

Využití technických plynů pro balení masa a masných výrobků

Petra Skýpalová

Bakalářská práce
2018



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav technologie potravin
akademický rok: 2017/2018

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Petra Skýpalová**
Osobní číslo: **T15935**
Studijní program: **B2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Využití technických plynů pro balení masa a masných výrobků**

Zásady pro vypracování:

- 1. Charakteristika masa a masných výrobků**
- 2. Balení masa a masných výrobků**
- 3. Modifikovaná atmosféra**
- 4. Technické plyny v potravinářství**

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] KAMENÍK, J. **Maso jako potravina: produkce, složení a vlastnosti masa**. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita, 2014, 327 s. ISBN 978-80-7305-673-5.

[2] HANLON, J. F., KELSEY, R. J., FORCINIO, H. E. **Handbook of package engineering**. 3rd ed. Lancaster, Pa.: Technomic Pub. Co., c1998. ISBN 1566763061.

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

[4] VOLEK, V. **Analýza složení modifikované atmosféry**, Kritéria úspěchu MAP Obal-rozhodující faktor, Svět balení, 2/2005, s. 28.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Robert Gál, Ph.D.**

Ústav technologie potravin

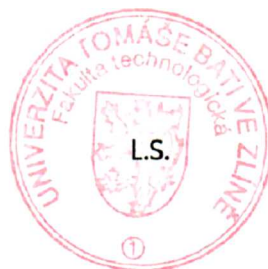
Datum zadání bakalářské práce: **2. února 2018**

Termín odevzdání bakalářské práce: **3. května 2018**

Ve Zlíně dne 2. února 2018



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



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

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

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

Ve Zlíně 2. 5. 2018


.....

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá problematikou technických plynů v potravinářství, které se využívají pro vytvoření ochranné atmosféry při balení masa a masných výrobků. Úvodní část práce je zaměřena na charakteristiku masa a masných výrobků a popis jednotlivých typů spotřebitelského balení potravin. V druhé části práce jsou zhodnoceny technické plyny z hlediska významu v technologii balení v modifikované atmosféře a způsob, jakým ovlivňují balené potraviny. Závěrem je nastíněn princip dodávání plynů a typy plynných směsí.

Klíčová slova: balení, modifikovaná atmosféra, maso, technické plyny

ABSTRACT

The bachelor thesis deals with the problematics of technical gases in the food industry, which are used to create a modified atmosphere during packaging of meat and meat products. The first part is focused on a characteristic of meat and meat products and the description of particular types of consumer food packaging. In the second part of the thesis, technical gases are evaluated in terms of its importance in the technology of packaging in modified atmosphere and the way of its influence to packed food. Finally, the principles of gas supply and types of gaseous mixtures are outlined.

Keywords: packaging, modified atmosphere, meat, technical gases

Tímto bych ráda poděkovala vedoucímu své bakalářské práce Ing. Robertovi Gálovi, Ph.D. za odborné vedení práce, za ochotu, vstřícnost a pomoc při jejím zpracování. Dále bych ráda zmínila pomoc ze strany Ing. Zbyňka Šturmy z firmy Linde Gas a.s., který mi umožnil exkurzi zmíněné firmy zabývající se distribucí technických plynů a ochotně poskytl odborné informace ke zpracovávanému tématu.

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

OBSAH

ÚVOD.....	10
1 CHARAKTERISTIKA MASA A MASNÝCH VÝROBKŮ	11
1.1 VÝZNAM MASA VE VÝŽIVĚ.....	11
1.2 SPOTŘEBA MASA	11
1.3 PRODUKCE MASA	13
1.4 SLOŽENÍ MASA	14
1.5 ZRACÍ PROCESY V MASE.....	15
1.6 FORMY KAŽENÍ MASA.....	16
1.7 ANOMÁLNÍ PRŮBĚH POSMRTNÝCH ZMĚN.....	16
1.8 MASNÉ VÝROBKY.....	18
1.8.1 Členění masných výrobků.....	18
1.8.2 Složení a struktura masných výrobků	20
2 BALENÍ MASA A MASNÝCH VÝROBKŮ.....	21
2.1 OBAL A JEHO FUNKCE.....	21
2.2 OBALOVÉ MATERIÁLY	23
2.3 ZPŮSOBY BALENÍ.....	23
2.3.1 Prosté balení	24
2.3.2 Vakuové balení.....	24
2.3.3 Balení v ochranné atmosféře	26
2.4 NOVÉ TRENDY V BALENÍ POTRAVIN	27
2.4.1 Aktivní balení.....	27
2.4.2 Inteligentní balení.....	28
3 BALENÍ V MODIFIKOVANÉ ATMOSFÉŘE (MAP).....	31
3.1 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ VÝSLEDEK BALENÍ V MAP	32
3.2 ZÁSADY SKLADOVÁNÍ OBALOVÝCH MATERIÁLŮ	32
3.3 VÝHODY BALENÍ V MODIFIKOVANÉ ATMOSFÉŘE.....	33
3.4 NEVÝHODY MODIFIKOVANÉ ATMOSFÉRY	33
3.5 MIKROBIOLOGIE MODIFIKOVANÉ ATMOSFÉRY	34
3.6 NOVÉ TECHNOLOGIE BALENÍ MASA A MASNÝCH VÝROBKŮ.....	35
3.6.1 Darfresh Bloom®	36
3.6.2 Cryovac Mirabella®.....	37
3.6.3 Komorový balící stroj	38
3.6.4 Těsnící stroj	39
4 TECHNICKÉ PLYNY V MODIFIKOVANÉ ATMOSFÉŘE.....	40

4.1	POUŽITÍ A APLIKACE TECHNICKÝCH PLYNŮ.....	42
4.2	HISTORIE ZKAPALŇOVÁNÍ VZDUCHU.....	43
4.3	OXID UHLIČITÝ.....	45
4.4	KYSLÍK.....	48
4.5	DUSÍK.....	49
4.6	OSTATNÍ POTRAVINÁŘSKÉ PLYNY	50
4.6.1	Oxid dusný	50
4.6.2	Vodík.....	50
4.6.3	Helium.....	51
4.6.4	Argon.....	51
4.7	SMĚSI PLYNŮ.....	51
4.8	DODÁVÁNÍ TECHNICKÝCH PLYNŮ	52
4.9	ČESKÁ ASOCIACE TECHNICKÝCH PLYNŮ (ČATP).....	54
	ZÁVĚR	56
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	57
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	63
	SEZNAM OBRÁZKŮ	64
	SEZNAM TABULEK.....	65

ÚVOD

Pro většinu lidí je maso a výrobky z něj součástí každodenního jídelníčku a patří k všeobecně oblíbeným potravinám již po celá tisíciletí. Kvalita masa je ovlivněna jeho senzoricnými a technologickými vlastnostmi, které se vyvíjejí v průběhu postmortálních změn svařoviny a její přeměny na maso. Nejčastějším zdrojem masa jsou domácí, zejména jatečná zvířata a drůbež. Méně je pak využívána lovná zvěř, žijící volně nebo v chovu na farmách. Hlavní výhoda masa je dána jeho nutričním složením, především obsahem plnohodnotných bílkovin a důležitých živin. Na druhé straně patří k potravinám, které rychle podléhají zkáze, právě díky svému složení.

Balené potraviny začaly nabývat na významu po druhé světové válce a v dnešní době představuje balení potravin nejen ochranu výrobku, ale spotřebitel rovněž vyžaduje zachování čerstvosti výrobku po co nejdelší dobu a současně pohodlný způsob manipulace s potravinou. Moderní technologie balení dokáží prodloužit dobu trvanlivosti potravin, chrání obsah balení před nežádoucími změnami a navíc zachovávají a stabilizují vlastnosti čerstvých produktů, což lze dosáhnout právě použitím vhodného obalu a také způsobem balení. Jedním z druhů takového balení je balení potravin v modifikované atmosféře (MAP). Údržnost masa je zde ovlivněna jakostí čerstvých potravin, skladovací teplotou a vlhkostí, složením plynu a typem obalového materiálu. Principem balení v MAP je odstranění vzduchu z obalu a jeho nahrazení směsí plynů. Jádrem této technologie je variace koncentrací plynů, a to sice v souladu s příslušnou potravinou. Hlavními komponenty těchto směsí je oxid uhličitý, dusík a někdy také kyslík, kdy každý z těchto plynů má svou specifickou funkci. Vytlačení kyslíku dusíkem lze zabránit nežádoucím oxidačním reakcím, oxid uhličitý má v určité koncentraci bakteriostatický účinek a kyslík je využíván pro zachování barvy červeného masa. Úprava atmosféry je často aplikována jako doplněk dalších konzervačních metod.

Cílem mé bakalářské práce je charakterizovat modifikovanou atmosféru a technické plyny z hlediska jejich prospěšnosti pro balené maso a masné výrobky.

1 CHARAKTERISTIKA MASA A MASNÝCH VÝROBKŮ

Maso je oblíbenou složkou naší stravy, lidé ho konzumují především pro senzorické vlastnosti; rovněž nutriční důvody (obsah plnohodnotných bílkovin, vitaminů a minerálních látek) jsou nesporné. Jako maso jsou definovány všechny části těl živočichů, včetně ryb a bezobratlých, v čerstvém nebo upraveném stavu, které se hodí k lidské výživě a o jejich použitelnosti bylo rozhodnuto podle zvláštního právního předpisu [1].

V užším smyslu se masem rozumí jen svalovina, a to buď samotná svalová tkáň, nebo svalová tkáň včetně vmezeřeného tuku, cév, nervů, vazivových a jiných částí.

Jako čerstvé maso je považováno maso s výjimkou drůbežího masa, včetně masa baleného vakuově nebo v ochranné atmosféře, k jehož uchování nebylo použito jiného ošetření než chlazení nebo zmrazení. Čerstvé drůbeží maso je samostatná skupina, pro kterou platí stejné podmínky jako pro čerstvé maso [2].

Hlavním zdrojem masa jsou domestikovaní živočichové, zejména jatečná zvířata (prasata, skot, ovce, koně, králíci) a jatečná drůbež (hrabavá i vodní), dále je využívána lovná zvěř (zejména jelen, srnec, daněk, divočák, muflon, zajíc a bažant, a dále exotické druhy v místě svého výskytu). Dalším zdrojem masa jsou ryby a řada bezobratlých, zejména měkkýšů a koryšů [1].

1.1 Význam masa ve výživě

Maso konzumujeme více než 15 tisíc generací. Lze proto tvrdit, že naše trávicí ústrojí i celý náš organismus je na smíšený typ potravy adaptován. Z nutričního hlediska je velmi cenné; je zdrojem tzv. plnohodnotných bílkovin, vitaminů (zejména skupiny B), nenasycených mastných kyselin a minerálních látek. Někdy je považováno za nenahraditelnou složku potravy, i když je jistě možné zajistit plnohodnotnou výživu i bez masa. Výživná hodnota jednotlivých tržních druhů masa závisí na poměru čisté svaloviny k méně hodnotným kostem, tukové tkáni a vazivu. Výživná hodnota čisté svaloviny závisí na poměru obsahu vody a sušiny. Vedle nutričního významu je maso ve výživě důležité i svou chutností [1,2].

1.2 Spotřeba masa

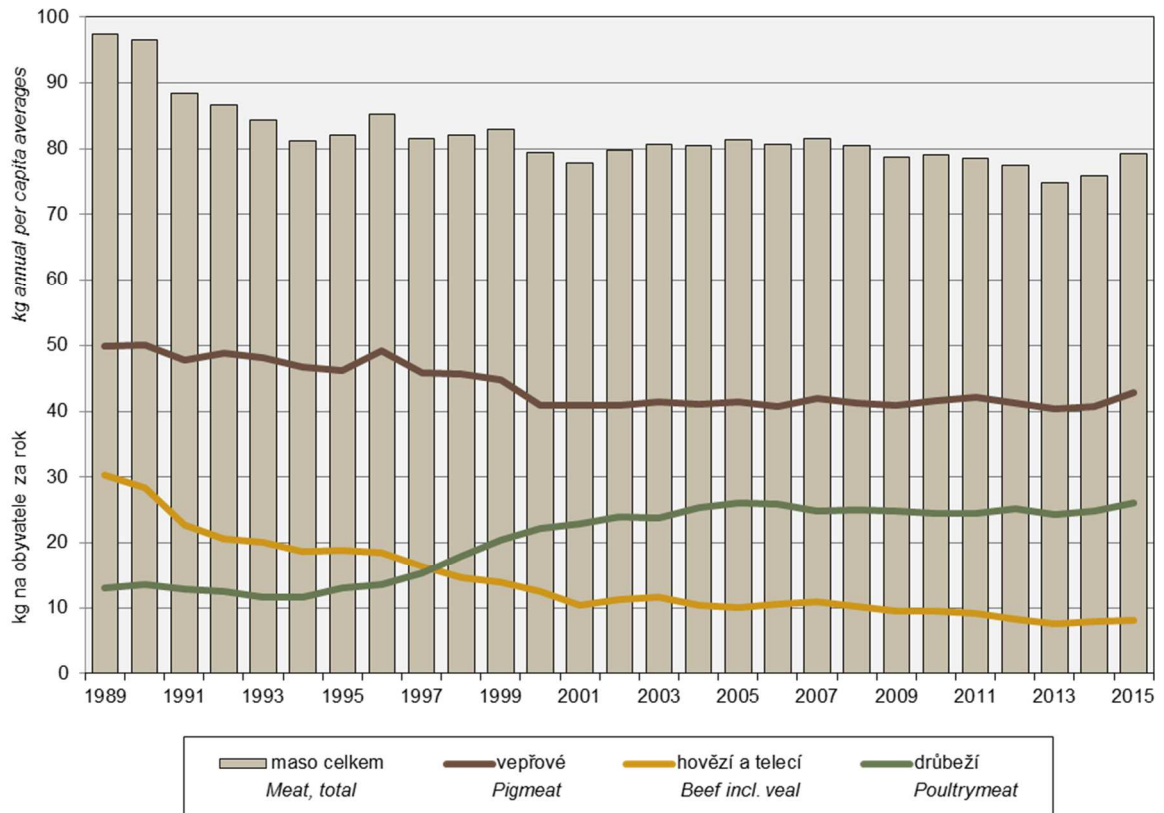
Ze zdravotního hlediska existuje optimum spotřeby masa, určené zvyklostmi a fyziologickými potřebami určité populace [3].

