkanin se nejčastěji používají sít'ky. Jsou určeny především pro ovoce a zeleninu. Narůstající význam při balení mají v současné době netkané sít'oviny. Velmi často slouží určité typy těchto materiálů také jako ochranná nárazníková vrstva u obalového skla. Vyrábí se vytlačováním termoplastu ve formě sít'ové dutiny – hadice s různými průměry, typy ok a barvami. Jejich objemy lze při konstantním průměru měnit, neboť balicí stroje jsou schopny odřezávat a uzavírat sít'ovou hadici po naplnění zbožím v požadovaných vzdálenostech. Jako tradiční materiál pro výrobu tkaných spotřebitelských obalů lze považovat také lněné plátno. Dnes se využívá především pro vybrané sypké potravinářské produkty.

### 3.7 Obaly z požitelných látek

Zvláštní kategorii mezi obalovými prostředky představují obaly z požitelných látek. Uplatňují se především ve formě fólií nebo povlaků, proto bývají se zabaleným produktem v těsném styku. Vyznačují se nízkou hmotností a v některých případech mohou vytvářet i



lepší ochranné účinky, než jiné použitelné způsoby balení; ve většině případů je to v důsledku dokonalého přilnutí k povrchu potraviny. Obaly z požitelných látek velmi často umožňují zvýšení efektivnosti balicího procesu, zvláště při technologii povlékání. Mohou plnit funkci spotřebitelských obalů, tedy chránit potravinu před vnějším znečištěním. Před konzumací se potom odstraňují a jejich požitelnost je zárukou zdravotní nezávadnosti. Další možností je jejich přímá konzumace se zabalenou potravinou buď v původním stavu nebo po vhodné úpravě, například povařením.

Ochranná požitelná vrstva na potravine může být vytvořena přirozeným způsobem, například slupky u ovoce a zeleniny, nebo ji lze vytvářet záměrně určitým technologickým postupem přímo z vnějších vrstev dané potraviny. Příkladem by mohla být kůrka u některých pekařských výrobků nebo kůrka na uzeném mase. Ačkoli takovým způsobem vytvořenou bariéru nelze obecně považovat za obal, ukazuje tento princip jednu z možných cest, jak zvyšovat ochrannou účinnost jedlého podílu výrobku, a to způsobem, který bývá charakteru potraviny velmi blízký.

Nejjednodušším příkladem požitelného obalu je vrstva ledu, kterou se potahují zmrazené potraviny, aby se zamezilo jejich vysychání a oxidaci. Příkladem může být glazování ryb. Jako jedlé obaly jsou využitelné některé sacharidy. Povlaky jednoduchých cukrů však vytvářejí jen omezenou ochranu potraviny, protože jsou značně hygroskopické a jejich širší využitelnost je limitována také výrazně sladkou chutí. Proto se používají například pro glazování proslazeného ovoce. Jako jeden z nejvýznamnějších jedlých obalových materiálů je považována amyulóza. Její povlaky odolávají organickým rozpouštědlům, propustností pro vodní páru a plyny se blíží celofánu. Amyulóza se používá i pro povrchovou úpravu papíru jako povlak, zajišťující nepromastitelnost. Fólie na bázi škrobu jsou velmi rozšířené. Známý je například Ediflex, jehož základem je kukuřičný škrob s vysokým obsahem amyulózy. Fólie Ediflex jsou rozpustné ve vodě (rozpustnost závisí na teplotě). Vytvářejí výbornou bariéru proti kyslíku, oxidu uhličitému i dusíku (na vzduchu jsou stabilní) a jsou odolné proti olejům a tukům. Na těchto fóliích lze provádět potisk a tepelně je svařovat. Fólie na bázi *celulózy* jsou obecně nestravitelné. Specifikem těchto fólií je to, že se do nich mohou přidávat oleje, barviva nebo i ochucovací látky. Nejběžnějším typem jedlé celulózy je Klucel, který se vyznačuje dobrou rozpustností ve vodě. Fólie na bázi kolagenu se používají převážně v masném průmyslu. Deriváty kolagenu vytvářejí výbornou bariéru proti vlhkosti, jsou

ohebné i při nízkých teplotách a tepelně svařitelné. Jako jedlý obal se používá také pektin. Aplikuje se ve formě vápenatých solí a to nejčastěji jako povlak. Významné jsou také algináty. Průmyslově se získávají z hnědých řas a jsou svojí strukturou i koloidně chemickými vlastnostmi podobné pektinům. Alginát vápenatý se používá při výrobě umělých střev. Osvědčeným a známým požitelným obalem jsou umělá střeva klihovková. Účelně a hygienicky nahrazují deficitní přírodní surovinu, hlavně vepřová, ovčí a kozí střívka. U nás jsou známa pod názvem Cutisin. Mají vzhled poloprůhledné blány, obsahují 6 – 15 % vlhkosti a po využití by měly vydržet teplotu 70 – 75 °C, aniž by praskla. Vyrábějí se v široké škále kalibrů od 22 do 120 mm pro sekané uzenářské zboží, měkké a trvanlivé salámy i uzenářské speciality.

Mezi významné požitelné obaly se zařazují vosky. Jsou chemicky velmi stálé a fyziologicky zcela nezávadné. Tenké, uměle aplikované voskové povlaky, například na bázi včelího vosku, se aplikují na ovoce a zeleninu, aby se zabránilo ztrátám vypařováním vlhkosti, omezilo se těkání arómat, případně se předešlo mikrobiální infekci. Jako účinné požitelné povlaky se používají pro sýry, maso, drůbež i zmrazené výrobky petrolejové vosky. Jejich zdravotní nezávadnost je vždy podmíněna dokonalou rafinací výchozích surovin.

### 3.8 Obaly z plastů

Jako plasty se označují syntetické, polosyntetické nebo přírodní makromolekulární látky, které lze tvářet tlakem za vyšších teplot. Význam těchto materiálů v obalové technice, stejně jako v řadě jiných odvětví, trvale narůstá. Statistiky uvádějí, že jejich podíl při balení činil například v USA v roce 1970 asi 11%, v roce 2000 to již bylo 23%. Podobně je tomu i v Evropě, například ve Velké Británii, v roce 1970 asi 13%, v roce 2000 téměř 24%. V Československu tento podíl nebyl tak výrazný. Od roku 1970 (asi 3%) do roku 1980 se zvýšil na hodnotu asi 6,4%. V současné době se procento využívání obalů z plastů v České republice blíží nejvyspělejším zemím EU.

Plasty mají v obalové technice široké uplatnění a to přímo jako obaly nebo jako ochranné povlaky, výplňové materiály, lepidla, etikety atp. Zásadně se rozlišují teplem tvárnitelné termoplasty a teplem tvrditelné reaktoplasty (termosety). Nejvíce se při výrobě obalů uplatňují termoplasty polyetylén, polyvinylchlorid, polystyrén a polypropylén. Spotřeba

těchto materiálů představuje v Evropě okolo 90% ze všech využívaných plastů. Z hlediska dalších perspektiv rozvoje obalové techniky se očekává, že množství vyrobených výše uváděných hlavních termoplastů bude i nadále rozhodující mírou ovlivňovat strukturu využívaných obalů. U ostatních plastů (polyamidy, polykarbonáty a speciální druhy) se nepočítá s výraznějším zvýšením jejich podílu. Důvody jsou především cenové. Využívání principiálně nových typů polymerních látek, které by byly ekonomicky výhodné při širokém využití pro účely balení, se v nejbližších letech považuje jako málo pravděpodobné.

Většina plastů se vyznačuje dobrou chemickou odolností a zdravotní nezávadností, proto nachází široké uplatnění právě při balení potravin. Plastové obaly jsou imunní proti obsaženým agresivním složkám v potravinách i proti případným čisticím prostředkům.

Plasty jsou materiály vesměs elektricky nevodivé. Technologicky jsou však významné jejich vlastnosti, které podmiňují použitelnost vysokofrekvenčního dielektrického ohřevu ke spojování svařováním. Z dalších elektrických vlastností plastů jsou důležité především ty, které souvisejí se vznikem nežádoucího elektrostatického náboje při jejich výrobě a zpracování na baličích strojích. Statická elektřina může způsobovat například „slepování“ fólií, silné ulpívání sypkých náplní nebo prachových částic na obalovém materiálu, nerovnoměrnost posuvu fólií na baličích a potiskovacích strojích a v některých případech může při dotyku dojít k výboji statické elektřiny, který vnímáme jako nepříjemný šok. V prašných provozech může být v extrémních případech elektrický výboj z nabitých fólií i zdrojem exploze. Hlavním parametrem pro posuzování možnosti vzniku elektrostatického náboje u plastu bývá hodnota povrchového odporu. Vysokým povrchovým odporem a tedy zvýšeným nebezpečím vzniku statické elektřiny se vyznačuje například polyvinylchlorid. Opatření proti elektrostatickému nabíjení plastů spočívají především v antistatické úpravě, kdy se zvyšuje jejich vodivost a dále v ionizaci, zvýšení elektrické vodivosti vzduchu v bezprostřední blízkosti fólie v místech, kde je nejvyšší náboj. V důsledku vytvoření těchto podmínek potom dochází k jeho vybití.

Významnou vlastností plastů pro balení je jejich smrštitelnost: jestliže se protažená a ochlazená fólie později znovu zahřeje, dojde k jejímu smrštění, které závisí na teplotě a také na době jejího působení. Teoreticky může být dosaženo až původních rozměrů fólie před protažením, tj. 100% smrštění. Prakticky to však bývá do 80%. Smršťovací fólie vytvářejí vysoce atraktivní funkčně výhodné obaly a to jak spotřebitelské, tak i skupinové a přepravní.

Obecně se vyznačují zvýšenou průhledností, leskem, pevností v tahu a odolností k nízkým teplotám. Na druhou stranu se u nich sníží plastičnost a stávají se náchylnější k protržení. Podobnou funkci jako smršťitelné fólie mají novější průtažné fólie, u nichž se požadovaného efektu dosahuje bez temperace.

U plastů se lze setkat i se specifickými vlastnostmi, jež jsou využívány při balení potravin. Je to například hydrofobnost; obaly nesmáčivé, odpuzující vodu (polystyrén, polyethylen) jsou používány hlavně pro balení masa. Další významná vlastnost je nepropustnost nebo jen částečná propustnost pro plyny a vodní páru. Zvláštní význam mají především fólie propustné, někdy i jednosměrně, pro funkční plyny jako je kyslík, dusík, oxid uhličitý a ethylen (ethen). Na druhou stranu existují i některé plasty vyznačující se rozpustností v určitém prostředí, například polyvinylalkoholové fólie rozpustné ve vodě. Z hlediska ochrany životního prostředí se jeví jako perspektivní i látky pro výrobu obalů, které sublimují ve vzduchu.

Pro využívání plastů v obalové technice má zásadní význam schopnost tepelného spojování termoplastů metodou svařování. V praxi se k prohřátí spojovaných míst používají tři základní způsoby: kondukční a vysokofrekvenční ohřev a ve speciálních případech ultrazvuk. Obecně lze uvést, že hlavními faktory, které určují pevnost tepelného spoje jsou teplota, tlak a doba jejich působení. Kvalita spoje je vždy ovlivňována vlhkostí a čistotou povrchů. Tepla se využívá i při spojování plastů s jinými materiály, například papírem, i různě povrchově upraveným, a kovovými fóliemi. U těchto typů spojů se obecně nevyžaduje maximální pevnost, protože slouží velmi často k otevírání obalu spotřebitelem. Tyto spoje se nazývají jako „loupatelné“.

Jako hlavní technologie pro zpracovávání plastů na obalové prostředky se používají: extruzivní vyfukování (fólie), vstřikování (kelímky), foukací tvarování (láhve) a termoplastické tvarování fólií způsobem blister (tzv. „puchýřové“ balení).

V souvislosti s využíváním plastů v obalové technice a jeho dosavadním trvalým nárůstem je třeba uvést, že tento trend sebou přináší i některá negativa. Největším z nich je problém plastových odpadů. Obalový odpad všeobecně se postupně stal celosvětovým problémem. Jeho řešením se zabývají nejen výzkumná pracoviště a výrobci, ale také legislativa. Nejlépe se daří zvládat v průmyslově nejvyspělejších zemích. V Evropě je to především v Rakousku, Německu, Švýcarsku a Skandinávii.

### 3.9 Lepidla

Lepidla představují významnou komponentu v balicí technice a to při kaširování, to je slepování dvou i více vrstev obalových materiálů, dále při výrobě papírových sáčků, pytlů, skládaček, při uzavírání naplněných obalů a při etiketování. Přitom může jít o spojení dvou stejných materiálů nebo různých materiálů navzájem. Lepidla musí mít dobrou adhezi vůči lepenému materiálu a přitom musí mít i dostatečnou kohezi, soudržnost, aby nenastalo porušení spoje ve vrstvě samotného lepidla. Limitujícím aspektem při posuzování lepidla v potravinářství je jeho zdravotní nezávadnost; musí vyhovovat přísným hygienickým předpisům.

Lepidla se obvykle dělí na organická, vyrobená z přírodních zdrojů a syntetická.

Organická lepidla rostlinná:

Škrobová – mají nízký obsah sušiny (do 40%), proto pomalu zasychají, nejsou vhodná pro strojní linky. Nevýhodou je nižší adheze a mikrobiální nestálost, nutná konzervace. Výhodou je odolnost vůči studené vodě, ale rozpustnost ve vodě teplé, kdy škrob bobtná. Přilepené etikety na lahvích odolávají dešti i chlazení, ale smývají se v horké vodě v myčkách.

Arabská guma – klovatina, přírodní pryskyřice z akácií. Tato lepidla jsou vhodná pro vlhká prostředí.

Kaučuk, gutaperča – používá se pro lepení pryže. Gutaperča pro vlepování korkových vložek do korunových uzávěrů.

Organická lepidla živočišná:

Klihová – patří mezi nejstarší lepidla. Výhodou je rychlá přilnavost a pevná vazba. Nevýhodou je opět nutnost konzervace klišových roztoků.

Želatina – vysoce čistý klíž, používá se k lepení celofánu.

Kaseinová lepidla – jsou na bázi mléčného kaseinu, modifikují se přidávkem formaldehydu, latexu nebo močoviny. Jsou vhodná k lepení dřeva, sáčků i etiket.

Syntetická lepidla:

Deriváty celulózy – roztoky methylcelulózy, karboxymethylcelulózy a hydroxyethylcelulózy s koncentrací 3-7%. Používají se k lepení papíru, jsou mikrobiálně stálé.

Polyvinylalkohol – vodný roztok ke spojování papíru a celofánu s hliníkem a kaučukem.

Nitrocelulóza – v organických roztocích. Vzhledem k dobré odolnosti vůči vodě a adhezi i na mastnější povrchy se používá při etiketování konzervových obalů.

Methakryláty používají se pro lepení těsnících vložek v korunových uzávěrech.

Tavná lepidla (hot melt) – moderní a významná lepidla používaná při balení potravin. Je to směs mikrokrystalických vosků a různých termoplastů (PE, polyester, polyamid), případně kaučuku. Tavná lepidla se dodávají ve formě granulátu, prášku, pásků, tyčinek a podobně. Nejčastěji se aplikují po zahřátí na teplotu 140-180°C, při které se roztaví, zkapalní a stanou se lepivá. Tavenina se nanáší na spojované plochy tryskou, válečkem nebo kolečkem a lepené dílce se k sobě mírně přitlačí po dobu několika desetin sekundy až několika sekund. Bod měknutí tavných lepidel je asi 60-100°C. Tavná lepidla umožňují vysokou produktivitu a kvalitu spojů při strojové výrobě. Vyrábí se převážně jako jednoúčelová.

Lepidla přilnavá (stále lepivá, citlivá na tlak) – používají se výhradně v kombinaci s vhodnými nosiči a aplikují se především ve formě samolepicích pásek a etiket, které se stále více využívají. Mechanismus působení těchto lepidel je možné vysvětlit jednoduchou hydrodynamickou úvahou: Je-li mezi dvěma plochami slepovaného materiálu kapalina v tenké vrstvě a jsou-li tyto plochy oddalovány, musí kapalina z vnějšku téct dovnitř. To působí odpor, který brání vzájemnému odtržení. Je zřejmé, že odpor je tím větší, čím menší vzdálenost je mezi oběma plochami a čím vyšší je viskozita kapaliny. Je tedy zřejmé, že každá dostatečně viskózní kapalina může být přilnavým lepidlem. Podstatou přilnavých lepidel bývají nejčastěji roztoky kaučuku, polyizobutylenu, polyvinyletherů, polyvinylacetátu se změkčovadly. Samolepicí pásy jsou tvořeny pásem nosného materiálu (celofán, PVC, PP, polyester, papírenské materiály atp.) s vrstvou přilnavého lepidla. Vnější strana pásu bývá opatřena antiadhesní vrstvou umožňující její navíjení a skladování ve formě rolí.

### 3.10 Potiskování obalových prostředků

Specifika potisku obalových materiálů:

- prioritní funkční vlastnosti obalových materiálů, obtížná potiskovatelnost – častý potisk hotových obalů,
- opakovatelnost, dlouhodobost výroby,
- v grafických úpravách často převládá obraz,
- tiskové agregáty součástmi výrobních linek obalových prostředků,

- potištěné plochy dále namáhány – požadavek na stálost barev.

