

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Agropodnikání

Katedra: Katedra veterinárních disciplin a kvality produktů

Vedoucí katedry: prof. Ing. Jan Trávníček, CSc.

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vliv obalů na mikrobiální stav výsekového masa

The influence of packaging on the microbiological status of meat

Vedoucí diplomové práce: MVDr. Ivan Holko, Ph.D.

Konzultant diplomové práce: Ing. Pavel Smetana, Ph.D.

Autor: Bc. Dita Kourková

České Budějovice, duben 2013

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Bc. Dita KOURKOVÁ
Osobní číslo: Z11542
Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství
Studijní obor: Agropodnikářství
Název tématu: Vliv obalů na mikrobiální stav vaječného masa
Zadávací katedra: Katedra veterinárních disciplín a kvality produktů

Zásady pro vypracování:

Cílem práce je posoudit vliv různých způsobů balení hovězího masa na základě počtu mikroorganismů (CFU v KTJ) v různých typech balení hovězího vaječného masa (maso z tržní síť, maso z faremářského chovu).

Hypotéza: Balení produktů snižuje rychlost růsta mikroorganismů a tím prodlužuje trvanlivost.

Výsledky: Tabulkové a grafické zpracování zjištěných údajů a jejich vyhodnocení.

Diskuse: Porovnání dosažených výsledků se zjištěnými literárními údaji.

Závěr: Přehledné shrnutí nejdůležitějších výsledků a doporučení vyplývajících z řešení problematiky.

Seznam použité literatury: V abecedním řazení podle ČSN 01 01 97 Bibliografická citace.

Obsah: Úvedení stran jednotlivých kapitol práce.

Rozsah grafických prací: 10-20 stran (tabulky, grafy)

Rozsah pracovní zprávy: 30-40 stran

Forma zpracování diplomové práce: Ušitá

Seznam odborné literatury:

- Adams, M. R.: Food microbiology. 3rd ed.. Cambridge, UK: RSC Publishing, 2008. 463 s., ISBN 978-0-85404-284-5
- Valchař, P.: Kvalita surovin v masné výrobě. Praha: FPBT - VŠCHT, 2003. 184 s.
- <http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-ankova/>
- Odborné články týkající se sledované problematiky v časopisech: Agromagazín, Perspektivy jakosti, Journal of the Science of Food and Agricultural, Fleischwirtschaft International, Maso a ze sborníků z odborných konferencí
- Internetové databáze: ISI Web of Knowledge (Current Contents), Agroweb,

Vedoucí diplomové práce:

MVDr. Ivan Holko, Ph.D.

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, FT

Konzultant diplomové práce:

Ing. Pavel Smetana, Ph.D.

Katedra veterinárních disciplín a kvality produktů

Datum zadání diplomové práce:

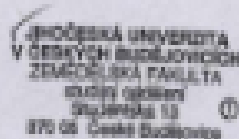
12. března 2012

Termín odevzdání diplomové práce:

30. dubna 2013


Ing. Karel Suchý, Ph.D.

prodávka pověřený vedoucím ZF


VYŠŠÍ ODBORNÁ UČEBNÍ ZAŘÍZENÍ
V ČESKÝCH BUDJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
Mlýnský náhon
262 01 Budějovice


prof. Ing. Jan Trnávka, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 12. března 2012

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě (v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou JU) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejich internetových stránkách.

V Českých Budějovicích dne

.....
Bc. Dita Kourková

Poděkování

Upřímně děkuji Ing. Pavlu Smetanovi, Ph.D. za odbornou pomoc, cenné rady a konzultace, které mi poskytl v průběhu zpracování diplomové práce. Mé poděkování patří i rodině za podporu a trpělivost.

Souhrn

Diplomová práce se zabývá vlivem obalů na mikrobiální stav výsekového hovězího masa. Hovězí maso – *Musculus semimembranosus* – bylo sledováno v nezabaleném stavu a dále v obalech z průtažné mikrotenové fólie, ve vícevrstvé polyamid - polyetylenové (PA/PE) fólii za použití ochranné atmosféry a při použití 80% vakua do sáčku z vícevrstvé PA/PE fólie. Hovězí maso bylo skladováno při chladírenské teplotě +5 °C. Celkový počet mikroorganismů (CPM) byl sledován po dobu 27 dní. Z porovnávaných vzorků vyplývá, že rychlost množení se mikroorganismů je závislá na způsobu balení. Nejlepší výsledky vykazuje podle sledovaných průměrů maso balené do modifikované atmosféry a vakuového balení, které v porovnání nevykazovaly žádné podstatné rozdíly. U sledovaných typu balení nebyly zaznamenány žádné statisticky významné rozdíly. Balení v mikrotenové fólii snížilo mikrobiální kontaminaci masa oproti masu nebalenému, ale s vakuovým balením a modifikovanou atmosférou se nemohlo rovnat.

Klíčová slova: hovězí maso; mikroorganismy; obaly; KTJ (kolonie tvořící jednotky)

Abstract

This thesis examines the influence of packaging on the microbial condition of beef for sale. The beef - *Musculus semimembranosus* - was studied in an unpackaged state, and in the packaging of stretchable plastic wrap, in multilayer polyamide - polyethylene (PA / PE) wrap using a protective atmosphere and using 80% of vacuum into a bag from a multi-layered PA / PE wrap. The beef was stored at refrigerated temperature of +5 ° C. The total number of microorganisms (the number of colony forming units) were examined for 27 days. The compared samples show that the speed of increasing number of microorganisms is dependent on the type of packaging. According to the observed averages the best results are showed at meat packaged into a modified atmosphere and vacuum packaging, where there were no significant differences between these two types. Statistically there were no significant differences between the observed types of packaging. Packing in plastic wrap reduced microbial contamination of meat compared to unpackaged meat, but with vacuum packaging and modified atmosphere it could not be compared.

Keywords: beef; microorganisms; packaging; CFU (colony forming units)

Obsah

1.	Úvod.....	8
2.	Literární přehled	9
2.1	Mikroorganismy.....	9
2.2	Mikroorganismy v potravinářství	9
2.3	Faktory ovlivňující vývoj mikrobů v potravinách	10
2.3.1	Vnitřní faktory.....	11
2.3.1.1	Obsah živin	11
2.3.1.2	pH.....	11
2.3.1.3	Redox potenciál E_h	11
2.3.1.4	Aktivita vody	12
2.3.1.5	Antimikrobiální bariéry a složky	12
2.3.1.6	Relativní vlhkost	13
2.3.2	Vnější faktory	13
2.3.2.1	Teplota	13
2.3.2.2	Plynná atmosféra.....	16
2.3.2.3	Implicitní faktory	16
2.3.2.4	Faktory při zpracování	16
2.4	Skladování masných výrobků.....	16
2.5	Mikroorganismy vyskytující se na mase	17
2.6	Balení masa a masných výrobků	17
2.7	Funkce obalu.....	18
2.8	Způsoby balení masa	18
2.8.1	Prosté balení	18
2.8.1.1	Fólie vhodné k balení masa a masných výrobků	20
2.8.2	Balení do vakua.....	22
2.8.2.1	Skin balení	24
2.8.3	Balení do modifikované atmosféry (MA)	25
2.9	Požadavky na balená masa	29
3.	Cíl práce	31
4.	Materiál a metodika	32
5.	Výsledky a diskuze	33
6.	Závěr	46
7.	Summary	47
8.	Seznam použité literatury	48
9.	Přílohy.....	54
9.1	Seznam použitých zkratk	54
9.2	Seznam tabulek, grafů a obrázků.....	55

1. Úvod

Maso a masné výrobky tvoří nedílnou součást potravinového řetězce člověka, díky svému vysokému obsahu bílkovin. Ve srovnání s vepřovým a drůbežím masem obsahuje právě hovězí maso nejvíce bílkovin. Jeho spotřeba se v České republice pohybuje kolem 10 kg na osobu za rok a je tím pádem nejméně konzumovaným masem u nás.

Při prodeji masa je nutné dbát na jeho hygienickou nezávadnost a jakost. Celkový počet mikroorganismů u masa je jakostní ukazatel, který je podmiňující pro stanovení mikrobiologické kontaminace. Od nebalených kusů výsekového masa prodávaného v řeznictví se stále více zákazníků obrací k baleným masům, které zajišťují prodloužení trvanlivosti a spotřebitel má delší dobu na jeho zpracování.

Ke zkrácení trvanlivosti dochází u nebaleného masa z důvodu vyšší koncentrace mikroorganismů. V menších řeznictvích se na výsekovém mase objevuje vyšší počet mikroorganismů než u masa baleného. Vyšší výskyt mikroorganismů v řeznictví je důsledkem méně častého využití krájecích strojů, nožů a desek, z kterých se stává živná půda pro růst mikroorganismů.

U masa baleného nové obalové technologie společně s využitím správné koncentrace plynů snižují výskyt mikroorganismů na minimum. Nedílnou součástí zkoumaného tématu jsou obaly výrobku, které zajišťují jeho ochranu a zákazníkovi poskytují navíc potřebné informace o produktu.

Cílem této diplomové práce je porovnat celkový počet mikroorganismů mezi nebaleným masem, baleným za pomoci modifikované atmosféry, baleným do průtažné fólie a vakuově baleným hověžím masem v závislosti na uplynulé době.

2. Literární přehled

2.1 Mikroorganismy

Mikroorganismy se vyznačují malými rozměry, nejsou schopny tvořit funkčně diferenciované tkáně nebo pletiva (Šilhánková, 2002).

Látová a Steinhauserová (1995) dělí mikroorganismy dle nároků na kyslík:

- a) aerobní, které mají vyvinutý pouze aerobní metabolismus a potřebují ke své činnosti kyslík,
- b) anaerobní, které mají pouze anaerobní metabolismus a vzdušný kyslík na ně působí inhibičně nebo dokonce toxicky,
- c) mikroaerofilní, které mají anaerobní metabolismus, ale při nízké koncentraci kyslíku se urychluje jejich rozmnožování,
- d) fakultativně anaerobní, které mají schopnost jak aerobního tak i anaerobního metabolismu a mohou tak růst jak v přítomnosti tak i nepřítomnosti vzdušného kyslíku. Za přítomnosti kyslíku se rozmnožují rychleji, neboť aerobní metabolismus poskytuje mnohem více energie pro růst buněk.

2.2 Mikroorganismy v potravinářství

Ve vztahu k potravinám má největší význam skupina heterotrofních mikroorganismů, které získávají energii rozkladem (oxidací) organických sloučenin. Do této skupiny patří většina bakterií, kvasinek i plísní, včetně patogenních (Látová a Steinhauserová, 1995).

Dalším negativním účinkem mikroorganismů podle Šilhánkové (2002) je rozklad potravin a potravinářských surovin. Důvodem je obsah dostatečného množství vody, která je vhodnou živnou půdou pro mikroorganismy. Proto mezi hlavní úkoly potravinářského průmyslu patří ochrana surovin i hotových potravin před rozkladnou činností mikroorganismů a před přemnožením patogenních mikroorganismů, které by mohly způsobit onemocnění člověka. V potravinářství se také využívá určitých skupin mikroorganismů, jejichž činnost je schopna zastavit růst nežádoucích mikroorganismů v potravinách a tím prodloužit skladovatelnost potravin.

Potravinářská mikrobiologie má největší tradici v mlékárenství, důležitá je však i mikrobiologie masného průmyslu. Významnou složkou potravinářské

mikrobiologie je mikrobiologická kontrola čistoty provozu i obalů, do nichž jsou výrobky baleny a mikrobiologické zkoušení potravin a jejich surovin včetně vody. Podnikové a závodní laboratoře kontrolují kvalitu, zdravotní nezávadnost potravin a především účinnost technologických postupů (Šilhánková, 2002).

2.3 Faktory ovlivňující vývoj mikrobů v potravinách

Vnitřní faktory

- živiny;
- pH a pufrační kapacita;
- redox potenciál;
- vodní aktivita;
- antimikrobiální složky;
- antimikrobiální struktura.

Vnější faktory

- relativní vlhkost;
- teplota;
- plynná atmosféra.

Implicitní faktory

- specifická rychlost růstu;
- mutualismus;
- antagonismus;
- komensalismus.

Faktory při zpracování

- krájení;
- mytí;
- balení;
- ozáření;
- pasterace (Adams a Moss, 2008).

2.3.1 Vnitřní faktory

2.3.1.1 Obsah živin

Adams a Moss (2008) uvádějí, že mikroorganismy stejně jako my používají potraviny jako zdroj energie. Kromě zdrojů energie musí živné prostředí obsahovat využitelné neboli asimilovatelné zdroje prvků, které jsou součástí buněčné hmoty mikroorganismů (Šilhánková, 2002).

2.3.1.2 pH

Každý mikrobiální druh má podle Šilhánkové (2002) svoje určité rozmezí pH, v kterém se může rozmnožovat. Bakterie většinou rostou v neutrálním až alkalickém prostředí. Většina plísní má optimální pH kolem neutrálního bodu, ale rozmnožovat se mohou v širokém rozmezí pH od 1,2 až po 11,0. Hrudková (1997) zjistila, že hodnota pH masa činí u svaloviny živých zvířat 7,0 – 7,2, které za 24 hodin po porážce klesá až na hodnotu 5,5 – 5,8. Hodnota 5,8 je konečná neboli ultimativní a tedy nejnižší, jaké je v postmortálním vývoji dosaženo.

Adams a Moss (2008) uvedli, že již v minulosti se využívala schopnost nízkého pH omezit růst mikroorganismů při konzervaci potravin za pomoci kyseliny octové a mléčné. Mittal (1992) tuto informaci doplnil zjištěním, že nižší pH zvyšuje šťavnatost výrobku a denaturuje maso na protein a tím přispívá k jeho charakteristické pevné struktuře.

2.3.1.3 Redox potenciál E_h

Tendence média přijmout nebo darovat elektrony (oxidace nebo redukce) se nazývá redox potenciál a měří se v inertní kovové, obvykle platinové, elektrodě ponořené v médiu (Adams a Moss, 2008).

