

Obalové materiály v potravinářství

Petr Majar

Bakalářská práce
2016



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav technologie potravin
akademický rok: 2015/2016

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Petr Majar**
Osobní číslo: **T13217**
Studijní program: **B2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Obalové materiály v potravinářství**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. Zpracování rešerše na dané téma.
2. Historie obalových materiálů.
3. Materiály používané v potravinářství a jejich funkce.
4. Ochrana potravin obalem, možnosti kontaminace potravin obalovým materiálem.
5. Nové trendy v obalových materiálech.
6. Legislativní požadavky na obalové materiály vhodné pro styk s potravinami.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

[1] HAN, Jung H. Innovations in food packaging. 2nd ed. Amsterdam: Elsevier/Academic Press, c2014, xx, 603 s.:. ISBN 978-0-12-394601-0.

[2] ROBERTSON, Gordon L. Food packaging: principles and practice. 3rd ed. Boca Raton, FL: CRC Press, c2013, xxix, 703 s. ISBN 978-1-4398-6241-4.

[3] ŠTĚPEK, Jiří. Polymery v obalové technice. vyd. 1. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1981, 530, [1] s. [4] s. barev. fot. příl.

[4] HRABĚ, Jan, František BUŇKA a Otakar ROP. Legislativa a řízení jakosti v potravinářství. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2005, 173 s. ISBN 8073183145.

[5] KAČEŇÁK, Igor. Obaly a obalová technika. 1. vyd. Bratislava: Slovenská vysoká škola technická, 1990, 173 s. ISBN 802270301x.

[6] ČURDA, Dušan. Balení potravin. 1. vyd. Praha: SNTL, 1982, 428 s.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Mgr. Barbora Lapčíková, Ph.D.**
Ústav technologie potravin

Datum zadání bakalářské práce: **2. února 2016**

Termín odevzdání bakalářské práce: **4. května 2016**

Ve Zlíně dne 2. února 2016



doc. Ing. František Buňka, Ph.D.
děkan



doc. Ing. František Buňka, Ph.D.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: MAJAR PETR

Obor: ČHTP

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 2.5.2016

.....
Majar

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacího zařízení (školní dílo).

³⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Tato rešeršní bakalářská práce se zabývá obalovými materiály používanými v potravinářství od historie až po nové trendy v tomto oboru. Zahrnuje ochranu potravin obalem před vnějším prostředím, možnosti kontaminace potravin obalem, kde jsou popsány jednotlivé materiály používané v potravinářství pro konkrétní aplikace a jejich výhody a nevýhody. Další část práce se zabývá novými trendy v obalovém průmyslu (jako např. aktivní a inteligentní obaly), zmiňuje i již nově používané technologie při balení potravin. Nedílnou součástí této práce jsou i legislativní požadavky na obalové materiály v potravinářství v EU.

Klíčová slova: obalové materiály, kontaminace, aktivní a inteligentní obaly

ABSTRACT

This Bc. thesis deals with packaging materials used in food industry both from the historical perspective as well as of the new trends occurring in this emerging scientific field. Food packaging includes protection of the foodstuff from the outside environment and the possibility of contamination of food by packaging materials. There are described various materials used in food packaging for particular applications and there are simultaneously highlighted their advantages and disadvantages. Another part of the text deals with the new trends in the packaging industry (such as active and intelligent packaging), as well as already above mentioned new technologies used in food packaging manufacturing. An integral part of this work is focused on legislative requirements applied on food packaging materials in the EU.

Keywords: packaging materials, contamination, active and intelligent packaging

Dovoluji si poděkovat doc. Mgr. Barboře Lapčíkové, Ph.D. za odborné rady, konzultace, nezbytnou kritiku a čas, který mi věnovala při vypracování mé bakalářské práce.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD.....	10
1 TEORETICKÁ ČÁST	11
1 HISTORIE OBALOVÝCH MATERIÁLŮ	12
2 OCHRANA POTRAVIN OBALEM	13
2.1 OCHRANA VÝROBKŮ PŘED MECHANICKÝMI ČINITELI.....	13
2.2 OCHRANA VÝROBKŮ PŘED KLIMATICKÝMI ČINITELI	13
2.2.1 Ochrana obalem před změnami vlhkosti.....	14
2.2.2 Ochrana obalem před oxidačními změnami.....	14
2.2.3 Ochrana obalem před pronikáním par organických látek.....	15
2.2.4 Ochrana obalem před zářením.....	15
2.2.5 Ochrana obalem při teplotních změnách.....	15
2.3 OCHRANA VÝROBKŮ PŘED BIOLOGICKÝMI ČINITELI	16
3 MOŽNOSTI KONTAMINACE POTRAVIN OBALOVÝM MATERIÁLEM.....	17
3.1 PŘESUN SLOŽEK Z OBALU DO BALENÉHO VÝROBKU	17
3.2 PŘESUN SLOŽEK Z BALENÉHO PRODUKTU DO OBALU	17
3.3 PRONIKÁNÍ SLOŽEK POTRAVINY OBALEM DO OKOLNÍHO PROSTŘEDÍ.....	17
3.4 PRONIKÁNÍ SLOŽEK Z PROSTŘEDÍ DO OBALU	17
3.5 NEHMOTNÉ INTERAKCE	18
4 MATERIÁLY POUŽÍVANÉ V POTRAVINÁŘSTVÍ A JEJICH FUNKCE	19
4.1 PAPIR, KARTÓN, LEPENKA	20
4.1.1 Papír	20
4.1.2 Kartón a lepenka.....	21
4.1.3 Sáčky a přepravní pytle	22
4.2 OBALY ZE DŘEVA	23
4.2.1 Bedny.....	23
4.2.2 Sudy, škopky a kádě	23
4.3 SKLENĚNÉ OBALY.....	24
4.3.1 Uzávěry lahví	25
4.4 KOVOVÉ OBALY	25
4.5 OBALY Z TKANIN	26
4.6 BALICÍ A POVLAKOVÉ MATERIÁLY Z POŽIVATELNÝCH LÁTEK.....	27
4.7 POLYMERNÍ OBALY	28
4.7.1 Polyetylen tereftalát.....	29
4.7.2 Nízkohustotní polyetylen	29
4.7.3 Vysokohustotní polyetylen	29
4.7.4 Etylen vinyl alkohol	29

4.7.5	Polypropylen	30
4.7.6	Polyvinylchlorid	30
4.7.7	Polystyren	30
4.7.8	Polyamid.....	31
4.7.9	Polyhydroxybutyrát	31
4.7.10	Bioplasty.....	31
5	NOVÉ TRENDY V OBALOVÝCH MATERIÁLECH.....	33
5.1	MODIFIKOVANÁ ATMOSFÉRA.....	33
5.2	AKTIVNÍ OBALY.....	33
5.3	INTELIGENTNÍ OBALY	35
5.3.1	Teplotní indikátory	35
5.3.2	Časové indikátory.....	36
5.3.3	Indikátory přítomnosti plynů	36
5.3.4	Indikátory čerstvosti a kažení potravin.....	37
5.4	RIPE SENSE™	37
5.5	TIMESTRIP	38
5.6	SMART LID SYSTEMS.....	38
5.7	VITSAB™	39
5.8	SAMOOHŘÍVACÍ SYSTÉM.....	39
6	LEGISLATIVNÍ POŽADAVKY NA OBALOVÉ MATERIÁLY VHODNÉ PRO STYK S POTRAVINAMI	41
	ZÁVĚR	43
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	44
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	48
	SEZNAM OBRÁZKŮ	50

ÚVOD

Zadáním bakalářské práce je teoreticky popsat materiály používané v potravinářství, ochranu potravin obalem, možnosti kontaminace potravin obalovým materiálem a popsat nové trendy v obalových materiálech.

Potraviny jsou baleny do různých materiálů, primární funkcí těchto materiálů je schopnost minimalizovat znehodnocení potravin, které může být způsobeno obalem samotným např. nedostatečnou odolností proti vlhkosti, nebo také následkem vnějších činitelů. Na obal jsou kladeny vysoké požadavky především na propustnost pro plyny a vodní páry, které mají významný vliv na kvalitu baleného produktu, neboť přítomnost kyslíku v balené potravine může způsobovat oxidační procesy, a tím poškodit sensorické vlastnosti potraviny. V první řadě je především důležité vybírat obalové materiály, které jsou zdravotně nezávadné a vhodné pro konkrétní potraviny. Proto jsou ve vyspělých zemích stanoveny hygienické limity pro obalové materiály právními normami.

Dále v bakalářské práci jsou popsány aktivní a inteligentní obaly a rozdíly mezi nimi a rozdíly mezi modifikovanou atmosférou, řízenou atmosférou a vakuovým balením. Balení potravin v modifikované atmosféře patří k běžně používaným způsobům balení, které chrání potraviny před mikroorganismy, vlhkostí a nežádoucími oxidačními a redukčními reakce. Cílem je odstranit vzduch a obal naplnit třemi povolenými plyny a to kyslíkem, dusíkem a oxidem uhličitým. Oproti tomu cílem vakuového balení je odstranit vzduch až pod 1 % původního množství.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 HISTORIE OBALOVÝCH MATERIÁLŮ

Papír je zřejmě nejstarší formou obalového materiálu. V Číně byly použity archy zpracované kůry z moruše k zabalování potravin už v době 3000 let před n. l. Během dalších patnácti století byla výroba papíru zdokonalována a přenesena do Španělska a odtud do celé Evropy. Původní papír byl tvořen z vláken lnu a později ze starých bavlněných hadrů. Teprve v roce 1867 se papír začal vyrábět z dřevoviny. V roce 1852 byl patentován stroj na výrobu papírových pytlů a o dvacet sedm let později byl použit první stroj na ohýbaný karton [1].

V roce 1809 byla vyrobená první hermeticky uzavřená zavařovací sklenice. O rok později byl vyroben první cínový obal na potraviny, tzv. plechovka. Postup výroby cínového pokovování byl objeven v Čechách už v roce 1200 před n. l. a plechovky ze železa, potažené cínem, byly známy v Bavorsku již od 14. století. V roce 1866 byla poprvé potištěná kovová krabice v USA a v roce 1963 se pivo začalo prodávat v hliníkových plechovkách [1,2].

Tetra Brik Aseptic je UHT kartonový systém, který se začal používat v 60. letech 20. století, také v tomto století se začalo používat polyetylen k balení potravin.

V 70. letech 20. století byl vynalezen čárový kód, jsou to pruhy různých šířek, které jsou odděleny mezerami s čísly pod nimi. V témže století se začala vyrábět zmrazená jídla ve varných obalech a poprvé byla použita PVC fólie k balení potravin, jejichž hlavní výhodou je dokonalá těsnost a zabraňuje vylití a také zabraňuje prostupu pachů. Objev polyetylenotereftalátu učinila počátkem 30. let dvacátého století firma DuPont. První patenty na jeho výrobu podali roku 1941 pánové R. Whinfield a J. T. Dickson, ale sama PET lahev byla patentována až roku 1973 a komerčního využití se v některých vyspělých zemích dočkala teprve začátkem 80. let.

