

**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Liberec 2010

Martina Krpálková

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

FAKULTA TEXTILNÍ



Studijní program: Průmyslový management N3180

Studijní obor: Produktový management 3106T014

AKTIVNÍ OBALY

ACTIVE PACKAGING

Autor: Bc. Martina Krpálková

Vedoucí diplomové práce: Ing. Aleš Gardián, MBA

Konzultant: Ing. Jiřina Hovorková

Ing. Jakub Hrůza, Ph.D.

Rozsah práce:

Počet stran textu... 89

Počet obrázků..... 12

Počet tabulek..... 13

Počet grafů 2

Počet stran příloh . 1

Zadání diplomové práce

(vložit originál)

Žádost o změnu termínu odevzdání diplomové práce

(vložit originál)

Prohlášení

Byla jsem seznámena s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

V Liberci, dne 28. 6. 2010

.....
Podpis

Poděkování

Děkuji svému vedoucímu diplomové práce Ing. Aleši Gardiánovi, MBA za jeho zájem, ochotu, odborné rady a připomínky. Mé díky patří také lidem, kteří ochotně konzultovali, jako je Ing. Jakub Hřůza Ph.D. a Doc. Ing. Jaroslav Dobiáš, CSc. Děkuji své rodině za podporu v průběhu celého mého studia.

Anotace

Tato diplomová práce pojednává o aktivních obalech v potravinářství. Práce vznikla ve spolupráci s firmou Elmarco s. r. o. Pro lepší pochopení problematiky této práce jsou v první řadě charakterizovány základní pojmy. Základním úkolem bylo osvětlení důvodů balení potravin zejména jako ochrana potravin před kontaminací a změnami v důsledku působení kyslíku a vlhkosti. Dále analyzovat trh s aktivními obaly v potravinářství s použitím nanovláken.

Klíčová slova

Aktivní obaly

Absorbéry

Emitéry

Inteligentní obaly

Indikátory

Nanovlákná

Annotation

This diploma thesis concerns heat of active packaging for foodstuffs. The work was accomplished with the cooperation of the company Elmarco Ltd. For better understanding of the issue of this work, the basic terms are defined at the beginning. The primary objective was to explain the reasons for packaging in particular protecting foodstuffs from contamination and changes as a result of the influence of oxygen and moisture. A further objective was to analyse the market for active packaging in groceries using nanofibres.

Keywords

Active Packaging

Absorbers

Emitters

Intelligent Packaging

Indicators

Nanofibers

Obsah

1. Úvod.....	14
2. Úloha obalů v potravinovém řetězci	15
3. Vliv obalu na potraviny a potraviny na obal	17
3.1. Rozdělení	18
3.2. Vliv a funkce obalu.....	19
3.3. Kategorie obalových materiálů.....	19
3.4. Základní způsoby balení	19
3.5. Základní rozdělení obalů vychází z jejich funkce v distribučním řetězci od výroby až po spotřebu.....	20
3.6. Bariérové účinky obalů.....	20
3.7. U potravin, jež jsou v zásadě organické látky rostlinného nebo živočišného původu, může docházet po zabalení ke změnám	20
3.8. Koeficient ochranné účinnosti	21
3.9. Přebytek a nedostatek určitého faktoru	21
3.10. Faktor tepla, teplota balené potraviny	21
3.11. Balení potravin v modifikované atmosféře.....	22
3.12. Skladování potravin	23
3.13. Zásady správného skladování	24
3.14. Změny v potravinách během skladování	24
4. Potravinové obaly mohou chránit a informovat spotřebitele	27
4.1. Inteligentní a aktivní obaly	28
4.2. Aktivní nebo inteligentní - dva různé přístupy	29
4.3. Aktivní techniky obalů	30
4.3.1. Základní typy aktivních obalů	31
4.3.1.1. Absorbéry kyslíku	31
4.3.1.2. Absorbéry oxidu uhličitého	33
4.3.1.3. Absorbéry etylenu	33
4.3.1.4. Absorbéry vlhkosti.....	34
4.3.1.5. Absorbéry látek působící nežádoucí příchuti a přípachy potravin	35
4.4. Inteligentní techniky balení	38
4.4.1. Indikátor teploty	39
4.4.2. Indikátory atmosféry.....	39

4.4.3. Indikátory čerstvosti	40
4.4.4. RFID systémy	41
5. Aktivní obaly do praxe nespěchají	43
5.1. Absorbéry kyslíku většinou ve formě sáčků.....	43
5.2. Vlhkost pohlcují podložky a fólie	45
5.3. Susceptory nejčastěji na bázi hliníku.....	45
5.4. Některé obaly Evropa teprve zkoumá	46
5.5. Indikátory teploty využívány zejména v USA	47
5.6. Pomalá aplikace má své důvody.....	47
5.7. Konstrukce na míru se prodražuje	48
5.8. Legislativa vstřícná jen zčásti.....	48
5.9. Zavádění může zrychlit poučený spotřebitel	49
6. Nanovlákná.....	51
6.1. Technologie Nanospider™	53
6.2. Charakteristika technologie Nanospider™	56
7. Inovace za pomoci nanovláken	59
7.1. Využití nanomateriálů	59
7.2. Možné nanovláknenné výhody	60
7.3. Zdravotní riziko nanomateriálů	60
7.4. Legislativa	61
7.5. Další rizika nanomateriálů.....	61
7.6. Nanovlákná v aktivních obalech.....	61
7.7. Nanovlákná v inteligentních obalech	62
7.8. SWOT analýza.....	62
7.9. Časový horizont uvedením takových produktů na trh.....	63
7.10. Substituční produkty	63
8. Segmentace trhu.....	64
8.1. Aktuální použití nových technik balení	64
8.2. Nejvýznamnější společnosti vyrábějící obaly	65
8.2.1. Rakousko	65
8.2.2. Švýcarsko.....	66
8.2.3. Německo	67
8.2.4. Francie	68
8.3. Nejvýznamnější společnosti vyrábějící aktivní obaly	68

8.3.1.Švýcarsko.....	68
8.3.2.USA	68
8.4. Hlavní české obalářské firmy	70
9. Veletrhy	71
9.1. Potravinářské veletrhy a Embax poprvé společně	71
9.2. EMBALLAGE.....	71
10. Technicko – provozní posouzení.....	72
10.1. Technické zhodnocení	72
10.1.1. Celková výrobnost	73
10.1.2. Vhodnost pro další zpracování	75
10.1.3. Kompatibilita	75
11. Ekonomické posouzení	77
11.1. Ekonomický výpočet	77
11.1.1. Vhodné polymery pro výrobu nanovlákněné vrstvy.....	77
11.1.2. Vhodná aditiva pro výrobu nanovlákněné vrstvy	78
11.1.3. Výpočet potřebného množství aditiv	79
11.1.4. Přepočet na jednotku plochy.....	79
11.1.5. Kalkulace nákladové ceny 1 m ² nanovlákněné vrstvy	80
12. Legislativa.....	82
12.1. Předpisy	83
13. Závěr.....	84
12. Použitá literatura	85

Seznam symbolů a zkratek

USD	americký dolar
Euro	měna eurozóny - €
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung – společnost s ručením omezeným
a.s.	akciová společnost
s.r.o.	Společnost s ručením omezeným
Co	Company – společnost, sdružení
AG	Aktiengesellschaft – akciová společnost
Ltd.	Limited Company – společnost s ručením omezeným
®	registrovaná ochranná známka
nm	nanometr = 10^{-9} [m]
PE	polyethylén
PET	polyethylénterephatalát
O ₂	kyslík
CO ₂	oxid uhličitý
RFID	Radio Frequency Identification Device
CTI	Critical Temperature Indicators
CTTI	Critical Temperature/Time Integrators
TTI	Time-Temperature Indicators
EPS	expandovaný polystyren
PS	polystyren
PVC	polyvinylchlorid
EVOH	ethylvinylalkohol
PVdC	polyvinylidenchlorid
EVA	ethylvinylacetát
LDPE	nízkohustotní polyetylen
HDPE	vysokohustotní polyetylen
SiO _x	oxidy křemíku
N ₂	dusík
Al	hliník
Fe	železo

CML	limit celkové migrace
UV	ultrafialové záření
MA	modifikovaná atmosféra
CA	cílená atmosféra
μm	mikrometr
$\text{ml}/\text{m}^2 \cdot \text{d} \cdot 0,1\text{MPa}$	propustnost fólie pro kyslík ($\text{mililitr}/\text{metr}^2 \cdot \text{den} \cdot \text{tlak}$)

1. Úvod

V posledních letech se v souvislosti se zvyšujícími se požadavky na bezpečnost potravin a nároky konzumací na zachování čerstvosti výrobku dostala do popředí myšlenka aktivních a inteligentních obalových materiálů. Úkolem aktivních a inteligentních obalů je omezení rozvoje mikroorganismů v balené potravine, a to po co nejdelší dobu od výroby po spotřebu. Tyto obalové systémy v současnosti představují rychle se rozvíjející oblast technologie. Potravinářství je hlavní oblast, pro kterou jsou tyto obalové systémy určeny. Další možností využití těchto obalových systémů je farmaceutický a kosmetický průmysl. Aktivní obalové materiály jsou produkty, které dokáží potraviny konzervovat a dokonce zlepšovat jejich vlastnosti. Komponenty v nich obsažené dokáží v potravinách pohlcovat nežádoucí sloučeniny např. kyslík, oxid uhličitý, etylen a nadměrnou vodu. Tyto komponenty zároveň dokážou přidávat do balené potraviny sloučeniny např. konzervační prostředky a aroma. Cílem obou systémů je prodloužení doby spotřeby potravin nebo zvýšení jejich kvality. Inteligentní obalové materiály naopak monitorují kvalitu či stav potraviny a poskytují tak informace spotřebiteli.

Tato diplomová práce se zabývá aktivními obaly v potravinářství. Práce vznikla ve spolupráci s firmou Elmarco s. r. o. V úvodu práce jsou nejprve charakterizovány základní pojmy, dojde k seznámení s problematikou zabývající se aktivními obaly. Následuje technologické zhodnocení výroby nanovláken. Dále je definována inovativnost obalů v daném oboru. Pomocí SWOT analýzy jsou vyhodnoceny příležitosti a překážky pro zavedení inovativního produktu s využitím nanovláken v daném tržním segmentu na trh a je odhadnut případný časový horizont pro jejich zavedení. Součástí práce je i analýza tržního segmentu, kde se předpokládá uplatnění aktivních obalů s ohledem na velikost trhu. V závěrečné části je provedeno technicko-ekonomické zhodnocení obalů a průzkum stávající legislativy.

2. Úloha obalů v potravinovém řetězci

Obalový sektor je významným globálním průmyslem, což představuje cca 2% HDP v rozvinutých zemích. Hodnota obalového průmyslu je 345 milionů eur na celém světě, z toho Evropa potřebuje jednu třetinu. Padesát procent tohoto trhu jsou obaly pro potraviny. Prognózy naznačují, že toto odvětví bude i nadále růst, jak ve velikosti, tak i v důležitosti.

Mnoho pokrmů a procesy uchování stále závisí do značné míry na efektivním obale, např. procesy konzervování, sterilování, nakládání a pečení. Procesy, jako je sušení a zmrazení by se ztratily bez ochranného obalu po zpracování na kontrole výrobků vystaveným účinkům kyslíku, světlu, vodním páram, bakteriích a jiných nečistot. Nicméně, moderní potravinářský obal již nemá jen pasivní úlohu při ochraně a marketingu výrobku. Stále více hraje aktivní roli při zpracování, uchování a zachování bezpečnosti a kvality potravin v celém distribučním řetězci. Ve skutečnosti rozvoj obalů změnil zachování metod použitých pro potravinářské výrobky. Před deseti až patnácti lety byly všechny drůbeží výrobky a průmyslově připravené syrové mleté maso prodáváno zmrazené. Dnes, díky upravenému prostředí obalu na základě ochranných plynů a nové obalové materiály nepropustné pro plyny, jsou prodávány jako chlazené produkty. Moderní příprava a často mezinárodní distribuce čerstvě řezaného ovoce a zeleniny pro maloobchodní prodej je dnes také možná, protože obaly jsou z dýchacích filmů.

Obal dnes hraje stále významnější roli v celém potravinovém řetězci „z pole na stůl spotřebiteli“. Například mnoho čerstvých zemědělských výrobků, jako bobule a houby jsou nasbírané na poli či ze skleníku přímo do spotřebitelských obalů a plastových či vlákenných zásobníků. Výrobek je tak dotčený jen jednou předtím, než se dostane ke spotřebiteli. Další příklad je jíst lehká jídla a produkty, které jsou zabaleny v mísách do mikrovlnné trouby, které dovolí spotřebiteli připravovat jídlo ihned a dokonce obal slouží jako jídelní mísa.

Balení potravin se rozvinulo silně během posledních let, zejména v důsledku na zvýšené nároky na bezpečnost výrobku, prodloužení životnosti, cena, otázky životního prostředí a pohodlí spotřebitele. S cílem zlepšit výkon obalů při shromáždění těchto odlišných požadavků, inovativních a regulovaných v prostředí obalu, aktivní a

inteligentní systémy balení jsou rozvíjeny, testovány a optimalizovány v laboratořích po celém světě. Všechny tyto nové technologie obalů mají velký komerční potenciál k tomu, aby zajistil kvalitu a bezpečí potravin s méně nebo žádnými přísady a konzervačními látkami, čímž se sníží plýtvání potravinami, otrava jídlem a alergické reakce. Inteligentní obaly mohou také sledovat kvalitu výrobku a dráhu historie produktu skrz kritické body v potravinovém zásobovacím řetězci. Inteligentní obaly dají také potravinářskému průmyslu prostředky k provedení místní kontroly jakosti požadované potravinovými regulátory. Dnes na trhu se silnou konkurencí s obaly jsou hlavní výhodou při přesvědčování spotřebitelů k tomu, aby koupili danou značku. Obaly musí splňovat různé požadavky, jak efektivní tak i ekonomické. Potravinový cíl výrobce je navrhovat optimální obaly, které splňují dostatečně veškeré legislativní, marketingové a funkční požadavky a splní environmentální, cenové a spotřebitelské poptávky právě tak jak je možné.[1]

3. Vliv obalu na potraviny a potraviny na obal

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

Přenos složek obalu do obalového produktu

V důsledku koroze obalových materiálů působením potravin nebo migrací se do potravin uvolňují jen složky obalového materiálu, zatímco vizuálně se obalový materiál nemění. Tyto děje většinou negativně ovlivňují kvalitu baleného zboží a je proto základní snahou při volbě způsobu balení je omezit.

Přenos složek potravin do obalu

Do této skupiny patří celá řada dějů. Z hlediska poškození kvality potravin je významná zejména možnost absorpce aromatických složek obalem.

Pronikání složek potravin obalem do okolního prostředí

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

Pronikání složek z prostředí do potravin

Významný je zejména přístup kyslíku, vlhkosti, světla, aromatických látek, toxinů nebo mikrobů. Funkce obalu v tomto případě spočívá v zamezení kontaktu potravin s okolím. Balení je charakterizováno bariérovými vlastnostmi (např. propustností pro kyslík, vlhkost, apod.). Správně zvolený obal v tomto případě může významně ovlivnit kvalitu, dobu spotřeby i bezpečnost potravin.

Nehmotné interakce

Podstatou těchto interakcí není sdílení hmoty. Významný je zejména vliv záření, mechanických vlivů, ovlivňování tepelných procesů obalem atd.[2]

3.1. Rozdělení

a. Primární a sekundární obaly

Primární obal má přímý kontakt s potravinou, proto jsou na něj kladeny vysoké hygienické a jakostní parametry.

Na sekundární obaly nejsou kladeny tak vysoké hygienické nároky, jedná se o přepravky, kartony, barely a další.

b. Přírodní a umělé obaly: z přírodních jsou v ČR povolené pouze střevo vepřová, hovězí.

Metoda opracování: tenké střevo na jitrnice - střevo se vypláchnou, převrátí, znovu vypláchnou - zde se používá kamenec pro odstranění hleny, ve střevě zůstane sliznice i podslizniční vrstva; tenké střevo na klobásy, párky atd.; obsah střevo se spolu s hlenem i obsahem vytlačí mezi dvěma válci. Zůstává pouze poškozená podslizniční vrstva, střevo se kvůli trvanlivosti nasolí (sůl se před plněním odstraní).

c. Obaly jednorázové a v oběhu. Obaly v oběhu jsou vratné sklenice, plastové nebo dřevěné přepravky apod.

d. Obaly hotové a vytvářené:

- Vytvářené – sáčky, folie a jiné
- Hotové – vaničky a další

e. Hygienicky rizikové – mezi tuto skupinu patří sklo (riziko rozbití), kartony jsou nevhodné pro nasáklivost a musí se vždy použít jako sekundární obal.

f. Tepelné nároky - do mrazírenských teplot se používá mrazírenský polyetylen. Pro výrobu tepelně opracovaných masných výrobků se využívají obaly, které snášejí teplotu vyšší než 90 stupňů.

g. Bariérové vlastnosti – schopnost propouštět plyny, MO, vlhkost apod., kolagen propouští vodu (střívka). Polyethylenová folie je propustná pro vodu, kyslík a oxid uhličitý.

3.2. Vliv a funkce obalu

- a. Tvar výrobku - smršťovací folie, krabice, vaničky,....
- b. Ochrana výrobku před mechanickým poškozením, biologickým nebezpečím (mikroorganismy, viry, paraziti a škůdci - hmyz, hlodavci) a fyzikálními vlivy - teplota, světlo, vlhkost vzduchu,
- c. Obal funguje jako významný prodejní prvek - zákazník nakupuje „očima“. Na obalu se uvádí pouze pravdivé informace dle platné legislativy, zákazník a výrobce skrz obal „komunikují“.
- d. Hlavní riziko kontaminace - primární obal. Vysoké hygienické nároky pro manipulaci, skladování a výrobu primárních obalů. Nikdy se nedodávají bez sekundárního obalu, po přijetí musí být zkontrolovány a uloženy ve skladech pouze pro obalový materiál.
- e. Mikroklima – udává už vlastní trvanlivost balené potraviny/suroviny.
- f. Riziko kontaminace cizorodými látkami – potraviny s kyselým pH uvolňují kationty kovů (proto dnes zákaz hliníkových konzerv), měď se luhuje i do vody (dříve měděné vodovodní trubky), absorpce různých pachů - rizikové jsou mléko/mléčné výrobky s vysokým obsahem tuku, maso, tuk a oleje.