Oxidoredukční potenciál (E_h) je dán přítomností oxidačních nebo redukčních činidel a je mírou stupně oxidace (Látová a Steinhäuserová, 1995). Šilhánková (2002) uvedla, že k nejdůležitějším oxidačním činidlům patří kyslík, dusičnany, železité ionty, peroxidy, k nejčastěji se vyskytujícím redukujícím patří železnaté ionty, sloučeniny se sulfhydrolovou skupinou nebo s reaktivními dvojnými vazbami a vodík. Technologicky se dá oxidoredukční potenciál ovlivnit přidávkem

redukujících substancí, kdy se jedná například o kyselinu askorbovou, balení ve vakuu nebo balení v modifikované atmosféře (Látová a Steinhauserová, 1995).

2.3.1.4 Aktivita vody

Adams a Moss (2008) uvádí, že voda je pozoruhodná směs. Život je naprosto závislý na vodě v kapalném stavu.

Nezbytnou složkou buněčné hmoty je voda, která představuje 75 až 90 % hmotnosti mikrobiálních těl. Všechny chemické reakce v živé buňce probíhají ve vodném prostředí, proto musí být voda přítomna v dostatečném množství a v kapalném stavu a to i ve vnějším prostředí, aby buňka neztratila vnitrobuněčnou vodu a možnost metabolismu (Šilhánková, 2002). Cytoplasma ve vodním prostředí je obklopena membránou, která je obecně propustná pro molekuly vody, které se mohou volně pohybovat z cytoplasmy do prostředí a z prostředí do cytoplasmy (Adams a Moss, 2008).

Šilhánková (2002) uvádí, že vodní aktivita (a_w) roztoku se rovná poměru vodních par nad roztokem a tlaku vodních par nad destilovanou vodou za stejných podmínek. Vztah vodní aktivity ke koncentraci rozpuštěné látky je ve velmi zředěných roztocích přibližně dán vzorcem:

$$a_w \doteq \frac{N_w}{N_w + N_s}$$

N_w - počet molů vody

N_s - počet molů rozpuštěné látky

2.3.1.5 Antimikrobiální bariéry a složky

Všechny potraviny ze zvířat se mohou nacházet ve fázi, kdy je pro potenciální škodlivé mikroorganismy jednoduché je napadnout, proto musíme napadení předcházet nebo ho omezit. Bariérou může být fyzická vrstva oddělující potravinu od infekčního prostředí, jedná se například o skořápku, kůži, slupku nebo skořápku výrobku, která je složena z makromolekul relativně odolných proti degradaci

a poskytuje nehostinné prostředí pro mikroorganismy její nízkou aktivitou vody a nedostatkem snadno dostupných živin (Adams a Moss, 2008).

2.3.1.6 Relativní vlhkost

Relativní vlhkost a aktivita vody spolu vzájemně souvisí. Relativní vlhkost je základním měřítkem aktivity vody v plynné fázi. Když jsou potraviny, které mají nízkou vodní aktivitu, uloženy v atmosféře s vysokou relativní vlhkostí, převedou vodu z plynné fáze do potraviny (Adams a Moss, 2008). Vysoká relativní vlhkost vzduchu podporuje růst mikroorganismů a je hlavním iniciátorem kažení baleného masa. V případě snížení vlhkosti vzduchu v balíčku masa sorpcí vody za pomoci silikagelu se prodlouží trvanlivost baleného masa při teplotě 0 až 4 °C na 5 až 6 týdnů (Steinhauser a Steinhauserová, 1995).

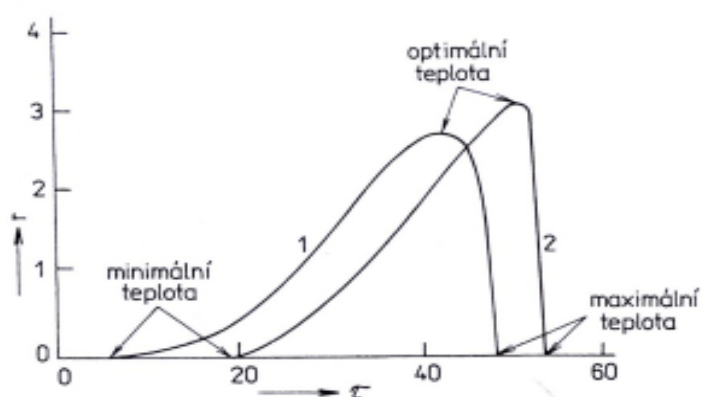
2.3.2 Vnější faktory

Vnější faktory ovlivňují potravinu i přítomné mikroorganismy, patří mezi ně teplota, relativní vlhkost, přítomnost a jejich koncentrace plynů (Šilhánková, 2002).

2.3.2.1 Teplota

Jedním z hlavních faktorů vnějšího prostředí, které ovlivňuje rychlost rozmnožování mikroorganismů je teplota. U teploty zkoumáme její tři základní body, mezi které patří minimální, optimální a maximální teplota. Stanovení minimální teploty je velmi obtížné, s klesající teplotou se snižuje i schopnost rozmnožování mikroorganismů. Vliv teploty na rychlost rozmnožování mikroorganismů je zaznamenán v grafu 1. Optimální teplota se obvykle pohybuje o 30 °C výše než teplota minimální a o 5 °C – 10 °C méně než teplota maximální, při které už nejsou mikroorganismy schopné se rozmnožovat (Šilhánková, 2002).

Graf 1: Vliv teploty na rychlost rozmnožování mikroorganismů



1 – *Escherichia Coli*, 2 – *Lactoacillus deubrueckii subsb. deubrueckii*

r – teplota (°C), τ – počet generací/h

Zdroj: Šilhánková (2002)

Teplota, která je optimální pro rozmnožování mikroorganismů, se nemusí vždy shodovat s optimální teplotou pro ostatní životní procesy buňky. Zároveň pro tvorbu některých produktů metabolismu je optimální hodnota jiná než pro tvorbu buněčné hmoty. Základní teplotní body pro mikroorganismy se výrazně liší, z důvodu adaptace mikroorganismů. Například optimální teplota u mikroorganismů parazitujících na teplokrevných živočiších se pohybuje okolo 37 °C (Šilhánková, 2002).

Psychrofilní mikroorganismy podle Šilhánkové (2002) mají optimální teplotu nižší než 20 °C a jejich intenzivní růst se uskutečňuje při teplotě od 0 až 5 °C a jsou zjištělné i pohledem po inkubaci 48 hodin.

Adams a Moss (2008) uvádějí, že u potravin mají největší význam psychrotrofní mikroorganismy, které se bez ohledu na jejich optimální teplotu rozmnožují při 0 až 10 °C. K jejich největšímu nárůstu dochází v průběhu bourání a vykostování, protože tyto operace probíhají při teplotě do 10 °C. Podle Hernandez *et. al.* (2011) schopnost mikroorganismů růst při nízkých teplotách je pro masný průmysl ohrožující, protože při jejich nálezů dochází kromě ekonomických ztrát i k negativnímu znehodnocení obchodní značky. Minimální teploty pro růst patogenních mikroorganismů jsou uvedeny v tabulce 1. K psychrotrofním bakteriím patří převážně příslušníci rodu *Pseudomonas*, *Micrococcus* a *Flavobacterium*. Tyto bakterie způsobují rozklad masa (Šilhánková, 2002).

Tabulka 1: Minimální teploty pro růst patogenních mikroorganismů

	°C
<i>Bacillus cereus</i>	1
<i>Clostridium botulinum typ A</i>	12
<i>Clostridium perfringens</i>	12
<i>Listeria monocytogenes</i>	-0,4
<i>Salmonella spp.</i>	6 - 10
<i>Staphylococcus aureus</i>	7
<i>Yersinia enterocolitica</i>	-2

Zdroj: Hrudková, 1993

Mezofilní mikroorganismy představují většinu všech mikroorganismů, jejich optimální teplota je nižší než 45 °C. Optimální teplota u kvasinek je 37 °C a plísní 30 °C. (Šilhánková, 2002). Mezofily jsou často lidského nebo zvířecího původu a zahrnují jedny z nejvíce se vyskytujících patogenů na potravinách jako je *Salmonella*, *Staphylococcus aureus* a *Clostridium perfringens* (Adams a Moss, 2008). Většina mezofilních mikroorganismů je usmrcena ve vlhkém prostředí při teplotě 60 až 65 °C po dobu 10 až 15 minut. Podle Zhanga *et al.* (2010) je letální teplota klíčovým faktorem, při rychlosti inaktivace vegetativních bakterií v potravinách.

Vysoká teplota při zpracování je inovativní způsob jak sterilizovat potravu. Při zvýšení teploty dochází k inaktivaci vegetativních mikroorganismů a patogenů. Použití vysoké teploty nemá u masných výrobků významný vliv na senzoriku (Duranton *et al.*, 2011).

Šilhánková (2002) zjistila, že u termofilních organismů je pro většinu optimální teplota 50 až 60 °C. Termofilní bakterie mají své zástupce mezi rody *Bacillus*, *Clostridium* a *Lactobacillus*.

Ve zmrazených potravinách, které jsou skladovány při teplotách -15 až -18 °C, přežívají bakterie déle než 1 rok. Zmrazení potravin nevede k usmrcení mikroorganismů, ale pouze k pozastavení jejich činnosti. Jakmile zmrazené potraviny roztají, začnou se velmi rychle rozkládat, jelikož i tkáň masa jsou poškozeny krystalky ledu při rozmrazování (Šilhánková, 2002). Hrudková (1993)

uvádí, že při ochlazování výrobků platí stejné zásady jako pro ohřev výrobků, kde je nejkritičtější rozsah teplot 10 – 55 °C, který je nutný rychle překročit.

2.3.2.2 Plynná atmosféra

Kyslík zahrnuje 21 % zemské atmosféry a je nejdůležitějším plynem ve styku s potravinami. Jeho přítomnost, která ovlivňuje redox potenciál má vliv na růst a vývoj mikroorganismů. Inhibiční efekt CO₂ je aplikován v modifikované atmosféře pro balení potravin. Mechanismus inhibice CO₂ je často závislý na pH (Adams a Moss, 2008).

2.3.2.3 Implicitní faktory

Třetí sada faktorů, o kterých se Adams a Moss (2008) zmiňují, jsou důležité pro určování povahy mikrobiálních sdružení v potravinách. Jedná se o implicitní faktory, které popisují reakce organismů samotných, jak reagují na jejich živné prostředí vzájemně na sebe. Specifická rychlost růstu mikroorganismu v potravinách určuje jeho význam. Mnoho forem mikroorganismů roste dobře na čerstvých potravinách jako je maso, ale rostou pomaleji než bakterie a jsou inhibovány jako je snížené pH a aktivita vody, které vedou ke kažení.

2.3.2.4 Faktory při zpracování

Chceme-li předvídat mikrobiální chování potravin a určit její důsledky pro bezpečnost a kvalitu potravin, musíme nejprve přesně popsat prostředí potravin a následně zjistit, jaký bude mít vliv na růst a přežití mikroorganismů (Adams a Moss, 2008).

2.4 Skladování masných výrobků

Steinhauser *et al.* (1995) uvádí, že masné výrobky jsou ukládány při teplotách stanovených výrobcem. Převážná většina masných výrobků se balí ve vychlazeném stavu, tím se předchází k vytvoření živného prostředí pro mikroorganismy, které by se za dané teploty rychleji přemnožili. Významný vliv na uskladnění má také světlo, které výrazně ovlivňuje vznik barevných změn na mase a masných výrobcích. Maso

v důsledku styku se světlem mění svoji barvu. Nejčastěji se jedná o blednutí, šednutí a zelenání.

2.5 Mikroorganismy vyskytující se na maso

Tkáně zdravého zvířete jsou dle Adamse a Mosse (2008) chráněny před kontaminací kombinací fyzických bariér a imunitním systémem. Z tohoto důvodu by měli být svaly a vnitřní orgány z čerstvě poraženého zvířete relativně bez mikroorganismů. Počet mikroorganismů zjištěných ve vzorcích tkání je obvykle nižší než 10 KTJ/kg, ačkoliv se jejich počet může zvýšit, pokud zvíře trpí infekcí nebo je ve stresu. Protože některé choroby zvířat mohou být přenášeny na člověka, pro lidskou spotřebu se využívá maso pouze ze zdravých zvířat. Vizuální kontrola před a po porážce identifikuje nevhodné maso, které následně vyloučí. Nejčastěji může kontaminovat maso kůže a zažívací trakt zvířete.

Mezi další rizikové faktory ovlivňující mikrobiologickou jakost hovězího masa a masných výrobků jsou dle Barrose *et al.* (2007) hygienické podmínky při jejich výrobě a manipulaci. Bez správné hygienické kontroly na jatkách a řeznictví dochází k přemnožení mikroorganismů. Hlavními začistiřovými body v řeznictví byly ve vzestupném pořadí kanalizace, podlahy, plastové boxy, míchačky, nože, mlýnky a nerezové boxy. Nejvíce kontaminovanými produkty byly čerstvé uzeniny a mleté hovězí maso.

2.6 Balení masa a masných výrobků

Balená potravina je podle české legislativy každý jednotlivý výrobek určený k přímému prodeji spotřebiteli, který se skládá z potraviny a obalu. Potravina musí být v obalu uzavřena takovým způsobem, že obsah nelze vyměnit, aniž by došlo k otevření nebo výměně obalu (Vyhláška č. 113/2005 Sb.). Evropská unie rozlišuje mezi tzv. „prvním balením“ (angl. wrapping), kde se jedná o umístění potraviny do prvního obalu nebo první nádoby, které přicházejí do přímého styku s dotyčnou potravinou, „dalším balením“ (angl. packaging) je umístění jedné nebo více potravin v první obalu do další nádoby (Nařízení 852/2004). Z výrobního hlediska se můžeme zmínit i o „technologickém obalu“, který představuje obal, v němž probíhá

technologické opracování výrobku a obvykle zůstává jeho součástí (Vyhláška č. 326/2001 Sb.).

