

## ACTIVE PACKAGING SYSTEM FOR MEAT AND MEAT PRODUCTS

*Adriana Pavelková, Erika Flimelová*

### ABSTRACT

In the recent past, food packaging was used to enable marketing of products and to provide passive protection against environmental contaminations or influences that affect the shelf life of the products. However, unlike traditional packaging, which must be totally inert, active packaging is designed to interact with the contents and/or the surrounding environment. Interest in the use of active packaging systems for meat and meat products has increased in recent years. Active packaging systems are developed with the goal of extending shelf life for foods and increasing the period of time that the food is high quality. Developments in active packaging have led to advances in many areas, including delayed oxidation and controlled respiration rate, microbial growth, and moisture migration. Active packaging technologies include some physical, chemical, or biological action which changes interactions between a package, product, and/or headspace of the package in order to get a desired outcome. Active packaging systems discussed include oxygen scavengers, carbon dioxide scavengers and emitters, moisture control agents, flavour/odour absorbers and releasers and antimicrobial packaging technologies. Active packaging is typically found in two types of systems; sachets and pads which are placed inside of packages, and active ingredients that are incorporated directly into packaging materials. Recognition of the benefits of active packaging technologies by the food industry, development of economically viable packaging systems and increased consumer acceptance is necessary for commercial realisation of these packaging technologies.

**Keywords:** active packaging, meat, meat products, shelf life

### ÚVOD

V posledných rokoch narastá záujem o aplikáciu a použitie nových technológií balenia potravín z dôvodu zvýšených požiadaviek kladených na hygienu a bezpečnosť potravín, ktoré spolu s požiadavkami zo strany predajcov a spotrebiteľov predlžujú trvanlivosť, nútia sektor zaoberajúci sa balením potravín hľadať nové, modernejšie systémy ich balenia. Existuje niekoľko baliacich systémov určených pre krátkodobé ako i dlhodobé skladovanie potravín s cieľom zachovať všetky atribúty kvality na požadovanej úrovni. Medzi systémy, ktoré nachádzajú čoraz väčšie uplatnenie aj pri balení mäsa a mäsových produktov patrí tiež aktívne balenie.

Aktívne balenie je v literatúre klasifikované rôznymi definíciami (Robertson, 2006). Podľa niektorých bolo aktívne balenie opisované ako podskupina inteligentného balenia, ako začlenenie určitých aditívnych látok do obalového filmu alebo samotného obalu s cieľom udržať a predlžujú trvanlivosť (Day, 2003; Day, 2001). Obal môžeme nazývať aktívnym, keď vykonáva niektorú požadovanú úlohu v konzervovaní potravín inú ako poskytujú vnútornú bariéru pre vonkajšie podmienky (Hutton, 2003; Rooney, 1995). Robertson (2006) správne identifikuje „požadovanú“ a „vnútornú“ ako kľúčové slová v definícii, pretože všetky obalové prostriedky, okrem skla, nie sú úplne inertné a môžu uvoľňovať nežiaduce zložky do potraviny alebo absorbovať nežiaduce zložky z potraviny. Aktívne balenie je inovatívny koncept, ktorý by mohol byť definovaný ako systém balenia, kde obal, produkt a prostredie sa ovplyvňujú a menia stav balenej potraviny, predlžujú

trvanlivosť a zlepšujú bezpečnosť alebo senzorické vlastnosti produktu, teda zachovávajú jeho kvalitu (Kerry et al., 2006; European Commission, 2004; Ahvenainen, 2003; Suppakul et al., 2003; Vermeiren et al., 2002). V aktívnom balení, sú účinné technológie zamerané predovšetkým na zvýšenie ochrany alebo trvanlivosti výrobku ako odpovede na interakciu medzi výrobkom, obalom a prostredím, hoci môžu vykonávať aj ďalšie funkcie. Systém môže tiež zahŕňať aj zámerné pozmeňovanie prostredia balenia pri špecifických podmienkach a čase prostredníctvom aktívnych alebo pasívnych prostriedkov, ale bez potrebných vstupov a následného monitorovania s kontrolovanou atmosférou balenia (Zhao et al., 1994).

Trvanlivosť balenej potraviny je závislá na mnohých faktoroch, vnútorných ako pH, aktivita vody, obsah živín, výskyt antimikrobiálnych látok, redox potenciál, vlastnosti biologických štruktúr, a vonkajších ako teplota skladovania, relatívna vlhkosť, zloženie atmosféry. Tieto faktory majú priamy vplyv na chemické, biochemické, fyzikálne a mikrobiologické mechanizmy kazenia jednotlivých potravín a ich trvanlivosť. Zvážením a vyhodnotením všetkých týchto faktorov je možné zvoliť správne aktívne obalové technológie pre zachovanie kvality a predĺženie trvanlivosti (Day, 2001). Funkcie a technológie aktívneho balenia zahŕňajú systémy na kontrolu vlhkosti, kyslíkové absorbéry alebo zachytávače (scavenger), O<sub>2</sub> generátory, regulátory CO<sub>2</sub>, regulátory vône, zachytávače etylénu, antimikrobiálne obalové technológie, mikrovlnné susceptory (Brody et al., 2008;

Vermeiren et al., 1999; Rooney, 1998; Rooney, 1995; Hurme et al., 2002; Smith et al., 1990).

Niektoré príklady aplikácií aktívneho balenia pre mäso sú uvedené v tabuľke 1.

