

Využití inteligentních a aktivních balících systémů v balení potravin

Radek Tobolík

Bakalářská práce
2005



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Rád bych poděkoval vedoucímu své bakalářské práce Ing. Radimu Pavlíkovi za odbornou pomoc, konzultace a spolupráci.

Souhlasím s tím, že s výsledky mé práce může být naloženo podle uvážení vedoucího bakalářské práce, ředitele ústavu a institutu. V případě publikace budu uveden jako spoluautor.

Prohlašuji, že jsem na celé bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval.

Ve Zlíně, 07. 09. 2005

.....

podpis

RESUMÉ

V mé bakalářské práci jsem se zajímal o využití aktivních a inteligentních systémů v balení potravin. Vzhledem k tomu, že balení potravin patří k nejsložitějším procesům v potravinářském průmyslu, je řešení jakéhokoli problému s ním spojeného velmi aktuální.

Za účelem uvedení čtenáře do problematiky obsahuje práce literární rešerši, která podává základní informace o technologii těchto systémů a popisuje dostupné možnosti jejich použití. Dále jsou pak uvedeny používané postupy balení potravin v současné době. V následující části jsou pak popsány současné trendy v balení potravin a reálné vyhlídky na budoucnost v tomto oboru. Závěrem je uvedeno několik teoretických kombinací použití aktivních a inteligentních systémů při balení některých potravin.

SUMMARY

In my bachelor work I was interested in taking advantage of active and intelligent systems in wrapping of foods. In view of the fact that the wrapping of foods belongs to the most complicated process in food processing industry there is the solution of the any problem in connection with it very topical.

For the purpose to introduce the reader into this problem the work contains literature search that provides the essential information of technology of these systems and describes the available possibilities of their use. Further are mentioned the suitable methods of the wrapping of foods nowadays. In the next part are described contemporary trends in packing of foods and real outlook for the future in this field. In conclusion there is mentioned some theoretical combinations of application the active and intelligent systems at the wrapping of some foods.

OBSAH

ÚVOD.....	6
1.VYPRACOVÁNÍ STUDIE NA DANÉ TÉMA.....	7
1.1 Aktivní systémy balení	7
1.1.1 Absorbéry kyslíku	7
1.1.2 Absorbéry oxidu uhličitého	8
1.1.3 Absorbéry etylenu	9
1.1.4 Systémy ovlivňující vlhkost v obalu	9
1.1.5 Absorbéry látek působících nežádoucí příchuti a přípachy potravin.....	10
1.1.6 Obaly s aktivní antimikrobní funkcí	10
1.2 Inteligentní systémy balení.....	12
1.2.1 Indikátory teploty	12
1.2.2 Indikátory složení atmosféry v obalu	14
1.2.3 Indikátory kyslíku	15
1.2.4 Indikátory oxidu uhličitého	15
1.2.5 Indikátory čerstvosti	15
1.2.6 RFID systémy	16
2. SROVNÁNÍ VYUŽITÍ OBALŮ V POTRAVINÁŘSKÉM PRŮMYSLU	18
2.1 balení masa	18
2.1.1 Balení prosté.....	18
2.2 Balení ovoce a zeleniny	21
2.2.1 Balení ovoce	22
2.2.2 Balení zeleniny	22
2.3 Balení ostatních druhů potravin	24
3. SOUČASNÉ TRENDY V BALENÍ POTRAVIN.....	25
4.NAVRŽENÉ KOMBINACE INTELIGENTNÍCH A AKTIVNÍCH BALÍCÍCH SYSTÉMŮ DO BUDOUCNA.....	29
4.1 Obal pro maso a masné výrobky	29
4.2 Obal pro šunku	31
4.3 Obal pro ovoce a zeleninu	31
4.4 Obal pro pečivo	33
4.5 Obal pro chipsy	34
ZÁVĚR.....	35
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	37
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	38
SEZNAM OBRÁZKŮ.....	40
SEZNAM TABULEK	41
SEZNAM PŘÍLOH.....	42

ÚVOD

Obal částečně nahrazuje konzervaci a zajišťuje kontrolu nezávadnosti potravin. Právě to je požadavek spotřebitelů, kteří mají zájem o své zdraví. Balení také zachovává původní organoleptickou kvalitu výrobku, která umožňuje spotřebiteli těšit se ze svého jídla. Tyto požadavky jsou v potravinářském průmyslu tak významné, že vedly k velkému rozvoji v balení a technologii.

V posledních letech se tak stále více uplatňují aktivní a inteligentní systémy balení. Aktivní materiály jsou produkty, které dokáží potraviny nejenom konzervovat, ale dokonce zlepšovat jejich vlastnosti. Komponenty v nich obsažené dokáží potravinám odnímat určité látky jako jsou např. etylen nebo kyslík a nebo naopak jsou schopny potravinám dodávat některé aromatické nebo konzervační látky. Inteligentní materiály naopak hlídají stav zabalené potraviny a poskytují informace o jejich čerstvosti.

Cílem této bakalářské práce je tedy vypracovat literární rešerši, jenž by čtenáře uvedla do dané problematiky a dále vytvořit možné návrhy obalů pro nejběžnější potraviny v rámci reálné dostupnosti. Návrhy řešení v této oblasti nejsou obvykle jednoduché a ke každému vzniklému problému je nutno přistupovat individuálně, jelikož se může jednat o souhru několika komplikujících faktorů.

1.VYPRACOVÁNÍ STUDIE NA DANÉ TÉMA

1.1 Aktivní systémy balení

V posledních zhruba 15 letech došlo v souvislosti se vzrůstající oblibou tzv. minimálně opracovaných potravin k rozvoji aktivních a systémů balení. Některé prvky balení spadající do této kategorie byly pochopitelně používány již dříve, ale až v uvedeném období je možné nalézt jejich systematický výzkum a cílené zavádění do praxe.

Aktivní balení umožňuje samovolnou změnu podmínek v okolí balené potraviny, směřující k prodloužení skladovatelnosti, zlepšení bezpečnosti nebo organoleptických vlastností při zachování kvality potravinářského výrobku.

V současné době patří mezi nejvíce využívané typy aktivního balení absorbéry kyslíku, oxidu uhličitého, ethyleny, vlhkosti a absorbéry pachů.

1.1.1 Absorbéry kyslíku

Jsou doposud nejstudovanějším typem aktivních prvků balení potravin. Od roku 1989 bylo patentováno více než 50 typů absorbérů. Jejich aplikací lze snížit koncentraci zbytkového kyslíku v obalu 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, kdy maximálně omezují možné oxidační změny a v obalu navozují striktně anaerobní podmínky účinně bránící růstu aerobů, zejména plísní.

Nejrozšířenějšími jsou absorbéry ve formě sáčků volně vkládaných do obalů, z nichž většina využívá oxidace částic koloidně sráženého železa. Sáček má na jedné straně propustnou membránu, tj. netkané polyetylenové vlákno (PE) a na druhé straně od vnější k vnitřní straně jsou použity tyto materiály: polygrafický polyethylenterephthalát (PET) a polyetylen (PE). Potisk je vložen mezi PET a PE, aby se předešlo jakékoliv možnosti migrace. Tento materiál může být v přímém styku s potravinami.

V současné době jsou nabízeny pod obchodním označením ATCO (Standa Industries, Francie), Ageless (Mitsubishi Gas Chemical Co., Japonsko), Freshilizersseries (Toppan Printing, Japonsko), Freshpax (Multisorb Technologies, Inc., USA) atd. [1]



Obr.1 Kyslíkový absorbér ATCO od firmy Standa Industries [7]

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, ty jsou vyráběné například 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 nealko nápojů Smartcap (Zapat 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). [1]

1.1.2 Absorbéry oxidu uhličitého

Praktické použití našly absorbéry CO_2 při balení čerstvě pražené zrnkové kávy, ze které se po pražení uvolňuje velké množství tohoto plynu vznikajícího v důsledku Streckerovy degradace aminokyselin. Protože ochrana aroma kávy vyžaduje

dokonalé bariérové vlastnosti obalu zamezující samovolnému uvolnění CO_2 z obalu, používá se v tomto případě pohlcovačů CO_2 v případné kombinaci s absorbéry O_2 . Principem izolace CO_2 je jeho reakce s hydroxidem vápenatým, který je základem obsahu absorbéru. Uspořádání je podobné jako u lapačů O_2 , tj. sáček vhodné velikosti, který se vkládá do volného prostoru v obalu. Další navrhovanou možností odstraňování CO_2 z obalu je aplikace aktivního uhlí, resp. oxidu hořečnatého.