2.7 Funkce obalu

Obaly na masné výrobky poskytují různé funkce. Podle Kameníka a Chomáta (2013) mají především ochrannou funkci, která brání mikrobiální kontaminaci a tím ovlivňuje údržnost produktu. Obal brání vysychání a zabraňuje hmotnostním ztrátám a sensorickým změnám, zabraňuje znečištění a chrání produkt před přijímáním cizích pachů, působením záření, vzdušné atmosféry, mechanickým poškození a před nepříznivými vlivy vnějšího prostředí (škůdci, hmyz, ...).

Další důležitá funkce obalů je informační, kdy spotřebitel může nalézt informace o výrobcí a složení přímo na obalu. V posledních letech se prodejci snaží zaujmout především barevným vzhledem obalu působící na naše smysly a různými marketingovými informacemi, které nás ujišťují o kvalitě výrobku, proto informace na produktech značně ovlivňují spotřebitele při nákupu a také umožňují naplnění legislativy. Balení se docílí zachování žádoucích organoleptických vlastností a prodlužuje se doba skladovatelnosti. Dnešní způsoby balení jsou schopny minimalizovat spotřebu obalového materiálu, což je dobré pro ochranu před stále se zvětšujícím znečištěním našeho životního prostředí (Budig, 2009).

2.8 Způsoby balení masa

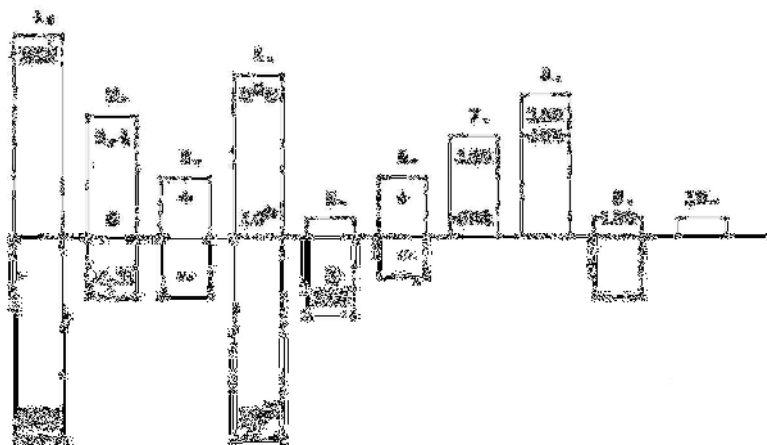
Způsob zvolení technologie balení se podílí rozhodujícím způsobem na údržnosti a vlastnostech baleného masa. Balicí technologie je možné rozdělit na balení prostá, balení vakuová a balení v ochranné atmosféře (Steinhauser a Steinhauserová, 1995).

2.8.1 Prosté balení

Při prostém balení (*angl.* nonpreservative packaging) se produkt obalí plastovou fólií, nejčastěji po předchozím vložení do podložní misky. Zpravidla se pro balení používají misky polystyrenové (McMillin, 2008). Steinhauser a Steinhauserová (1995) uvádí, že v případě prostého balení se jedná o balení masa bez evakuace vzduchu nebo modifikace složení vzduchu v uzavřeném obalu. Vlivy

působící na údržnost masa baleného prostým přebalem jsou shrnuty ve sloupcovém diagramu na grafu č. 2.

Graf 2: Bariéry a iniciátory kažení baleného masa

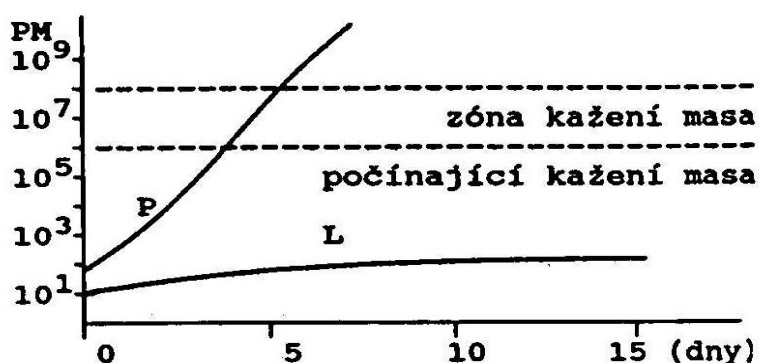


1. mikrobiologický obraz masa; 2. pH masa; 3. vyžralost, vaznost, PSE, DFD; 4. teplota masa; 5. relativní vlhkost; 6. vliv obalu; 7. vakuum v balíčku; 8. oxid uhličitý pod obalem; 9. kyslík v atmosféře pod obalem; 10. dusík v atmosféře pod obalem

Zdroj: Steinhauser a Steinhauserová (1995)

Údržnost baleného masa podle Steinhausera a Steinhauserové (1995) velmi ovlivňuje stabilita skladovací teploty. Rozhodujícím faktorem ovlivňujícím pozitivně údržnost masa je jakost masa, minimální kontaminace mikroorganismy a stabilní teplota při skladování (graf 3). Optimální teplota pro zachování vlastností čerstvého masa je při skladování v rozmezí 0 až +2 °C. V praxi se nejčastěji užívá 0 až +4 °C, ale je velmi obtížné udržet chladírenský řetězec bez teplotních výkyvů. S malým kolísáním teplot se počítá, a proto jsou balicí fólie opatřeny antiorosovací úpravou. K přebalu se dnes aplikují fólie z polyetylénu nebo polyvinylchloridu (Kameník a Chomát, 2013). Na povrchu fólie se vytvoří polárnější povrch za pomoci antifon – tenzidů, který zabraňuje kapénkové kondenzaci. Kondenzovaná voda vytvoří plošnou kondenzaci za pomoci filmu na fólii, který viditelně nezhoršuje průhlednost fólie (Steinhauser a Steinhauserová, 1995).

Graf 3: Dynamika růstu mikroorganismů na mase baleném prostě



PM – počet mikroorganismů, P – psychrofilní mikroorganismy, L – laktacidogenní mikroorganismy

Zdroj: Steinhauser a Steinhauserová (1995)

2.8.1.1 Fólie vhodné k balení masa a masných výrobků

Objevování a výzkum v oblasti polymerů se datuje od první poloviny 19. století. Nejčastěji se při balení potravin používají tyto polymery: polyetylén s nízkou hustotou (PE-LD), polyetylén s vysokou hustotou (PE-HD), polypropylén (PP), polyethyltereftalát, polyamid (PA - nylon), polyvinylchlorid (PVC), polyvinylidenchlorid (PVdC), polystyren (PS), etylén – vinylacetát (EVA). Vlastnosti plastů využívaných v potravinářství pro balení masa uvádí tabulka č. 2 (Kameník a Chomát, 2013).

Tabulka 2: Vlastnosti hlavních polymerů (fólie 1mil/25,4 UM)

polymer	zkratka	Rychlost přenosu vodní páry (g/m ² /24hod)	Rychlost přenosu (propustnost) O ₂ (cm ³ /m ³ /24hod)	Pevnost v tahu (MPa)	Svařovací teplota (°C)
polyvinylchlorid	PVC	1,5 – 5	8-25	9-45	135-170
polyvinyliden chlorid	PVdC	0,5 – 1	2-4	55-110	120-150
polypropylen	PP	5 – 12	2 000-4 500	35,8	93-150
polyetylén s vysokou hustotou	PE-HD	7-10	1 600-2 000	38,2	135-155
polyetylén s nízkou hustotou	PE-LD	10-20	6 500-8 500	11,6	120-177
lineární polyetylén s nízkou hustotou	PE-LLD	15,5-18,5	200	7-135	104-170
ionomer		25-35	6 000	24-35	107-150
etylén-vinyl acetát	EVA	40-60	12 500	14-21	66-177
etylén-vinyl alkohol	EVOH	1 000	0,5	8-12	177-205
polymaid	PA	300-400	50-75	81	120-177
polyetylén tereftalát	PET	15-20	100-150	159	135-177
polystyren	PS	70-150	4 500-6 000	45,1	121-177

Zdroj: McMillin,2008

Plastové fólie lze dle Kameníka a Chomáta (2013) rozdělit do tří základních kategorií, které jsou určeny na základě jejich vlastností:

- materiály vykazující bariérové schopnosti (EVOH, PVC, PVdC, PET, PA, PP);
- materiály se snadnou svařitelností (PE, PS);
- materiály s mechanickou odolností (PET, PA, PP).

McMillin (2008) uvádí, že žádný z jednotlivých materiálů však není schopen plnit všechny tři uvedené požadavky, proto se v balení potravin používají vrstvené fólie, které jsou kombinací jednotlivých materiálů. Budig (2009) uvádí, že typickou fólií vyvinutou pro maso a masné výrobky je třívrstvá fólie, která je složena

z polyamidu (PA), ethylenvinylalkoholu (EVOH) a polyetylenem (PE). V případě PA fólie se jedná o levnou, ale dobrou bariéru proti prostupu vodní páry. EVOH fólie slouží jako nepropustná vrstva proti kyslíku a oxidu uhličitému. Důležitá vrstva pro pevný svár je tvořena PE fólií.

V současnosti se do balících strojů využívají fólie složené ze sedmi vrstev koextrudovaných v jeden celek. Existují zde i fólie se schopností angi-fog-layer, které zabraňují zamlžení transparentní částí balení a které jsou vhodné pro balení čerstvého masa. Tyto vrstvy jsou sice dražší, ale náklady na fólie tohoto typu se vyplatí, protože výrazně zvyšují prodejnost masa (Budig, 2009). Steinhäuser a Steinhäuserová (1995) uvádějí, že takto balené maso v důsledku krycí fólie prokazuje málo výrazné barevné změny. Pro balení výsekového masa je vhodné profilovat dna vaniček tak, aby ochranná atmosféra alespoň částečně působila i na spodní stranu baleného masa.

2.8.2 Balení do vakua

K masivnímu využití vakua v masné technologii došlo přibližně v roce 1926, současně se zaváděním strojních chladících agregátů do průmyslových výroben masných výrobků a konzerv. Balení masných výrobků do vakua má pozitivní vliv na urychlení prosolení celistvých kusů masa při nakládání a urychlení procesu tvorby a stability charakteristického růžového probarvení nakládaných masných výrobků (Budig, 2009).

Hanušová a Dobiáš (2009) uvádějí, že principem vakuového balení (obrázek 1) je rovnoměrné odstranění všech plynů přítomných v okolí potravin tak, že obsah kyslíku v okolí produktu poklesne přibližně pod 1 % původního množství. Při využití obalu s příliš vysokým vakuem dochází ke stlačení výrobku a tím k vytlačení tuku a tekutin, výsledkem jsou hmotnostní ztráty a nevhodnost výrobku. Jedná se například o slepení plátkového salámu nebo mechanického porušení křehkého zejména sušeného zboží. Vakuové balení také není vhodné pro balení čerstvého masa, jelikož dochází ke snížení parciálního tlaku kyslíku a to umožňuje desorpci kyslíku z oxymyoglobinu a následné oxidaci vzniklého myoglobinu na metmyoglobin, který má hnědo-šedou barvu. Pokud bychom snížili obsah kyslíku pod 0,1 %, což by znamenalo téměř vyloučení kyslíku z obalu, nedošlo by k oxidaci a následnému šedo-hnědému zabarvení, ale při pozdějším vystavení masa působení

kyslíku by se obnovila typicky červená barva masa. Proto Adams a Moss (2008) uvádějí, že kyslík obsažený ve směsi plynů slouží k zachování červeného vzhledu masa způsobeného oxymyoglobinem. Jasně červená barva je obecně považována za žádoucí pro spotřebitele, protože signalizuje dobrou kvalitu a čerstvost masa (Carpenter *et al.*, 2001).

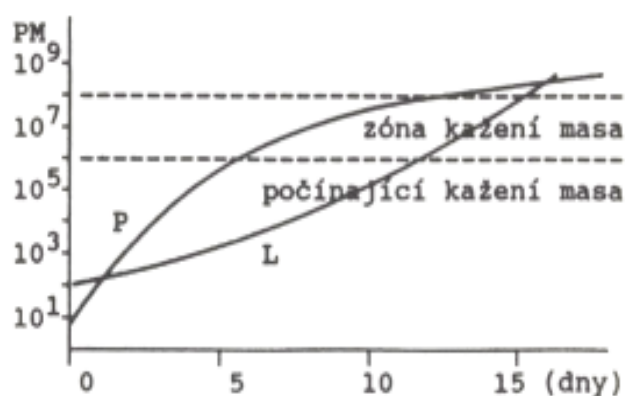
Obrázek 1: Vakuové balení hovězího masa



Zdroj: Kourková (2013)

Steinhauser a Steinhauserová (1995) uvádí, že výrobce běžně garantuje údržnost masa baleného 5 až 12 dní (graf 4), výjimečně ale i 6 až 8 týdnů.

Graf 4: Dynamika růstu mikroorganismů na vakuově baleném mase



PM = počet mikroorganismů, P – psychrotrofní mikroorganismy, L – laktacidogenní mikroorganismy

Zdroj: Steinhauser a Steinhauserová (1995)

Podle Hrudkové (1993) je při vakuovém balení brát zřetel na tyto kritické body:

- použití vhodného obalového materiálu,
- dosažení co největšího vakua,
- zajištění dobré pevnosti svárů.

2.8.2.1 Skin balení

Skin balení je relativně novou obalovou metodou, která odstartovala na švédském trhu (Carreira *et al.*, 2004). Kameník a Chomát (2013) uvádí, že tento nový způsob vakuového balení spočívá v umístění produktu na podložní misku a následné přetažení fólie pod vakuem při současném působení vyšší teploty. Ohřev změkčí fólii, která výrobek těsně obepne, odtud pochází výraz „skin“ (*angl.* skin = kůže) balení. Výhodou je zlepšení vzhledu výrobku a menší náklady na spotřebu inertního plynu a skladování (TECHNOLOGY, 2009), které dle Carreira *et al.* (2004) způsobuje absence vrásek obalu, kde by se mohly plyny shromažďovat. Mezi nevýhody patří barva masa, která se pod obalem zbarví do fialova, což snižuje přijatelnost spotřebitelů.