3.3. Kategorie obalových materiálů

„a“ pro krátkodobý styk s potravinou do 48 hodin

„d“ vyloučen styk s tukem a s potravinami více než 5 % tuku v obsahu

„f“ zvláštní omezení pro konkrétní druhy potravin

„g“ nepřímý styk s potravinou

3.4. Základní způsoby balení

- Prosté (klasické balení, které má pouze ochrannou funkci před mechanickými vlivy)
- Vakuové (bez přítomnosti vzduchu, prodlužuje trvanlivost, zastavuje enzymatickou aktivitu i činnost MO)
- V ochranné nebo modifikované atmosféře – použití oxidu uhličitého, který má inhibiční účinek na MO.

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.[5]

3.5. Základní rozdělení obalů vychází z jejich funkce v distribučním řetězci od výroby až po spotřebu

- Spotřebitelské - např. jedna PET láhev s nápojem;
- Skupinové - seskupení určitého počtu spotřebitelských celků, např. 6 PET lahví s nápoji v jednom balení;
- Převážní - pro usnadnění manipulace se skupinovým balením, případně i se spotřebitelskými celky. Základním přepravním obalem je v současné době Europaleta s půdorysným rozměrem 800 x 1200 mm. Z tohoto rozměru vycházejí velikosti skupinových i spotřebitelských obalů.

3.6. Bariérové účinky obalů

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 okolním prostředím.

3.7. U potravin, jež jsou v zásadě organické látky rostlinného nebo živočišného původu, může docházet po zabalení ke změnám

- bez mikrobiálního působení, znehodnocování fyzikálními nebo fyzikálně-chemickými vlivy (mechanické poškození, vlhnutí, vysoušení, těkání arómat, změnu barvy, chuti nebo nutričně cenných složek).

- mikrobiologickým, mohou 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 baktériemi.

3.8. Koeficient ochranné účinnosti

Vliv obalu na uchovatelnost výrobku se vyjadřuje koeficientem ochranné účinnosti (K_{ob}), který udává kolikrát je trvanlivost balené potraviny (D_b) vyšší, než nebalené (D_n) za stejných podmínek skladování:

Kritériem trvanlivosti bývá ztráta charakteristického jakostního znaku, například změna barvy, chuti, konzistence atp.

Velmi často bývá trvanlivost charakterizována jako hranice prodejnosti.

K_{ob} dosahuje v běžné praxi hodnot 1,5 až řádově 10^3 , například pro sterilované výrobky. 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.

3.9. Přebytek a nedostatek určitého faktoru

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.

Příklad : 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.

3.10. Faktor tepla, teplota balené potraviny

Růst MO závisí na teplotě. Je známo, že nejuniverzálnějším prostředkem k zvýšení trvanlivosti potravin je snížení teploty. Její pokles má však za následek nárůst relativní vlhkosti ve vzduchovém prostoru mezi výrobkem a obalem nepropustným,

nebo jen omezeně propustným, pro vodní páru. Tím se zvyšuje vlhkost potraviny i její a_w .

Velmi často bývá ve vytvořeném mikroklimatu překračována hodnota rosného bodu a dochází ke kondenzaci vody jak na obalu, tak i na zabaleném výrobku.

Jisté možnosti řešení problému dává aktivní balení, například použití absorbérů vlhkosti, případně použití částečně nebo jen jednosměrně propustných obalů pro vodní páru. Zvláštní kapitolu v řešení uváděné problematiky pak představuje vakuové balení nebo balení v ochranné atmosféře, kde se obal nepropustný pro vodní páru předpokládá.

3.11. Balení potravin 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 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 trvanlivosti.

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 potraviny 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 O₂, dusíkem N₂ a kysličníkem uhličitým CO₂.

3.12. Skladování potravin

Cílem je prodloužit trvanlivost potravin. Potravinu skladujeme podle vlastností. Způsob skladování potravin ovlivňuje jejich kvalitu i zdravotní nezávadnost. Nesprávným skladováním se mohou potraviny znehodnotit. Mezi hlavní činitele, které v průběhu skladování mohou potraviny negativně ovlivnit patří vlhkost, teplota vzduchu, způsob uložení, hygiena.

Druhy skladů:

Suché sklady - teplota kolem 18°C. Používají se na skladování obilovin, cukru, oleje, pochutin. Okna jsou opatřena síťovinou proti prachu a hmyzu.

Chladírny - jsou ve sklepních prostorách, ve kterých se udržuje přirozeně nízká teplota a vysoká vlhkost vzduchu při dokonalém větrání. Používají se na skladování odděleně brambor, zeleniny, ovoce, rostl. olejů, vajec, kompotů, nápojů. Pro maso může být max. +4°C. Φ (vlhkost vzduchu) musí být 80-85 %.

Mrazící sklady - teplota min.-18 °C až - 22 °C. Dlouhodobě je zde možné skladovat mražené potraviny. Pro provozní mrazírny se povoluje teplota do -12 °C.

Mrazírenství:

- Teploty -18 °C zpomalují až zastavují průběh fyzikálních a mikrobiálních procesů.
- Zachovávají se původní vlastnosti potravin - vzhled, barva, soudržnost, chuť a nedotčena je také nutriční hodnota (obsah vitamínů a minerálních látek).
- Dochází pouze k fyzikálně-enzymatickým změnám, při delším skladování u bodu mrazu dochází k oxidačnímu a hydrolytickému žluknutí tuků - mění se sensorické vlastnosti - aroma a chuť.
- Prostory musí být temné, dokonalé čisté, možnost řízené atmosféry a systém zaznamenávací teplotu.

- Základní klimatické podmínky jsou teplota, vlhkost Φ (90-95%) a oběh vzduchu (nesmí vzniknout místa, kde neproudí vzduch)

3.13. Zásady správného skladování

Potraviny skladujeme podle vlastností ve vhodném druhu skladu (je nutné znát jejich složení), dále je třeba pravidelně kontrolovat jakost potravin. Zpracovávají se nejprve potraviny déle skladované, aby neprošla záruční lhůta - pravidlo FIFO (first in first out):

- narušené a vadné potraviny se musí ze skladu odstranit
- aromatické potraviny se skladují odděleně (např. koření)
- teplota a vlhkost skladu se kontroluje a upravuje vhodným způsobem (větráním)
- při skladování je nutné důsledně dodržovat pravidla hygieny

3.14. Změny v potravinách během skladování

Potravinářské suroviny a potraviny jsou biologické, netrvanlivé materiály, které podléhají nežádoucím změnám.

a. Nežádoucí fyziologické změny:

- nesprávný průběh posmrtných změn v mase po porážce
- špatné zacházení se zvířetem
- nevhodné podmínky zacházení s masem po porážce

Ovoce a zelenina

- tzv."tkáňové dušení" při zabalení čerstvých plodů pod vakuem nebo v inertním plynu
- při skladování v řízené atmosféře nežádoucí změny v průběhu dozrávání
- zrychlení nástupu "hniličení" pokles přirozené odolnosti rostlinného pletiva mikrobiálnímu rozkladu
- poškození ovoce a zeleniny chladem-dlouhodobé působení nižších teplot, než je kritická teplota (minimální bezpečná teplota skladování jablek je 1-2°C, zralých rajčat 10 °C a banánů 13 °C). Nežádoucí fyziologické změny pak urychlí zkázu surovin

Změny enzymové

- kontakt enzymů se substrátem
- po mechanickém porušení pletiva v důsledku loupání krájení lisování
- při pomalém zmrazování vlivem tvorby krystalů ledu
- enzymové procesy jsou přerušeny deaktivací enzymů nejčastěji záhřevem (tzv. blanšírováním)

b. Změny chemické

Vzájemné chemické reakce všech složek potravy, včetně produktů fyziologických a enzymových procesů, látek přicházejících do potravy zvenčí (kyslík, složky obalů, kontaminující látky apod.) a produktů metabolismu přítomných mikroorganismů.

Reakce neenzymového hnědnutí

- jsou nejvýznamnější chemické změny potravin
- široký komplex reakcí aminosloučenin s redukujícími cukry, karbonylovými látkami, fenoly a dalšími složkami potravin
- důsledkem jsou změny barvy, vůně a chuti
- negativní-při zpracování a skladování potravin
- pozitivní-dosažení očekávaných sensorických vlastností produktu, např. při pražení kávy, pečení, kulinárních úpravách masa apod.

Oxidační reakce, zejména autooxidace tuků

- nežádoucí chemické změny
- jsou urychlovány přístupem vzdušného kyslíku a teplotou
- změny nenasycených mastných kyselin
- tvorba těkavých látek s charakteristickým zápachem (žluklá, po rybách)
- důsledkem je snížení nutriční hodnoty potravy a také vznik nežádoucí chuti a vůně

c. Změny mikrobiologické

- nejvýznamnější změny, ke kterým v potravinách dochází během jejich zpracování a skladování
- důsledky potenciální ohrožení zdraví konzument a snížení nutriční a sensorické hodnoty potraviny
- znehodnocení potraviny nebo potravinářské suroviny
- polotovary a výrobky obsahují vždy mikroorganismy nebo jejich zárodky
- součástí každého technologického zpracování je proto konzervační zákrok, který zastaví nebo zpomalí nežádoucí růst mikroorganismů a usmrtí ty formy, které by se za podmínek skladování mohly množit a potravinu kazit
- potraviny jsou vhodným substrátem pro mikroorganismy
- mikroorganismy tvoří v potravine toxiny a tím ji znehodnocují
- přítomnost některých kmenů může vyvolat tvorbu biogenních aminů- např. histamin [5]

4. Potravinové obaly mohou chránit a informovat spotřebitele

Jaké budou obaly budoucnosti? Inteligentní, aktivní a biodegradabilní. Vědci vyvinuli například potravinové obaly vybavené technologií RFID, které dokáží komunikovat s lednicí nebo mikrovlnnou troubou, upozorňovat na nutnost spotřeby a předávat instrukce k přípravě. Již dnes se používají obaly, které indikují nedodržení správné skladovací teploty nebo zabraňují množení bakterií. Přidáme-li k těmto unikátním vlastnostem biodegradabilitu čili přirozenou odbouratelnost, máme před sebou směr, kterým se vývoj obalových materiálů bude ubírat v příštích desetiletích.

Nástup nové generace obalů je spojen s rozvojem nanotechnologií, informačních technologií a také bioplastů, které navzdory vyšší ceně úspěšně konkurují konvenčním polymerům vyráběným z ropy. Pro výrobu ekologicky nezávadných bioplastů se používají zemědělské produkty jako kukuřice, brambory apod. i jiné přírodní suroviny jako například celulóza. Poptávka po přírodně rozložitelných obalech ve vyspělých zemích rychle stoupá a světová výroba bioplastů tak v prvních pěti letech 21. století vzrostla dvacetinásobně. Rozdíl ve výrobních nákladech, který je základní nevýhodou bioplastů oproti konvenčním plastům z ropy, se daří snižovat i díky využití geneticky modifikovaných rostlin.

Biologicky odbouratelné obaly lze dále zatraktivnit kombinací se speciálními užitnými vlastnostmi. Nositeli těchto vlastností jsou struktury, které mají formu nanokrystalů zabudovaných do matrice polymeru. Obaly vyrobené z nanokompozitních materiálů mohou například aktivně měnit podmínky, za kterých je balená potravina uchovávána, a tím prodlužovat její trvanlivost nebo upravovat senzorecké a nutriční vlastnosti. Nejčastěji se dnes používají materiály, které dokáží z okolní atmosféry eliminovat nežádoucí plyny. Absorbují například kyslík, oxid uhličitý, vlhkost, ale také ethylen, který je důležitým hormonem regulující zrání ovoce, nebo zápachy způsobené těkavými aldehydy a aminy.

Aktivní obaly mohou produkovat látky s antimikrobním a antioxidačním účinkem, ale také aditiva, zvýrazňovače chuti nebo dokonce potravinové ingredience. V současné době jsou aktivní obaly úspěšně aplikovány v USA, Austrálii a Japonsku, zatímco v Evropské unii je v důsledku přísných legislativních předpisů jejich použití omezeno na výzkumné projekty.

Ke slovu přicházejí také informační a komunikační technologie. Inteligentní obaly dokáží monitorovat stav a kvalitu obsažených potravin a tyto informace předat spotřebiteli. Pro sledování různých fyzikálních veličin, kterým je potravina v čase vystavena, se využívají indikátory teploty, mikrobiální kontaminace, integrity obalu, fyzikálního šoku nebo autenticity produktu. Některé z nich jsou zabudovány do obalového materiálu, jiné se umísťují na jeho povrchu, a informace předávají obvykle vizuálně - změnou barvy apod. Setkáme se však i se sofistikovanějšími technologiemi. Speciální RFID štítky navazující na systém čárových kódů mohou předat kompletní informace o produktu a jeho historii. Každý článek obchodního řetězce až po konečného spotřebitele tak může zjistit, kde a kdy byla potravina vyrobena, jakou prošla teplotní historií, jaký je mechanický stav obalu a složení vnitřní atmosféry apod. V domácnosti vybavené inteligentními elektrospotřebiči mohou obaly s RFID štítky komunikovat přímo s lednicí či mikrovlnnou troubou.

S obaly z bioplastů se můžeme setkat již i v naší obchodní síti a ekologicky smýšlejícím spotřebitelům nevádí ani jejich vyšší cena. Na masové uplatnění obalů schopných aktivně ovlivňovat vlastnosti uchovávaných potravin a komunikovat se spotřebitelem si zatím musíme počkat, i když podle odborníků ne příliš dlouho.[3]

V posledních zhruba 20 letech došlo k významnému rozvoji aktivních systémů balení. Některé prvky balení spadající do této kategorie byly pochopitelně používány dříve, ale až v uvedeném období je možné nalézt jejich systematický výzkum a cílené zavádění do praxe. Po určitých terminologických nejasnostech jsou v současnosti rozlišovány dvě skupiny balení s interaktivní funkcí, a to:

- Aktivní obaly mění stav zabaleného jídla, aby prodloužily trvanlivost, zlepšily bezpečí či smyslové vlastnosti zatímco udržují kvalitu baleného jídla.
- Inteligentní systémy balení monitorují stav balených jídel, aby poskytly informace o kvalitě baleného jídla během dopravy a skladu.[7]

4.1. Inteligentní a aktivní obaly

Můžeme očekávat, že v blízké budoucnosti se budeme stále častěji setkávat s novou generací obalových materiálů. Jedná se o inteligentní a aktivní obaly, které jsou schopny aktivně ovlivňovat vlastnosti uchovávaných objektů (nejčastěji potravin, ale

nejen jich) a komunikovat se spotřebitelem. Za tyto nové materiály vdčíme z velké části vědnímu oboru, který se nazývá nanotechnologie.

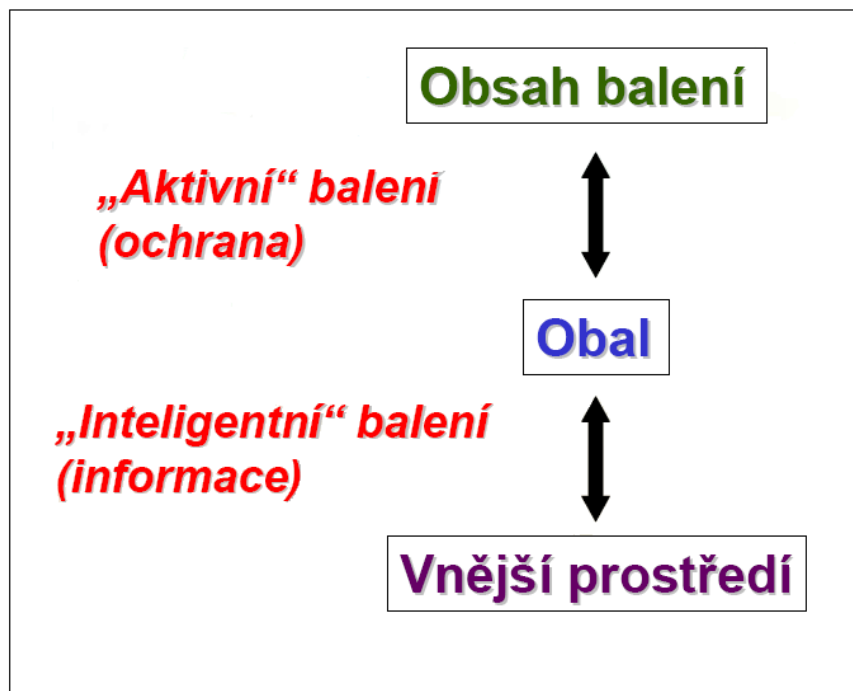
Nutnost uchovávat potraviny je pravděpodobně stará jako lidstvo samo. Nejstarší obalové materiály jako jsou sklo, dřevo a keramika částečně nahradily na počátku 19. století kovy. Vůbec první kovové konzervy začali komerčně vyrábět už v roce 1813 Bryan Donkin a John Hall. O něco málo později se na scéně objevují plasty - současná „jednička“ mezi obalovými materiály. Ani jejich pozice však není skálopevná. Konvenčním plastům, vyráběným nejčastěji z ropy, pomalu ale jistě vyrůstá konkurence v bioplastech. Tyto materiály jsou v současné době atraktivní především díky své přirozené biologické odbouratelnosti. A další hvězdou čekající na svou šanci jsou pak speciální materiály, často postaveny právě na bázi bioplastů, inteligentní a aktivní obalové materiály.

Vývojem takovýchto materiálů se zabývá vědní obor nanotechnologie. Ta se zajímá o manipulaci hmoty na úrovni atomů, pracovní rozmezí nanotechnologií se pohybuje mezi 1-100 nm. Materiály, o kterých je od počátku řeč, mají nejčastěji povahu takzvaných nanokompozitů. Co si pod tímto termínem představit? Speciální struktury, které mají formu nanokrystalů a udělují materiálům jejich speciální vlastnosti, jsou zabudovány do matrice polymeru. Na úrovni atomů si tedy můžeme představit, že polymer představuje jakousi trojrozměrnou síť, ve které jsou zachyceny speciální částice nanokrystalů. Jako polymery mohou sloužit buď konvenční plasty (polyethylen, polystyren atd.) a nebo bioplasty. Právě kombinaci nanokrystalů s bioplasty pravděpodobně patří budoucnost.