Tabuľka 1 Príklady aplikácií aktívneho balenia pre mäso (Coma, 2006)

Koncept	Potravina
O <sub>2</sub> scavenger	Saláma, údené mäso
CO <sub>2</sub> scavenger	Hovädzie plátky sušeného mäsa, hydinové produkty
CO <sub>2</sub> emitory	Čerstvé mäso
Regulátory vlhkosti	Mäso
<b>Biocídne systémy</b>	Všeobecne mäso a potraviny

## TYPY ABSORBÉROV

### Absorbéry kyslíka

Kyslíkové absorbéry sú najviac komerčne významnou podskupinou aktívneho balenia, pretože kyslík môže mať výrazný negatívny vplyv na potraviny. Môžu prispieť k udržaniu kvality a nutričnej hodnoty potravinárskych výrobkov spomalením metabolizmu, redukciou oxidačného žltnutia (rancidity), potlačením nežiaducej oxidácii labilných pigmentov a vitamínov, kontrolovaním enzýmového odfarbovania a inhibovaním rastu aeróbných mikroorganizmov a vláknitých mikroskopických húb (Brody et al., 2008; Day, 2001; Rooney, 2005; Rooney, 1995).

Problémy ohľadom absorpcie kyslíka počas balenia možno rozdeliť na základe pôvodu kyslíka, ktorý je potrebné odstrániť, do 2 skupín. Po prvé, kyslík v priestore balenia, ktorý je prítomný v čase uzatvárania väčšiny obalov potravín a nápojov. Odstránenie časti alebo všetkého takého kyslíka je nutné z dôvodu potlačenia rôznych degradačných procesov, ktoré sa vyskytujú v potravinách. Po druhé, ide o kyslík, ktorý vstupuje do balenia permeáciou a po uzavretí je nutné ho odstrániť pokiaľ možno ešte pred kontaktom s potravinou. V tomto prípade je kyslíkový absorbér odporúčaný ako chemická bariéra (Day, 2008).

Pre mäsové výrobky, najmä pre čerstvé a varené mäso a mäsové produkty, sú v súčasnosti dostupné rôzne obalové systémy a technológie. Balenie čerstvého mäsa sa vykonáva, aby sa zabránilo nevhodnej enzymatickej aktivite, strate hmotnosti, prípadne aby sa zabezpečil myoglobín alebo vhodná (čerešňovo-červená) farba mäsa, udržal prijateľný vzhľad, vôňa a chuť a oddialil nástup mikrobiálneho kazenja (Brody, 1997; Brody, 1996). Keď posudzujeme spracované mäsové výrobky, musia byť brané do úvahy faktory, ako dehydratácia, oxidácia lipidov, zmena farby a vône (Mondry, 1996).

Napríklad, čerstvé červené mäso môže byť jednoducho položené na podnos a balené pre kyslík priepustným filmom (obalom) alebo umiestnené v plynnom prostredí obsahujúcom vysoké koncentrácie kyslíka (O<sub>2</sub>) a oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub>), označované ako balenie v modifikovanej atmosfére (MAP) (Brody, 1996). Atmosféra v balení MAP sa môže zmeniť počas skladovania, čoho príčinou sú reakcie medzi zložkami atmosféry a produktom ako aj v dôsledku prenosu plynov dnu alebo von cez obalový materiál (Stiles, 1991). Hlavné plyny, ktoré sa používajú

v MAP sú CO<sub>2</sub> s funkciou inhibovať rast kaziacich mikroorganizmov (Seideman a Durland, 1984), dusík (N<sub>2</sub>) používaný ako inertný plyn pre zníženie proporcie iných plynov alebo pre udržanie tvaru balenia (Bell a Bourke, 1996) a O<sub>2</sub>, ktorého hlavnou funkciou je získať oxidovanú formu svalového pigmentu, oxyomyoglobín. Vzhľad, najmä farba, je dôležitý kvalitatívny atribút, ktorý ovplyvňuje spotrebiteľa pri nákupe. V čerstvom červenom mäse sa myoglobín vyskytuje v troch chemických formách. Deoxyomyoglobín, ktorý je ružový a po vystavení ovzdušiu je rýchlo oxidovaný na oxyomyoglobín červenej farby. Postupne sa oxyomyoglobín oxiduje na hnedý metmyoglobín, ktorý je spojený so stratou čerstvosti, avšak aj nízke koncentrácie O<sub>2</sub> podporujú oxidáciu oxyomyoglobínu na metmyoglobín. Preto, aby sa minimalizovala tvorba metmyoglobínu v čerstvom červenom mäse, musí byť kyslík v obale minimalizovaný pod 0,05 % (Faustman a Cassens, 1990). Vysoké hladiny kyslíka v rámci balenia v modifikovanej atmosfére tiež podporujú oxidáciu svalových lipidov s postupným vplyvom na farbu čerstvého mäsa (O'Grady et al., 1998). Výsledkom oxidácie lipidov je tvorba rôznych nežiaducich produktov rozkladu so súčasou tvorbou nežiaducich chutí a pachov. U varených údených balených mäsových výrobkoch (napr. varená šunka) faktory ako percento zvyškového kyslíka, prenos O<sub>2</sub> obalovým materiálom, skladovacia teplota, intenzita svetla a zloženie výrobku sú kritickými faktormi ovplyvňujúcimi farebnú stabilitu a konečnú akceptovateľnosť spotrebiteľmi (Møller et al., 2003). Nitrosylmyoglobín tvorený reakciou medzi myoglobulínom a dusitanom je denaturovaný pri varení na nitrosylmyochróm, ktorý dáva charakteristickú ružovú farbu varenej šunky (Juncher et al., 2003). Pôsobenie svetla v kombinácii s kyslíkom má zásadný význam pre farebnú stálosť varenej údenej šunky, a to aj pri nízkych hladinách O<sub>2</sub>, môže spôsobiť oxidáciu nitrosylmyochrómu na denaturovaný metmyoglobín, ktorý vytvára nežiaducu farbu na povrchu mäsa (Møller et al., 2000). Oxidácia lipidov je všeobecne nízka u varených údených mäsových produktov (Morrissey a Tichivangana, 1985). Komerčné odfarbenie u balenej varenej údenej šunky je spojené s nízkou hladinou zvyškového kyslíka a je odstránené použitím kyslíkových absorbérov (oxygen scavenger) alebo kyslíkových vyplachovacích filmov. Pokiaľ ide o údené čerstvé červené mäso, kyslíkový zachytávač použitý v kombinácii so zmesou CO<sub>2</sub> / N<sub>2</sub> predlžuje farebnú stabilitu čerstvého hovädzieho mäsa (Allen et al., 1996).