Fólie jsou flexibilní obaly, které patří k nejpobulárnějšímu balení všech typů produktů. Obaly vyrobené z různých druhů fólií jsou velice dobře potiskovatelné, a proto jsou vhodné i pro náročnější design obalu. Oproti pevným materiálům se zde neklade důraz na náročnost konstrukce obalu. Fólie je možné využít jako primární nebo sekundární obal a v některých případech i jako fixační materiál (Žižková, 2009). Lagerstedt *et al.* (2011) ve svých studiích dokázali, že k dalším výhodám skin balení oproti vakuovému balení je lepší mikrobiální stav potraviny balené obalovou metodou skin. Tohoto jevu může být dosaženo působením vysoké teploty, tím dojde k ustálení materiálu neboli k získání rozměrové stability (Žižková, 2009).

Maso balené metodou skin působí pozitivně svým vzhledem na zákazníka, proto je v obchodních řetězcích více žádané (Lagerstedt *et al.*, 2011).

2.8.3 Balení do modifikované atmosféry (MA)

Po roce 1989 došlo k nebyvalému rozvoji do investic do balení. Rozsáhlé zavedení tohoto způsobu balení výsekového masa na podložních miskách do modifikované atmosféry (MAP - Modified Atmosphere Packaging) podpořily především požadavky hypermarketů a supermarketů (obrázek 2). Zpočátku využití této technologie balení se šetřilo (na úkor kvality) na bariérových vlastnostech jak vrchní fólie tak podložních misek (Budig, 2009).

Obrázek 2: Hovězí maso balené do ochranné atmosféry



Zdroj: Kourková (2013)

Podstata účinku balení v modifikované atmosféře podle Adamse a Mosse (2008) spočívá v eliminaci oxidoredukčních změn a inhibici rychle rostoucích nežádoucích mikroorganismů, které jinak kazí zboží. Z tohoto úhlu pohledu lze potraviny rozdělit do dvou základních skupin. Do první skupiny patří produkty, u nichž je třeba zachovat výměnu plynů s okolím, proto sem můžeme zařadit části čerstvých plodin a potraviny, v nichž dochází k fermentačním procesům. Do druhé skupiny se řadí potraviny, v kterých pletiva či tkáně byly během zpracování umrtveny, jedná se o maso, masné výrobky a sýry (Hanušová a Dobiáš, 2009).

Budig (2009) uvádí, že v případě balení do MAP se používají výplachy nebo plnění směsí plynů, jedná se o různé kombinace kyslíku, oxidu uhličitého a dusíku (tabulka 3), za předpokladu absorpčních změn, které nastanou v průběhu skladování. Balení způsobem BA (Balance Atmosphere) znamená vyvážené prostředí a BAP

(Balance Atmosphere Packaging) je synonymem způsobu balení s vyvážením atmosféry, kdy produkt může „dýchat“ a zachová si co nejlepší sensorické vlastnosti. Při balení do MAP je nutná kontrola úrovně zbytkového kyslíku, složení směsi plynu a objemu plynu v balení (tabulka 4).

Úprava atmosféry v obalu má v každém případě pouze pomocnou úlohu a stabilita potraviny je vždy závislá na mnoha dalších faktorech, proto není samozřejmostí, že úprava atmosféry v obalu sama o sobě zlepšuje kvalitu produktu a prodlouží její skladovatelnost (Dobiáš a Opatová, 2006). Adams a Moss (2008) uvádí některé směsi MAP plynů používaných v různých produktech v tabulce 3. Balení MA by mělo být využíváno pouze výrobci, kteří mají dokonalou kontrolu nad chemickým složením a mikrobiální kontaminací výrobku.

Tabulka 3: Doporučené kombinace potravinářských plynů do MAP

	O₂	N₂	CO₂
Vařený výrobek	méně než 0,5 %	20-40 %	60-80 %
Nakládaný výrobek	méně než 0,5 %	60-80 %	20-40 %
Čerstvé maso	60 %	20 %	20 %
Vzdušná směs	21 %	78 %	méně než 1 %

Zdroj: Budig (2009)

Tabulka 4: MAP atmosféra použita při balení potravin

Produkt	% CO₂	% O₂	% N₂
Čerstvé maso	30	30	40
Masné výrobky	20-50	0	50-80
Krájené tepelně upravené maso	75	10	15
Drůbeží	25-30	0	70-75
Vepřové	20	80	0
Zpracované maso	0	0	100

Zdroj: Adams a Moss (2008)

Hlavní činitelé v balení výrobku do ochranné atmosféry jsou:

- ochranná atmosféra;
- obalová fólie (obal);
- balicí stroj;
- příprava a hygiena (Pokorný, 2008).

Základní systémy balení masa a masných výrobků mají svá pozitiva a negativa, jejich charakteristické znaky v přehledné formě popisuje tabulka č. 5.

Tabulka 5: Charakteristické znaky vybraných způsobů balení masa

balení	prosté balení	vakuové „skin balení“	MAP CO₂ a N₂	MAP 80% O₂
stručný popis	produkt na podložní misce přebalené fólií propustné pro plyny	fólie těsně obepínající produkt na pevné podložce	podloží miska přebalená fólií s bariérovými vlastnostmi	podloží miska přebalená fólií s bariérovými vlastnostmi
složení atmosféry v balení	vzdušná atmosféra	žádná atmosféra	CO ₂ (zpravidla 20 - 30 %) + N ₂	nejčastěji 80 % O ₂ + 20 % CO ₂
barva masa v balení	červená	purpurová	purpurová	červená
údržnost masa (dny/4 °C)	5 - 7	60 - 90	30 - 60	12 - 16
přitažlivost pro zákazníka	2 - 7	30 - 60	15 - 40	7 - 16
uvolnění šťávy (%)	8 - 10	2 - 5	1 - 5	0 - 5
výhody	zákazník zná typ balení, snadná vizuální kontrola produktu, nejnižší náklady, variabilita velikosti balení	dlouhá údržnost, snadná vizuální kontrola	dlouhá údržnost	zářivě červená barva
nevýhody	krátká údržnost, z balení může vytékat uvolněná šťáva	barva masa není atraktivní pro zákazníky	barva masa není atraktivní pro zákazníky	oxidace lipidů díky O ₂ v atmosféře, snížená křehkost masa

Zdroj: McMillin (2008)

2.9 Požadavky na balená masa

Podle zákon č. 110/1997 Sb., musí být po porážce maso zchlazeno nejpozději do 48 hodin ve všech částech a trvale udržováno při teplotě, která není vyšší než 7 °C a u výsekového masa 2 °C u mletého baleného masa. Při uvádění masa do oběhu musí být v prostorách, v kterých dochází k úpravě masa a k manipulaci teplota nejvýše 12 °C po dobu z technologického hlediska nezbytně nutnou. Výsekové zmrazené maso a droby smí být uváděny do oběhu pouze balené. Maso musí být při skladování chráněno před přímým slunečním zářením. Při přepravě nesmí dojít ke zvýšení teploty masa o více jak 2 °C.

Potraviny uvedené do oběhu musí vyhovovat stanoveným mikrobiologickým požadavkům. Vyhláška č. 294 Ministerstva zdravotnictví o mikrobiologických požadavcích na potraviny určuje tolerované hodnoty pro jednotlivé druhy, skupiny nebo podskupiny potravin. Tabulka č. 6 uvádí hodnoty, které jsou podmiňující pro maso, maso porcované, dělené a balené – čerstvé i mrazené.

Tabulka 6: Tolerované hodnoty pro maso

	n	c	m	M
Koliformní bakterie	5	2	$5 \cdot 10^2$	$5 \cdot 10^3$
<i>Staphylococcus auerus</i>	5	2	10^2	$5 \cdot 10^3$
<i>Salmonella</i>	5	0	0/25	-

Zdroj: Zákon č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích

Legenda:

n – rozsah výběru, tj. počet vzorků určený k vyšetření, jehož účelem je rozhodnout, zda posuzovaná šarže výrobku bude posouzena jako vyhovující nebo nevyhovující stanoveným mikrobiologickým požadavkům

m – množství mikroorganismů, které se připouští u všech vzorků výběru

M – množství mikroorganismů, které se ještě připouští u počtu vzorků, který je nižší nebo se rovná rozhodnému číslu (c)

c – rozhodné číslo, tj. počet vzorků z výběru, u nichž se připouští hodnota M

Podnikatel, který uvádí potraviny do oběhu, je povinen používat jen takové obaly a obalové materiály, které

- a) chrání potravinu před znehodnocením a znemožňují záměnu nebo změnu obsahu bez otevření nebo změny obalu,
- b) odpovídají požadavkům na předměty a materiály přicházející do přímého styku s potravinami,
- c) senzoricky ani jiným způsobem neovlivní potravinu (Zákon č. 110/1997 Sb.).

Pravidla pro hygienu potravin na úrovni členských států Evropské unie stanovuje nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004 ze dne 29. dubna 2004 o hygieně potravin, v platném znění. Nařízení stanoví obecná pravidla pro hygienu potravin vztahující se na provozovatele potravinářských podniků, přičemž se přihlíží především k těmto zásadám:

- a) primární odpovědnost za bezpečnost potravin nese provozovatel potravinářského podniku,
- b) je nezbytné zajistit bezpečnost potravin v celém potravinovém řetězci, počínaje prvovýrobou,
- c) je důležité, aby u potravin, které nelze bezpečně skladovat při okolní teplotě, zejména u mražených potravin nebyl porušen chladicí řetězec,
- d) všeobecné používání postupů založených na zásadách HACCP spolu s používáním správné hygienické praxe by mělo posílit odpovědnost provozovatelů potravinářských podniků,
- e) pokyny pro správnou praxi jsou hodnotným nástrojem, který napomůže provozovatelů potravinářských podniků na všech úrovních potravinového řetězce dodržet pravidla hygieny potravin a používat zásady HACCP,
- f) je nezbytné stanovit mikrobiologická kritéria a požadavky na kontrolu teploty, založené na vědeckém posouzení rizika,
- g) je nezbytné zajistit, aby dovážené potraviny odpovídaly alespoň týmž nebo rovnocenným hygienickým normám jako produkty vyráběné ve Společenství.

3. Cíl práce

Cílem diplomové práce bylo na základě hodnocení výsledku sledovat vliv vybraných obalů, používaných v potravinářském průmyslu při balení hovězího masa, na obsah celkového počtu mikroorganismů (CPM) uváděných v jednotce KTJ - kolonie tvořící jednotky.

4. Materiál a metodika

Hovězí maso – *Muscullus semimembranosus* (MSM) bylo rozděleno na 320 dílů o hmotnosti cca 50 g a označeno čísly. Jednalo se o maso ze dvou kusů býků, kteří byli poraženi ve stejný den. Hovězí čtvrtě zadní byly vychlazeny na teplotu +4 °C v jádře a následně rozbourány na anatomické části. Z nich bylo odebráno maso na vzorky a zabaleno.

Vzorky č. 1 až č. 80 byly nezabalené umístěny na podložní misce do chlazeného prostředí (+5 °C).

Vzorky č. 81 až č. 160 byly zabaleny do průtažné mikrotenové fólie bez použití ochranné atmosféry a rovněž umístěny do chlazeného prostředí (+5 °C).

Vzorky č. 161 až č. 240 byly za použití ochranné atmosféry, složené z 80 % CO₂ a 20 % N₂ zabaleny do fólie (spodní díl z hlubokotažné vícevrstvé polyamid - polyetylenové (PA/PE) fólie o tloušťce 120 μm, svrchní díl vícevrstvá PA/PE fólie o tloušťce 40 μm) a uloženy do prostředí s teplotou +5 °C.

Vzorky č. 241 až č. 320 byly zabaleny za použití 80 % vakua do sáčku z vícevrstvé fólie PA/PE o tloušťce 80 μm a uloženy do chlazeného prostředí +5 °C.

Po uplynutí 72 hodin byly vzorky č. 1, 81, 161, 241 vyjmuty z chlazeného prostředí a byla u nich provedena zkouška na přítomnost mikroorganismů (počet KTJ). Z povrchu vzorku byly pomocí sterilní tyčinky sejmuty stěry, které se kultivovaly na tuhých agarových půdách při teplotě 30 °C po dobu 72 hodin. Po kultivaci se zjistil počet KTJ pomocí tužky na počítání KTJ. Vzorky, kde byl počet KTJ nepočítatelný, byly naředěny podle potřeby – 10x, 100x, 1 000x a po kultivaci byl spočítán počet KTJ a přepočten na základní koncentraci vzorku.

Další vzorky (č. 2, 82, 162, 242; 3, 83, 163, 243 a další) byly odebrány vždy po uplynutí 72 hodin od posledního vzorkování. Počet KTJ byl stanoven stejným způsobem jako u prvních odebraných vzorků.

Při statistickém zpracování dat byly výpočty výsledků využity programy Microsoft Excel a Statistica CZ Version 10 (Statsoft ČR). Pro statistické zpracování byly použity metody: t-test, jednofaktorová ANOVA, spojnicový graf a grafy průměrů.

5. Výsledky a diskuze

Stanovení celkového počtu mikroorganismů (CPM) proběhlo podle ČSN/ISO 4833 (5560083) (Jičínská a Havlová, 1998). Pro vytvoření grafu 5, 6, 7 a 8 a tabulek 8, 9, 10, 11, 12 a 13 byla data zlogaritmována z důvodu statistické průkaznosti.