4.2. Aktivní nebo inteligentní - dva různé přístupy

Ačkoliv jsou aktivní a inteligentní obaly často podobné ve své struktuře, existuje mezi nimi podstatný rozdíl - každý nabízí spotřebiteli něco jiného. Aktivní obaly aktivně mění podmínky, za kterých je balená potravina uchovávána. Mohou tím prodlužovat její trvanlivost, bezpečnost, ale také sensorické (tedy chuť, vůni, vzhled, texturu) nebo nutriční vlastnosti. Inteligentní obaly přímo vlastnosti potravin neovlivňují, ale monitorují její stav a díky tomu mohou spotřebiteli podat informaci o její kvalitě. Pravděpodobně není daleko doba, kdy se dočkáme syntézy obou principů,

kteřá se přímo nabízí, a budeme se setkávat s aktivním a zároveň inteligentním obalem.[3]



Obr. 1 Příznivé působení obalu. Zdroj:

www.ctpp.cz/cze/file/784aa2a39cf4af1eeaf9720a5d3dfef7.html

4.3. Aktivní techniky obalů

Aktivní balení, které je schopné samovolně měnit své vlastnosti v reakci na změny podmínek vně nebo uvnitř obalu tak, že eliminuje nebo zmírňuje jejich nepříznivý dopad na kvalitu potravinářského výrobku prodloužením skladovatelnosti, zlepšením bezpečnosti nebo organoleptických vlastností atd. Většina doposud využívaných systémů aktivního balení je založena na sorpci, tj. odstraňování nežádoucích složek z vnitřního prostoru obalu nebo z baleného produktu nebo naopak uvolňování stabilizačních činidel (konzervovadel, antioxidantů atd.) do blízkosti balené potraviny. Využívány jsou ale i systémy ovlivňující průběh ohřevu balených potravin v mikrovlnném poli, fólie dramaticky měnící propustnost v závislosti na teplotě a další.[7]

Systémy aktivního balení lze dělit na skupiny podle způsobu, kterým ovlivňují vlastnosti uchovávané potraviny:

- Absorbéry (pohlcovače)
- Emitéry – (uvolňující systémy)

Systémy pohlcovačů odstraní nežádoucí sloučeniny jako kyslík, oxid uhličitý, etylen, nadměrnou vodu, skvrny a jiné specifické sloučeniny. Uvolňující systémy aktivně přidávají do balené potraviny sloučeniny, např. konzervační prostředky. Cílem obou systémů je prodloužení údržnosti potravin nebo zvýšení jejich kvality.[2]

4.3.1. Základní typy aktivních obalů

Aktivní obaly lze rozdělit do několika skupin podle způsobu, kterým ovlivňují vlastnosti uchovávané potraviny. Pravděpodobně nejčastěji se můžeme setkat s materiály, které dokáží z okolí atmosféry eliminovat nežádoucí plyny - odtud také vychází jejich anglický název *scavengers*, který můžeme přeložit jako „zametači“ nebo „uklízeči“. Tyto materiály mohou z okolí potravin odstraňovat například kyslík, oxid uhličitý, vlhkost, ale také etylen (ten je důležitým hormonem regulující zráním ovoce), anebo zápachy které jsou nejčastěji způsobeny těkavými aldehydy a aminy.[3] Tyto materiály – absorbéry fungují na principu absorpce nežádoucích látek z atmosféry v okolí potravin na vhodný sorbent. Absorbéry lze rozdělit podle jejich funkce a látky, kterou mají z okolí potraviny odstraňovat na:

4.3.1.1. Absorbéry kyslíku

Mezi nejvýznamnější patří absorbéry kyslíku. Používají se především pro zvýšení účinnosti vakuového balení nebo balení v inertní atmosféře, maximálně omezují možné oxidační změny v potravine a v obalu navozují striktně anaerobní podmínky účinně bránící růstu aerobů, zejména plísní. Kyslík obsažený v potravinářských obalech urychluje kažení a zhoršení kvality mnoha potravin. Odstranění kyslíku se tržnost různých druhů potravin prodlouží.

Zdrojem kyslíku v obalu je:

- Propustnost obalového materiálu pro kyslík
- Vzduch uzavřený v potravině a obalovém materiálu
- Malé pronikání kyslíku v důsledku netěsnosti obalu
- Nedostatečná evakuace nebo vyrovnání plynů

Nežádoucí účinky přítomnosti kyslíku:

- Vznik nežádoucích pachů a příchutí (např. žluknutí v důsledku oxidace lipidů)
- Nutriční ztráty (např. oxidace vitamínu E, beta-karotenu (provitamin A), kyseliny askorbové (vitamínu C))
- Změny barvy (odbarvení rostlinných pigmentů, např. chlorofylu a karotenoidů, oxidace masa)
- Urychlení mikrobiálního růstu (tj. aerobních bakterií)
- Růst hmyzu
- Přítomnost kyslíku má značný vliv na respiraci a produkci etylenu a tím nežádoucí zrání ovoce a zeleniny

Technologie vychytávání kyslíku obecně využívají jeden nebo více mechanismů:

- Oxidace železitého prášku
- Oxidace kyseliny askorbinové
- Oxidace barviva citlivého na světlo
- Enzymové oxidace
- Železnatých solí
- Nenasycených mastných kyselin (např. olejové a linolové)
- Kombinace těchto postupů

Absorbéry kyslíku bývají ve formě sáčků obsahující složky absorbující kyslík, které se vkládají do obalu nebo jsou připevněny na vnitřní stěnu obalu, dále mohou být začleněny do uzávěru, do obalového materiálu rozpouštěním, dispergací v plastu anebo imobilizací oxidačních enzymů v obalovém materiálu.

4.3.1.2. Absorbéry oxidu uhličitého

Absorbéry oxidu uhličitého se využívají především při balení čerstvě pražené zrnkové kávy, ze které se po pražení uvolňuje značné množství CO_2 . Jeho volné unikání do prostředí není možné, protože by se současně ztrácelo aroma. Nutné jsou proto obaly s dokonalými bariérovými vlastnostmi. Absorbéry CO_2 pracují na bázi CaO a jsou dodávány jako sáčky.

4.3.1.3. Absorbéry etylenu

Pro regulaci dozrávání plodin slouží absorbéry etylenu. Etylen urychluje stárnutí rostlinných pletiv, urychluje rozklad chlorofylu a zkracuje dobu skladovatelnosti čerstvého a minimálně opracovaného ovoce a zeleniny.

Jsou k dispozici různé systémy absorpce etylenu. Některé absorbéry jsou založeny na manganistanu draselném, který není přímo integrován do materiálů přicházejících do kontaktu s potravinami vzhledem k jeho toxicitě. Obvykle se aplikuje v sáčcích uvnitř obalů. Materiál sáčku je pro etylen vysoce propustný a difúze skrz něj není limitujícím faktorem. Manganistan draselný oxiduje etylen na acetát a etanol. Absorbéry na bázi manganistanu draselného obvykle obsahují 4–6 % manganistanu draselného na substrátech, kterými jsou např. perlit, silikagel, vermikulit, aktivovaný uhlík nebo celit. Kapacita absorpce a účinnost těchto absorbérů etylenu silně závisí na velikosti povrchu substrátu a obsahu manganistanu draselného. Také kovové katalyzátory (např. palladium) na aktivovaném uhlíku účinně odstraňují etylen.

Jiné systémy odstraňování etylenu jsou založeny na schopnosti určitých jemně dispergovaných minerálních látek (např. pemza, zeolit, aktivní uhlík, crystobalit, clinoptilolit) absorbovat etylen. Tyto minerální látky jsou vloženy např. do polyetylenových sáčků, které se používají k balení čerstvého ovoce a zeleniny.

4.3.1.4. Absorbéry vlhkosti

Absorbéry vlhkosti jsou systémy ovlivňující vlhkost v obalu. Absorbují baleným produktem uvolňovanou vodu např. u drůbeže, masa a mražených ryb.

Některé potravinářské výrobky vyžadují regulaci vody v tekutém i plynném stavu. Např. balené čerstvé ovoce a zelenina snadno vytvářejí nadměrné množství vodní páry v důsledku respirační aktivity. Výrobky s vysokou relativní vlhkostí jsou citlivé ke změnám teploty během transportu, což vede ke vzniku kondenzátu. Přítomnost velmi vysokého obsahu vody v balených potravinách často usnadňuje růst mikroorganismů. Způsobuje rovněž zvlhnutí suchých křupavých výrobků, např. sušenek a krekrů, spékání sušeného mléka, instantní kávy a zvlhnutí hygroskopických výrobků, např. cukrovinek.

Na druhé straně nadměrné odpařování vody skrz obalový materiál může vést k vysoušení balených potravin anebo k tendenci oxidovat lipidy. Stabilita potravin je obvykle těsně spojena s aktivitou vody výrobku, která je ovlivňována relativní vlhkostí v prostoru nad výrobkem balené potraviny.

Uvádí se, že existují dva rozdílné způsoby regulace obsahu vody u balených potravin. Jedná se o regulaci kapalné vody nebo stabilizaci vlhkosti.

Regulace nadměrné vody (regulace tekuté vody) lze provádět aplikací fólií, které absorbují odkapávající vodu. Fólie absorbující odkapávající vodu jsou obvykle tvořeny ze dvou vrstev mikroporézního polymeru (např. polyetylen, polypropylen), které uzavírají vrstvu superabsorpčního polymeru, např. polyakrylátových solí nebo celulósových vláken. Tyto fólie lze použít jako podložky např. pod čerstvou (celou nebo porcovanou) drůbež a maso, aby se absorbovala odkapávající tekutina.

Jiným způsobem regulace nadměrné vlhkosti u balené potraviny je regulace relativní vlhkosti balené potraviny (stabilizace vlhkosti) pomocí stabilizátorů vlhkosti (smáčedel). Tyto stabilizátory se umísťují mezi dvě plastové fólie. Vhodným smáčedlem je propylenglykol. Toto sendvičové uspořádání vyžaduje, aby vnitřní vrstva plastu byla vysoce propustná pro vodní páru. Fólie regulující obsah vody lze obecně používat výrobci balených potravin nebo v domácnostech pro balení masných výrobků, tj. masa, ryb a drůbeže.

4.3.1.5. Absorbéry látek působící nežádoucí příchuti a přípachy potravin

Dosud se komerčně používá jen několik málo obalových materiálů k odstraňování složek potravin, které mají nežádoucí vliv na chuť a vůni výrobku. Existuje však řada potenciálních aplikací.

Tyto aplikace jsou však z hlediska legislativního velice problematické, protože dle Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č.1935/2004 nesmí být používání aktivních obalových materiálů klamavé pro spotřebitele a nesmí zastírat identifikaci znaků, které charakterizují kažení potravin. Proto lze použít pouze ty, které vedou k lepší kvalitě balených potravin. Začleněním triacetátu celulózy do obalového materiálu pomerančové šťávy lze odstranit hořce chutnající složky, např. limonin vytvořený během stání nebo pasterace šťávy.

Jinou hořce chutnající složkou citrusových šťáv je naringin. Snížení obsahu naringinu a limoninu v grapefruitové šťávě se podařilo pomocí fólií na bázi acetátu celulózy, které obsahovaly imobilizovaný enzym naringinázu.[2]

Tab. 1 Typy absorbérů a jejich využití v praxi [2]

Typ	Příklad využití	Aktivní látky
Absorbéry kyslíku	Sýry, pečivo, ořišky, sušené mléko, káva, čaj, fazole, ...	Sloučeniny na bázi železa, askorbová kyselina, enzymy
Absorbéry vlhkosti	Pečivo, maso, ryby, drůbež, ..	Glycerol, silicagel, polyakryláty
Absorbéry oxidu uhličitého	Pražená káva	Hydroxid vápenatý, hydroxid draselný a hydroxid sodný
Absorbéry etylénu	Ovoce např. banány, jablka, mango, zelenina, květák,...	Oxid hlinitý, manganistan draselný, zeolit
Absorbéry zápachu	Jídlo snadno podléhající oxidaci (např. potraviny obsahující rybí tuk)	Kyselina citrónová, estery celulózy

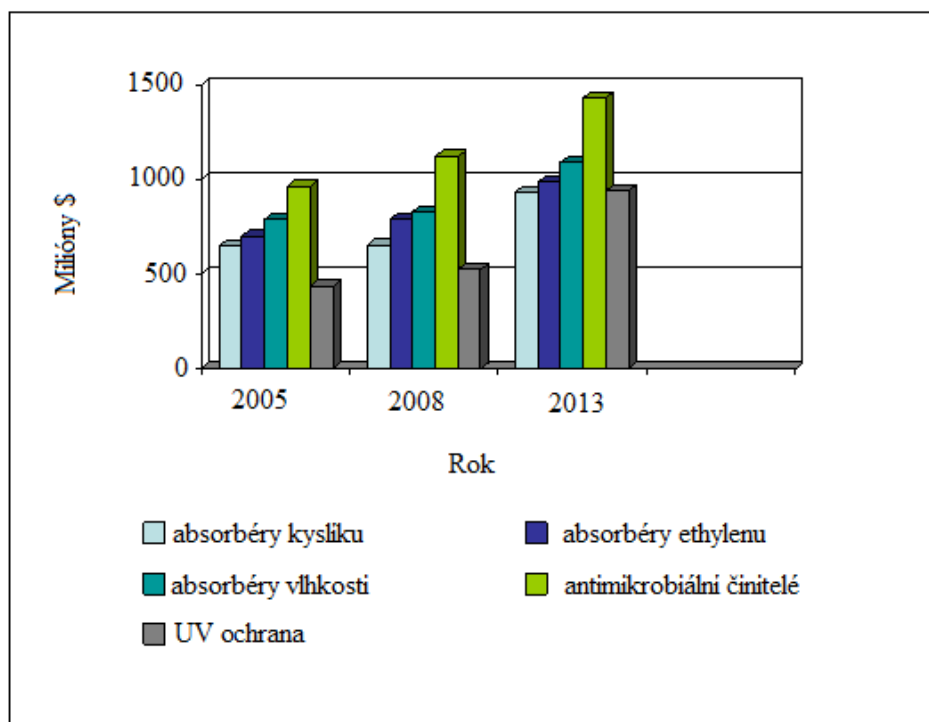
Druhým typem aktivních obalových materiálů jsou obaly, které obsahují nebo produkují látky migrující do prostoru mezi potravinou a obalem, případně přímo do potravin, tzv. emitéry. Tyto látky pak mohou mít různý efekt.[3]

Do této kategorie aktivních materiálů určených pro styk s potravinami patří obaly s aktivní antimikrobní funkcí – v odborné literatuře dnes existuje celá škála postupů konstrukce obalových systémů významně omezujících rozvoj mikroorganismů v balené potravine. Případů, které se doposud dočkaly využití v praxi, je však jen několik. Mezi ně je nutné zařadit již zmíněné absorbéry kyslíku, které jsou velmi účinným prostředkem proti aerobním formám mikrobů. V Japonsku se dále využívají tzv. emitery etanolu, tj. sáčky vkládané do obalů podobně jako absorbéry a uvolňující do volného prostoru v obalu páry etanolu. Slouží zejména pro prodloužení trvanlivosti baleného pečiva. V praxi se údajně osvědčily systémy Ethicap a Negamold (Freund Industrial Co. Ltd., Japonsko) a Ageless typ SE (Mitsubishi Gas Chemical Co., Japonsko). V Japonsku jsou komerčně dostupné i systémy uvolňující oxid uhličitý, např. Ageless typ C (Mitsubishi Gas Chemical Co., Japonsko). Japonci také používají polymerní fólie nebo nátěry kovových nádob s přísádky keramických materiálů obsahujících stříbro, např. Zeomic (Shinagawa Fuel Co., Japonsko), Bactekiller (Kanebo Co., Japonsko), Novaron (Toagosei Co. Ltd., Japonsko). Dalším komerčním antimikrobním přípravkem určeným pro aplikaci do polymerních obalových fólií je Mikroban (Mikroban Produkt Co., Velká Británie), jehož účinnou složkou je triclosan. Avšak uvedené systémy využívající antimikrobních účinků stříbra a triclosanu nejsou v současné době přípustné v Evropě a USA pro obaly potravin. Stále rostoucí nároky spotřebitelů na kvalitu a maximální finalizaci potravinářských výrobků současně s jejich co nejdelší uchovatelností, vedou k rozvoji stále nových aktivních systémů balení. Na tomto místě je nutno připomenout aktivní obaly pro potraviny určené pro mikrovlnný ohřev, tj. susceptory a obaly se stínícími prvky, obalové systémy schopné balený produkt ochlazovat, ohřívát, či vytvářet pěnu, obalové fólie s antikondenzační nebo nepřilnavou úpravou, fólie měnící extrémně propustnost se změnou teploty atd.[8]

Tab. 2 Typy emitérů a jejich využití v praxi [2]

Typ	Efekt	Příklad použití
Regulátory vlhkosti	Regulace obsahu vody	Zelenina
Emitéry oxidu uhličitého	Inhibice růstu negativních mikroorganismů Prodloužení životnosti	Maso, drůbež, ryby, hotové pokrmy Nezpracovaná zelenina a ovoce
Emitéry etanolu	Inhibice růstu mikroorganismů, včetně patogenních mikroorganismů	Pečivo, sušené rybí produkty
Emitéry organ. kyselin, např. kyseliny sorbonové, benzoové	Antimikrobní účinek	Různorodé
Emitéry oxidu siřičitého	Odbarvující účinek Antioxidační účinek Antimikrobní účinek	Sušená zelenina a ovoce Některé tepelně ošetřené zpracované potraviny Různé typy zpracovaných či nezpracovaných potravin

Speciální skupinou emitérů jsou materiály uvolňující do potravin aditiva (známé jako „éčka“), chuťově aktivní látky anebo dokonce potravinové ingredience (např. cukry, škrob, sůl a jiné).[3]



Graf 1 Celosvětová hodnota aktivních obalů v milionech USD v letech 2005 - 2013.
Zdroj: prezentace Elmarco

4.4. Inteligentní techniky balení

Inteligentní balení potravin 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. V současnosti jsou komerčně nabízeny zejména indikátory teploty a indikátory složení vnitřní atmosféry, do stádia komerční dostupnosti byly dovedeny i indikátory čerstvosti baleného výrobku. Méně časté jsou indikátory neporušenosti obalu, indikátory mikrobiálního růstu, indikátory autenticity výrobku. Novou kategorií inteligentních systémů balení pak tvoří prvky využívající technologii RFID (Radio Frequency Identification).

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 zatraktivnění určitých výrobků na trhu. Používá se především u spotřebitelských balení.

4.4.1. Indikátor teploty

Indikátory teploty jsou značky umístěné na vnějším povrchu obalu a jsou vizuálně schopny indikovat změnu teploty, které byl výrobek vystaven. Změna je buď nevratná, pokud se monitoruje teplota výrobku v minulosti, nebo jsou používány indikátory s vratnou změnou barvy charakterizující současnou teplotu výrobku.