Hlavnou výhodou použitia kyslíkových absorbérov je schopnosť zníženia hladiny kyslíka na menej ako 0,01 %, čo je oveľa menej ako typická koncentrácia zvyškového kyslíka 0,3 - 3 % dosiahnutá pomocou MAP. Kyslíkové absorbéry môžu byť použité samostatne alebo v kombinácii s balením v modifikovanej atmosfére (Day, 2008).

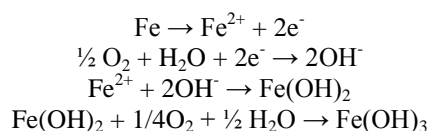
Vysoké hladiny kyslíka prítomné v obaloch potravín môžu uľahčiť rast mikroorganizmov, vývoj nežiaducich chutí a pachov, zmeny farby a nutričné straty a tým spôsobiť významné zníženie trvanlivosti potravín (Vermeiren et al., 1999; Hurme et al., 1995; Randell et al., 1995; Andersen, Rasmussen, 1992; Smith et al., 1990). Navyše, ak má absorbér dostatočnú kapacitu, môže tiež absorbovať kyslík prítomný v dôsledku netesnosti cez

dierky a predĺžiť tak trvanlivosť balenej potraviny (Hurme, 2002; Hurme et al., 1995).

Preto, kontrola hladiny O<sub>2</sub> v obale je dôležitá pre obmedzenie týchto nežiaducich zmien a reakcií v potravinách. Kyslík absorbujúce systémy poskytujú alternatívu k vákuu a plynovým vyplachovacím technológiám ako prostriedok pre zlepšenie kvality a trvanlivosti (Ozdemir a Floros, 2004). Hoci potraviny senzitivne na kyslík môžu byť balené pomocou MAP alebo vákuu, tieto techniky nie vždy umožnia kompletné odstránenie kyslíka, ktorý prestupuje cez obal alebo sa nachádza vo svalových vláknach alebo medzi plátkami mäsa (Kerry et al., 2006). Použitie kyslíkového zachytávača, ktorý absorbuje zvyškový kyslík po balení môže minimalizovať kvalitatívne zmeny u potravín citlivých na O<sub>2</sub> (Vermeiren et al., 1999). Existujúce kyslíkové zachytávacie technológie využívajúce jeden alebo viac z nasledujúcich konceptov: oxidácia práškoveho železa, oxidácia kyseliny askorbovej, oxidácia fotosenzitívnych farbív, enzymatické oxidácie (napr. glukooxidáza alebo alkohooloxidáza), nenasýtených mastných kyselín (napr. olejová alebo linolénová), ryžový extrakt alebo imobilizované kvasinky na pevný substrát (Floros et al., 1997).

Kyslíkové zachytávače môžu byť použité vo forme vrečka, štítku, filmu (inkorporované do filmu), karty, uzatváracej fólie, alebo koncentráta (Kerry et al., 2006; Suppakul et al., 2003). Okrem toho môže obalová technológia manipulovať s permselektivitou, čo je selektívne prenikanie rôznych plynov obalovým materiálom. Prostredníctvom povlaku, mikroperforácie, laminácie, koextrúzie a pod. môže permselektivita upravovať atmosférickú koncentráciu plynov vo vnútri balenia, vo vzťahu ku oxidácii alebo respirácii potravín (Brody et al., 2008).

Väčšina v súčasnosti používaných absorbérov kyslíka je na báze železa, vo forme prášku, pričom 1 g železa reaguje s 300 ml kyslíka. Avšak jednou z nevýhod je, že nemôžu prejsť detektormi kovu, ktoré sú zvyčajne umiestnené na konci baliacej linky. Tento problém (kovové škvrny, detektory kovov) sa dá vyriešiť, napríklad použitím nekovových kyslíkových absorbérov využívajúcich organické redukčné činidlá ako kyselina askorbová, askorbáty alebo katechol alebo enzymové systémy využívajúce glukooxidázy alebo etanoloxidázy začlenené do vrecúška, štítkov alebo imobilizované na povrch obalového filmu (Day, 2003).



Kyslíkové absorbéry boli po prvýkrát uvedené na trh v Japonsku v roku 1976 firmou Mitsubishi Gas Chemical Co. Ltd pod obchodným názvom Ageless™.

Medzi najpoužívanejšie patria absorbéry Ageless® pracujúce na báze železa, vo forme vrečka, ktoré sú určené k zníženiu hladiny kyslíka na menej ako 1 %. Ďalšími sú ATCO® (Emco Packaging systems UK, Standa Industrie,

Fr), FreshPax® (Multisorb Technologies Inc., USA), Oxyorb® (Pillsbury CO., USA).

Absorbér sa volí zodpovedajúcej veľkosti v závislosti na hladine kyslíka v priestore balenia. Dôležitá je aj voľba obalového materiálu, ktorý musí mať relatívne dobré bariérové účinky voči kyslíku, inak sa absorbér pomerne rýchlo nasýti a stratí svoju schopnosť viazať kyslík (Smith et al., 1990).