Tabulka 7: Základní statistická charakteristika CPM

Popisné statistiky						Počet - ChD
	Průměr	Směrodatná odchylka	Min.	Max.	N	
maso nebalené	1 501 544 070	$2,87 \cdot 10^9$	20	$9 \cdot 10^9$	32	48
mikrotenová fólie	905 553 175	$2,23 \cdot 10^9$	200	$8 \cdot 10^9$	48	32
balení MA	170 873 436	$3 \cdot 10^8$	30	$9 \cdot 10^9$	64	16
vakuum	106 151 583	$2,5 \cdot 10^8$	20	$9 \cdot 10^9$	56	24

MA = modifikovaná atmosféra, CPM = celkový počet mikroorganismů, n – počet údajů, ChD – chybná data

Tabulka 7 zahrnuje vypočtené základní statistické charakteristiky sledované u celkového počtu mikroorganismů za dobu 27 dní vždy po 72 hodinách. Průměrné hodnoty mikroorganismů u sledovaných vzorků jsou nejvyšší v případě nebaleného masa. Maso nebalené má průměrně $1,5 \cdot 10^9$ KTJ/g, od něhož se příliš neliší maso balené do mikrotenové fólie. Balení do modifikované atmosféry a vakua je v průměrných hodnotách podobné. Dosažené výsledky korespondují se zjištěním Kameníka a Chomáta (2013), že ochranná balení (vakuum a ochranná atmosféra) jsou založena na stejných bariérových vlastnostech použitých fólií.

Minimální hodnoty, které vzorky vykazují na začátku měření, nepřekračují ani v jedné ze sledovaných skupin limity vyplývající z Nařízení Komise (ES) č. 2073/2005. Maximální hodnoty, které byly možné ještě změřit, se pohybovaly všechny velmi vysoko.

Velká směrodatná odchylka signalizuje výrazné odlišnosti mezi měřenými vzorky, důvodem byla dlouhá doba sledování daných vzorků.

Počet vzorků u každého balení byl 80, avšak při překročení hodnoty 10^9 , byl počet KTJ již neměřitelný, proto je zde uveden i počet chybných dat. Nejméně měřitelných vzorků bylo u nebaleného masa, následovalo maso balené do mikrotenové fólie, vakuové balení a modifikovaná atmosféra.

Tabulka 8: Porovnání průměrných hodnot CPM u nebaleného masa s balením mikrotenovou fólií

Skup. 1 vs. skup. 2	T-test pro nezávislé vzorky (Tabulka1)								
	Pozn.: Proměnné byly brány jako nezávislé vzorky								
	Hodnota t	sv	p	Poč.plat. skup. 1	Poč.plat. skup. 2	Sm.odch. skup. 1	Sm.odch. skup. 2	F-poměr Rozptyly	p Rozptyly
nebalené vs. mikrotenová fólie	-0,029318	8	0,977329	4	6	3,483732	2,620981	1,766695	0,539037

Podle tabulky 8 vyplývá, že při sledování průměrných hodnot u nebaleného masa a prostého balení do mikrotenové fólie nebyl zjištěn žádný statisticky významný rozdíl ($P = 0,97$).

Tabulka 9: Porovnání průměrných hodnot CPM nebaleného masa s MA balením

Skup. 1 vs. skup. 2	T-test pro nezávislé vzorky (Tabulka1)								
	Pozn.: Proměnné byly brány jako nezávislé vzorky								
	Hodnota t	sv	p	Poč.plat. skup. 1	Poč.plat. skup. 2	Sm.odch. skup. 1	Sm.odch. skup. 2	F-poměr Rozptyly	p Rozptyly
nebalené vs. MA balení	0,177760	10	0,862461	4	8	3,483732	2,841843	1,502759	0,590329

Z tabulky 9, kde srovnáváme průměrné hodnoty nebaleného masa a masa baleného do modifikované atmosféry je zřejmé, že v analyzovaných výsledcích není významný statistický rozdíl ($P = 0,86$).

Tabulka 10: Porovnání průměrných hodnot CPM nebaleného masa s vakuově baleným

		T-test pro nezávislé vzorky (Tabulka1)								
		Pozn.: Proměnné byly brány jako nezávislé vzorky								
Skup. 1 vs. skup. 2		Hodnota t	sv	p	Poč. plat. skup. 1	Poč. plat. skup. 2	Sm.odch. skup. 1	Sm.odch. skup. 2	F-poměr Rozptyly	p Rozptyly
nebalené vs. vakuum		0,248922	9	0,809009	4	7	3,483732	2,668831	1,703912	0,529370

Z tabulky 10 se při porovnání hodnot průměrů celkového počtu mikroorganismů u masa nebaleného s vakuově baleným masem vyplývá, že zde nebyly žádné statisticky významné rozdíly ($P = 0,81$).

Tabulka 11: Porovnání průměrných hodnot CPM u masa baleného do mikrotenové fólie s MA balením

		T-test pro nezávislé vzorky (Tabulka1)										
		Pozn.: Proměnné byly brány jako nezávislé vzorky										
Skup. 1 vs. skup. 2		Průměr skup. 1	Průměr skup. 2	Hodnota t	sv	p	Poč. plat. skup. 1	Poč. plat. skup. 2	Sm.odch. skup. 1	Sm.odch. skup. 2	F-poměr Rozptyly	p Rozptyly
mikrotenová fólie vs. MA balení		5,690564	5,302423	0,261157	12	0,798400	6	8	2,620981	2,841843	1,175635	0,889009

V tabulce 11 nebyly zjištěny žádné statisticky významné rozdíly ($P = 0,79$) mezi sledovanými průměrnými hodnotami celkového počtu mikroorganismů v mase baleném do mikrotenové fólie a balením do modifikované atmosféry.

Tabulka 12: Porovnání průměrných hodnot CPM masa baleného v mikrotenové fólii s vakuově baleným

Skup. 1 vs. skup. 2	T-test pro nezávislé vzorky (Tabulka1) Pozn.: Proměnné byly brány jako nezávislé vzorky								
	Hodnota t	sv	p	Poč.plat. skup. 1	Poč.plat. skup. 2	Sm.odch. skup. 1	Sm.odch. skup. 2	F-poměr Rozptyly	p Rozptyly
mikrotenová folie vs. vakuum	0,352366	11	0,731222	6	7	2,620981	2,668831	1,036847	0,988933

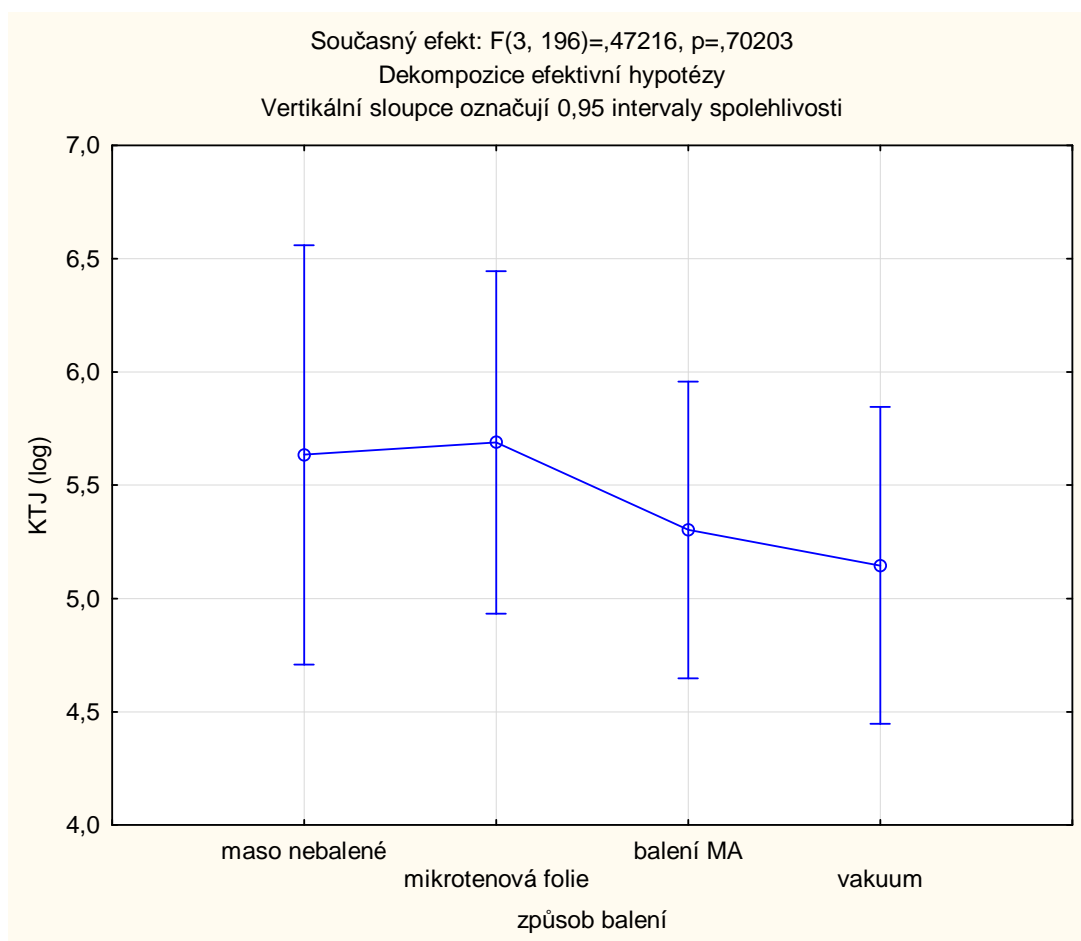
Tabulka 12 porovnává výsledky průměrných hodnot v jednotlivých měření u masa baleného do mikrotenové fólie s výsledky masa baleného vakuově. Hodnota P ($P=0,73$) nám říká, že v měření uvedených typů balení nebyly žádné statisticky významné rozdíly.

Tabulka 13: Porovnání průměrných hodnot CPM a vakuového balení s MA balením

Skup. 1 vs. skup. 2	T-test pro nezávislé vzorky (Tabulka1) Pozn.: Proměnné byly brány jako nezávislé vzorky								
	Hodnota t	sv	p	Poč.plat. skup. 1	Poč.plat. skup. 2	Sm.odch. skup. 1	Sm.odch. skup. 2	F-poměr Rozptyly	p Rozptyly
MA balení vs. vakuum	0,091466	13	0,928517	8	7	2,841843	2,668831	1,133856	0,894340

Z tabulky 13 vyplývá, že při porovnání průměrných hodnot celkového počtu mikroorganismů naměřených u vakuového balení a balení s přidáním ochranné atmosféry nebyly zjištěny žádné statisticky významné rozdíly ($P=0,92$).

Graf 5: Porovnání rozdílů a rozptylu balení

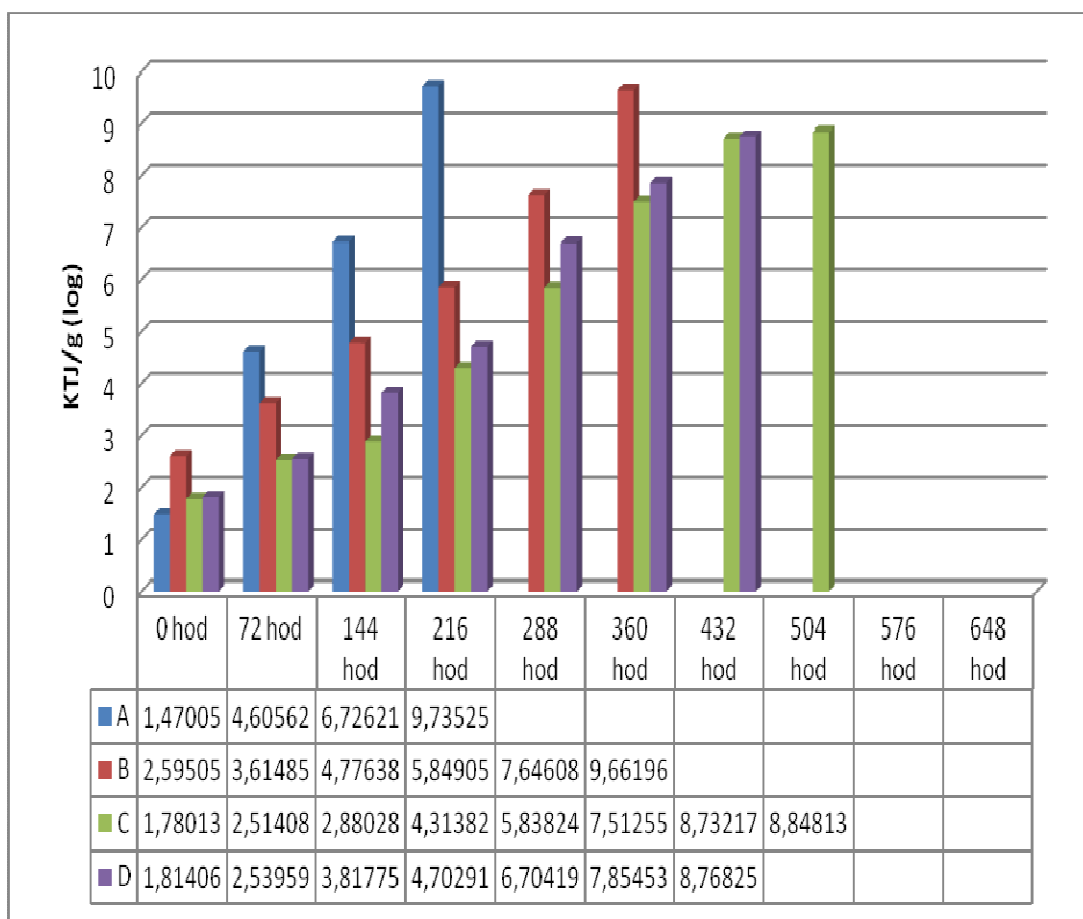


Z uvedeného grafu 5 vyplývá, že největší rozptyl v měřených výsledcích vykazuje maso nebalené, které si je nejvíce podobné s balením do mikrotenové fólie. Skupinu s prokazatelně nižším rozptylem tvoří balení pomocí modifikované atmosféry a vakuové balení. Graf 5 potvrzuje hypotézu této práce, že balení masných produktů snižuje rychlost růstu mikroorganismů, a tím prodlužuje jejich trvanlivost.