1.1.3 Absorbéry etylenu

Umožňují maximální snížení obsahu etylenu v okolí baleného produktu. Jak je známo, etylen působí jako hormon urychlující dozrávání klimakterických plodin, urychluje stárnutí rostlinných pletiv, nasazování květů, a rozklad chlorofylu a zkracuje dobu skladovatelnosti čerstvého a minimálně opracovaného ovoce a zeleniny. Absorbéry etylenu mohou tyto nepříznivé důsledky u balených výrobků výrazně omezit.

Komerčně dostupné jsou v podobě sáčků Neupalon (Sekisui Jushi Ltd., Japonsko), nebo jsou inkorporovány do polymerních fólií, např. Evert-Fresh (Evert-Fresh Co., USA) a Peakfresh (Peakfresh Products, Austrálie).

1.1.4 Systémy ovlivňující vlhkost v obalu

Lze rozdělit na systémy absorbující baleným produktem uvolňovanou vodu a používané např. ve formě podložek v balených porcovaného masa, drůbeže nebo zmrazovaných ryb a mořských produktů nebo na systémy regulující vlhkost na povrchu baleného výrobku.

Z komerčně dostupných řešení patří do první skupiny např. Toppan sheet (Toppan Printing Co., Japonsko), Peaksorb (Peakfresh Products, Austrálie) a Dri-Loc (Cryovac Sealed Air, USA), skládající se obvykle ze dvou vrstev porézního, netkaného polymeru (např. polyethylenu, polypropylenu), které mezi sebou uzavírají účinný sorbent, např. polyakrylátové soli nebo celulózoové vlákna.

Do druhé skupiny patří např. sendvičové obalové fólie PichitTM (Showa Denko KK, Japonsko), skládající se z vrstvy polypropylenglykolu umístěného mezi dvě fólie

polyvinylalkoholu. Tyto fólie jsou určeny převážně pro přebalování vlhkých potravin při skladování u spotřebitele a jejich funkce spočívá ve vysoušení přiléhajícího povrchu a tím jeho stabilizaci. Na podobném principu jsou založeny i další navrhovaná řešení udržující v obalu relativní vlhkost v optimálním rozmezí pomocí roztoku látky vhodné vodní aktivity mezi polymerními fóliemi umožňujícími výměnu vlhkosti. Do této kategorie patří např. obaly Humidor Bag pro úpravu vlhkosti doutníků před upotřebením nebo fólie Chefkin, Tyvek® atd. Vzhledem k tomu, že pro reálné potraviny není vhodné skladování ve velmi suchém prostředí, neuplatňují se zde absorbéry vlhkosti.

Mezi aktivní obaly ovlivňující vlhkost v obalu patří i obalové materiály 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 vidět. Principem je úprava povrchového napětí, polarity, vnitřní strany obalové fólie. Obaly s touto funkcí se v současné době používají pro velkou část chlazených potravin balených v MA. [1]

1.1.5 Absorbéry látek působících nežádoucí příchuti a přípachy potravin

Přes celou škálu návrhů těchto systémů (např. absorpce limonenu a naringinu z citrusových šdáv, aldehydů typu hexanal a heptanal z head space prostoru obalů, aminů v obalech s rybami atd.), které jsou doposud převážně ve stádiu testování, jsou mnohé systémy již komerčně nabízeny. Příkladem mohou být sáčky MINIPAX a STRIPPAX (Multisorb Technologies, USA), které odstraňují z okolí balených potravin přípachy působené tvorbou sirných látek (merkaptanů, sulfanů atd.).

Zmiňují se ale i systémy zabudované do obalové fólie. Zřejmým problémem při zavádění těchto řešení do praxe je možnost absorpce i žádoucích složek aroma, takže v současnosti jsou systémy tohoto typu určeny především pro potraviny chuťově či pachově neutrální.

1.1.6 Obaly s aktivní antimikrobní funkcí

V odborné literatuře dnes existuje celá škála postupů konstrukce obalových systémů významně omezujících rozvoj mikroorganismů v balené potravine. Případů,

kteřé 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. emitory 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, ohřívat, či vytvářet pěnu, obalové fólie s antikondenzační nebo nepřilnavou úpravou, fólie měnící extrémně propustnost se změnou teploty atd.[1]

Nejvíce spornými z hlediska stávající legislativy jsou obaly s aktivní antimikrobní funkcí. Do této skupiny patří polymerní fólie nebo nátěry kovových nádob s přísádky keramických materiálů obsahujících stříbro, polymerní obalové fólie s přísádkou antimikrobního přípravku, jehož účinnou složkou je triclosan nebo fólie obsahující na straně přicházející do styku s potravinou konzervační přísadu (na bázi kyseliny benzoové, sorbové) nebo pesticidy. Uvedené systémy obalů, využívající antimikrobních či konzervačních účinků nejsou v současné době v Evropě přípustné.

Systémy aktivního balení byly doposud úspěšně aplikovány zejména v USA, Japonsku a Austrálii. Jejich významnější vývoj v Evropě je dosud bržděn přísnějšími legislativními požadavky na obalové materiály pro kontakt s potravinami, zejména stanovenou hodnotou limitu celkové migrace ($CML = 10 \text{ mg/dm}^2$ kontaktní plochy nebo 60 mg/kg potravin). [1]

1.2 Inteligentní systémy balení

Inteligentní balení je označení pro systémy monitorující podmínky v okolí baleného výrobku a poskytující tak informaci o kvalitě balené potravin během transportu a skladování.

V současné době jsou komerčně nabízeny zejména indikátory teploty a indikátory složení vnitřní atmosféry. Do stádia komerční dostupnosti byly dovedeny i indikátory čerstvosti baleného potravinářského výrobku. Méně časté jsou indikátory neporušenosti obalu, indikátory mikrobiálního růstu, indikátory autenticity výrobku, avšak převážná část z nich jsou svou podstatou indikátory složení atmosféry. Novou kategorií inteligentních systémů balení potravin pak tvoří prvky využívající technologii RFID (Radio Frequency Identification Devices). Aplikace indikátorů obecně představuje jednu z možností monitorování kritických bodů (HACCP) při realizaci systémů výroby bezpečných potravin.

Přestože jsou tyto indikátory na trhu dostupné již zhruba dvě desetiletí, jejich aplikace v praxi je doposud málo významná. Jedním z důvodů může být i malá informovanost výrobců potravin vlastnostech indikátorů.

1.2.1 Indikátory teploty

Indikátory teploty jsou v podstatě štítky nebo značky umístěné na vnějším povrchu obalu (jsou zmiňovány i systémy zabudované do polymerní fólie), které jsou schopny signalizovat změny teploty, kterým byl nebo je výrobek vystaven. Tyto změny jsou obvykle nevratné, indikátor poskytuje informaci o teplotách výrobku v minulosti, ale jsou používány i indikátory teploty s vratnou změnou barvy, charakterizující stávající teplotu

výrobku. Pro kontrolu kvality potravinářských výrobků jsou významnější indikátory prvního typu, a proto v dalším textu jsou uvažovány indikátory s nevratnou změnou.

Při výrobě, skladování a distribuci potravin je v mnoha případech důležité mít přehled o teplotách, kterým byl balený produkt v minulosti skutečně vystaven. Takovým případem může být ohřev balených potravin v mikrovlnném zařízení, ve výrobě rozlišení tepelně opracovaných produktů od výrobků k záhřevu teprve připravených, kontrola teploty během skladování a distribuce chlazených nebo zmrazených potravin atd. Aplikace indikátorů teploty tak může významně snížit riziko poškození kvality nebo dokonce konzumace zdravotně závadné potravin.