V 80. letech 20. století se začaly vyrábět vícevrstvé polymerní obaly s bariérovými, antimikrobiálními vlastnostmi. V 90. letech 20. století se začal používat digitální potisk, smršťovací etikety na láhvích z plastů [1,3].

2 OCHRANA POTRAVIN OBALEM

Hlavní funkcí obalu je chránit balený výrobek z místa od doby výroby do místa a doby jeho spotřeby. Ochranný účinek obalu je dvojího druhu, tedy jako bariéra proti působení různých vlivů z vnějšího prostředí do obalu nebo naopak. Jde zejména o zabránění pronikání vlhkosti, kyslíku nebo jiných plynů, k zabránění průchodu různých druhů záření (infračervené záření, ultrafialové záření, sluneční záření). Druhá skupina ochranných zákroků bývá spíše doplňkem „bariérovým“ ochranných účinků obalu. Dalším přínosem balení je to, že snižuje cenu řady výrobků díky masové výrobě, prezentuje potraviny hygienickým a také estetickým způsobem, přináší spotřebiteli informaci o produktu a pomáhá při výběru.

Lze rozlišit tři hlavní skupiny vlivů, před nimiž obal náplň chrání, a to vlivy mechanické, klimatické a biologické [4,5].

2.1 Ochrana výrobků před mechanickými činiteli

Mechanickému namáhání jsou vystaveny balené výrobky hlavně při dopravě, nakládání, překládání, vykládání, ale i při skladování a skladových manipulacích.

K obalům nejvíce namáhaným při skladování patří přepravky na nápoje, neboť se jich někdy na paletách vrství až 35, což odpovídá zatížení až kolem 7 kN na spodní přepravku [4].

U čerstvých plodin může dojít k poškození, jako je urychlení respirace, enzymovým změnám – zejména oxidace. U hotových pokrmů může dojít ke změně vzhledu, tvaru a to zejména u vajec, cukrářských výrobků, atd., což vede k znehodnocení výrobku [5].

Aby obal poskytl maximální ochranu proti rázům a vibracím, musí především sám tomuto namáhání odolat a dále zajistit, aby se v něm kinetická energie rázu pokud možno absorbovala. Tomuto napomáhá použití fixace. Fixace je tedy způsob, jakým se výrobek ukládá uvnitř obalu. Dělí se do 2 skupin, a to na fixaci pevnou, která je součástí obalu a zajišťuje znehybnění obalu, a na fixaci poddajnou, která absorbuje kinetickou energii rázu, pomocí výplní mezi krabicí a produktem nebo PE fólií s bublinkami [4,5,6].

2.2 Ochrana výrobků před klimatickými činiteli

Klimatické vlivy patří k základním činitelům, které působí na výrobky a ovlivňují jejich údržnost prakticky ve všech fázích oběhu [6].

2.2.1 Ochrana obalem před změnami vlhkosti

Změny vlhkosti ohrožují nejrůznějším způsobem širokou škálu výrobků. Obecně lze mezi změny potravin vlivem vlhnutí, respektive výdeje vody zahrnout:

- hmotnostní ztráty,
- morfologické změny – scvrkávání skladovaných plodin,
- koloidně chemické změny – změny konzistence,
- fyzikálně chemické změny – krystalizace cukrů, tvorba hydrátů,
- chemické a mikrobiologické změny.

Pro naše klimatické podmínky lze potraviny rozdělit podle vodní aktivity na tři hlavní skupiny. A to na potraviny vydávající vodu během skladování, které vyžadují při delším skladování obaly nepropustné pro vlhkost. Do této skupiny patří čerstvé, dýchající plody, maso, potraviny v nálevu, máslo, margarín, pečivo, zmrazované potraviny. Druhou velkou skupinou jsou potraviny v rovnováze s okolní atmosférou, do této skupiny patří mouka, těstoviny, čokoláda, sušené ovoce atd. A třetí skupinou jsou potraviny, které vlhkost přijímají. Lze zde zařadit sušenou zeleninu, sušené mléko, praženou kávu, trvanlivé pečivo. Tyto potraviny je nutné je skladovat v obalu, který je nepropustný pro vlhkost [4,5,6].

2.2.2 Ochrana obalem před oxidačními změnami

Oxidační procesy je možno považovat za nejdůležitější chemické změny, které ovlivňují kvalitu skladovaných potravin. Vlhkost zásadním způsobem ovlivňuje chemické, enzymové a zejména mikrobiologické děje v potravinách. Tyto děje lze zásadním způsobem ovlivnit bariérovými vlastnostmi použitého obalu.

Atmosférický kyslík se účastní většiny oxidačních pochodů v potravinách, proto se potraviny chrání obalem, který zabrání přístupu kyslíku k ní. Tato ochranná účinnost obalu bývá někdy zvyšována odstraňováním kyslíku z obalu ať už evakuací, nebo vytěsněním inertním plynem. Zabránění přístupu kyslíku může u některých potravin porušit normální oxidačně-redukční pochody a přispět k nežádoucím zplodinám, až k úplnému znehodnocení potraviny. Je tomu tak především u čerstvého ovoce a zeleniny.

Z hlediska výměny kyslíku a plyných zplodin oxidačně-redukčních procesů mezi zevní atmosférou a potravinou je možné rozdělit potraviny na dvě skupiny. Do první skupiny

patří potraviny a potravinářské výrobky, které potřebují s okolní atmosférou vyměňovat plyny, patří sem především čerstvé ovoce a zelenina a některé výrobky, ve kterých probíhají fermentační procesy. Do druhé skupiny patří potraviny, u kterých probíhá nežádoucí účinek při výměně plynů, jsou to především výrobky sterilované, zmrazené, sušené. Na přechodu mezi oběma uvedenými skupinami stojí potraviny, u kterých je přístup kyslíku žádoucí, někdy nežádoucí, tak je tomu např. u masa [4,5,6].

2.2.3 Ochrana obalem před pronikáním par organických látek

Bariérová ochranná funkce obalu ve vztahu k pronikání par organických látek je velmi důležitá především pro zábranu změn chuti a vůně různých potravin. Výrazný je požadavek nepropustnosti pro aromatické látky u různých druhů koření, kde jde jednak o zábranu těkání vlastních složek koření, jednak o zamezení absorpce cizích pachů. U obalů na ovocné šťávy se kladou velké nároky především na nepropustnost obalového materiálu pro estery nižších mastných kyselin, karbonylové sloučeniny, alkoholy a těkavé kyseliny. Ke změnám chuti a vůně mají sklon zejména výrobky s velkým povrchem, kvůli snadné oxidaci příslušných organoleptických aktivních složek, a kvůli nebezpečí absorpce cizích pachů na velkém povrchu. Příkladem takového výrobku je pražená káva [4,7].

2.2.4 Ochrana obalem před zářením

Mezi příznivé, technologicky využitelné účinky záření patří především sterilační účinky krátkovlnných záření, částečně rentgenového a ultrafialového záření. Výrobky citlivé ke světlu vyžadují, aby byl obal nepropustný především pro krátkovlnnou oblast slunečního záření. Absolutně nepropustné jsou kovové materiály. Obyčejné, nezbarvené sklo je propustné pro záření přibližně do vlnové délky 380 nm. Většina plastů, pokud jsou průhledné a nezbarvené, propouští do značné míry i ultrafialové paprsky [4,5].

2.2.5 Ochrana obalem při teplotních změnách

Převod tepla z vnějšího prostředí stěnou obalu do výrobku nebo naopak z výrobku obalem ven je velmi častým procesem, ať už záměrně vyvolaným, jako např. při tepelné sterilaci a zmrazování potravin, anebo samovolným, kdy se vyrovnává teplota zboží s teplotou okolí. Toto samovolné vyrovnávání teplot s okolní atmosférou mívá někdy nepříznivé účinky na výrobek, protože by měla být zachována stabilní nízká teplota zmrazených a ochlazených

potravin, ale i ochrana zboží před krátkodobějšími výkyvy teplot. Ve všech případech lze považovat obal za tepelný odpor, jehož hodnota je dána tepelnou vodivostí a tloušťkou použitého materiálu. Izolační účinky jsou žádoucí u přepravných obalů, které přepravují například ovoce, zeleninu nebo vejce, která jsou citlivá na zmrznutí. Vysoké nároky na teplotní odolnost kladou mrazírenské obaly na hotová jídla, kde obaly musí snášet podmínky zmrazování a ohřevu [4,6].

2.3 Ochrana výrobků před biologickými činiteli

Kontaminace mikroorganismy bývá hlavní příčinou poškození různých potravin, a projevuje se plesnivěním, kvašením a hnilobou různé intenzity. Obal má při ochraně potravin před mikrobiální nákazou významnou úlohu, slouží jako překážka (bariéra), která odděluje výrobek od vnějšího mikrobiálně infikovaného prostředí, nebo může být nositelem mikrobistaticky nebo mikrobicidně účinných látek, a tím přispívá k zneškodnění povrchové mikroflóry. Obal nesmí být zdrojem kontaminace.

Z biologického hlediska mohou potraviny napadat i hlodavci a hmyz, napadení obalu škůdci je závislé na různých fyziologických a morfologických vlastnostech hmyzu. Všeobecně lze konstatovat, že kromě skla a kovů, které jsou dokonalou bariérou proti hmyzu, jsou ostatní materiály více nebo méně napadány. Zda se hmyzu podaří proniknout dovnitř obalu a napadnout potravinu, závisí převážně na kvalitě, tloušťce a povrchových vlastnostech obalového materiálu. Hlodavci způsobují škody nejen požerem potravin a mechanickým poškozením obalů, ale také přenášením různých infekcí, a proto boj proti nim patří mezi nejzávažnější hygienicko-epidemiologická opatření [4,6].

3 MOŽNOSTI KONTAMINACE POTRAVIN OBALOVÝM MATERIÁLEM

Kontaminace potravin složkami obalu v důsledku jejich vzájemné interakce je obecně jedním z nezávažnějších hygienických problémů balení potravin.

Obecně lze interakce obal – potravina rozdělit do pěti základních skupin:

3.1 Přesun složek z obalu do baleného výrobku

Do této skupiny patří děje, jako je koroze kovových obalů v kontaktu s dostatečně agresivními, převážně kyselými potravinami, nebo migrace některých složek obalového materiálu. Pro migraci je charakteristické, že uvolňování látek z obalového materiálu se děje bez jeho viditelné destrukce, obal si zachovává technologicky významné vlastnosti, pouze určitá složka přechází do potravin. Tento děj probíhá u polymerních obalů, ze kterých se uvolňují zejména nízkomolekulární složky. Základní snahou při volbě způsobu balení je omezit tyto děje, které negativně ovlivňují kvalitu baleného zboží [5,8].