Pro kvalitu potravinářských výrobků jsou významnější indikátory první, tedy nevratné.

Podle principů na nichž indikátory pracují je možno je dělit na indikátory využívající mechanické, chemické nebo enzymatické nevratné změny. Zjištěná výše teploty se obvykle převede do viditelné formy mechanickou deformací, změnou barvy nebo pohybem barevného pole. Rozsah změn v závislosti na délce působení teploty je dán typem indikátoru a fyzikálně-chemickým principem, na nichž je založen. Indikátory teploty se dělí na ty, které indikují dosažení kritické teploty a dále na indikátory celkového tepelného účinku.

V současné době jsou v zahraničí, především v USA nebo Japonsku nabízeny jednoduché indikátory vhodné pro spotřebitelská balení a signalizující přijatelnost či nepřijatelnost výrobku. Používají se především při balení hotových jídel, masných nebo mlékařenských výrobků.

Příkladem inteligentního obalu může být obal OnVu od firmy Ciba. Tyto transparentní obaly pro uchovávání chlazených potravin jsou vybaveny časově-teplotním indikátorem (Time-temperature indicator (TTI)). Ten umožňuje na základě sledování teploty v čase spolehlivě určit čerstvost potraviny, protože nejčastější příčinou kažení chlazených potravin je nedodržení teplotního režimu. A právě nedodržení teplotního režimu dokáží obaly vybaveny TTI spolehlivě odhalit.

4.4.2. Indikátory atmosféry

V praxi lze tyto indikátory rozdělit na indikátory, které reagují na obsah kyslíku, indikátory oxidu uhličitého a indikátory vlhkosti. Indikátory složení atmosféry jsou úzce spjaty s rozvojem balení potravin v modifikované atmosféře. Všechny indikátory tohoto

typu mají formu štítku s vyznačenou plochou nebo tablety v transparentním sáčku, jejichž barva se mění v závislosti na složení okolního prostředí.

Tyto indikátory se umísťují ve vnitřním volném prostoru a změna barvy indikátoru se odečítá přes transparentní obalový materiál. Podstata těchto indikátorů spočívá v oxidačně-redukčních změnách citlivých barviv (například methylenová modř) v důsledku chemické nebo enzymové reakce. Dalším principem je změna barvy pigmentů v důsledku posunu hodnoty pH.

Indikátory kyslíku jsou často označovány jako indikátory neporušenosti obalu. Indikátory oxidu uhličitého jsou označovány jako indikátory mikrobiální stability.

4.4.3. Indikátory čerstvosti

Indikátory čerstvosti jsou založeny na detekci těkavých metabolitů (aminy, amoniak, oxid uhličitý apod.) uvolňovaných během stárnutí balených potravin. V současné době je vyráběn jeden tento typ indikátoru čerstvosti, který je určen pro monitorování balených ryb. Změnou barvy reaguje na uvolňování těkavých aminů, které jsou typické pro zrání rybiho masa.[2]



Obr. 2 Porušení teplotního režimu se projeví změnou barvy, spotřebitel tak může přímo posoudit čerstvost potraviny a nemusí se spoléhat jen na datum spotřeby. Zdroj: <http://www.inovace.cz/redakce/tema-mesice/vedci-vyvijsi-obaly-budoucnosti/clanek/inteligentni-obaly/>

Tab. 3 Typy indikátorů a jejich využití v praxi [2]

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

4.4.4. RFID systémy

Většina doposud diskutovaných inteligentních obalů indikuje svůj stav vizuálně. Již nyní se však do balení potravin „montují“ poněkud sofistikovanější technologie a to technologie informační. Nejčastěji zmiňovanou zkratkou ve spojení s inteligentními obaly je RFID, což v angličtině značí Radio Frequency Identification. Speciální RFID štítky navazují na systém čárových kódů, jdou však ve svém možném použití mnohem dál. Samotný štítek nevysílá žádný signál, pokud se však v jeho blízkosti objeví vysílač, který periodicky vysílá do okolí signály, dokáže štítek - přijímač využít přijímaný signál ke svému nabití a odešle odpověď. Ta sebou může nést obrovskou škálu informací.[2]

Vlastně v nich může být uložena celá historie produktu - výrobce, doba výroby, aktuální poloha, historie výrobku, ale samozřejmě také teplotní historie produktu, složení vnitřní atmosféry, mechanický stav obalu a další. Ty mohou být stěžejní nejen pro přepravce, skladníky a konečné prodejce, ale samozřejmě také pro zákazníky. A spektrum použití jde ještě dál. Použití čipů by mohlo nahradit pokladny, jak je známe dnes. Zákazník by jen projel kolem vysílače-pokladny, ten by „přečetl“ celý jeho vozík a cenu odečetl z bankovního účtu. A to není zdaleka vše.

Možná by zákazník nemusel do obchodu ani chodit. Téměř neskutečně vypadá představa inteligentních ledniček, které dokáží na základě RFID technologie zjistit co člověku chybí a chybějící potravinu objednat. Taková lednička by také dokázala upozornit na potravinu, která se blíží k datu spotřeby a mohla by zákazníkovi poradit, co má spotřebovat dřív. Dalším chytrým zařízením spolupracujícím s inteligentním obalem by mohly být mikrovlnné trouby. Ty by mohly být vybaveny RFID anténami. Ze štítku na potravíně by si přečetly instrukce k přípravě pokrmu (jako jsou čas a síla ohřívání) a vše by zvládly samy.

Možnosti, které se nabízejí, jsou téměř neskutečné a znějí spíše jako ze sci-fi filmu. Ovšem technologie zvládající všechny tyto operace jsou již k dispozici. O jejich aplikaci v masovém měřítku rozhodnou pravděpodobně dvě klíčová hlediska - zájem spotřebitelů a cena. O to první určitě nebude nouze, vždyť ne nadarmo se říká, že hnací silou pokroku je lidská lenost. Druhý aspekt je poněkud komplikovanější, ale s vývojem technologií jistě přinese pokles cen RFID technologie. Otázkou tedy není zda, ale kdy se dočkáme masového nasazení RFID technologie. Máme se na co těšit.[3]

5. Aktivní obaly do praxe nespěchají

Aktivní systémy balení představují lákavou oblast obalové techniky. Přestože jejich historie je starší, pojem aktivní obaly byl poprvé zmíněn v roce 1989. Od té doby do současnosti jsou jedním z nejdůležitějších témat obalové techniky. V roce 2002 časopis „Svět balení“ komentoval stav ve vývoji aktivních systémů balení vhodných pro výrobu potravin. V tomto příspěvku se časopis zabýval tím, co se v oblasti vývoje a využívání aktivních obalů od té doby změnilo a zda je patrný pokrok.



Obr. 3 Obal na ovoce – pomocí indikátorů etylenu lze posuzovat zralost ovoce. Zdroj: http://www.vscht.cz/ktk/www_324/prezentace/prezentace.html

5.1. Absorbéry kyslíku většinou ve formě sáčků

Bezesporu nejrozšířenějším a nejpoužívanějším typem aktivních obalů jsou absorbéry kyslíku, se kterými se může snadno setkat i český spotřebitel. Od roku 1989 bylo patentováno více než 50 typů absorbérů. Jejich aplikací lze snížit v obalu koncentraci zbytkového kyslíku na méně než 0,01 % (vztaženo na prosté balení bez úpravy atmosféry). Absorbéry kyslíku se tak 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.



Obr. 4 Obal na kešu – používání absorbérů kyslíku zpomaluje v nejvyšší možné míře oxidaci potravin, používá se v kombinaci s balením v ochranné atmosféře. Zdroj: http://www.vscht.cz/ktk/www_324/prezentace/prezentace.html

Nejrozšířenější jsou absorbéry ve formě sáčků volně vkládaných do obalů. Z nich většina využívá oxidace částic koloidně sráženého železa. V současné době jsou nabízeny pod obchodním označením Ageless (Mitsubishi Gas Chemical Co., Japonsko), ATCO® (Standa Industries, Francie), Freshilizers series (Toppan Printing, Japonsko) a Freshpax® (Multisorb Technologies, Inc., USA) atd. Dalším komerčně dostupným výrobkem tohoto typu je absorbér Bioka® (Bioka Ltd., Finsko) využívající na rozdíl od předchozích enzymově katalyzovanou reakci. Kromě toho mohou být absorbéry kyslíku aplikovány ve formě samolepicích štítků, vyráběné pod obchodními značkami Ageless (Mitsubishi Gas Chemical Co., Japonsko), ATCO® (Standa Industries, Francie), Freshmax® (Multisorb Technologies, Inc., USA) nebo ve formě vložek do uzávěrů lahví pro balení piva a nealkoholických nápojů Smartcap (ZapatA Industries, USA) a Daraform (W.R. Grace & Co., USA). Dalšími dostupnými systémy absorbujícími kyslík, které mohou být zabudovány do obalů, jsou Oxyguard (Toyo Seikan Kaisha, Japonsko), Oxbar™ (Carnaud Metal Box, Velká Británie), Zero2™ (Southcorp Packaging, Austrálie), Cryovac® OS 1000 (Cryovac Sealed Air Co., USA) a Amosorb® (Amoco Chemicals, USA).[4]

5.2. Vlhkost pohlcují podložky a fólie

V oblasti regulace vlhkosti uvnitř obalů s potravinami jsou široce využívány absorbéry vody uvolněné balenou potravinou a používané např. ve formě podložek v baleních porcovaného masa, drůbeže nebo zmrazovaných ryb a mořských produktů. Z komerčně dostupných řešení patří do této skupiny např. Toppan sheet (Toppan Printing Co., Japonsko), Peaksorb (Peakfresh Products, Australia) a Dri-Loc (Cryovac Sealed Air, USA), skládající se obvykle ze dvou vrstev porézního, netkaného polymeru (např. polyetylen, polypropylen), které mezi sebou uzavírají účinný sorbent, např. polyakrylátové soli nebo celulózová vlákna.

Další hojně využívaný obalový prostředek řazený k aktivním obalům představují obalové fólie s antikondenzační úpravou. Jejich funkce spočívá v tom, že vlhkost kondenzující na vnitřním povrchu fólie nevytváří jednotlivé oddělené kapky, ale souvislý film, který není spotřebitelem z vnější strany postřehnutelný. Principem je úprava povrchového napětí, polarity, vnitřní strany obalové fólie. Obaly s touto funkcí se v současné době používají pro velkou část chlazených potravin s kratší dobou skladovatelnosti, např. balených baget.

5.3. Susceptory nejčastěji na bázi hliníku

Další úspěšnou skupinou aktivních obalů jsou obaly se susceptory, komerčně využívané od roku 1975 k dosažení pečicího efektu u potravin zahříváných v obalech v mikrovlnných troubách. Susceptory jsou tvořeny polyesterovou fólií s vakuově nanesenou vrstvou hliníku, laminovanou na papír. Nejrozšířenější jsou susceptory na bázi hliníku. Ve vrstvě kovu se absorbuje část mikrovlnného záření, jeho elektrická složka se přemění na energii tepelnou, takže se téměř okamžitě vyhřeje na teplotu několika set stupňů Celsia. Princip činnosti susceptoru není doposud teoreticky vysvětlen, i když funkci susceptoru lze poměrně snadno předvídat podle množství naneseného kovu.

5.4. Některé obaly Evropa teprve zkoumá



Obr. 5 Emitor etanolu – obaly s navázanými antimikrobními činidly aktivně působí proti růstu mikroorganismů. Zdroj:

http://www.vscht.cz/ktk/www_324/prezentace/prezentace.html

Z obalů s antimikrobiální funkcí jsou patrně nejpoužívanější emitory etanolu (na obrázku můžete pozorovat průsvitnou zónu kolem kousku obalu, kde nemohou růst bakterie), tj. prvky vkládané do obalů podobně jako absorbéry a uvolňující do volného prostoru v obalu páry etanolu, využívané zejména pro prodloužení trvanlivosti baleného pečiva. V praxi se údajně osvědčily systémy Ethicap® a Negamold® (Freund Industrial Co. Ltd., Japonsko) a Ageless typ SE (Mitsubishi Gas Chemical Co., Japonsko). Širší využití polymerní obalů s přísádkou zeolitů s navázaným stříbrem, tj. dalších v současnosti často diskutovaných obalů s antimikrobiální funkcí, je v Evropě teprve ve stavu zkoušek, přestože tyto systémy jsou již dosti široce využívány výrobci domácí elektrotechniky či vybavení pro kuchyně.



Obr. 6 Obal s přídatkem zeolitů. Zdroj:

http://www.vscht.cz/ktk/www_324/prezentace/prezentace.html

5.5. Indikátory teploty využívány zejména v USA

V oblasti inteligentních obalů jsou poměrně běžné indikátory teploty, které jsou doposud používány zejména jako součást přepravních obalů, zejména zmrazovaných potravin, u kterých umožňují posoudit, zda během transportu a manipulace nedošlo k jejich rozmrazení a opětovnému zmrazení. V současné době jsou indikátory teploty v praxi používány zejména v USA, kde je jimi vybavován široký sortiment hotových pokrmů a mléčných a masných výrobků. V Evropě je používají např. supermarketové řetězce Monoprix ve Francii a Albert Heijn v Nizozemsku zejména pro výrobky vyšší kvality. Příkladem v praxi používaných indikátorů teploty vhodných pro balení potravin jsou Fresh-Check® (LifeLines Technology, USA), Check-Point® či Vitsab® (Vitsab Sweden AB, Švédsko) či MonitorMark™ (3M Co., USA).

5.6. Pomalá aplikace má své důvody

Pokud jde o ostatní systémy aktivního balení, lze konstatovat, že jejich uvádění do praxe je navzdory rozsáhlému výzkumnému a vývojovému úsilí patrnému z publikací v odborné a vědecké literatuře pomalé. V porovnání se situací před pěti lety není v sortimentu prakticky využívaných aktivních obalů zřejmý progres. Kde je možné hledat příčiny tohoto stavu? Je možné nalézt tři základní důvody, a to neúměrně velké náklady spojené s přenosem výsledků vývoje těchto systémů do praktického života, dále legislativní problémy a konečně nezájem výrobců, distributorů i spotřebitelů o tyto typy obalů.

5.7. Konstrukce na míru se prodražuje

Pokud jde o vysoké náklady spojené se zaváděním aktivních systémů balení do praxe, je tato skutečnost zřejmá např. u obalů s antimikrobiální aktivitou. Výhodou těchto obalů je možnost velmi přesného dávkování relativně malých množství antimikrobiálních činidel právě na požadované místo, tj. povrch balené potraviny. Dávky uvolňovaných konzervovadel jsou řádově nižší než při tradiční chemické konzervaci potravin. Uvolněná činidla tak mohou stabilizovat potravinu pouze v kombinaci s dalšími konzervačními zákroky, tj. jako jedna dílčí bariéra při stabilizaci tzv. minimálně opracovaných potravin na základě bariérové teorie. Z této skutečnosti vyplývá, že aplikace těchto systémů balení nemůže být automatická, ale zdar jejich použití je závislý na optimalizaci podmínek, tj. na složitějším vývoji systému balení, který se bude mnohdy odlišovat výrobek od výrobku a bude často vytvářen na míru pro daný produkt. Připočteme-li k tomu vyšší cenu obalových prostředků tohoto typu, je zřejmé, že výrobci potravin doposud s aplikací těchto systémů balení nespíchají. Podobná situace se například projevila i u obalů potravin využívajících stínících prvků a určených pro ohřev v mikrovlnných zařízeních. Přestože obaly tohoto typu jsou známy již zhruba dvě desetiletí (např. víčka MicroMatch firmy Alcan), potřeba jejich konstrukce na míru každého uvažovaného výrobku prakticky eliminovala jejich využívání.[4]

5.8. Legislativa vstřícná jen zčásti

Druhý problém brzdící praktickou aplikaci aktivních obalů při balení potravin lze spatřovat v oblasti legislativy. V Evropské unii je v důsledku přísných legislativních předpisů jejich použití omezeno na výzkumné projekty. Největší legislativní překážkou je limit migrace, který je dle Evropské unie stanoven na 60 mg migrující látky vztaženo na 1 kg materiálu. Ale právě aktivní obaly jsou často založeny na aktivní migraci látek z materiálu do potraviny a nemohou proto tuto normu splňovat. Proto se v Evropě již dlouhou dobu ozývají hlasy po revizi legislativy a zavedení testovacích migračních metod speciálně pro aktivní obalové materiály. Legislativním řešením by také mohlo být nepovažovat (v případě aktivních obalů) migrující látku za součást obalu ale za potravinové aditivum.

Zejména v Evropě bylo využívání systémů založených na cíleném uvolňování aktivních složek z obalů až do roku 2004 prakticky zamezeno platností hygienických limitů celkové migrace (např. 10 mg/dm² pro polymery) a absencí účinných aktivních složek (konzervovadel, antioxidantů, aromat atd.) v oficiálních pozitivních seznamech látek přípustných pro výrobu obalů určených pro přímý kontakt s potravinami.

Zájemce o využívání těchto systémů pak musel podstoupit zdlouhavý a nejistý proces žádání o výjimku z platné legislativy, což pochopitelně k rozvoji aplikace aktivních systémů balení v Evropě nepřispělo. Teprve přijetí Nařízení Evropského parlamentu a Rady Evropy č. 1935/2004/EC, o materiálech a předmětech určených pro styk s potravinami a o zrušení směrnic č. 80/590/EEC a č. 89/109/EEC, přivodilo změnu.

Legislativně uznalo aktivní systémy balení jako zvláštní skupinu obalů potravin, jejichž zavádění bude regulováno vlastními předpisy. Pro současnost připustilo používání aktivních obalů uvolňujících aktivní činidlo do potraviny za předpokladu, že toto činidlo bude povoleným potravinářským aditivem a bude zaručeno, že celkové množství této látky v potravine tvořené podílem uvolněným obalem a podílem již předtím obsaženým v potravine prokazatelně nepřekročí přípustný hygienický limit uvažované látky. I přes toto zmírnění je i nadále třeba požádat příslušné orgány státní hygienické správy o povolení praktického využití aktivních systémů tohoto typu, při splnění uvedené podmínky by ale svolení mělo být spíše formalitou.

Na druhé straně ale vývoj legislativních předpisů v Evropě vedl k zákazu některých systémů aktivního balení. Například používání absorbérů pachů (např. sáčky MINIPAX® a STRIPPAX® firmy Multisorb Technologies, USA, odstraňující z okolí balených potravin pachy působené tvorbou sirných látek) není nyní povoleno s odůvodněním, že pach potraviny je přirozeným indikátorem jejího stavu a jeho maskování je považováno za klamání spotřebitele.