Celosvětově spotřeba masa rok od roku roste. Životní úroveň lidí se v mnohých rozvojových zemích zvyšuje, a jak bohatnou, mohou si dopřávat ve svém jídelníčku více potravin živočišného původu včetně masa.

Ve statistikách je uváděna spotřeba masa na 1 obyvatele a rok. Jde o tzv. spotřebu masa na kosti, tj. domácí spotřebu masa (vztaženou na kg nebo tuny jatečně upravených těl - JUT) dělenou počtem obyvatel příslušného státu. V České republice se tato hodnota v uplynulých letech poměrně stabilně pohybuje přes 80 kg [4].

Průměrná spotřeba u nás a ve vyspělých státech činí 80 - 100 kg ročně na osobu. Nižší konzumace je považována za znak nižší životní úrovně. Při vyšší konzumaci masa však může docházet v trávicí soustavě k rozvoji hnilobné mikroflóry. Zvýšený příjem bílkovin v mase má za následek zvýšený obsah jedovatého amoniaku vzniklého v důsledku odbourávání bílkovin, kterého se musí organismus zbavit ve formě močoviny. Spotřebou tukem bohatého masa se zvyšuje nadměrně podíl živočišných tuků ve stravě a tím i zdravotní rizika [2].

Hodnoty spotřeby masa v letech 1989 až 2015 jsou uvedeny v následujícím grafu (Obr.1.).



Obr.1. Graf spotřeby masa v hodnotě na kosti [5]

Maso v hodnotě na kosti je jatečná mrtvá váha masa, které bylo získáno jako půlky, čtvrtě či kusy masa. Zvýšila se spotřeba masa v hodnotě na kosti o 3,5 kg (+4,5 %), když došlo ke zvýšení spotřeby vepřového masa o 2,2 kg (+5,4 %), spotřeby hovězího masa o 0,3 kg (+3,6 %) a spotřeby drůbežího masa o 1,1 kg (+4,6 %). Nadále pokračoval trend snižování spotřeby králičího masa na současných 0,8 kg [5].

1.3 Produkce masa

Pokud se hovoří o produkci masa, uvádí se zpravidla objem vztažený na váhu jatečně upravených těl, tj. na váhu kusu na konci procesu jatečního opracování na jatkách. V zahraniční literatuře je používán termín CWE (carcass weight equivalent). Česká republika je rozlohou i počtem obyvatel malou zemí a její přínos ke světové produkci masa je zanedbatelný. Navíc v posledních letech je pozorován zcela opačný trend, než jakým se ubírá celosvětová produkce - Češi chovají rok od roku méně jatečných zvířat a jsou více závislí na importu ze zahraničí. Největší objem produkce (a také spotřeby) masa připadá celosvětově doposud na maso vepřové. V Evropě zahrnuje vepřové maso přibližně polovinu konzumovaného množství masa. Platí to i v ČR [4].

Tab.1. Výroba masa v letech 2009 - 2016 v tunách jateční hmotnosti [6]

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Maso celkem	556 066	538 554	505 397	458 329	447 525	451 186	447 651	448 967
hovězí	76 479	73 730	71 616	65 244	64 377	65 069	67 828	71 467
telecí	547	529	509	469	448	460	458	466
vepřové	284 572	275 905	262 944	239 753	234 273	235 991	227 739	220 334
skopové	51	44	47	47	49	43	50	57
jehněčí	95	101	112	119	127	146	130	121
kozí	4	4	4	5	4	3	3	3
koňské	66	63	81	80	74	64	36	27
drůbeží	194 252	188 177	170 084	152 613	148 174	149 410	151 406	156 492

Po optimistickém meziročním navýšení produkce masa mezi léty 2013-2014 nastal znovu propad. V roce 2015 se snížila domácí výroba masa oproti roku 2014 o necelé procento (-0,8 %) na 447 651 tun. Poměrně výrazně se propadla produkce vepřového, o 3,5 % na 227 739 tun. Důvodem jsou nízké výkupní ceny prasat. Klesl rovněž objem produkce masa malých přežvýkavců, u skopového o 5 % a u kozího podobně (- 4,9 %). Naopak stoupla

produkce hovězího a telecího masa (+ 4,2 %) a také masa drůbežního (+ 1,3 %). Ceny jatečného skotu vzrostly meziročně o 2,7 % [6].

1.4 Složení masa

Maso má složitou a velmi různorodou histologickou strukturu, proměnlivé chemické složení, technologické a senzorické vlastnosti. Složení masa kolísá v závislosti na druhu zvířete, plemenu, pohlaví, věku, způsobu výživy a liší se i jednotlivé svaly u téhož jedince.

Převážnou část masa tvoří příčně pruhovaná svalovina, dále maso obsahuje tukovou tkáň, vazivové části a kosti. Svalová tkáň je maso v užším slova smyslu. Její základní stavební jednotkou je svalové vlákno tvořené převážně myofibrilami (kontraktilní vláknité útvary).

Libová svalovina se skládá z:

- vody – 70 -75 %
- bílkovin – 18 - 22 %
- tuků (lipidů) – 1 - 5 %
- minerálních látek – 1 %
- vitamínů
- extraktivních látek (zde patří i velmi nízký obsah sacharidů) [1, 2].

Z nutričního hlediska jsou nejcennější složkou masa bílkoviny. Celkový obsah bílkovin je údaj důležitý pro posouzení kvality masa a masných výrobků.

Nejrozšířenějšími hemovými barvivy jsou hemoglobin (barvivo červených krvinek) a myoglobin (barvivo svalové tkáně). Základem struktury hemoglobinu je bílkovinná a ne-bílkovinná část.

Obsah tuku v jednotlivých druzích zvířat silně kolísá (1 - 50 %). Na tuk je chudé maso zvěřiny. Rozložení tuku v těle zvířat je velmi nerovnoměrné.

V malém množství jsou v mase obsaženy i sacharidy. Nejvýznamnější z nich je glykogen, označovaný také jako živočišný škrob, který slouží jako rezervní energetická látka a hraje významnou roli při zrání masa, kdy ovlivňuje kyselost a jeho senzorické a technologické vlastnosti [7].

Kriticky je hodnocen obsah cholesterolu, jehož obsah jak ve svalovině tak i tukové tkáni je přibližně stejný (500 až 700 mg na kilogram). Nejnižší obsah cholesterolu vykazuje maso vepřové a hovězí. Vyšší obsahy jsou v mase drůbeže [8, 9].

Obsah vody je závislý na živočišném druhu, ale také na obsahu tuku v mase. Nejnižší obsah vody mívá obvykle vepřové maso, poněkud vyšší obsah nacházíme v hovězím a kuřecím mase a nejvyšší hodnoty jsou v mase sladkovodních ryb [9].

Maso je významným zdrojem železa a zinku. V poslední době se stává rovněž cenným zdrojem selenu (který se sem dostává v podobě krmiv) a je využitelný i pro konzumenta. Využívání strojně odděleného masa v levných masných výrobcích přináší na jedné straně vápník, současně se ale může zvyšovat i obsah rizikových prvků [10].

Vitaminy jsou v mase zastoupené v poměrně vysokých koncentracích, chybí vitamin C, který lze získat pouze v čerstvé krvi. Maso je významný zdroj vitaminů skupiny B, zejména B₁₂, v tukovém podílu jsou zastoupené tokoferoly. S masem se dostávají do organismu konzumenta vitaminy současně s bílkovinami, což je důležité pro jejich využitelnost. Lipofilní vitaminy A, D a E jsou obsaženy v tukové tkáni a játrech. Obsah vitaminů je podstatně vyšší v játrech a jiných drobech než ve svalovině [11].

Extraktivní látky jsou extrahovatelné vodou o teplotě 80 °C. Mají význam pro tvoření typické chuti a pachu masa. Vznikají zejména v průběhu posmrtných změn. Některé extraktivní látky se uměle přidávají do masa k obohacení chutnosti. Jde především o preparáty obsahující glutamát sodný, tj. sůl kyseliny glutamové vznikající při tepelném opracování z glutaminu [10, 11].

1.5 Zrací procesy v mase

Procesy probíhající v těle zvířat vedou k tomu, že je nativní svalová tkáň přeměňována na maso. Průběhem posmrtných změn je ovlivněna kvalita masa. Vytváří se křehkost a údržnost masa a dochází ke ztrátám masové šťávy a odparu vody. Postmortální procesy probíhají ve čtyřech stádiích: období před rigorem, rigor mortis, zrání masa a hluboká autolýza. Proteolýza je postmortálním procesem, který probíhá souběžně s autolýzou od okamžiku porážení zvířete [1].

1.6 Formy kažení masa

Jestliže lze kažení masa chápat jako exogenní proces, kdy je svalovina uvnitř v okamžiku porážky prakticky sterilní, pak kontaminace masa mikroorganismy nastává z vnějšího prostředí především při jatečném zpracování a bourání masa. Dochází k odstranění mechanické bariéry pro vniknutí zárodků prostřednictvím kůže a tukové a pojivové tkáně. Běžné kažení masa má tři na sebe navazující fáze:

- povrchové osliznutí - nastává masivním pomnožením obecné mikroflóry na povrchu masa
- povrchová hniloba - je pokračováním povrchového osliznutí, proniká do hloubky masa a její enzymy způsobují rozklad bílkovin
- hluboká hniloba - je mikrobiální napadení a zkažení masa v celých anatomických nebo technologických kusech.

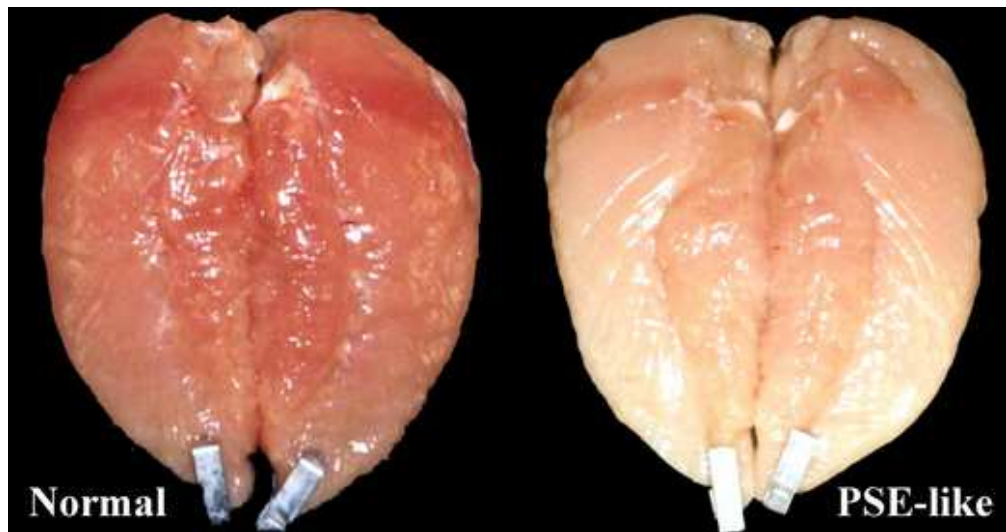
Ložisková hniloba masa je nejčastěji způsobena mikrobiální kontaminací vnitřních vrstev masa zbytečnými vpichy nebo zářezy do svaloviny nedostatečně asanovanými noži při bourání masa.

Zapaření masa je prolnutím projevů autolýzy a mikrobiální proteolýzy masa, jehož příčinou je nedostatečné vychlazení jatečně opracovaných těl zvířat nebo masa [11].

1.7 Anomální průběh posmrtných změn

Za určitých okolností existují odchylky od normálního průběhu posmrtných procesů. Jedná se především o pokles hodnoty pH v důsledku zacházení se zvířaty před porážkou, způsobem jatečného opracování i genetickým vybavením jatečných zvířat. Při překročení únosné míry stresu dochází k celé řadě hormonálních reakcí, např. jsou uvolňovány hormony, adrenalin, noradrenalin a thyroxin. Urychluje se glykolýza a glykogen se odbourává na kyselinu mléčnou.

- pokud tvorba kyseliny mléčné nastane až po vykrvení a ta zůstává ve svalovině, jedná se PSE maso (pale = bledé, soft = měkké, exudative = vodnaté)
- pokud se kyselina tvoří již dříve a pak je vyplavena krví ze svalu, jde o DFD maso (dark = tmavé, firm = tuhé, dry = suché) [12]



Obr.2. PSE (bledé, měkké, vodnaté) u kuřecího masa [13]



Obr.3. DFD (tmavé, tuhé, suché) [14]

Zvláštním případem je Hampshire maso, kdy průběh posmrtných změn je normální, ale vysoká počáteční hodnota glykolytického potenciálu je důvodem hlubokého okyselení masa. Tzv. cold shortening neboli zkrácení svalových vláken je způsoben příliš rychlým zchlazením a maso je obtížně tepelně zpracovatelné [12].

1.8 Masné výrobky

Masné výrobky jsou definovány jako technologicky opracované výrobky obsahující jako převažující základní surovinu maso. Historicky vznikly masné výrobky z potřeby zajištění údržnosti pro období, kdy není k dispozici čerstvé maso, a současně i pro využití drobných odřezků vzniklých při bourání masa. Kombinací s dalšími surovinami, zejména kořením, vznikly potraviny typických sensorických vlastností a vytvořil se velmi široký sortiment výrobků [10].

Údržnosti masných výrobků se dosahuje kombinací několika konzervačních zákroků, jejichž účinek se vzájemně zesiluje:

- sterilace (pasterace)
- snížení aktivity vody nasolením či sušením
- snížení pH u fermentovaných salámů
- chemický účinek složek kouře a dusitanů
- snížená teplota při skladování [1].