3.2 Přesun složek z baleného produktu do obalu

Z hlediska poškození kvality potravin je významná zejména možnost absorpce aromatických složek potravin obalem, protože vlivem některých silic může docházet k povolení lepených spojů obalu, a poté může dojít k poškození obalu. Plastové obaly s tuky rozpuštěnými v obalovém materiálu nejsou vhodné pro opakované používání ani pro recyklaci [5,8].

3.3 Pronikání složek potravin obalem do okolního prostředí

V tomto případě může docházet k vysychání, snižování obsahu oxidu uhličitého (např. u sycených nápojů), ztrátám aromatických látek, což může následně ovlivňovat kvalitu potravin [5,8].

3.4 Pronikání složek z prostředí do obalu

Funkce obalu v tomto případě spočívá zejména v zamezení kontaktu potravin s okolím, aby nedocházelo k přístupu kyslíku, vlhkosti, světla, toxinů, popř. mikrobů. V tomhle pří-

padě správně zvolený obal významně ovlivní kvalitu, bezpečnost a dobu spotřeby potravin [5,8].

3.5 Nehmotné interakce

V tomto případě je významný vliv záření, mechanické vlivy a ovlivnění tepelných procesů obalem. Podstatou těchto interakcí není sdílení hmoty [5,8].

4 MATERIÁLY POUŽÍVANÉ V POTRAVINÁŘSTVÍ A JEJICH FUNKCE

Obalem je výrobek, jehož účelem je pojmout jeden či více jiných produktů.

Obal slouží k jednomu nebo více následujícím účelům:

- a) Ochrana výrobků
- b) Zajištění výrobků
- c) Umožnění a usnadnění manipulace
- d) Distribuce výrobků spotřebiteli
- e) Předvedení, vystavení nebo nabídka výrobků spotřebiteli [3].

Volba obalového materiálu závisí na charakteru potraviny, které mají být zabaleny. Obalo-
ví inženýři musí předvídat jakékoliv interakce, které mohou nastat mezi obalovým materiá-
lem a potravinou, protože by mohlo dojít k difúzi nebo migraci nežádoucích složek obalu.
Dalším důležitým faktorem při výběru obalového materiálu je ten, zda je obal v souladu
s vládními nařízeními a politikou. Různé federace nebo vládní agentury (například FDA,
USDA, USEPA, OSHA) sledují a prověřují materiály se zaměřením na zdravotní a bez-
pečnostní aspekty. Také je třeba dodržovat zásady správné výrobní praxe (SVP) během
zpracování [3].

Výrobce potravin musí používat pro své obaly jen takové materiály, které neobsahují žádné
škodlivé látky, nepoškodí vzhled nebo chuť potravin. Vhodný obal může potravinám pro-
dloužit životnost, ale nedokáže nemožné [9].

Funkce obalu jsou následující:

- a) Ochranná – ochrana před mechanickým, klimatickým, biologickým poškozením.
- b) Konzervační – brání nebo zpomaluje chemickým, biochemickým změnám a biolo-
gickým poškozením.
- c) Informační – přináší informaci o složení, nutriční hodnotě, skladování, legislativ-
ních požadavcích.
- d) Pohodlí – pro obchodníka i zákazníka spojené s manipulací.
- e) Identifikační – značky, symboly, ilustrace, barva, reklama

- f) Odpovědnost k životnímu prostředí – výroba, použití a opakované použití, recyklace, svoz [6].

4.1 Papír, kartón, lepenka

Papírenské výrobky jsou materiálem pro nejrůznější spotřebitelské i přepravní obaly. Jejich výhodou je snadná dostupnost (ze dřeva), možnost kombinace s plasty, opětovné zpracování papírenského odpadu a nízká cena pořízení [4].

4.1.1 Papír

50 % světové spotřeby obalových materiálů připadá na papír, proto v současnosti je jedním z nejpoužívanějších obalových materiálů. Surovinou pro výrobu papírů je dřevo, převážně smrkové a jedlové, v menší míře dřevo listnáčů. Dřevo se musí rozvláknovat a to buď mechanickým, nebo chemickým způsobem. Mechanicky se odbourává dřevo obrušováním na rychle rotujících kotoučích za přítomnosti vody, vzniká suspenze dřevných vláken tzv. dřevovina. Zpracováním neupraveného dřeva vzniká dřevovina „bílá“, používaná k výrobě novinového rotačního papíru, zpracováním pařeného dřeva pak dřevovina „hnědá“, používaná k výrobě lepenky a balicího papíru. Chemicky se zpracovává dřevo buď kyselým (sulfitovým), nebo alkalickým (sulfátovým) způsobem, jde přitom o odbourání ligninu a hemi-celulózy. Dříve se používal ještě nátronový způsob, ze kterého byl méně kvalitní papír, od tohoto způsobu výroby papírů se ustoupilo [4,9,10].

Sulfitovým (siřičitanovým) způsobem je vhodné zpracovávat dřevo s nízkým obsahem pryskyřice (smrk, jedle, osika, topol, vrba) a zbavené kůry. Roztřískované dřevo (štěpka) se vaří pod tlakem v roztoku, jehož účinnou složkou je kyselina siřičitá. Sulfitovým způsobem získáme vyšší výnos buničiny, vyrobená buničina se propírá a bělí. Bělí se buď aktivním chlórem, například $\text{Ca}(\text{ClO})_2$, ClO_2 , nebo atomárním kyslíkem, například reakcí H_2O_2 (peroxidem vodíku).

Sulfátovým (síranovým) způsobem je možné zpracovat libovolný druh dřeva, ale prakticky se užívá pouze pro borovici a buk. Takto vyrobená buničina je přímo použitelná k výrobě balicího papíru, nebo se bělí, aby byla použitelná k výrobě novinového papíru [9,11].

Hlavní výhodou papíru jsou nízké náklady a strojní zpracovatelnost během výroby, ale také snadný sběr, opětovné využití a recyklace po použití. Je lehký a biologicky odbouratelný a

zajišťuje pevnost nebo pružnost potřebnou pro různé druhy komodit, jakou jsou skládací krabice z vlnité lepenky a sáčky. Vzhledem ke své vysoké potiskovatelnosti je ideální pro zobrazování informací o výrobcích a výživové hodnotě pro marketingové účely. U papíru se kontrolují různé vlastnosti, jako je hmotnost, tloušťka, lesk, hustota, bělost, jas, pevnost v tahu, odolnost proti roztržení, ztuhlost, odpor vzduchu a koeficient tření. Tyto vlastnosti jsou závislé především na čistotě, typu a tvaru surového materiálu [3].

Pergamenový papír je nepropustný pro tuky a nerozmáčí se ve vodě, je to chemicky upravený papír z kvalitní buničiny, který se protahuje 50% kyselinou sírovou. Celulosová vlákna zbobtnají, tím ztrácí papír původní vláknitou strukturu. Pergamenový papír slouží k balení tučných a vlhkých potravin např. masa, tvarohu, sýrů, tuků.

Pergamenová náhrada se také vyznačuje určitou nepromastitelností. Této nepromastitelnosti se dosahuje „mazlavým mletím“ papíroviny. Pergamenová náhrada se používá k balení výrobků s větším obsahem tuků, ale ne příliš vlhkých (sušenky, oplatky).

U fóliového materiálu se kontrolují mechanické vlastnosti především s ohledem na mechanické vytváření obalů, plošná hmotnost, pórovitost, stav impregnační vrstvy, nepromastitelnost, propustnost pro vlhkost, hladkost, kvalita potisku, atd.

U tuhého obalu se kontroluje především pevnost (pádová zkouška), kontrola rozměrů (u skládaček), vzhled, propust pro plyny u hermetických obalů a mechanické vlastnosti [6,7,9].

4.1.2 Kartón a lepenka

Karton spadá do dvou hlavních subkategorií, skládaného kartonu a vlnité lepenky. Kartón se k balení potravin používá od roku 1831 [3].

Mezi tuhé obaly z papírenských výrobků patří především tzv. skládačky, jsou to skládací krabičky, vyráběné obvykle z kartónů nebo lepenek. Jsou-li skládačky určeny pro kašovitě, tekuté nebo mražené potraviny, požaduje se jejich vodotěsnost, a proto se tyto skládačky vyrábějí z kartónu upraveného parafinem nebo tavným lepidlem. Sypké materiály se také balí do skládaček, ale před tím jsou ještě baleny do vnitřního sáčku [4].

Lepenka je nejoblíbenější tuhý materiál používaný pro balení potravin. Lze ji rozlišit podle způsobu vrstvení na lepenku ruční a strojovou. Při výrobě ruční lepenky se opakovaně navíjí papírovina na jeden svěrný válec, a když dosáhne potřebné tloušťky, rozřízne se a ruč-

ně sejme z válce. Ruční lepenka bývá hutnější, pevnější než lepenka strojní. Lepenka se také může vyrábět i slepováním vyschlých papírů, tímto způsobem se vyrábí vlnitá lepenka [3,4,9].

4.1.3 Sáčky a přepravní pytle

Sáčky se vyrábí z různých typů papíru, často v kombinaci s jinými papíry nebo i materiály.

Rozlišujeme čtyři základní typy sáčků:

- sáčky s plochým dnem (strojní balení menších množství),
- sáčky s plochým dnem a s postranním záhybem,
- sáčky s křížovým dnem,
- sáčky s obdélníkovým dnem a postranním záhybem, nejnáročnější typ sáčků, ale mají dobrou stabilitu, jsou vhodné pro ruční i strojové plnění [11].

Papírové pytle jsou výhodným přepravním obalem pro sypké materiály, které se sešívají nebo slepují ze tří nebo pěti vrstev papírů. Tím se zvýší pevnost tohoto obalového materiálu. Pro výrobu papírových pytlů se využívá kvalitního sulfátového papíru. Jednou z hlavních výhod papírových pytlů je jejich nepatrná hmotnost v poměru k hmotnosti náplně a malý objem prázdného obalu [4].



Obrázek 1: Papírové obaly pro potravinářství

4.2 Obaly ze dřeva

Dřevo patří k nejstarším obalovým materiálům, je dostupné a dá se snadno zpracovat. Ze dřeva se vyrábějí přepravní obaly, jako jsou různé bedny, sudy a velkoprostorové nádrže. Od použití dřeva se ustupuje hlavně z důvodů vyšší pořizovací ceny, ale také z důvodu lepších vlastností ostatních obalových materiálů, jako je např. lehkost lepenkových beden, hygieničnost kovových a plastových přepravek [4,6].

4.2.1 Bedny

Bedny jsou sbíjené, nerozbitelné, skládací. Liší se od sebe velikostí, určením i konstrukcí. Hlavní funkcí beden je chránit jejich obsah před mechanickým poškozením, avšak v řadě případů byly dřevěné obalové bedny nahrazeny obaly z plastů. Typickým příkladem jsou přepravky používané v potravinářství na přepravu ovoce, zeleniny, pekařských výrobků, nápojových lahví atd. [4,6,10].