Pro tyto účely se používají všechny hlavní druhy tisku: knihtisk a jemu podobný gumotisk, ofsetový tisk, hlubotisk, světlotisk i sítotisk.

#### **4.0 BARIÉROVÉ ÚČINKY OBALŮ, KOEFICIENT OCHRANNÉ ÚČINNOSTI OBALU. ÚDRŽNOST POTRAVINY *SHELF LIFE* . VLIV TEPLoty A VLHKOSTI NA ÚDRŽNOST POTRAVINY, VODNÍ AKTIVITA BIOLOGICKÝCH MATERIÁLŮ, ROZVOJ MIKROORGANISMŮ V ZABALENÉ POTRAVINĚ. INTERAKCE MEZI POTRAVINOU A OBALEM.**

##### **4.1 Bariérové účinky obalů, koeficient ochranné účinnosti obalu.**

Většinu výrobků, které ztrácejí svoji kvalitu v závislosti na čase a znehodnocují se stykem s okolním prostředím, je možné chránit volbou vhodného obalu. Obal vytváří bariéru mezi výrobkem a okolím. Obecně platí, že nároky potravin na obaly, z hlediska účinků vnějších vlivů, jsou mnohem vyšší než průmyslových produktů, kde jde ve většině případů o ochranu před mechanickým poškozením a u kovů, zvláště železných, o korozi. U potravin, jež jsou v zásadě organické látky rostlinného nebo živočišného původu, může docházet po zabalení ke změnám bez mikrobiálního působení a ke změnám mikrobiologickým. Do první skupiny se obvykle zařazuje znehodnocování *fyzikálními* nebo *fyzikálně-chemickými* vlivy, kdy se jedná především o mechanické poškození, vlhnutí, vysoušení, těkání arómat, změnu barvy, chuti nebo nutričně cenných složek. Druhá skupina představující *mikrobiologické* změny může zahrnovat jak žádoucí působení mikroorganismů, například při dozrávání potravin v obalech, tak nežádoucí, způsobující znehodnocování potravin. V souvislosti s bariérovými účinky obalu jsou myšleny především nežádoucí změny látkové vyvolané plísněmi, kvasinkami nebo bakteriemi. V mnoha případech probíhají nemikrobní i mikroby vyvolané změny současně nebo jsou si navzájem podmíněny, například hniloba mechanicky poškozeného ovoce. Otázkou je, do jaké míry může obal uváděným způsobem znehodnocování zabránit nebo je potlačit a tak zvýšit dobu údržnosti (dále jen údržnost) potravinářského produktu. Vliv obalu na uchovatelnost výrobku se vyjadřuje koeficientem ochranné účinnosti ( $K_{ob}$ ), který udává

kolikrát je údržnost balené potraviny ( $D_b$ ) vyšší než nebalené ( $D_n$ ) za stejných podmínek

skladování:  $K_{ob} = \frac{D_b}{D_n} [-]$ .

Kritériem údržnosti bývá ztráta charakteristického jakostního znaku, například změna barvy, chuti, konzistence atp. Velmi často bývá údržnost charakterizována jako hranice prodejnosti. Z uváděné definice koeficientu ochranné účinnosti obalu je zřejmé, že pro potravinu zabalenou v obalu s nulovým bariérovým účinkem by platilo  $K_{ob} = 1$ . Koeficient ochranné účinnosti obalu dosahuje v běžné praxi hodnot 1,5 až řádově  $10^3$ , například pro sterilované výrobky. Pro nevhodně volený obal, negativně působící na produkt, je  $K_{ob} < 1$ ; znamená to, že zabalený výrobek má kratší údržnost než nezabalený. Příkladem může být volně ložené čerstvé ovoce v obalu nepropustném pro vodní páru. Koeficient ochranné účinnosti charakterizuje obalový materiál o různém stupni propustnosti pro určitý faktor, například pro vodní páru, kyslík, teplo, světlo, záření. Stejně tak je tomu i v případě  $K_{ob}$  pro mechanické poškození rázem, tlakem a vibracemi, cizorodými látkami atp. U vhodně zvoleného obalu se  $K_{ob}$  zvyšuje s narůstajícími bariérovými účinky a obráceně. Závislost uchovatelnosti potraviny na bariérových vlastnostech obalového materiálu, vzhledem k pronikání určitého faktoru, se při vyhodnocování nebo porovnávání znázorňuje graficky.

Při optimalizaci bariérových účinků obalu je třeba vždy brát v úvahu skutečnost, že kvalita potraviny může záviset jak na přebytku, tak i na nedostatku určitého faktoru. Jedním z příkladů by mohl být chléb a bariéra obalu vůči pronikání vlhkosti. Jestliže je uložen v prostředí o nízké relativní vlhkosti, vysychá, tvrdne a stává se neprodejným. Jeho uchovatelnost může prodloužit obal o omezené propustnosti pro vodní páru. Ta je však limitována, neboť s narůstající bariérou obalu proti pronikání vypařované vody narůstá vlhkost v mikroklimatu mezi povrchem chleba a obalem a vytvářejí se podmínky pro rozvoj plísní, zvláště při změnách teplot, jejich poklesu.

#### **4.2 Vliv teploty a vlhkosti na údržnost potraviny, vodní aktivita biologických materiálů a rozvoj mikroorganismů v zabalené potravíně.**

Růst mikroorganismů obecně závisí na teplotě. Je známé, že nejuniverzálnějším prostředkem k prodloužení trvanlivosti potravin je její snížení. Pokles teploty má však za následek nárůst relativní vlhkosti ve vzduchovém prostoru mezi výrobkem a obalem nepropustným, nebo jen



omezeně propustným, pro vodní páru. Velmi často bývá ve vytvořeném mikroklimatu překračována hodnota rosného bodu a dochází ke kondenzaci vody jak na obalu, tak i na zabaleném výrobku. V důsledku zvlhnutí potraviny dochází k nárůstu vodní aktivity a rozvoji mikroorganismů, u balených potravin především plísní.

*Aktivita* obecně je významná termodynamická veličina. Svým charakterem by se dala přirovnat k řadě jiných parametrů, které se v termodynamice sledují, zjednodušeně například k teplotě. Pro určitou složku  $i$  v soustavě se aktivita definuje poměrem fugacity  $f_i$  dané složky v určitém stavu k fugacitě téže složky ve standardním stavu  $f_i^0$  při konstantní teplotě  $T$ :

$$a_i = \frac{f_i}{f_i^0} [-] \quad (4.1).$$

Protože *fugacita* je funkcí tlaku, velmi často se tímto parametrem také vyjadřuje. Obvykle je to parciálním tlakem dané složky  $i$  v soustavě. Numericky je aktivita závislá na definování standardního stavu, jemuž se přisuzuje jednotková hodnota. Aktivita umožňuje srovnání vlastností soustavy v určitém reálném stavu s vlastnostmi téže soustavy ve standardním stavu, je mírou rozdílu *chemických potenciálů* mezi těmito dvěma stavy a je funkcí všech proměnných, jež určují stav sledované soustavy. V praxi jsou to v zásadě teplota, tlak a složení vlastní soustavy.

Chemický potenciál  $\mu$  je veličina, která je funkcí všech proměnných určujících stav soustavy, viz předešlý odstavec. Pomocí  $\mu$  lze formulovat obecnou *podmínku rovnováhy* ve vícesložkové soustavě o několika fázích. Platí, že soustava je v rovnováze, jestliže jsou  $\mu_i$  libovolné složky  $i$  je ve všech fázích stejné. Chemický potenciál má funkci analogickou s funkcí teploty. Tak jako je teplotní rozdíl příčinou toho, že teplo přechází z jednoho tělesa na druhé, tak lze rozdíl chemických potenciálů považovat za příčinu reakcí a změn vedoucích k rovnováze soustavy. Termodynamicky se chemický potenciál vyjadřuje ve formě:

$$\mu = \mu_0 + RT \ln a \quad (4.2),$$

kde  $\mu_0$  je chemický potenciál ve standardním stavu,  $R$  je plynová konstanta,  $T$  je teplota a  $a$  je termodynamická aktivita konkrétní sledované složky.

Potraviny jsou vesměs vlhké materiály. Voda ovlivňuje řadu jejich vlastností fyzikálních, chemických a ve významné míře také mikrobiologických. Proto má měření aktivity vody  $a_w$  v potravinářství značný praktický význam. Vodní aktivita 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  $T$ . Při dosažení rovnovážného stavu má potravina i okolní vlhký vzduch stejný chemický potenciál, rovnice (4.2) a tím také stejnou  $a_w$ . Na základě platnosti tohoto principu se v praxi stanovuje vodní aktivita u potravin. Při měřeních se vychází z hodnot rovnovážné relativní vlhkosti okolního vzduchu  $\varphi_e$ .

Na základě rovnic (4.1) a (4.2) se vodní aktivita potravin definuje poměrem parciálních tlaků vodní páry nad vzorkem  $p_p$  a syté vodní páry  $p_p''$  ve vzduchu za stejných podmínek:

$$a_w = \frac{p_p}{p_p''} \cdot [-] \quad (4.3).$$

Na stejné bázi je však definována také relativní vlhkosti vzduchu  $\varphi$ :

$$\varphi = \frac{p_p}{p_p''} 100 \text{ [%]} \quad (4.4).$$

Z rovnic (3) a (4) je zřejmé, že lze vodní aktivitu potom vyjádřit jako:

$$a_w = \frac{\varphi_e}{100} [-] \quad (4.5),$$

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, to znamená, že musí být dosaženo nulového sdílení tepla a vlhkosti mezi vzorkem a okolím, jak je uváděno výše. Dosažený rovnovážný stav vzorku se definuje jeho rovnovážnou vlhkostí  $w_e$ .

Růst mikroorganismů v biologických materiálech je určován vnitřními a vnějšími faktory. Vnitřní faktory jsou pro určitý materiál dány a tvoří jeho neměnnou součást, mají svoje pevné, jen málo variabilní hodnoty. Je to především složení biologické hmoty, pH a uváděná vodní aktivita. Pod pojmem vnější faktory označujeme prostředí, v němž se biologický materiál nalézá. Je to hlavně teplota a relativní vlhkost okolního vzduchu. Tyto faktory určují, zda dojde k růstu nebo úhynu mikroorganismů, mají své optimum a také své minimum. Přehled o hodnotách  $a_w$ , které jsou limitující pro pomnožení a nárůst vybraných mikrobů, významných pro lidské zdraví, podává tabulka číslo 1. Tyto limity jsou absolutní, to znamená, že pod uvedenou limitující hodnotu  $a_w$  není příslušný mikroorganismus schopen růstu, a to i když ostatní faktory jsou optimální. Současně je třeba ale uvést, že limity platí pro pomnožování

nebo pro nárůst. Mikroorganismy jsou schopny v menší nebo větší míře latentně přežívat uvedené limity i když postupně v nepříznivých podmínkách hynou. Obecně platí, že pro hodnoty  $a_w < 0,6$  nenastává rozvoj mikrobů.

Tab. č. 4.1 Minimální limity  $a_w$  pro růst mikroorganismů významných pro lidské zdraví (Beuchat, L., 1981)

Mikroorganismus	Min. $a_w$ pro růst	Min. $a_w$ pro produkci toxinů
<i>Aspergillus clavatus</i>	0,85	0,99 (patulin)
<i>A. echinulatus</i>	0,6-0,65	
<i>A. ochraceus</i>	0,77-0,83	0,83-0,87 (ochratoxin)
<i>A. parasiticus</i>	0,82	0,87 (aflatoxin)
<i>Clostridium botulinum</i>	0,93-0,97	0,94-0,97
<i>Monascus bisporus</i>	0,6-0,65	
<i>Penicillium cyclopium</i>	0,82-0,87	0,97 (penicillic acid)
<i>P. expansum</i>	0,83-0,85	0,99 (patulin)
<i>P. islandicum</i>	0,83	
<i>P. martensii</i>	0,79-0,83	0,99 (penicillic acid)
<i>P. patulum</i>	0,81-0,85	0,85-0,95 (patulin)
<i>P. viridicatum</i>	0,83	0,83-0,86 (ochratoxin)
<i>Salmonella spp.</i>	0,92-0,95	
<i>Stachybotrys atra</i>	0,94	0,94 (stachybotryn)
<i>Staphylococcus aureus</i>	0,86	0,87-0,97 (enterotoxin A, B)

Vodní aktivita, jako jeden z hlavních vnitřních faktorů biologických látek, bývá používána pro predikci možných mikrobiálních změn v zemědělských produktech, zvláště v potravinách a to nejen při jejich skladování a balení, ale i během jejich zpracovávání. Významná je možnost využití této veličiny při analýzách kinetiky sorpcí vlhkosti, neboť termodynamicky vychází z rovnovážné vlhkosti materiálu  $w_e$ .

Koncept „vodní aktivity“ byl zaveden, jako charakteristika stavu vody v biologických materiálech ve vztahu k rozvoji mikroorganismů, asi před čtvrt stoletím. Během tohoto

krátkého období byla  $a_w$  zahrnuta do legislativních norem, především pro potraviny, v řadě zemí Evropy, Ameriky i Asie. V zámoří to jsou například USA, Kanada a Japonsko. V rámci zemí EU platí rozhodnutí [92/447/EWG](#) o limitní hodnotě  $a_w = 0,93$  pro vybrané masné výrobky, [ISO 21807](#) z roku 2004 Microbiology of food and animal Feeding stuffs – Determination of water activity a nejnověji potom nařízení komise Evropského společenství číslo [2073/2005](#) ze dne 15. listopadu 2005 o mikrobiologických kritériích pro potraviny. Používání  $a_w$ , jako jednoho z mikrobiologických kritérií, je rovněž doporučeno při provádění postupů založených na zásadách HACCP. Poznatky o  $a_w$  jsou aplikovány i v oblasti výzkumu a analýz kvality krmiv, při skladování biomasy – dřevního odpadu, pilin, štěrky aj.

### 4.3 Interakce mezi potravinou a obalem

Interakce mezi potravinou a obalem představuje široký komplex dějů chemických a fyzikálních, případně i mikrobiologických, na kterém jsou založeny všechny principy ochrany potravin obalem, jejich bariérové účinky, to je především ochrana před mechanickým poškozením, pronikáním par a plynů, změnami vlhkosti, změnami chuti a vůně, změnami teplot, vlivy záření, před kontaminací cizorodými látkami, mikrobiálním znehodnocením a působením hmyzu a hlodavců.

Se zaváděním nových typů obalových materiálů a s rostoucí citlivostí analytických metod se významně rozšiřují znalosti o zákonitostech všech forem interakcí mezi potravinou a obalem. Tento vývoj souvisí s rostoucím zájmem široké veřejnosti o kvalitu a složení potravin. Interakci potravin – obal lze rozdělit do pěti základních skupin:

4.3.1 Transfer složek obalu do baleného produktu. Do této skupiny patří děje jako je koroze obalových materiálů působením potravin, což je charakteristické zejména pro kovy. Dále je to migrace, kdy se do potravin uvolňují jen některé složky obalového materiálu. S migrací se lze setkat u polymerních obalů, z nichž se uvolňují především nízkomolekulární složky, to je rezidua výchozích látek – monomerů a aditivních látek z výroby plastu, případně produkty degradace polymeru během zpracování. Uvedené děje většinou negativně ovlivňují kvalitu zabalených potravin, a proto se snažíme je omezit. Ve stadiu výzkumu a vývoje jsou však systémy balení, které se záměrným uvolňováním určitých látek z obalového materiálu příznivě působících na kvalitu potravin počítají. Takovými látkami mohou být antimikrobiální činidla, antioxidanty, stabilizátory apod.

4.3.2 Přenos složek potravin do obalu. Z hlediska poškozování kvality potravin je významná možnost absorpce aromatických složek obalem. Důležitá může být tato interakce i z hlediska funkčnosti obalu, neboť vlivem některých aromových silic může docházet k uvolňování lepených spojů obalu. Plastové obaly s tuky rozpuštěnými v obalovém materiálu nejsou vhodné pro opakované použití ani pro recyklaci. Lze uvést také příznivé možnosti, například absorpce nežádoucích pachů obalem nebo snižování obsahu kyslíku v mikroklimatu mezi potravinou a obalem.

4.3.3 Pronikání složek potravin obalem do okolního prostředí. V praxi se jedná především o vysychání, ztráty aromatických látek, snižování oxidu uhličitého u sycených nápojů apod.

4.3.4 Pronikání složek z prostředí do potravin. V praxi je významný především průnik kyslíku, vlhkosti, světla, aromatických látek, případně mikroorganismů. Funkce správně zvoleného obalu potom vychází potřebných bariérových vlastností.

4.3.5 „Nehmotné“ interakce; zahrnují vlivy záření, mechanické působení, ovlivnění tepelných procesů obalem apod.

Nežádoucími důsledky interakce mezi potravinou a obalem je:

- kontaminace potravin cizorodými látkami z obalů,
- změna vlhkosti,
- oxido-redukční změny,
- únik rozpuštěných plynů,
- ztráty nutričně významných složek,
- změny chuti a vůně.