1.8.1 Členění masných výrobků

Dle vyhlášky MZe č. 69/2016 Sb., o požadavcích na maso, masné výrobky, produkty rybolovu a akvakultury a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich, mohou být masné výrobky rozčleněny na následující skupiny:

Tab.2. Členění masných výrobků a masných polotovarů [15]

Druh	Skupina
masný výrobek	tepelně opracovaný
	tepelně neopracovaný
	tepelně neopracovaný pro tepelnou úpravu
	trvanlivý tepelně opracovaný
	trvanlivý fermentovaný
	konzerva
	polokonzerva
masný polotovar	

- Tepelně opracovaným masným výrobkem se rozumí zpracovaný masný výrobek, u kterého bylo ve všech částech dosaženo minimálně tepelného účinku odpovídajícího působení teploty plus 70 °C po dobu 10 minut.
- Tepelně neopracovaným masným výrobkem je označován zpracovaný masný výrobek určený k přímé spotřebě bez další úpravy, u něhož ve všech částech neproběhlo tepelné opracování surovin ani výrobku odpovídající působení teploty plus 70 °C po dobu 10 minut.
- Tepelně neopracovaným masným výrobkem pro tepelnou úpravu je zpracovaný masný výrobek určený k tepelné kuchyňské úpravě, u něhož ve všech částech neproběhlo tepelné opracování surovin ani výrobku odpovídající působení teploty plus 70 °C po dobu 10 minut.
- Trvanlivý tepelně opracovaný masný výrobek je zpracovaný masný výrobek, u kterého bylo ve všech částech dosaženo minimálně tepelného účinku odpovídajícího působení teploty plus 70 °C po dobu 10 minut a navazujícím technologickým opracováním, zráním, uzením nebo sušením za definovaných podmínek došlo k poklesu aktivity vody na hodnotu a_w (max.) = 0,93 a k prodloužení minimální doby trvanlivosti na 21 dní při teplotě skladování plus 20 °C a za případně dalších skladovacích podmínek.
- Fermentovaným trvanlivým masným výrobkem rozumíme zpracovaný masný výrobek tepelně neopracovaný určený k přímé spotřebě, u kterého v průběhu fermentace, zrání, sušení, popřípadě uzení za definovaných podmínek došlo ke snížení aktivity vody na hodnotu a_w (max.) = 0,93, s minimální dobou trvanlivosti 21 dní při teplotě plus 20 °C a za případně dalších skladovacích podmínek.
- Konzervou označujeme výrobek neprodyšně uzavřený v obalu, sterilovaný.
- Polokonzervou rozumíme výrobek neprodyšně uzavřený v obalu, pasterovaný [15].



Obr.4. Masné výrobky [16]

1.8.2 Složení a struktura masných výrobků

Složení masných výrobků je velmi různorodé:

- obsah vody - 26 % (Poličan) - 69 % (dušená šunka)
- obsah bílkovin - 13 % (měkké salámy) - 23 % (Dunajská klobása)
- obsah tuků - 9 % (dušená šunka) - 57 % (Poličan)
- obsah soli - 1,5 %- 7 %.

Energetická hodnota se pohybuje v rozsahu od 6 840 kJ (dušená šunka) do 22 320 kJ (Poličan). Téměř všechny masné výrobky obsahují chlorid sodný, nejčastěji ve směsi s dusitanem sodným.

Podle vnitřní stavby výrobku rozlišujeme jednak kusové zboží (uzená masa, šunky), jednak mělněné masné výrobky (salámy, párky, klobásy), které se vyrábějí tak, že se vazné maso rozmělní a nasolí [1,8].

Pro ochranu a zabezpečení jejich kvality před vnějšími chemickými a fyzikálními vlivy je nezbytným technickým postupem balení potravin. Nejčastějšími způsoby balení masa jsou prosté balení, balení do vakua a balení v ochranné atmosféře (Obr.5.). Volba typu balení závisí na konkrétním druhu výrobku a na požadované době skladování [17].



Obr.5. Masný výrobek trvanlivý fermentovaný balený v ochranné atmosféře [18]

2 BALENÍ MASA A MASNÝCH VÝROBKŮ

Balení masa zaznamenává značného rozvoje především z důvodů zvyšujícího se prodeje masa ve velkých samoobslužných prodejnách a supermarketech. Nároky spotřebitelů na jakost prodáváného masa se stále zvyšují a je kladen velký důraz na prodloužení údržnosti masa, aniž by bylo použito razantních konzervačních metod (zmrazování, použití aditiv a radiace) [11].

Dle definice se balenou potravinou rozumí každý výrobek určený pro nabízení k přímému prodeji spotřebiteli nebo provozovněm stravovacích služeb, který se skládá z potravin a obalu, do něhož byla potravina vložena před jejím nabídnutím k prodeji, a to bez ohledu na to, zda je potravina v obalu uzavřena zcela nebo pouze zčásti, avšak vždy takovým způsobem, že obsah nelze vyměnit, aniž by došlo k otevření nebo výměně obalu [19].

Přestože je maso v okamžiku smrti prakticky sterilní, během jatečního opracování je kontaminováno a po porážce velmi rychle podléhá činnosti mikroorganismů, které působí jeho zkázu. Rychlost i rozsah rozkladu závisí na teplotě a dalších podmínkách skladování. Z tohoto důvodu je nutné dosáhnout co možná nejrychleji potřebných nízkých teplot, popřípadě využít doplňujících zákroků, jako je využití vhodného obalu nebo úprava atmosféry v obalu či skladovacím prostoru [1].

Podmínkou dobré údržnosti masa v jakémkoliv obalu je vysoká mikrobiální jakost masa, která je docílena za předpokladu dodržování chladírenského řetězu. Je potřeba balit maso částečně vyztřálé, okyselené na hodnotu pH 6,2 - 6,0. Vyztřálější, odleželejší maso je podstatně přístupnější mikrobiálnímu rozkladu. Maso před balením musí být vychlazené na 0 až 2 °C. Tato teplota je udržována při balení, expedici, rozvozu a rovněž při skladování. Pro balení masných výrobků platí přísné hygienické podmínky [2].

2.1 Obal a jeho funkce

Obalem je označován výrobek zhotovený z materiálu jakékoli povahy a určený k pojmutí, ochraně, manipulaci, dodávce, popřípadě prezentaci výrobku nebo výrobků určených spotřebiteli nebo jinému konečnému uživateli. Obalem ve smyslu zákona nejsou výrobky sloužící k balení věci, která není zbožím [20].

Balení masa má výhody obchodní, hygienické a spotřebitelské. Mezi základní funkce obalu patří:

- ochrana výrobku před nepříznivými vlivy okolí – prodloužení údržnosti masa a zajištění hygienických nároků
- vytvoření racionální manipulační jednotky
- úloha vizuálně-komunikační – obal je nositelem informací pro spotřebitele a esteticky na něj působí [21, 22].

Podnikatel, který potraviny uvádí do oběhu, je dle Zákona č. 110/1997 Sb. o potravinách a tabákových výrobcích povinen používat jen takové obaly a obalové materiály, které:

- chrání potravinu před znehodnocením a znemožňují záměnu nebo změnu obsahu bez otevření či změny obalu
- odpovídají požadavkům na předměty a materiály přicházející do styku s potravinami
- senzoricky ani jiným způsobem neovlivňují potravinu [19].

Důvody pro použití bariérové fólie mohou být shrnuty do následujících bodů:

- omezení vstupu kyslíku do obalu a prodloužení trvanlivosti zboží
- omezení migrace vody z produktů (vysychání) nebo naopak vnikání vlhkosti do produktu (navlhání)
- omezení prostupu pachů, aroma či tuků
- udržení specifického prostředí uvnitř obalu (vakuové balení, balení v modifikované atmosféře dusíku a oxidu uhličitého) [23].

Podíl obalu na ochranné funkci je možné vyjádřit číselně tzv. koeficientem ochranné účinnosti obalu K_{ob} , který udává, kolikrát je doba skladovatelnosti baleného výrobku delší než nebaleného. Tedy:

$$K_{ob} = \frac{D_b}{D_n}, \text{ kde}$$

D_b je doba udržitelnosti baleného výrobku

D_n je doba udržitelnosti téhož výrobku nebaleného

Hodnota koeficientu K_{ob} je závislá na teplotě skladování a vodní aktivitě potraviny a vesměs se pohybuje v rozmezí hodnot 1 - 2 pro čerstvé vodnaté potraviny až do hodnoty řádů 10^3 a vyšších pro sterilované výrobky v hermetickém obalu [22].

2.2 Obalové materiály

Pro balení masa bývá používáno většinou plastových folií na bázi polyethylenu (PE), polyamidu (PA), polyvinylidenchloridu (PVDC), polyesteru, celulózy, hliníku atd. Jednou z významných vlastností těchto materiálů je plasticita při vyšší teplotě, která umožňuje snadné tvarování, opracování a možnost tepelného spojování plastových obalů. Další charakteristickou vlastností polymerních materiálů je jejich propustnost. Na rozdíl od skla a kovů, které i v tenkých vrstvách představují absolutní bariéru transportu hmoty z jednoho povrchu na druhý, jsou polymerní materiály více či méně propustné a mohou propouštět plyny, vlhkost, páry aromatických látek atd. [2, 22].

Polyethylen je světově nejvíce produkováným plastem, který se vyznačuje jednoduchým zpracováním a nízkou výrobní cenou. K jeho výhodným vlastnostem lze zařadit také odolnost vůči vnějším vlivům a nepropustnost vlhkosti. Na druhou stranu je poměrně výrazně propustný pro plyny i jiné chemické sloučeniny jako například uhlovodíky.

Za druhý světově nejprodukovánější plast lze považovat polyvinylchlorid, významný obalový materiál, který je oblíbený rovněž díky svým nízkým výrobním nákladům. Ve formě fólie je využíván především pro balení masa, drůbeže, ryb, másla a čerstvého ovoce a zeleniny. Jeho výhoda spočívá v odolnosti vůči olejům, tukům, voskům a organickým rozpouštědlům. Nevýhoda spočívá v nepříjemném pachu, který se projevuje zvláště při oxidaci stabilizátorů po výrobě [24].

Uvolňování látek z obalových materiálů bez jeho viditelné destrukce je nazýváno migrací a je typické pro polymerní obalové materiály. Tento proces má význam ze dvou důvodů:

- hodnota migrace je základem legislativy pro hodnocení vhodnosti obalových materiálů pro kontakt s potravinami
- cílené uvolňování aktivních činidel z obalu do potraviny je základem systémů aktivního balení [21].

2.3 Způsoby balení

Při balení masa a masných výrobků lze rozlišit tři základní způsoby balení:

- prosté (jednoduché) balení
- vakuové balení
- balení v modifikované atmosféře.

Zvolená technologie se podílí rozhodujícím způsobem na vlastnostech a údržnosti baleného masa [11].

2.3.1 Prosté balení

Balení prosté je považováno za balení čerstvého porcovaného masa do folie (propustnou pro kyslík), sáčku, případně do tvarovky bez evakuace vzduchu nebo modifikace složení vzduchu uzavřeného v obalu. Tento typ technologie pouze omezuje sekundární kontaminaci a vysychání masa, ale neprodlužuje jeho údržnost. Je třeba zmínit, že prosté balení je považováno za balení krátkodobé a transportní a využívá se v zázemí maloobchodních prodejen pro výsekové maso a masné výrobky. Proto jsou vakuové balení a balení v ochranné atmosféře ve spojení s nízkou teplotou preferovanější ve srovnání s tímto typem balení masa a masných výrobků [11, 25].

Údržnost takto baleného masa je ovlivněna jakostí masa, jeho primární a sekundární mikrobiální kontaminací a biochemickým stavem potravin. Z technologických vlivů je nejzávažnější teplota masa, respektive teplota uložení baleného masa. Pro údržnost baleného masa je velmi důležitá i stabilita skladovací teploty. V praxi je obtížné udržet celý chladírenský řetězec bez teplotních výkyvů. Proto se s malým kolísáním teplot počítá a balící folie jsou opatřeny antiorosovací úpravou, při které je vytvořen polárnější povrch folie pomocí antifogů – tenzidů tak, aby nedocházelo ke kapénkové, ale plošné kondenzaci. Čerstvé maso obsahuje asi 75 % vody a při jeho zabalení dochází k uvolňování vody do vzduchu v balíčku až do nasycení vzduchu vodní parou. Ustálená rovnováha obsahu vody v mase a okolním vzduchu pod folií zamezuje hmotnostním ztrátám masa vysycháním. Vysoká relativní vlhkost podporuje růst mikroorganismů a je hlavním iniciátorem kažení baleného masa. Hmotnostní ztráty však dosahují až 20 % [11].

2.3.2 Vakuové balení

Při vakuovém balení je maso vloženo do obalu, ze kterého je odsát vzduch a obal včetně masa je hermeticky uzavřen. Následně dojde k odsátí vzduchu, čímž je zamezeno oxidaci tuků a hemových barviv a zabráněno růstu aerobní mikroflóry (např. *Pseudomonas*) tím, že se prodlužuje lag-fáze před množením, tzn. doba kdy se bakterie enzymaticky připravují na růst v novém prostředí. Toto ochranné balení zvýhodňuje grampozitivní bakterie (např. bakterie mléčného kvašení), které rostou pomaleji a mají nižší potenciál ke kažení.

Použité obaly musí mít odpovídající bariérové vlastnosti, a tudíž musí být nepropustné pro kyslík, dusík, vodní páru a oxid uhličitý. K dosažení požadovaného účinku je nutno takto balené maso a masné výrobky uchovávat v chlazených prostorech nebo bez přístupu vzduchu [8].

Obvykle je vyhovující 85 – 90% vakuum. Za podmínek dobrého vakua je podíl kyslíku ve vnitřní atmosféře nižší než 1 %. Použití příliš vysokého vakua (hluboké snížení tlaku) způsobuje vytlačení tekutiny či tuku. Dalším nepříznivým jevem je pak deformace masných výrobků. Proto je v dnešní době upřednostňováno použití modifikované atmosféry [3].