Vedecká literatúra obsahuje mnoho štúdií, ktoré skúmajú vplyv kyslíkových zachytávačov (vrečka) na zmenu farby čerstvého mäsa (Tewari et al., 2001; Vermeiren et al., 1999; Gill a McGinnis, 1995). Gill a McGinnis (1995) vykonali štúdiu absorpcie O<sub>2</sub> s komerčným kyslíkovým scavengerom (FreshPax 200R) a uvádzajú, že povrchovým zmenám farby môže byť zabránené aplikáciou veľkého množstva zachytávačov použitých v každom balení pre dosiahnutie zvyškového O<sub>2</sub> menej ako 10 ppm do 2 hodín pri skladovacej teplote 1,5 °C. Zahrnutie kyslíkových zachytávačov (Ageless® SS200) do balení prepláchnutých 50 % CO<sub>2</sub> a 50 % N<sub>2</sub> preukazuje zlepšilo farebnú stabilitu svalov *M. longissimus dorsi* a *M. psoas major* v porovnaní s kontrolami (Allen et al., 1996). Tewari et al. (2001) sledovali vplyv dvoch komerčných kyslíkových zachytávačov (Ageless® Fe-100 a FreshPax® R-2000) v spojení s kontrolovanou atmosférou na zmenu farby *M. psoas major* v balení plnených dusikom a skladovaných pri 1±0,5 °C. U steakov balených bez zachytávačov sa prejavila výraznejšia zmena farby a preukázateľne vyšší podiel metmyoglobínu v porovnaní so steakmi balenými so zachytávačmi. Prevencia tvorby metmyoglobínu bola ovplyvnená počtom, nie typom použitých zachytávačov. Payne et al. (1998) skúmali účinok vákuu, kontrolovanej atmosféry s CO<sub>2</sub>, balenia vypláchnutého s CO<sub>2</sub>, balenia vypláchnutého s CO<sub>2</sub> a obsahujúceho kyslíkový zachytávač Ageless (Z50) a balenia obsahujúceho samotný kyslíkový zachytávač na stratu kvapkaním, zmenu mikrobiálnych a senzorických vlastností svalu *M. longissimus lumborum* skladovaného 20 týždňov pri -1,5 °C. Hovädzie mäso v obale vypláchnutom s CO<sub>2</sub> a obsahujúcom kyslíkový zachytávač malo nižšiu stratu odkvapkáváním ako štandardný systém kontrolovanej atmosféry. Obaly prepláchnuté CO<sub>2</sub> a tie ktoré obsahovali samostatný kyslíkový zachytávač dosiahli lepšie výsledky v závislosti na požadovanej dobe skladovania. Okrem čerstvého hovädzieho mäsa bola technológia kyslíkového zachytávania tiež aplikovaná na mäso bravčové (Doherty a Allen, 1998) a bravčové výrobky, kde Martínez et al. (2006) uvádzajú, že u čerstvých bravčových klobás skladovaných v 20 % CO<sub>2</sub>, 80 % N<sub>2</sub> spolu s kyslíkovým zachytávačom (Ageless FX-40) po dobu 20 dní pri teplote 2±1 °C sa znížili počty psychrotrofných aeróbov a predĺžila sa trvanlivosť, pokiaľ ide o farbu a stabilitu lipidov.

Alternatívu k vreckám predstavuje inkorporácia kyslíkových zachytávačov do samotnej štruktúry balenia čo eliminuje riziko náhodného pretrhnutia vrečka a neúmyselnej spotreby jeho obsahu (Suppakul et al., 2003). Prikladom je Cryovac® OS 2000™ (Cryovac Division, Sealed Air Corporation, USA) polymérový UV svetlom aktivovaný kyslíkový zachytávač vo forme filmu, ktorý je štruktúrne zložený z vrstvy kyslíkového zachytávača extrudovaného do viacvrstvového filmu,

s možnosťou zníženie hladiny kyslíka v priestore balenia z 1 % na ppm úroveň za 4-10 dní v porovnaní s kyslíkovo vyplachovacími vreckami. OS 2000™ vyplachovací film má široké použitie na rôzne druhy výrobkov vrátane sušených alebo údených mäsových výrobkov a spracovaného mäsa. Podobný UV svetlom aktivovaný kyslíkový zachytávač ZERO2™ sa používa napr. aj na zníženie odfarbenia krájaného mäsa (Kerry et al., 2006).

### Kontrola vlhkosti

Hlavnou príčinou kazenia potravín je prebytok vlhkosti. Potlačenie vlhkosti pomocou rôznych absorbérov alebo desikantov je veľmi efektívne pri zachovaní kvality potravín a predĺženia trvanlivosti inhibíciou mikrobiálneho rastu a vlhkosti súvisiacou s degradáciou textúry a chuti.

Potraviny, ktoré sú citlivé na poškodenie vlhkosťou musia byť balené v materiáloch s vysokou bariérovou schopnosťou voči vlhkosti. Určité množstvo vlhkosti sa môže dostať do obalu počas balenia alebo distribúcie. K nežiaducemu hromadeniu vody môže dôjsť v obaloch z dôvodu transpirácie poľnohospodárskych plodín, odkvapkávania tkanivovej tekutiny z mäsa alebo kolísania teploty u balení s vysokou vlhkosťou. Hlavným účelom kontroly kvapalnej vody je znížiť vodnú aktivitu produktov, čím sa potláča mikrobiálny rast (Vermeiren et al., 1999). Ďalšími negatívnymi dôsledkami je napríklad zahmlievanie obalových filmov. Cieľom je absorbovať vodu z obalu, ale tiež zachytiť vlhkosť v plynnej fáze za účelom zníženia aktivity vody na povrchu potravín. Vysoká aktivita vody potravín viedla k použitiu plastov s prídavkom antikondenzačných látok, ktoré znižujú povrchové napätie medzi kondenzátom a filmom. To prispieva k priehľadnosti filmu a umožňuje zákazníkovi jasne vidieť balenú potravinu (Rooney, 1995) hoci to nemá vplyv na množstvo kvapalnej vody vo vnútri balenia. Niekoľko spoločností vyrába kvapkové absorbenty v podobe listov alebo vankúšikov, ako Cryovac® Dri-Loc® (Sealed Air Corporation, USA), Thermarite® alebo Peaksorb® (Austrália), Toppan™ (Japonsko) a Fresh-R-Pax™ (Maxwell Chase Technologies, LLC, USA) pre kontrolu tekutiny v potravinách s vysokou aktivitou vody ako mäso a hydina. Tieto systémy, ktoré tvoria podložky skladajúce sa z 2 vrstiev mikroporézneho netkaného plastového filmu (fólie) ako PE alebo PP, medzi ktorými je umiestnený superabsorbčný polymér schopný absorbovať až 500-násobok vlastnej hmotnosti. Medzi typické polymérne superabsorbenty patria polyakrylátové soli, karboxylmetylcelulóza a kopolyméry škrobu, ktoré majú veľmi silnú afinitu k vode (Day, 2003; Reynolds, 2007). Tieto vrstvy (listy) sa používajú ako kvapky absorbujúce podložky pod celé kura alebo kuracie kúsky (Suppakul et al., 2003).