Žádoucími účinky interakce mezi potravinou a obalem (tzv. aktivní balení, viz dále) je:

- změna vnitřní atmosféry,
- odstranění nežádoucích pachů („přípachů“) a příchutí,
- uvolňování aromatických látek,
- inhibice mikrobiálního růstu,
- vliv obalu na tepelné změny otravin.

## 5.0 BARIÉROVÉ ÚČINKY OBALŮ. OCHRANA POTRAVIN OBALEM PŘED MECHANICKÝM POŠKOZENÍM, PRONIKÁNÍM PAR A PLYNŮ, ZMĚNAMI VLHKOSTI, ZMĚNAMI CHUTI A VŮNĚ, ZMĚNAMI TEPLOT, VLIVY ZÁŘENÍ, PŘED KONTAMINACÍ CIZORODÝMI LÁTKAMI, MIKROBIÁLNÍM ZNEHODNOCENÍM A PŮSOBENÍM HMYZU A HLODAVCŮ.

### 5.1 Ochrana potravin obalem před mechanickým poškozením

Potravinářské produkty jsou vystaveny vnějšímu silovému působení v řadě výrobních operací, zvláště při přepravě a při manipulacích souvisejících se skladováním. Mechanické poškození, hlavně potravin kusového charakteru, vyvolávají v těchto provozních podmínkách především rázy a vibrace. Jejich intenzita se obvykle udává pomocí g-faktoru ( $g_f$ ), který stanoví poměr silového působení na výrobek vyvolaný zrychlením  $a$  [ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ], jež na něj působí při manipulaci a zrychlení gravitačního  $g$  [ $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ ]:  $g_f = \frac{a}{g}$  [-]. Z Newtonova

zákona je zřejmé, že velikost  $g_f$  nezávisí na hmotnosti  $m$  [kg] příslušného výrobku. Schopnost potravin odolávat mechanické námaze se potom vyjadřuje kritickou hodnotou  $g_{f,krit.}$ , která definuje mezní stav, kdy ještě nedochází k jejímu poškození. Aby byl obal schopen poskytnout ochranu vůči rázům a vibracím, musí sám tomuto mechanickému namáhání odolávat a dále zajistit, aby se v něm kinetická energie rázů a vibrací v požadované míře absorbovala. Tomu může napomáhat použití fixace. Je to způsob, jakým se výrobky ukládají nebo upevňují uvnitř obalu s cílem redukovat vnější silové účinky. V technice balení se rozlišují dva typy fixace: pevná a poddajná.

U pevné fixace tvoří výrobek s obalem jeden celek a je zamezen jeho pohyb uvnitř obalu. Při balení potravin se uplatňuje pevná fixace hlavně jako takzvané „hnízdové balení“, kdy jednotlivé kusy (vejce, ovoce, cukrovinky atd.) jsou ukládány do prohlubní tvarovaných obvykle z plastické fólie, lisovaného polystyrénu nebo nasávané papíroviny.

Při poddajné fixaci již nevytváří obal s výrobkem jeden pevný celek. Výrobek má po nárazu nebo při vibracích možnost setrvačného pohybu uvnitř obalu až do okamžiku, kdy dojde k jeho zbrždění poddajným fixačním materiálem, který vzniklou kinetickou energii absorbuje. Jako výplňový materiál pro poddajnou fixaci se nejčastěji používá kuličkový polystyrén nebo papír, bublinkovité vzduchové polštářky z polyetylenových fólií a vlnitá lepenka. Jako

klasický prostředek využívaný pro poddajnou fixaci lze považovat dřevěnou a papírovou vlnu. Zásadním požadavkem při balení potravin je použití hygienicky nezávadného fixačního materiálu.

Kromě mechanického namáhání výrobků vnějšími silami, ke kterému dochází převážně ve sféře oběhu zboží, jsou potraviny vystaveny ještě vnitřním tlakovým změnám v obalech a to zpravidla ve výrobním procesu, při tepelném ošetřování, konzervaci. Takové namáhání je způsobováno tepelnou roztažností náplně. Praktické možnosti redukce nárůstu těchto vnitřních tlaků spočívají především v plnění obalů za teplot blízkým teplotám sterilizačním. Výhodou této technologie je také vytěsnění plynných složek obsažených v potravinách, které by jinak přispívaly ke zvýšení celkového vnitřního tlaku v obalu. Je samozřejmé, že tento postup je neaplikovatelný u nápojů sycených CO<sub>2</sub>, kdy je naopak snahou plnit obal, pokud možno při nejnižší možné teplotě, kdy je rozpustnost CO<sub>2</sub> větší. Určitou prevencí proti vzniku kritických tlaků v obalu je vytvoření volného prostoru mezi potravinou a obalem, kde jsou stlačitelné plyny a páry (kapalina je nestlačitelná).

## **5.2 Ochrana potravin obalem před pronikáním par a plynů – změnami vlhkosti a oxidačně-redukčními změnami**

Změny v uchovávaných potravinách jsou významnou měrou ovlivňovány prostředím, které se vytváří mezi obalem a potravinou. Jeho kvalitativní složení a stabilita jsou závislé na propustnosti obalového materiálu pro páry a plyny.

### **5.2.1 Ochrana potravin obalem před změnami vlhkosti**

Jednotlivé potravinářské produkty jsou charakterizovány určitou vlhkostí, při které je jejich kvalita optimální. Pro udržení tohoto obsahu vody v potravine je nutné vytvořit nad jejím povrchem takové prostředí, jehož vlhkost v daném teplotovém režimu odpovídá rovnovážné vlhkosti zabalené potraviny. Ve vzniklém mikroklimatu potom nedochází ke sdílení vody mezi potravinou a okolím a tím se zabraňuje nežádoucím změnám hmotnostním a souvisejícím změnám povrchovým (sesychání ovoce, „spálení“ mrazem), koloidně-chemickým (tvrdnutí pečiva, ztráta křehkosti sušenek), fyzikálně-chemickým (krystalizace látek z přesycených roztoků), chemickým (oxidační pochody) a mikrobiologickým (k rozvoji určitých mikroorganismů dochází pouze v konkrétních podmínkách prostředí; růst nenastává

při hodnotách vodní aktivity  $a_w < 0,6$ ). Pro dosažení popisovaného rovnovážného stavu vlhkosti u potraviny lze využívat obaly částečně propustné nebo nepropustné pro vodní páru. Množství vodní páry [g], které difunduje obalem je obecně funkcí parciálních tlaků vodní páry na obou stranách obalu [Pa], respektive jejich rozdílu, plochy [m<sup>2</sup>] a tloušťky [mm] obalu a času [h]. Pro porovnávání propustnosti různých obalových materiálů pro vodní páru byl zaveden koeficient propustnosti obalového materiálu  $P_{H_2O} \left[ \frac{g \cdot mm}{h \cdot m^2 \cdot Pa} \right]$ . Specifickým problémem u 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. Určitou obranou proti optickým důsledkům orosování je použití obalů s tzv. antikondenzační úpravou (antifog).

### 5.2.2 Ochrana potravin obalem před oxidačně-redukčními změnami

Oxidačně-redukční procesy u potravin ovlivňují obvykle negativně jejich nutriční, chuťové i aromatické vlastnosti. Vzhledem k tomu, že atmosférický kyslík se účastní převážné většiny těchto pochodů, je možné mnoha nežádoucím oxidačním změnám předejít použitím obalu, který zamezí přístup kyslíku k potravinářskému produktu. Tato ochranná účinnost obalu bývá často zvyšována odstraňováním kyslíku z prostoru mezi obalem a potravinou odsáváním nebo vytěsněním jiným plynem, především dusíkem nebo oxidem uhličitým. Někdy se může ještě přidávat do obalového materiálu vhodné antioxidační činidlo. Jako adsorbéry kyslíku se využívají především oxidy železa (FeO), jejichž koroze – oxidace ve vlhkém mikroklimatu je ještě urychlována přísadkou solí. Zabránění přístupu kyslíku může naopak v některých potravinách vyvolat porušení potřebných oxidačně-redukčních pochodů a vznik nežádoucích zplodin vedoucích ke znehodnocování zabalených potravinářských produktů. Příkladem může být především čerstvé ovoce a zelenina.

Z hlediska výměny kyslíku a plyných zplodin oxidačně-redukčních procesů mezi okolním prostředím a potravinou je možno rozdělit potravinářské produkty na dvě skupiny. První tvoří potraviny, které potřebují k zachování optimální kvality vyměňovat s okolním prostředím plyny. Patří sem především čerstvé ovoce a zelenina. Druhou skupinu představují potravinářské výrobky, u nichž jsou látkové změny spojené s výměnou plynů s okolím, především kyslíku, nežádoucí. Jde především o výrobky sterilované, zmrazené a sušené. Na



přechodu mezi oběma skupinami jsou potraviny, u kterých je v určitém stadiu přístup kyslíku nebo odstranění některých plynných produktů oxidačně-redukčních procesů žádoucí, kdežto v dalších fázích je výhodnější tyto procesy omezit oddělením potraviny od okolního prostředí. Příkladem by mohlo být maso.

Množství kyslíku a dalších plynů [ml], které difundují obalem, je podobně jako u vodní páry funkcí parciálních tlaků sledovaného plynu na obou stranách obalu [Pa], plochy [m<sup>2</sup>] a tloušťky [mm] obalu a času [h]. Koeficient propustnosti obalového materiálu pro kyslík a

další plyny  $P_{O_2}$  má potom rozměr  $\left[ \frac{ml \cdot mm}{h \cdot m^2 \cdot Pa} \right]$ . Rozdíl mezi oběma uváděnými koeficienty

spočívá ve specifikaci difundovaného množství: u par je udáváno v jednotkách hmotnostních a u plynů objemových.

### 5.3 Ochrana potravin obalem před změnami chuti a vůně (ochrana před nimi a jejich ovlivněním obalem)

Změny chutě a arómatu (organoleptických vlastností) patří k nejzávažnějším změnám u potravin, protože jsou velmi citlivě vnímány našimi smyslovými orgány. Ve vztahu k obalu mohou nastat v zásadě tři druhy těchto změn. V prvním případě dochází k těkání čichově aktivních složek z potraviny do okolního prostředí nebo naopak určitá vůně nebo pach jsou adsorbovány potravinou. Úkolem obalu je v těchto případech omezit nebo zabránit pronikání takovýchto látek. Ve druhém případě jde o ovlivnění chutě a vůně v důsledku chemických změn určitých složek potraviny. Nejčastěji se jedná o oxidaci. V takovém případě se využívá obal nepropustný také pro kyslík. Třetím zdrojem změn chutě a vůně potravin může být i vlastní obal, pokud uvolňuje rozpustné nebo těkavé složky do zabalené potraviny. K této interakci by obecně nemělo docházet a její vyloučení je vždy otázkou volby vhodného obalového materiálu pro příslušný potravinářský produkt.

Pronikání pachově aktivních látek přes obalový materiál představuje sdílení hmoty obdobně jako je tomu v případě sdílení par a plynů. Dobrou bariéru obecně představují polymery PET, PA a PVdC; naopak velmi špatnou polyolefiny.

Citlivými potravinami jsou: ovocné šťávy, zelenina (česnek, křen, cibule atd.), koření (nebezpečí jak adsorpce, tak desorpce – vytěkání aromatických látek), potraviny bohaté na

tuky – snadná adsorpce těkavých vonných látek snadno rozpustných v tucích, maso, ryby, pražená káva.

Ovlivnění (kontaminace) potravin složkami obalu v důsledku jejich vzájemného působení je jedním z nejzávažnějších hygienických problémů balení potravin. Významný je zejména pro tekuté potraviny. U tuhých potravin dochází ke sdílení přes plynnou fázi a vlastní proces zahrnuje desorpci složek z obalového materiálu, jejich odpaření a adsorpci v potravinech. Pokud jde o tekuté nebo silně vlhké potraviny, je možné rozlišit dva základní mechanismy narušení obalového materiálu potravinářskými produkty, jejichž důsledkem je následná kontaminace baleného produktu cizorodými látkami a to úplné rozpouštění obalového materiálu, případně jeho vrstev nebo extrakce některých jeho složek. První z uvedených případů je typický pro korozi kovových materiálů v kontaktu s agresivními, převážně kyselými, potravinami. Druhým způsobem přenosu je migrace, při níž je charakteristické, že uvolňování látek z obalového materiálu se děje bez viditelné destrukce. Obal si zachovává technologicky významné vlastnosti, pouze určitá složka přechází do potravin. Migrace je typická pro plastové obaly, kdy do potravin přechází nízemolekulární látky, především zbytky monomerů nebo přídatných látek, jako jsou antioxidanty, plastifikátory, změkčovadla, maziva atp.

Migrace, jako proces, je významná ze dvou aspektů:

- hodnoty migrace, respektive limity celkové nebo specifické migrace jsou základem legislativy pro hodnocení vhodnosti obalových materiálů pro kontakt s potravinami,
- cílené, záměrné uvolňování aktivních činidel z obalu do potravin (jeden z principů aktivního balení).

Proces migrace se analyzuje na principech difúze, jejíž průběh se obecně řídí Fickovými zákony – jsou to základní zákony difúze. Podle nich je množství (mol) rozpuštěné látky prošlé za jednotku času jednotkovým průřezem ( $dn/dt$ ) úměrné koncentračnímu gradientu  $(\delta c/\delta z)_t =$  konstanta:

$$dn/dt = -D(\delta c/\delta z)_t .$$

Konstanta úměrnosti se nazývá difúzní koeficient  $D$ ,  $\delta c$  je rozdíl koncentrací ve vzdálenosti  $\delta z$ . Fickův zákon popisuje změnu koncentračního gradientu v čase. Látková bilance se potom vyjadřuje vztahem:

$$\left(\frac{\partial c}{\partial t}\right)_z = D \left(\frac{\partial^2 c}{\partial z^2}\right) \text{ pro } D = \text{konst.}$$

Při praktickém balení potravin bývá migrační proces ovlivněn i sorpcí na rozhraní obou prostředí v důsledku fyzikálních (van der Waalsovy síly) a chemických (chemisorpce) vazeb. Obvykle představuje dlouhodobý proces. Z hlediska migrace se rozlišují tři základní typy interakce obalu s potravinou:

- Velmi malá až nulová migrace. Zahrnuje interakci pevných, tvrdých a suchých potravin balených v inertních obalech, např. cukr, sůl, ale i tvrdé ovoce a zelenina a zmrazené výrobky. Difúzní koeficienty složek plastu se v těchto případech blíží nule,  $D < 10^{-17} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ .
- Migrace složek obalů probíhá bez ohledu na přítomnost a charakter potravin. Typickým příkladem může být uvolňování plynných složek do potravin, například vinylchloridu. Pro mechanismus těchto procesů je typické, že difúzní koeficienty migrantů mají určité konstantní hodnoty, které se nemění v čase a nezáleží na místě ve folii ani na charakteru balené potravin. Stav lze poměrně přesně popsat Fickovými zákony.
- Migrace složek obalů je zcela závislá na přítomnosti potravin. V její nepřítomnosti nedochází k uvolňování složek obalu, při vzájemném kontaktu však ano,  $D > 10^{-12} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ . Pro tyto případy je typické pronikání potravin do polymeru, porušování jeho fyzikální struktury a změna charakteru fázového rozhraní mezi potravinou a plastem. Polymer stále více „bobtná“ a s tím se zvyšují i hodnoty difúzních koeficientů migrujících komponent.

#### 5.4 Ochrana potravin obalem před změnami teplot

Sdílení tepla z vnějšího prostředí stěnou obalu do potravin nebo naopak je velmi častým procesem, ať už záměrně vyvolaným, jako například při tepelné sterilizaci, chlazení a zmrazování a nebo procesem probíhajícím samovolně při vyrovnávání teploty výrobku s teplotou okolí. Ke sdílení tepla dochází radiací (zářením), konvekcí (prouděním) a kondukcí (vedením).

Sdílení tepla je obor termodynamiky, který se zabývá procesy přenosu energie (tepla) z jedné části prostoru do druhé. Na základě druhého termodynamického zákona platí, že teplo se sdílí

samovolně v prostoru z míst o teplotě vyšší do míst o teplotě nižší. Toto sdílení tepla probíhá tak dlouho, dokud se nedosáhne termodynamické rovnováhy.

### Sdílení tepla radiací

Při radiaci nastává sdílení tepla mezi dvěma systémy bez jejich vzájemného kontaktu, např. Slunce – Země. Sdílení tepla zprostředkovává elektromagnetické vlnění v určitém rozsahu vlnových délek. Tepelný tok, tj. energii, kterou systém vyměňuje s druhým systémem za jednotku času, je v případě sálání úměrný rozdílu čtvrtých mocnin absolutních teplot [K] obou systémů. Jednotkou tepelného toku je tedy watt  $\left[ W = \frac{J}{s} \right]$ . Bude platit:

$$q \approx (T_1^4 - T_2^4) \text{ [W.m}^{-2}\text{]} \quad (5.4.1).$$

U průmyslových zařízení se obvykle efekt sálání uvažuje až při minimálním rozdílu teplot  $\Delta T_{\min} = |T_1 - T_2| = (300 \text{ až } 400) \text{ [K, } ^\circ\text{C]}$ . Znamená to, že v potravinářských provozech se s tímto způsobem sdílení tepla setkáváme prakticky v případě hořáků a pecí, eventuálně při vytápění.