4.2.2 Sudy, škopky a kádě

Druhou velkou skupinou dřevěných obalů používaných v potravinářství, jsou sudy, škopky a kádě. Výroba sudů patří k nejnáročnějším řemeslným pracím, proto se dává přednost jiným materiálům na výrobu transportních sudů nebo stabilních nádrží. Také k tomu přispívají i nevýhody dřeva, jako je nebezpečí jeho mikrobiální infekce, velká hmotnost, obtížné čištění. Jedna z velkých výhod dřevěných sudů je ta, že mírně propouští plyny (při fermentačních procesech) a dobře tepelně izolují při transportu [4,7].



Obrázek 2: Dřevěné obaly pro potravinářství

4.3 Skleněné obaly

Až do počátku 20. století bylo sklo drahé kvůli nedostatku hromadné výrobní techniky. V roce 1904 však byl Michael J. Owensovi udělen patent na plně automatizované stroje na výrobku skleněných lahví [3].

O fyzikálních a chemických vlastnostech skla rozhoduje složení skelné hmoty. Sklo vzniká přechlazením taveniny oxidů křemíku, sodíku a vápníku, popřípadě dalších prvků. Velký obsah oxidu křemičitého snižuje roztažnost skla a tím zlepšuje jeho odolnost proti teplotním změnám. K chemické odolnosti skla přispívá vápník, zatímco sodík podstatně snižuje teplotu tavení skla, a zároveň zvyšuje roztažnost skla [9].

K přednostem skla patří jeho velká chemická odolnost, dobrá omyvatelnost a možnost sterilace obalů, průhlednost obalů, tvrdost a pevnost v tlaku, vratnost a snadná dostupnost suroviny na výrobu skla. Nevýhodou skleněných obalů je křehkost, hmotnost skleněných obalů mnohonásobně převyšuje hmotnost polymerních obalů, někdy také vadí menší tepelná vodivost. Při destrukci obalu v důsledku nešetrného zacházení může dojít k poškození zdraví v důsledku charakteru vzniklých střepů. Výroba skla z recyklovaného skla je obvykle levnější než při použití nových surovin [3,4,12].

Požadovaného tvaru skleněných obalů se dosáhne buď pouhým lisováním přiměřeně roztažené skelné hmoty (nízké, ploché tvary) nebo lisofoukacím způsobem, tj. předlisováním nádoby a vyfouknutím konečného tvaru v příslušné formě (širokohrdlé obalové sklo). Třetím způsobem je vyfouknutí dávky skelné hmoty do vhodné formy stlačeným vzduchem (úzkohrdlé obaly) [4].

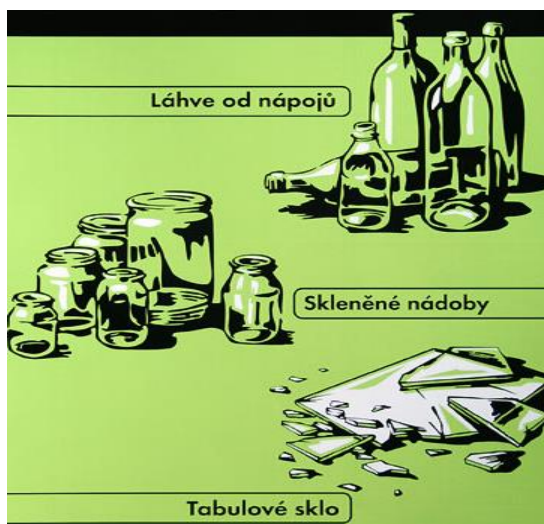
Skleněné obaly jsou určeny pro výrobky tekuté, ale i pro kašovitě, práškově, kusové v nálevu nebo sušené. Potravinářské skleněné obaly se rozdělují obvykle do dvou hlavních skupin, a to na obalové sklo nápojové (obaly na mléko, pivo, víno, ovocné šťávy, sirupy) a obalové sklo konzervové. Barevná skla slouží jako dobrá bariéra proti vlivu záření (světlu). To proto, že sluneční světlo má schopnost měnit látky, kdyby byly některé tekutiny uskladněny v láhvích z čirého skla, snadno by se kazily, měnila by se jejich barva a chuť. Do směsi na výrobu skla se přidávají oxidy kovů, pro zelené sklo se přidává sloučenina s Cr, Fe^{II}, pro hnědá skla se přidává sloučenina Fe^{III}, Mn atd. [4,9].

4.3.1 Uzávěry lahví

Uzávěry lahví patří k funkčně nejdůležitějším částem skleněných obalů. Požaduje se, aby byly hygienické a dobře těsnily, tato vlastnost se vyžaduje u sterilovaných výrobků, ale i nápojů [4].

Skleněné obaly můžeme uzavřít:

- a) skleněnou zátkou (se zábrusem),
- b) kovovou zátkou obsahující těsnění – pivo, zavařovací sklenice,
- c) korkovou zátkou, nebo směsí kork + polystyren (PS), nebo směsí kork + PS + mikro-kuličky SiO_2 – víno, pryžovou zátkou,
- d) zátkou z polymerního materiálu (polyvinylchlorid (PVC), PS) [7,9].



Obrázek 3: Skleněné obaly pro potravinářství

4.4 Kovové obaly

Kovy jsou významným obalovým materiálem, jejich aplikace se v současnosti stále rozšiřují. Z kovů se vyrábějí kovové fólie a tuby, plechovky, konve, sudy, kontejnery. Kovové obaly se nejvíce vyrábějí z oceli, hliníku, cínu (dosud nepostradatelný při povrchové ochraně ocelových plechů pro konzervové plechovky) a chromu. Cín a ocel nebo chrom a ocel jsou často používány jako kompozity v obalové technice, hliník bývá použit jako čišťená slitina s malým obsahem manganu a hořčíku. Z hliníku se vyrábějí jako spotřebitelské obaly plechovky, tuby, aerosolové nádobky, fólie a různé druhy polotuhých obalů, hlavně misek, kromě toho z hliníku bývají zhotoveny i víčka [2,4,9].

U kovového obalu se nejvíce oceňuje pevnost, neprodyšnost, poměrně dlouhá doba uchování potravin, dobrá skladovatelnost a přeprava, nízká toxicita, světluvzdornost a v některých případech i dobrá tepelná vodivost. Slabinou kovových obalů je jejich náchylnost ke korozi, působením některých náplní i vlivem atmosférických podmínek [4,13].

Povrchová úprava kovových obalů chrání kov od účinků baleného materiálu, zamezuje kontaminaci produktu ionty kovu z obalu, usnadňuje celkový proces výroby a vytváří bariéru proti externí korozi a oděru. Cínování a lakování patří ke klasickým způsobům povrchové ochrany konzervovaných plechů [4,13].



Obrázek 4: Kovové obaly pro potravinářství

4.5 Obaly z tkanin

Surovinou pro výrobu obalových tkanin bývají hlavně juta, čínská travina meshta, koudel a bavlna. V poslední době se vyrábějí pytle tkané z orientovaných pásků, které jsou vyráběny z polyetylenu nebo polypropylenu. Tyto polyetylenové či polypropylenové pytle jsou mnohem lehčí než klasická tkanina, mají vyšší pevnost a jsou zcela odolné vůči mikrobům.

Tkané pytle se většinou používají na brambory. Jsou pevné, odolávají vlhkému prostředí a dají se víckrát použít. Nevýhodou tohoto obalového materiálu, je pronikání práškového obsahu tkaninou. Žoky se používají na přepravu lisovaných materiálů, jako je bavlna, seno, sláma, peří, chmel, tabák. Síťky jsou spotřebitelské obaly pro čerstvé ovoce a zeleninu, ale také se používají pro fixační prvky, které slouží pro ochranu skleněných obalů před nárazem [4,7,9].



Obrázek 5: Tkaninové obaly pro potravinářství

4.6 Balicí a povlakové materiály z požitelných látek

Vedle běžných obalových materiálů se v potravinářství používají i takové materiály, jejichž společným znakem je požitelnost. Jsou chemicky velmi různorodé, většinou bývá základem sacharid, bílkovina nebo lipoidní látka, kromě toho lze zde zařadit i látky syntetické. Do syntetické skupiny požitelných látek patří např. polyvinylalkohol. Některé funkce obalu plní již kůrky na pečivu, krusty na uzeném mase, slupky ovoce a zeleniny atd., za obal už možno počítat vrstvu ledu tzv. glazování ledem, které se používá u ryb [5,6,14].

Obalovým sacharidovým materiálem je amylosa ve formě folií nebo povlaků. Amylosové filmy odolávají organickým rozpouštědlům a tukům a jsou odolné i proti slabším kyselinám a zásadám. Tyto amylosové obaly jsou doporučovány k balení omáček, drůbeže, ryb, zmraženého masa nebo taky k balení párků (amylosová střeva).

Druhá velká skupina jedlých obalů vychází z proteinů, kde praktický význam mají především želatina a umělá střívka. K povlékání se používá želatina i v kombinaci s pektinem a algináty, cukrem a kaseinem a škrobem. K balení salámů se využívá želatina s přísadkou kyseliny metafosforečné [4,9,14]. Proteinové obaly mají vysokou bariérovou odolnost proti kyslíku, oxidu uhličitému, což je důležité při balení a konzervování ovoce a zeleniny, a aromatickým látkám. Jejich hydrofilní charakter, na druhé straně, omezuje jejich bariérovou schopnost proti vlhkosti [15].

Třetí skupinou jsou materiály s lipoidním charakterem, které jsou většinou odolné proti vodě s poměrně malou propustností pro vodní páry. Vosky lze použít jako požitelné povlaky, jsou to estery vyšších mastných kyselin s vyššími primárními alkoholy. Tyto vosko-

vé povlaky se používají na ovoce, zeleninu a sýry, aby se zabránilo vypařování a předešlo mikrobiální kontaminaci [4,6,9,14].

4.7 Polymerní obaly

Jsou nejrychleji se rozvíjející skupinou obalových materiálů. Polymery jsou tvořeny obrovskými molekulami – makromolekulami, které jsou uspořádány do řetězců (lineární, rozvětvené, zesíťované). Plasty jsou druhým nejvíce používaným materiálem v potravinářství. Plasty používané pro balení potravin jsou buď tuhé, nebo ohebné. Tuhé plastové obaly mají o 20 % větší podíl na trhu než ohebné plastové obaly [3].

Polymery se rozdělují dle původu do tří skupin, a to na skupinu přírodních polymerů, kde patří bílkoviny, celulóza, škrob apod., a na skupinu syntetických polymerů, kde patří polyetylen, polystyren, polypropylen atd., a na skupinu modifikovaných (polosyntetických) polymerů [5,16].

Polymery se také dělí na amorfní, neboli průhledné, do této skupiny patří sklo, polystyren, a na semikrystalické, neboli průsvitné, do této skupiny patří polyetylen, polypropylen, polyamid, polyetylen tereftalát [9,16].