Mäsové výrobky môžu byť citlivé na dehydratačné procesy. Nadmerné odparovanie vody cez obalový materiál môže viesť k vysychaniu balenej potraviny alebo k podpore oxidácie lipidov. Aby sa tomu zabránilo a udržala sa požadovaná vlhkosť v priestore balenia, musia byť použité filmy s vhodnou priepustnosťou pre vodné pary alebo vrecká na kontrolu vlhkosti (Standa, Francúzsko). Na druhej strane, desikanty (absorbčné vrstvy, vrecká so silikagélom atď.) sú úspešne používané pri niektorých mäsových výrobkoch, ktoré majú nižšiu

vodnú aktivitu, čo prispieva k redukcii rastu vláknitých mikroskopických húb, kvasiniek a baktérií na potravinách s vysokým obsahom vody, ako napríklad hotové jedlá. Príkladom použitia je odstraňovanie topiaceho sa ľadu z mrazeného mäsa alebo mrazenej krvi alebo mrazenej tkanivovej tekutiny z mäsa, aby bolo balenie atraktívnejšie pre spotrebiteľa (Vermeiren et al., 1999).

Iný prístup kontroly vlhkosti je zachytiť vlhkosť v plynnej fáze s cieľom znížiť vodnú aktivitu na povrchu potravín redukciou vnútornej relatívnej vlhkosti. To môže byť vykonané umiestnením jednej alebo viac zvlhčujúcich látok medzi dve vrstvy pre vodu priepustné plastové fólie. Napríklad japonská spoločnosť Showa Denko Co. Ltd vyvinula film Pitchit™, ktorý sa skladá z vrstvy zvlhčujúcej látky z karbohydrátu a propylénglykolu vloženú medzi 2 vrstvy plastového filmu z polyvinylalkoholu (PVA). Je určený pre čerstvé mäso, ryby a hydinu. Po zabalení potraviny do tohto filmu, je povrch potraviny dehydrovaný osmotickým tlakom, čo vedie k mikrobiologickej inhibícii a predĺženiu trvanlivosti o 3-4 dni počas chladiarenského skladovania (Rooney, 1995; Labuza a Breene, 1989).

### Absorpcia chuťových zložiek

Absorpcia chuťových zložiek potraviny obalovým materiálom môže mať za následok stratu chuti, jej intenzity a zmenu organoleptického profilu potraviny (Vermeiren et al., 1999). Chuťové zložky inkorporované do obalového materiálu môžu byť použité na minimalizáciu skalpovania chuti. Uvoľnená chuť môže tiež poskytnúť prostriedky maskovania cudzích pachov pochádzajúcich z potraviny alebo obalu. Chuťou obohatené obalové materiály môžu zlepšiť chuťové vlastnosti výrobku tým, že uvoľňujú žiaduce chute do potraviny a opúzdrujú žiaduce arómy. Avšak tento systém nie je veľmi využívaný v prípade balenia mäsových výrobkov (Coma, 2006).

### Absorbéry/emitory CO<sub>2</sub>

Pokiaľ ide o zachytávače CO<sub>2</sub>, tento typ aktívneho balenia je často spájaný s balením v modifikovanej atmosfére. Na ochranu mäsa sa CO<sub>2</sub> generátory využívajú hlavne v dôsledku ich inhibičnej aktivity proti celému radu aeróbnych baktérií a vláknitých mikroskopických húb. CO<sub>2</sub> je plyn s priamym antimikrobiálnym účinkom majúci za následok oneskorenie lag fázy a generačnej doby logaritmického rastu (Suppakul et al., 2003).

Vzhľadom k tomu, že priepustnosť CO<sub>2</sub> cez väčšinu plastových fólií je 3-5-krát vyššia ako u kyslíka, musí byť pre udržanie požadovanej koncentrácie v rámci obalu CO<sub>2</sub> nepretržite produkovaný (Ozdemir a Floros, 2004). Odstránenie kyslíka z obalu vytvára čiastočné vákuum, ktoré môže mať za následok kolaps flexibilného obalu. Tiež keď je balenie prepláchnuté zmesou plynov vrátane CO<sub>2</sub>, oxid uhličitý sa rozpúšťa v produkte vytvárajúc čiastočné vákuum. V takýchto prípadoch je žiaduce súčasné uvoľňovanie CO<sub>2</sub> z vložených vreciek, ktoré spotrebúvajú kyslík. Tieto systémy sú založené buď na báze železa alebo zmesi kyseliny askorbovej a hydrogenuhličitanu sodného (Rooney, 1995). Príklady komerčne dostupných systémov, ktoré kombinujú CO<sub>2</sub> generátor a kyslíkový zachytávač sú Agelles® G