### Sdílení tepla konvekcí

Jak již název naznačuje, dochází zde ke sdílení tepla z proudícího prostředí k povrchu fázového rozhraní. Tepelný tok je v tomto případě dán vztahem:

$$q = \alpha(t_p - t_s) \text{ [W.m}^{-2}\text{]} \quad (5.4.2).$$

$\alpha \text{ [W.m}^{-2}\text{.K}^{-1}\text{]}$  je součinitel přestupu tepla z tekutého prostředí na pevnou stěnu,  $t_p \text{ [} ^\circ\text{C]}$  je teplota tekutého prostředí a  $t_s \text{ [} ^\circ\text{C]}$  je teplota stěny. Hodnota součinitele  $\alpha$  je při nucené konvekci vždy větší, než u volné (přirozené). Přirozenou konvekci lze změnit na nucenou např. mícháním.

### Sdílení tepla kondukcí

Tento mechanismus sdílení tepla se uplatňuje především u tuhých těles. V tuhé fázi je translační a rotační pohyb molekul nulový a vnitřní energie je dána pouze jejich vibrací kolem rovnovážných poloh. Při těchto vibracích dochází k interakci se sousedními molekulami.

Zvýšení intenzity vibrací jedné molekuly se přenáší na molekuly sousední. Intenzita toku tepla je v tomto případě definována rovnicí:

$$q = \frac{dQ}{dS} \text{ [W.m}^{-2}\text{]} \quad (5.4.3).$$

V tuhém tělese musíme rozlišovat také směr tepelného toku, jehož hodnota může být pro odlišné směry různá.  $q$  je vektor. Intenzita tepelného toku při vedení je dána Fourierovým zákonem, který lze zapsat ve formě:

$$\vec{q} = -\lambda \frac{\delta t}{\delta z} \vec{e}_z \text{ [W.m}^{-2}\text{]} \quad (5.4.4).$$

$\vec{q}$  je intenzita tepelného toku ve směru  $z$ ,  $\frac{\delta t}{\delta z} \vec{e}_z$  je složka gradientu teploty ve směru  $z$ ,  $\vec{e}_z$  je jednotkový vektor ve směru  $z$ . Součinitel úměrnosti  $\lambda$  se nazývá tepelná vodivost a jeho jednotkou je  $[\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}]$ . V rámci tohoto předmětu se budeme zabývat pouze jednorozměrnými případy, pro které obecně definovaná vektorová notace ztrácí smysl. Budeme tedy psát:

$$q = -\lambda \frac{dt}{dz} \text{ [W.m}^{-2}\text{]} \quad (5.4.5).$$

Pro rozdíl teplot  $\Delta t_1 = t_2 - t_1$ , tloušťku stěny  $\Delta z_1$  a tepelnou vodivost  $\lambda_1$  bude platit:

$$q = -\lambda_1 \frac{\Delta t_1}{\Delta z_1} \text{ [W.m}^{-2}\text{]} \quad (5.4.6).$$

Pro rovinnou stěnu složenou ze dvou vrstev o tloušťce  $\Delta z_1$  a  $\Delta z_2$  s tepelnou vodivostí  $\lambda_1$  a  $\lambda_2$ , teplotami na vnějších površích  $t_1$  a  $t_3$  a teplotou mezi vrstvami  $t_2$  platí:

$$q = \frac{t_1 - t_3}{\frac{\Delta z_1}{\lambda_1} + \frac{\Delta z_2}{\lambda_2}} \text{ [W.m}^{-2}\text{]} \quad (5.4.7).$$

Obdobně lze odvodit rovnici pro stěnu o  $n$ -vrstvách.

Pro všechny uváděné výpočty, rovnice (5.4.1) až (5.4.7), platí:

$$Q = Sq \text{ [W]} \quad (5.4.8),$$

$$q_J = q\tau \text{ [J.m}^{-2}\text{]} \quad (5.4.9),$$

$$Q_J = Q\tau \text{ [J]} \quad (5.4.10),$$

kde  $\tau$  [s] je čas.

Prostup tepla stěnou

Při balení potravin se lze nejčastěji setkat se stěnou, která je obtékána nebo obklopena různými prostředími z obou stran. Může být jednovrstvá i vícevrstvá. U obalů vystavených slunečnímu záření bývá velmi často ještě radiační stínění, například hliníková folie. V následujícím příkladu je uveden nejjednodušší obecný výpočet prostupu tepla jednovrstvou stěnou, kdy se jedná o sdílení tepla konvekcí, kondukcí a opět konvekcí. Označíme-li parametry vnějšího prostředí indexem  $e$ , parametry prostředí uvnitř nádoby indexem  $i$  a odpovídající teploty stěny  $t_{se}$  a  $t_{si}$ , potom můžeme psát pro sdílení tepla:

$$q_e = \alpha_e(t_e - t_{se}) \text{ [W.m}^{-2}\text{]} \quad (5.4.11),$$

$$q_s = \frac{\lambda}{s}(t_{se} - t_{si}) \text{ [W.m}^{-2}\text{]} \quad (5.4.12),$$

$$q_i = \alpha_i(t_{si} - t_i) \text{ [W.m}^{-2}\text{]} \quad (5.4.13).$$

Na základě platnosti zákona o zachování energie lze napsat:

$$q_e = q_s = q_i = q \text{ [W.m}^{-2}\text{]} \quad (5.4.14).$$

Jestliže u rovnic (5.4.11) až (5.4.13) osamostatníme rozdíly teplot, získáme:

$$q \frac{1}{\alpha_e} = (t_e - t_{se}) \quad (5.4.15),$$

$$q \frac{s}{\lambda} = (t_{se} - t_{si}) \quad (5.4.16),$$

$$q \frac{1}{\alpha_i} = (t_{si} - t_i) \quad (5.4.17).$$

Sečtením rovnic (5.4.15) až (5.4.17) obdržíme:

$$q \left( \frac{1}{\alpha_e} + \frac{s}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_i} \right) = t_e - t_i \quad (5.4.18).$$

Konečné vyjádření tepelného toku sledovanou stěnou lze potom napsat ve tvaru:

$$q = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_e} + \frac{s}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_i}} (t_e - t_i) \text{ [W.m}^{-2}\text{]} \quad (5.4.19),$$

kde složený zlomek se nazývá součinitel prostupu tepla stěnou a označuje se jako  $k$ :

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_e} + \frac{s}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_i}} \text{ [W.m}^{-2}\text{.K}^{-1}\text{]} \quad (5.4.20).$$

Množství sdíleného tepla stěnou, jednovrstvou nebo vícevrstvou, je obecně závislé na jejím materiálu, velikosti její plochy a na teplotovém spádu. To jsou také výchozí údaje pro optimalizaci poměrů pro sdílení tepla mezi obsahem obalu a vnějším prostředím.

Přestup tepla při konvekci z prostředí kapalného nebo plynného na pevnou stěnu je funkcí tepelných vlastností daného prostředí (např. voda vs. vzduch), stěny a především pak charakteru konvekce: nucená nebo přirozená. Konvekce je charakterizována součinitelem přestupu tepla nebo přesněji tepelného výkonu  $\alpha$  [ $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ ].

Sdílený tepelný výkon kondukcí je závislý na tepelné vodivosti materiálu stěny  $\lambda$  [ $\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ]. Mezi nejlépe tepelně vodivé materiály obecně patří kovy. V obalové technice je to především hliník ( $\lambda \cong 395$ ), ocel černá ( $\lambda \cong 45$ ) a ocel nerezová ( $\lambda \cong 15$ ). Led má  $\lambda \cong 2$ , sklo  $\lambda \cong 1$ , dřevo  $\lambda \cong 0,2$  a papír  $\lambda \cong 0,12$ . Nejlepším tepelným izolantem je vzduch s nízkým obsahem vlhkosti,  $\lambda \cong 0,02$  a všechny lehčené materiály (obsahující obvykle vzduch). Do této skupiny zařazujeme především pěnový polystyrén,  $\lambda \cong 0,04$ ; korek má například  $\lambda \cong 0,05$ . Obecně platí závislost přímé úměry mezi tepelnou vodivostí materiálu a jeho měrnou hmotností. To je významná skutečnost v balicí technice, neboť hmotnost a objem obalů jsou permanentně sledované parametry.

V technické praxi se nejčastěji setkáváme se součinitelem prostupu tepla stěnou  $k$  [ $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ ], který zahrnuje konvekci, kondukcí a konvekci pro obvyklé materiály stěn a standardní prostředí na obou stranách stěny. Jeho hodnota bývá uváděna v termodynamických tabulkách. Absorpce záření je zvláště v oblastech větších vlnových délek spojena s přeměnou v teplo. Intenzivní tepelné účinky má hlavně záření infračervené v oblasti vlnových délek  $7,8\cdot 10^2$  až  $5000\cdot 10^2$  nm. Sluneční radiace má obvykle na potravinářské výrobky negativní vliv. Výjimkou je solární sušení, případně ohřev. Zvýšení teploty výrobku sálavým teplem totiž urychluje rozkladné procesy nebo způsobuje výrazné změny konzistence. Obal vytváří v těchto případech významnou ochranu tím, že velkou část dopadajícího tepelně účinného záření odrazí. Poměr záření pohlceného k dopadajícímu, nazývaný poměrná pohltivost, je mírou účinnosti ochrany proti tepelnému záření. Nejúčinnější ochranu proti tepelné radiaci představuje lesklá hliníková fólie. Absorpce sálavého tepla je významná jak u spotřebitelských, tak i přepravních obalů a to zvláště u přepravníků na chlazené a mražené potraviny.



Při vyrovnávání krátkých tepelných změn sehrává významnou roli tepelná kapacita samotných obalů, respektive i zabalených potravin. Z hlediska balení potravinářských produktů, jež jsou vesměs vlhké materiály, je významná hodnota měrné tepelné kapacity (dříve „měrné teplo“) vody  $c = 4,186 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ , což je hodnota nejvyšší pro běžně dostupné látky. Naopak nejmenší mají obecně plyny, například vzduch  $c = 1,01 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$  (hustota vzduchu  $\rho = 1,29 \text{ kg.m}^{-3}$ ). Pro porovnání: měrná tepelná kapacita ledu  $c = 2,09 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ , černé oceli  $c = 0,45 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ . Procentický podíl vody v látce významně ovlivňuje její termodynamické vlastnosti, především pak její tepelnou kapacitu.

### 5.6 Ochrana potravin obalem před vlivy záření, mikrovlnný ohřev

Elektromagnetické záření širokého rozsahu vlnových délek (záření  $\gamma$ , RTG záření a ultrafialové, mikrovlny) a korpuskulární záření ( $\alpha$  a  $\beta$ ) se může uplatňovat v řadě potravinářských technologií. Může působit příznivě i nepříznivě. Mezi příznivé, technologicky využitelné, patří především sterilační a také insekticidní účinky krátkovlnných záření, hlavně  $\gamma$  a RTG. Dále je to omezení klíčivosti brambor ( $\gamma$ ), RTG detekce závad a využívání mikrovlnného ohřevu.

Ultrafialové paprsky jsou běžnou složkou záření v atmosféře nebo je lze snadno získat z umělých zdrojů, nejčastěji rtuťových výbojek. Atmosférické sluneční záření obsahuje ultrafialové paprsky o vlnové délce 286 až 400 nm. Kratší vlnové délky ultrafialového záření z umělých zdrojů se používají pro povrchovou sterilizaci potravin, případně obalů. Pronikavost ultrafialových paprsků je velmi malá. Velmi závažné jsou nežádoucí prooxidační účinky ultrafialových paprsků i krátkovlnného viditelného záření. Tato záření stimuluje především oxidační rozklad tuků. Používané obaly potravin musí odpovídat specifickým požadavkům ozařování. Musí být propustné pro daný typ záření – požadavek nízké hustoty a malé tloušťky obalového materiálu. U kovů je odolnost k záření dobrá. Jejich použitelnost je daná hustotou: Al –  $2690 \text{ kg.m}^{-3}$ , ocel  $7890 \text{ kg.m}^{-3}$ , Pb  $11340 \text{ kg.m}^{-3}$ . Sklo je nevhodné, účinkem záření tmavne a stává se neprůhledným. Plasty se vyznačují nízkou hustotou (PE  $920 \text{ kg.m}^{-3}$ , PET  $1,05 \text{ kg.m}^{-3}$ ). Při větších dávkách záření dochází ke změnám zesílení polymerů, degradace makromolekul a tím ke změnám vlastností.

### 5.6.1 Mikrovlnný ohřev, princip a praktické využití

Princip:

Při dielektrickém ohřevu dochází k přeměně energie střídavého elektrického pole o velmi vysoké frekvenci na tepelnou energii. Děje se tak působením pole na polární molekuly materiálu.

Dipóly molekul se nepřetržitě natačejí podle okamžitého směru elektromagnetického pole a takto mění svoji orientaci až několik miliardkrát za sekundu. Přitom se využívá dvou procesů: mezimolekulárního tření, k němuž dochází při překonávání mezimolekulárních přitažlivých sil, a hystereze, která vzniká mezi působícím polem a indukovanou elektrickou odezvou vlivem setrvačnosti, jež závisí na elektrickém náboji, hmotě a tvaru molekul. Díky těmto jevům je ohřev produktu velmi rychlý a probíhá v celém objemu, ve kterém působí elektromagnetické pole na polární materiál.

Princip dielektrického ohřevu byl objeven v souvislosti s vývojem radiolokátorů již těsně po druhé světové válce, ale komerční uplatnění našel až po více než dvaceti letech.

Mikrovlnami nelze běžně ohřívat plyny.

Praktická realizace:

Jestliže se vloží elektricky izolační nebo velmi málo vodivý materiál do statického elektrického pole vysokého kmitočtu, dochází k jeho záhřevu vlivem tzv. dielektrických ztrát. Prakticky se materiál vkládá mezi dvě elektrody, na které se přivádí vysoké vysokofrekvenční napětí. Vznikne tak kondenzátor, jehož dielektrikum je tvořeno ohřívaným materiálem. U těchto zařízení se teplo do materiálu dopravuje pomocí vysokofrekvenčního elektrického pole. Pro mikrovlnný dielektrický ohřev se používá kmitočtů do 3 GHz. vyráběných nejčastěji v elektronkách, které se označují jako magnetrony. Vysokofrekvenční energie se přivádí do pracovního prostoru, kde vznikne silné elektromagnetické stojaté vlnění. Do tohoto pracovního prostoru se vkládají předměty určené k ohřevu. Elektrická složka vlnění je rychle zahřívá, řádově desítky sekund až několik minut.

Využití:

Mikrovlnný dielektrický ohřev se využívá zejména pro ohřev jídel, sterilizaci potravin a také v průmyslu, především sušení a zpracovávání plastů.

V zemích, kde je vybavenost mikrovlnnými sporáky velmi vysoká, například USA, Kanada, Japonsko téměř 80%, Velká Británie, Austrálie, Francie, Německo asi 50%, jsou na trhu v

zásadě dva typy výrobků: potraviny, které jsou určeny výhradně pro mikrovlnný ohřev a potraviny, které lze ohřívat, jak v mikrovlnných sporácích, tak klasickým způsobem ve vroucí vodě, v horkovzdušném zařízení atp. Pro druhou skupinu výrobků se používá názvu dual-ovenable. První skupina výrobků umožňuje producentům snížit náklady na obal a také zlepšit kvalitu pokrmu. Například pro pokrmy určené výhradně pro mikrovlnný ohřev je lépe snížit obsah vody v receptuře, upravit obsah solí a podobně.

Hlavní výhody mikrovlnného ohřevu jsou rychlost a rovnoměrnost ohřevu ve srovnání s tradičními metodami. Určitým nedostatkem je absence pečícího efektu plynoucího z rovnoměrnosti ohřevu, případně lze uvést také nerovnoměrnost ohřevu vyplývající z nehomogenity materiálu i nerovnoměrné distribuce energie mikrovlnného pole. Obaly pro mikrovlnný ohřev musí kromě klasických funkcí, viz kapitola 1.0 Úvod, splňovat další specifické požadavky vyplývající z charakteru mikrovlnného pole. Jedná se především o maximální omezení možnosti vzniku elektrického výboje mezi jednotlivými obaly, částmi obalů nebo i mezi obalem a vlastní stěnou mikrovlnného zařízení a také schopnost přispívat k rovnoměrnému záhřevu zabalené potraviny. Z hlediska chování v mikrovlnném poli lze obaly určené pro mikrovlnný ohřev rozdělit na aktivní a pasivní:

Pasivní na trhu dominují. Neovlivňují účinek mikrovlnného pole a používají se zejména pro tekuté potraviny, zeleninu a hotové pokrmy, kdy účelem je pokrm ohřát nebo uvařit. Tyto obaly v podstatě neovlivňují ohřev potraviny, jsou transparentní pro mikrovlnné záření, které se absorbuje výhradně balenou potravinou a přímo ji zahřívá. Nejčastěji se pro výrobu těchto obalů používají materiály sklo, polyester (převážně v krystalické modifikaci), vrstvené materiály na bázi polypropylenu, kombinace polykarbonátu s polyeterimidem, směs polyetylenoxidu s polystyrenem a papír laminovaný polystyrenem. Použitelnost těchto materiálů je především podmíněna jejich přiměřenou tepelnou stabilitou. Obecně platí, že potravina v mikrovlnném zařízení nemůže být zahřívána na teplotu přesahující 100 °C, pokud se z ní nevyparí veškerá voda (vznik přehřáté vodní páry). Zvláštní kapitolu v mikrovlnném ohřevu představují kovové obaly, jež byly dlouho považovány jako nevhodné a to ze dvou důvodů (tato představa platí u řady spotřebitelů doposud):

- V mikrovlnném poli se na izolovaných kovových plochách indukuje značné napětí, které může být příčinou elektrického výboje mezi obalem a vlastním zařízením nebo mezi jednotlivými obaly.