Zabránění růstu mikroorganismů pomocí balení je důležité, protože nejnovější údaje Evropské unie týkající se sledování mikrobiální kontaminace masa, zejména syrového masa a tepelně neopracovaných masných výrobků, potvrzují, že se jedná o jeden z nejčastějších zdrojů onemocnění z potravin. Mezi nejvýznamnější patogenní mikroorganismy způsobující onemocnění z potravin patří *Salmonella spp.*, *Campylobacter jejuni/coli*, *Yersinia enterocolitica*, *verocytotoxigenic* a *Escherichia coli*, jež jsou součástí zažívacího traktu hospodářských zvířat a mohou sekundárně kontaminovat syrové maso (Buncic a Steinhauserová, 2012).

Dalším důvodem nejvyššího nárůstu mikroorganismů u nebaleného masa mohou být hygienické podmínky při výrobě zpracování masa a masných výrobků. Podle Barrose *et al.* (2007) se jedná o nejrizikovější faktory ovlivňující mikrobiologickou jakost masa.

Graf 6: Porovnání průměrných hodnot CPM v jednotlivém balení masa



A = maso nebalené, B = balení do mikrotenové fólie, C = balení pomocí MA, D = vakuové balení

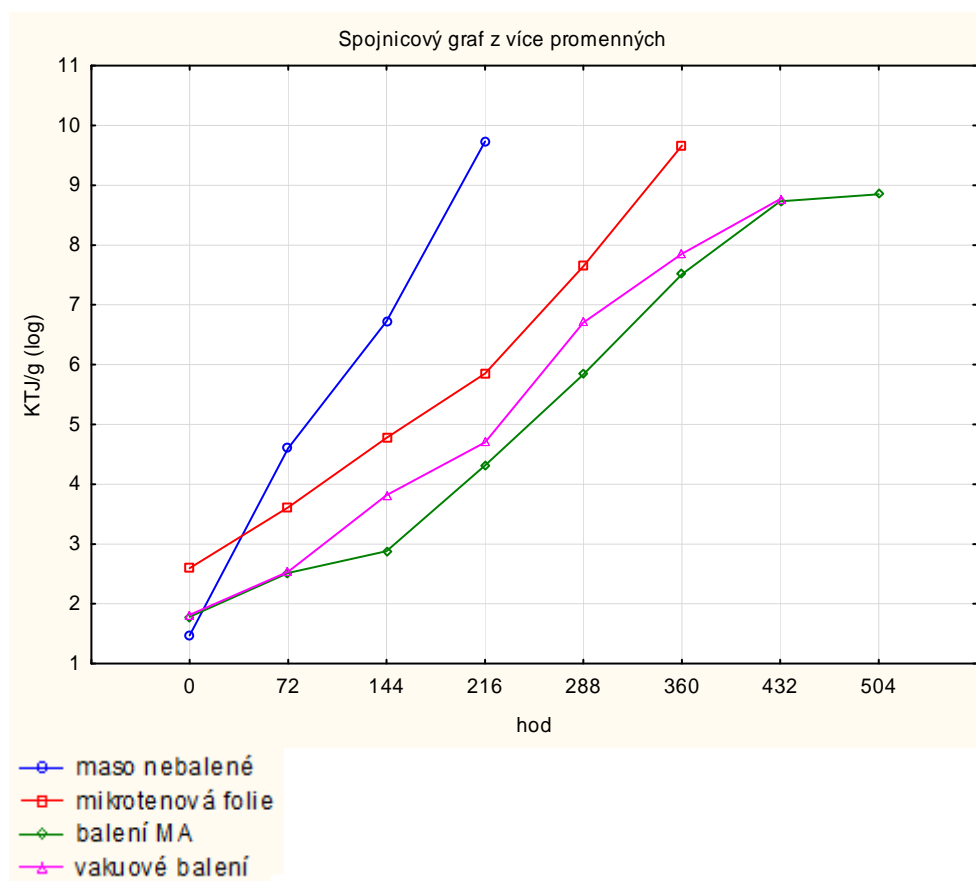
Pro vytvoření grafu 6 byla data zlogaritmována z důvodu statistické průkaznosti. Neuvedená data v tabulce byla již tak vysoká, že je nebylo možné změřit.

Průměrné hodnoty CPM v měřitelném období vykazuje nebalené maso $1,5 \cdot 10^9$ KTJ/g, maso balené do mikrotenové fólie $9,1 \cdot 10^8$ KTJ/g, balení s modifikovanou atmosférou $1,7 \cdot 10^8$ KTJ/g a vakuové balení $1,1 \cdot 10^8$ KTJ/g. Při porovnání těchto hodnot CPM lze konstatovat, že u vzorků masa baleného do fólií s bariérovými vlastnostmi, jako je balení vakuové a balení s modifikovanou

atmosférou, vykazují výrazně nižší mikrobiální kontaminaci než maso nebalené nebo maso v prostém balení. Tyto výsledky jsou v souladu s tvrzením Hanušové a Dobiáše (2009), že balení omezuje růst aerobní mikroflóry a potlačují oxidaci. Z výsledku lze potvrdit prodloužení trvanlivosti masa při využití balení do modifikované atmosféry o 20 až 40 % (Budig, 2009).

Sledované hodnoty vzorků se u vakuového balení a balení MAP příliš nelišily. Pro masné výrobky nebyl zpravidla zjištěn rozdíl mezi oběma formami ochranného balení ve vztahu k jejich údržnosti. Uvedené obalové systémy si jsou podobné při zachování barvy, textury i mikrobiální kvality (García-Esteban *et al.*, 2004). Každý, kdo chce v praxi balení v MA uplatnit, by měl mít možnost kontroly stavu potravin a MA v oběhu během skladování (Dobiáš a Opatová, 2006).

Graf 7: Vliv balení na CPM v závislosti na době měření



Z grafu 7 je patrné, že balení masných výrobků slouží k udržení jakosti a hygienické ochrany během skladování. U masa, které nebylo zabaleno, byl

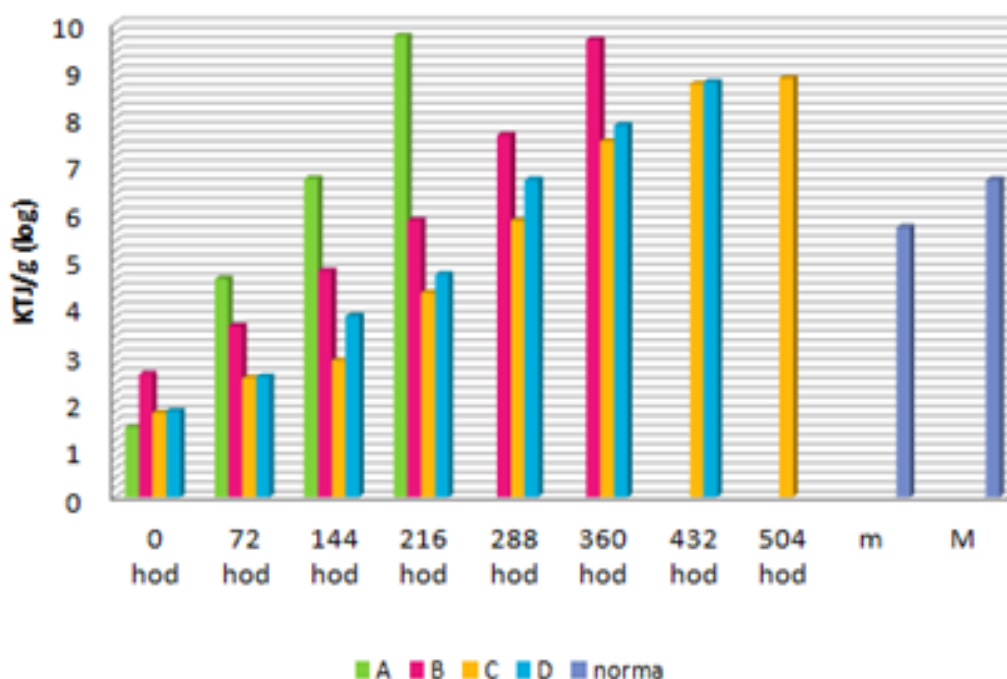
sledován rapidní mikrobiální nárůst, který po uplynutí 216 hodin nebylo již možné sledovat, protože výsledky byly neměřitelné.

U druhého balení, které bylo zajištěno pomocí mikrotenové fólie, je vidět zlepšení oproti masu nebalenému. Vzorky byly měřitelné až do 360 hodin od zabalení. U uvedeného vzorku byla vyšší počáteční mikrobiální kontaminace než u ostatních sledovaných způsobu balení. Vyšší nárůst mikroorganismů na začátku měření byl pravděpodobně ovlivněn nedodržením hygienických podmínek při počáteční manipulaci. Počínající kažení masa začalo mezi 144 až 216 hodinami během uskladnění. Výsledky u sledovaných vzorků se liší s tvrzením Steinhausera a Steinhauserové (1995) v grafu č. 3, kde počínající kažení masa v prostém balení nastává již před 5. dnem uložení masa v chladírenském prostředí. Důvodem je pravděpodobně použití třívrstvé fólie s lepšími vlastnostmi.

Hodnoty u vakuového balení a balení do modifikované atmosféry byly zpočátku totožné, následně se nepatrně odlišovaly. Po uplynutí 432 hodin měření se opět výsledky balení dostaly na podobné hodnoty. U vakuového balení byly naměřeny hodnoty po 432 hodinách o něco nižší než u balení s MA, ale po následujících 72 hodinách byl u vakua již tak vysoký počet mikroorganismů, že nebyl měřitelný.

Z tohoto měření vyšlo o něco lépe balení s modifikovanou atmosférou. V poslední době se postupně začíná prosazovat právě balení do ochranné modifikované atmosféry před vakuovým balením (Pipek a Jirotková, 2001). Důvodem je prodloužení životnosti masa v důsledku inhibice růstu bakterií přidáním 20 – 30 % CO₂. Bylo však prokázáno, že s vysokým množstvím kyslíku v modifikované atmosféře se zvyšuje i meze pevnosti jednotlivých vláken hovězího svalu (Lagerstedt *et al.*, 2011). Dobiáš a Opatová (2006) uvádí, že ačkoliv je balení potravin v MA v České republice běžně používáno, jsou znalosti výrobců i pracovníků kontrolních orgánů o podstatě účinku tohoto způsobu balení často překvapivě neúplné a nepřesné. V současnosti dochází k tendenci účinky MA přeceňovat.

Graf 8: Porovnání sledovaných hodnot s Nařízením komise



A = maso nebalené, B = balení do mikrotenové fólie, C = balení pomocí MA, D = vakuové balení, m = $5 \cdot 10^5$ KTJ/g, M = $5 \cdot 10^6$ KTJ/g

V grafu 8 byly sledované hodnoty porovnány s limity určené pro maso vyplývající z Nařízení Komise (ES) č. 2073/2005. Do 72 hodin se žádný ze vzorků k limitujícím hodnotám nepřiblížil. Maso nebalené při třetím měření přesáhlo hodnoty ještě vyhovující a stalo se z hlediska mikrobiologické přijatelnosti nevyhovující. Toto zjištění potvrzuje Steinhauser *et al.* (1995), který uvádí, že doba spotřeby je závislá na typu balení, ale obvykle se jedná o 10 až 21 dní. V případě prostého balení je to tedy pouze 9 dní. Dobu údržnosti a dobu spotřeby stanovuje výrobce a informace o nich uvádí na obalech. Pro jejich platnost je nutné dodržet skladovací teplotu od 1 °C až do 5 °C.

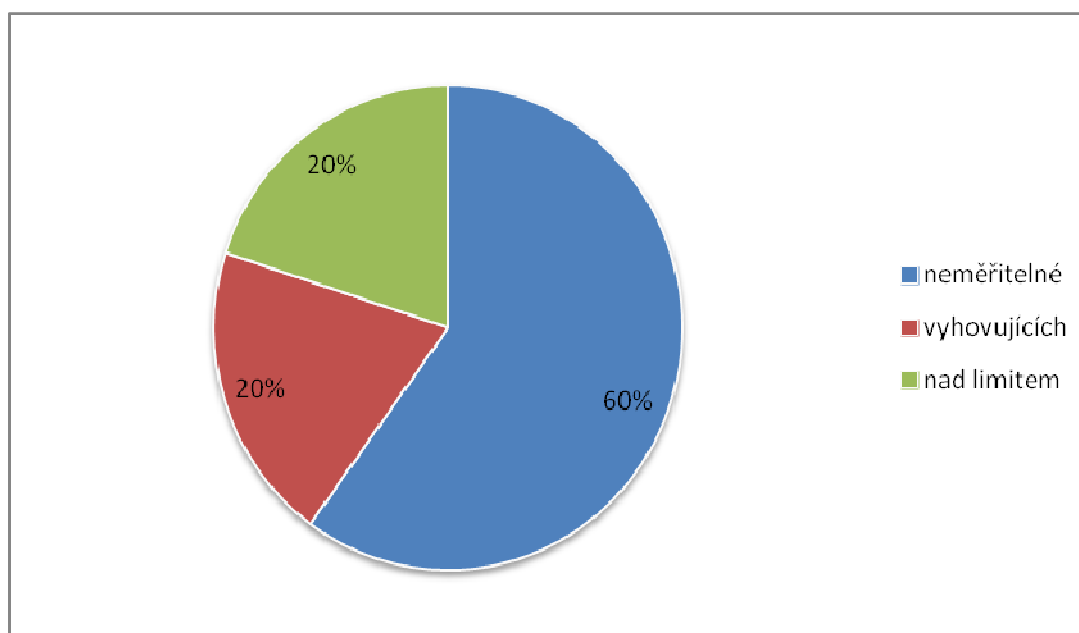
Průměrný počet mikroorganismů u masa baleného do mikrotenové fólie se při čtvrtém měření po uplynutí 216 hodin pohyboval v rozmezí přijatelnosti. Ostatní vzorky byly stanoveny jako nevyhovující. Vyplývající zjištění potvrzuje i Kameník a Chomát (2013) ve své práci, kde uvádí, že u prostého balení má použitá mikrotenová fólie vysokou propustnost pro vzdušný kyslík. V balení se nemění vzdušná atmosféra, obal v tomto případě výrobek pouze chrání před vysycháním a kontaminací. S tímto tvrzením souhlasí i Steinhauser a Steinhauserová (1995)

a doplňuje, že hlavní podmínkou fólie je ustálit rovnováhu obsahu vody v masě a okolním vzduchem pod fólií.