Obrázek 6: Plastové obaly pro potravinářství

4.7.1 Polyetylen tereftalát

Polyetylen tereftalát (PET) je hlavní obalový materiál pro produkty plněné do lahví a nabízí mnoho výhod v tom, že je vysoce transparentní, má dobré bariérové vlastnosti, nepropouští O₂ ani CO₂. Má dobrou tepelnou vodivost, proto se tyto obaly používají pro mikrovlnný ohřev. I když budeme obaly z polyetylen tereftalátu zahřívat, nemění své morfologické vlastnosti, protože mají dobrou tvarovou stabilitu. Z hlediska balení potravin je nejvýznamnějším polyesterem. Vyrábí se z p-xylynu a etylenu, kdy se p-xylen převádí na dimethyltereftalovou nebo tereftalovou kyselinu a etylen na etylenglykol. Polyetylen tereftalát se používá na nápojové láhve, na láhve pro olej. Vyrábí se z něj i různé fólie, lamináty, misky pro ohřev potravin. PET láhve berou postupně místo plechovkám a skleněným lahvím [3,9,16].

4.7.2 Nízkohustotní polyetylen

Nízkohustotní polyetylen (LDPE) je semikrystalický, má špatné bariérové vlastnosti, propouští O₂ i CO₂. Oproti tomu má dobré mechanické vlastnosti, dobrou chemickou odolnost a dobrou svařovatelnost. LDPE se používá na nádoby, velké uplatnění má také při výrobě smršťovacích fólií (fólie, která drží plechovky piva na kartonu pohromadě) a laminátů [9,16].

4.7.3 Vysokohustotní polyetylen

Vysokohustotní polyetylen (HDPE) je semikrystalický, má lepší bariérové vlastnosti (O₂, CO₂) než LDPE. HDPE má dobrou svařovatelnost, výhodné mechanické vlastnosti a dobrou chemickou odolnost, používá se při výrobě fólií a uzávěrů na PET láhve [9,16].

4.7.4 Etylen vinyl alkohol

Etylen vinyl alkohol (EVOH) je semikrystalický, vyrábí se řízenou hydrolyzou ethylen-vinyl acetátového kopolymeru. EVOH má excelentní bariérové vlastnosti, zabraňuje ztrátě kvality produktu spojené s reakcí kyslíku, nepropouští ani jiné pachy z prostředí dovnitř obalu (pachy, vůně, rozpouštědla). Má dobrou chemickou odolnost proti olejům, využívá se na výrobu vícevrstevných fólií, vícevrstevných nádob, ale také na výrobu laminátů. Do obalů vyrobených z EVOH se balí různé druhy majonéz [9,16].

4.7.5 Polypropylen

Polypropylen (PP) je semikrystalický, jeho bariérové vlastnosti (O_2 , CO_2) jsou lepší než u LDPE, má také lepší mechanické vlastnosti než LDPE a HDPE, je odolný vůči vlhkosti [9].

Je charakterizován nízkou hustotou, relativně nízkou teplotou skelného přechodu a střední úrovní teploty tání a má dobrou odolnost vůči chemikáliím a olejům [3,16].

Polypropylen se používá na výrobu nádob, které lze ohřívat v mikrovlnné troubě. Z PP se také vyrábějí průtažné fólie a různé druhy kelímků a misek. I když je polypropylen typický představitel velkotonážních (komoditních) plastů, některé jeho modifikace a aplikace jej řadí až mezi konstrukční a speciální materiály. Mezi nejdůležitější současné aplikace patří díly automobilů a domácích spotřebičů, drobné spotřební zboží, hračky, sportovní potřeby. Významné objemy modifikovaných typů se spotřebují také na trubky pro domovní rozvody [9,17].

4.7.6 Polyvinylchlorid

Polyvinylchlorid (PVC) patří k nejrozšířenějším plastům v obalové technice, je amorfnní a jeho vlastnosti závisí na obsahu změkčovadla, má střední bariérové vlastnosti, dobrou chemickou odolnost, dobrou svařovatelnost. Tyto vlastnosti jsou převážně závislé na rozsahu a typu použitých složek, jakou jsou například změkčovadla [3,9].

PVC se nejvíce používá ve stavebnictví na výrobu okenní rámů, odpadních trubek. Pro obalové účely se používá ve formě neměkčených fólií, které se dají po zahřátí dobře tvarovat, a kterých se využívá při výrobě kelímků, proložek a fólií. Taky se používá pro tuhé plastové obaly, do kterých se balí mléko, mléčné výrobky, jedlý olej nebo i alkohol. Flexibilní PVC fólie se používají jako balicí materiál pro potravinářské výrobky, zejména čerstvého červeného masa [3,6,9,16].

4.7.7 Polystyren

Polystyren (PS) je amorfnní polymer, který je jedním z nejstarších syntetizovaných polymerů. Má výborné optické vlastnosti, špatné bariérové vlastnosti a malou tepelnou stabilitu. PS je křehký a snadno se zpracovává, využívá se pro výrobu lahvíček, kelímků, podložek a vaniček z pěnového PS [9,16].

4.7.8 Polyamid

Polyamid (PA) je semikrystalický, má dobré mechanické vlastnosti, dobrou tepelnou odolnost, je pevný, teplotně stabilní. PA má špatnou odolnost k vodě a dobrou odolnost vůči působení tuků. Jeho malá propustnost pro plyny a aromatické páry závisí na obsahu vlhkosti.

Z polyamidu se vyrábí vícevrstvé fólie (varné sáčky, pečící fólie, umělá střeva), které poskytují sílu a houževnatost [3,9].

4.7.9 Polyhydroxybutyrát

Polyhydroxybutyrát (PHB) je lineární nerozvětvený homopolymer tvořený jednotkami (R)-3-hydroxybutyrové kyseliny. Tyto látky byly v přírodě izolovány ve formě nízkomolekulárních frakcí z bakteriálních membrán a také v tkáních rostlin a živočichů. PHB našlo největší uplatnění zejména při výrobě biodegradabilních umělých hmot, zejména pro obalové techniky. Jedná se ve většině případů o přípravu polymerních směsí mezi syntetickým polymerem (PP, PE) a biologicky rozložitelnou složkou, tj. PHB. Výhodou využití PHB je skutečnost, že skládkové odpady těchto obalů se rozkládají mikrobiální degradací až po přímém naočkování příslušným enzymem [17].

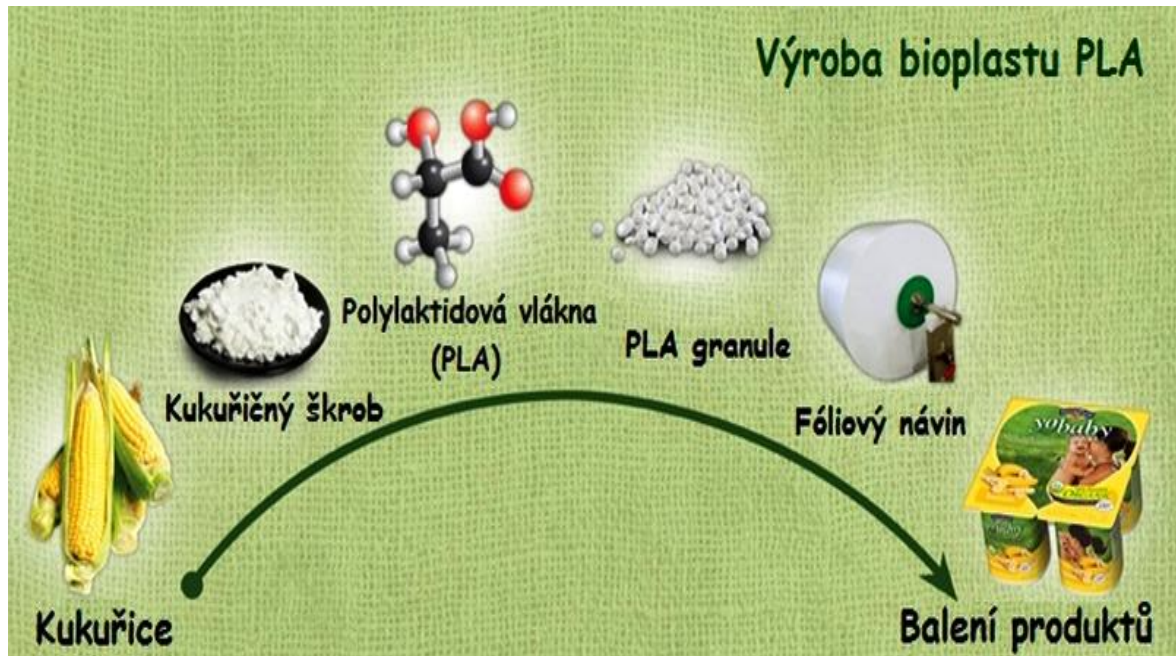
4.7.10 Bioplasty

Pro výrobu bioplastů se používají zemědělské produkty jako kukuřice, brambory, ale i jiné přírodní suroviny jako například celulóza [18].

Jedná se o plasty, do kterých se přidávají především jako komponenty plniv přírodní látky, např. škrob, cukr, celulóza. Bioplast se vyrábí z biomasy, tedy z materiálu, který je vyroben z obnovitelných zdrojů a proto není závislý na ropě a jejich příměsí. Většina bioplastů se vyrábí z fermentovaného škrobu, ze kterého se uvolní kyselina mléčná. Ta se dále polymeruje na kyselinu polymléčnou, která tvoří základ těchto plastů. Z bioplastů se především vyrábějí folie, tašky, sáčky. Největším problémem v blízké budoucnosti bude jejich tříděný sběr [19,20].

Výhodou bioplastů je biologická degradabilita a kompostovatelnost. Bioplasty se nejlépe rozkládají za působení půdních bakterií, vyšší vlhkosti prostředí, vyšších teplot. Doba rozkladu závisí na výše zmíněných podmínkách a taky na tloušťce stěny produktu. Další vý-

hoda bioplastů je ta, že neobsahují žádné chemikálie a přídavné látky jako běžné plasty z ropy, snižují produkci skleníkových plynů, jsou velmi odolné vůči rozbití, teplu, vodě, jsou chuťově neutrální a zdravotně nezávadné a nejsou alergenní [20].



Obrázek 7: Výroba bioplastu PLA [20].

5 NOVÉ TRENDY V OBALOVÝCH MATERIÁLECH

Moderní balení potravin se neustále vyvíjí jako výsledek a urbanizace již od 19. století. Japonsko bylo první zemí, která zahájila používání aktivních a inteligentních obalových materiálů [3].