- Kovovou plochou odražené vlnění může zahřívát zdroj – magnetron, který se tak může poškodit.

Problémy se vznikem elektrického výboje se řeší vhodnou úpravou obalu a nebezpečí poškození magnetronu vhodnou konstrukcí mikrovlnného sporáku. Například hliníkové misky se často lakují, čímž se povrch obalu opatřuje izolační vrstvou. Upravují se tak reflexní vlastnosti pro mikrovlny a obal se stává také přijatelnější pro spotřebitele, který nedůvěřuje kovovým obalům. Vzhledem k nepropustnosti kovů pro mikrovlny je zřejmé, že potraviny v miskách tohoto typu musí být ohřívány pod krycím víčkem z jiného materiálu transparentního pro mikrovlny, nejčastěji plastového. Mikrovlny tak vstupují do potraviny pouze krycí fólií, což má za následek, že absorpce energie potravinou a její ohřev jsou pomalejší, čímž lze dosáhnout rovnoměrnějšího ohřevu ve srovnání například s PET miskami. Pro mikrovlnný ohřev se velmi často používají skleněné obaly. Sklo je dostatečně transparentní pro mikrovlnné záření a vykazuje značnou tepelnou stabilitu. Sklo samo o sobě však absorbuje část mikrovlnné energie a může se tak poměrně rychle zahřát. To pak ztěžuje manipulaci a podporuje nerovnoměrné rozložení teplot v pokrmu. To pak může vést až k lokálnímu přehřátí potraviny a „vystříkování“ ze skleněné nádoby. Obecně platí, že s ohledem na charakter mikrovlnného ohřevu se preferují nádoby nízké se širokým hrdlem umožňující rovnoměrnější ohřev oproti nádobám štíhlým.

Aktivní obaly pro mikrovlnný ohřev jsou ty, které ovlivňují nějakým způsobem vlastní proces v mikrovlnném zařízení a tím odstraňují některé problémy s tím spojené, eventuálně umožňují spotřebiteli kontrolovat úroveň ohřevu. Nejrozšířenějším aktivním prvkem při balení potravin jsou tak zvané susceptory. Mikrovlnný ohřev totiž neumožňuje vytvoření křehké, zhnědlé kůrky a aromatu typického pro pečené potraviny. Důvodem je rovnoměrný ohřev v celém objemu pokrmu. Tyto nevýhody se již dříve řešily pomocí speciálního skleněného nádobí pro mikrovlnné sporáky, které je známé pod názvem „Crispers“ a „Browners“. Tyto nádoby v principu absorbují určitou část mikrovlnné energie, tím se ohřejí a sdílením tepla konvekcí zvyšují teplotu přilehlé potraviny, zatímco procházející část záření ohřívá typickým způsobem pokrm v celém objemu. Podobně pracují susceptory. Nejčastěji jsou tvořeny polyesterovou fólií s vakuově nanesenou vrstvou nebo více vrstvami kovového pigmentu laminovanou na kartonu. Nejrozšířenější jsou susceptory na bázi hliníku. Ve vrstvě kovového pigmentu se absorbuje část mikrovlnného záření, jeho elektrická složka se přemění na energii

infračerveného záření (sdílení tepla radiací) a tím se obalová fólie téměř okamžitě vyhřeje na teplotu několika set stupňů odpovídající teplotě pečení (až 250°C). Rozhodující pro činnost susceptoru je množství naneseného kovového pigmentu. Susceptor je konstruován tak, že hliníková vrstva je odvrácena od vlastního obsahu obalu, vnitřní stěnu tvoří obvykle polyester. Tím se zabraňuje styku potravin s hliníkem a kovová vrstva se chrání před poškozením. Karton, na který je pokovená vrstva nanese na pak zajišťuje rozměrovou stabilitu během ohřevu. Dalším vyvíjeným aktivním prvkem jsou vodivé nátěry, u nichž se předpokládá, že by mohly nahradit susceptorové fólie. Mezi aktivní složky obalů pro mikrovlnný ohřev se zařazují také různé stínící nebo odrážecí prvky, indikátory přiměřenosti ohřevu, absorbéry uvolněného tuku, ventilký umožňující únik vyvíjejících se par a plynů atp. U obalů potravin určených pro mikrovlnný ohřev musí výrobce poskytnout spotřebiteli i doplňující informace nad běžný standard.: Zřetelně musí být označeno, že se jedná o výrobek vhodný pro mikrovlnný ohřev, dále musí být uvedena potřebná doba záhřevu v závislosti na nastavený výkon, způsob úpravy obalu před vložením do mikrovlnného sporáku a popis, jak rozpoznat, že pokrm byl skutečně přiměřeně tepelně opracován.

### **5.7 Ochrana potravin obalem před kontaminací cizorodými látkami**

Cizorodými látkami rozumíme všechny anorganické a organické substance, které v původních potravinách nebo potravinářských surovinách nebyly přítomny a které se do nich dostaly z vnějšího prostředí (exogenní) nebo se v nich vytvořily (endogenní) bez záměrného a cíleného zasahování. V kontextu ochrany potravin obalem se rozumí exogenními cizorodými látkami především nežádoucí znečištění (kontaminace); cizorodé látky endogenní vznikají interakcí určitých složek v zabalené potravine, přičemž vytvořené sloučeniny nejsou pro danou potravinu typické a nejsou prospěšné zdraví spotřebitele.

Cizorodé látky exogenní představují především veškerou nečistotu, kterou může být potravina kontaminována na cestě z místa výroby až ke spotřebiteli. Jde hlavně o prach, hlínu, zrnka písku nebo jiné jemnější nebo hrubší disperze ovzduší. Obecně platí, že ochrana před tímto druhem znečištění bývá poměrně snadná, především v případech, kdy jsou kontaminujícími nečistotami pevné částice. Tam, kde to výrobek vyžaduje, není v současnosti problém zvolit obal, včetně uzávěru, který je schopný zabránit průniku těchto nežádoucích látek. Pokud je nutné použít pro potravinu obalový materiál, který tuto schopnost nemá, například při balení

ovoce a zeleniny do sítěk, pytlů atp., potom se musí tyto produkty před konzumací loupat nebo omývat. Vlhké nebo tekuté nečistoty, případně kontaminující adsorpce plynných složek, vyžadují obal s odpovídajícími bariérovými účinky proti pronikání nežádoucích par a plynů.

Na zvyšování obsahu nežádoucích cizorodých látek v potravinách se mohou podílet i vlastní obaly. Tato nebezpečí vznikají také při nevhodné volbě povrchových úprav obalových materiálů na straně styku s potravinou. Přechod některých látkových složek obalu do potravin patří k závažným problémům alimentární hygieny a věnuje se mu proto značná pozornost v hygienických normách. Jestliže se posuzují obecné aspekty kontaminace potravin obaly, lze uvést, že menší nebezpečí přechodu cizorodých látek z obalu do potravin je u náplní se skupenstvím pevným. Platí to zvláště u produktů kusových, méně již u vláknitých a práškových. Nejproblematictější z tohoto pohledu jsou náplně tekuté a pastovité, u nichž hrozí nebezpečí jednak rozpouštění obalového materiálu a jednak vyluhování, extrakce některých jeho složek. Rozpouštění je charakteristické pro kovové obaly s agresivními náplněmi, především kyselého charakteru. Sklo, stejně jako používané makromolekulární plasty se v běžných potravinářských náplních nerozpouští. Platí to i o celulózových složkách obalů. Při rozpouštění může za určitých příznivých podmínek pro reakci mezi náplní a obalovým materiálem nastat úplná destrukce obalu nebo jeho styčné vrstvy s potravinou. Například za přítomnosti účinného depolarizátoru (kyslík, dusičnan atp.) v náplni konzervových plechovek se může rozpouštět ochranný cínový povlak. K extrakci cizorodých látek z obalu do potravin dochází v případě, že v náplni je rozpustná pouze určitá látková složka obalu, která potom do dané náplně difunduje. Příkladem by mohlo být vyluhování změkčovadel, stabilizátorů a jiných nízkomolekulárních podílů z plastů, jejichž makromolekuly jsou zpravidla samy o sobě proti rozpouštění odolné. Podobným případem je i vyluhování tvrdících složek z kličkových střev. Velký význam, z hlediska možných extrakcí, má interakce mezi tuky a plasty. Účinek některých impregnačních přísad, například antioxidačních a mikrobistatických, je také založen na jejich částečné extrakci do povrchové vrstvy náplně.

## 5.8 Ochrana potravin obalem před mikrobiálním znehodnocením

Kontaminace mikroorganismy bývá hlavní příčinou různých forem znehodnocení potravin, projevujících se hlavně jako plesnivění, kvašení a hniloba. Obal má při ochraně potravin před mikrobiální nákazou prvořadou úlohu. Jeho ochranný účinek spočívá v tom, podobně jako

v předchozích případech, že vytváří bariéru, která odděluje potravinu od vnějšího prostředí bohatého na mikrobiální infekci, dále může ovlivňovat vegetaci mikroflóry v zabalených potravinách různou propustností, zejména pro kyslík a vodní páru. Kromě charakteru zabalené potraviny je důležitá i mikrobiální odolnost použitých obalových materiálů: u skla a kovů dobrá, papír, dřevo tkaniny - citlivé. Nehygienicky vyrobené, špatně ošetřené a nevhodně aplikované obaly mohou být v praxi zdrojem infekce. Obal se nesmí stát zdrojem kontaminace. S tím je spojen výběr obalových materiálů a péče o jejich skladování. Kovové a skleněné materiály nepůsobí v tomto směru zásadní potíže. Mohou být sice nositeli infekce, ale dají se velmi dobře sterilovat, takže splňují nejnáročnější požadavky. Pozornost je třeba věnovat především vratným obalům. Účinnost jejich mytí v myčkách je dána kombinací doby, teploty a koncentrace použitých čisticích prostředků, především hydroxid sodný, alkalické mycí prostředky, smáčedla, desinfekční prostředky na bázi aktivního chlóru (např. Chloramin) a kvarterní amoniové sloučeniny (např. Ajatin, Septonex).

Vysoce perspektivní je vývoj obalů s aktivní antimikrobní funkcí. V praxi našlo uplatnění jen několik typů. Mezi ně je možné zařadit absorbéry kyslíku, které jsou velmi účinným prostředkem proti aerobním formám mikrobů. V zahraničí se používají i tak zvané emitory ethanolu, to je sáčky vkládané do obalů, podobně jako absorbéry, uvolňující do volného prostoru v obalu páry ethanolu. Principu se využívá zejména za účelem prodloužení trvanlivosti baleného pečiva.

## 5.9 Ochrana potravin obalem před znehodnocováním škůdci

K nebezpečným biologickým škůdcům potravin patří hmyz. Je zastoupen mnoha druhy, které se liší různou schopností napadat určité materiály. V našich klimatických podmínkách jsou to především termiti, zavíječi, potěmníci a červotoči. Hmyz nemusí poškozovat pouze potravinu, velmi často to mohou být i vlastní obaly. Je známé, že kromě skla a kovů, které představují dokonalou bariéru proti škůdcům, mohou být ostatní obalové materiály napadány. Pro běžnou ochranu potravin v našich zeměpisných šířkách vyhovují standardní obaly dřevěné, lepenkové, několikvrstevné papírové pytle nebo fólie z plastů a hliníku. Bariérové účinky proti pronikání škůdců jsou závislé nejen na kvalitě a tloušťce, ale i na povrchových vlastnostech obalu. Značnou odolnost proti hmyzu vykazují kombinace některých materiálů, především plastových a hliníkových fólií a také kartóny s termoplastickými povlaky.

Kritickými místy, z hlediska pronikání hmyzu, jsou vždy spoje. Pro náročnější ochranu se u měkkých obalových materiálů, hlavně papírů a lepenek, používá ochrana aktivními prostředky, impregnací a insekticidy. 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 těžké a aromatické, což značně omezuje možnost jejich použití. Všechny uváděné látky musí splňovat beze zbytku příslušné hygienické požadavky, předpisy a normy. 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. Každoročně způsobují obrovské škody na potravinách a obalech hlodavci. U nás nejsou zastoupeni mnoha druhy, ale jejich výskyt je značný. Kromě materiálních škod, které vytvářejí, spočívá jejich nebezpečí také v přenášení infekcí, takže boj proti nim patří k nejzávažnějším hygienicko-protiepidemiologickým opatřením. Našimi nejběžnějšími hlodavci, před nimiž je třeba chránit potraviny jsou myši, potkani a krysy. Podobně jako hmyz dávají i hlodavci přednost potravině volně ložené před zabalenou. Zda se vrhnou na potravinu v obalu, záleží jak na jejich fyziologické dispozici, čichové ostrosti atp., tak i na vlastnostech obalu. Zamezení přístupu hlodavců k potravině obalem musí být součástí komplexních deratizačních opatření, jakými jsou hlavně odstraňování odpadků, dodržování čistoty a zamezení přístupu hlodavců zvenku do skladů a dopravních prostředků.

## 6.0 HODNOCENÍ KVALITY OBALOVÝCH MATERIÁLŮ PRO POTRAVINY

Obecně platí, že pro balení potravin je nutné používat obalové materiály vyšší kvality v porovnání s jiným zbožím. Ve všech vyspělých zemích je proto zaveden systém kontroly kvality obalových prostředků přicházejících do styku s potravinami a potravinářskými surovinami. V České republice je to v současnosti [zákon 258/2000 Sb.](#) O ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů. Hlavními prováděcími předpisy specifikujícími požadavky na základní typy materiálů, včetně součástí potravinářských strojů a zařízení, jsou [vyhlášky Ministerstva zdravotnictví ČR č. 37/2001 Sb.](#) O hygienických požadavcích na výrobky přicházející do přímého styku s vodou a na úpravu vody a [č. 38/2001 Sb.](#) O hygienických požadavcích na výrobky určené pro styk s potravinami a pokrmy,



novelizovaná vyhláškou [č. 186/2003 Sb.](#) Všechny prováděcí vyhlášky zákona 258/2000 Sb. jsou v souladu s platnou legislativou EU, což umožňuje uznávání zahraničních atestů na obalové prostředky, jež byly vypracovány v souladu s předpisy EU, v ČR. Zákon 258/2000 Sb. stanoví pro výrobce nebo dovozce obalů a předmětů určených pro styk s potravinami povinnost vydat prohlášení, že výrobek vyhovuje požadavkům tohoto zákona. V souladu se zvyklostmi v EU zákon nespecifikuje formu tohoto prohlášení ani podklady, na jejichž základě lze shodu se zákonnými předpisy deklarovat. Zákon 258/2000 Sb. v současné podobě nestanoví ani sankce za nesplnění této povinnosti, což v praxi 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.

Z výše uváděného vyplývá pro praxi, že kvalita obalových materiálů, případně strojírenských zařízení přicházejících do kontaktu s potravinami je významným faktorem v systému zajištění bezpečnosti potravin – HACCP. Dříve výrobci potravin vyžadovali po dodavatelích obalů kopii „Rozhodnutí hlavního hygienika ČR“. Dnes to je prohlášení výrobců. Vzhledem k tomu, že není ze zákona stanovena závazná podoba tohoto prohlášení, ukazuje se, že obsah i forma prohlášení jsou výsledkem dohody vzniklé v rámci dodavatelsko-odběratelských vztahů mezi výrobcem potravin a dodavatelem obalového materiálu. Z důvodů zajištění kvality a bezpečnosti finálního potravinářského produktu musí výrobce potravin trvat na prohlášení doloženém věrohodnými podklady, například zkušebními protokoly laboratoří prokazatelně způsobilými pro dané testy (akreditované laboratoře) a komplexními hodnoceními hygienické nezávadnosti na základě dostupných pramenů (zkušební protokoly, údaje výrobců atp.) způsobilou, to je autorizovanou osobou. Protože doposud nebyly osoby autorizované k posuzování výrobků podle zákona číslo 258/2000 Sb. ustaveny a systém jejich výběru a hodnocení se teprve připravuje, je z hlediska možné kontroly orgány hygienické služby výhodné jak pro výrobce a dodavatele obalových materiálů, tak výrobce potravin vyjádření Státního zdravotního ústavu (SZÚ). V praxi lze předpokládat, že v případě jakéhokoliv problému v důsledku dodatečné kontroly kvality používaných obalových materiálů pracovišti hygienické služby, bude pozice výrobce potravin daleko silnější, bude-li se moci prokázat příznivým posouzením kvality použitého obalového materiálu ze SZÚ jako vrcholového orgánu hygienické služby v ČR. Z uvedeného vyplývá, že vypracování prohlášení o shodě

vlastností obalového materiálu s požadavky zákona 258/2000 Sb. je třeba věnovat maximální pozornost, neboť žádný posudek, byť od renomovaného pracoviště, nezbujuje výrobce obalových materiálů zodpovědnosti za jejich kvalitu. V případě, že by se prokázalo porušení platných limitů nebo nařízení, hrozí pokuta až do výše 2 mil. korun a v případě zavinění poškození zdraví až do výše 3 mil. korun.