Pro vakuové balení a balení v modifikované atmosféře bylo kritické šesté měření po 360 hodinách, do té doby splňovaly limity vyhovující Nařízení Komise č. 2073/2005. Při balení do vakua je třeba brát ohled na to, aby nedocházelo ke znečišťování styčných ploch produktem, a tak k možnosti vzniku reinfekce. Selektivní podmínky, které se vytvoří při balení do vakua, na jedné straně brání růstu aerobních mikroorganismů a na druhé straně umožňují růst anaerobních a fakultativně aerobních kmenů (Hrudková, 1993).

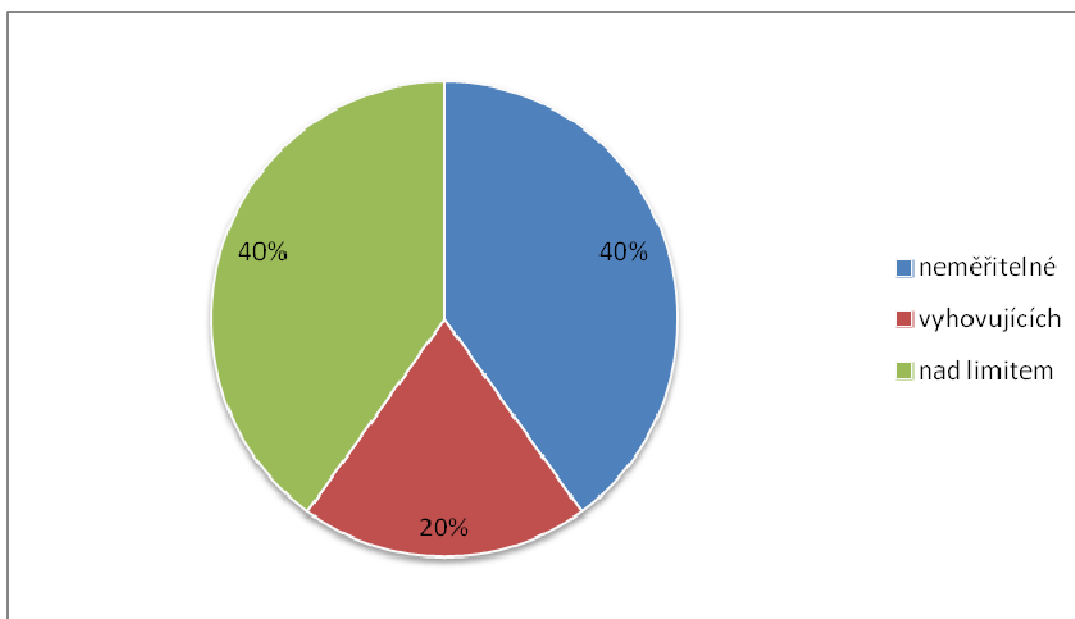
Posouzením výsledků sledovaných hodnot bychom mohli konstatovat, že balení MA je z hlediska mikrobiální kontaminace nejlepší. Avšak Kameník (2009) ve svém článku uvádí, že při pokusech s hovězím masem baleným v modifikované atmosféře o složení 80 % O₂ a 20 % CO₂ a uchovaným při 3-4 °C po dobu 15 dní se zjistilo, že po 8 dnech zvýšení koncentrace oxidačních produktů cholesterolu o 200 % a po 15 dnech dokonce o skoro 500 % ve srovnání s kontrolními vzorky, které byly uloženy konvenčně a nebyly vystaveny vlivu kyslíku. Oxidační produkty cholesterolu působí v organismu toxicky. Proto zvýšení koncentrace kyslíku v MA má pouze marketingový význam a na balené maso má spíše negativní dopady. Marketingový význam ve své práci potvrzuje Mikócziová a Kameník (2013), kde z analýzy zastoupení typů obalů pro masné výrobky je zřejmé, že nadpoloviční většina masných výrobků nabízena v samoobslužných regálech je ve formě balení v modifikované ochranné atmosféře.

Graf 9: Rozdělení četností pro CPM (KTJ/g) v nebaleném masa



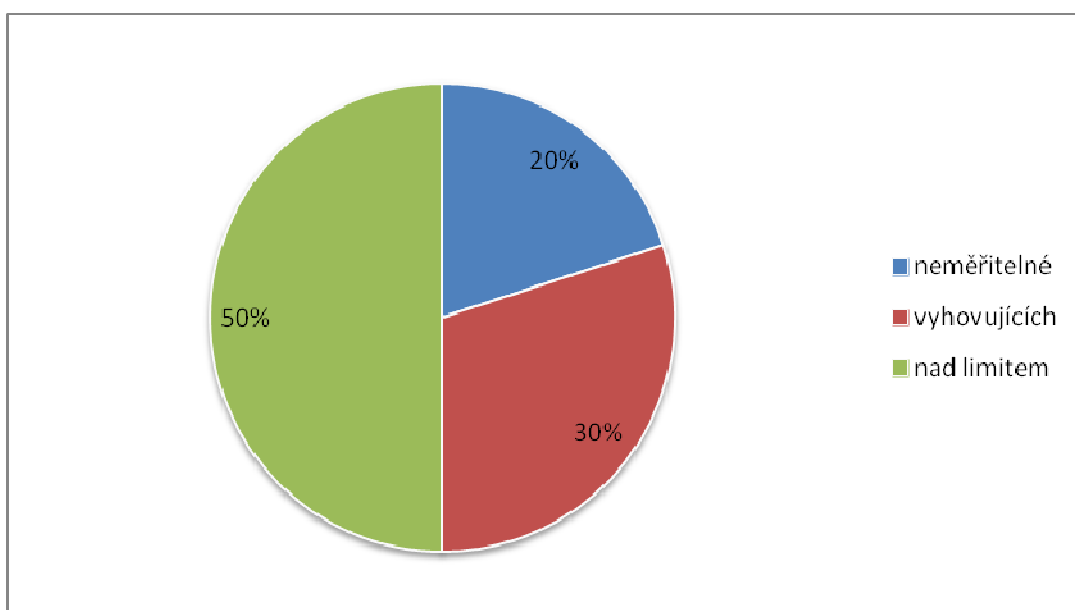
U nebaleného masa přesahovalo počet měřitelnosti 48 vzorků (60 %) z celkového souboru 80 vzorků. Limitu daným Nařízením Komise č. 2073/2005 nevyhovělo 16 vzorků (20 %). Vzorků přijatelných daného limitu bylo 16 z 32 měřitelných. Procentuálně bylo měřitelných 40 % vzorků z celkového počtu zkoumaných vzorků.

Graf 10: Rozdělení četností CPM (KTJ/g) v mase baleném mikrotenovou fólií



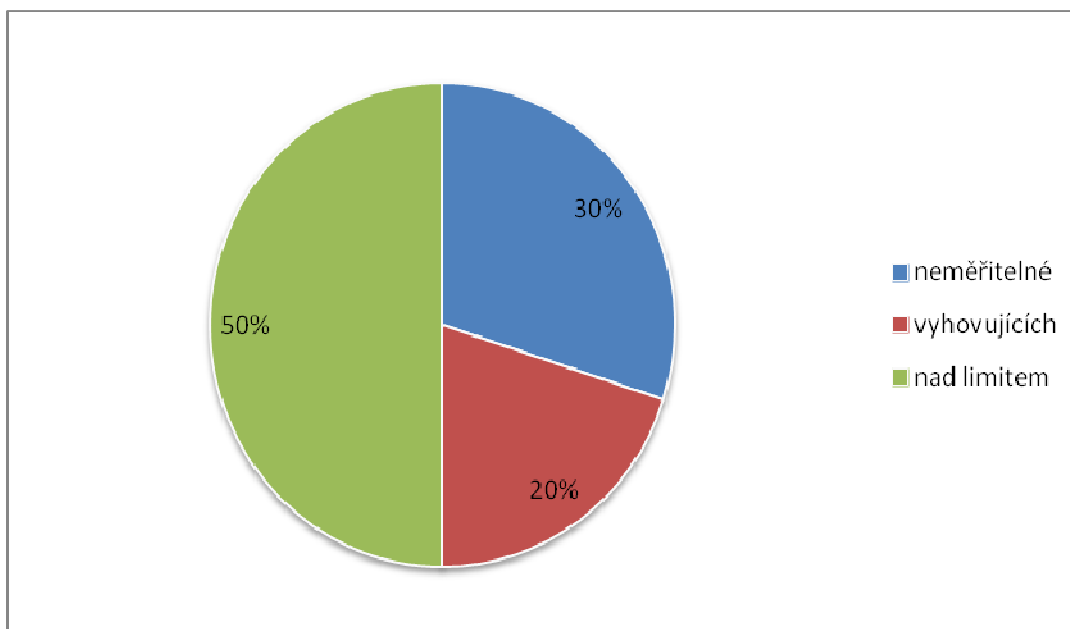
Prosté balení masa za pomoci mikrotenové fólie vykazovalo v četnosti přesně opačné hodnoty jako maso nebalené. Měřitelných vzorků bylo 48 vzorků (60 %), vysokých neměřitelných hodnot dosahovalo 32 vzorků (40 %) z celkového souboru 80 měřených vzorků. Limitu vyhovovalo 32 (40 %) vzorků ze 48 měřitelných.

Graf 11: Rozdělení četností CPM (KTJ/g) v balení s MA



U masa baleného pomocí modifikované atmosféry vykazuje graf 11 neměřitelných 16 vzorků (20 %) z celkového počtu. Z měřitelných 64 (80 %) vzorků vyhovovalo limitům 40 (30 %) vzorků.

Graf 12: Rozdělení četností CPM (KTJ/g) ve vakuovém balení



U vakuového balení přesahovalo počet měřitelnosti 24 (30 %) vzorků z celkového souboru 80 měřených vzorků. Limitu daným Nařízením Komise č. 2073/2005 nevyhovělo 16 vzorků (20 %). Vzorků přijatelných pro daný limit bylo 40 z 56 měřitelných. Procentuálně bylo měřitelných 70 % vzorků z celkového počtu zkoumaných vzorků.

6. Závěr

Cílem práce bylo posoudit vliv různých způsobů balení hovězího masa na základě celkového počtu mikroorganismů v daných typech balení hovězího výsekového masa z tržní sítě a faremního chovu. Výsledky zjištěné z analyzovaných údajů potvrzují hypotézu, že balení produktů snižují rychlost růstu mikroorganismů a tím prodlužují jejich trvanlivost.

Dle předpokladu dopadlo z analyzovaných výsledků nejhůře maso nebalené, které vykazovalo největší výskyt mikroorganismů již po 9 dnech. Za použití průtažné fólie při balení se počet mikroorganismů snížil a výsledky byly měřitelné ještě po 15 dnech. Nejlépe dopadlo maso balené v modifikované atmosféře, kde byl výsledek v porovnání s nebaleným masem prokazatelně lepší. Balení s modifikovanou atmosférou se podobalo v hodnocení vakuovanému balení. Při použití vakua byly vzorky měřitelné ještě 18. den, ale u balení s modifikovanou atmosférou se dalo měření provést i 21. den. U dalších měření nebylo možné určit hodnotu počty mikroorganismů z důvodu velkého přemnožení. Porovnávané typy balení nevykazovaly žádné statisticky významné rozdíly.

Při sledování průměrných hodnot CPM u vakuového balení a balení s MA bylo zjištěno, že i po 15 dnech uložení v chladírenském prostředí vykazují analyzované vzorky hodnoty vyhovující mikrobiologickým požadavkům pro maso. Z tohoto vyplývá, že ačkoliv jsou náklady na tyto obaly vyšší než u prostého balení, výrobcům se vyplatí z důvodu prodloužení údržnosti masného výrobku, který v prostém balení vyhovuje daným limitům pouze 9 dní.

Na základě této práce bych doporučovala balit maso a masné výrobky za použití modifikované atmosféry, která výskyt mikroorganismů výrazně snižuje a tím prodlužuje jejich trvanlivost. Vhodným obalem pro masné výrobky je i balení vakuové, které má podobný vliv na prodloužení trvanlivosti jako balení s ochrannou atmosférou. Pro zvýšení kvality jakosti bych doporučovala u nebaleného masa z faremního chovu zvýšit hygienické podmínky při zpracování.

7. Summary

The aim of this thesis was to examine the effect of different packages of beef by the total number of microorganisms in these types of packaging of market and farmed beef. The results obtained from the analyzed data support the hypothesis that the product packaging reduces the growth rate of microorganisms and thus prolong their shelf life.

As expected from the analyzed results the worst results had unpackaged meat, which had the highest number of microorganisms after 9 days. Using a stretchable plastic wrap for packaging, the number of microorganisms decreased and the results were still measurable after 15 days. The best results had the meat packaged in modified atmosphere, where the result was much better compared to unpackaged meat. Packaging with modified atmosphere was similar in evaluation with vacuum packaging. By using vacuum, the samples were still measurable after 18 days, but with modified atmosphere packaging could be measured after 21 days. A further measurement was not possible due to the high number of microorganisms. Statistically there were no significant differences between the observed types of packaging.

While observing the average CPM figures for vacuum packaging and packaging with MA it was found that even after 15 days of storage in a cold environment, the analyzed samples have satisfactory figures for microbiological requirements for meat. This indicates that although the cost of the packaging is higher than the plain packaging it is more efficient for manufacturers to pay to prolong the shelf life of meat products, which in plain packaging meet the given limits only nine days.

Based on this work I would recommend packing meat and meat products using a modified atmosphere, which significantly reduces the number of microorganisms, thus extends their shelf life. Suitable packaging for meat products is vacuum packaging, which has a similar effect to extend the shelf life as packaging with protective atmosphere. To improve the quality of meat of unpackaged farmed meat I would recommend higher hygienic conditions during processing.