a FreshPax® M. Oxid uhličitý môže byť pridávaný do balenia pre jeho rôzne inhibičné vplyvy na niektoré druhy mikroorganizmov v potravinách ako sú čerstvé mäso, hydina, syry, pečivo (Lopez-Rubio et al., 2004). Použitie emitov CO<sub>2</sub> môže byť kontroverzné pre použitie v aktívnom balení pre čerstvé mäsové výrobky. Podľa Coma (2008) mierne hladiny CO<sub>2</sub> (10-20 %) inhibujú aeróbne baktérie ako *Pseudomonas*, zatiaľ čo rast baktérii mliečného kysnutia je stimulovaný. Okrem toho, patogénny ako *Clostridium perfringens*, *Clostridium botulinum* a *Listeria monocytogenes* sú minimálne ovplyvnené koncentráciou CO<sub>2</sub> nižšou ako 50 %. Problémom je, že môžu byť vytvorené podmienky, v ktorých môžu prosperovať patogénne baktérie, kde normálne kaziace baktérie nemôžu rásť, čo bolo potvrdené v práci Lövenklev et al. (2004), ktorý uvádzajú vysokú produkciu toxínu *Clostridium botulinum* v prostredí s vysokou hladinou CO<sub>2</sub>. Avšak, Vermeiren et al. (1999) navrhujú pre väčšinu aplikácií mäsa a hydiny vysokú hladinu CO<sub>2</sub> (10-80 %), ako prevenciu povrchového rastu mikroorganizmov a predĺženia trvanlivosti týchto výrobkov.

CO<sub>2</sub> emitujúce vrecká alebo etikety môžu byť použité samostatne alebo v kombinácii s kyslíkovým absorbérom. Príkladom je obal Verifraise, ktorý bol použitý k predĺženiu trvanlivosti čerstvého mäsa a rýb (Rooney,

1995). Tento inovatívny balík pozostáva zo štandardného MAP zásobníka (podnosu), ktorý má perforované falošné dno, pod ktorým je umiestnené pórovité vrecko obsahujúce bicarbonát sodný/askorbát na zachytenie šťavy vytekajúcej z baleného mäsa. Šťava kvapká do vrecka, CO<sub>2</sub> je emitovaný, teda nahradí všetok CO<sub>2</sub> absorbovaný mäsom, čo slúži ako prevencia kolapsu balenia. Inhibícia kaziacich baktérii využitím technológie aktívneho balenia môže redukovať bakteriálnu kompetitívnosť a teda umožniť rast a produkciu toxínu neproteolytickým *C. botulinum* alebo rast iných patogénnych baktérii (Sivertsvik, 2003). Lövenklev et al. (2004) uvádzajú, že zatiaľ čo pri vysokej koncentracii CO<sub>2</sub> klesla rýchlosť rastu neproteolytického *C. botulinum* typu B, prejavy a tvorba toxínu bola veľmi zvýšená, čo znamená, že riziko botulizmu môže byť zvýšené namiesto zníženia, ak je použitý MAP systém. Je potrebný ďalší výskum v oblasti bezpečnostného rizika spojeného s použitím CO<sub>2</sub> v balení potravín. Absorbéry (vrecká) CO<sub>2</sub> pozostávajú buď z Ca(OH)<sub>2</sub> a NaOH alebo hydroxidu draselného, oxidu vápenatého a silikagélu, môžu byť použité na odstránenie CO<sub>2</sub> počas skladovania, aby sa zabránilo pretrhnutiu obalu. Možné aplikácie zahŕňajú ich použitie v obaloch dehydratovaných hydínových výrobkoch a hovädzieho mäsa (Ahvenainen, 2003).

### ZÁVER

Zmeny v preferenciách a vnímania spotrebiteľov viedli k inováciám a vývoju nových obalových technológií, medzi ktoré môžeme zaradiť aj aktívne balenie. Aktívne balenie je vhodné na predĺženie trvanlivosti rôznych potravín, teda aj mäsa a rôznych mäsových výrobkov. Formy aktívneho balenia dôležité pre mäso a mäsové výrobky zahŕňajú kyslíkové absorbéry, absorbéry

a emitory oxidu uhličitého, absorbéry na kontrolu vlhkosti a chuťových látok a samotnú kategóriu tvorí aplikácia antimikrobiálnych látok. Na záver môžeme konštatovať, že aplikácia aktívneho balenia v potravinárskom priemysle umožňuje rozvoj ďalším obalovým systémom a prispieva k zvýšenej ochrane a bezpečnosti potravín.

### LITERATÚRA

AHVENAINEN, R., 2003. Active and intelligent packaging: an introduction. In Ahvenainen, R. (Ed.), *Novel food packaging techniques*, Cambridge, UK : Woodhead Publishing Ltd., p. 5-21. ISBN 978-1-85573-675-7.

ALLEN, P., DOHERTY, A. M., BUCKLEY, D. J., KERRY, J., O'GRADY, M. N., MONAHAN, F. J., 1996. Effect of oxygen scavengers and vitamin E supplementation on colour stability of MAP beef. In *Proceedings 42nd international congress of meat science and technology*, September 1996, Lillehammer, Norway. p. 88-89.

ANDERSEN, H. J., RASMUSSEN, M. A., 1992. Interactive packaging as protection against photodegradation of the colour of pasteurized, sliced ham. In *International Journal of Food Science and Technology*, vol. 27, 1992, no. 1, p. 1-8.

BELL, R. G., BOURKE, B. J., 1996. Recent developments in packaging of meat and meat products. In *Proceedings of the international developments in process efficiency and quality in the meat industry*, 1996, Dublin Castle, Ireland, p. 99-119.

BRODY, A. L., 1996. Integrating aseptic and modified atmosphere packaging to fulfill a vision of tomorrow. In *Food Technology*, vol. 50, 1996, no. 4, p. 56-66.

BRODY, A.L., 1997. Packaging of food. In Brody, A. L., Marsh, K. S. 1997. *The Wiley encyclopedia of packaging* (2nd ed.). New York : Wiley, 1997, p. 699-704. ISBN 978-0471063971.

BRODY, A. L., BUGUSU, B., HAN, J. H., KOELSCH SAND, C., MCHUGH, T., 2008. Innovative Food Packaging Solutions. In *Journal of Food Science*, vol. 73, 2008, no. 8, p. 107-116.