Oproti prostému balení je za hlavní výhodu považována delší údržnost masa, která není dána pouze jakostí masa a jeho mikrobiální kontaminací, ale i hloubkou odstranění vzduchu a stabilitou vytvořeného podtlaku. Pro dokonalé přilnutí folie na povrch masa bez vrás a přehybů, které mají negativní vliv na údržnost a uvolňování masové šťávy, může být folie před balením změkčena proudem horkého vzduchu a pro maso předtvarována (tzv. SKIN PACK- krytí pokožkou). Pro snazší dlouhodobé udržení vakua v balíčku je vhodné folii na maso smrstit, ponořením do horké vody nebo horkým vzduchem o teplotě až 180 °C.

Nevýhoda takto upraveného baleného masa spočívá ve vzniku barevných odchylek povrchu masa (blednutí, šednutí) v důsledku nízkého parciálního tlaku kyslíku a převažujícího deoxymyoglobinu v podílu jednotlivých forem myoglobinu. Další nevýhodou je nakyslá mléčná vůně způsobená patrně kyselinou mléčnou, octovou a organickými kyselinami produkovanými mikroflórou baleného masa [4].

Ve srovnání s modifikovanou atmosférou udržuje maso zabalené vakuově stabilní barvu po delší časový úsek [25].



Obr.6. Vakuumé balení masa [26]

Pokud výrobek obsahuje rozpuštěný kyslík, mohou mít aerobní a mikroaerofilní mikroorganismy možnost růstu. Také propustnost materiálu ovlivňuje skladovatelnost výrobku. K rozvoji mikroflóry může docházet, pokud je obal relativně propustný pro atmosférický kyslík. Dále nízké koncentrace zbytkového kyslíku, a to zejména v baleních obsahujících maso s vysokým pH, přispívají k rychlému znehodnocení produktu.

Vakuově balené maso je obecně velmi stabilní, skladovatelnost takto baleného masa je kolem 3 až 12 týdnů při teplotě 0 °C. Nízké teploty prodlužují dobu skladování masa [27].

2.3.3 Balení v ochranné atmosféře

Balení v modifikované atmosféře zahrnuje odstranění vzduchu z obalu a jeho nahrazení plynem nebo směsí plynů, která je odlišná od běžného složení vzduchu. Plynná atmosféra uvnitř výrobku se mění v důsledku absorpce plynů, dýchaní některých potravinových výrobků a probíhajících biochemických reakcí. Podrobněji bude tato problematika přiblížena v kapitole 3 Balení v modifikované atmosféře (MAP) [28].

2.4 Nové trendy v balení potravin

2.4.1 Aktivní balení

Dle Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1935/2004 ze dne 27. října 2004 o materiálech a předmětech určených pro styk s potravinami a o zrušení směrnic 80/590/EHS a 89/109/EHS se aktivními materiály a předměty určenými pro styk s potravinami rozumějí materiály a předměty, které mají prodloužit životnost nebo zachovat či zlepšit stav balených potravin. Jsou vyrobeny tak, aby záměrně obsahovaly "aktivní" složky, které se mají uvolňovat do potravin nebo které mají naopak absorbovat látky z potravin. Měly by být rozlišovány od materiálů a předmětů, které se tradičně používají k tomu, aby uvolňovaly své přirozené složky do určitých druhů potravin v průběhu jejich výroby. Neměly by uvolňovat nebo absorbovat látky jako jsou aldehydy nebo aminy s cílem zakrýt počínající kažení potravin. Takové změny, které by mohly měnit známky kažení, by mohly být pro spotřebitele zavádějící, a neměly by proto být povoleny. Podobně by neměly být povoleny ani materiály, které způsobují změnu barvy a poskytují tak nesprávnou informaci a stavu potravin [29].

Aktivní balení mění podmínky balené potravin, čímž se prodlužuje údržnost nebo se zvyšuje bezpečnost, popřípadě se zlepšují sensorické vlastnosti masa a současně se zachovává kvalita balené potravin. Tento typ (stejně jako inteligentní balení potravin) je využíván především v USA, Japonsku a Austrálii. V Evropě zatím bylo vyvinuto těchto systémů malé množství z důvodu platné legislativy týkající se materiálů přicházející do styku s potravinami. Příklady aktivního balení jsou:

- odstranění kyslíku
- regulace vlhkosti
- uvolňování konzervačních látek
- absorpce nežádoucích pachů
- pohlcování nebo odrážení určitých vlnových délek světelného spektra, které obsah obalu znehodnocují.

K zajištění těchto požadavků se používají systémy pracující na principu aktivního vychytávání (absorbéry) nebo aktivního uvolňování (emitory). Nejrozšířenější jsou absorbéry ve formě sáčků volně vkládaných do obalů. Z nich většina využívá oxidace částic koloidně sráženého železa [30].



Obr.7.Exsikátor vlhkosti Silikagel [31]

Typickým rysem aktivních obalů je schopnost samovolně měnit své vlastnosti v reakci na změnu podmínek v okolí výrobku. Úprava jejich vlastností přitom směřuje k potlačení nežádoucího důsledku změny okolních podmínek na kvalitu baleného produktu, k prodloužení skladovatelnosti, zlepšení bezpečnosti nebo organoleptických vlastností při zachování kvality potravinářského výrobku. Doposud používané či navrhované systémy jsou založeny zejména na již zmíněném uvolňování aktivních činidel (konzervačních látek, antioxidantů, aromat atd.) z obalů do potravin nebo naopak sorpci nežádoucích složek obalem. Využívány jsou i systémy reagující na změny vnějšího prostředí úpravou propustnosti obalu pro plyny nebo ovlivňující teplotu baleného výrobku (např. při mikrovlnném ohřevu) [32].

2.4.2 Inteligentní balení

Zvláštní skupinu aktivních obalů představují tzv. inteligentní obaly, které mají schopnost monitorovat podmínky, za kterých bylo s produktem manipulováno, popřípadě poskytovat informaci o okamžitém stavu baleného produktu. Neměly by však o stavu potravin poskytovat takové informace, které by mohly být pro spotřebitele zavádějící [29].

Dle Nařízení komise (ES) č. 450/2009 ze dne 29. května 2009 o aktivních a inteligentních materiálech a předmětech určených pro styk s potravinami mohou být umístěny na vnějším povrchu a mohou být od potravin odděleny funkční bariérou, tedy bariérou umístěnou uvnitř materiálu nebo předmětu určeného pro styk s potravinami zabraňující migraci látek

zpoza této bariéry do potravin. Za funkční bariérou mohou být použity nepovolené látky, pokud splňují určitá kritéria a jejich migrace zůstává pod daným limitem detekce [33].

Inteligentní obaly jsou v praxi vybaveny buď různými indikátory (*Tab.3.*) nebo prvky RFID (Radio Frequency Identification Device), což je moderní technologie identifikace objektů pomocí radiofrekvenčních vln [34].



Obr.8. RFID (Radio Frequency Identification Device) [35]

V současné době jsou komerčně nabízeny zejména indikátory teploty a indikátory složení vnitřní atmosféry. Do stádia komerční dostupnosti byly dovedeny i indikátory čerstvosti baleného potravinářského výrobku. Méně časté jsou indikátory neporušenosti obalu, indikátory mikrobiálního růstu, indikátory autenticity výrobku. Převážná část z nich jsou svou podstatou indikátory složení atmosféry. Aplikace indikátorů obecně představuje jednu z možností zajištění kritických bodů (HACCP) při realizaci systémů výroby bezpečných potravin [36].

Tab.3. Typy indikátorů a jejich využití v praxi [36]

Typ indikátoru	Efekt
Časově- teplotní indikátor	Poskytuje informaci o teplotní historii a průběhu teploty
Indikátor kyslíku	Dokáže odhalit mechanické poškození obalu
Indikátor CO ₂	Informuje o množství CO ₂ , využití v případě MAP
Barevný indikátor aktuální teploty	Informuje o aktuální teplotě uvnitř obalu, především při přípravě potravin v mikrovlnné troubě
Indikátor patogenní mikroflóry	Odhalí případnou nežádoucí kontaminaci
Indikátor zlomení	Indikuje zlomení obalu

Barevné indikátory aktuální teploty jsou využívány k indikaci teploty uvnitř obalu, například při tepelné přípravě masa v mikrovlnné troubě (Obr.9.).



Obr.9. Indikátor teploty [37]

3 BALENÍ V MODIFIKOVANÉ ATMOSFÉŘE (MAP)

Již dlouho je známo, že konzervační účinek atmosféry může být značně zvýšen, pokud je kombinován s kontrolou nebo úpravou plynné atmosféry během skladování. Takové metody byly komerčně využívány již před více než 100 lety a jsou označovány jako CAS, tj. controlled atmosphere storage - skladování s kontrolovanou atmosférou. V CAS jsou plynné složky upraveny tak, aby koncentrace byla stejná v celém skladu a je neustále upravována a kontrolována. Je využívána především v hromadných skladech, např. při skladování ovoce a zeleniny nebo při lodní nákladní dopravě rychle se kazících potravin. Později byl tento přístup uplatňován u spotřebitelských obalů pod názvem modifikovaná atmosféra (MAP). Dokonce ačkoli se v obalu neobjevuje žádný plyn, vakuový obal se kvalifikuje jako MAP, neboť dochází k odstranění vzduchu a změně atmosféry uvnitř balení [28, 38].

Při balení potravin do ochranné atmosféry je obal s výrobkem naplněn ochranným plynem (většinou dusíkem nebo oxidem uhličitým) a hermeticky uzavřen. Složení plynu nelze v obalu měnit vnějším zásahem. Uvnitř balíčku však může být vytvořena modifikovaná atmosféra (MA) v důsledku probíhajících metabolických procesů. Jedná se vesměs o změny obsahu kyslíku a oxidu uhličitého. Balení je založeno na cílené interakci mezi obalem a potravinou. Obal je schopen reagovat na změnu podmínek, ve kterých je produkt balen [2, 39].

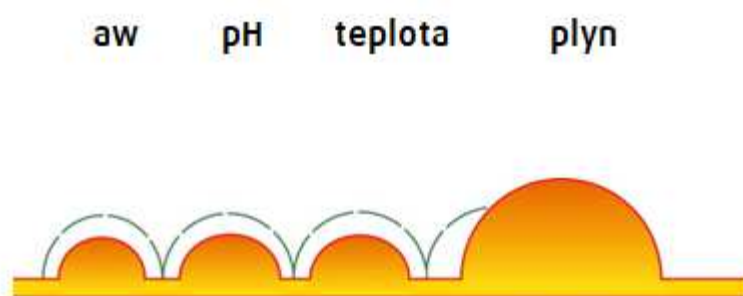
Záměnu vzduchu upravenou atmosférou je možno provést dvěma způsoby. Při prvním z nich je vzduch odsát pomocí vývěvy a dojde k vytvoření vakua. Následně je obal naplněn ochrannou atmosférou a tlak v obalu je vyrovnán na tlak blízký atmosférickému tlaku. Dle charakteru výrobku může být nepatrně vyšší nebo nižší než atmosférický tlak a dále je obal plynotěsně uzavřen. V druhém případě je vzduch vytěsněn přebytkem ochranné atmosféry, tzv. propláchnutí obalu a následně plynotvorně uzavřen [40].

Tato technologie je postavena na znalostech vlastností potravin, plynů a balících metod a v současné době patří k běžně používaným postupům chránícím skladované potraviny před nežádoucími oxidoredukčními reakcemi, ale i změnami vlhkosti a mikrobiologickými procesy. Je-li úprava atmosféry aplikována jako doplněk dalších metod konzervace potravin, stává se často významným faktorem pro lepší uchování kvality balených potravin [41, 42].

Modifikovaná atmosféra výrazně prodlouží dobu, po kterou si potravina zachovává své specifické vlastnosti – chuť, vzhled, vůni a také zdravotní nezávadnost pouze v případě dodržení správných technologických a hygienických postupů, které jsou dány legislativou,

potravinářskými standardy a systémy kontroly kvality (např. HACCP, pravidla správné výrobní a hygienické praxe). Podmínkou zlepšení vlastností potraviny je kvalita samotné této potraviny a dodržení potřebné teploty v celém distribučním i skladovacím řetězci [43, 44].

Mikrobiální profily masa baleného v ochranné atmosféře a prostřednictvím vakuového balení se významně neliší. Bezpečnost MAP lze zvýšit spojením s překážkovou technologií (Obr.10.) a správnými konzervačními systémy [45].



Obr.10. Překážky proti zkáze a úloha modifikované atmosféry technických plynů v technologii MAP [40]

3.1 Faktory ovlivňující výsledek balení v MAP

- poměr hmotnosti produktu a objemu plynu
- srážení vlhkosti
- vliv kolísání teploty
- přídatné suroviny pro výrobu produktu, např. barviva a jejich vliv na balení kráječných surovin
- chyby zapříčiněné zásahem obsluhy balícího stroje

3.2 Zásady skladování obalových materiálů

- skladovat při teplotě 18 - 25 °C a 40 - 60% vlhkosti
- neskladovat na podlaze, u stěny nebo u topení
- 24 hodin před použitím skladovat na místě balení (vliv teploty)
- rozbalit krátce před použitím (vliv vlhkosti) [40]

3.3 Výhody balení v modifikované atmosféře

- výrazně prodlužuje trvanlivost
- udržuje potraviny čerstvé a chutné
- zabraňuje oxidaci tuků → uchování vitaminů a aromatických látek
- potlačuje kažení potravin potlačením růstu mikroorganismů
- snižuje nároky na konzervaci
- chrání potraviny přirozenou cestou, bez chemických přísad a tepelného ošetření
- umožňuje vyvíjet nové produkty
- atraktivní a dobře prodejná balení
- brání změnám tvaru a mačkání balených produktů [3,42]

Pro srovnání je níže v tabulce (*Tab.4.*) uvedena trvanlivost produktů skladovaných při teplotě 0 – 5 °C a produktů balených pomocí MAP při téže teplotě, ze které je zřejmá výhoda prodloužení trvanlivosti na straně MAP. Použitím technik MAP lze takto údržnost masa nebo masných výrobků ve srovnání s prostým balením zdvojnásobit až ztrojnásobit.