8. Seznam použité literatury

ADAMS, Martin R. a Maurice O. MOSS. *Food microbiology*. 3rd ed. Cambridge, UK: RSC Publishing, c2008, xiv, 463 p. ISBN 08-540-4284-9.

BARROS, Ferreira, Marcia DE AQUIAR, Lus Augusto NERO, Alexandre Amorim MONTEIRO a Vanerli BELOTI. Identification of main contamination points by hygiene indicator microorganisms in beef processing plants. *Ciencia e Tecnologia de Alimentos*. 2007, č. 27, s. 856-862. ISSN 01012061. DOI: 10.1590/S0101-20612007000400028.

BUDIG, Jan. Obal prodává, chrání a informuje. *Maso: odborný časopis pro výrobce, zpracovatele a prodejce masa, masných výrobků a lahůdek*. 2009, č. 4, s. 6-13.

BUNCIC, Sava a Iva STEINHAUSEROVÁ. Výzkum v oblasti bezpečnosti potravin: Problémy vztahující se k zdravotní nezávadnosti masa na úrovni jatek. *Maso: odborný časopis pro výrobce, zpracovatele a prodejce masa, masných výrobků a lahůdek*. Praha: České a slovenské odborné nakladatelství, 2012, XXIII., č. 5, s. 45-50. ISSN 1210-4086.

CARPENTER, Charles E, Daren P CORNFORTH a Dick WHITTIER. Consumer preferences for beef color and packaging did not affect eating satisfaction. *Meat Science* [online]. 2001, roč. 57, č. 4, s. 359-363 [cit. 2013-02-05]. ISSN 03091740. DOI: 10.1016/S0309-1740(00)00111-X. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S030917400000111X>

CARREIRA, Luis, Carlos FRANCO, Cristina FENTE, Alberto CEPEDA, Jorge BARROS-VELÁZQUEZ a Beatriz I. VÁZQUEZ. Shelf life extension of beef retail cuts subjected to an advanced vacuum skin packaging system. *European Food Research and Technology* [online]. 2004-1-1, roč. 218, č. 2, s. 118-122 [cit. 2013-02-05]. ISSN 1438-2377. DOI: 10.1007/s00217-003-0837-6. Dostupné z: <http://www.springerlink.com/openurl.asp?genre=article>

DOBIÁŠ, Jaroslav; OPATOVÁ, Hana. Balení lahůdek v modifikované atmosféře – reálné možnosti versus přehnaná očekávání. In 8. seminář o údržnosti masa, masných výrobků a lahůdek. Praha: České a slovenské odborné nakladatelství, spol. s. r. o., 2006. s. 45.

DURANTON, Frédérique, Elvire MARÉE, Hélène SIMONIN, Romuald CHÉRET a Marie DE LAMBALLERIE. Effect of high pressure?high temperature process on meat product quality. *High Pressure Research* [online]. 2011, roč. 31, č. 1, s. 163-167 [cit. 2012-10-29]. ISSN 0895-7959. DOI: 10.1080/08957959.2010.541242. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/08957959.2010.541242>

GARCÌA A-ESTEBAN, Marta, Diana ANSORENA a Iciar ASTIASARÁJN. Comparison of modified atmosphere packaging and vacuum packaging for long period storage of dry-cured ham: effects on colour, texture and microbiological quality. *Meat Science* [online]. 2004, roč. 88, s. 57-63 [cit. 2012-10-17]. ISSN 03091740. DOI: 10.1016/j.meatsci.2003.09.005. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0309174003002559>

HANUŠOVÁ, Kristýna; DOBIÁŠ, Jaroslav. Balení masa a masných výrobků v modifikované atmosféře. *Maso: odborný časopis pro výrobce, zpracovatele a prodejce masa, masných výrobků a lahůdek*. 2009, 4, s. 13-18.

HERNANDEZ, Macedo, Giovana VERGINIA a Contreras CASTILLO. Microbial deterioration of vacuum-packaged chilled beef cuts and techniques for microbiota detection and characterization. *Brazilian journal of microbiology* [online]. 2011, č. 42, s. 1-11 [cit. 2012-12-03]. Dostupné z: <http://ehis.ebscohost.com/eds/detail?vid=3&sid=0c74e749-1d5b-4dfe-aea9-ba9a1ea248b7%40sessionmgr112&hid=17&bdata=Jmxhbmc9Y3Mmc2l0ZT1lZHMt bG12ZQ%3d%3d#db=edswsc&AN=000286320600001>

HRUDKOVÁ, Alena. *Potravinářství*. 1. vyd. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1993, s. 10. ISBN 80-85120-38-0.

JIČÍNSKÁ, Eva a Jana HAVLOVÁ. *Mikrobiologická kontrola potravin a potravinářských surovin v legislativě EU*. 1. vyd. Praha: ÚZPI, 1998, s. 39-41. ISBN 80-85120-95--X.

KAMENÍK, Josef. Kyslík podporuje oxidaci a tuhost masa. *Maso: odborný časopis pro výrobce, zpracovatele a prodejce masa, masných výrobků a lahůdek*. Praha: České a slovenské odborné nakladatelství, 2009, XX., č. 6. ISSN 1210-4086.

KAMENÍK, Josef a Petr CHOMÁT. „B“ jako balení masa a masných výrobků. *Maso: odborný časopis pro výrobce, zpracovatele a prodejce masa, masných výrobků a lahůdek*. Praha: České a slovenské odborné nakladatelství, 2013, XXIV., č. 1, s. 8-14. ISSN 1210-4086.

MIKÓCZIOVÁ, Veronika a Josef KAMENÍK. Vakuum nebo ochranná atmosféra? Podíl typů balení masných výrobků v prodejnách vybraných maloobchodních řetězců v ČR. *Maso: odborný časopis pro výrobce, zpracovatele a prodejce masa, masných výrobků a lahůdek*. Praha: České a slovenské odborné nakladatelství, 2013, XXIV., č. 1, s. 21-24. ISSN 1210-4086.

LAGERSTEDT, Åsa, Maria L. AHNSTRÖM a Kerstin LUNDSTRÖM. Vacuum skin pack of beef â A consumer friendly alternative. *Meat Science* [online]. 2011, roč. 88, č. 3, s. 391-396 [cit. 2013-02-18]. ISSN 03091740. DOI: 10.1016/j.meatsci.2011.01.015. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0309174011000283>

LÁTOVÁ, Jana a Iva STEINHAUSEROVÁ. Mikrobiologie masa. STEINHAUSER, Ladislav et al. *Hygiena a technologie masa*. Brno: Vydavatelství potravinářské literatury LAST, 1995, s. 75-107. ISBN 80-900260-4-4.

MCMILLIN, Kenneth W. Review: Where is MAP Going? A review and future potential of modified atmosphere packaging for meat. *Meat Science*. 2008, roč. 80, č. 1, s. 43-65. ISSN 03091740. DOI: 10.1016/j.meatsci.2008.05.028.

MITTAL, Gauri S. *Food biotechnology: techniques and applications*. Lancaster, PA: Technomic Pub. Co., c1992, x, 380 p. ISBN 08-776-2888-2.

Nařízení 2073/2005: Nařízení Komise (ES) č. 2073/2005 o mikrobiologických kritériích pro potraviny. In: <http://eur-lex.europa.eu>. 2005, č. 2073. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2005:338:0001:0026:CS:PDF>

Nařízení 852/2004: Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) o hygieně potravin. In: <http://eur-lex.europa.eu>. 2004, č. 852. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2004R0852:20040520:CS:PDF>

PIPEK, Petr a Dana JIROTKOVÁ. *Hodnocení jakosti, zpracování a zbožiznalství živočišných produktů: Hodnocení a zpracování masa, drůbeže, vajec a ryb*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 2001, s. 107-110. ISBN 80-7040-490-6.

POKORNÝ, Miroslav. Balení potravin do ochranné atmosféry. In *10. seminář o údržnosti masa, masných výrobků a lahůdek*. [s.l.]. Praha: České a slovenské odborné nakladatelství, spol. s. r. o., 2008. s. 42.

STEINHAUSER, Ladislav a Iva STEINHAUSEROVÁ. *Hygiena a technologie masa*. 1. vyd. Brno: LAST, 1995, s. 429-441. ISBN 80-900-2604-4.

STEINHAUSER, Ladislav et al. *Hygiena a technologie masa*. 1. vyd. Brno: LAST, 1995, s. 644. ISBN 80-900-2604-4.

ŠILHÁNKOVÁ, Ludmila. *Mikrobiologie pro potravináře a biotechnology*. 3. oprav. a dopl. vyd. Praha: ACADEMIA, 2002, 363 s. ISBN 80-200-1024-6.

TECHNOLOGY. Nové výrobky/technologie : Nové trendy v balení čerstvého masa systémem MAP. Svět balení [online]. 2009, č. 5, [cit. 2011-03-16]. Dostupný z WWW: <<http://www.svetbaleni.cz/nove-obaly-technologie/sb-5-2009-nov-vrobky-technologie-nove-trendy-v-baleni-cerstveho-masa-systemem-map.htm>>.

Vyhláška č. 113/2005 Sb., o způsobu označování potravin a tabákových výrobků. In: *č.113/2005Sb.* 2005. Dostupné z: <http://www.szpi.gov.cz/docDetail.aspx?docid=1005853&docType=ART&nid=11307>

Vyhláška č. 326/2001 Sb., kterou se provádí § 18 písm. a), d), g), h), i) a j) zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů, pro maso, masné výrobky, ryby, ostatní vodní živočichy a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich, ve znění vyhlášky č. 264/2003 Sb. In: *č.326/2001Sb.* 2001. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/100056118.html>

Vyhláška č. 294/1997 Ministerstva zdravotnictví o mikrobiologických požadavcích na potraviny, způsobu jejich kontroly a hodnocení. In: *č. 294/1997 Sb.* 1997. Dostupné z: <http://www.esipa.cz/sbirka/SBSRV.DLL/sb?DR=SB&CP=1997s294>

Zákon č.110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů. In: <http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu>. 1997. Dostupné z: http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=110/1997&typeLaw=zakon&what=Cislo_zakona_smlouvy

ZHANG, DongLai, Olivia J. MCQUESTIN, Lyndal A. MELLEFONT a Thomas ROSS. The influence of non-lethal temperature on the rate of inactivation of vegetative bacteria in inimical environments may be independent of bacterial species. *Food Microbiology* [online]. 2010, roč. 27, č. 4, s. 453-459 [cit. 2013-02-18]. ISSN 07400020. DOI: 10.1016/j.fm.2009.12.006. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0740002009002834>

ŽIŽKOVÁ, Jana. Obaly na uzeniny s přídavnou hodnotou. *Maso: odborný časopis pro výrobce, zpracovatele a prodejce masa, masných výrobků a lahůdek*. 2009, 4, s. 18-22.

9. Přílohy

9.1 Seznam použitých zkratek

BAP – balance atmosphere packaging (balení s vyvážením atmosféry)

CPM – celkový počet mikroorganismů

EVA - etylén-vinyl acetát

EVOH – ethylenvinylalkohol

EVOH - etylén-vinyl alkohol

KTJ – kolonie tvořící jednotky

MA – modified atmosphere = modikovaná atmosféra

MAP – modified atmosphere packaging (balení v modifikované atmosféře)

MSM - *Musculus semimembranosus*

PA – polyamid

PA - polyamid

PE – polyetylen

PE-HD - polyetylén s vysokou hustotou

PE-LD - polyetylén s nízkou hustotou

PE-LLD - lineární polyetylén s nízkou hustotou

PET - polyetylén tereftalát

PP - polypropylen

PS – polystyren

PVC - polyvinyliden chlorid

PVdC - polyvinyliden chlorid

9.2 Seznam tabulek, grafů a obrázků

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Minimální teploty pro růst patogenních mikroorganismů	15
Tabulka 2: Vlastnosti hlavních polymerů (fólie 1mil/25,4 UM)	21
Tabulka 3: Doporučené kombinace potravinářských plynů do MAP	26
Tabulka 4: MAP atmosféra použita při balení potravin.....	26
Tabulka 5: Charakteristické znaky vybraných způsobů balení masa.....	28
Tabulka 6: Tolerované hodnoty pro maso	29
Tabulka 7: Základní statistická charakteristika CPM	33
Tabulka 8: Porovnání průměrných hodnot CPM u nebaleného masa s balením mikrotenovou fólií.....	34
Tabulka 9: Porovnání průměrných hodnot CPM nebaleného masa s MA balením...	34
Tabulka 10: Porovnání průměrných hodnot CPM nebaleného masa s vakuově baleným	35
Tabulka 11: Porovnání průměrných hodnot CPM u masa baleného do mikrotenové fólie s MA balením.....	35
Tabulka 12: Porovnání průměrných hodnot CPM masa baleného v mikrotenové fólii s vakuově baleným	36
Tabulka 13: Porovnání průměrných hodnot CPM a vakuového balení s MA balením	36

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Vliv teploty na rychlost rozmnožování mikroorganismů	14
Graf 2: Bariéry a iniciátory kažení baleného masa	19
Graf 3: Dynamika růstu mikroorganismů na mase baleném prostě.....	20
Graf 4: Dynamika růstu mikroorganismů na vakuově baleném mase	23
Graf 5: Porovnání rozdílů a rozptylu balení.....	37
Graf 6: Porovnání průměrných hodnot CPM v jednotlivém balení masa.....	38
Graf 7: Vliv balení na CPM v závislosti na době měření	39
Graf 8: Porovnání sledovaných hodnot s Nařízením komise.....	41
Graf 9: Rozdělení četností pro CPM (KTJ/g) v nebaleném mase.....	43
Graf 10: Rozdělení četností CPM (KTJ/g) v mase baleném mikrotenovou fólií.....	44
Graf 11: Rozdělení četností CPM (KTJ/g) v balení s MA.....	44
Graf 12: Rozdělení četností CPM (KTJ/g) ve vakuovém balení	45

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Vakuové balení hovězího masa	23
Obrázek 2: Hovězí maso balené do ochranné atmosféry	25