Materiály určené pro kontakt s potravinami jsou posuzovány z řady hledisek, podle chemického složení, funkčních vlastností, organoleptických vlastností atp. Jedním ze základních parametrů jsou přitom migrační charakteristiky, významné zejména pro polymerní materiály, ale také pro papírenské výrobky, tkaniny a další. Při posuzování polymerních materiálů má klíčový význam migrace. Je to obousměrný děj mezi obalem a potravinou. Z hygienického hlediska je však významné především množství a charakter cizorodých látek uvolňujících se do potraviny. V zásadě se rozlišují dva druhy migrace a to globální (celková) a specifická. Globální představuje přestup všech, v mnoha případech neznámých, složek z obalu do potraviny. Specifickou migrací označujeme přechod jedné nebo několika určitých látek, které jsou významné především z hygienického hlediska nebo mohou být využívány i ke studiu sdílení hmoty, například aromat, mezi obalem a potravinou apod. Podle zákona 258/2000 Sb. „plasty a výrobky z plastů“, citace, určené pro styk s potravinami nesmějí uvolňovat do potravin své složky v množství přesahující  $10 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-2}$  povrchové plochy výrobku. Tento limit migrace lze v některých případech vyjádřit jako  $60 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  potraviny. Koncept celkové migrace byl tvůrci legislativy EU přijat ve snaze omezit množství látek uvolňovaných z obalů do potraviny a to bez ohledu na jejich škodlivost a nebo neškodnost. Z hlediska hodnocení celkové migrace je to posuzováno naprosto stejně. Tato koncepce neuvažuje s možností, že by obal mohl být prostředkem, pomocí kterého se do balené potraviny aplikují aditivní látky. Vše, co se z obalu uvolňuje, je považováno za nežádoucí.

## 7.0 BALENÍ V MODIFIKOVANÉ ATMOSFÉŘE (MAP).

(Viz příloha 2 video sekvence „Balení v modifikované atmosféře“)

Kvalita skladovaných potravin je zásadním způsobem ovlivňována okolním prostředím. V důsledku působení vnějších vlivů může docházet u potravinářských produktů ke změnám mikrobiálním (plísně, kvasinky, bakterie), enzymatickým, chemickým (především oxidace) a

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

fyzikálním (především vysoušení). Jejich intenzita je obecně závislá na parametrech vnějšího prostředí. Cílenou změnou složení okolní atmosféry lze dosáhnout zpomalení nebo i úplného zastavení nežádoucích pochodů v potravinách a tím prodloužení jejich údržnosti. Na tomto principu je založena moderní ochrana balených potravinářských produktů: balení v modifikované atmosféře (MAP – Modify Atmosphere Packaging), respektive balení v řízené atmosféře (CAP – Controlled Atmosphere Packaging). Termín MAP je většinou spojován se spotřebitelskými baleními, zatímco CAP s volně loženými produkty ve skladech. MAP zahrnuje balení vakuové (VP – Vacuum Packaging) a tzv. rovnovážné (EP – Equilibrium Packaging). VP spočívá v odstranění všech plynů a par z okolí potravin v takové míře, aby obsah kyslíku klesl pod hodnotu 1% z původního množství. Principem EP je snaha o dosažení rovnovážného a stabilního stavu (nulové sdílení hmoty, eliminace oxidačních reakcí atp.) mezi potravinou a vnějším prostředím. V praxi se jedná o odstranění vzduchu z obalu a jeho nahrazení ochrannou atmosférou tvořenou třemi základními plyny, resp. jejich směsí, schválenými v ČR a v zemích EU: kyslíkem  $O_2$ , dusíkem  $N_2$  a oxidem uhličitým  $CO_2$ . Kyslík – nejrozšířenější prvek na zemi, vyrábí se rektifikací zkapalněného vzduchu. Dusík – převažující složka vzduchu, vyrábí se rektifikací zkapalněného vzduchu. Oxid uhličitý – získává se zejména dočišťováním z přírodních zdrojů, kvasných nebo chemických procesů. Pro účely balení potravin musí mít plyny předepsanou kvalitu (např. ppm 2,5 → čistota 99,5%) dokumentovanou závazným posudkem hlavního hygienika ČR. Příklady takto schválených plynů a směsí pro vytvoření ochranné atmosféry při balení různých potravin a pro sycené nápoje jsou uvedeny v tabulce 7.1 Složení ochranné atmosféry při balení potravin.

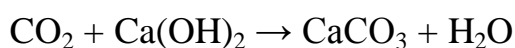
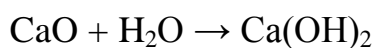
Tab. 7.1 Složení ochranné atmosféry při balení poživatin

Plyn nebo směs plynů	Poživatina
25% CO <sub>2</sub> a 75% O <sub>2</sub>	Čerstvé maso
80% N <sub>2</sub> a 20% CO <sub>2</sub> , 100% N <sub>2</sub> , 60% N <sub>2</sub> a 40 % CO <sub>2</sub>	Šunka a uzeniny
100% CO <sub>2</sub> nebo 20% N <sub>2</sub> a 80 % CO <sub>2</sub>	Drůbež
Směs N <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> , O <sub>2</sub>	Ryby (procentuální složení závisí na druzích ryb)
100% N <sub>2</sub>	Nápoje sycené CO <sub>2</sub>
100% CO <sub>2</sub>	Ostatní nápoje
100% N <sub>2</sub> , 80% N <sub>2</sub> a 20% CO <sub>2</sub> , 90% N <sub>2</sub> a 10% CO <sub>2</sub>	Jogurty a tvarohové dezerty
100% CO <sub>2</sub> , 70% N <sub>2</sub> a 30% CO <sub>2</sub> , 40% N <sub>2</sub> a 60% CO <sub>2</sub>	Sýry
100% N <sub>2</sub>	Olej
90% N <sub>2</sub> a 10% CO <sub>2</sub>	Ztužené tuky
70% N <sub>2</sub> a 30% CO <sub>2</sub> , 40% N <sub>2</sub> a 60% CO <sub>2</sub> , 100% CO <sub>2</sub> , 20% N <sub>2</sub> a 80% CO <sub>2</sub>	Chleba a těstoviny
100% N <sub>2</sub> , 100% CO <sub>2</sub> , 70% N <sub>2</sub> a 30% CO <sub>2</sub>	Pro suché produkty (sušené mléko, káva, čaj, ořechy, müsli apod.)

V praxi platí, že samotná úprava atmosféry nad potravinou nemůže zvýšit zásadně její údržnost, ale jako doplněk jiných obvyklých konzervačních metod, především chlazení, významně prodlouží dobu skladovatelnosti. Při volbě MAP je třeba mít na paměti, že u VP může docházet k poškození struktury potraviny, vytlačení vlhkosti a tuků z produktu atp. Při tvorbě ochranné atmosféry s vyšším obsahem O<sub>2</sub> u čerstvého masa (O<sub>2</sub> zvyšuje zabarvení masa dočervena) dochází k urychlené oxidaci tuků a podpoře růstu aerobních bakterií. CO<sub>2</sub> je rozpustný v potravinách, což může způsobovat zmenšování objemu vytvořené modifikované atmosféry (vzniká tzv. pseudovakuový efekt) a také pokles pH potraviny. N<sub>2</sub> je rozpustný v tucích.

V řadě případů je třeba upravovat modifikovanou atmosféru v obalu i v průběhu skladování výrobku. Děje se tak při využívání tzv. aktivních systémů balení, jež zahrnují především

absorbéry plynů a par. Mezi nejvýznamnější patří absorbéry kyslíku. Používají se především pro zvyšování účinnosti vakuového balení a za účelem snížení zbytkového kyslíku v obalu. Většinou jsou založeny na principu oxidace FeO, často s přidavkem soli, která s vlhkostí urychluje proces koroze. Bývají vyráběny ve formě sáčků. Absorbéry oxidu uhličitého se využívají především při balení čerstvě pražené zrnkové kávy, ze které se uvolňuje značné množství CO<sub>2</sub>. Jeho volné unikání do prostředí není možné, protože by se současně ztrácelo aroma. Nutné jsou proto obaly s dokonalými bariérovými vlastnostmi. Absorbéry CO<sub>2</sub> pracují na bázi CaO a jsou dodávány jako sáčky:



Pro regulaci dozrávání plodin slouží absorbéry ethyleny. Ethylen urychluje stárnutí rostlinných pletiv a zkracuje dobu skladovatelnosti ovoce a zeleniny. Tyto absorbéry jsou také dodávány ve formě sáčků. Absorbéry nežádoucích pachů a chutí se u nás v běžné potravinářské praxi u balených potravin používají jen velmi zřídka. Známé jsou ale především pohlcovače pachů do ledniček atp. Jako aktivní systémy regulující vlhkost u zabalené potravin se rozlišují dva typy: první absorbuje vlhkost uvolňovanou z potravinou přímým kontaktem, vyrábí se ve formě misek nebo výstelek a fólií a druhý absorbuje vlhkost z prostředí. Moderní materiály se schopností vysoké absorpce vlhkosti a vody jsou vláknité syntetické hygroskopické hmoty, dříve dominovaly hygroskopické soli. Pro potraviny nelze používat známý silikagel. Mezi aktivní systémy regulující vlhkost u zabalené potravin bývají někdy zařazovány i folie s antikondenzační úpravou, antifog. Jejich princip spočívá v dokonalé smáčivosti a v tvorbě filmové kondenzace, jež je na rozdíl od kapénkové průhledná.

Z podstaty MAP je zřejmé, jaké základní požadavky jsou kladeny na používané obalové materiály. Kromě standardních vlastností jako je hygienická nezávadnost, pevnost, svařitelnost, možnost recyklace nebo snadné likvidace atd. to jsou především bariérové účinky proti pronikání permanentních plynů a vodní páry. Často je vyžadována pouze jejich částečná nebo i jednosměrná propustnost.

## 8.0 INTELIGENTNÍ BALENÍ (SP).

Inteligentní balení potravin (Smart Packaging) představuje systém, který monitoruje stav výrobku tak, aby podával informace o jeho kvalitě od okamžiku zabalení až do okamžiku jeho spotřeby, to znamená v průběhu veškeré přepravy a skladování. Inteligentní balení se používá na vybrané, obvykle vysoce kvalitní zboží s odpovídající cenovou úrovní. V současné době se lze ale někdy setkat i se snahou výrobců nebo prodejců využívat tohoto způsobu balení ke ztraktivnění určitých výrobků na trhu. Používá se především u spotřebitelských balení. Základními funkčními prvky systémů inteligentního balení jsou indikátory. U potravinářských produktů se využívají převážně k indikaci teploty, složení atmosféry (O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, relativní vlhkosti) a také k související indikaci čerstvosti zabaleného výrobku. Z pohledu možnosti nejširšího použití se lze setkávat stále častěji také s indikátory proti zcizení (anti theft tag) a proti falšování výrobků (technologie EAS, Electronic Article Surveillance). Navazující a dynamicky se rozvíjející oblastí inteligentních systémů balení je v současné době RFID (Radio Frequency Identification Device). Tento systém má velké množství aplikačních možností, o jejichž využití se nyní píše především v souvislosti s vizemi do budoucna. Dnes se aplikuje hlavně při evidencích, manipulacích a zaznamenávání změn parametrů vnějšího prostředí, především teploty, ale také relativní vlhkosti. Podle britského zdroje **IDTechEx** představuje roční prodej těchto elektronických prvků v současné době asi jednu miliardu. V nejbližších letech se očekává nárůst až na hodnotu desetkrát vyšší.

Indikátory teploty jsou v podstatě malé senzory umístěné na povrchu obalu nebo zatavené v balicí fólii. Hlavní principy, na nichž jsou založeny, je možné rozdělit na fyzikální – mechanické, chemické a enzymové. Pro indikaci teplot se v praxi nejvíce využívá změna barvy nebo zbarvení na testovacím senzoru, jenž má obvykle podobu proužku nebo značky. Tyto indikátory jsou schopny monitorovat teplotu, které byl výrobek vystaven v reálném čase a to buď jako hodnotu vratnou, kdy ukazují její okamžitou úroveň nebo nevratnou, kdy zaznamenávají její extrém (TI, Temperature Indicator). Nejdokonalejší současné indikátory jsou schopny sčítat vnější tepelné účinky a zaznamenávat celou historii teplotových změn u potravin od okamžiku zabalení až po spotřebu (TTI, Time Temperature Indicator). Významným a sledovaným parametrem u těchto senzorů je časová rychlost odezvy.

Indikátory TI dávají přehled o tom, jestli byl výrobek vystaven teplotám nad nebo pod referenční hodnotou. Někdy jsou schopny zaznamenat i kritickou dobu jejího překročení,

takže potom dávají signál o možných kvalitativních změnách u potravin. Využitelnost těchto indikátorů je i přímo ve výrobních procesech, například zaznamenávání doby a dosažené teploty při sterilizačním ohřevu. Indikátory TTI jsou senzory, které jsou vždy vyrobeny pro určitou potravinu se známými tepelnými vlastnostmi. Sčítají tepelné účinky působící na výrobek v daném časovém úseku a zaznamenávají teplotové změny od okamžiku aktivace. Z těchto údajů lze potom vyhodnocovat konečnou kvalitu potravin, dobu překročení kritických hodnot atp. Z TTI vycházejí také indikátory kvality. Jsou založeny na principu, že se obecně kvalita potravin snižuje mnohem rychleji při vyšších teplotách v důsledku biochemických reakcí a mikrobiálního růstu. Musí platit, že aktivační energie reakce indikátoru bude identická kažení zabalené potravin a že doba, po které se stává indikátor již neaktivní, je odpovídající době udržitelnosti dané potravin. TTI indikátory se aktivují účinkem teploty, proto se musí před použitím skladovat hluboce zmrazené.

Indikátory složení atmosféry, respektive indikátory netěsností obalu, monitorují změny v obsahu kyslíku, oxidu uhličitého a někdy i relativní vlhkosti. Většina těchto čidel pracuje na principu barevné změny, která je výsledkem chemické nebo enzymové reakce. Některé senzory jsou založeny na změnách barvy pigmentů. Nejběžnější oxidačně-redukční barvivo používané pro indikátory netěsností obalu je methylenová modř. V současné době existují i multifunkční systémy, například indikace netěsnosti a absorpce reziduálního kyslíku. Tyto typy indikátorů byly vyvinuty pro stanovování netěsnosti obalů s modifikovanou atmosférou. Oxid uhličitý a dusík se obecně používají v MAP, protože mají bakteriostatické účinky. Pro nerespirující potraviny má modifikovaná atmosféra typickou nízkou koncentraci kyslíku (do 2%) a vysokou koncentraci oxidu uhličitého (až do 100%). Pro respirující produkty je třeba podmínky MAP optimalizovat podle uchovávaného typu potravin. V obalech s vysokým obsahem CO<sub>2</sub> vede netěsnost ke snížení jeho hladiny a ke zvýšení úrovně O<sub>2</sub>. Indikátory kyslíku bývají nastaveny tak, že při vyšší koncentraci než je povolená, signalizují překročení limitní hodnoty nevratnou změnou barvy a tím informují spotřebitele o tom, že potravina není v pořádku. Indikátory oxidu uhličitého bývají někdy označovány také jako senzory mikrobiální stability. Vzniká-li totiž ve skladované potravine CO<sub>2</sub>, je to obvykle příznak mikrobiální nestability. V případě aplikace indikátoru oxidu uhličitého v obalu, dochází při zvýšení koncentrace CO<sub>2</sub> nad stanovenou mez ke změně zbarvení a spotřebitel je informován zavčas o vzniklém nebezpečí. Uváděné typy senzorů lze využívat také ke kontrolním účelům

přímo ve výrobě, respektive při balení potravin: indikují případné netěsnosti plnicích systémů, sledují správnou dodávku a kvalitu plynů atp. Indikátory vlhkosti jsou v současné době využívány při balení potravin ve velmi omezené míře. Hlavním problémem u balených produktů jsou totiž změny relativní vlhkosti v mikroklimatu v důsledku odparu, vlivem kolísání teplot a především pak vytváření kritických podmínek pro vznik kondenzace. Současným upřednostňovaným a efektivním řešením těchto problémů je aktivní přístup, to znamená využívání absorbérů vlhkosti a obalových materiálů s membránovými účinky, obvykle bariérových fólií schopných propouštět vodní páru v omezené míře nebo pouze jednosměrně.

Inteligentní systémy balení potravin představují perspektivní oblast rozvoje, vycházející z řady vědních disciplín a využívající vysoké technologie. V budoucnu lze očekávat orientaci vedoucí k produkci inteligentních elektronických štítků, které budou schopny poskytovat informace nejen o identifikaci výrobku, datu výroby, složení, ceně atp., ale budou fungovat také jako indikátory teploty v čase, složení atmosféry, respektive těsnosti obalu nebo čerstvosti produktu.