5.9. Zavádění může zrychlit poučený spotřebitel

Posledním důvodem pomalejšího zavádění aktivních systémů balení do praxe může být nepřívznivý postoj distributorů, popř. i výrobců. Lze ho předpokládat například při zavádění širší aplikace indikátorů, zejména indikátorů teploty. Kromě zvýšení ceny

nemusí být například pro prodejce žádoucí, aby spotřebitel mohl odmítnout koupi výrobku, neboť je na první pohled zřejmé, že s ním nebylo náležitě manipulováno (např. nebyla dodržena dostatečně nízká teplota během dopravy a skladování). Řešením by v tomto případě mohl být tlak spotřebitele na zavedení indikátorů, ten však v současné době z důvodů neinformovanosti spotřebitelů nelze předpokládat.



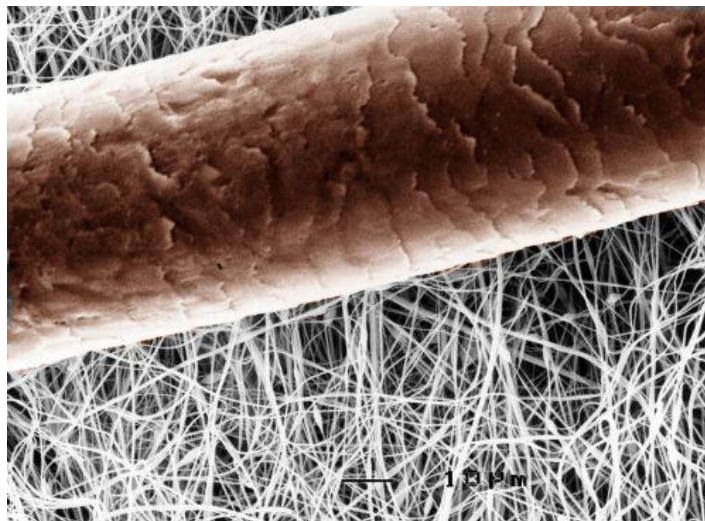
Obr. 7 Indikátor teploty. Zdroj:

http://www.vscht.cz/ktk/www_324/prezentace/prezentace.html

Přes uvedené problémy je zřejmé, že praktické aplikace aktivních systémů balení se budou i nadále rozvíjet. Tento vývoj nemusí být rychlý, ale nelze předpokládat jeho zastavení. Přitom je jisté, že se objeví nové typy obalů, které mohou využívat zcela jiné principy, než zde byly uvedeny, a to např. v důsledku rozvoje nanotechnologií nebo další miniaturizace elektronických zařízení.[4]

6. Nanovlákna

Nanovlákna jsou vlákna submikronových průměrů. Mají řadu vlastností, které jsou využívány v mnoha oborech jejich použití. Vlastnosti nanovláken se dají obecně rozdělit na geometrické a mechanické.



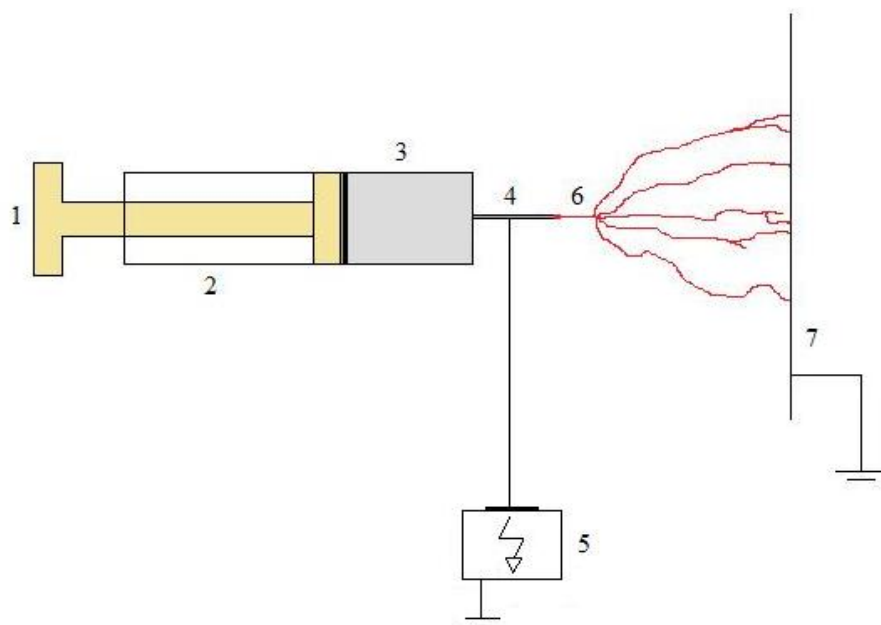
Obr. 8 Nanovlákno v porovnání s lidským vlasem. Zdroj: www.ct24.cz/veda-a-technika/48165-unikatni-vedecky-summit-prinesl-nove-solarni-clanky-s-nanovlakny/

Předností geometrických vlastností nanovláknenné vrstvy je její obrovský měrný povrch, vysoká pórovitost a malá velikost pórů vrstvě, průměry vláken dosahují hodnot v desítkách až stovkách nanometrů a nízká plošná hmotnost pohybující se v rozmezí 0,5 – 5 g/m². Nanovlákna mají vynikající mechanické vlastnosti v poměru k jejich hmotnosti. Pro jejich pozorování není možné využít mikroskopů pracujících na bázi světla a je nutné použití mikroskopů elektronových – SEM (scanning electron microscopy), FESEM (field emission scanning electro microscopy), TEM (transmission electro microscopy) a AFM (atomic force microscopy).[9]

Mechanické vlastnosti nanovláknenných vrstev a jejich chování při zkouškách jsou závislé na orientaci jednotlivých vláken v dané vrstvě. Tato orientace se odvíjí od způsobu jejich výroby. Nanovláknenné vrstvy vytvářené na stacionárním kolektoru se při tahových zkouškách chovají jako izotropní, zatímco vrstvy tvořené na kolektoru pohyblivém (válcový) mají izotropní vlastnosti, tedy vykazují v různých směrech různé mechanické vlastnosti. Z toho plyne, že orientace nanovláken v pavučině je závislá na

druhu použitého kolektoru, popř. jeho rychlosti, ale také dalších parametrech zvlákňování. Měření mechanických vlastností nanovláknenných vrstev je prováděno pomocí klasických měřicích zařízení. Měření mechanických vlastností jednotlivých nanovláken je nejen vlivem jejich malého průměru velice problematické. Proto jsou tradiční metody a normy nevyhovující.

Výjimečné vlastnosti tedy činí nanovláknna optimálními kandidáty pro mnoho důležitých aplikací. Mohou být použita pro vysoce účinné filtry, separační membrány, výtuhy pro kompozitní materiály, biologické a kosmetické aplikace. V oblasti biomedicíny mohou být použita pro výrobu umělých orgánů, krevních cév, k účelům tkáňového inženýrství, pro systémy cíleného doručení léčiv, k výrobě obvazovin a dýchacích masek (roušek). Dále oblast použití nanovláken zahrnují ochranné oděvy, nanoelektrické aplikace, vodíkové nádrže pro palivové články, strojírenství, stavebnictví, použití ve vesmíru a další.[10]



Obr. 9 Schematické zobrazení zvlákňování z trysky. Zdroj: Vlastní. Legenda: 1 – dávkovač, 2 – stříkačka, 3 – roztok polymeru, 4 – kovová jehla, 5 – zdroj vysokého napětí, 6 – tryska, 7 – uzemněný kolektor

6.1. Technologie Nanospider™

Tato technologie umožňuje průmyslově vyrábět nanovlákná o průměru 50-500 nm. Tato vlákna nejsou viditelná pod běžnými mikroskopy, jejich průměr je menší než vlnová délka světla. Několik posledních let věnují vědci na celém světě mimořádnou pozornost nanovláknům a široké oblasti jejich aplikací. O nanovláčkách odborníci předpokládají, že přinesou revoluci v medicíně, elektrotechnice, automobilovém průmyslu, kosmetice, energetice a dalších průmyslových sférách i službách. Někteří vědci přirovnávají nástup nanotechnologií k největším milníkům lidského vývoje. Hlavní příčinou, proč se zatím nepodařilo uvést nanovlákná do masové produkce, je složitost jejich výroby v průmyslovém měřítku. Pokusy o vytvoření nanovláken konala již v roce 1934 společnost Formas.

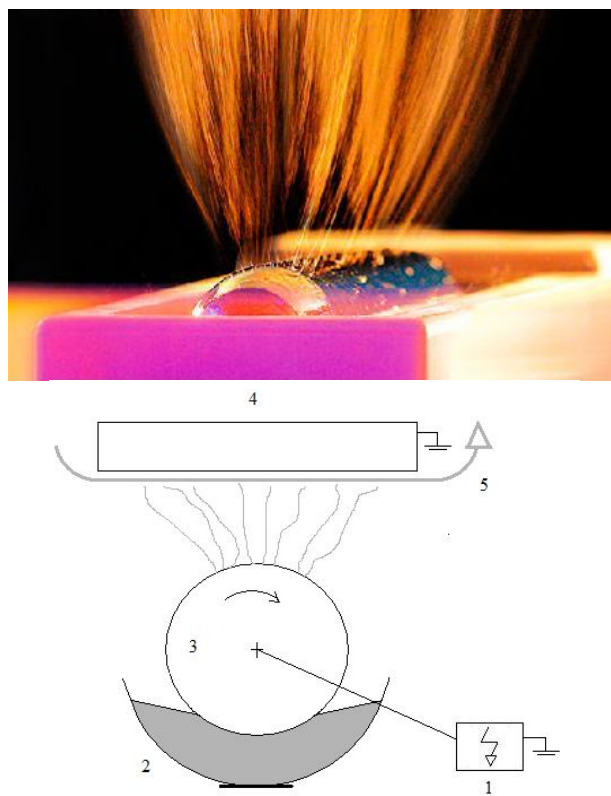
Podstatně lepších výsledků však bylo dosaženo až o několik desítek let později, kdy vznikla technologie elektrospinningu (elektrostatického zvlákňování). V procesu elektrostatického zvlákňování se nejčastěji využívá stejnosměrného elektrostatického pole o vysoké intenzitě. Toto pole je tvořeno napětím mezi elektrodami, z nichž jedna je v podobě úzké kapiláry a druhá je např. v podobě disku, který je plochou stranou postavený proti vrcholu kapiláry. Kapilárou je vytlačován polymerní roztok. Protože je kapilára současně nabitá, dochází k přenosu náboje do roztoku polymeru. Na polymerní roztok, který se ocitne v ústí kapiláry, působí síla coulombovská – daná neseným nábojem a odstředivá – daná rotací kapiláry.

Síly způsobí energické vytažení hmoty roztoku směrem ke kolektoru. Dojde k vytvoření tzv. Taylorova kuželu¹. Vytažené vlákno se pak na cestě ke kolektoru prodlužuje a ještě štěpí, přičemž dochází k obrovskému nárůstu povrchu, který je spojen s masivním odchodem rozpouštědel. Při vhodném uspořádání trysky, kolektoru a správné volbě rozpouštědel pak dopadají na kolektor již suchá vlákna, která mají submikronové průměry.

Princip elektrospinningu je znám již delší dobu, ale nikomu se nepodařilo jeho průmyslové využití s dostatečnou výrobní kapacitou. Situace se změnila v roce 2003, kdy Technická univerzita v Liberci zažádala o patent pro technologii průmyslové

¹ Taylorův kužel – mikroskopický prostorový útvar svým tvarem připomíná kužel

výroby nanovláknenného materiálu. Tato revoluční technologie byla nazvána Nanospider™.



Obr. 10 a obr. 11 Nanospider™ a jeho schematické znázornění. Zdroj obr.: Webové stránky společnosti Elmarco, s.r.o. Zdroj obr.: Vlastní. Legenda: 1 – zdroj vysokého napětí, 2 – roztok polymeru, rotující elektroda, 4 – uzemněný kolektor, 5 – směr průchodu materiálu

V principu se jedná o modifikovaný způsob přípravy nanovláken a nanovláknenných vrstev metodou elektrostatického zvlákňování roztoků polymerů. Na rozdíl od ostatních vědeckých postupů nepoužívá Nanospider™ pro tvorbu vláken žádných trysek ani kapilár. K tomu slouží rotující válec částečně ponořený v roztoku polymeru. Hlavní výhodou této technologie je výrazný vzrůst výrobní kapacity. Patent na novou technologii koupila od Technické univerzity společnost Elmarco, která s univerzitou i nadále spolupracuje. Společně zkonstruovaly řadu laboratorních zařízení

určených pro výzkum a vývoj elektrosponingu, ale především pilotní linky pracující v šíři 1 a 1,6m.

Společnost Elmarco poté vyprojektovala a vyrobila první laboratorní zařízení s názvem NS Lab a první průmyslovou linku na světě na výrobu netkané textilie z nanovláken NS Line. Tato linka dokáže vyrobit za rok víc než 10 mil. m² této textilie.



Obr. 12 Průmyslová linka na výrobu nanovláken NanospiderTM.

Zdroj: <http://www.elmarco.com/products/zarizeni-nanospider<sup>tm<sup>/>>

V roce 2007 obdržela společnost Elmarco světové ocenění Nano50TM v kategorii Produkt, když vyrobila filtr s názvem NANOSPIDER Antimicrobe WebTM, sloužící k odstraňování fyzikálních a biologických nečistot z vdechovaného nebo vydechovaného vzduchu, který umí zachytit více než 99,9% virů a bakterií.

Přes tyto pokroky lze současnou úroveň poznatků, postupů a technologií v oblasti nanotechnologií přirovnat k situaci v elektronice, výpočetní technice a telekomunikacích koncem čtyřicátých a na začátku padesátých let minulého století. Nanostrukturami, které v současné době známe, jsou např. uhlíkové nanotrubičky, proteiny, DNA, jednoelektronové tranzistory, ale i prášky a vrstvy o rozměrech nanometrů.[11]

6.2. Charakteristika technologie Nanospider™

V této podkapitole jsou vyzdvihnuty výhody technologie Nanospider, počínaje vysokou kvalitou, přes snadnou údržbu a bezpečnost až k flexibilitě a prvotřídní kvalitě vyrobených nanovláken.

Tab. 4 Produktivita technologie Nanospider™ [12]

Vysoká produktivita	
Vysoce výkonné zvlákňovací hlavy (žádné trysky)	Efektivní pracovní šířka: až 1,6 m
Vysoká doba provozuschopnosti (> 90%)	

Tab. 5 Údržba technologie Nanospider™ [12]

Snadná údržba	
Snadné čištění (žádné trysky = žádné ucpávání)	Ergonomický tvar umožňuje snadný přístup ke všem částem

Tab. 6 Provoz technologie Nanospider™ [12]

Hospodárný provoz	
Vysoký výkon	Nízká spotřeba elektrické energie na výrobu
Krátká doba pravidelných servisních odstávek/ dlouhé užívání	Nízká spotřeba surovin
Nízké provozní náklady	Krátkodobá obsluha personálem

Tab. 7 Kvalita technologie Nanospider™ [12]

Prvotřídní kvalita nanovláken	
Jedinečná struktura a homogennost vláken	Přímá kontrola nanovláčenné homogenity
Možná kontrola průměru vláken, středního průměru ±%.	Přímé diferenční měření poklesu tlaku
Řízená výrobní rychlost (čím jemnější vlákna, tím nižší produktivita).	Indikace zvlákňovacího procesu (pomocí elektrického proudu)

Tab. 8 Bezpečnost technologie Nanospider™ [12]

Vysoký stupeň bezpečnosti	
V souladu s CE standardy	Masivní konstrukce navržená pro bezpečnou manipulaci s vysokým napětím a výbušnými parami
Kontrolovaná atmosféra zajišťující bezpečné nevýbušné prostředí	Regulovaná ventilace zvlákňovací komory (automatické zastavení v případě aktivace poplašného zařízení, přívod inertizujících plynů)
Dvojitý plášť (atmosféra s nižším tlakem vzduchu mezi zvlákňovací komorou a vnějším pláštěm)	Vícečetná zařízení pro automatické vypnutí v případě nouze
Vybíjecí tyč sloužící k vybití zbytkového el. náboje na zařízení	

Tab. 9 Flexibilita technologie Nanospider™ [12]

Flexibilita	
Široké spektrum využitelných materiálů pro zpracování	Možnost využití mnoha různých podkladových materiálů
Snadné uzpůsobení parametrů procesu k dosažené optimální nanovlákněné vrstvy	

Díky variabilní technologii, která je vyvíjena ve třech směrech dokáže Nanospider™ vyrobit tyto typy nanovláken: Organika, Anorganika (Polymer TiO₂), Melty (Polymer PA 6, Gelatine, Chitosan).[12]

7. Inovace za pomoci nanovláken

Ani potravinářské obaly neminuly takové vědní obory jako je např. nanotechnologií, jejíž využitím je možno programově ovlivňovat bariérové vlastnosti plastů. Nanotechnologie také umožňuje zabudování aktivních komponent, které poskytují nové vlastnosti nad rámec funkčních vlastností konvekčních obalů.

Materiály mají nejčastěji povahu tzv. nanokompozitů. Speciální struktury, které mají formu nanokrystalů a udělují materiálům jejich speciální vlastnosti, jsou zabudovány do matrice polymeru. Polymer představuje jakousi trojrozměrnou síť, ve které jsou zachyceny speciální částice nanokrystalů. Jako polymery mohou sloužit buď konvenční plasty (polyethylen, polypropylen, polystyren, polyethylentereftalát, atd.) a nebo bioplasty, což jsou přirozeně biologicky odbouratelné polymery. Právě kombinace nanokrystalů s bioplasty pravděpodobně patří budoucnosti.[2]

Proč nanovlákná?