První indikátor teploty byl patentován v roce 1933 ve Spojených státech a od té doby byla navržena necelá stovka dalších řešení. Jen nemnohá z nich se dočkala stadia prototypu a jen několik málo bylo realizováno komerčně. Podle principu změny je možné používané indikátory teploty rozdělit na indikátory využívající mechanické, chemické nebo enzymové nevratné změny, obvykle převedené do viditelné formy buď mechanickou deformací, změnou barvy nebo pohybem barevného pole, atd. Doposud komerčně realizované indikátory využívají tři principů, tj. jsou založené buď na difuzním ději, nebo využívají enzymové či polymerační reakce.[2]

Podle funkce mohou být indikátory teploty děleny na tři skupiny, tj. indikátory dosažení kritické teploty, (Critical Temperature Indicators, CTI) signalizující, zda byl výrobek vystaven teplotám nad teplotou referenční, indikátory tepelného účinku nad kritickou teplotou (Critical Temperature/Time Integrators, CTTI) poskytující odezvu, která odráží kumulativní účinek teploty nad zvolenou teplotou kritickou, působící po určitou dobu, a indikátory celkového tepelného účinku (Time-Temperature Integrators nebo Indicators, TTI) poskytující kontinuální odezvu v závislosti na teplotě a době jejího působení. Největšího komerčního uplatnění se doposud dočkaly indikátory, které je možné vyhodnotit vizuálně např. samotným zákazníkem, a s velkou pravděpodobností stanovit okamžik, kdy výrobek přestává být kvalitní, popř. zdravotně nezávadný. Nejpoužívanější indikátory mají obvykle uspořádání „býčího oka“, kdy vnější prstenec má barvu referenční a vnitřní část barvu mění. Příkladem může být enzymový TTI CheckPoint firmy Cox Technologies měnící prakticky jednorázově barvu vnitřní části ze zelené na žlutou nebo

polymerní typ TTI Fresh-Check firmy LifeLines, u kterého původně světlý střed postupně tmavne a konec použitelnosti výrobku nastává v okamžiku, kdy je jeho barva shodná s odstínem okolí. Je-li střed již tmavší než vnější prstenec, neměl by být výrobek konzumován. Tyto jednoduché indikátory byly v minulosti testovány z hlediska jejich spolehlivosti a přesnosti a na základě praktických zkoušek je dnes již prokázána jejich spolehlivost a dostatečná přesnost.

Indikátory teploty tak poskytují zákazníkovi jistotu, že s výrobkem, který si kupuje, bylo nakládáno přiměřeně a současně naznačují, po jakou dobu bude výrobek ještě kvalitní. Zavedení TTI umožňuje také aplikaci „otevřeného datování“ typu „spotřebujte do...“, pokud střed kotouče není tmavší než okraj“. Tak je možné eliminovat nebezpečí koupě zboží sice v garantované záruční době, ale nekvalitního v důsledku tepelného poškození. Jako spotřebitelské TTI (tj. ve formě štítku nebo nálepky) mohou být použity i další indikátory, zejména 3M MonitorMark firmy 3M, Fresh- Hold firmy Food Guardian nebo Vitsab firmy Cox Technologies.

V současné době jsou indikátory teploty doporučovány pro monitorování teploty během skladování a manipulace s citlivými potravinami, např. čerstvé nebo předpřipravené výrobky z ovoce a zeleniny, čerstvé maso, zmrazené výrobky, mléčné výrobky, cukrovinky (zejména čokoláda), nápoje, a dále pro zahradnické produkty, zdravotnické potřeby, některé polymerní materiály, fotografické materiály, tabák, kosmetiku, atd.

1.2.2 Indikátory složení atmosféry v obalu

Představují další typ prvků inteligentního balení, které jsou již v současné době dovedeny do stádia komerční aplikace. V praxi lze tyto indikátory rozdělit na ty, které reagují na obsah kyslíku v okolí, indikátory oxidu uhličitého a indikátory vlhkosti. Indikátory složení atmosféry jsou úzce spjaty s rozvojem výrobků balených v modifikované atmosféře a významnější rozvoj jejich aplikace lze sledovat teprve v posledním desetiletí. Princip jejich činnosti je založen na oxidačně redukčních změnách citlivých barviv (např. metylenové modři) v důsledku chemické či enzymové reakce nebo změnách barvy pigmentů v důsledku posunu hodnoty pH.[2]

1.2.3 Indikátory kyslíku

Jsou často označovány jako indikátory neporušenosti obalu a v převážné většině se používají v kombinaci s absorbéry kyslíku. Indikátor kyslíku je navržen tak, že při koncentraci kyslíku vyšší než zvolená hodnota (např. 1%) nevratně mění barvu a tím varuje spotřebitele, že výrobek není v pořádku, což vizuálně není obvykle zřejmé. Příkladem zavedeného indikátoru tohoto typu je Ageless-eye (Mitsubishi Gas Chemical Co., Japonsko).

1.2.4 Indikátory oxidu uhličitého

Jsou někdy nazývány indikátory mikrobiální stability. Vzniká-li ve skladované potravíně oxid uhčitý, je to v drtivé většině případů příznak mikrobiální nestability. Je-li v obalu použit indikátor oxidu uhličitého, dochází při zvýšení koncentrace oxidu uhličitého nad zvolenou hodnotu opět k výrazné změně jeho barvy a pozorovatel je informován o stavu skladované potraviny podstatně dříve, než dojde k patrnému nafouknutí obalu. V případě balení potravin v inertní atmosféře s vysokým obsahem oxidu uhličitého, mohou indikátory signalizovat možný pokles koncentrace tohoto plynu a tak působit jako indikátory integrity obalu. Příkladem úspěšného indikátoru tohoto typu je Reflex (Cryovac Sealed Air Ltd., USA). Pokud jde o indikátory vlhkosti, jsou komerčně nabízeny poněkud déle než indikátory kyslíku a oxidu uhličitého. Jejich aplikace v potravinářství je ale prozatím zanedbatelná. Využívají se však při balení jiných výrobků citlivých při skladování na vlhkost, např. kolagenových střívek, atd. Příkladem indikátoru tohoto typu vhodným pro balení potravin je indikátor DesiPak (Süd- Chemie Performance Packaging, USA).

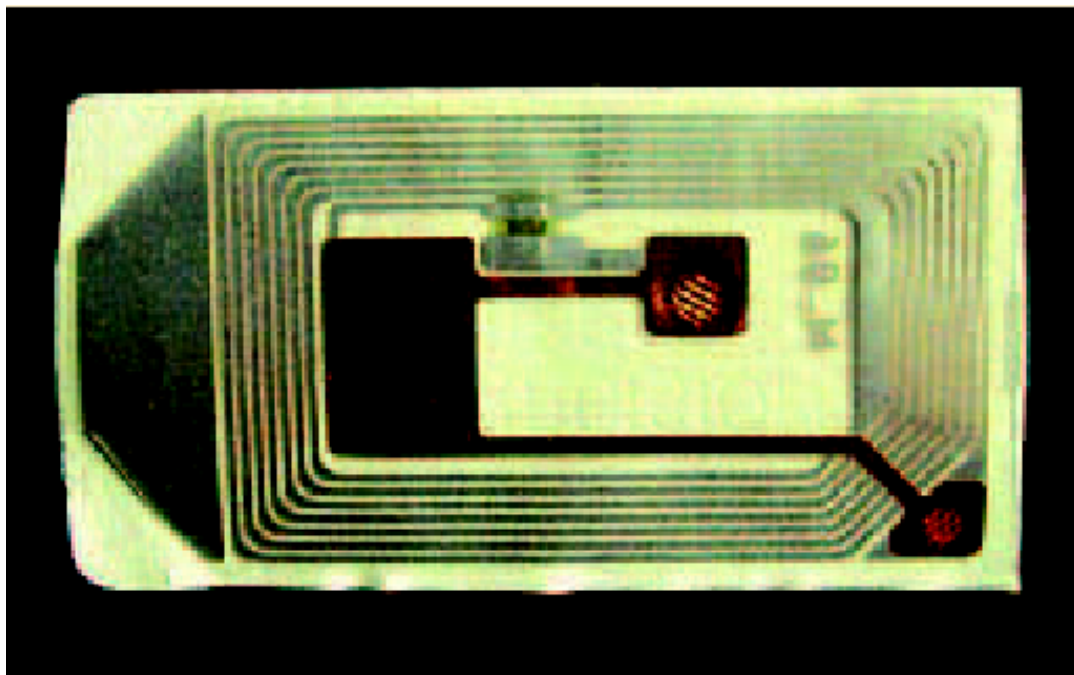
1.2.5 Indikátory čerstvosti

Bylo by samozřejmě ideální, kdyby indikátor sledoval přímo kvalitu baleného produktu a nevyhodnocoval pouze parametry, které s ní víceméně úzce souvisejí (teplotu, změny složení atmosféry atd.). V patentové literatuře je popsána celá řada těchto

indikátorů, nebo alespoň principů jejich detekce. Drtivá většina je založena na detekci těkavých metabolitů (CO₂, diacetyl, aminy, amoniak, sulfan atd.) uvolňovaných během uložení a stárnutí balených potravin. V současnosti je komerčně dostupný pouze systém FreshTag, který je určen pro balení ryb. Reaguje barevnou změnou na uvolňování těkavých aminů, které jsou pro zrání rybího masa typické.[2]