COMA, V., 2006. Perspectives for the Active Packaging of Meat Products. In NOLLET, L. M. L., TOLDRÁ, F. 2006. *Advances Technologies for Meat Processing*. CRC Press : Taylor & Francis Group, 2006. p. 449-472. ISBN 978-1-57444-587-9.

DAY, B. P. F., 2001. Active packaging – a fresh approach. In *Brand© – The journal of Brand Technology*, vol. 1, 2001, no. 1, p. 32-41.

DAY, B. P. F., 2003. Active packaging. In Coles, R., McDowell, D., Kirwan, M. 2003. *Food Packaging Technologies*. Blackwell Publishing Ltd : UK, 2003. p. 282-302.

DAY, B. P. F., 2008. Active Packaging of Food. In Kerry, J., Butler, J. 2008. *Smart Packaging Technologies for Fast Moving Consumer Goods*. England : John Wiley & Sons, Ltd., 2008, p. 1-18. ISBN 978-0-470-02802-5.

DOHERTY, A. M., ALLEN, P., 1998. The effect of oxygen scavengers on the colour stability and shelf life of CO<sub>2</sub> packaged pork. In *Journal of Muscle Foods*, vol. 9, 1998, no. 4, p. 351-363.

European Commission (2004). *Commission Regulation (EC) No. 1925/2004 of October 2004 laying down detailed rules*

- for implementing certain provisions of Council Regulation (EC) No. 1798/2003 concerning administrative cooperation in the field of value-added tax. Official Journal, L331, 13-18.
- FAUSTMAN, C., CASSENS, R. G., 1990. The biochemical basis for discoloration in freshmeat: a review. In *Journal of Muscle Foods*, vol. 1, 1990, no. 3, p. 217-243.
- FLOROS, J. D., DOCK, L. L., HAN, J. H., 1997. Active packaging technologies and applications. In *Food Cosmetics and Drug Packaging*, vol. 20, 1997, no. 10-17.
- GILL, C. O., MCGINNIS, J. C., 1995. The use of oxygen scavengers to prevent the transient discoloration of ground beef packaged under controlled, oxygen-depleted atmospheres. In *Meat Science*, vol. 41, 1995, no 1, p. 19-27.
- HURME, E., 2002. Active and intelligent packaging. In OHLSSON, T., BENGTTSSON, N., 2002. *Minimal processing technologies in the food industry*. Cambridge, UK: Woodhead Publishing Ltd., 2002, p. 87-123. ISBN 978-1-85573-547-7.
- HURME, E., RANDELL, K., AHVENAINEN, R., 1995. The effect of leakage and oxygen absorbers on the quality of gas-packed foodstuffs and the detection of leakage. In the IAPRI 9th World Conference on Packaging. Brussels, Belgian Packaging Institute, p. 45-52.
- HURME, E., SIPLÄINEN-MALM, T., AHVENAINEN, R. 2002. Active and intelligent packaging. In OHLSSON, T., BENGTTSSON, N. 2002. *Minimal processing technologies in the food industry*. Woodhead Publishing Limited : England, 2002, p. 87-123. ISBN 1 85573 547 4.
- HUTTON, T., 2003. Food packaging: An introduction. Key topics in food science and technology – Number 7. Chipping Campden, Gloucestershire, UK: Campden and Chorleywood Food Research Association Group, p. 108.
- JUNCHER, D., RÖNN, B., HANSEN, T. B., HENCKEL, P., KARLSSON, A., SKIBSTED, L. H., BERTELSEN, G., 2003. Effect of pre-slaughter physiological conditions on the oxidative stability of colour and lipid during chill storage of sliced, retail packed roast ham. In *Meat Science*, vol. 63, 2003, no. 2, p. 151-159.
- KERRY, J. P., O'GRADY, M. N., HOGAN, S. A., 2006. Past, current and potential utilisation of active and intelligent packaging systems for meat and muscle-based products: A review. In *Meat Science*, vol. 74, 2006, no. 1, p. 113-130.
- LABUZA, T. P., BREENE, W. M., 1989. Applications of active packaging for improvement of shelflife and nutritional quality of fresh and extended shelf-life foods. In *Journal of Food Processing and Preservation*, vol. 13, 1989, no. p. 1-69.
- LOPEZ-RUBIO, A., ALMENAR E., HERNANDEZ-MUNOZ, P., LAGARON, J. M., CATALA, R., GAVARA, R. 2004. Overview of active polymer-based packaging technologies for food applications. In *Food Rev. Int.*, vol. 20, 2004, no. 4, p. 357-87.
- LÖVENKLEV, M., ARTIN, I., HAGBERG, O., BORCH, E., HOLST, E., RÅDSTRÖM, P., 2004. Quantitative interaction effects of carbon dioxide, sodium chloride, and sodium nitrite on neurotoxin gene expression in nonproteolytic *Clostridium botulinum* type B. In *Applied and Environmental Microbiology*, vol. 70, 2004, no. 5, p. 2928-2934.
- MARTÍNEZ, L., DJENANE, D., CILLA, I., BELTRÁN, J. A., RONCALÉS, P., 2006. Effect of varying oxygen concentrations on the shelf-life of fresh pork sausages packaged in modified atmosphere. In *Food Chemistry*, vol. 94, 2006, No. 2, p. 219-225.
- MONDRY, H., 1996. Packaging systems for processed meat. In Taylor, S. A., Raimundo, A., Severini, M., Smulders, F. J. M. 1996. *Meat quality and meat packaging*. ECCEAMST : Utrecht, Holland, p. 323-333. ISBN 9075319142.
- MORRISSEY, P. A., TICHIVANGANA, J. Z., 1985. The antioxidative activities of nitrite and nitrosylmyoglobin in cooked meats. In *Meat Science*, vol. 14, 1985, no. 3, p. 175-190.
- MØLLER, J. K. S., JENSEN, J. S., OLSEN, M. B., SKIBSTED, L. S., BERTELSEN, G., 2000. Effect of residual oxygen on colour stability during chill storage of sliced, pasteurised ham packaged in modified atmosphere. In *Meat Science*, vol. 54, 2000, no. 4, p. 399-405.
- MØLLER, J. K. S., JAKOBSEN, M., WEBER, C. J., MARTINUSSEN, T., SKIBSTED, L. H., BERTELSEN, G., 2003. Optimization of colour stability of cured ham during packaging and retail display by a multifactorial design. In *Meat Science*, vol. 63, 2003, no. 2, p. 169-175.
- OZDEMIR, M., FLOROS, J. D., 2004. Active food packaging technologies. In *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, vol. 44, 2004, no. 3, p. 185-193.
- O'GRADY, M. N., MONAHAN, F. J., BAILEY, J., ALLEN, P., BUCKLEY, D. J., KEANE, M. G., 1998. Colour-stabilising effect of muscle vitamin E in minced beef stored in high oxygen packs. In *Meat Science*, vol. 50, 1998, no. 1, p. 73-80.
- PAYNE, S. R., DURHAM, C. J., SCOTT, S. M., DEVINE, C. E., 1998. The effects of non-vacuum packaging systems on drip loss from chilled beef. In *Meat Science*, vol. 49, 1998, no. 3, p. 277-287.
- RANDELL, K., HURME, E., AHVENAINEN, R. and LATVA-KALA, K., 1995. Effect of oxygen absorption and package leaking on the quality of sliced ham. In Ackermann, P., JÄGERSTAD, M., OHLSSON, T. 1995. *Foods and Packaging Materials: Chemical Interactions*. The Royal Society of Chemistry: Cambridge, p. 211–16. ISBN 9780854047208.
- REYNOLDS, G., 2007. Superabsorbent soaks up packaging problems. [online], [2007], [cit. 2011-01-10]. Retrieved from the web: <http://www.foodproductiondaily.com/Packaging/Superabsorbent-soaks-up-packaging-problems>.
- ROBERTSON, G. L., 2006. *Food Packaging – Principles and Practice*. 2nd edition, CRC Press, Boca Raton : USA. 2006. p. 291. ISBN 978-1-4200-7844-2
- ROONEY, M. L., 1995. *Active Food Packaging*. London, UK : Chapman & Hall, 1995, 275 p. ISBN 0 7514 0191 9.
- ROONEY, M. L., 1998. Oxygen scavenging plastics for retention of food quality. In *Proceedings of Conference on Advances in Plastics – Materials and Processing Technology for Packaging*. Pira International, Leatherhead, Surrey, UK, 25 February.
- ROONEY, M. L., 2005. Introduction to active food packaging technologies. In HAN, J. H., 2005. *Innovations in Food Packaging*. London, UK: Elsevier Ltd., 2005. p. 63-69. ISBN 0123116325.
- SEIDEMAN, S. C., DURLAND, P. R., 1984. The utilization of modified atmosphere packaging for fresh meat: a review. In *Journal of Food Quality*, vol. 6, 1984, no. 3, p. 239-252.
- SIVERTSVIK, M., ROSNES, J. T., BERGSLIEN, H., 2002. Modified atmosphere packaging. In OHLSSON, T., BENGTTSSON, N., 2002. *Minimal processing technologies in the food industry*. Woodhead Publishing Ltd.: Cambridge, UK. 2002, p. 61–86. ISBN 978-1-85573-547-7.
- SMITH, J. P., RAMASWAMY, H. S., SIMPSON, B. K., 1990. Developments in food packaging technology. Part II: Storage aspects. In *Trends in Food Science & Technology*, vol. 1, 1990, p. 111-18.