5.1 Modifikovaná atmosféra

Cílenou změnou složení okolní atmosféry lze dosáhnout zpomalení nebo i úplného zastavení nežádoucích pochodů v potravinách. Na tomto principu je založena moderní ochrana balených potravinářských produktů, tj. balení v modifikované atmosféře (MAP – Modify Atmosphere Packaging). Tento termín je většinou spojen se spotřebitelskými obaly. MAP zahrnuje balení vakuové a rovnovážné. Vakuové balení spočívá v odstranění všech plynů a par z okolí potravin, tak aby obsah kyslíku klesl pod hodnotu 1 % z původního množství. Oproti tomu snahou rovnovážného balení je dosáhnout rovnovážného a stabilního stavu mezi potravinou a vnějším prostředím, tedy jedná se o odstranění vzduchu z obalu a jeho nahrazení ochrannou atmosférou tvořenou třemi základními plyny, respektive jejich směsí, schválenými v ČR a v zemích EU (kyslíkem, dusíkem a oxidem uhličitým). U balení v modifikované atmosféře se často vyžaduje jejich částečná nebo i jednosměrná propustnost.

Balení v řízené atmosféře (CAP – Controlled Atmosphere Packaging) je spojeno s volně loženými produkty ve skladech. Může se mírně lišit od balení v modifikované atmosféře, protože v tomto případě, je všechn vzduch odstraněn z vnitřku obalu a nahrazen plynem. Tato atmosféra je schopná poskytnout optimální prostředí pro každou balenou potravinu [21].

5.2 Aktivní obaly

Aktivní obalové materiály mění podmínky v okolí baleného produktu a tím prodlužují jeho trvanlivost. Jako aktivní způsob úpravy atmosféry v obalu se označuje odstranění původní atmosféry a vytvoření přiměřeného vakua v obalu, tzv. vakuové balení potravin. Aditiva aktivních obalových materiálů mění zejména permeační schopnosti z vnějšku do obalu. Aktivně dodávají antimikrobiální, antioxidační a jiné činidla, prodlužující trvanlivost (aditiva jsou přítomny v malém množství). Aktivní balení je balení, které mění vlastnosti bale-

ných potravin, vedoucí k prodloužení trvanlivosti, bezpečnosti nebo sensorických vlastností, při zachování kvality potravin.

Posláním aktivních obalů je odstranit kyslík, etylén a vodní páry uvnitř obalu, co nejvíce nasytit obal uvnitř oxidem uhličitým, zabránit aktivitě případných mikroorganismů, pohltit nechtěné vzniklé pachy. Při vakuovém balení či balení v inertní atmosféře, která je plněna do obalu po jeho evakuaci, je třeba zohlednit strukturu balené potraviny, která může být poškozena vyšším vakuem (balení měkkých rybích filet) [3,22].

Absorbéry kyslíku se používají pro zvýšení účinnosti vakuového balení nebo balení v inertní atmosféře, maximálně omezují možné oxidační změny a v obalu navozují striktně anaerobní podmínky účinně bránící růstu aerobních mikroorganismů, zejména plísní. Nejrozšířenější jsou absorbéry ve formě sáčků volně vkládaných do obalů. Z nich většina využívá oxidace částic koloidně sráženého železa. Kromě toho mohou být absorbéry kyslíku aplikovány ve formě samolepicích štítků, nebo ve formě vložek do uzávěrů lahví pro balení piva a nealkoholických nápojů [23].



Obrázek 8: Absorbér kyslíku [23].

Sáčky, které pohlcují CO_2 jsou vzácné, využívají se především u pražené a mleté kávy. Čerstvě pražená káva uvolňuje značné množství CO_2 (díky Maillardovým reakcím v průběhu pečení) a pokud není odstraněn, může způsobit poškození nebo dokonce až prasknutí obalu. Bohužel jeho volné unikání do prostředí není možné, protože by se současně ztrácelo aroma.

Rostlinný plyn etylen je produkován v průběhu zrání ovoce a zeleniny a může mít pozitivní i negativní vliv na čerstvé produkty. Etylen urychluje stárnutí rostlinných pletiv a zkracuje

dobu skladovatelnosti ovoce a zeleniny. Absorbéry etylenu obsahují 6% KMnO_4 , který je nanesen na inertní substrát s velkou povrchovou plochou, jako je oxid hlinitý, silikagel, aktivní uhlí nebo celit a umístěn uvnitř sáčku, které jsou následně přidávány do balené potraviny.

Jako aktivní systémy regulující vlhkost u zabalené potraviny se rozlišují dva typy: první absorbuje vlhkost uvolňovanou z potraviny přímým kontaktem (misky, výstelky, fólie) a druhý absorbuje vlhkost z prostředí. Absorbéry vlhkosti a vody se převážně nejvíce využívají u masa, protože z masa se vypařuje vlhkost, která následně může způsobit růst plísní a bakterií. Polymery nejčastěji používané pro absorbování vody jsou polyakrylátové soli a roubované kopolymery škrobu. Tyto polymery jsou schopné absorbovat vlhkost 100 až 500 krát větší jejich vlastní hmotnosti [9,21].

5.3 Inteligentní obaly

Jsou definovány jako obaly, které obsahují externí nebo interní indikátory poskytující informace o historii a kvalitě balené potraviny. Posláním je informovat zákazníka o kvalitě potraviny, teplotním režimu po zabalení a o koncentraci plynů uvnitř obalu, prodloužit životnost a zvýšit bezpečnost potraviny. Tyto informace předávají obvykle vizuálně – změnou barvy. Chrání proti „šizení“ zákazníka, padělání a špatné manipulaci [3,17,18].

Aplikace indikátorů představuje jednu z možností zajištění systému kritických bodů (HACCP) při realizaci systémů výroby bezpečných potravin [5].

Do této skupiny obalu patří i obaly využívající RFID (Radio Frequency IDentification) technologii s elektronickými čipy umožňujícími bezkontaktní dálkovou identifikaci výrobku nebo etikety s elektronickým záznamem obrazu či zvuku [23].

5.3.1 Teplotní indikátory

Informace vztahující se k trvanlivosti výrobku jsou v současné době převážně používány vytištěním na obal, které ale nezaručují bezpečnost výrobků, protože nemají schopnost kontrolovat životní cyklus výrobku. Aby bylo možné dále zajistit bezpečnost dodavatelského řetězce od výrobce ke spotřebiteli, vyvíjejí se nové indikátory, které sledují teplotu potravin v každé fázi dodavatelského řetězce. To znamená, že sledují teplotu výrobku od zemědělece po spotřebitele. Jsou to štítky nebo značky umístěné na vnějším povrchu obalu,

kteří reagují na teploty přesahující povolený limit po uzavření do obalu. Indikátor změny barvy, tato změna je nevratná.

Indikátory teploty lze rozdělit na indikátory využívající mechanické, chemické, elektrochemické nebo enzymové nevratné změny. Tyto změny jsou obvykle převedené do viditelné formy buď mechanickou deformací, změnou barvy nebo pohybem barevného pole. V současné době jsou indikátory teploty v praxi používány zejména v USA, kde je jimi vybavován široký sortiment hotových pokrmů, mléčných a masných výrobků [3,5].

Indikátory teploty ukazují, zda tyto výrobky byly zahřívány nad nebo zchlazeny pod referenční (kritickou) teplotu, varují spotřebitele o potenciálním přežití mikroorganismů a denaturaci bílkovin v průběhu zmrazení nebo rozmrazení produktu [24].

5.3.2 Časové indikátory

Jsou to indikátory, u kterých dojde k nevratné změně barvy, je-li výrobek již s prošlou dobou trvanlivosti [3,5].

5.3.3 Indikátory přítomnosti plynů

Indikátory přítomnosti plynu ve formě štítků se vytisknou na obalovou fólii, který sleduje změny ve složení plynu uvnitř obalu a tak může pomáhat při sledování bezpečnosti a kvality produktů. Tyto indikátory mění svoji barvu buď chemickou, nebo enzymatickou reakcí. Obvykle informují o přítomnosti či nepřítomnosti kyslíku a oxidu uhličitého. Tyto ukazatele musí být v přímém styku s potravinou, jelikož sledují plynné prostředí uvnitř obalu. Indikátory kyslíku jsou často označovány jako indikátory neporušenosti obalu, indikátory oxidu uhličitého jsou označovány jako indikátory mikrobiální stability.

Tyto indikátory se používají k řízenému nebo modifikovanému balení potravin. Modifikovaný atmosférický obal byl definován jako nahrazení vzduchu v obalu fixním složením plynů. Dále během skladování tato atmosféra není sledována. Oproti tomu řízené balení potravin je balení, kde je složení plynů průběžně kontrolováno po celou dobu skladování. Kyslík má hlavní odpovědnost za znehodnocení většiny potravin, protože jeho přítomnost má vliv na nárůst aerobních mikroorganismů v potravinách. U těchto indikátorů dojde k nevratné změně barvy indikátoru v případě zvýšené koncentrace přítomného plynu [3,25].

5.3.4 Indikátory čerstvosti a kažení potravin

Spotřebitel obecně zhodnotí sledováním barvy, vůně a textury zda je výrobek v pořádku či není. Někdy však spotřebitel nemůže určit kvalitu potravinářského výrobku z těchto konvekčních ukazatelů čerstvosti, jelikož potravina je uzavřena v obalu. Tyto indikátory jsou založeny na detekci těkavých metabolitů (aminy, amoniak, oxid uhličitý, diacetyl) uvolňovaných během stárnutí balených potravin [3,25].

Indikátor sirovodíku může být použit k určení kvality masných výrobků. Sirovodík, který se uvolňuje z masa během stárnutí, je ve vztahu s barvou myoglobinu, která je považována za kvalitní atribut pro masné výrobky [24].

5.4 Ripe Sense™

Ripe Sense™ je první inteligentní indikátor na světě, který může kolorimetricky označovat stupně zralosti preferované pro ovoce, zejména pro hrušky. Produkt funguje tak, že odhaluje přírodní metabolity vydávané ovocem při dozrávání, a tak přesně ukazuje zralost konkrétního ovoce, dá se říct, že pomocí vůně určí, jak je ovoce čerstvé. Počáteční barva čidla je červená (nezralé), postupně se změní na oranžovou (nedozrálé), a nakonec na žlutou (zcela zralé a nejšťavnatější). Jakmile senzor dosáhne požadované barvy zralosti, tak se ovoce skladuje v chladu, aby se zpomalil proces zrání. Ripe Sense™ obal je pro čtyři kusy hrušek, který je navržen tak, aby odpovídal tvaru a velikosti hrušky. Chrání plody před drčením a znehodnocením. Tato technologie byla následně aplikována i na jiné druhy ovoce, jako jsou kiwi, melouny, manga, avokáda [3,26].



Obrázek 9: Indikátor pro čerstvost ovoce [23].