1.2.6 RFID systémy

Představují poměrně novou informační technologii neboť většina doposud komerčně dostupných řešení slouží spíše k označování a identifikaci baleného, resp. přepravovaného zboží. Princip těchto systémů je dnes již poměrně dobře znám. Velmi zjednodušeně se skládají z aktivního nebo pasivního transponderu (např. čipu) a čtecího zařízení s anténou, které vysílá elektromagnetické záření a současně přijímá a vyhodnocuje indukovanou odpověď transponderu. Výhodou těchto systémů je zejména spolehlivost, možnost bezkontaktního čtení a snímání skrze širokou škálu látek a také rychlost odezvy menší než 0,1 s. V souvislosti s obaly se tyto systémy zmiňují především jako prostředky umožňující vysledovatelnost výrobků a ochranu zboží před krádeží nebo falšováním. Systémy RFID však mohou i zaznamenávat podmínky v okolí baleného produktu během manipulace s ním a sloužit tak např. jako dokonalé TTI indikátory, dnes již ostatně komerčně nabízené ve formě etiket. Je jistě jen otázkou času, kdy se stanou dostupnými i systémy zaznamenávající další parametry, např. intenzitu osvětlení, tlak, mechanické vlivy, atd. Nakonec již dnes jsou dostupné „inteligentní etikety“ se zabudovaným zvukovým nebo obrazovým záznamem přinášejícím kompletní informaci o výrobcích na nichž jsou aplikovány.[1]



Obr.2 RFID čip [8]

2. SROVNÁNÍ VYUŽITÍ OBALŮ V POTRAVINÁŘSKÉM PRŮMYSLU

2.1 balení masa

Balení porcovaného masa je i přes snahu o minimalizaci spotřeby obalových materiálů poměrně nákladnou operací, ještě akceptovatelnou v případě aplikace zatím nejvíce rozšířené metody (miska+fólie) a představující 3 – 5 % z celkové hodnoty zboží, která je však podstatně vyšší u progresivních a perspektivních způsobů vakuového balení nebo zvláště v řízené atmosféře (často více než 10 %). Základním předpokladem optimálních podmínek balení masa je vždy jeho maximální jakost, dobré vychlazení, kondicionace (pH, částečná vyžrálost) a minimální kontaminace mikroorganismy. Zvolená technologie balení masa hraje pak rozhodující roli v zachování jeho kvalitativních vlastností spolu s prodloužením trvanlivosti.

2.1.1 Balení prosté

Jedná se o způsob balení porcovaného masa do sáčků, přířezů fólie, ale hlavně na podložní misky s přebalem fólií tzn. bez evakuace nebo modifikace složení vzduchu uzavřeného obalu. Tato technologie krátkodobého balení pouze svojí ochranou funkcí snižuje riziko sekundární kontaminace obsahu a nijak neovlivňuje jeho údržnost, která dosahuje od uložení v prodejně ke spotřebě zákazníkem často pouze 3 – 4 dnů. Pozitivně ji ovlivňuje jakost masa a jeho biochemický stav, ale také stabilita skladovací teploty, protože její kolísání vede ke kondenzaci vodní páry na vnitřních stěnách obalu. Spolu s uvolněnou šťávou pak macerují povrch masa, který se stává nevzhledným a kazící se šťáva (zvláště u misek bez absorpční schopnosti) zkracuje trvanlivost balíčků. Výpar z čerstvého masa s obsahem asi 75 % vody způsobuje v kryptosféře obalu vysokou relativní vlhkost, která v případě nepropustnosti fólie pro vodní páru podporuje rozvoj mikroorganismů a je hlavním iniciátorem znehodnocení baleného masa. Protože v praxi je často obtížné zachovat celý chladírenský řetězec bez výkyvů teploty, je určitým řešením tohoto stavu aplikace „antiorosovacích“ fólií, které zabraňují tvorbě kapilární kondenzace a vytvářejí na jejich polárním povrchu rovnoměrný film fixované vody.

U technologie prostého balení dominuje aplikace podložních misek s přebalem vhodnou fólií, která vytvořila předpoklad mechanizovaného postupu a stala se v současné době nejrozšířenějším způsobem balení masa a masných výrobků. Používané podložní misky

zajišťují funkci úložnou a manipulační, přičemž jejich nosnost musí být úměrná hmotnosti adjustovaného zboží a transparentní fixační fólie pak plní úlohu ochrannou, komunikativní a prezentační, umožňující přímý vizuální kontakt zákazníka s obsahem. Podložní misky musí vzhledem k přímému styku s potravinami vyhovovat i po stránce hygienické a měly by navíc zabezpečit pohlcování uvolněných šťáv, které jsou zmíněným vhodným substrátem pro množení mikroorganismů. Celosvětová spotřeba všech typů podložních misek je obrovská a má i přes zavádění modernějších způsobů balení porcovaného masa trvale vzestupný trend odbytu. I přes značnou materiálovou různorodost těchto misek zaujímají dominantní postavení na trhu stále podložní misky z expandovaného polystyrenu (EPS). Ty se dnes vyrábějí v řadě variant – od klasických vakuově tvarovaných misek z lehčené PS fólie až po drenážní či bariérové, s variabilními rozměry, kterými se přizpůsobují balenému zboží a vyznačují se nejen vynikajícími funkčními vlastnostmi, ale v případě jednoduchých typů i přijatelnou cenou. K balení čerstvého porcovaného masa jsou nejvhodnější verze absorpční (drenážní) misky, buď s vnitřní vložkou svého materiálu (buničina, dřevovina), které perforovaným dnem odsávají přebytek šťáv, nebo pouze volně vlozkované „poduškou“ z primárních vláknin. Poslední a zatím nejdokonalejší variantou drenážních misek jsou monomateriálové produkty Top tray plus fy Huhtamaki nebo obdobné výrobky Linstar fy Linpac aj. Kónický tvar misek umožňuje jejich úsporné skladování ve stozích, z nichž se dají bez problémů automaticky odebírat a jejich jasné, atraktivní barvy signalizují vysokou kvalitu baleného masa. Určitého rozšíření v této oblasti doznaly i misky z polypropylenu případně i lehčeného s obdobnou technologií výroby. Novinkou je pak výchozí PP fólie ecoterm, která se svojí vysokou transparentností a brilantním leskem plně vyrovná fóliím PET při podstatně nižší objemové hmotnosti, vysoké mechanické odolnosti a zpracovatelnosti všemi běžnými technikami. Výrobky z PP jsou recyklovatelné a bezproblémově spalitelné a eventuální přídavek škrobových master batch umožňuje jejich bio-degradaci, příznivou pro životní prostředí. Je rovněž možno uvést misky z PET, PVC, pigmentovaného PS a také zatím cenově nedostupné misky z biodegradovatelných polymerů. Z výrobků ligno-celulózové báze jsou to především misky vyrobené nasávací technikou z primárních vláknin, které se nyní v posledním stádiu vývoje ještě dále povrchově upravují například vhodnými disperzemi nebo natavenou bariérovou fólií atd.

Všechny uvedené typy podložních misek vytvářejí pouze nosnou část obalu, který komplexně dotváří až použitá plastová fólie, která zboží přebalí s fixací na dně nebo

natavením na okrajích opatřených termoplastickým nánosem. Použitá fólie musí vykazovat optimální propustnost pro plyny a vodní páru. Dnes se nejčastěji používají stretch fólie z kopolymerů etylenvinylacetátu, které jsou vysoce transparentní a dokonale se vypínají kolem baleného zboží a již z mnoha důvodů téměř nahradily dříve používané smrštitelné fólie. K balení porcovaného masa na těchto miskách se používá řada zařízení od nejjednodušších typů s nízkým výkonem a určených pro malé provozy až po vysoce produktivní automaty.[1]

2.1.2 Vakuové balení

Tento postup oproti prostému balení má výhodu v prodloužení údržnosti masa, která za předpokladu vysokého stupně jeho jakosti a minimální kontaminace mikroorganismy je dána hloubkou evakuace a stabilitou vytvořeného podtlaku. Při nedostatečných bariérových vlastnostech použité nevhodné fólie pro vakuové balení dochází k difuzi CO₂, který má lepší prostupnost než kyslík, z obalu, a tím ke snížení efektu vakua. Proto se používají vícevrstvé lamináty typu PA/PE a k dosažení vyšších bariérových vlastností pak fólie například ve složení: etylenvinylalkohol/ lakovaný PVSL/ lakovaný polyakrylnitril nebo PET/ SIO_x /PE či PA/PVDC/LDPE, PVC/EVOH/EVA aj. Tyto lamináty mají tloušťku až 0,3 mm, jsou vysoce odolné, čímž chrání zboží před mechanickými vlivy a pro nízkou propustnost plynů udržují až 99 % vakua.