STILES, M. E., 1991: Modified atmosphere packaging of meat, poultry and their products. In OORAIKUL, B., STILES, M.E., 1991. *Modified atmosphere packaging of food*. New York: Ellis Horwood. 1991, p. 118-147. ISBN 978-0442311926.

SUPPAKUL, P., MILTZ, J., SONNEVELD, K., BIGGER, S. W., 2003. Active packaging technologies with an emphasis on antimicrobial packaging and its applications. In *Journal of Food Science*, vol. 68, 2003, no. 3, p. 408-420.

TEWARI, G., JAYAS, D. S., JEREMIAH, L. E., HOLLEY, R. A., 2001. Prevention of transient discoloration of beef. In *Journal of Food Science*, vol. 66, 2001, no. 3, p. 506-510.

VERMEIREN, L., DEVLIEGHERE, F., VAN BEEST, M., DE KRUIJF, N., DEBEVERE, J., 1999. Developments in the active packaging of foods. In *Trends in Food Science and Technology*, vol. 10, 1999, issue 3, p. 77-86.

VERMEIREN, L., DEVLIEGHERE, F., DEBEVERE, J., 2002. Effectiveness of some recent antimicrobial packaging concepts. In *Food Additives and Contaminants*, vol. 19, 2002, supplement 1, p. 163-171.

ZHAO, Y., WELLS, J. H., MCMILLIN, K. W., 1994. Application of dynamic modified atmosphere packaging systems for fresh red meats: review. In *Journal of Muscle Foods*, vol. 5, 1994, issue 3, p. 299-328.

### Contact address:

Ing. Adriana Pavelková, PhD., Slovak University of Agriculture, Faculty of Biotechnology and Food Sciences, Department of Evaluation and Processing of Animal Product, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovak Republic, E-mail: Adriana.Pavelkova@uniag.sk

Ing. Erika Flimelová, Slovak University of Agriculture, Faculty of Biotechnology and Food Sciences, Department of Evaluation and Processing of Animal Product, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovak Republic, E-mail: Erika.Flimelova@uniag.sk