5.5 Timestrip

Tento systém balení se hlavně používá pro sledování masných produktů, chlazených hotových pokrmů (pizza, lasagne, ryby) či výrobků vyžadující skladování v chladu (jogurty, majonézy, dressingy). Indikátor pracuje na principu nevratných změn a jsou různého provedení – teplotní změny jsou snímány v závislosti na čase, tedy etikety jsou dodávány v rozmezí jednoho dne až šesti měsíců, změna je vizualizovaná změnou barvy v proužku etikety, pro výraznější kontrolu byla použita barva červená. Po zabarvení celého proužku je spotřebitel upozorněn na ukončení doby trvanlivosti. Aplikace tohoto indikátoru je velmi jednoduchá, stačí odstranit podložku samolepící etikety a etiketu aktivovat tlakem, např. palcem ruky. Důležitý je pouze správný výběr etikety, který se řídí počtem dnů a hlídanou teplotou [27,28,29].



Obrázek 10: Indikátor sledující výrobky v chladu [27].

5.6 Smart Lid Systems

Smart Lid Systems byl vyvinut v Austrálii, jeho hlavní funkcí je informovat zákazníka o tom, zda je káva horká či nikoliv. Jedná se tedy o uzávěr neboli plastové víčko na kelímek. Materiál víčka pracuje na principu barevné změny v závislosti na teplotě, probíhají zde termochromatické reakce, tato změna je vratná. Po nasazení víčka na kelímek s horkou kávou se barva víčka změní na červenou, spotřebiteli signalizuje, že je nápoj příliš horký, postupně jak nápoj chladne, barva přechází do tmavě červené. Důležité pro tento typ systému je správné nasazení víčka [30,31].



Obrázek 11: Indikátor informující o teplotě produktu (kávy) [31].

5.7 VITSAB™

VITSAB (vizuální indikátor štítkového systému AB) TTM (časově teplotní hlídač) byl dříve známý jako I-POINT™ a skládal se z vnitřního průhledného plastového sáčku s dvěma komorami a s vnějším obdélníkovým pouzdem na jedné straně a s lepicí podložkou na straně druhé. Tento indikátor se využívá u potravin rychle se kazících. Hlavně se využívá při sledování mořských plodů, nebo jídla v letadlech. Barva indikátoru se postupně mění ze zelené na červenou. Jsou 4 kategorie kvality potravin – zelená barva pro vynikající potraviny, žlutá barva pro dobré potraviny, hnědé zbarvení pro nejisté potraviny a červené zbarvení pro nepoživatelné potraviny [9,32].

5.8 Samoohřívací systém

Technologie HeatGenie ohřívá nápoje nebo potraviny v jejich obalech. Pro aktivaci „samo zahřívacího“ efektu spotřebitel jednoduše stiskne tlačítko v dolní části obalu. Kompaktní modulární zdroj tepla na spodní části balení je o velikosti malé čajové svíčky. Přirozený, potravině bezpečný materiál v ohříváči poskytuje vysoký obsah energie a tepla pro ohřátí potraviny. Spotřebitel odstraní těsnění na spodní části plechovky, kde se odhalí aktivační tlačítko. Po stisknutí tlačítka se aktivuje topení. Tato potravina se bezpečně ohřívá v ruce spotřebitele po dobu dvou minut. Konečným výsledkem je šálek horké kávy, nebo miska polévky.

Topné těleso obsahuje hliník a oxid křemičitý, které při důkladném promíchání podstoupí chemickou reakci, čímž se získá velké množství tepla. HeatGenie vyvinula technologii,

kteřá přesně řídí oxidační reakce, aby bezpečně a efektivně generovaly tepelnou energii [33].

Samoohřívací nápoje Fastdrinks 2 GO, jsou ideální pro využití kdekoli v přírodě, protože mechanismus pro ohřev plechovky je velmi jednoduchý. Plechovka se skládá ze tří různých oddílů. První oddíl je vnější obal plechovky na nápoj, druhá část obsahuje oxid vápenatý a třetí část obsahuje kapsli s vodou. Při stlačení spodní části plechovky se láme membrána, která odděluje oxid vápenatý a vodu. Vzniká chemická reakce, která ohřeje plechovku na 40 °C za pouhé 3 minuty [34,35].

6 LEGISLATIVNÍ POŽADAVKY NA OBALOVÉ MATERIÁLY VHODNÉ PRO STYK S POTRAVINAMI

Nařízení Evropského parlamentu a rady (ES) č. 1935/2004 ze dne 27. října 2004 o materiálech a předmětech určených pro styk s potravinami a o zrušení směrnic 80/590/EHS a 89/109/EHS ujedná o tom, že jakýkoliv materiál nebo předmět, který je určen pro přímý nebo nepřímý styk s potravinami, musí být dostatečně stabilní, aby se zabránilo přechodu látek do potravin v množstvích, která by mohla ohrozit lidské zdraví nebo způsobit nepřijatelnou změnu ve složení potravin nebo zhoršení jejich organoleptických vlastností.

Aktivní materiály a předměty určené pro styk s potravinami jsou vyrobeny tak, aby záměrně obsahovaly „aktivní“ složky, které se mají uvolňovat do potravin nebo které mají naopak absorbovat látky z potravin. Aktivní a inteligentní materiály a předměty určené pro styk s potravinami, by neměly měnit složení ani organoleptické vlastnosti potravin a neměly by o stavu potravin poskytovat takové informace, které by mohly být pro spotřebitele zavádějící.

Materiály a předměty, musí být vyrobeny v souladu se správnou výrobní praxí tak, aby za obvyklých nebo předvídatelných podmínek použití neuvolňovaly své složky do potravin v množstvích, která by mohla:

- a) ohrozit zdraví lidí,
- b) způsobit nepřijatelnou změnu ve složení potravin,
- c) způsobit zhoršení organoleptických vlastností potravin [36].

Nařízení Komise EU č. 450/2009 ze dne 29. května 2009 o aktivních a inteligentních materiálech a předmětech určených pro styk s potravinami, které mimo jiné by mělo obsahovat i pozitivní seznamy ověřených látek nebo materiálů a předmětů. Z nařízení také vyplývá, že aktivní materiály a předměty určené pro styk s potravinami mohou měnit složení nebo organoleptické vlastnosti potravin pouze, pokud jsou tyto změny v souladu s předpisy Společenství vztahujícími se na potraviny, například nařízení EU o potravinářských přídatných látkách [37].

Účelem, směrnice Evropského parlamentu a rady 62/1994 ES ze dne 20. prosince 1994 o obalech a obalových odpadech, je harmonizovat vnitrostátní opatření týkající se nakládání s obaly a obalovými odpady, aby se zabránilo jakýmkoliv jejich vlivům na životní prostředí

všech členských států i třetích zemí anebo aby se tyto účinky zmenšily. Tato směrnice se vztahuje na veškeré obaly a na veškeré obalové odpady [38].

Nařízení a předpisy vztahující se k problematice balení potravin je možné rozdělit do následujících skupin:

- a) obecné požadavky na obaly potravin (zákon 110/1997 Sb. ze dne 24. dubna 1997 o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů)
 - označování potravin – povinné údaje, které musí být na obalech potravin vyznačeny
 - název
 - výrobce (sídlo, místo výroby)
 - množství výrobků nebo počtu obsažených kusů v balení
 - číslo šarže
 - datum minimální trvanlivosti nebo datum použitelnosti
 - podmínky skladování
 - údaje o způsobu použití
 - složení potraviny (výčet surovin)
 - nutriční složení [39]
- b) zákon 477/2001 Sb. ze dne 4. prosince 2001 o obalech a o změně některých zákonů (zákon o obalech); účelem tohoto zákona je chránit životní prostředí předcházením vzniku odpadů z obalů, a to zejména snižováním hmotnosti, objemu a škodlivosti obalů a chemických látek; vztahuje se na nakládání se všemi obaly, které jsou v České republice uváděny na trh nebo do oběhu [40]
- c) zdravotní požadavky na obaly potravin (zákon 258/2000 Sb. ze dne 14. července 2000 o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů [41].

ZÁVĚR

Hlavní funkcí potravinářských obalových materiálů je chránit potraviny před biologickým, fyzikálním a chemickým znehodnocením.

Při srovnání jednotlivých obalových materiálů lze říci, že nejpoužívanějším obalovým materiálem je papír, který jako takový není vhodný pro balení potravin, pro jeho špatné bariérové vlastnosti. Proto se papír využívá s jinými materiály např. s polymery nebo s hliníkovou fólií. V dnešní době se ustupuje od dřeva, jako obalového materiálu, z důvodu vyšší pořizovací ceny, ale také z důvodu lepších vlastností ostatních obalových materiálů. Z hlediska množství prostupujících kontaminantů, jeví se nejvhodnějším obalovým materiálem sklo. Barevná skla slouží jako dobrá bariéra proti vlivu záření. U kovových obalů se nejvíce oceňuje pevnost, neprodyšnost, slabinou kovových obalů je náchylnost ke korozi. Kovové obalové materiály musí být vhodně povrchově upraveny, nejlepším úpravou je galvanické pokovování v kombinaci s vnitřním lakováním, tak se zamezí kontaminace obsahu. Nejrychleji se rozvíjející skupinou obalových materiálů jsou polymery. Z polymerů se nejvíce využívá v potravinářství polyethylentereftalán, do kterého se balí nápoje sycené CO₂, dalším velmi používaným polymerem v potravinářství je polyetylen. Vedle běžných obalových materiálů se v potravinářství používají i takové materiály, jejichž společným znakem je požitelnost, většinou bývá základem sacharid, bílkovina nebo lipidní látka, kromě toho lze zde zařadit i látky syntetické např. polyvinylalkohol.

Závěr práce se zabývá novinkami ve výrobě obalů v potravinářském průmyslu, jako jsou nanotechnologie používající nové nanokompozitní materiály, které jsou schopny aktivně měnit podmínky při skladování potraviny. Oproti tomu inteligentní obaly nás informují o kvalitě potraviny, teplotním režimu po zabalení a o koncentraci plynů uvnitř obalu.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] LANGTHALER, Jan. *Historie balení*. Odbornaskola. [online]. 2008 [cit. 2016-04-25]. Dostupné z:http://www.odbornaskola.cz/joomla/images/stories/historie_obalov_techiky.pdf
- [2] SKÁLOVÁ, Jana, KOUTSKÝ, Jaroslav a MOTYČKA Vladislav. *Nauka o materiálech*. 4. vyd. V Plzni: Západočeská univerzita, 2010. ISBN 978-80-7043-874-9.
- [3] HAN, Jung H. *Innovations in food packaging*. Second edition. Amsterdam: Academic Press, an imprint of Elsevier, 2014. ISBN 978-0-12-394601-0.
- [4] ŠTĚPEK, Jiří. *Polymery v obalové technice*. vyd. 1. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1981.
- [5] DOBIÁŠ, Jaroslav a ČURDA Dušan. *Balení potravin*. <http://ukp.vscht.cz>: Provi-zorní učební text. [online]. 2004 [cit. 2016-04-26]. Dostupné z:<http://ukp.vscht.cz/files/uzel/0007696/Balení+potravin.pdf>
- [6] KAČEŇÁK, Igor. *Obaly a obalová technika*. 1. vyd. Bratislava: Slovenská vysoká škola technická, 1990, 173 s. ISBN 80-227-0301-x.
- [7] ČURDA, Dušan. *Balení potravin*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1982, 428 s
- [8] SOSNOVCOVÁ, Jitka. *Základy bezpečnosti materiálů a předmětů určených pro styk s potravinami a pokrmy*. www.khshk.cz: Státní zdravotní ústav.[online]. [cit. 2016-04-26]. Dostupné z: http://www.khshk.cz/e-learning/kurs8/42_vliv_obalu_na_potravinu_a_potraviny_na_obal.html
- [9] ROBERTSON, Gordon L. *Food packaging: principles and practice*. 3rd ed. Boca Raton, FL: CRC Press, c2013, xxix, 703 s. ISBN 978-1-4398-6241-4.
- [10] KŘUPALOVÁ, Zdeňka. *Nauka o materiálech: pro 1. a 2. ročník SOU učebního oboru truhlář*. 3., upr. vyd. Praha: Sobotáles, 2008, 253 s. ISBN 978-80-86817-25-5.
- [11] GELLERSTEDT, G., EK, M. *Paper chemistry and technology*. Ilust. Vyd. Berlin: Walter de Gruyter, 2009. 400 s. ISBN 978-3-11-021343-0