## **9.0 OZNAČOVÁNÍ OBALŮ A POUŽITÝCH MATERIÁLŮ, IDENTIFIKACE A DOHLEDATELNOST (EAN, RFID).**

Obrovské množství používaných obalových materiálů v současné době a jejich stálý nárůst si vynutily nové přístupy k jejich likvidaci, recyklaci i opětovnému odběru. S ohledem na prohlubující se integraci, především ve sféře obchodu, není již možné řešit tyto problémy na úrovni jednotlivých států. Proto byla v rámci Evropské unie vytvořena směrnice o obalech a obalových odpadech. Účelem vytvářeného systému je materiálová identifikace a tím usnadnění sběru, opakovaného použití a využití obalů včetně jejich recyklace. Evropská komise ustavila systém číslic a písmen pro materiály používané při balení, který vydala ve svém rozhodnutí číslo [97/129/EU](#). Příklad označování vybraných materiálů je uveden v tabulce číslo 1.

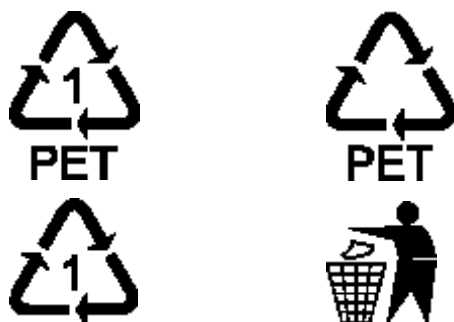


Tab. č. 9.1 Materiálové označování obalů

Materiál	Číslicový kód	Písmenný kód
Čiré sklo	70	GL
Dřevo	50	FOR
Hliník	41	ALU
Juta	61	TEX
Polypropylen	5	PP
Vlnitá lepenka	20	PAP

U kompozitů se pro vzájemné kombinace používá série čísel nebo symbolů ve tvaru „C/zkratka dominujícího materiálu“; například „C/PAP“ pro kombinaci papír/plasty s převahou papíru. Typickým a ve velké míře používaným kompozitem v dnešní době je například krabice na mléko vyrobená z vrstvených materiálů; dominující složkou je papír a dalšími jsou folie hliníku a polyetylenu.

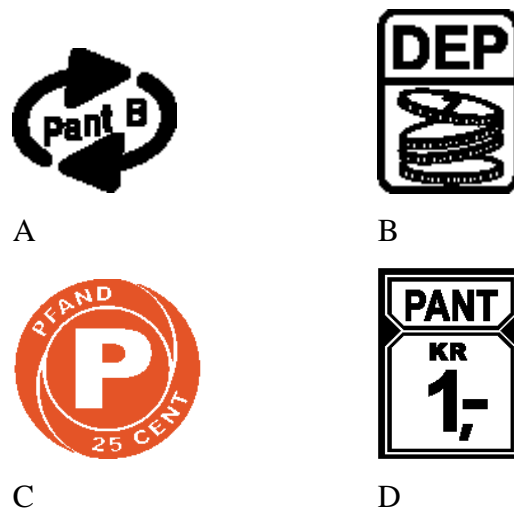
Platný Zákon o obalech 477/2001 Sb. v České republice stanoví, že obaly musí být označeny, aby bylo patrné, z jakého jsou materiálu a jak by se s nimi mělo naložit po vyprázdnění. Zcela běžně se setkáváme s identifikací v podobě materiálových kódů a s logem panáčka, viz obrázek číslo 9.1. Materiálové kódy mohou být ve formě písmen nebo grafických symbolů – tří plných šipek ve tvaru rovnostranného trojúhelníka doplněného specifikací.



Obr. č. 9.1 Grafické značky pro materiálovou identifikaci obalů a nakládání s použitým odpadem

Materiál, z něhož je obal vyroben se označuje podle ČSN 77 0052-2 Obaly – Obalové odpady, část 2: Značení – Identifikační značky pro zhodnocení – Grafické značky. Při označování obalů by se měl vždy dodržovat zákonný požadavek „označovat obaly, které jsou uváděny do oběhu prodejem spotřebitelí“. To znamená, že v některých případech to mohou být i obaly skupinové; například při prodeji balení 6 kusů PET lahví. Související terminologii specifikuje ČSN 77 0052-1 a navazující třetí část normy ČSN 77 0052-3 obsahuje identifikační značky pro zhodnocení plastů. Pokyny a informace o nakládání s použitým obalem jsou obsaženy v ČSN 77 0053 a požadavky na vratné spotřebitelské obaly uvádí ČSN 77 0054.

V řadě zemí se lze setkat, hlavně u nápojových obalů, také se symboly zálohového vratného systému. Vybrané značky ze čtyř zvolených států jsou uvedeny na obrázku číslo 9.2.



Obr. č. 9.2 Příklady značek pro vratný zálohový systém obalů

A - Dánsko, B - Lotyšsko, C - Německo, D – Norsko

Nejrozšířenějším logem na obalech je v současné době značka „Zelený bod“, viz obrázek číslo 9.3.



Obr. č. 9.3 Zelený bod

Používá se na spotřebitelských obalech a je ochrannou známkou. K využívání této značky v ČR jsou oprávněni klienti společnosti EKO-KOM. Její umístění na obalu znamená, že za něj byl uhrazen finanční příspěvek organizaci zajišťující sběr, třídění a využití obalů. Logo nevyjadřuje, že obal je recyklovatelný nebo, že bude recyklován, ale deklaruje náležitost k určitému systému využití vyprázdněných obalů. Systém Zeleného bodu byl přijat v ČR v roce 1996. V následujícím roce byl založen k tomuto účelu EKO-KOM, a.s. V září 2000 byla společnosti EKO-KOM udělena od zastřešující organizace Packaging Recovery Organization Europe (Pro Europe) autorizace k používání ochranné známky Zelený bod v ČR. V současné době je členem Pro Europe 26 národních systémů, z toho 21 z Evropské unie.

## 10.0 IDENTIFIKACE A DOHLEDATELNOST (EAN, RFID)

### 10.1 Identifikace s využitím čárových kódů

Čárové kódy vznikly v polovině minulého století jako efektivní řešení problému bezpečného strojového čtení krátkých číselných a později i alfanumerických řetězců. K masovému nasazení čárových dochází až ve druhé polovině 20. století. Jsou zařazovány do oblasti tzv. "automatické identifikace" nebo-li "registrace dat bez použití kláves". Čárové kódy tuto technologii výrazně zjednodušily, zrychlily a hlavně zabránily častým chybám při identifikaci. Automatická identifikace (AI) s využitím čárových kódů je dodnes nejrozšířenější a nejlevnější variantou AI. Použitím čárového kódu je zajištěn automatický přenos dat do nadřazeného výpočetního systému. Je tím značně zvýšena kontrola nad

výrobky, materiálem, oběhem dokumentů atd. Čárových kódů existuje několik druhů ale každý kóduje informaci rozdílně. Tisk a čtení čárového kódu vykonávají mikroprocesory tiskáren a snímačů, ve kterých jsou zakódovány příslušné kódovací algoritmy.

### **Princip čárových kódů**

Každý kód se skládá z tmavých čar a ze světlých mezer, které se čtou pomocí snímačů vyzařujících většinou 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 téměř cokoliv: číslo výrobce, číslo výrobku, místo uložení ve skladu, číslo série atd.

### **Vlastnosti čárových kódů**

- Barva čáry by měla být zvolena jako barva textu, protože ne všechny kombinace barev se dají přečíst čtecím zařízením.
- Tloušťka nejtenčí čáry určuje rozměry všech ostatních prvků čárového kódu. Udává se v jednotkách 0,01 mm. Doporučená tloušťka je 26 až 76, minimální tloušťka pro UCC a EAN je 26, pro ostatní 19.
- Délka čar se udává v jednotkách 0,01 mm. Povoleno je 100 až 20000 (pokud nedojde k překročení maximální velikosti kódu).
- Rotace dovoluje specifikovat natočení čárového kódu. Otáčí se ve směru hodinových ručiček po 90 stupních.

### **Použití čárových kódů**

Čárové kódy jsou určeny k automatizovanému čtení, proto se mohou používat tam, kde informace mají vstupovat do počítačových systémů.

Příklady použití:

- přesun materiálu (nákup, prodej),
- sledování výroby,

- pokladní systémy,
- kontrola při montáži celků,
- přístupové a docházkové systémy,
- odesílání a příjem zásilek,
- zdravotnictví (lékárny, transfusní stanice, záznamy o pacientech),
- armáda, bankovníctví, stavebnictví ... (evidence, inventury...).

### Termoetikety

Pro identifikaci potravin pomocí čárového kódu se nejčastěji používají termoetikety. Jsou tvořeny papírem, který je napuštěný chemikálií a na spodní straně opatřen lepidlem. Na tuto etiketu je vměstnáno velké množství údajů, přitom hlavní je název výrobku. Jsou zde i další data vycházející z logistiky a požadovaná legislativně, například složení, šarže. Etiketa nepředstavuje jen funkci informačního nosiče, ale je také součástí marketingu, logistiky a prodeje. Z marketingového hlediska je velice důležité její grafické ztvárnění, pro logistiku jsou důležitá data o trvanlivosti, hmotnosti a skladovatelnosti produktu a pro prodej zboží a jeho bezproblémový průchod pokladnou je zásadní čárový kód. Na termoetiketách se nejčastěji používá EAN 13. Mezinárodní standardy pro tento symbol stanovují minimální rozměry šířku 29,86 mm a výšku 21 mm. Pokud dojde ke snížení výšky, znatelně se prodlouží rychlost snímání a dojde k přenesení nákladů na toho, kdo tento kód bude snímat.

Termoetiketa se potiskují termotiskovou hlavou. Vrchní část papírové etikety je napuštěna speciální chemickou sloučeninou, která při kontaktu s teplem změní barvu (zčerná nebo zmodrá). Termoetiketa prochází pod termotiskovou hlavou, která je složena z řady kovových jehliček. V místě, kde se vytváří grafika se jehlička ohřátá na vysokou teplotu dotkne termoetikety, a vytvoří tak tmavý bod. Shlukem těchto bodů vznikne požadovaný obrazec. Celý proces je rychlý, levný, jednoduchý a kvalitní. Z hlediska bezproblémového čtení je zásadní umístění termoetikety. Je nutné dbát na to, aby byl povrch pro aplikaci rovný a suchý. Určité nebezpečí z tohoto pohledu představuje ochlazování, zmrazování, vakuování atp. Na termoetikety negativně působí také intenzivní sluneční záření a styk s teplým předmětem, kdy dochází ke ztmavnutí. Také dlouhodobý kontakt s některými druhy obalových fólií může způsobit blednutí čárového kódu nebo i jeho úplné vymizení.

Poměrně často se lze setkat, zvláště v odborných kruzích, s tvrzením, že technologie termotisku je již překonaná. Její jednoduchost a zejména nízké provozní náklady vytvářejí předpoklady pro její využívání v budoucnu.

## Typy čárových kódů

V současnosti existuje více jak 200 typů čárových kódů, které se liší v celé řadě vlastností, ale jen několik z nich se dočkalo významného využití v praxi. Navzájem se liší v tom, jaké znaky jsou schopny zakódat, v minimální a maximální délce kódu a v opravných mechanismech při chybném čtení.

Čárové kódy rozdělují podle způsobu rozložení čar a mezer, přičemž každé má svoji symboliku (tedy popis pravidel určujících způsob jakým se data kódují do čar a mezer) a typické využití. Základní rozdělení symbolik je na kódy souvislé a diskrétní:

- Diskrétní čárové kódy začínají čarou a končí čarou a mezi jednotlivými znaky se nachází meziznaková mezera.
- Souvislé čárové kódy začínají čarou, končí mezerou a nemají meziznakové mezery.

Na konci kódu může být kontrolní součet – kontrolní číslo, viz dále.

Čárové kódy se mohou dělit také podle toho, mají-li pevnou nebo proměnnou délku. Dále podle užití lze rozdělit čárové kódy na používané v obchodech, v průmyslu, kódy na speciální užití (např. Codebar využívaný v transfusních stanicích) nebo poštovní čárové kódy a další. Některé čárové kódy mohou obsahovat pouze čísla, jiné také písmena nebo speciální znaky. Novou generaci čárových kódů tvoří tzv. dvoudimenzionální kódy.

Nejnámějšími druhy čárových kódů v oblasti balených potravin jsou EAN 13 a EAN 8 (European Article Numbering). Čárový kód EAN dokáže kódovat číslice 0 až 9, přičemž každá číslice je kódována dvěma čarami a dvěma mezerami. Může obsahovat buďto 8 číslic (EAN-8) nebo třináct číslic (EAN-13), viz Obrázek 9.1. První dvě nebo tři číslice vždy určují stát původu (např. ČR má číslo - prefix 859), dalších několik číslic (většinou čtyři až šest) určují výrobce a zbývající číslice kromě poslední určují konkrétní zboží. Poslední číslice je kontrolní; ta ověřuje správnost dekódování. Nasazení standardizovaného kódu, jehož použití řídí registrační organizace každé země (u nás sdružení GS1 Czech Republic – donedávna EAN ČR), usnadnila a zrychlila hlavně pokladní a inventurní operace v obchodech. Čísla jednotlivým státům (prefixy) přiděluje sdružení GS1 se sídlem v Bruselu, viz Poznámka níže.

Čísla výrobcům přiděluje v ČR GS1 Czech Republic. 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.

Poznámka:

Vybrané příklady přidělených prefixů: **Česká republika** – 859, **Dánsko** – 570 až 579, **Finsko** – 640 až 649, **Francie** – 300 až 379, **Itálie** – 800 až 839, **Japonsko** – 450 až 459 a 490 až 499, **Maďarsko** – 599, **Mexiko** – 750, **Německo** – 400 až 440, **Polsko** – 590, **Rakousko** – 900 až 919, **Rusko** – 460 až 469, **Slovensko** – 858, **Španělsko** – 840 až 849, **Švédsko** – 730 až 739.

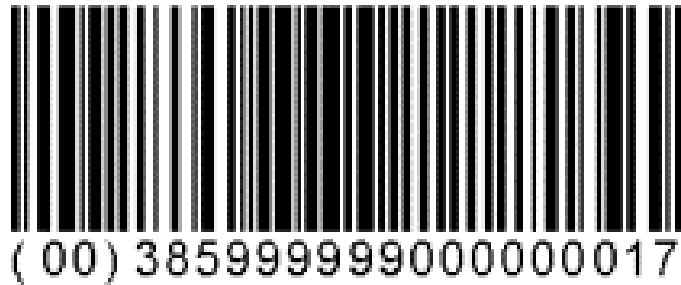


Obr. 10.1 Příklady kódů EAN 13 a EAN 8

Ve státech Severní Ameriky je zaveden systém čárových kódů UCC A / UCC E (Uniform Code Council), které plní stejnou funkci jako čárové kódy typu EAN v Evropě. Snímače EAN dovedou dekódovat UCC, ale opačně to nemusí platit.

V souvislosti s označováním logistických jednotek (palet, barelů, skupinových balení výrobků) v přepravě se v posledních letech rozšířilo použití systému EAN/UCC 128, který využívá čárových kódů Code 128. Tento kód patří do systému EAN – UCC a je schopen kódovat celkem 96 ASCII znaků a 11 speciálních funkčních znaků. EAN/UCC 128 jednoznačně identifikuje každou logistickou jednotku a poskytuje informace o jejím obsahu a dalších vlastnostech dle dohody mezi odesílatelem a příjemcem logistické jednotky (hmotnost, množství, cena, expirace, šarže, atd.).

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Obr. 10.2 Kód EAN/UCC 128



Obr. 10.3 Příklady kódů EAN 128

### Kódy „volné“

Oproti čárovým kódům, jejichž použití podléhá registraci u národních registračních autorit, velká většina kódů umožňuje volné použití, to znamená, že kdokoli může kódy generovat, ale nikdo neodpovídá za jedinečnost kódu. Mezi nejrozšířenější "volné" kódy patří:

- Interleaved 2/5,
- Code 39,
- Code 93,
- ITF-14,



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

- Code 128,
- Codabar.

Běžným užitím těchto kódů jsou aplikace typu: sériová čísla výrobků, označení hmotného majetku, vnitropodnikové označení výrobků číslem skladové karty, označení výrobních průvodek, výrobních operací atd.

#### Interleaved 2/5

Interleaved 2/5 je samoopravný numerický kód, používaný především v průmyslových a maloobchodních aplikacích ke značení přepravních obalů distribučních jednotek. Tento kód je flexibilnější než EAN, umožňuje kódovat libovolný sudý počet číslic. Všechny znaky na lichých pozicích jsou kódovány do čar a všechny znaky na sudých pozicích jsou kódovány do mezer. Dvě z pěti čar jsou široké a stejně tak jsou široké dvě z pěti mezer. Odtud také pochází jméno kódu. Celý symbol čárového kódu Interleaved 2/5 sestává ze znaku start (dvě úzké čáry a dvě úzké mezery), datových znaků a znaku stop (široká čára, úzká mezera a úzká čára). V případě lichého počtu číslic doplníme každé číslo vpředu nulou.



Obr. 10.4 Interleaved 2/5

#### ITF 14

Speciální standardizovaná verze ITF 14 patří rovněž do systému EAN•UCC, kde se používá pro označování obchodních jednotek. Dokáže kódovat číslice 0 až 9, přičemž každá číslice je reprezentována buď pěti linkami nebo pěti mezerami. Kód ITF musí vždy obsahovat sudý počet znaků.