Tab.4. Trvanlivost produktů vystavených působení vzduchu a balených v MAP [42]

Potravina	Trvanlivost při teplotě 0 – 5 °C	Trvanlivost při použití MAP při teplotě 0 – 5 °C
Syrové červené maso	2 - 4 dny	5 - 8 dní
Syrové světlé drůbeží maso	4 - 7 dny	16 - 21 dní
Syrové tmavé drůbeží maso	3 - 5 dní	7 - 14 dní
Uzeniny	2 - 4 dny	2 - 5 týdnů
Porcované tepelně upravené maso	2 - 4 dny	2 - 5 týdnů
Syrové ryby	2 - 3 dny	5 - 9 dní
Tepelně upravené ryby	2 - 4 dny	3 - 4 týdny

3.4 Nevýhody modifikované atmosféry

- vyšší cena
- nejedná se o univerzální metodu
- vyšší nároky na kontrolu podmínek při dopravě a skladování
- při dlouhodobém skladování masa - pokles parciálního tlaku O₂ a zvýšení koncentrace CO₂, což vede k negativním senzorickým změnám, např. změna barvy a zápach [46]

3.5 Mikrobiologie modifikované atmosféry

Ze všech změn, které vedou k rozkladu neúdržných potravinových surovin a potravin, jsou nejrozsáhlejší a nejzávažnější mikrobiální změny potravin. Z pohledu potravinářství lze mikroorganismy rozdělit na užitečné a nežádoucí. Prvně zmíněné, prospěšné mikroorganismy, jsou využívány k přípravě a produkci mnoha potravin, například při kynutí těsta, v pivovarnictví a vinařství, kvašení zeleniny, při výrobě fermentovaných masných výrobků atd. Modifikovaná atmosféra potlačuje růst druhého typu mikroorganismů, způsobujících kažení potravin, které jsou pro potraviny nežádoucí [47].

Omezení růstu bakterií v modifikované atmosféře je spojeno s prodloužením lag-fáze růstového cyklu mikroorganismů, které je rovněž označováno jako „klidová fáze“, kdy se bakterie ještě nemnoží, ale enzymaticky se připravují na růst v novém prostředí. Změna atmosféry také přímo potlačuje růst aerobní mikroflóry. Patří mezi ně například rod *Pseudomonas*, který představuje bakterie s velice silným potenciálem kažení potravin [48].

V následující tabulce (Tab.5.) je uvedena mikroflóra převládající v jednotlivých typech balení potravin, která způsobuje kažení masa.

Tab.5. Převládající mikroflóra u jednotlivých typů balení potravin [47]

Způsob balení	Převládající mikroflóra
Prosté balení	<i>Pseudomonas sp.</i> , <i>Enterobacteriaceae</i> , <i>Flavobacterium</i>
Vakuové balení	Lactacidogenní mikroflóra, <i>Enterobacteriaceae</i> , <i>Pseudomonas sp.</i>
Ochranná atmosféra s O ₂ , CO ₂ , N ₂	Lactobacily, <i>Pseudomonas sp.</i> , <i>Enterobacteriaceae</i>
Ochranná atmosféra s N ₂ , CO ₂	Lactobacily, <i>Enterobacteriaceae</i> , <i>Brochotrix thermospacta</i>

Mikrobiální rozkladné procesy potravin jsou charakterizovány nežádoucími smyslovými změnami vůně, barvy, chuti a někdy i struktury potravin, pro které je tato nepoživatelná, což je důležitou zárukou prevence otravy potravinami, neboť tímto varuje spotřebitele, že potravina může být nebezpečná. Koncentrace CO₂ (nad 5 % v/v) inhibuje růst většiny bakterií poškozujících potraviny, zvláště psychrotrofních druhů (*Pseudomonas*), které rostou na široké škále potravin.

CO₂ však nezhoršuje růst všech typů mikroorganismů. Například růst bakterií mléčného kvašení (BMK) se v přítomnosti CO₂ a při nízkých koncentracích kyslíku zvyšuje.

Modifikovaná atmosféra rovněž zvýhodňuje fakultativně anaerobní bakterie jako *Brochothrix thermosphacta*. Jiným příkladem je *Listeria monocytogenes*, která ikdyž je běžně inhibována CO₂ (100%), není ovlivněna jeho přítomností, pokud se vyskytuje také alespoň 5 % kyslíku [38].

Mezi nejčastěji se vyskytující psychrotrofní bakterie mléčného kvašení patří *Lactobacillus sakei*. Je považován za původce kažení masa baleného vakuově i MAP. Z odborné literatury je zřejmé, že pouze psychrotrofní BMK, jako jsou druhy *Lactobacillus sakei*, *L. curvatus*, *L. fuchuensis*, *Carnobacterium divergens*, *C. maltaromaticum* nebo *Leuconostoc spp.*, mohou dosáhnout na mase v MAP nebo vakuově baleném a skladovaném při chladírenských teplotách vysokých počtů buněk [49].

Existují patogenní bakterie, které jsou schopny růstu při teplotě rovnající se nebo menší než 5 °C, jako například *Clostridium botulinum* Type E, *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Escherichia coli*, *Bacillus cereus*, *Aeromonas hydrophila*. A další jsou schopny růstu při teplotách 6 - 7 °C, jako *Staphylococcus aureus* a *Salmonella sp.* Z tohoto důvodu je důležité, aby modifikovaná atmosféra inhibovala růst těchto mikroorganismů, schopných růstu při chladírenských teplotách.

Spory *Clostridium botulinum* typů B, E a F jsou schopny růst a produkovat toxiny po 5 týdnech při teplotě 3 °C, 3 - 4 týdny při teplotě 4 °C a 2 - 3 týdny při 5 °C. Bylo prokázáno, že 100% CO₂ může mít inhibiční účinek na růst *C. botulinum* při chladírenských teplotách a rovněž byl pozorován zvýšený inhibiční účinek, pokud je tento v kombinaci se zvýšenou hladinou NaCl a sníženým pH. Nejvíce znepokojivé v MAP je možný růst *C. botulinum* typu E, který je spojen s produkty rybolovu. Je tolerantní k nízké teplotě, anaerobní a je schopen růst a produkovat silné neurotoxiny na potravinách předtím, než je znehodnocení zjištěno spotřebitelem. Skladování při teplotách pod 3 °C by mělo poskytnout přiměřenou ochranu pro potraviny, u kterých by se mohl vyskytovat [38].

3.6 Nové technologie balení masa a masných výrobků

Cryovac® a Darfresh® jsou registrované obchodní známky společnosti Sealed Air Corporation, společnosti pro balení potravinářských produktů, která je světovým dodavatelem moderních balících materiálů, systémů a služeb pro široké použití v potravinářském průmyslu [50].

3.6.1 Darfresh Bloom®

System Darfresh Bloom®, který je naznačen na obrázku níže, se snaží odstranit nevýhodu vakuového balení spočívající v barevných změnách masa v důsledku nízkého parciálního tlaku a převahy deoxymyoglobinu v podílu jednotlivých forem myoglobinu. Maso je umístěno na pevné podložní misce, ke které drží maso folie s částečnou propustností pro kyslík. Vrchní fólie má bariérové vlastnosti a mezi ní a fólií obepínající maso je ochranná atmosféra zajišťující dostatečný parciální tlak pro vznik oxymyoglobinu a tím zářivě červenou barvu masa [48].



Obr.11. Schéma balení v MAP (Darfresh Bloom®) [48]

Metodou darfresh díky vakuovému prostředí v balíčku je umožněno masu dále dozrávat. Dochází k tvorbě kyseliny mléčné, která narušuje bílkovinná vlákna, zjemňuje je a zároveň brání namnožení mikroorganismů. Vyztřelé maso je křehké, šťavnaté a dostatečně měkké [51].

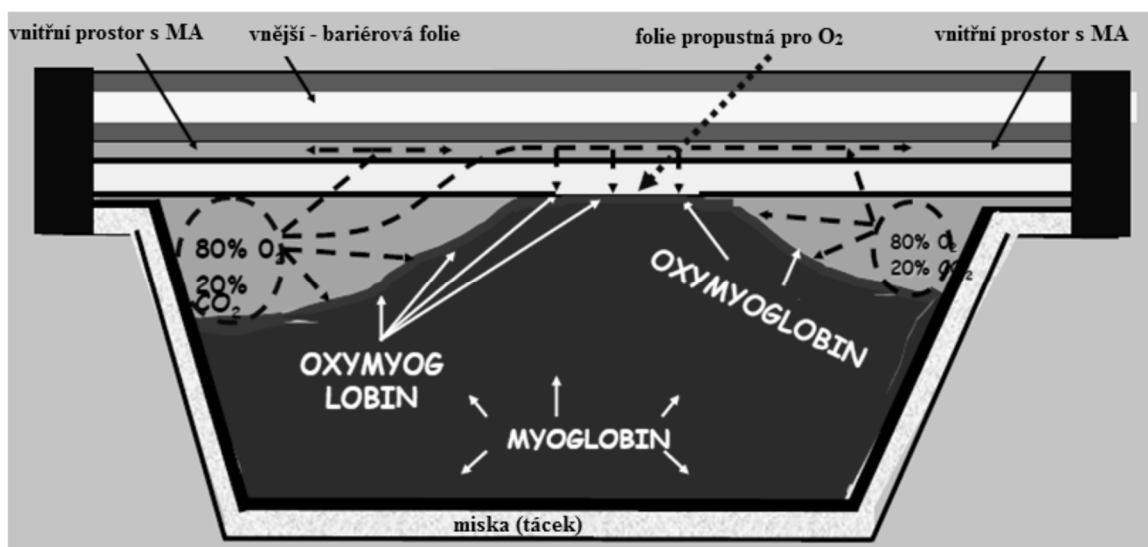
Vakuové balení Darfresh®, které je kompatibilní s ohřevem v mikrovlnné troubě, zajišťuje vystavovanému zboží dlouhou trvanlivost, eliminuje únik kapaliny a umožňuje takto balené zboží vystavovat ve svislé poloze. Použitý obal navíc zvyšuje informační hodnotu produktu [50].



Obr.12. Balení masa v Darfresh [52]

3.6.2 Cryovac Mirabella®

Pro balení zejména hovězího masa v ochranné atmosféře se využívá relativně velkých forem balení v poměru ke vloženému kusu masa. Důvodem je zajistit dostatek ochranné atmosféry a rovněž zabránit kontaktu masa s horní fólií. Speciálním typem balení je systém s označením Cryovac Mirabella®, jehož princip spočívá v použití dvojí vrstvy horní fólie – vnitřní fólie, která se dotýká zabaleného masa a je propustná pro kyslík.

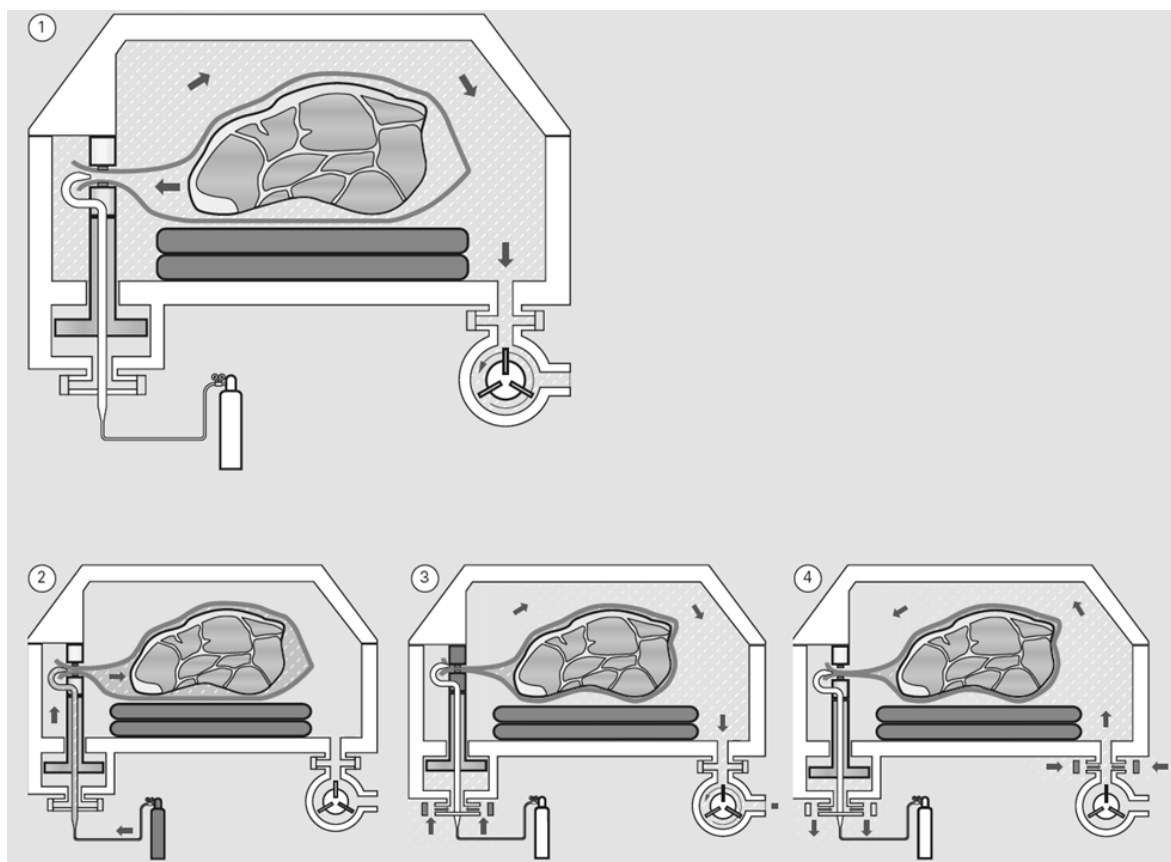


Obr.13. Balení v MAP (Cryovac Mirabella®). MA: 80 % O_2 a 20 % CO_2 [48]

Vnější fólie je silně bariérová. Mezi těmito vrstvami je plynná atmosféra bohatá na kyslík, která přes propustnou fólii zajišťuje dostatečný parciální tlak O_2 k tvorbě oxymyoglobinu. Tento typ balení zmenšuje prostorové nároky při přepravě i skladování, a tím i snižuje náklady. Základní princip výše zmíněného systému je znázorněn na obrázku výše [48].