Vakuové balení masa je v principu známý systém skin-pack, používaný v obalové technice, u něhož podložka (různé typy misek či vakuově tvarovaný přířez fólie stejného charakteru) se vzájemně po ohřevu krycí fólie obvodově tepelně spojí a při vytvoření vakua přesně kopíruje tvar baleného produktu. Čas ohřevu je mimo jiné limitován možným vznikem bariérových změn fólie nebo koagulací povrchu masa, a proto musí být balené maso dobře vychlazené a na povrchu suché a rovněž i obal musí být po ukončení operace rychle ochlazen na 0 – 2 °C. Způsobený tepelný šok snižuje počet mikroorganismů na povrchu masa a spolu se stabilním vakuem a teplotou se podstatně prodlužuje trvanlivost masa podle jakosti, druhu a postupu na 14 – 36 dní, obecně však minimálně na 1 týden.

Uvedený postup balení čerstvého masa je rozšířen pouze v některých vyspělých zemích a spíše se uplatňuje i v ČR při adjustaci již upraveného masa a hlavně různých masných výrobků – uzenin.[1]

2.1.3 Balení v ochranné atmosféře

Tento způsob se začíná ve světě prosazovat hlavně pro podstatné prodloužení trvanlivosti masa a možnosti jeho centrálního balení pro více i vzdálenějších odběratelů. Ochranná atmosféra může být modifikovaná (složení vzduchu se změnilo zvýšeným podílem oxidu uhličitého případně kyslíku), nebo převládající řízená, kdy se do balíčku dodá přesné složení plynů. Balení v ochranné atmosféře je založeno na inhibičním účinku CO_2 na růst mikroorganismů, ale působí také na oxidační procesy masa. Protože však oxid uhličitý běžnými druhy fólií dobře prostupuje, musí se používat vícevrstvé fólie a zároveň i misky s dobrými bariérovými vlastnostmi.

Použitá směs plynů je velmi různorodá, např. 70 – 80 % O_2 , 20 – 30 % CO_2 popř. ještě 10 % N_2 , i když kyslík působí na maso negativně pro možný rozvoj aerobní mikroflory a uvedený vliv oxidačních procesů. Ještě krátce se však zmíníme o technologii balení na příslušných balicích zařízeních. Balení porcovaného masa vakuově nebo v řízené atmosféře je vysoce produktivní postup, u něhož si balicí stroj sám formuje podložní misky. Ty se tvoří obvykle ve víceprodukcí vakuovým tvarováním z vhodného typu silnější fólie, do nichž se po zchlazení kladou porce masa. Současně se odvíjí krycí fólie, která se přikládá na misky s obsahem. Ty pak procházejí evakuací a po dávkování příslušné směsi plynů se bezprostředně po obvodu tepelně spojí.[1]

2.2 Balení ovoce a zeleniny

Ovoce a zelenina patří do skupiny potravin s vysokým obsahem vody, ve kterých probíhají trvalé fermentační pochody, které potřebují pro zachování kvality při skladování nebo balení výměnu plynů s okolní atmosférou. Při disimilačním procesu balených či volně ložených produktů dochází k příjmu kyslíku a uvolňování prodýchaných sacharidů, ovocných kyselin a alkoholů ve formě CO_2 a H_2O a při vzniku reakční teploty

případně etylénu urychlujícího zrání. Jeho intenzita je rovněž závislá na druhu, stupni zralosti a zdravotním stavu rostlinného materiálu a také na teplotě okolí. Jestliže naopak nepropustný obal brání přístupu kyslíku a nedosáhne se jeho kritické koncentrace (tzv. Extinction point of aerobic respiration), dochází k anaerobnímu dýchání (glykolyse), tj. k uvolňování vedle CO_2 i laktátu, acetaldehydu a etanolu, což může vést až k úplnému organoleptickému znehodnocení plodů. Proto i ke krátkodobému uchování ovoce a zeleniny ve spotřebitelských obalech a zvláště při kolísání teplot v distribuci je vhodné volit obaly umožňující prostup respiračním plynům například v perforovaných PE obalech, v sítkách, volným ložením a podobně.

2.2.1 Balení ovoce

Jádroviny jako např. Jablka nebo hrušky se ze skladů postupně odebírají do vratných plastových přepravek či lepenkových beden s eventuálními proložkami, nebo alternativně do dřevěných či lepenkových nízkých lísek, v nichž se transportují do velkoobchodů či přímo super a hypermarketů. Tam se určitý podíl plodů balí do spotřebitelských obalů, EPS a jiných misek fixovaných stretch folií, ale převážná část se prodává volně s možností samoobslužného výběru zákazníkem do PE sáčků.

Obdobným procesem prochází i například broskve, meruňky, slívy, ale také višně, třešně, ale s podstatně kratší dobou skladování. Také importované citrusové plody mají relativně kratší dobu skladování a další jižní ovoce, například banány, se trhají v nezralém stavu a dozrávají ve speciálních rychlírňách. Jejich balení je obdobné jako u jaderovin a peckovin.

Drobné ovoce jako jsou jahody jsou za chladu skladovatelné pouze 2 – 3 týdny a aby se zabránilo uvolnění šťávy z deformovaných plodů, a tím i riziku plísně, volí se účelně malá balení – různé typy skládaček, loubkové nebo plastové odnosné košíčky a v poslední době vaničky (boxy) z nasávané papíroviny. [1]

2.2.2 Balení zeleniny

Rajčata, ale také i ostatní druhy zeleniny a houby se obvykle balí na podložní plastové misky překryté průtažnou fólií a v některých případech se prodávají volně ložené v přepravkách. V případě cibule nebo brambor pak do různých typů rašlových či textilních

sáčků a pytlů, přičemž značná část zelenin se balí rovněž jako kusové zboží do PE sáčků nebo do smrštitelné a stretch fólie- například květák a další druhy.

Aplikace plastů jako obalových materiálů i přes zpřísněnou legislativu mnoha evropských zemí k nakládání s odpady a permanentní snahu o jejich náhradu materiály z trvale se obnovujících zdrojů již dosáhla dominantního postavení. Tvoří více než 50 % hodnoty všech obalových prostředků a nezdá se, že z této pozice v nejbližších letech ustoupí.

I když se trvale zvyšuje podíl jejich recyklace, obvykle nepřekračuje 20 %. Přitom se nejedná o „pravý“ recykling, tj. zpracování do stejných výrobků, ale vzhledem k podstatně nižší kvalitě regranulátu než je výchozí surovina se používá do méně náročných produktů.

Největší podíl plastů v balení ovoce a zeleniny tvoří různé typy přepravek, sice v převážné míře vratných (existuje dokonce pro určité typy evropský pool, který některé typy těchto obalů pronajímá), ale stále značný podíl těchto odlehčených produktů má jednorázový nevratný charakter. Jsou to přepravní prostředky určené především k rozvozu nebo k přímému prodeji spotřebního zboží v distribuční síti, jsou stohovatelné a jejich konstrukce je přizpůsobena jak k ruční tak i mechanizované manipulaci, obvykle na paletách. Z toho důvodu musí modulově navazovat na dimenze standardní evropské palety. Vyrábějí se ve variabilním provedení, přizpůsobeném přepravovanému druhu zboží a podle tvaru se rozlišují rovné (jsou nejčastější a jejich stěny a dno jsou kolmé), zkosené a skládací se stěnami sklopnými nebo zasouvateľnými. Plastové přepravky (HDPE, PS, PP aj.) jsou alternativou dřevěným nebo lepenkovým nevratným obalům zvláště tam, kde je to pro jejich aplikaci ekonomicky výhodnější, zvláště při dodávkách rychle se kazícího zboží, což je i případ ovoce a zeleniny. [1]

2.3 Balení ostatních druhů potravin

Pečivo a pekařské výrobky pokud vůbec, tak se balí v současné době nejčastěji do polyethylenové nebo polypropylenové fólie.