Obr.10.5 Kód ITF 14

### Code 128

Tento kód patří rovněž do systému EAN. Jde o kód umožňující kódovat proměnný počet číslic, písmen a speciálních znaků. Zakódovat lze celkem 102 různých znaků (číslice, malá a velká písmena, znaky +, -, \*, /, závorky apod.). Code 128 má vysokou hustotu záznamu, a proto výsledné čárové kódy jsou relativně krátké a hodí se pro celou řadu aplikací.

Umožňuje zakódovat mnoho informací o daném výrobku, jako jsou např. číslo dodávky, datum výroby, datum balení, minimální trvanlivost, hmotnost, sériové číslo, verze produktu, délka, šířka, plocha, objem, cílový odběratel a další.



Obr. 10.6 Code 128

### Code 39

Code 39 byl vyvinut jako první plně alfanumerická symbolika již v roce 1974. [12] Jedná se o velmi rozšířený kód používaný v nejrůznějších aplikacích s výjimkou prodeje v malém. Je přizpůsoben jako norma v automobilovém průmyslu, ve zdravotnické službě, v obraně a v mnoha dalších odvětvích průmyslu a obchodu. Rovněž tento kód umožňuje kódovat řetězce proměnné délky. Zakódovat lze 43 různých znaků (standardně velká písmena, číslice a několik speciálních znaků) [9]. Každý znak je reprezentován pěti čarami a čtyřmi mezerami.



Obr. 10.7 Code 39

## Code 93

Code 93 je alfanumerická symbolika proměnné délky, souvislá. Jedná se o vylepšení kódu 39. Má vyšší hustotu a standardně umožňuje zakódovat až 47 různých znaků. Tento kód je běžně používán při inventarizaci majetku.



INV-123456

Obr. 10.8 Code 93

## Codabar

Jedná se o jeden z nejstarších kódů. Codabar je diskretní samoopravný kód proměnné délky. Tento kód je mezinárodně využíván při označování krevních bank v transfuzních stanicích. Je schopen kódovat číslice 0 až 9 a šest speciálních znaků. Každý znak je reprezentován čtyřmi čárami a třemi mezerami.



Obr. 10.9 Codabar

## Dvojměrné čárové kódy

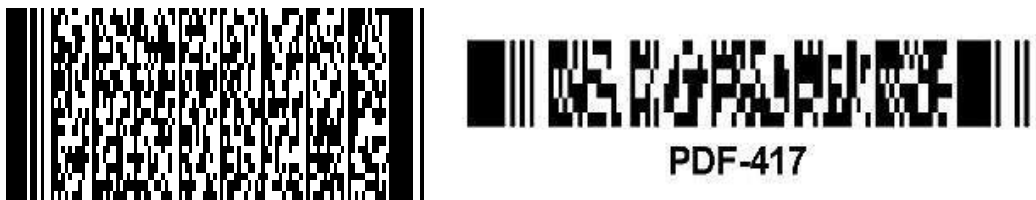
Před několika lety se kromě klasických (lineárních či jednorozměrných) čárových kódů začaly v některých aplikacích používat tzv. kódy dvojměrné. Jejich výhodou je schopnost uchovat podstatně více informací na ploše srovnatelné s klasickými čárovými kódy. Pomocí 2D čárových kódů není např. problém zakódovat řetězec o délce řádově stovek znaků.



Obr. 10.10 Ukázka 2D čárových kódů

## PDF 417

Nová generace čárového kódu - dvoudimenzionální kód s velmi vysokou informační kapacitou a schopností detekce a oprav chyb (při porušení kódu). Na rozdíl od tradičních čárových kódů, které obvykle slouží jako klíč k vyhledání údajů v nějaké databázi externího systému, si PDF 417 nese všechny údaje s sebou a stává se tak nezávislý na vnějším systému. Do PDF 417 lze zakódovat nejenom běžný text, ale i grafiku nebo speciální programovací instrukce. Velikost datového souboru může přitom být až 1,1 kB. Příkladem použití mohou být nejrůznější identifikační karty, řidičské průkazy (v některých státech USA), PDF 417 lze využít i pro zakódování diagnózy pacientů atd.



Obr. 10.11 Kód PDF-417

Jako další 2D kódy se používají Data Matrix a Aztec.



Obr. 10.12 2D kódy Data Matrix a Aztec [5]

## Čárový kód EAN

Čárový kód EAN je 13-místný v normální délce a 8-místný ve zkrácené délce. V obou případech obsahuje každé číslo tzv. prefix, což je trojmístné předčísí, které označuje stát registrace (viz poznámka výše) a kontrolní číslo. Ostatní číslice využívají národní organizace

podle uvážení. Číslo EAN má 13 znakových pozicí a vytváří ho dvě základní série čísel. První série má 13 čísel a používá se v plné délce symbolu, druhá série (zkrácené délky) se používá při zkrácené formě symbolu (8 čísel) pro malé výrobky. Identifikační předčíslí – prefix přiděluje sdružení GS1. Jednomu státu může být přiděleno i více čísel.

Tab. 10.1 Struktura mezinárodního čísla EAN

P o z i c e	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
F o r m á t 1	Prefix			Číslo výrobku									Kontrolní číslo
Číslo se 13 znaky	P1	P2	P3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	K
F o r m á t 2	Doplnění					Prefix			Číslo výrobku				Kontrolní číslo
Číslo s 8 znaky	0	0	0	0	0	P1	P2	P3	x	x	x	x	K

Pokud výrobek nepřekročí hranice státu, nemusí být označený prefixem státu a může být označený tzv. in-store numbers, t.j. číslo používané interně daným obchodem; v něm může být zahrnutá např. cena, kód pro druh výrobku a podobně. Kód EAN cenu nevyjadřuje, ta se ukládá do paměti počítače v obchodě.

Tab. 10.2 Označení „in store“

EAN 13	2	x1	x 2	x 3	x 4	x 5	x 6	x 7	x 8	x 9	x10	x11	K
EAN 8	0	0	0	0	0	2	x 1	x 2	x 3	x 4	x 5	x 6	K

### Rozměry a umístění kódů EAN

Rozměry symbolů závisí na faktoru zvětšení a nebo zmenšení od normální velikosti. Rozměry označované jako 100% jsou pro:

- EAN – 13     37,29 \* 26,26 mm,
- EAN – 8     26,73 \* 21,64 mm.

Čárový kód může mít velikost 80 – 200 % normální hodnoty.

Pro vhodné umístění a velikost symbolu se musí brát v úvahu tato hlediska:

- hledisko obchodních organizací – umístění a velikost kódu má velký vliv na rychlost, kterou projde výrobek přes pokladnu vybavenou určitým typem čtecího zařízení.

#### INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

- hledisko výrobce výrobku – na umístění a velikost symbolu má vliv zvláště tvar obalu, materiál obalu, tisková technika, atd. Označení symbolem by také nemělo znamenat zvýšení nákladů nebo snížení atraktivnosti vlastního obalu.

Dvě základní pravidla pro umístění symbolu EAN na obalech:

- Každý výrobek může být označený jen jedním viditelným symbolem, jiný symbol musí být zakrytý (skupinové obaly), aby nedocházelo k možnému chybnému snímání.
- Na jakémkoliv povrchu by měl být symbol EAN umístěn vlevo na spodní straně obalu (přirozeném dně obalu), případně na zadní straně obalu. Jen v případě, že není možnost symbol umístít na uvedené strany, možno volit umístění na boku obalu. Symbol nesmí být v oblasti švů, svárů, přehybů a podobně, je třeba zachovat ochrannou světlou zónu, která přesahuje tiskovou plochu znaku.

Kontrolní číslo čárového kódu a jeho výpočet

Kontrolní číslo slouží ke kontrole správnosti čísel celého kódu. Vlastní výpočet kontrolního čísla se provádí podle algoritmu MODULO 10. Tento algoritmus sestává z pěti kroků.

Příklad výpočtu pro EAN 859123456789:

1. Sečtou se všechna čísla **na lichých pozicích zprava do leva** a vynásobí třemi, tj.  
 $9+7+5+3+1+5=30*3=90$ ;
2. Sečtou se všechna čísla **na sudých pozicích zprava do leva** a vynásobí jednou, tj.  
 $8+6+4+2+9+8=37*1=37$ ;
3. Sečtou se výsledky kroku 1. a 2., tj.  $90+37=127$ ;
4. K výsledku z kroku 3. se hledá nejbližší vyšší celé desítkové číslo (zaokrouhlení na celé desítky vždy nahoru) v případě desítkového čísla je výsledkem to samé číslo. V tomto případě je nalezené číslo 130;
5. Od výsledku z kroku 4. se odečte výsledek z kroku 3. a to je kontrolní číslo, tj.  $130-127=3$ .

Číslo EAN/UCC13 je potom **8591234567893**.

Stejným způsobem se vypočítává i pro EAN/UCC8, EAN/UCC14 či pro číslo SSCC (v němčině NVE). Pokud čtecímu stroji nesouhlasí znak, který si sám vypočítá, se znakem, který je na konci kódu skutečně vytisknutý, je přečtený údaj vyhodnocený jako chybný.

## Výhody a nevýhody čárových kódů

Výhody:

- Užití čárových kódů je jedna z nejpřesnějších a nejrychlejších metod k registraci většího množství dat. Téměř všechny chyby při užívání čárových kódů mohou být eliminovány, je-li do kódu zavedeno kontrolní číslo, které ověřuje správnost čtení všech číslic.
- Technologie čárových kódů je mnohoúčelová, spolehlivá a má snadné užití. Čárové kódy se mohou užívat v nejrůznějších prostředích a terénech. Je možné je tisknout na materiály odolné vysokým teplotám nebo naopak extrémním mrazům, na materiály odolné kyselinám, obroušení, nadměrné vlhkosti atd.
- Čárové kódy výrobcům umožňují užší propojení obchodu s výrobou.
- Zahraníční materiály uvádějí, že využíváním čárových kódů v supermarketech se produktivita odbavování u pokladny zvýší nejméně o 30 %. Kromě toho je možno v jakémkoliv okamžiku zjistit stav zásob jednotlivého zboží na skladě.
- Rychlost čtení čárového kódu probíhá 20 x rychleji než při ručním zadáváním
- Vysoká přesnost, vzniká méně než 1 chyba při 1 miliónu sejmutých znaků.
- Nastává úspora v přesunu materiálu o 20 - 70 %.
- Dochází k rychlejší návratnosti investic, přibližně 6 - 12 měsíců.
- Cenová výhodnost.

Nevýhody:

- Nezměnitelnost.
- Snadná poškoditelnost.
- Kapacita 12-15 znaků.
- Nutná potřeba přelepování štítků.
- Problematické optické rozpoznávání odrazu laserového světla.
- Štítek musí být pro čtečku viditelný.
- Manuální obsluha.

## 10.2 Identifikace s využitím RFID technologie

Technologie RFID (RFID – Radio Frequency Identification Device) existuje již několik desetiletí. Základním principem je bezdrátový přenos informací z nosiče, RFID „tagu“, do

čtečky prostřednictvím rádiových vln. Technologický pokrok umožnil zlepšení vlastností RFID tagů a snížení jejich ceny, proto je nyní možné jejich využití pro značení logistických, obchodních i spotřebitelských jednotek. RFID může pracovat na jakékoliv frekvenci v celém rádiovém spektru. Nejčastěji se používá jedna ze čtyř uvedených frekvencí:

- do 135 kHz (LF pásmo)
- 13.56 MHz (HF pásmo)
- 900 MHz (UHF pásmo)
- GHz (mikrovlnné pásmo)

Hodnoty nejsou závazně přesné. V různých regionech se mohou lišit i o desítky MHz.

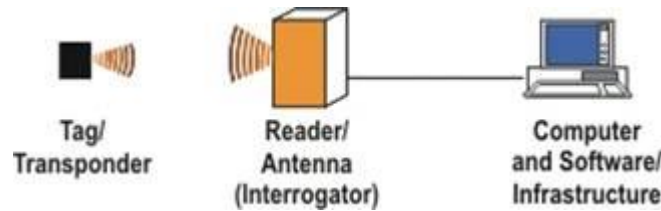
Díky legislativním omezením je svět rozdělen na tři regiony. Amerika používá frekvenci 916 MHz, Evropa 868 MHz a Asie používá frekvenci kolem 950 MHz. Systémy na vysokých frekvencích (cca 400 MHz a výše) se chovají podobně jako WiFi rádiové sítě. Aby mohli obchodní partneři komunikovat jednodušším a efektivnějším způsobem, byl vytvořen standard pro datový obsah RFID tagu, tak zvaný EPC – Electronic Product Code (Elektronický kód produktu). Je to standard pro technologii RFID. Poskytuje uživatelům možnost rychlé a přesné identifikace produktů (zboží, obalů, palet atd.) v globálním logistickém řetězci pomocí EPC je v zásadě „číslo“ vytvořené za účelem jednoznačné identifikace produktů v logistickém řetězci a jeho datovým nosičem je RFID tag, který se skládá z čipu a antény. Je připevněn přímo k produktu (logistické, obchodní, spotřebitelské jednotce) a pomocí technologie RFID „sděluje“ své identifikační číslo čtečce. EPC lze rozdělit na část identifikující výrobce a typ produktu. Důležitým rozdílem EPC oproti běžnému čárovému kódu je použití sériových čísel sloužících ke vzájemnému odlišení jednotlivých kusů daného druhu produktu. Díky EPC je tedy možné jednoznačně identifikovat dva produkty, které na první pohled vypadají totožně a mají například i stejný čárový kód.

### **Přenos informací v oblasti HF u UHF pásma**

RFID systém se skládá ze tří hlavních částí:

- antény,
- čtečky,
- RFID tagu, který má zakódovanou jedinečnou informaci.





Obr. 10.13 RFID systém

U frekvence HF se využívá indukční metody. Čip napájí energie indukovaná do antény z elektromagnetického pole vytvořeného pevnou anténou vysílače komunikačního zařízení. Čip poté tuto energii využívá k odeslání odpovědi, a to opět elektromagnetickou cestou.

Komunikace na UHF frekvenci probíhá na zcela odlišném principu, který využívá odrazové metody. Při ní se tag nabije podobně jako u metody indukční, tuto energii však nevyužívá k odeslání odpovědi, ale mění určitý parametr antény, čímž je ovlivněna podoba odraženého signálu. V rozdílu signálu vyslaného a odraženého je zakódována informace tagu.

- Anténa slouží jako zprostředkovatel signálu mezi tagem a čtečkou, čtečkou se řídí celý systém komunikace a získávání informací z tagu.
- Čtečka je propojena s počítačovým systémem.
- Tagy mohou být čteny i z několika metrové vzdálenosti od čtečky.

## 11.0 TECHNICKÉ NORMY PRO VYHODNOCENÍ, ZDA OBAL SPLŇUJE POŽADAVKY PRO UVEDENÍ OBALU NA TRH

- |                       |  |
|-----------------------|--|
| <b>ČSN EN 13427</b>   | Obaly - Požadavky na používání evropských norem pro obaly a odpady z obalů   |
| <b>ČSN CR 13695-1</b> | Obaly - Požadavky na měření a ověřování čtyř těžkých kovů a jiných nebezpečných látek přítomných v obalech a jejich uvolňování do okolního prostředí –<br>Část 1: Požadavky na měření a ověřování čtyř těžkých kovů přítomných v obalech |
| <b>ČSN CR 13695-2</b> | Obaly - Požadavky na měření a ověřování čtyř těžkých kovů a jiných nebezpečných látek přítomných v obalech a jejich uvolňování do okolního prostředí –   |

Část 1: Požadavky na měření a ověřování jiných nebezpečných látek přítomných v obalech

- ČSN EN 13428 Obaly - Specifické požadavky na výrobu a složení – Prevence snižováním zdrojů
- ČSN EN 13429 Obaly - Opakované použití
- ČSN EN 13430 Obaly - Požadavky na obaly využitelné k recyklaci materiálu
- ČSN EN 13431 Obaly - Požadavky na obaly využitelné jako zdroj energie, včetně specifikace nejnižší výhřevnosti
- ČSN EN 13432 Obaly - Požadavky na obaly využitelné ke kompostování a biodegradaci - Zkušební schéma a kritéria hodnocení pro konečné přijetí obalu

## 12.0 ZÁKLADNÍ KLASIFIKACE BALICÍCH LINEK A STROJŮ

(viz příloha 3, video sekvence „Balicí linka“)

### Manipulace s obalem zahrnují tyto úkony:

1. Skladování obalů a obalových materiálů
2. Přísun hotového obalu nebo obalového materiálu
3. Tvorbu obalu
4. Čištění obalu
5. Přísun balené potraviny
6. Dávkování potraviny a plnění obalu
7. Zavírání obalu
8. Označování obalu
9. Skupinové nebo přepravní balení
10. Odsun naplněných obalů
11. Skladování naplněných obalů

### Balicí linky:

- horizontální vs. vertikální



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

- lineární vs. kruhové (rotační)
- pracující kontinuálně vs. cyklicky

**Balící stroje:**

- podle vlastností balené potraviny – kapalná, pastovitá, kusová, sypká atd.)
- podle charakteru pohybu baleného materiálu – cyklický, kontinuální, líniový, rotační, horizontální, vertikální, souběžné a nesouběžné.