3.6.3 Komorový balicí stroj

Nejčastěji používaný typ balení pro výsekové maso a masné výrobky je použití komorového balicího stroje. Dojde k vložení masa do vrstvené fólie v podobě sáčku a následně do balicího stroje, kde je pomocí vakuové pumpy odsát vzduch na požadovanou úroveň vakua s následným hermetickým zavařením sáčku po uzavření víka. Fólie je tímto přimknuta k balenému produktu. Podle potřeby je dále pod fólii vstříknut plyn nebo směs plynů ochranné atmosféry. Následuje svaření fólie působením tepla a tlaku ve svařovací liště stroje a vyrovnání tlaku vzduchu mezi vnitřní komorou a vnější atmosférou. Celý princip balení je znázorněn na obrázku (Obr. 14.) [48].



Obr.14. Schématické znázornění balení masa v komorovém balicím stroji

(1: odsátí vzduchu, 2: vstříknutí plynu nebo směsi plynů pod fólii, 3: svaření fólie, 4: vyrovnání tlaku) [48]

3.6.4 Těsnící stroj

Těsnící stroje Henkovac TPS (*Obr.15.*) jsou určeny pro balení potravinářských výrobků v podmínkách MAP. Nižší investice, snadné programování a flexibilita vysvětlují popularitu těchto strojů. Sady forem lze snadno měnit bez potřeby nástrojů díky jedinečnému "snadnému systému výměny forem". Plně automatický snímač ovládá vakuum a vstřikování plynu, aby vytvořil dokonalou atmosféru uvnitř balení [53].

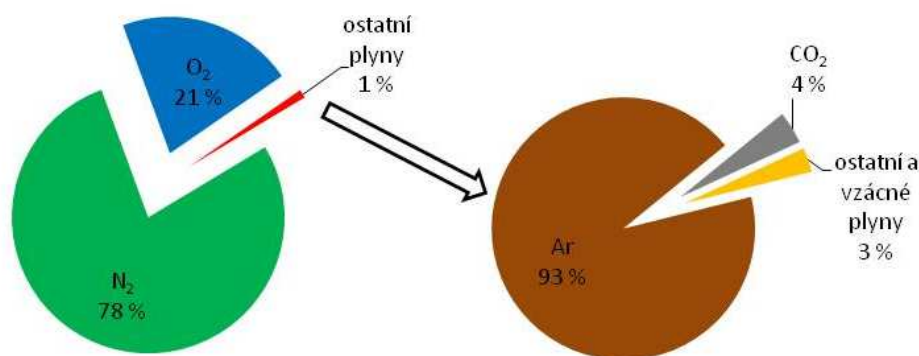


Obr.15. Těsnící stroje Henkovac TPS pro balení potravinářských výrobků v podmínkách MAP [53]

4 TECHNICKÉ PLYNY V MODIFIKOVANÉ ATMOSFÉŘE

K technickým plynům patří především plyny získané destilací kapalného vzduchu, a to kyslík, dusík, argon, a dále plyny získávané chemickými procesy, oxid uhličitý, vodík a acetylen. Do oblasti technických plynů se dále řadí jejich směsi, vzácné a zvláště čisté plyny [54].

Obecně lze říci, že principem balení v MA je odstranění vzduchu z obalu a jeho nahrazení směsí plynů o složení odlišném od složení vzduchu. Normální složení atmosféry je 78,08 % N₂, 20,95 % O₂, 0,93 % Ar, 0,03 % CO₂ a stopy devíti dalších plynů o velmi nízké koncentraci jak je naznačeno na *Obr.16*. Trojice základních plynů, které jsou použity v MAP, jsou kyslík, dusík a oxid uhličitý. Jejich použití je buď samostatně, nebo pomocí jejich kombinace [55, 56].



Obr.16. Obsah plynů ve vzduchu vyjádřený v objemových procentech [57]

Množství plynu či směsi plynů aplikované do okolí potraviny je variabilní v závislosti na velikosti a typu obalu nebo množství a druhu baleného produktu [43].

Jak již bylo dříve zmíněno, jedním z důvodů balení potravin v MAP je i zabránění růstu nežádoucích mikroorganismů, což lze rovněž do jisté míry potlačit pomocí jiných plynů určených pro použití v potravinářství, jako je oxid dusný, argon nebo vodík. Každý z těchto plynů má své jedinečné vlastnosti, které ovlivňují jeho působení na potraviny. Tyto plyny se dodávají jako jednotlivé plyny nebo ve vysokotlakých lahvích, nebo jako kapaliny v izolovaných zásobnících pro následné směšování před vstupem do balicího stroje.

Při volbě složení plyné směsi je nutno vzít v úvahu vlastnosti použitých potravin. U nízkotučných produktů s vysokým obsahem vlhkosti je nutno především zabránit růstu mi-

krooorganismů. Jestliže má produkt naopak vysoký obsah tuku a nízkou vodní aktivitu, pak je nutno především zabránit jeho oxidaci [42].

S výjimkou balení čerstvého masa je modifikovaná atmosféra pro balení potravin tvořena směsí plynů, v nichž převažují dusík a oxid uhličitý. Přičemž působení obou plynů není shodné. Pro balení mikrobiálně stabilních potravin (káva, pražené arašídny, bramborové chipsy atd.) je typické použití dusíku, naproti tomu pro balení mikrobiálně nestabilních potravin (masné výrobky, lahůdky, sýry atd.) jsou typické spíše směsi plynů s oxidem uhličitým, neboť MA má schopnost zpomalovat činnost mikroorganismů na povrchu potravin. V níže uvedené tabulce (Tab.6.) jsou uvedeny hodnoty obsahů jednotlivých plynů používaných při balení v modifikované atmosféře u vybraných produktů [38, 41].

Tab.6. Složení atmosféry a teploty skladování vybraných potravin balených v modifikované atmosféře [41, 58]

Potravina	% O ₂	% CO ₂	% N ₂	Teplota [°C]
Červené maso	80	10 - 20	0	0 - 2
Vepřový steak	70	0	30	0 - 2
Hovězí a telecí maso	80	20	0	0 - 2
Drůbež	70	30	-	0 - 2
Drůbež bez kůže	30	30	40	0 - 2
Kuře porcované	20	30	50	0 - 2
Drůbež s kůží	0	50	50	-
Uzené maso	0	50	50	1 - 3
Droby	50 - 60	40	0 - 10	0 - 2
Ryby tučné	0	30 - 60	40 - 70	0 - 2
Platýs	30	40	30	0 - 2
Ryby líbové	20 - 30	40 - 80	0 - 30	0 - 2
Pstruh	20	15	65	0 - 2
Masné výrobky	0	30	70	-
Šunka vařená	0	40	60	-
Párky	0	30	70	-
Krevety	30	40	30	0 - 2

Plynná atmosféra v obalu může být změněna i vzhledem k interakci mezi ochrannými plyny a baleným produktem. Zvláště oxid uhličitý se v tučných nebo v potravinách s vysokým obsahem vody může rozpouštět. Jelikož se za nižších teplot plyny rozpouštějí snadněji, je

tento fenomén u chlazených potravin, což tedy znamená u většiny MAP produktů, ještě výraznější. Tím se s ohledem na trvanlivost výrobku složení plyné atmosféry nepříznivě změní. Obzvláště kritický je tento efekt u obalů s nevhodným poměrem objemu plynu k objemu výrobku. Tento poměr by měl být minimálně 1 až 1,5 : 1. Především při nevýhodných poměrech objemů v některých případech produkt absorbuje tolik oxidu uhličitého, že dojde k smrsknutí obalu. Volbou vhodné směsi plynů s dostatečným podílem inertního plynu (dusíku) v patřičném objemu lze i navzdory interakci s výrobkem dosáhnout adekvátní atmosféry v obalu. Plyné složení mimoto může být změněno případnými procesy postupného kažení potravin, což může vyvolat zvýšení koncentrace oxidu uhličitého nebo tvorbu sirovodíku či čpavku [34].

4.1 Použití a aplikace technických plynů

Použití technických plynů při výrobě potravin lze dle účelu rozdělit do třech skupin:

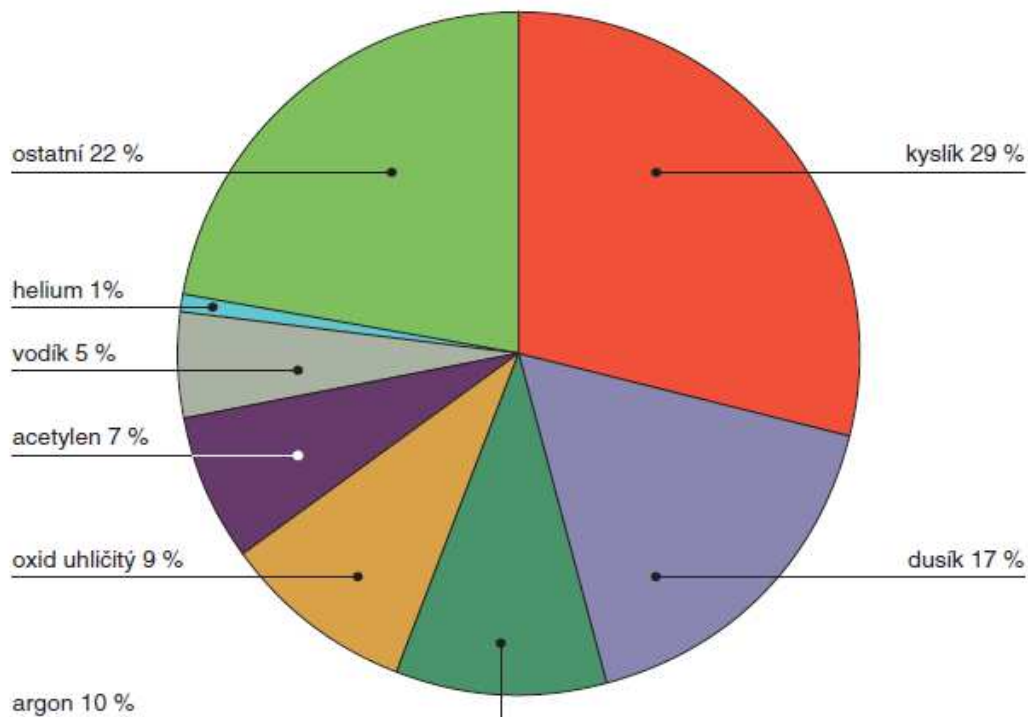
- přídavné látky – látky, které jsou použity při výrobě nebo jsou v kontaktu při zpracování, balení, manipulaci a dopravě (např. balení v modifikované atmosféře)
- procesní nebo technologické látky – látky ovlivňující výsledné vlastnosti potravin (např. kapalný dusík pro šokové mražení a chlazení)
- součástí potravin – látky, jež se použitím stanou součástí finální potraviny (CO₂ v nápojích)

Název plynu včetně čísla „E“ a sdělení „Pro potravinářské účely“ nebo fráze podobného významu označují skutečnost, že se jedná o plyny určené pro potravinářství. Označení nej důležitějších potravinářských plynů je zobrazeno v následující tabulce (Tab.7.) [59].

Tab.7. Označení potravinářských plynů [59]

Název plynu	Označení
Oxid uhličitý CO ₂	E290
Dusík N ₂	E941
Kyslík O ₂	E948
Argon Ar	E938
Helium He	E939
Oxid dusný N ₂ O	E942
Vodík H ₂	E949

Zastoupení jednotlivých plynů podle jejich podílu na světovém trhu s technickými plyny:



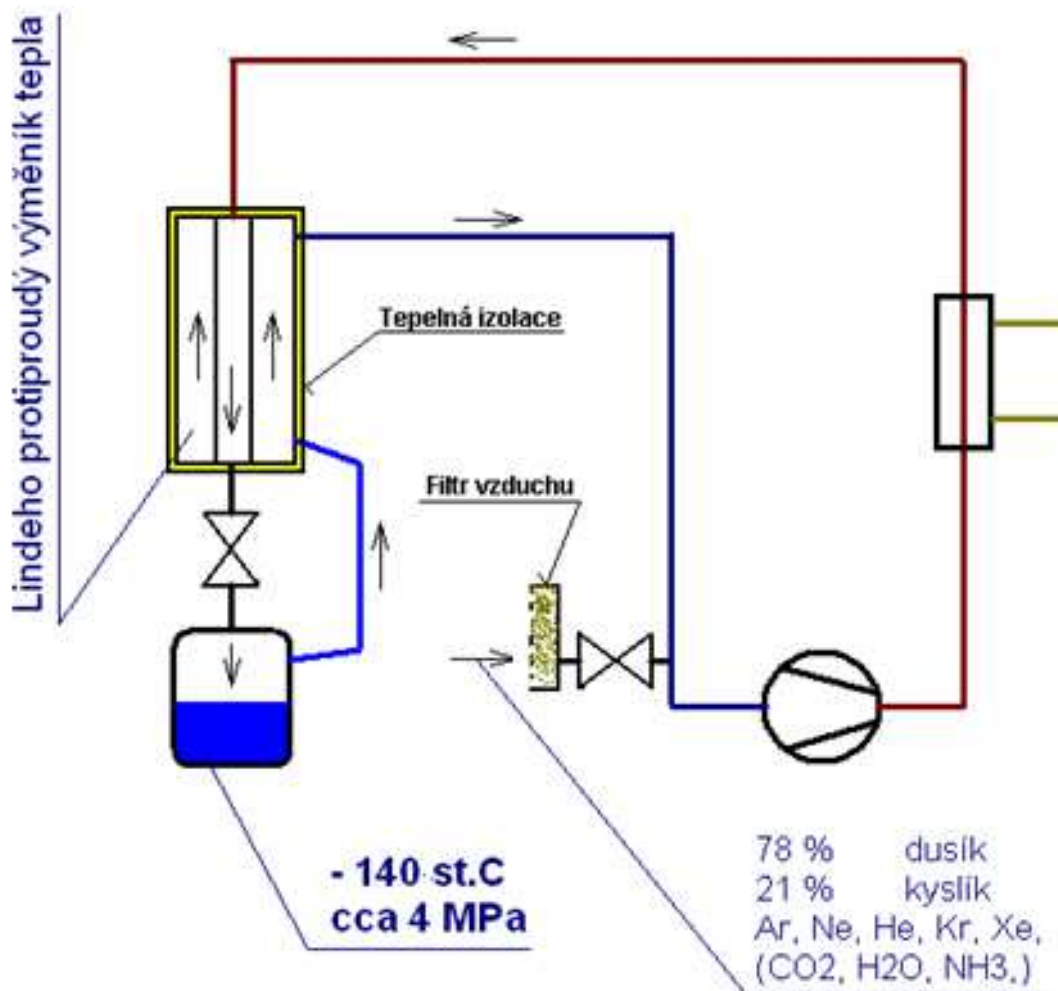
Obr.17. Podíl jednotlivých plynů na světovém trhu s technickými plyny [59]

4.2 Historie zkapalňování vzduchu

Spoluzakladatelem techniky chlazení a později i zkapalňování a dělení vzduchu byl Carl von Linde (1842-1934), který byl rovněž nadaným inženýrem a podnikatelem. Poté co se ve svých šestadvaceti letech stal v Mnichově profesorem, vynalezl stroj na chlazení, který používaly hlavně pivovary. V roce 1879 založil společnost Linde, která se stala jedním z největších německých technických podniků a která existuje do dneška a zabývá se technickými plyny.