Při balení opracovaných potravin jako jsou např. těstoviny, brambůrky, arašídy atd. tvoří obal většinou polypropylenové fólie.

3. SOUČASNÉ TRENDY V BALENÍ POTRAVIN

Typickým rysem současnosti je aplikace měkkých obalových materiálů. Téměř 50 % všech obalových prostředků, které se spotřebovávají na balení potravin, je tvořeno právě měkkými obaly. Roční nárůst měkkých materiálů se v tomto oboru odhaduje na 5 %. Dynamický rozvoj tohoto typu obalu je dán především jeho výhodnou cenou.

Měkký obal je takový obal, který přijme tvar baleného produktu. Často se v této souvislosti používá pojem flexibilní obal, ale to není docela přesné. Mechanická odolnost není příliš velká, ale pokud jde o tepelnou odolnost, o bariérové vlastnosti, svařovatelnost, existuje zde široká škála možností. Bariérové vlastnosti měkkých obalů jsou dnes téměř srovnatelné například se sklem nebo kovovými materiály. V současné době prakticky neexistuje potravinářský výrobek, pro který by se z hlediska ochranné funkce nenašel vhodný typ měkkého obalového materiálu. Existuje velká škála materiálů s velmi nízkou propustností, zejména pro plyny a aromatické látky. Jedná se vždy o vrstvené materiály. Zde je nutno dodat, že polymery mají vlastnosti vždy v některém ohledu výhodné a v jiném nevýhodné, žádný polymer nemůže při konstrukci bariérového obalu sám o sobě vyhovět všem požadavkům, proto je nutné vrstvení, které se provádí buď koextruzí nebo laminováním. Tyto materiály jsou konstruovány na bázi několika základních principů: Na prvním místě bych uvedl fólie, které obsahují vrstvu 7 – 10 mikrometrů hliníku, dále materiály s metalizovanou vrstvou – např. polymerní fólie, které jsou vrstveny oxidem křemičitým. Jedná se o obalový materiál s excelentními bariérovými vlastnostmi pro všechny penetrující látky. Za třetí fólie, kde je bariérovou vrstvou polymer. Například etylenvinylalkohol je výborným bariérovým materiálem pro aromatické látky, ale nepředstavuje významnou bariéru pro vlhkost, proto se kombinuje s polypropylenem. Obaly tohoto typu jsou typické pro sterilované výrobky. Velmi dobrý bariérový materiál představuje také PVdC. [6]

Současnost potravinářského obalu charakterizuje rovněž rozvoj aplikací již výše popsaných aktivních a inteligentních systémů balení. Jejich významnější vývoj v Evropě je dosud brzděn přísnějšími legislativními požadavky na obalové materiály pro kontakt s potravinami, zejména stanovenou hodnotou limitu celkové migrace ($CML = 10 \text{ mg/dm}^2$

kontaktní plochy nebo 60 mg/kg potravin). V evropských zemích dosud neexistují předpisy, které by specifikovaly možnost použití aktivních a inteligentních systémů při balení potravin. Řešení je v rámci výzkumných projektů podporovaných EU teprve připravováno.

Pokud jde o v praxi již používané systémy tohoto typu balení, jedná se především o balení v modifikované atmosféře, kterou tvoří směs plynů nahrazující vzduch. Zde se uplatňují nejrozličnější absorbéry, například kyslíku; indikátory složení atmosféry (O_2 , CO_2), indikátory teploty a další typy.

Další rozsáhlou oblastí působnosti aktivních obalů je balení pro mikrovlnný ohřev. Jedná se o tzv. susceptory, tvořené polyesterovou fólií vakuově pokovenou, která se rozežře v mikrovlnném poli a působí jako pečicí plotýnka, umožňující dosažení pečicího efektu. Patří sem rovněž obaly se stínícími prvky, které obsahují na povrchu kovovou fólii. Ta stíní produkt uzavřený v obalu, a tím omezuje množství mikrovlnné energie, které do obalu vstupuje. Obal tedy v tomto případě reguluje rychlost ohřevu produktu. [5]

Třetí významnou skupinu aktivních obalů představují obaly s antimikrobní funkcí. Sem patří i již zmíněné absorbéry kyslíku a dále obaly-nosiče antimikrobních činidel. Jedná se například o emitery etanolu a fólie s navázaným stříbrem, používané v Japonsku. Ostatní systémy aktivního balení jsou zatím spíše ve fázi vývoje. [6]

Další pokrok lze očekávat i v metodách balení potravin v modifikované atmosféře a to hned v několika oblastech. U potravin opracovaných patrně vývoj přinese další rozvoj aktivních prvků směrem k rostoucímu pohodlí spotřebitele, např. indikátorů dosažené teploty, indikátorů složení atmosféry, balení v modifikované atmosféře pro potraviny určené pro mikrovlnný ohřev, snadno otevíratelné a opětně uzavíratelné uzávěry atd. Bude jistě pokračovat i vývoj nových materiálů na bázi plastů s dokonalejšími bariérovými vlastnostmi, předpokládá se rozšíření smrštitelných bariérových fólií. [1]

V oblasti balení čerstvého ovoce a zeleniny v modifikované atmosféře by měl být vývoj v nejbližší budoucnosti zaměřen na shromažďování informací potřebných k dokonalému poznání vlivu složení okolní atmosféry na průběh respirace jednotlivých plodin, na poznání vlivu změn teploty a atmosféry na průběh difuze kyslíku, oxidu

uhličitého a ethylenu pletivy skladovaných plodin, na studium vlivu uvedených faktorů na kvalitu plodin a pochopitelně i na dokonalou znalost změn propustnosti používaných obalových fólií v závislosti na teplotě a vlhkosti prostředí. Poznání uvedených problémů v budoucnu umožní zobecnit řešení balení čerstvého, ovoce a zeleniny v modifikované atmosféře tj. méně pracné nalezení optimálních podmínek pro danou plodinu.

U balení mléka a mléčných výrobků se dá očekávat aktivní funkce obalu ve smyslu imobilizace látek jako cholesterol nebo laktóza do balicího materiálu. Takové produkty jsou pak zdravější nebo vhodné pro lidi nesnášející laktózu.

V budoucnu dojde pravděpodobně i k vývoji inteligentních elektronických štítků, které budou poskytovat informaci o identifikaci výrobku, datu výroby, ceně, atd. a kromě toho budou fungovat jako indikátory teploty v čase, těsnosti obalu nebo čerstvosti. V praxi může být využita například v supermarketu. Zákazník by potom při platbě projel s nákupním košem rádiové frekvenčním rámem v místě pokladen, ten by aktivoval paměť zabudovanou v etiketě, či umístěnou přímo na obalu zboží. Etiketa nebo-li RFID paměť by následně vrátila informaci o ceně a spotřební lhůtě, odepsala toto zboží ze skladu a deaktivovala ho. Přínos plynoucí z využití této technologie se odráží ve snížení provozních nákladů, zkrácení čekací doby u pokladen, urychlení manipulace se zbožím, aktualizovaných informací o stavu zásob, což vede ke snížení nákladů na skladování.

Dalším příkladem využití technologie může být lednička vybavená čtečkou RFID, která by sledovala zásoby potravin ve svých útrobach, upozorňovala na prošlou záruční lhůtu a případně si dokázala objednat doplnění zásob po internetu. Variant jež umožňují využití RFID se nabízí mnoho, jelikož do čipů lze zapsat až 1 MB o frekvenčním rozsahu od 850 MHz do 950 MHz a od 2,4 GHz do 5,5 GHz.[8]

Hodně bude záležet především na jejich ceně, ale i na řadě dalších okolností. Jedním z ovlivňujících faktorů bude i velikost používaného čipu, respektive nalezení odpovídajícího alternativního řešení k tomuto čipu. V současné době má totiž cena čipu rozhodující podíl na ceně celého RFID štítku. Současný vývoj směřuje jak k RFID štítkům s miniaturními čipy, tak ke štítkům bezčipovým. Bezčipové štítky posouvají RFID do úplně jiné roviny, protože jejich cena se pohybuje okolo 5 eurocentů. Ovšem v současné době zatím ještě naprosto převládají RFID štítky čipové. Pro příklad uveďme, že v roce 2003 bylo celosvětově vyrobena a prodána 1,4 miliardy RFID štítků na bázi čipů, ale jen

pouhých 120 miliónů štítků bezčipových. To znamená, že momentálně tvoří prodej čipových RFID štítků 97 % celkového objemu trhu.[8]

4.NAVRŽENÉ KOMBINACE INTELIGENTNÍCH A AKTIVNÍCH BALÍCÍCH SYSTÉMŮ DO BUDOUCNA

Když navrhujeme obal musíme počítat se všemi aspekty, které při dopravě, skladování a prodeji na balený produkt působí. Každý obal má své specifické vlastnosti a odolnost při různých vlivech.