- Porézní a vysoký měrný povrch pro chemické reakce (absorpce, desorpce, atd.)
- Hydrofobní modifikace - vodě-odolná a je schopen letecké dopravy
- Hydrofilní modifikace - mohou působit jako absorbéry vlhkosti
- Nanovlákná s antimikrobiální přísadou
- Vhodné pro nosiče aktivních sloučenin
- Použitelné pro zapouzdření a metody řízené uvolňování [6]

7.1. Využití nanomateriálů

- Zlepšení bariérových vlastností
- Zvyšování pevnosti polymerních materiálů
- Účinnější poživatelne obaly
- Účinnější typy aktivních obalů
- Účinnější typy inteligentních obalů [13]

7.2. Možné nanovláknenné výhody

- Vyšší citlivost a rychlejší reakce na nežádoucí změny uvnitř i vně prostředí
- Lepší kontrolovatelnost uvolňování aktivních sloučenin
- Vyšší sorpční kapacita pro škodlivé látky
- Aplikace bez nutnosti dodatečné laminace (přímý substrát coating)
- Prodloužení životnosti a zajistit kvalitu potravin [6]

7.3. Zdravotní riziko nanomateriálů

Jsou produkty nanotechnologických procesů bezpečné?

- doposud nebyl nedostatek objektivních informací
- nanočástice jsou zřejmě snadněji inhalovány \Rightarrow poškození plic (dutá nanovláknna účinek podobný azbestu)
- částice rozměrů několika nm se mohou pronikat střevní stěnou
- nanočástice mohou pronikat z plic do krevního oběhu a následně do jednotlivých orgánů. Částice “normální” velikosti se v krevním oběhu nenacházejí.
- nanočástice jsou dostatečně malé, aby mohly pronikat do buněk a poškodit je

\Rightarrow expozici nanočásticemi např. přes kůži, konzumací nebo inhalací je třeba považovat za potenciálně rizikovou zejména z dlouhodobého hlediska

\Rightarrow do budoucna jsou nezbytné podrobnější studie

Nejasné je i chování nanočástic v obalových materiálech

- situace jsou nesporně příznivější než v případě aplikace nanoaditiv přímo do potravin
- mohou nanočástice migrovat z obalového materiálu?
- opět je zde nedostatek spolehlivých informací \Rightarrow nezbytné zkoušky

7.4. Legislativa

- nařízení EP a R (ES) 1935/2004 se o nanomateriálech nezmiňuje
- nařízení EK 450/2009, článek 5: zamezuje využívání materiálů s nanočásticemi i v případě oddělení funkční bariérou

⇒ **pro uvedení do praxe je nutné vyjádření hygienika**

7.5. Další rizika nanomateriálů

Nanomateriály představují potenciální ohrožení životního prostředí:

- nejasná možnost a důsledky jejich hromadění v prostředí
- velmi omezené množství informací

⇒ při vývoji, výrobě, prodeji a spotřebě nanoproduktů je obecně nutná opatrnost

⇒ nutnost vyvinout strategii a systém kontroly nanosystémů za účelem identifikovat a adresně popsat jejich potenciální nebezpečí [13]

7.6. Nanovlákna v aktivních obalech

Perspektivou jsou zejména obaly s řízeným uvolňováním aktivních činidel (Control release packaging – CRP) za využití nanotechnologií a inteligentních směsí (smart blends) [13]

- Nanovlákna jako nosiče absorbéry
 - Hledači kyslíku (kyselina askorbová, enzymy)
 - Regulátory vlhkosti (glycerol, oxid křemičitý)
 - Ethylenové tlumiče (manganistan draselný)
 - Zápachové tlumiče (cyklodextriny)
- Nanovlákna jako nosiče zářiče
 - Antioxidanty, producenti oxidu uhličitého, apod.[6]

7.7. Nanovlákna v inteligentních obalech

Nanosenzory v obalech detekují patogenní mikroorganismy, toxiny, chemikálie atd.[13]

- Nanovlákna jako nosiče ukazatelů:
 - Teplotní indikátory (teplotně citlivé barvy) - ukazatele času teploty, indikace kvůli barevné výměně.
 - Indikátory kyslíku (porphyriny, oxid titaničitý)
 - Indikátory oxidu uhličitého
 - Indikátory vlhkosti [6]

7.8. SWOT analýza

Tab. 10 SWOT analýza inovovaného výrobku

Vnitřní faktory	Silné stránky <ul style="list-style-type: none">➤ Absorbéry a emitéry➤ Indikátory➤ Lepší vlastnosti	Slabé stránky <ul style="list-style-type: none">➤ Cena➤ Dlouhodobý vývoj
Vnější faktory	Příležitosti <ul style="list-style-type: none">➤ Zvědavost zákazníků➤ Touha vyzkoušet něco nového	Překážky <ul style="list-style-type: none">➤ Legislativa➤ Nedůvěra zákazníků➤ Neochota vyzkoušet nový produkt➤ Možná konkurence

7.9. Časový horizont uvedením takových produktů na trh

Změnu situace je obtížné odhadnout. Dle předpokladů je širší zavedení obalů s nanovláknny v této době nereálné. Důvody jsou následující: zdravotní rizika nanomateriálů, přísná legislativa a nejasné vlivy na životní prostředí.

7.10. Substituční produkty

Substituční produkty je obtížné definovat, neboť systémy balení s aktivní antimikrobní funkcí by měly být především doplňkem stávajících systémů balení. Např. při produkci minimálně opracovaných potravin jako jedna z bariér při využívání tzv. překážkového efektu při prodlužování doby skladovatelnosti.

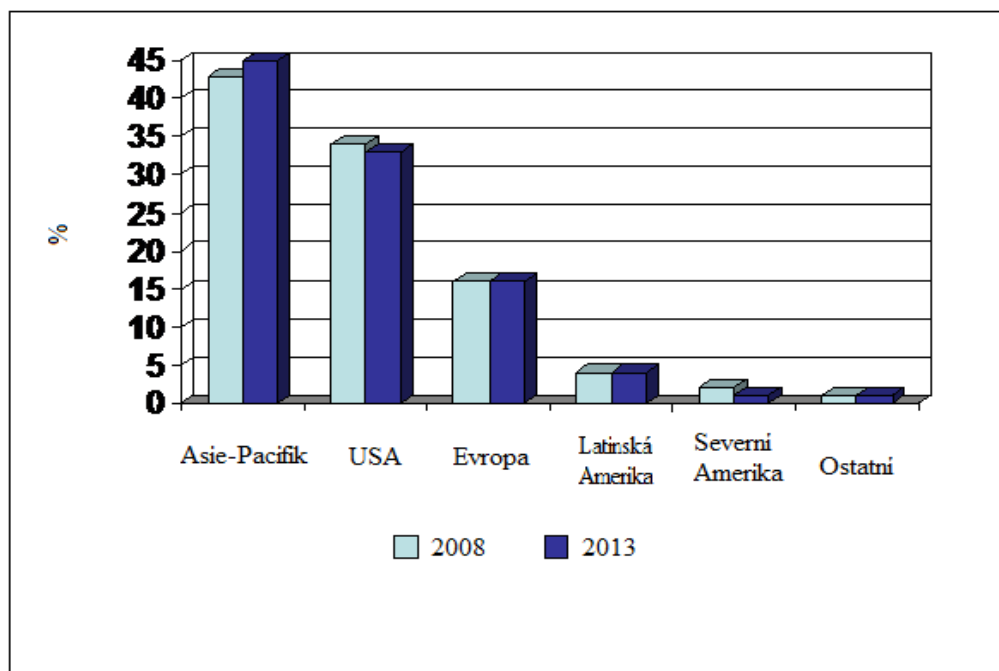
8. Segmentace trhu

Z pohledu marketingu je trh tvořen zákazníky. V této práci jsou zákazníci myšleni jako společnosti vyrábějící aktivní obaly. Optimálním marketingovým přístupem by bylo vytvoření specifického marketingového mixu pro každého zákazníka. V praxi je však tato situace naprosto nereálná. Proto dochází k takzvané segmentaci trhu. Segmentace je nalezení skupin zákazníků dle stanovených kritérií. Jsou vnitřně homogenní a mezi sebou co nejvíce heterogenní. Požadavek vnitřní homogeneity znamená, že zákazníci by si měli být co nejvíce podobní svým tržním projevem (preferencemi, chováním, ...). Požadavek heterogeneity vyžaduje, aby se jednotlivé segmenty navzájem od sebe co nejvíce lišily. Segment je skupina zákazníků, kteří mají své specifické požadavky na určitou skupinu výrobků.[14]

8.1. Aktuální použití nových technik balení

Systémy aktivního balení byly doposud úspěšně aplikovány zejména v USA, Japonsku a Austrálii. Přes to, bez ohledu na intenzivní výzkum a vývoj aktivních a inteligentních obalů, je tam jen několik málo komerčně významných systémů. Kyslíkové absorbéry přidané samostatně, jak malé sáčky v obalu nebo připojené jako štítky na víko, nepochybně mají největší reklamní význam v aktivním potravinovém balení v nynější době. S ohledem na inteligentní balení, indikátor teploty a kyslíkové indikátory jsou nejvíce používány v zemích výše zmíněných.

Jejich významnější rozvoj v Evropě byl až do nedávné doby brzděn přísnějšími legislativními požadavky na obalové materiály určené pro kontakt s potravinami a absencí předpisů regulujících praktické použití aktivních a inteligentních obalů.[15]



*Graf 2 Celosvětová distribuce chytrých obalů v procentech, v letech 2008 - 2013.
Zdroj: prezentace Elmarco*

8.2. Nejvýznamnější společnosti vyrábějící obaly

8.2.1. Rakousko

ALPLA GmgH & Co KG

V roce 1955 v Rakousku zakládá Alwin a Helmut Lehner v prádelně svého otce firmu. Jejich kapitálem byla vize, mysl a přesvědčení. Hlavním sortimentem ALPLY jsou láhve, uzávěry, tuby atd.. Dnes firma využívá především HDPE (high density polyethylene), PP (polypropylen), PET (polyethylentereftalát) materiálů. ALPLA vygenerovala objem výroby za rok 2009 2,145 miliardy eur. Působí v 37 zemích a zaměstnává 10.800 lidí. Mimo vývoj a výrobu obalů v potravinářství se zaměřuje také na obaly pro kosmetiku a čisticí prostředky pro domácnost. [20]

GIKO Verpackungen AG

Firma byla založena roku 1956 a dnes zahrnuje tři podniky GIKO obaly (folie), GIKO spirálově vinuté dutinky a GIKO kartony. Výcvik učňů a pracovníků má velmi vysoký řád. Za základ je považováno asi 120 vysoce kvalifikovaných pracovníků, což firmě dává značný náskok na trhu.[21]

Ing. Josef Riegler Verpackungstechnik GmbH

Dne 1.1.2000 založil podnik jednotlivce „Ing. Josef Riegler Verpackungsmaschinen – Materialien-Handel“ a začátkem roku 2006 byly firma převedena na „Ing. Josef Riegler Verpackungstechnik GmbH“. Pro mnohé své zákazníky je v oblasti balení palet a samozřejmě také při plánování kompletních linek již jejich poradcem. Síla firmy spočívá v poradenské činnosti pro zájemce v oboru balení palet, plánování strojů a zařízení i speciálních strojů, engineering a vyúčtování nákladů a užitku, realizace zakázky s jednotlivými dodavateli a After – Sell – Service (prodejní servis) pro zákazníky se servisem a náhradními díly.[22]

SCHEYER Verpackungstechnik GmbH

Scheyer je středně velká rodinná firma, která jasně vyznává Rýnské údolí a své pracovníky, a proto se servisem, flexibilitou a kvalitou boduje. Firma vyrábí především folie (hlubokotažné, krycí) a sáčky, příklady produktů - POLYFROST®, VITALAM®, VITATHERM® atd.[23]

8.2.2. Švýcarsko

SIG Combibloc GmbH

SIG Combibloc je jedním ze světových dodavatelů kartonových obalů a plnicích strojů pro nápoje a jídlo. Společnost byla založena roku 1853, zabývající se vagóny. O několik let později začala firma vyrábět zbraně. V roce 1906 se začíná věnovat obalovým strojům. V roce 2009 společnost dosáhla obratu 1,260 milionů eur. Společnost je z části novozélandské firmy Rank Group. Společnost čerpá ze schopností a zkušeností zaměstnanců ve více než 40 zemí. Obalové továrny a dceřinné společnosti lokalizované po celém světě umožní společnosti odpovídat rychle a efektivně místním zákaznickým potřebám.[24]

8.2.3. Německo

BISCHOF KLEIN GmbH CO., KG.

B+K společnost je vůdčí evropský dodavatel s kompletní nabídkou pro flexibilní obaly z umělé hmoty a papíru, stejně jako i technické fólie. Na šesti místech výroby v Německu, Francii, Velké Británii, Polsku, Saudské Arábii a Španělsku zaměstnává B+K celkem 2.300 pracovníků. V mateřském závodě Lengerich pracuje nyní asi 1.300 pracovníků, v závodě Konzell v Bavorsku asi 500. V obchodním roce 2008 dosáhla společnost zisku 373 miliónů eur. Společníci jsou potomci od A. Kleina, který společně s H. Bischofem založili roku 1892. Od roku 1984 do roku 1995 leželo 40% podílu na společnosti u Sora Billerud ve Švédsku, od roku 1995 do roku 2007 u Mondí Packaging v Rakousku. Od začátku roku 2007 se nachází podnik opět 100% v rodinném majetku.[25]

FLEXIPACK INTERNATIONAL WUNDERLICH GmbH + CO., KG

Dvě pracoviště, Ebenhausen a Gerlingen, zaměstnávají nyní 160 pracovníků s ročním objemem výroby od 44 mil. čtverečných metrů Flexipack®. Síla společnosti spočívá ve flexibilním zpracování 100% sběrových papírů, mnohostranné produkty, nestandardní kvalitativní vlastnosti a inovační vývoj výrobku.[26]

FORUMPLAST FOLIENFABRIK GmbH

Společnost byla založena roku 1976 v Norimberku. Dnes vyrábí s více než 30-ti letou zkušeností v oblasti obalů v severní průmyslové oblasti od Ambergu v Oberpfalzu. Společnost vyrábí fólie z umělé hmoty vyhovující předpisům pro ochranu životního prostředí. Firma se nachází v rodinném majetku. Je to středně velký podnik se 150 pracovníky a měsíční kapacitou více než 3.000 tun.[27]

8.2.4. Francie

KAYSERSBERG PACKAGING

Společnost Kaysersberg Plastics, která je současnou divizí Plastics Division skupiny DS Smith PLC, je uznávaná evropská odborná společnost na lisování, tvarování termoplastů a vstřikování. Z oblasti obalů se zabývají textilními výplněmi, hygienickými obaly a znovupoužitelnými obaly. Podnik dosáhl ročního obrátu 90 milion eur.[28]

8.3. Nejvýznamnější společnosti vyrábějící aktivní obaly

8.3.1. Švýcarsko

Tetra Laval

Tetra Laval společnost se sestává ze tří nezávislých průmyslových skupin: Tetra Pak, DeLaval a Sidel. Dohromady společnost zaměstnává 32.191 lidí a čistá tržba za rok 2008 byla 11,045 milionů eur. Tato společnost je vedoucí skupinou pro zpracování jídla a obalů na světě.[29]

8.3.2. USA

Kraft foods

Společnost je druhá největší na světě v produkci potravinových obalů s ročními příjmy 48 miliardy USD. Tyto obaly se používají ve více než 160 zemí a přibližně zaměstnává 140.000 pracovníků. Společnost hrdě obchoduje s 11 nejvýznamnějšími značkami (Kraft, Jacobs, LU, Maxwell House, Cadbury, Trident, Milka, Nabisco a jeho značka Oreo, Philadelphia a Oscar Mayer) jejichž výnos překonává 1 miliardu USD. Dalších přibližně 70 značek má výnosy větší než 100 milionů USD.[30]

Ecolab

Ecolab je přední celosvětový producent v čištění, dezinfekci a v potravinách s více než 6 miliardy USD. Společnost sídlí v Minnesotě v USA. Ecolab slouží zákazníkům ve více než 160 zemích napříč Severní Amerikou, Latinskou Amerikou, Asií a Afrikou s více než 26.000 zaměstnanci.[31]

Astrapak

Astrapak je zaměřená skupina společností specializující se na výrobu a zásobu plastových obalových materiálů. Společnost aktuálně zaměstnává více než 3.521 lidí a funguje národně skrz tři divize. Tyto společnosti dodávají specializované plastové balení na potraviny, nápoje, cukrářství a ovoce. Astrapak stále investuje do inovačních a technologicky pokročilých společností k tomu, aby nabízeli zákazníkům specializované produkty, které využívají globální trend směrem k plastovému balení. Astrapak a její dceřiné společnosti dosáhli v roce 2009 obratu více než 2,7 miliard USD.[32]

Alcan

Alcan Packaging je světový vůdce ve speciálních obalech sloužící jídlu a nápojům, farmaceutickým, lékařským, kosmetickým a tabákovým trhům. Společnost je přítomná na 5 kontinentech, s 29.000 lidmi na 130 místech v 31 zemích (např. Čína, jihovýchodní Asie, Brazílie, Mexiko, Rusko a východní Evropa). Alcan Packaging je součástí RioTinto Alcan reprezentující 13% výnosů s obratem 6,5 miliard USD. Trh obalů pro potraviny představuje přibližně 63% z celkového prodeje, následují léčiva s 15%, kosmetika s 14% a tabák s 8%.[33]

PEAKfresh Products Ltd.