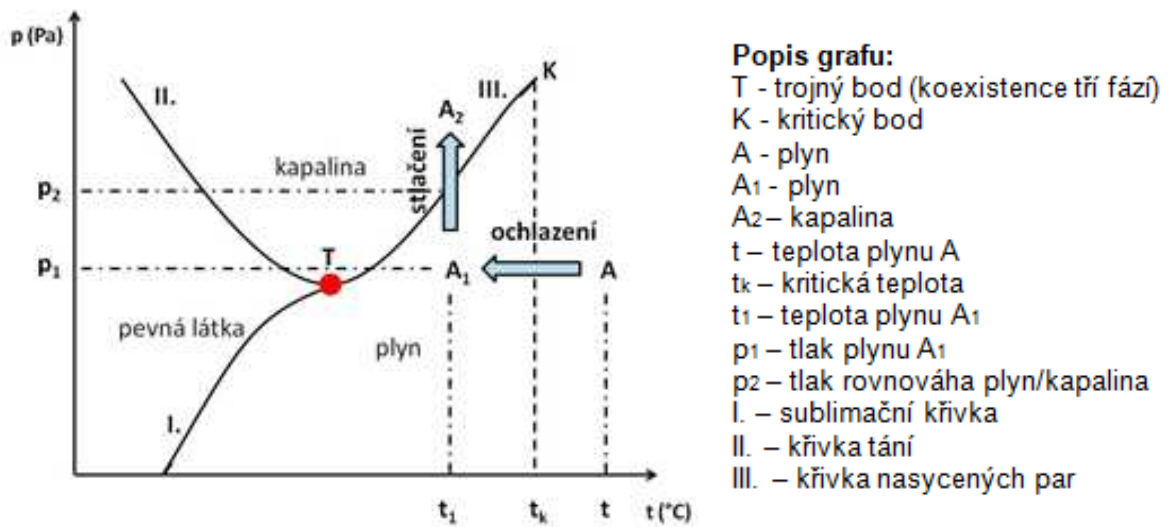
V roce 1895 se mu podařilo zkapalnit vzduch pomocí Joule-Thompsonova efektu tím, že ho nejprve stlačil a následně jej nechal expandovat, čímž ho ochlazoval. Tento chladicí efekt roste s klesající teplotou. Vzduch je zkapalňován protiproudem proti předem expandovanému studenému plynu. Linde následně získal kyslík a dusík z tekutého vzduchu pomalým oteplením. Tímto byl vytvořen předpoklad pro získávání čistých plynů jako kyslíku, dusíku, ale i vodíku a vzácných plynů pomocí nízkých teplot, což se stalo technologií budoucnosti [60, 61].

Nejjednodušším a nejpoužívanějším způsobem zkapalnění vzduchu je tedy Lindeho způsob, který vychází z adiabatické expanze plynu. Plyn je v kompresoru stlačen na tlak 20 MPa a tím je zvýšena jeho teplota. K jeho ochlazení dochází proto, že v průběhu expanze se zvětšuje průměrná vzdálenost mezi molekulami a tím jsou překonávány soudržné síly mezi nimi. Na tuto vnitřní práci je spotřebována určitá energie plynu, což má za následek pokles jeho teploty. Teplo vzniklé kompresí odevzdá vzduch ve vodním chladiči a přes výměník tepla pokračuje do škrťacího ventilu, poté se rozeprne do velkého prostoru a vlivem Joule-Thomsonova efektu se ochladí a část zkapalní. Hromadí se v zásobníku zkapalněného vzduchu. Nezkapalněný podíl vzduchu se vrací přes výměník tepla, kde je protiproudě ochlazován přivedený vzduch. Lindeho způsobu předchází úprava vzduchu odstraněním prachových částic, CO_2 a odstranění vodní páry [62].



Obr.18. Princip zkapalnění vzduchu [40]

Obecně lze zkapalňování vzduchu demonstrovat na izotermickém fázovém diagramu, který je vyobrazen na Obr.19. níže, kde je naznačeno, že látky existují při vhodné kombinaci teploty a tlaku v různých fázích, plyn, kapalina a pevná látka, které jsou vzájemně v rovnováze. Látka může existovat při teplotě t a tlaku p_1 jako plyn. Ochladíme-li plyn při konstantním tlaku na teplotu t_1 , získáme plyn ve stavu A_1 . Zvýšením tlaku nad hodnotu p_2 přejde plyn A_1 na kapalinu A_2 . Čím více ochladíme plyn pod kritickou teplotu, tím nižší tlak stačí k jeho zkapalnění [57].



Obr.19. Zkapalňování vzduchu [57]

4.3 Oxid uhličitý

Oxid uhličitý je netoxický bezbarvý plyn s mírně štiplavým zápachem ve velmi vysokých koncentracích. Je těžší než vzduch a účinně se rozpouští v kapalné (ve vodě působí jako slabá kyselina) a tukové fázi potravin, čímž snižuje jejich hodnotu pH na povrchu výrobku, a v důsledku pronikání biologickými membránami způsobuje změny jejich propustnosti a funkčnosti. Je nejdůležitějším plynem v MAP, díky svým bakteriostatickým a fungistatickým vlastnostem. Příliš vysoký obsah oxidu uhličitého v kombinaci s potravinou, která má vysoký obsah vody nebo tuku, může vést k senzorickým změnám [42, 63].

Na zvýšený podíl CO₂ jsou citlivé především gramnegativní mikroorganismy jako například *Pseudomonaceae*, *Enterobacteriaceae*, méně potom grampozitivní mikroorganismy jako například *Bacillus*, *Streptococcus*. Růst lactobacilů je zvýšenou koncentrací CO₂ stimulován. Balení v ochranné atmosféře je v podstatě založeno na principu inhibičního

účinku oxidu uhličitého na růst mikroorganismů a oxidační procesy masa. Jeho inhibiční efekt se projevuje od 5 % a je lineárně zvyšován do hodnoty 25 až 30 % v závislosti na druhu potravinu, teplotě i přítomné mikroflóře [11].

Čím větší je obsah CO₂, tím je mikrobiální účinek významnější. Dochází rovněž k ovlivnění pH potravinu, což má také nepřímo vliv na růst mikroorganismů. Vyšší obsah CO₂ v MA ale může být pro potravinu nepříznivý, a proto jsou v praxi využívány koncentrace tohoto plynu v rozmezí 20 - 50 %.

CO₂ je v potravinách dobře rozpustný. Pokud je však aplikován vyšší obsah tohoto plynu, může dojít ke smršťování obalu, tzv. pseudovakuový efekt. Tomuto nežádoucímu efektu lze zabránit použitím směsi s dusíkem, použitím pevného CO₂ do obalu, čímž dojde ke kompenzaci ztráty plynu, nebo sycením CO₂ bezprostředně před zabalením. Díky pseudovakuového efektu lze rozlišit balíčky s ochrannou atmosférou od prostého balení, neboť tento efekt způsobí, že balíček s MAP není možné několik hodin po balení vizuálně odlišit od balení vakuového [3,41].

Rozpustnost CO₂ ve svalové tkáni klesá se snižujícím se pH a rostoucí teplotou, a proto je antimikrobiální aktivita CO₂ výrazně vyšší při nižších teplotách, což je pro MAP významné [64].

Bylo prokázáno, že CO₂ velmi dobře prostupuje běžnými druhy folií (10x lépe než N₂ a 4x lépe než O₂), a to je důvodem, že i pro balení v ochranné atmosféře musí být podobně jako u vakuového balení použity folie s dobrými bariérovými vlastnostmi [11].

CO₂ je odebírán z přírodních zdrojů nebo jako vedlejší produkt například z fermentačních procesů (kvašení vína nebo piva) nebo z výroby amoniaku. Jeho výroba je tedy založena na separaci a vyčištění CO₂ z průmyslových nebo přírodních zdrojů na požadovanou kvalitu [42].

Vyrobený produkt je skladován v tepelně izolovaných velkoobjemových zásobnících v kapalném stavu, odkud je pak distribuován dále. Pro potřeby velkoodběru je vhodné instalovat v místě spotřeby zásobník a instalaci pro odběr CO₂ do potrubního rozvodu. Produkt je pak přepravován v transportní cisterně. Pro maloodběr se využívá zásobování v jednotlivých lahvích nebo svazcích lahví, které se skládají z několika lahví (zpravidla 6, 12, 16) a jsou navzájem propojeny. Mají jeden až dva společné uzavírací ventily, slouží-

cí k plnění a odběru. Lahve jsou umístěny v rámu, který je chrání před poškozením a umožňuje manipulaci, jak je vyobrazeno na obrázku *Obr.20.*[54].



Obr.20. Svazek lahví pro CO₂ [59]

CO₂ má poměrně široké uplatnění a využívá se kromě potravinářství i v jiných odvětvích. Kromě již zmíněného použití pro balení potravin v MAP se dále využívá:

- k sycení stolních vod a limonád
- k čepování limonád a piva
- ke svařování v ochranných atmosférách
- jako hasící médium
- pro neutralizaci alkálií
- při výrobě pěnového kaučuku
- k použití ve zdravotnictví
- při úpravě pitné vody
- k použití suchého CO₂ (suchého ledu), např. jako chladící médium při výrobě zmrzliny atd. [59].

4.4 Kyslík

Kyslík je bezbarvý plyn bez zápachu, který je vysoce reaktivní, podporuje spalování a je velmi málo rozpustný ve vodě. Je hlavním faktorem zodpovědným za znehodnocení většiny potravin, neboť jeho přítomnost ovlivňuje růst aerobních mikroorganismů na povrchu potravin a urychluje oxidaci tuků. Z těchto důvodů je jeho obsah snížen na nejnižší možnou koncentraci nebo je zcela vyloučen. Výjimkou je jeho využití pro zachování barvy masa v balení červeného masa, kde při koncentraci nad 60 % vytváří jasně červené oxyhemoglobinové zbarvení masa [38, 55].

Jednou z jeho hlavních funkcí je zachování myoglobinu ve formě oxymyoglobinu, neboť tato je zodpovědná za jasně červenou barvu masa, která je u většiny konzumentů spojována s čerstvostí masa. Vysoce pigmentované druhy masa, jako je hovězí, vyžadují vyšší koncentrace kyslíku, vepřové pak méně [65].

Koncentrace kyslíku okolo 80 % ve směsi plynů působí i mírně bakteriostaticky. V praxi se nejčastěji používá pro balení jasně červených tzv. oxyhemoglobinových mas v kombinaci s CO₂ (20 - 30 % CO₂ a 70 - 80 % O₂). Při dlouhodobém skladování masa v MA s vysokým podílem O₂ dochází ke změně jasně červené barvy na hnědočervenou s odstínem šedé, což je důsledkem poklesu parciálního tlaku kyslíku k hranici 60 % a vzestupem CO₂, který tuto změnu působí [11].

Je-li současně používán vyšší obsah CO₂, je efektivně inhibován růst bakterií rodu *Pseudomonas* a růst plísní. Nedochozí však ke zpomalení růstu bakterií rodu *Brochotrix*, jejichž přítomnost je limitujícím faktorem použití pro balení červeného masa v MA s vysokým obsahem kyslíku [41].

Kyslík je klasifikován podle zákona č. 350/2011 Sb., zákon o chemických látkách a chemických směsích a o změně některých zákonů (chemický zákon), jako látka oxidující a směsi plynů, které obsahují 21 a více objemových procent kyslíku jsou klasifikovány rovněž jako oxidující a je tedy nutné při nakládání s nimi respektovat určitá bezpečnostní opatření.

Průmyslově se kyslík vyrábí:

- frakční destilací zkapalněného vzduchu
- adsorpcí na molekulových sítích
- elektrolytickým rozkladem vody.

K dalšímu využití kyslíku patří:

- hutní výroba
- zpracování kovů a skla
- chemický průmysl
- spalování odpadů kyslíkem
- úprava pitné vody atd. [66].