4.1 Obal pro maso a masné výrobky

Maso jako balený produkt je jedním z nejnáchylnějším výrobků co se týče podléhání zkáze.

Dnešní nároky spotřebitelů na kvalitu prodáváného masa, jeho nezávadnost (např. kontrolou BSE), kulturu prodeje a maximální finalizaci v jeho opracování se trvale zvyšují. Klade se stále větší důraz na prodloužení jeho údržnosti bez použití razantních konzervačních metod, jako je tepelné zpracování, zmrazování nebo dávkování různých aditiv. Vyžaduje se především hygienické balení porcovaného masa, jeho ochrana proti dodatečné kontaminaci v celém logistickém řetězci při manipulaci, transportu a skladování, tj. od bourání masa až po uložení v chladničce spotřebitele.

Pro balení masa bych zvolil bariérový obal ,který by byl nepropustný jak pro kyslík tak pro vodní páry a přitom by měl i antimikrobní funkci.

Za nejnáročnější ,ale také za nejefektivnější řešení obalu s aktivní antimikrobní funkcí se považuje vazba vhodných enzymů na obalovou fólii. Jejich použití spočívá v přeměně sacharidů přítomných na povrchu potraviny na peroxid vodíku, což je silné antimikrobní činidlo. Můžeme také použít činidla, které na sebe vážou látky nezbytné pro růst mikrobů. Při delším uchovávání výrobků je především důležité odstranit aerobní bakterie, které mají nejaktivnější metabolismus, a proto jsou odpovědné za většinu ztrát na kvalitě.

Pro balení porcovaného vepřového a hovězího masa je předmětem zájmu také dobré vybarvení těchto produktů [8]. U tohoto požadavku vycházíme z předpokladu že je žádoucí aby zůstal purpurově červený myoglobin (tj. neoxidované krevní resp. svalové barvivo). S tím dospějeme k požadavku ,aby byl obal nepropustný pro kyslík. Takové technologie jako vakuové balení, vstřikování plynu apod. mohou v těch nejefektivnějších případech snížit úroveň kyslíku na 1 %, ale nijak neovlivní stupeň, množství kyslíku uvnitř výrobku nebo

v něm rozpuštěné. Navíc při použití výše uvedených metod se může u některých výrobků úroveň kyslíku vrátit zpět na 5 - 10 %. Proto je vložen do balení absorbér kyslíku ve formě štítku, který má zároveň i detekční funkci - při porušení obalu změní nevratně barvu a informuje tak spotřebitele na přítomnost kyslíku. Hlavním cílem absorbéru je však absorbovat kyslík mezi balením, tj. balicím materiálem, a výrobkem a dále kyslík uvnitř výrobku. Při přítomnosti kyslíku totiž dochází k nežádoucí změně hemoglobinu na hnědě zabarvený methemoglobin.

Stejně tak u mastných výrobků, které byly vyrobeny z nakládaného masa (např. uherský salám, čabajská klobása) nebo produktů dále tepelně opracovaných (např. párky, kabanos) dochází vlivem oxidace tukových složek k barevným změnám. Při absorpci kyslíku také nedochází ke zbytkovému tkáňovému dýchání masa, které by mělo za následek zvýšení koncentrace oxidu uhličitého a posléze rozmnožení laktobacilů. Ty přispívají ke zvýšení kyselosti masa.

U čerstvého masa jsou mikroorganismy příčinou tvorby povrchového slizu. K oslizení dochází při vysoké téměř 100% relativní vlhkosti. Když se nám podaří snížit relativní vlhkost asi pod 96% vývoj mikrobů se podstatně zbrzdí. To nám umožní např. podložka absorbující uvolňovanou vodu. [9]

RFID čip má funkci dnešních čárových kódů ale také může informovat o spotřební době atd.

Tabulka I. Balení masa

Aktivní složka obalu	Inteligentní složka obalu
absorbér kyslíku	
absorbér vlhkosti	
antimikrobní fólie	
	RFID
	indikátor kyslíku

4.2 Obal pro šunku

Pro balení šunky můžeme použít stejného balicího systému jako u masa. Protože je ale šunka citlivá na světlo může dojít vlivem povrchové oxidace ke změně barvy. Proto použijeme absorbér UV záření, které oxidaci způsobuje. Absorbér UV záření je v podstatě nylon6 který je součástí balicí fólie vyrobené koextruzí nebo laminováním.

Tabulka II. Balení Šunky

Aktivní složka obalu	Inteligentní složka obalu
absorbér kyslíku	
absorbér UV záření	
absorbér vlhkosti	
antimikrobní fólie	
	RFID
	indikátor kyslíku

4.3 Obal pro ovoce a zeleninu

Jak již bylo uvedeno, je smyslem balení čerstvého ovoce a zeleniny vytvořit v obalu rovnovážné podmínky, kdy množství plynů baleným produktem spotřebovaných nebo vytvořených za časovou jednotku je právě rovno množství těchto plynů proniklých obalem. Přitom koncentrace kyslíku musí být dostatečně nízká, popř. koncentrace oxidu uhličitého přiměřeně zvýšená tak, aby došlo ke zpomalení respirace a nežádoucích dějů v rostlinných pletivech, změny atmosféry však nesmí dospět až do stavu anaerobního dýchání.

Pokud jde o balení čerstvých plodin v podmínkách řízené resp. modifikované atmosféry jsou nároky na obalové materiály složitější, charakterizované propustností pro kyslík a oxid uhličitý v určitém omezeném rozmezí. Návrh a konstrukce balení jsou v tomto případě doposud založeny z převážné míry na empirických poznatcích. Důvodem k tomu je doposud nedostatek podkladů pro spolehlivou předpověď rovnovážných podmínek v daném balení určité plodiny.

Zatímco stanovení propustností obalových fólií a určení jejich závislosti na vlhkosti a teplotě nečiní v principu podstatných problémů, znalosti o závislosti průběhu respirace

balených plodin na změnách složení okolní atmosféry (např. jakým způsobem ovlivňuje obsah kyslíku rychlost produkce oxidu uhličitého).

Matematickým modelováním průběhu změn modifikované atmosféry se v současné době zabývá řada výzkumných pracovišť po celém světě. Jejich úsilí je zaměřeno především na předpověď průběhu změn složení atmosféry v obalu a rovnovážných podmínkách na základě známého množství dané plodiny, rychlosti její respirace, velikosti obalu a propustnosti použitého obalového materiálu. Cílem výzkumu může být i stanovení optimální propustnosti obalové fólie pro určité účely. Složitost takového problému je zřejmá z faktorů, které je třeba při řešení tohoto úkolu zohlednit. Jsou to:

- závislost respirace na koncentraci kyslíku a oxidu uhličitého,
- minimální danou plodinou tolerované koncentrace kyslíku, resp. maximální koncentrace oxidu uhličitého,
- propustnosti obalové fólie a jejich závislost na teplotě a vlhkosti,
- difusivita dané plodiny pro kyslík, oxid uhličitý a ethylen,
- RQ dané plodiny a jeho závislost na změnách složení atmosféry,
- optimální složení atmosféry pro skladování dané plodiny.[1]

V současné době je na evropském trhu k mání cca 300 – 350 druhů ovoce a zeleniny a zvážíme-li jejich různorodost, specifické podmínky konvenční prodejní adjustace jednotlivých druhů a jejich odlišnou cestu od sklizně do prodeje často s fází skladování a zrání, je velmi obtížné hledat určité styčné body k možnosti jejich roztrídění alespoň do omezeného počtu stejnorodých skupin se stejným způsobem balení.[4]

Hlavními faktory ovlivňujícími kvalitu během posklizňového skladování čerstvého ovoce a zeleniny jsou zejména optimální zralost při sklizni, zamezení mechanického poškození, aplikace vhodných sanitačních postupů a dodržování optimální teploty a relativní vlhkosti během všech posklizňových operací. Jedním ze sekundárních faktorů je i složení atmosféry obklopující skladované plodiny.