Společnost Peakfresh Products se zabývá výrobou speciálních obalů pro ovoce, zeleninu a rostliny. PEAKfresh® je film, vytvářející modifikovanou atmosféru, speciálně vyvinutý pro balení čerstvého ovoce, zeleniny a rostlin. Film zvyšuje propustnost plynů, které mají být odstraněny. Rychlost zrání je tak značně zpomalena. Hlavními vlastnostmi obalů jsou výborná propustnost pro plyny, dobré deodorační vlastnosti, zadržování vysoké vlhkosti. Tyto obaly se používají na role, vložky, ploché tašky, plechy, paletové vložky a obaly.[34]

8.4. Hlavní české obalářské firmy

Tab. 11 Hlavní české obalářské firmy. Zdroj: Veletrh Embax

ALBERTINA Trading, spol. s r. o.	Obalové materiály, obalové prostředky a obaly
ALEDETO s. r. o.	Obalové materiály, obalové prostředky a obaly
Apeec, spol. s r. o.	Balící stroje a zařízení
ASTRO Vlašim spol. s r. o.	Balící stroje a zařízení
Böttcher ČR, k. s.	Příslušenství, měřicí, řídicí, zkušební přístroje a systémy
BOTTLING PRINTING s. r. o.	Balící stroje a zařízení
BRANOPAC CZ s. r. o.	Obalové materiály, obalové prostředky a obaly
DOPLA PAP a. s.	Obalové materiály, obalové prostředky a obaly
JaGa, spol. s r. o.	Etikety – materiály a technologie
JIP – Papírny Větrín a. s.	Obalové materiály, obalové prostředky a obaly
Manuli Stretch Česká republika, s. r. o.	Obalové materiály, obalové prostředky a obaly
Milan Ligocki UNIPACK servis obalové techniky	Obalové materiály, obalové prostředky a obaly
NOMATECH s. r. o.	Balící stroje a zařízení
OBAL CENTRUM s. r. o.	Obalové materiály, obalové prostředky a obaly
Obchodní tiskárny, a. s.	Obalové materiály, obalové prostředky a obaly
OMNIPACK, s. r. o.	Obalové materiály, obalové prostředky a obaly
ONDRÁŠEK INK – JET SYSTÉM spol. s r. o.	Etikety – materiály a technologie
Petruzalek s. r. o.	Balící stroje a zařízení
Svaz českých a moravských výrobních družstev	Obalové materiály, obalové prostředky a obaly
TECHNOLOGY s. r. o.	Balící stroje a zařízení
VELTEKO CZ s. r. o.	Balící stroje a zařízení

9. Veletrhy

9.1. Potravinářské veletrhy a Embax poprvé společně

Letošní Mezinárodní veletrhy SALIMA, MBK, INTECO, VINEX a EMBAX Brno ukázaly, jakým směrem se ubírá potravinářství a pokračuje rozvoj v tomto perspektivním a důležitém oboru v ČR. Letos poprvé se potravinářské veletrhy rozrostly o další projekt – 26. mezinárodní veletrh obalů a obalových technologií EMBAX, který se s ostatními výborně doplňuje. Jeho produkce totiž směřuje až ze 70 procent do potravinářství. Komplex pěti veletrhů tak pokryl celou potravinářskou výrobu a odbyt – technologie pro zpracování potravin a nápojů, finální výrobky, balení, značení a kontrolu včetně distribuce do obchodu i gastronomie.[16]

Pro tuto práci byl tento veletrh kontaktován za účelem zmapování českého trhu s aktivními obaly. Zpětnou vazbou bylo zjištěno, že firmy z obalového veletrhu se aktivními obaly nezabývají. V databázi zúčastněných nebyla ani jedna firma. Je to spíše doména doprovodných programů a spíše budoucnost. Aktivní a inteligentní obaly jsou pro zadavatele balení dražší než klasická balení, což prodražuje cenu výrobku. Zájem z řad řetězců je minimální a co se týká firem, využívají tyto obaly pouze jako doplněk ke klasickým obalovým materiálům. V současné ekonomické situaci firmy se zabývají tím, co mohou opravdu prodat.

9.2. EMBALLAGE

Emballage je výstava zabývající se inovativností obalů, která se uskuteční 22. - 25. listopadu 2010 v Paříži. Emballage má dlouholetou tradici již od roku 1947. Výstava je rozdělena na 4 kategorie: nápoje a kapaliny, zdraví a kosmetika, jídlo a luxusní obaly (parfémy, vína, klenoty,...).[17]

10. Technicko – provozní posouzení

Technicko-ekonomické posouzení má za úkol zhodnotit vhodnost použité technologie a zařízení na výrobu nanovláken pro aplikaci v oblasti výroby aktivních obalů. Proto je třeba vymezit některé zásadní vlastnosti a parametry technologie a zařízení. Další částí posouzení je orientační kalkulace ceny vytipovaných nanovlákných vrstev vhodných svým materiálovým složením pro výrobu aktivních obalů. V tomto případě je nutno definovat vhodné nosné materiály, vhodná aditiva a zkalkulovat cenu nanovlákné vrstvy.

Bohužel není možné porovnat ceny u současných aktivních obalů a s materiálem, kterým by přesně kopíroval složením konkrétní obal pouze s náhradou aplikace aktivní složky pomocí nanovláken, jelikož u existujících aktivních obalů nelze zjistit přesné ceny a konkrétní materiálové složení (včetně plošných hmotností, množství aditiv apod.). Konkurence v oblasti nanotechnologií pro aktivní obaly.

Technologii Nanospider lze také jen těžko porovnávat s přímou konkurencí. Ve výrobě strojů firma Elmarco díky vlastnictví mnoha patentovaných technických řešení zatím nemá žádnou přímou konkurenci. Ve světě sice existují malí výrobci zařízení zvlákňující z velkého počtu trysek/jehel, ale svým principem technologie zvlákňování z trysek bude vždy zaostávat díky nižší produktivity a nevhodnosti pro průmyslovou výrobu.

Problémem může být, že technologie aktivních obalů nemusí spoléhat pouze na nanovlákná, ale konkurenčními produkty se mohou stát pro určité aplikace i materiály jako nanočástice, aplikace nanášení tenkovrstvých filmů aktivních látek apod.

10.1. Technické zhodnocení

Pro případ výroby aktivního obalu na modelovém příkladu budeme uvažovat, že při výrobě nanovláken byla použita technologie Nanospider. Technologii je třeba posuzovat v rámci technického zhodnocení nejen jako technologii samu o sobě nebo v porovnání s metodou elektrostatického zvlákňování z trysek (tam je zejména ve výrobnosti řádový rozdíl ve prospěch technologie Nanospider), ale zejména ve vztahu k možné kombinaci s výrobními technologiemi vyrábějícími současné obaly.

Z pohledu technických omezení pro nasazení technologie Nanospider v těchto průmyslových oblastech budou hrát pravděpodobně nejvýznamnější roli následující parametry zařízení a technologie:

- celková výrobnost
- vhodnost pro další zpracování
- kompatibilita se zařízeními v průmyslu výroby obalů

10.1.1. Celková výrobnost

Výrobnost neboli množství nanovláken, resp. nanovláčenného materiálu reálně měřeného obvykle hmotností nanosených nanovláken na jednotku, ovlivňuje několik základních parametrů. Následující přehled má naznačit, které oblasti mohou ovlivnit rozhodování při snaze o optimalizaci výkonu zařízení :

Použitý materiál

Jelikož pro výrobu aktivního obalu uvažujeme aplikaci nanovláken na již hotový běžný obalový materiál obvykle polymer, výrobnost je ovlivněna zejména schopností daného polymeru tvořit nanovláčka při určité koncentraci, viskozitě a dalších parametrech. Použitý materiál je navíc vhodné volit nejen z pohledu pořizovací ceny, ale zejména z pohledu celkových provozních nákladů – některé materiály vyžadují speciální postupy přípravy polymerního roztoku apod.

Možnost použití různých materiálů by tak neměl být zásadním limitem použití technologie Nanospider, možná spíše výhodou.

Použitá rozpouštědla

Pro přípravu polymerního roztoku je vždy nutno použít jedno nebo více rozpouštědel. Jejich vhodnost je dána tím, zda jsou schopna a jak rozpouštět použitý materiál, jaké mají vlastnosti, zda a jak je možno je likvidovat (jelikož při procesu odcházejí do odpadního vzduchu, který je nutno obvykle likvidovat spalováním nebo vodní vypírkou) a v případě obalů především jejich akceptovatelností v potravinářství (připravené nanovláčenné vrstvy totiž většinou obsahují určitý podíl zbytkových rozpouštědel, která lze obtížně odstranit). Je-li tedy potom výběr možných rozpouštědel

významně zúžen těmito limitujícími podmínkami, může to mít i významný dopad na celkové pořizovací a provozní náklady technologie.

Malý rozsah možný rozpouštědel pro použití budou zřejmě hlavním omezujícím parametrem technologie Nanospider.

Stabilita roztoku

Stabilita připraveného polymerního roztoku v čase ovlivňuje výrobnost z pohledu nutných technologických přestávek, resp. délky možného přetržitého provozu. Je-li roztok s přidanými aditivami stabilní pouze v řádu několika hodin, mohou technologická přerušení znamenat významné omezení denní výrobnosti.

Vliv na možné použití technologie Nanospider je obtížné predikovat.

Použitá aditiva

Použité přísady (v případě aktivních obalů se jedná o přídatné látky např. s antimikrobiální, antimykotickou nebo naopak sorpční funkcí, které by aktivnímu obalu dodávaly nějakou specifickou vlastnost) mohou ovlivnit výrobnost zařízení tím, že mění vlastnosti polymerního roztoku, a to obvykle nepříznivě.

Lze očekávat spíše negativní vliv na možnost použití technologie Nanospider.

Provozní parametry

Některé parametry výrobního procesu a to zejména parametry okolního prostředí (významný vliv má zejména vlhkost) mohou do značné míry devalvovat úsilí vynaložené při volbě materiálů a aditiv. Proto je třeba vždy počítat s nutností přesného řízení těchto podmínek a technologii Nanospider nabízet a prodávat včetně těchto zařízení (obvykle se jedná o klimatizační jednotky nebo odvlhčovače) nebo při prodeji zařízení od zákazníků dostupnost těchto zařízení pro výrobu vyžadovat.

Nebude mít zásadní vliv na možnost použití technologie Nanospider.

Typ zařízení

Celková velikost zařízení (v případě firmy Elmarco zejména možnost volby mezi pilotní a průmyslovou linkou a správné volby počtu tzv. výrobních jednotek, které jsou podjednotkou výrobní linky) je rozhodujícím faktorem ovlivňujícím celkový výkon zařízení. Zvažovat je třeba z pohledu technologie nejen rozměry, ale i vazbu na nutné periferní technologie, jako jsou zařízení na přípravu polymeru, zařízení pro automatické mytí dílů zařízení, úprava procesního vzduchu apod., jelikož při určitém stupni požadované celkové výrobnosti je obvykle třeba navýšit i počet periferních zařízení. Nebude mít zásadní vliv na možnost použití technologie Nanospider.

10.1.2. Vhodnost pro další zpracování

Posoudit vhodnost pro další zpracování znamená zjistit či definovat, jakým způsobem mohou být vlastnosti nanovlákněné vrstvy na nosném podkladovém materiálu (obvykle fólie nebo papír), ovlivněny v následujícím zpracování nebo jak by mohla být sama nanovlákněná vrstva poškozena. Jelikož výroba obalů obvykle zpracovává vstupní materiál v rolích, který potom modifikuje do finální podoby v několika krocích, lze předpokládat, že v některých následných procesech zpracování plošného materiálu jsou místa kritická pro poškození či změnu vlastností nanovlákněné vrstvy. Může se jednat např. o procesy rychlého převíjení, skládání, řezání, lepení apod. Proto je třeba u nanovlákněné vrstvy včas vydefinovat např. potřebnou soudržnost s podkladovým materiálem, vliv vlhkého prostředí, chemikálií apod.

Vhodnost pro další zpracování bude mít zásadní vliv na možnost použití technologie Nanospider a s velkou pravděpodobností se bude jednat o vliv negativní.

10.1.3. Kompatibilita

Kompatibilitou ve smyslu technického zhodnocení vhodnosti je posouzení možnosti zařazení do výrobních technologií - v tomto případě pravděpodobně výroby běžné polymerní fólie nebo papíru – a vhodnost pro kombinaci s ostatními technologiemi ať již on-line tak off-line.

Uvažujeme-li on-line proces, tedy vřazení výrobní linky Nanospider přímo do výrobní linky zákazníka, je určující celková lineární rychlost linky, tj. jakou rychlostí se

může pohybovat materiál vyráběný v rolích. Celkové maximální rychlosti zařízení technologie Nanospider jsou v porovnání s obalářským průmyslem (obvyklé rychlosti jsou až stovky m/min) relativně nízké a obvykle se pohybují do 40 m/min.

Při použití jak on-line tak off-line procesu je třeba se zabývat také používanými šířemi podkladového materiálu. Používané šíře zařízení technologie Nanospider jsou v porovnání s obalářským průmyslem (obvyklé šíře jsou až do 5 m) poměrně nízké a umožňují povrstvení pouze 1,6 m širokého materiálu. To znamená, že v off-line procesu by bylo možno technologii Nanospider použít až před finalizací produktu, kdy se materiál zpracovává do rolí užších – zde je možno využít toho, že technologie Nanospider umožňuje pracovat v různých nastavitelných šířích.

Celkově lze tedy očekávat spíše mírně negativní vliv na možnost použití technologie Nanospider.

11. Ekonomické posouzení

Ekonomické zhodnocení se v tomto případě nezabývá kalkulací ceny hotového výrobku, jelikož není možno jej reálně cenově porovnat s podobným substitučním produktem, ale pouze kalkulací ceny nanovlákněné vrstvy s přidanou aktivní látkou, která po aplikaci na běžný materiál obalu docílí požadovaných vlastností.

11.1. Ekonomický výpočet

Pro takový ekonomický výpočet je třeba znát minimálně následující parametry:

- vhodný polymer pro výrobu nanovlákněné vrstvy, používané koncentrace v polymerním roztoku a jeho cenu
- použitá rozpouštědla vybraného polymeru, a jejich cenu
- použitá aditiva, jejich požadovanou minimální účinnou koncentraci v polymerním roztoku (výsledném obalu) a jejich cenu
- pořizovací cenu výrobní linky a jejich periférií
- odpisy výrobní linky a jejich periférií
- náklady na energie / média
- personální náklady

11.1.1. Vhodné polymery pro výrobu nanovlákněné vrstvy

Jako polymery vhodné pro přípravu nanovlákněných vrstev pro aplikaci v aktivních obalech budou primárně všechny polymery, které bude možno nasadit v potravinářství a které budou rozpustné ve vhodných nezávadných rozpouštědlech. Jako vhodné se mohou jevit polymery, které využívají jako rozpouštědlo vodu, což může mít přínos z několika pohledů. Za prvé, ve vodě rozpustné polymery mají většinou mnohem vyšší výrobnost než polymery rozpustné např. v kyselinách. Za druhé, pro některé aplikace může být vhodné použít nanovlákněnou vrstvu jako absorbér vzdušné vlhkosti. Na druhé straně, vyrobená nanovlákněná vrstva je za normálního stavu narušována i vzdušnou vlhkostí, což potom vyžaduje použití některých aditiv jako tzv. síťovadel, která umožní vytvořit nanovlákněná ve vodě nerozpustná.

Pro následující výpočet byl vybrán polyvinylalkohol.

PVA (PVOH, PVAL) – polyvinylalkohol – je vodorozpustný syntetický polymer, který je netoxický, biologicky odbouratelný a má výborné vlastnosti pro výrobu fólií včetně vlastností adhesivních. Proto by mohl být poměrně snadno kombinovatelný s širokou škálou podkladových nosných fólií či obalovým papírem. Příprava polymerního roztoku z PVA je poměrně jednoduchá, zároveň je v porovnání s jinými polymery vhodnými pro elektrostatické zvlákňování mnohem produktivnější (za jednotku času lze vyrobit mnohem více materiálu) a nespornou výhodou je i jeho nízká cena, snadná dostupnost. Pořizovací cena 1 kg polyvinylalkoholu v závislosti na kvalitě se pohybuje od cca 200 do 400 Kč. U polyvinylalkoholu je možno docílit průměru nanovláken cca 200 nm.

11.1.2. Vhodná aditiva pro výrobu nanovláknenné vrstvy

Ačkoli existuje nescíslné množství aktivních látek, které mají požadované vlastnosti a tím pádem i potenciální přidanou hodnotu v aktivních obalech, pro následující kalkulaci byly jako účinné látky vybrány logicky pouze ty, které se prokazatelně používají a u nichž bylo možno zároveň zjistit pořizovací cenu.

První z látek je nisin. Jedná se o peptid, skládající se ze 34 aminokyselin. Tato látka je produkována některými bakteriemi mléčného kvašení a působí antibakteriálně na jiné bakterie. Díky těmto vlastnostem se řadí mezi takzvané bakteriociny. Používá se pro prodloužení trvanlivosti potravin, jelikož potlačuje růst a množení gram pozitivních bakterií, přičemž působí širokospektrálně, tj. funguje na velké množství různých typů bakterií. Jeho účinky je možné ještě zvýšit kombinací s kyselinou ethylendiamintetraoctovou. Účinná koncentrace nisinu v potravinách se obvykle pohybuje mezi 1 a 25 ppm (parts per million). Pořizovací cena 1 kg nisinu se pohybuje okolo 40000 Kč.

Natamicin (jinak také pod názvem pimarin) je přírodní antimykotikum vytvářené určitým typem bakterií. V potravinářství se používá jako protiplísňový konzervant sýrů, aplikuje se jako sprej nebo prášek na celé, dělené nebo měkké sýry, případně na voskový obal některých sýrů. Jako přídatná látka je označována kódem E 235. Účinná koncentrace natamicinu je velice nízká - již pod 10 ppm. To znamená, že

pro 100 g zabalené potraviny by bylo třeba z aktivního obalu uvolnit minimálně necelý 1 mg nisinu. Pořizovací cena 1 kg natamicinu je cca 10000 Kč.

11.1.3. Výpočet potřebného množství aditiv

Obvyklá vrstva potraviny v kontaktu s obalem, ve které by se měla vytvořit účinná koncentrace při použití vybraných aditiv, bývá obvykle 0,1 mm. Je-li tedy vrstva potraviny silná 0,1 mm, tak její objem na 1 dm² činí 0,01 cm x 100 cm² = 1 cm³ = 1 g. Je-li účinná koncentrace dané účinné látky 0,1 %, znamená to, že do uvedeného objemu by se mělo uvolnit cca 1 mg této účinné látky, tj. nános účinné látky v bezprostředním kontaktu s potravinou by měl být minimálně 1 mg/dm², tj. cca 0,1 g/m².

Pro výpočty s jednotlivými aktivními látkami by bylo třeba provést mnoho experimentů uvolňování aktivní látky do různých druhů potravin s různými koncentracemi, což znamená minimálně několik stovek experimentů a testů pro každou účinnou látku.

Účinná koncentrace nisinu v potravinách se obvykle pohybuje mezi 1 a 25 ppm, což znamená, že pro 100 g zabalené potraviny by bylo třeba z aktivního obalu uvolnit minimálně 0,1 až 2,5 mg nisinu.

U natamicinu účinná koncentrace je velice nízká a obvykle je funkční již v koncentracích pod 10 ppm. Pro 100 g zabalené potraviny by tedy bylo třeba z aktivního obalu uvolnit minimálně necelý 1 mg nisinu.

Pro zjednodušení budeme počítat pro obě aktivní látky shodnou minimální potřebnou aktivní dávku 1 mg pro 100 g potraviny.

11.1.4. Přepočítání na jednotku plochy

V závislosti na hustotě balené potraviny a tvaru obalu je možno odhadovat, že spotřeba obalového materiálu na 100 g balené potraviny by se pohybovala mezi 1 a 2 dm².