- [12] PAINE, Frank., HEATHER, Y. *A handbook of food packaging*. 2. vyd. NY: Springer, 1992. 497 s. ISBN 0216932106
- [13] VICKIE, A., CHRISTIAN, E. *Essentials of food science*. 1. vyd. NY: Springer, 2008. 543 s. ISBN 978-0-387-69939-4
- [14] EMBUSCADO, E. *Edible films and coatings for food applications*. Ilust. vyd. NY: Springer, 2009. 403 s. ISBN 978-0-387-92823-4
- [15] LANGMAIER, F., MOKREJS, P., KOLOMAZNIK, K. a MLADEK, M.. *Biodegradable packing materials from hydrolysates of collagen waste proteins*. ScienceDirect. [online]. 2007 [cit. 2016-04-26]. Dostupné z: https://publikace.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/1000849/Fulltext_1000849.pdf?sequence=1&isAllowed=n
- [16] SELKE, S.E.M., CULTER, J.D., HERNANDEZ, R.J.: *Plastics Packaging: Properties, Processing, Applications, and Regulations*, Hanser Gardner Publications, Munich 2004
- [17] LAPČÍK, Lubomír a Miroslav RAAB. *Nauka o materiálech II*. Vyd. 2., rozš. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2004. ISBN 80-7318-229-7.
- [18] VYBÍRALOVÁ, Soňa. *Potravinové obaly mohou chránit a informovat spotřebitele*. Gate2Biotech: české biotechnologické novinky. [online]. 2007 [cit. 2016-04-26]. Dostupné z: http://www.gate2biotech.com/files/clanky_clanky/biotechopravnipdf_94.pdf
- [19] ŽIŽKOVÁ, Jana. *Trendy v balení potravin*. RetailNews. [online]. 2015 [cit. 2016-04-26]. Dostupné z: <http://archiv.press21.cz/retailnews/2015/9/?pn=50>
- [20] *Informace o bioplastu PLA*. eko-plasty.cz: Produkty z BIO rozložitelných materiálů. [online]. [cit. 2016-04-29]. Dostupné z: <http://www.eko-plasty.cz/bioplasty-pla/>
- [21] ŠTENCL, Jiří. *Stanovení energetické spotřeby u stolní baličky, efektivita procesu MAP*. www.vfu.cz. [online]. 2013 [cit. 2016-04-26]. Dostupné z: http://cit.vfu.cz/ivbp/wp-content/uploads/2012/01/VY_01_436.pdf
- [22] ŽIŽKOVÁ, Jana. *Nové trendy v inteligentním balení*. www.odbornaskola.cz. [online]. 2008 [cit. 2016-04-26]. Dostupné

z:http://www.odbornaskola.cz/joomla/images/stories/odbornaskola/zizkova/nov_trendy_v_inteligentnm_balen.pdf

- [23] DOBIÁŠ, Jaroslav. *Balení potravin, technologie*. Světbalení.cz. [online]. 2008 [cit. 2016-04-26]. Dostupné z: <http://www.svetbaleni.cz/sb-1-2008-hlavn-tma-balenipotraviny-technologie-aktivni-obaly-do-praxe-nespechaji/>
- [24] GHAANI, Masoud, COZZOLINO, A. Carlo, CASTELLI, Giulia and FARRIS Stefano. *Trend in Food Science and Technology*. Journals.elsevier.com. [online]. 2016 [cit. 2016-04-26]. Dostupné z: http://ac.els-cdn.com.proxy.k.utb.cz/S0924224415301382/1-s2.0-S0924224415301382-main.pdf?_tid=308bec52-f3fc-11e5-aaeb-00000aab0f01&acdnat=1459070197_c72a2024d4024eac03312188c911f0ca
- [25] NÁPRAVNÍKOVÁ, Eva. *Balení potravin – Nové technologie balení potravin*. Světbalení.cz. [online]. 2007 [cit. 2016-04-26]. Dostupné z:<http://www.svetbaleni.cz/sb-2-2007-hlavn-tma-balenipotraviny-nove-technologie-balenipotraviny/>
- [26] *How ripe do you like it ?*. ripeseance.co. [online]. 2006 [cit. 2016-04-26]. Dostupné z: <http://www.ripeseance.co.nz/index.html>
- [27] ŘEHÁK, Jan. *Timestrip*. automatizace.hw.cz. [online]. 2014 [cit. 2016-04-26]. Dostupné z: <http://automatizace.hw.cz/komponenty-mereni-a-regulace/timestrip-mereni-casu-a-teploty-bez-elektricke-energie.html>
- [28] *Timestrip*. timestrip.com. [online]. 2014 [cit. 2016-04-26]. Dostupné z: <http://timestrip.com/time-monitoring/>
- [29] *Food Temp*. sigmaaldrich.com. [online]. 2016 [cit. 2016-04-26]. Dostupné z: <http://www.sigmaaldrich.com/analytical-chromatography/analytical-reagents/special-applications/timestrip/food-temp.html>
- [30] LINGLE, Rick. *Smart Lid Systems*. packworld.com. [online]. 2016 [cit. 2016-04-26]. Dostupné z: <http://www.packworld.com/applications/beverage/color-change-lid>
- [31] BAYSS, Anthony. *Smart Lid Systems*. indiegogo.com. [online]. 2016 [cit. 2016-04-26]. Dostupné z: <https://www.indiegogo.com/projects/the-smart-lid-a-heat-sensitive-coffee-lid#/>

- [32] *About Vitsab International AB*. vitsab.com. [online]. 2016 [cit. 2016-04-26]. Dostupné z: <http://vitsab.com/index.php/about-vitsab/>
- [33] *Heatgenie technology*. heatgenie.com. [online]. 2016 [cit. 2016-04-26]. Dostupné z: <http://heatgenie.com/our-technology/self-heating-technology/>
- [34] *Fast drinks 2go technology*. fastdrinks2go.com. [online]. 2014 [cit. 2016-04-26]. Dostupné z: http://www.fastdrinks2go.com/index_eng.php
- [35] *Trvanlivé jídlo na cesty*. armyas.cz. [online]. 2016 [cit. 2016-04-26]. Dostupné z: <http://www.armyas.cz/trvanlive-jidlo-jidlo-na-cesty/samoohrivaci-napoj-fastdrinks-2go-slepici-polevka/>
- [36] Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1935/2004., o materiálech a předmětech určených pro styk s potravinami a o zrušení směrnice 80/590/EHS a 89/109/EHS. In. *Úřední věstník Evropské unie*. 27.10.2004
- [37] SOSNOVCOVÁ, Jitka. *Evropská legislativa*. khshk.cz: Základy bezpečnosti předmětů běžného užívání určených pro styk s potravinami a pokrmů. [online]. 2013 [cit. 2016-04-26]. Dostupné z: http://www.khshk.cz/e-learning/kurs8/31_evropsk_legislativa.html
- [38] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 94/62/ES., o obalech a obalových odpadech In. *Úřední věstník Evropských společenství*. 22.12.1994.
- [39] Zákon 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů. In. *Portál veřejné správy*. 24.04.1997
- [40] Zákon 477/2001 Sb., o obalech a o změně některých zákonů (zákon o obalech). In. *Portál veřejné správy*. 04.12.2001
- [41] Zákon 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů. In. *Portál veřejné správy*. 14.07.2000

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

atd.	A tak dále
Ca(ClO) ₂	Chlornan vápenatý
CAP	Controlled atmosphere packaging (Kontrolovaná atmosféra při balení)
ClO ₂	Oxid chloričitý
CO ₂	Oxid uhličitý
Cr	Chrom
ČR	Česká republika
EHS	Evropské hospodářské společenství
ES	Evropské společenství
EU	Evropská unie
EVOH	Etylen vinyl alkohol
FDA	Food and drug administration (Úřad pro kontrolu potravin a léčiv)
Fe	Železo
HACCP	Hazard analysis and critical control points (Analýza rizik a kritické kontrolní body)
HDPE	Vysokohustotní polyetylen
H ₂ O ₂	Peroxid vodíku
KMnO ₄	Manganistan draselný
kN	Kilonewton
LDPE	Nízkohustotní polyetylen
MAP	Modify atmosphere packaging (Modifikovaná atmosféra při balení)
Mn	Mangan
např.	Například
nm	Nanometr

O ₂	Kyslík
OSHA	Occupation Safaty and Health administration (Bezpečnost a ochrana zdraví při práci)
PA	Polyamid
PE	Polyetylen
PHB	Polyhydroxybutyrát
PP	Polypropylen
PS	Polystyren
PET	Polyetylen tereftalát
PVC	Polyvinylchlorid
RFID	Radio frequency identification (Radiofrekvenční systém identifikace)
Sb.	Sbírka zákonů
SiO ₂	Oxid křemičitý
SVP	Správná výrobní praxe
tj.	To jest
TTM	Časové teplotní hlídače
tzv.	Tak zvané
UHT	Ultra-high temperature (Vysokoteplotní úprava)
USA	Spojené státy americké
USDA	United states department of agriculture (Obor zemědělství pro Spojené státy)
USEPA	United states environmental protection agency (Agentura pro ochranu životního prostředí)
%	Procent
°C	Stupeň Celsia

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Papírové obaly pro potravinářství

Obrázek 2: Dřevěné obaly pro potravinářství

Obrázek 3: Skleněné obaly pro potravinářství

Obrázek 4: Kovové obaly pro potravinářství

Obrázek 5: Tkaninové obaly pro potravinářství

Obrázek 6: Plastové obaly pro potravinářství

Obrázek 7: Výroba bioplastu PLA

Obrázek 8: Absorbér kyslíku

Obrázek 9: Indikátor pro čerstvost ovoce

Obrázek 10: Indikátor sledující výrobky v chladu

Obrázek 11: Indikátor informující o teplotě produktu (kávy)