Pro balení ovoce nebo zeleniny bych zvolil fólii, která je prostupná pro kyslík jako např. PE fólie, do které lze aplikovat pesticid imazalil, který se snadno uvolňuje do potravinových simulantů. Takto připravený obalový materiál má příznivý účinek na prodloužení skladovatelnosti. Použil bych také absorbér etylenu, protože ten už v malém

množství degraduje chlorofyl a tím škodí kvalitě i trvanlivosti. V obalu by pak na viditelném místě byl přiložen indikátor zralosti ve formě štítku. Ten je určen pro usnadnění výběru baleného ovoce v supermarketech, kde spotřebitel dosud zjišťoval zralost ovoce podle jeho tvrdosti, resp. měkkosti pohmatem, event. čichem. Zrání ovoce je totiž provázáno uvolňováním plynů, které spolu s aromatem reagují s chemickými látkami přítomnými na štítku. Řada bodů umístěných na štítku tak mění během dozrávání barvu od žluté (tvrdé, „křupavé“ ovoce) přes oranžovou (pevnější, dozrávající ovoce) až po červenou (šťavnaté, měkčí, zralé ovoce) a indikuje stupeň jeho zralosti. Takovéto balení pak sníží množství neprodejných výrobků v supermarketech, protože se odstraní osahávání a přehrabávání, kterým způsobují spotřebitelé namačkání a znehodnocování ovoce.

Tabulka III. Balení ovoce a zeleniny

Aktivní složka obalu	Inteligentní složka obalu
absorbér etylenu	
	RFID
	indikátor zralosti

4.4 Obal pro pečivo

Pečivu jako takovému škodí hlavně kyslík, který snižuje trvanlivost a způsobuje růst plísní a bakterií. Proto bych použil absorbér kyslíku, který umožní nejen zlepšení hygieny a bezpečnosti, ale především zachová původní organoleptickou kvalitu potravinářského výrobku. Pro úspěch tohoto systému je nejdůležitější specifikace použité balicí fólie. Prodyšnost a celková propustnost fólie by neměla překročit 20 ml kyslíku /m² /24hodin/ v atmosféře. To splňuje např. PVdC-PET/PE 10 fólie (viz. tab. VII - v příloze).

Dále by byl v obalu vložen emitér etylenu. Ten slouží k prodloužení trvanlivosti pečiva.

Takovýmto systémem balení se může dosáhnout konzervace až na 4 měsíce s hodnotou aktivní vlhkosti 0,9 místo 0,73 - 0,75 % .[7]

Tabulka IV. Balení pečiva

Aktivní složka obalu	Inteligentní složka obalu
emitor etylenu	
absorbér kyslíku	
	RFID

4.5 Obal pro chipsy

Pro chipsy je důležitá kvůli trvanlivosti a zdravotní nezávadnosti nepřítomnost kyslíku. Proto bych použil absorbér kyslíku. Dále fólii typu PET/Al/PE, která nepropouští kyslík (tab. VII).

Jelikož chipsy jsou potraviny obsahující olej, může jít cítit pach těkavých aminů a aldehydů. To zabráníme použitím absorbéru pachů ve formě vloženého pytlíku. Tím zlepšíme vůni i chuť výrobku. Indikátor kyslíku zde slouží jako detekce neporušení obalu.

Tabulka V. Balení chipsů

Aktivní složka obalu	Inteligentní složka obalu
absorbér pachů	
absorbér kyslíku	
	RFID
	indikátor kyslíku

ZÁVĚR

Tato bakalářská práce se měla zabývat jednotlivými druhy aktivních a inteligentních systémů, jejich stručným popisem a možnostmi použití. Po určitých terminologických nejasnostech v minulosti jsou v současnosti rozlišovány dvě skupiny systémů balení potravin s interaktivní funkcí, a to:

Aktivní balení, které umožňuje samovolnou změnu v okolí balené potraviny směřující k prodloužení skladovatelnosti, zlepšení bezpečnosti nebo organoleptických vlastností při zachování kvality potravinářského výrobku. Inteligentní balení je označení pro systémy monitorující podmínky v okolí baleného potravinářského výrobku a poskytující tak informaci o kvalitě balené potraviny během transportu a skladování.

Teoretické návrhy balících systémů a jejich kombinace jsem provedl na vybraných druzích potravin, na kterých by se v budoucnu mohli použít. V blízké budoucnosti se dá očekávat aplikace systémů pouze pro vybrané výrobky vyšší kvality. V současné době je stále cena běžných systémů v řádu nízkých jednotek Kč za kus. Je však zřejmé, že cena je závislá na objemu produkce, a lze proto v případě vyššího zájmu předpokládat pokles jejich ceny. Na druhé straně si lze představit nezanedbatelné úspory v důsledku lepší kontroly při skladování a distribuci zboží. Může být také využita jako marketingový prostředek pro zvýšení kvality a zajištění bezpečnosti potravin.

Přes tyto mnohé výhody je stále patrné, že výrobci potravin obecně nespíchají s využíváním těchto systémů pro své výrobky. Důvody lze hledat v oblastech jako jsou informovanost veřejnosti o možnostech balení. Kdy většina spotřebitelů systémy nezná a proto je ani nevyžaduje. Na druhé straně existuje nebezpečí, že aplikace různých absorbérů a indikátorů může vést k falešnému pocitu bezpečí a až k ignoranci dat použitelnosti výrobku uvedených na obalu. Obchodníci se také někdy brání aplikaci např. indikátorů s odvoláním na možnosti planých stížností a vracení obalů s indikátory a na obtíže s kontrolou každého barevného indikátoru v okamžiku prodeje. Řešením by kromě poučení spotřebitelů mohlo být i automatické vyhodnocení barvy indikátoru v momentu prodeje, např. spolu s odečtením čárového kódu nebo RFID čipu.

Obecně lze ale u aktivního a inteligentního způsobu balení očekávat významný růst používání v praxi.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] JAROSLAV DOBIÁŠ, DUŠAN ČURDA *„Balení potravin“*, Provizorní učební text, Praha 2004
- [2] JAROSLAV DOBIÁŠ *„Indikátory tepla a složení atmosféry při balení potravin“*, Sborník přednášek z konference Obalové dny 2001, VŠCHT Praha, 2001
- [3] Internet: <http://www.bezpecnostpotravin.cz>
- [4] Internet: <http://www.agroporadenstvi.cz>
- [5] Internet: <http://www.foodnet.cz>
- [6] Internet: <http://www.printernet.cz>
- [7] Internet: <http://www.bmcbrno.cz>
- [8] DEAK D.I., *Nanocomposite achieves exceptional barrier in films*, Modern Plastics International, 1999
- [9] ČURDA D., *Kyslík nezbytný i nežádoucí*, Packaging č.14, duben 2000

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

PE - polyethylén

PET - polyethylénterephthalát

O₂ - kyslík

CO₂ - 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

N₂ - dusík

Al – hliník

Fe - železo

GHz- gigahertz

CML - limit celkové migrace

MB - megabyte

UV – ultrafialové záření

MA - modifikovaná atmosféra

CA – cílená atmosféra

μm – mikrometr

$\text{ml/ m}^2 \cdot \text{d} \cdot 0,1 \text{MPa}$ - propustnost fólie pro kyslík ($\text{mililitr/ metr}^2 \cdot \text{den} \cdot \text{tlak}$)

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Kyslíkový absorbér ATCO od firmy Standa Industries	8
Obr. 2 RFID čip	17

SEZNAM TABULEK

Tab. I Balení masa	30
Tab. II Balení šunky.....	31
Tab. III Balení ovoce a zeleniny	33
Tab. IV Balení pečiva	34
Tab. V Balení chipsů	34
Tab. VI Základní typy obalových fólií a jejich propustnost pro kyslík.....	43

SEZNAM PŘÍLOH

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

P1 : Tabulka VI. Základní typy obalových fólií a jejich propustnost pro kyslík

Skladovatelnost potravin	Typ fólie	Tloušťka (μm)	Propustnost pro O₂ (ml/m².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