Pro zjednodušení výpočtu budeme kalkulovat materiál na 1 m²:

2 dm² obalového materiálu = 1 mg aktivní látky

1 m² obalového materiálu = 50 mg = 0,05 g uvolněné aktivní látky

Jelikož lze odhadovat, že z nanovláken se díky jejich vysokému specifickému povrchu uvolní cca 50% aktivní látky, a obsah aktivní látky nebude moci být vyšší než 5% (tak aby neovlivňoval proces zvlákňování) znamená to, že plošná hmotnost nanovláčkové vrstvy obsahující aktivní látku bude činit $0,05/0,5/0,05 = 2 \text{ g/m}^2$.

11.1.5. Kalkulace nákladové ceny 1 m² nanovláčkové vrstvy

Jako výchozí výrobní zařízení pro kalkulaci bylo zvoleno produkční zařízení o 2 zvlákňovacích jednotkách v celkové šíři 1,6 m (nejběžnější dodávané zařízení pro velkometrážní aplikace), která pro instalaci včetně periferií vyžaduje cca 500 m² podlahové plochy. Předpokládaná doba odepisování linky je 5 let (minimální životnost linky). Provozování by mělo probíhat v nepřetržitém provozu, denní doba využití linky činí 20,9 hodin.

Tab. 12 Vstupní údaje

Vstup	Cena v Kč/jednotku	Jednotka
polyvinylalkohol	300	kg
rozpouštědlo-voda	5	l
aditivum 1 – nisin	40000	kg
aditivum 1 – natamicin	10000	kg
elektrická energie	5	kWh
tlakový vzduch	50	1000 l
personální náklady	350	hodina
správa a údržba	50	m ² podlahové plochy

Na základě výše uvedených vstupních údajů a pořizovací ceny linky a odpovídajících periferií Elmarco s.r.o. provedlo kalkulaci materiálu – nanovláčkové vrstvy s PVA s přídavkem aktivních látek.

Tab. 13 Náklady na den

Druh nákladu	Kč	Podíl na celkových nákladech
personální náklady	7488	15%
materiál	16875	33%
energie	2249	4%
likvidace odpadu	346	1%
odpisy	23671	46%
správa a údržba	882	2%
celkové denní náklady	51512	100%

Výsledná nákladová cena samotné nanovlákněné vrstvy PVA (včetně odpisů linky) byla vypočítána na 6,4 Kč/m². K té je třeba připočíst 0,05 g/m² aktivní látky, což pro nisin znamená $0,1 \cdot 40000 / 1000 = 4$ Kč/m² a pro natamicin $0,1 \cdot 10000 / 1000 = 1$ Kč/m².

Výsledné ceny aktivní vrstvy obalu by tedy činily pro nisin 10,4 Kč/m² a pro natamicin 7,4 Kč/m².

Vyjdeme-li z předpokladu, že cena obalu by měla činit jenom zlomek ceny prodávané potraviny, je cena dost vysoká a bude určitě několikanásobkem ceny neaktivního obalu. Vzhledem ke skutečnosti, že technologie aktivních obalů pomocí nanovláken není obvyklým řešením současné problematiky obalů, tak ani trh není připraven toto řešení přijmout. Tudíž veškeré potřebné technicko-ekonomické zázemí není dostatečně vyvinuto a využití této technologie by nutně neslo náklady spojené s inovačním zaváděním. Přičemž investor nemá záruku, že trh nevyužije jiného substitutu a technologie aktivních obalů pomocí nanovláken se stane nekonkurenční. Z těchto důvodů se jeví z krátkodobého hlediska výhodnější využití současné technologie neaktivních obalů, které může být v budoucnosti inovováno již s dostatečně vyvinutým technicko-ekonomickým zázemím a nižšími náklady.

12. Legislativa

- Zákon o obalech č. 477/2001 Sb.
- Zákon o potravinách a tabákových výrobcích č. 110/1997 Sb.
- Vyhláška o rozsahu a způsobu vedení evidence obalů a ohlašování údajů z této evidence č. 641/2004 Sb.
- Vyhláška Ministerstva zdravotnictví o hygienických požadavcích na výrobky určené pro styk s potravinami a pokrmy č. 38/2001 Sb.

Provozovatel potravinářského podniku, který uvádí potraviny je povinen používat jen takové obaly a obalové materiály, které:

- a) chrání potravinu před znehodnocením a znemožňují záměnu nebo změnu obsahu bez otevření nebo změny obalu
- b) odpovídají požadavkům na předměty a materiály přicházející do přímého styku s potravinami
- c) senzoricky ani jiným způsobem neovlivní potravinu.

Kromě uvedených předpisů je nutné dodržovat požadavky přímo použitelných předpisů ES, kterými jsou pro oblast obalů potravin zejména:

- Nařízení Komise (ES) č. 1895/2005 ze dne 18. listopadu 2005 o omezení použití některých epoxyderivátů v materiálech a předmětech určených pro styk s potravinami
- Nařízení Komise (ES) č. 2023/2006 ze dne 22. prosince 2006 o správné výrobní praxi pro materiály a předměty určené pro styk s potravinami
- Nařízení Komise (ES) č. 372/2007 ze dne 2. dubna 2007, kterým se stanoví přechodné migrační limity pro plastifikátory v těsnicích kroužcích ve víkách, která jsou určena pro styk s potravinami
- Nařízení Komise (ES) č. 282/2008 o materiálech a předmětech z recyklovaných plastů určených pro styk s potravinami a o změně nařízení (ES) č. 2023/2006 [5]
- Nařízení komise (ES) č. 450/2009 - legalizace aplikace mnohých ve světě používaných nebo navrhovaných systémů aktivního balení:

kapitola I.

- oblast působení, definice pojmů, podmínky uvádění na trh

kapitola II.

- složení aktivních a inteligentních materiálů a předmětů
- látky zařazené na seznamu x potravinářská aditiva

kapitola III.

- označování částí aktivních systémů
- prohlášení o shodě podle požadavků nařízení č. 1935/2004 [19]

12.1. Předpisy

- Všechny látky, materiály, polymery používané při balení potravin musí splnit standardy jednotlivých zemí
- Mnoho různých zemí má četné složité systémy, předpisy diktují velmi specifické parametry
- Evropská legislativa má aktivní a inteligentní obaly bez podrobných předpisů
- V následujících letech se nová legislativa pro inteligentní obaly bude tvořit
- Nejen pro nanovlákná platí, že všechny polymery/materiály musí mít schválení FDA

Legislativní orgány a legislativa, které již vykazují snahu o regulaci využití nanotechnologií v potravinářských obalech – příklady:

- USA - FDA - agentura pro potraviny a léčiva
 - FDAMA – agentura pro modernizaci potravin a léčiv
 - www.cfsan.fda.gov/~dms/OPA-fcn.html
- EU - Nařízení ES číslo 1935/2004 – reguluje látky, které přicházejí do styku s potravinami
 - [Ec.europa.eu / potraviny / chemicalsafety / foodcontact /](http://ec.europa.eu/potraviny/chemicalsafety/foodcontact/)
- Čína - o hygieně potravin zákon o lidové republiky Číny
- Japonsko - mnoho různých předpisů
 - www.jetro.go.jp/en/market/regulations/
- Austrálie - www.foodstandards.gov.au [18]

13. Závěr

Úkolem této práce bylo seznámení s jednotlivými druhy aktivních a inteligentních obalových materiálů, jejich stručný popis a možnosti použití. Nejlepší bylo používat aktivní a zároveň i inteligentní obaly dohromady. Jak aktivní tak i inteligentní obaly mají různé vlastnosti a proto by bylo jejich sloučení nejvhodnější.

Jak je vidět, tak využívání nanotechnologií si našlo svou cestu i do potravinářského průmyslu. Jednou z cest je např. vývoj nanostrukturovaných obalových materiálů nového typu se zvýšenými bariérovými vlastnostmi. Další možností jsou materiály se schopností odpuzovat mikroorganismy, které by se využily k výrobě povrchů přicházejících do styku s potravinou anebo zdokonalené prostředky pro monitorování a varování, které by obsahovaly nanosenzory pro monitorování bezpečnosti, údržnosti a kvality potravin.

Vydeme-li z předpokladu, že cena obalu by měla činit jenom zlomek ceny prodávané potravin, je cena dost vysoká a bude určitě několikanásobkem ceny neaktivního obalu. Vzhledem ke skutečnosti, že technologie aktivních obalů pomocí nanovláken není obvyklým řešením současné problematiky obalů, tak ani trh není připraven toto řešení přijmout. Dle předpokladů je širší zavedení obalů s nanovláknem v této době nereálné. Důvody jsou následující: zdravotní rizika nanomateriálů, přísná legislativa a nejasné vlivy na životní prostředí. Z těchto důvodů se jeví z krátkodobého hlediska výhodnější využití současné technologie neaktivních obalů, které může být v budoucnosti inovováno již s dostatečně vyvinutým technicko-ekonomickým zázemím a nižšími náklady.

Aby se produkty s použitím nanotechnologií objevily v praxi, je zapotřebí nejprve investovat do výzkumů zaměřeného na technologie, ale i bezpečnost. Pak zůstává na výrobcích potravin, aby zvážili, zda jim výroba těchto produktů přinese požadovaný ekonomický prospěch.

Použitá literatura

- [1] Úloha obalů v potravinovém řetězci. In *2003_O_01_Food+Packaging+technology*. London : Geoff A. Giles, Global Pack Management, GlaxoSmithKline, 2003 [cit. 2010-06-10]. Dostupné z: <elmarco>.
- [2] SOSNOVCOVÁ, J. Vliv obalu na potraviny a potraviny na obal. In *Aktivní a inteligentní obalové systémy pro balení potravin* [online]. Brno : Státní zdravotní ústav, 30.5.2008 [cit. 2010-06-10]. Dostupné z WWW: <www.chpr.szu.cz/vedvybor/dokumenty/.../info_2007_22_deklas_FCM.pdf>.
- [3] Potravinové obaly mohou chránit a informovat spotřebitele. In *BIOTechno české biotechnologické noviny* [online]. 14.12.2007, 0, [cit. 2010-06-09]. Dostupný z WWW: <http://www.gate2biotech.com/files/clanky_clanky/biotechopravnipdf_94.pdf>.
- [4] DOBIÁŠ, CSC., Doc. Ing. Jaroslav. Aktivní obaly do praxe nespěchají. In *Svět balení* [online]. 4.11.2008, 2, [cit. 2010-06-09]. Dostupný z WWW: <http://www.petrecycling.cz/Aktivni_obaly_do_praxe_nespechaji.htm>.
- [5] *www.vosahs.cz* [online]. 11.5.2006 [cit. 2010-06-09]. Vliv obalu na kvalitu potravin. Dostupné z WWW: <www.vosahs.cz/infovos/down.php?file=Vliv%20obalu%20na%20kvalitu%20potravin>.
- [6] Food+packaging. In *Food+packaging* [online]. Elmarco, 2009 [cit. 2010-01-16]. Dostupné z: <Elmarco>.
- [7] Aktivní obaly potravin a možnosti využití nanotechnologií. In *CPS_brezen2010_anotace* [online]. VŠCHT Praha : VŠCHT Praha, březen 2010 [cit. 2010-06-16]. Dostupné z WWW: <http://www.bezpecnostpotravin.cz/UserFiles/File/Kvasnickova2/CPS_brezen2010_anotace.pdf>.
- [8] DOBIÁŠ, CSC., Doc. Ing. Jaroslav. Současný stav využívání aktivních systémů balení při výrobě potravin (I). *Packaging : Obal a věda* [online]. Prosinec 2003, 36, [cit. 2010-06-16]. Dostupný z WWW: <http://www.packaging-cz.cz/printernet/Packaging/PAC062003/Pdf/packa_06_03_bk06.pdf>.
- [9] LUBASOVÁ, Daniela. *Příprava nanovlákných vrstev s vysokým obsahem chitosanu* [online]. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2007. 74 s. Diplomová práce. Technická univerzita v Liberci.
- [10] RYSOVÁ, Miroslava. *Vlastnosti nanovlákných vrstev nanosených na lineární útvary*. [online]. Liberec : Technická univerzita v Liberci, 2008. 70 s. Diplomová práce. Technická univerzita v Liberci.
- [11] KUDOVÁ, Kateřina . *Porozita nanovlákných vrstev a její vliv na kapalinovou filtraci* [online]. Liberec : Technická univerzita v Liberci, 2009. 69 s. Diplomová práce. Technická univerzita v Liberci.

- [12] *Elmarco* [online]. 2006 [cit. 2010-04-03]. Elmarco. Dostupné z WWW: <<http://www.elmarco.com/?lang=1>>.
- [13] HANUŠOVÁ, Kristýna; DOBIÁŠ, Jaroslav. *Nanomateriály a obaly potravin* [online]. Praha: VŠCHT Praha, 2009 [cit. 2010-06-15]. Dostupné z: <materiály VŠCHT>.
- [14] SVĚTLÍK, Jaroslav. *Marketing : Cesta k trhu*. Zlín : EKKA, 1994. 256 s.
- [15] HANUŠOVÁ, Kristýna. *Aktivní obaly potravin a možnosti využití nanotechnologií* [online]. Praha : VŠCHT Praha, březen 2010 [cit. 2010-06-16]. Dostupné z WWW: <http://www.bezpecnostpotravin.cz/UserFiles/File/Kvasnickova2/CPS_brezen2010_anotace.pdf>.
- [16] *Bvv.cz* [online]. 2001 [cit. 2010-06-16]. Potravinářské veletrhy a Embax poprvé společně. Dostupné z WWW: <<http://www.bvv.cz/i2000/Akce/b-embax.nsf/WWWAllPDocsID/BEXP-839FZS?OpenDocument&LANG=CZ&NAV=1&ID=0>>.
- [17] *Emballage.com* [online]. 2009 [cit. 2010-05-23]. About Emballage. Dostupné z WWW: <http://en.emballageweb.com/ExposiumCms/do/exhibition/Emballage+2010+UK/home/Emballage/siteId_326051/pageId_848159>.
- [18] Food+packaging+market. In *Food+packaging+market* [online]. Elmarco, 2009 [cit. 2010-01-18]. Dostupné z: <Elmarco>.
- [19] HANUŠOVÁ, Kristýna; DOBIÁŠ, Jaroslav. Legislativní omezení. In *Využití aktivních a inteligentních obalových materiálů v praxi. Legislativní omezení*. [online]. Praha : VŠCHT Praha, 2009 [cit. 2010-06-02]. Dostupné z WWW: <www.ctpp.cz/cze/file/784aa2a39cf4af1eeaf9720a5d3dfef7.html>.
- [20] *ALPA* [online]. 2001 [cit. 2010-05-22]. Dostupné z WWW: <<http://www.alpla.com/index.php?lang=en>>.
- [21] *GIKO Verpackungen* [online]. 2000 [cit. 2010-05-22]. Dostupné z WWW: <<http://www.giko.at/giko-gruppe.html>>.
- [22] *Ing. Josef Rieger* [online]. 2010 [cit. 2010-05-22]. Dostupné z WWW: <<http://www.riegler-verpackungstechnik.com/dt/home/index.php>>.
- [23] *SCHEYER Verpackungstechnik* [online]. 2007 [cit. 2010-05-22]. Dostupné z WWW: <<http://www.scheyer.at/index.php?id=9>>.

- [24] *SIG-Combibloc* [online]. 2007 [cit. 2010-05-22]. Dostupné z WWW: <http://www.sig.ch/site/en/sig_combibloc_group/unternehmensprofil/Unternehmensprofil.jsp>.
- [25] *BISCHOF KLEIN* [online]. 2008 [cit. 2010-05-22]. Dostupné z WWW: <<http://www.bk-packaging.de/C1256E4A0030BB07/vwContentByKey/W268YJ8W085LNSLDE>>.
- [26] *FLEXIPACK INTERNATIONAL WUNDERLICH* [online]. 2009 [cit. 2010-05-27]. Dostupné z WWW: <<http://flexipack.de/ContentServ/flexipack.de/index.php?StoryID=2161>>.
- [27] *FORUMPLAST FOLIENFABRIK* [online]. 2010 [cit. 2010-05-27]. Dostupné z WWW: <<http://www.forumplast.de>>.
- [28] *KAYSERSBERG PACKAGING* [online]. 03/2009 [cit. 2010-05-27]. Dostupné z WWW: <http://www.kaysersberg-plastics.com/upload/plastics/brochures/EN/societe/EN_Presentation_KP.pdf>.
- [29] *Tetra Laval* [online]. 2009 [cit. 2010-05-27]. Dostupné z WWW: <http://www.tetralaval.com/about_tetralaval/pages/default.aspx>.
- [30] *Kraft foods* [online]. 2001 [cit. 2010-05-29]. Dostupné z WWW: <<http://www.kraftfoodscompany.com/About/who-we-are/Kraft-at-a-Glance.aspx>>.
- [31] *Ecolab* [online]. 2010 [cit. 2010-05-29]. Dostupné z WWW: <<http://www.ecolab.com/CompanyProfile/>>.
- [32] *Astrapak* [online]. 2005 [cit. 2010-05-29]. Dostupné z WWW: <<http://www.astrapak.co.za/astrapak/mission.jsp>>.
- [33] *Alcan* [online]. 28/12/2009 [cit. 2010-05-29]. Dostupné z WWW: <<http://www.alcanpackaging.com/General/Alcan-Packaging-In-10-Points.html>>.
- [34] *PEAKfresh Products* [online]. 2008 [cit. 2010-05-29]. Dostupné z WWW: <<http://peakfresh.com/home>>.

Přílohová část

Příloha č. 1 : Tabulka VI. Základní typy obalových fólií a jejich propustnost pro kyslík

Skladovatelnost potravin	Typ fólie	Tloušťka (μm)	Propustnost pro O ₂ (ml/m ² .d.0,1MPa)
1 – 2 roky (excelentní bariéry)	PET/Al/PE	12/7/40	0
	Nylon/EVOH/PE	15/17/40	0,3-4
	PVC-EVOH/PE	15/50	0,5-2
1 – 6 měsíců (velmi dobré bariéry)	PVdC-OPP/PE	20/40	5-15
	PVdC-PET/PE 10/	10/50	5-15
	OPP/PVdC/PE	20/	8-14
	PVdC/PVC	35/	14
3 týdny – 1 měsíc (dobré bariéry)	PVdC/LDPE	60	15-30
	PA/PE	60/100	30
	PET/PE	25/50	30-150
	OPP/PE	20/40	1500-2000
Dny (neučinné bariéry)	HDPE	25	1000-3000
	PP	40	3000
	LDPE	25	> 4000