4.5 Dusík

Dusík je inertní plyn bez chuti a bez zápachu, který je netoxický. Jeho významnou vlastností je, že nemá vliv na balenou potravinu - tedy na její chuť, vzhled i složení. Má nižší hustotu než vzduch a je málo rozpustný ve vodě a v jiných složkách potravy, čímž brání deformaci obalu, neboť vyplňuje jeho vnitřní objem. Primárně se používá k vytěsnění kyslíku z balení a jeho nahrazení inertním plynem, čímž zabraňuje oxidaci vitaminů, tuků, barviv i aroma [42, 56].

Dusík působí na maso a jeho mikroflóru nejméně aktivně. Potlačuje aerobní kažení potravin, ale nebrání růstu anaerobních mikroorganismů. Je doplňkovým nosným plynem omezujícím v kombinovaných ochranných atmosférách parciální tlak kyslíku nebo oxidu uhličitého. V kombinaci s CO₂ se u balených mas používá v koncentraci 70 - 80 % N₂ s 20 - 30 % CO₂. Vybarvení masa je reverzibilní, po 20 - 40 minutách působení vzdušného kyslíku přechází maso ke své přirozené barvě. U balených mas, u kterých není požadavek na červené vybarvení (drůbež, ryby), a masných výrobků je obsah dusíku snížen na 55 - 60 %. Obsah CO₂ tímto vzroste na 40 - 45 %. Údržnost takového masa je negativně ovlivňována zbytkovým kyslíkem, který je před balením vyplachován proudem CO₂ [11, 67].

Dusík je rozpustný v tucích, čemuž se přičítá výskyt malých bublinek při vakuovém balení tučných potravin. Nicméně uvedený jev podstatněji neovlivňuje účinek MA [22].

Nejefektivnějším způsobem jeho získávání je výroba přímo na místě spotřeby na bázi on-site. Díky této technologii je dusík získáván ze zařízení, které je nainstalováno přímo ve výrobní hale. Tímto způsobem je nahrazován tradiční způsob zásobování tlakovými lahvemi nebo ze zásobníku. On-site zařízení na výrobu dusíku na místě spotřeby je využíváno především pro následující způsoby získávání plynného dusíku: dělení vzduchu na membránách nebo na molekulových sítích [68].

4.6 Ostatní potravinářské plyny

4.6.1 Oxid dusný

Oxid dusný (rajský plyn) je netoxický, bezbarvý, nehořlavý plyn, nasládlé vůně a chuti. V porovnání s ostatními oxidy dusíku je relativně stabilní. Je málo rozpustný ve vodě, ale rozpustný v organických rozpouštědlech. Podporuje hoření při teplotách nad 600 °C, přičemž se rozkládá na dusík a kyslík a působí tak jako silné okysličovadlo. Se čpavkem a vodíkem tvoří výbušné směsi, což je důvodem jeho omezeného komerčního použití. Průmyslově je oxid dusný vyráběn tepelným rozkladem dusičnanu amonného a dále je čištěn na požadovanou kvalitu a zkapalňován [59, 67].

Oxid dusný v obsahu do 1 % brání růstu některých bakterií, kvasinek a plísní [70].

Oxid dusný neovlivňuje chuť konečného produktu, proto je možné jej v potravinářství použít pro nášlehy. Je znám především při výrobě šlehačky a dá se využít rovněž pro nášlehy krémů. Pod tlakem pronikne do kapalné fáze a po uvolnění tlaku vytvoří pěnu, která při správné konzistenci zůstane krémovitá [40].

4.6.2 Vodík

Vodík je bezbarvý, lehký plyn, bez chuti a zápachu. Je značně reaktivní, především s kyslíkem a halogeny se slučuje velmi bouřlivě. Vytváří sloučeniny se všemi prvky periodické tabulky s výjimkou vzácných plynů, zejména pak s uhlíkem, kyslíkem, sírou a dusíkem. Vodík se při normálních teplotách při expanzi neochlazuje, ale naopak otepluje. Je jej třeba nejdříve ochladit tekutým vzduchem pod inverzní teplotu a další ochlazování se děje stejným způsobem jako při zkapalňování vzduchu, jak je popsáno v kapitole 4.2.

Průmyslově se vodík vyrábí nejčastěji elektrolytickým rozkladem vody, steamreformingem a parciální oxidací vyšších uhlovodíků.

V potravinářství je vodík důležitou součástí výrobního procesu výroby ztužených jedlých tuků z rostlinných olejů hydrogenací. Rovněž je využíván do standardních směsí N₂/CO₂ pro 100% kontrolu těsnosti spotřebitelských balení bez porušení obalu. Princip je založen na existenci senzoru, který velmi rychle reaguje na nízký obsah vodíku v plynu. V případě přítomnosti vodíku detektor vadné balení vyřadí [40, 69].

4.6.3 Helium

V malém množství se helium vyskytuje v zemské atmosféře, v radioaktivních horninách a v zemním plynu. Díky své mimořádně nízké hmotnosti postupně z atmosféry vyprchává do meziplanetárního prostoru, a tudíž helia v zemské atmosféře ubývá. Je to důvodem jeho stále se zvyšující ceny. Ve vesmíru je helium druhým nejrozšířenějším prvkem.

Jde o bezbarvý a mimořádně chemicky netečný plyn, který netvoří naprosto žádné sloučeniny. Nelze jej převést z kapalné fáze do pevné pouhým ochlazením. K tomuto fázovému přechodu je nutné použít zvýšeného tlaku. Helium nemá trojný bod, tedy při žádné hodnotě tlaku a teploty nenastane rovnováha mezi pevným, kapalným a plynným skupenstvím. Průmyslově se helium vyrábí frakční destilací některých složek zemního plynu. Okrajově se získává jako vedlejší prvek frakční destilací zkapalněného vzduchu.

V potravinářství je využíván k odstranění kofeinu z kávy. Pro jeho netečnost a stlačitelnost je možné jej využít jako hnací plyn v nádobách pro citlivé kapalné potraviny, podobně jako butan ve sprejích s chemickými přípravky [40, 59].

4.6.4 Argon

Argon je chemický prvek, který patří mezi vzácné plyny. Vyskytuje se v zemské atmosféře, tvoří přibližně 1 %. Jde o bezbarvý plyn, bez chuti a bez zápachu, který je nereaktivní. Jeho chemické sloučeniny nejsou známy. Průmyslově se argon vyrábí frakční destilací zkapalněného vzduchu. Má antioxidační účinek a snižuje enzymatický rozklad [59].

4.7 Směsi plynů

Pro balení tepelně opracovaných výrobků jako jsou uzeniny, trvanlivé salámy, nákroje, sekaná, jitrnice, paštiky, řízky, karbanátky se používají směsné plyny DINAX v tomto složení:

DINAX 20 složení: 80 % N₂ a 20 % CO₂

DINAX 30 složení: 70 % N₂ a 30 % CO₂

DINAX 50 složení: 50 % N₂ a 50 % CO₂.

U baleného čerstvého masa, např. vepřové maso, hovězí maso a tepelně neopracované výrobky z masa se používají směsné plyny MAPAX:

MAPAX 20 složení: 80 % O₂ a 20 % CO₂

MAPAX 30 složení: 70 % O₂ a 30 % CO₂

výjimečně i DINAX pro masné marinované výrobky.

Pro balení drůbežního masa bylo v minulosti preferováno balení v oxidu uhličitém nebo ve směsi s dusíkem (především pro skupinové balení). V současnosti jsou i pro drůbeží maso používány směsné plyny MAPAX 30 (20).

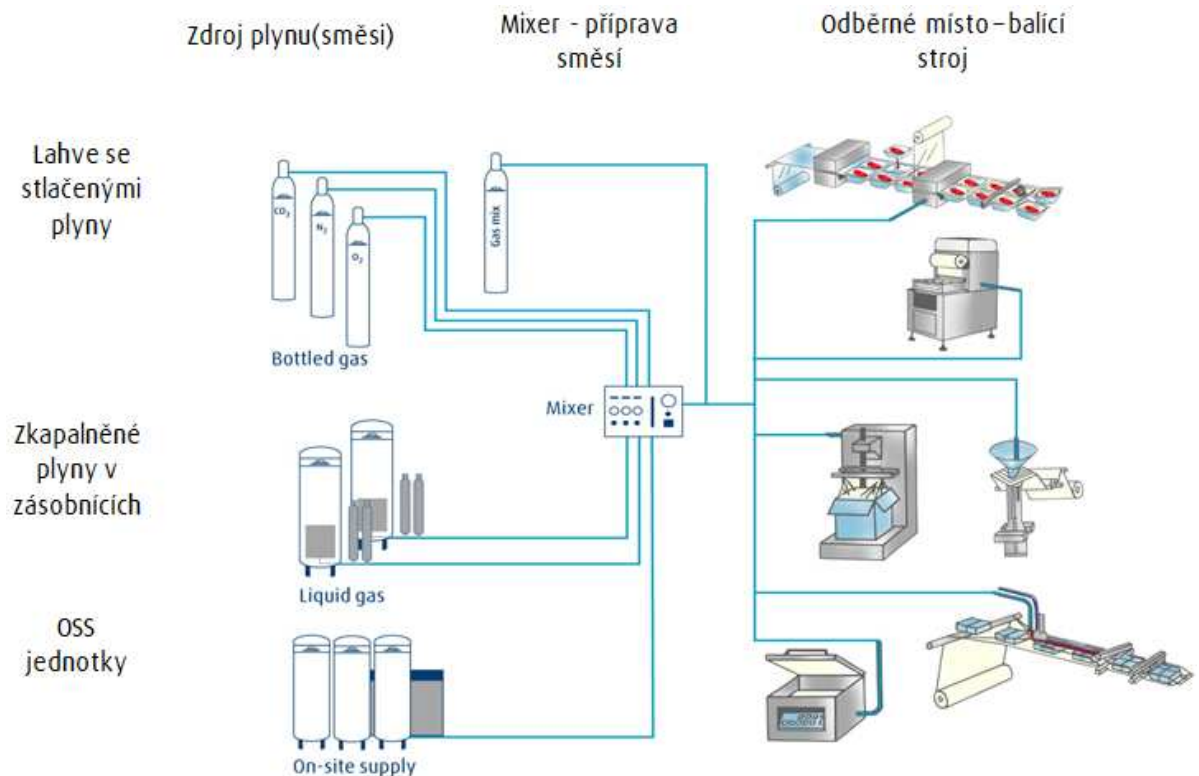
Při balení vnitřností a drobů u drůbeže (srdce, játra, žaludky) lze použít směsné plyny MAPAX 30 (20). U hovězího a vepřového (játra, srdce, slezina, ledviny) může být problémem, že jsou před balením porcovány. Pro tepelně opracované dršťky se používá směsných plynů DINAX [40].

4.8 Dodávání technických plynů

Dle předpokládaných objemů produkce je již připravená modifikovaná atmosféra dodávána v tlakových lahvích nebo ve svazcích. Plyny v tlakových lahvích jsou obsaženy buď ve stavu plynném - kyslík, dusík a jejich směsi, nebo ve stavu kapalném - oxid uhličitý. Nejběžnější objem lahví je 10, 20 nebo 50 litrů, přičemž pro běžný provoz jsou nejpoužívanější tlakové lahve o objemu 20 litrů. Lahve, určené pro potravinářské plyny, jsou plněny na standardním plnicím zařízení, které splňuje požadavky stanovené pro plnění potravinářských plynů. Svazky tlakových lahví představují navzájem propojené tlakové lahve (12 nebo 16 lahví) o vodním objemu 50 litrů [43].



Obr.21. Tlakové lahve [40]



Obr.22. Balení potravin v modifikované atmosféře [40]

Lahve ve svazku jsou pevně uchyceny v rámu, který je chrání proti mechanickému poškození. Svazek umožňuje odběr plynu ze všech lahví současně. V případě vyšších objemů je vhodným a stále více využívaným způsobem použití směšovacího zařízení, ke kterému jsou připojeny tlakové lahve nebo svazky jednotlivých plynů. Následně je možné jednoduše nastavit různé složení atmosféry dle aktuální potřeby. Na níže uvedeném obrázku je znázorněno, jakým způsobem se aplikuje modifikovaná atmosféra ze svazku do balicího zařízení [43].



Obr.23. Aplikace modifikované atmosféry ze svazku do balicího zařízení [43]

U každé dodávky technického plynu pro potravinářství musí být výrobcem zajištěna její sledovatelnost, tzn. doložit původ plynu a jeho odběratele [59].

Rovněž důležitá je analýza atmosféry v obalech, která je nezbytná pro kontrolu nastavení režimu balicího stroje. Tato analýza je prováděna jako služba poskytovaná dodavatelem technických plynů. Díky analýze lze orientačně otestovat bariérové vlastnosti použité fólie.

Pomocí on-line analýzy modifikované atmosféry lze sledovat obsah zbytkového vzdušného kyslíku balících linek a řízení průtoku. Je možné provést kontinuální monitoring základního složení atmosféry za směšovací stanicí a kontrolu množství složek v zásobnících [40].



Obr.24. Zařízení k on-line analýze modifikované atmosféry [40]

4.9 Česká asociace technických plynů (ČATP)

ČATP je zájmovým sdružením právnických osob, které sdružuje nejvýznamnější výrobce a distributory technických plynů v České republice a firmy, které vyrábějí zařízení pro výrobu technických plynů, jejich skladování a distribuci. Byla založena v roce 1996 a sdružovala nejprve výrobce a distributory plynů, později byla její členská základna rozšířena o další společnosti. Je také členem European Industrial Gases Association (EIGA).

Předmětem činnosti asociace je:

- podpora bezpečnosti práce a ochrany životního prostředí při výrobě technických plynů
- spolupráce v komisích, které připravují zákony, předpisy, normy a směrnice ve sféře bezpečnosti a ochrany životního prostředí
- poradenství v otázkách bezpečnosti a ochrany životního prostředí
- podpora bezpečnostně technického vzdělávání
- výměny informací o příslušných bezpečnostních událostech a jejich rozbor [71].

ZÁVĚR

V dnešní době představuje obal výrobku jeho ochranu před znehodnocením kontaminací, zajišťuje jeho lepší skladovatelnost, prodlužuje čerstvost výrobku a zvyšuje také jeho atraktivitu pro zákazníka. Balení potravin je přisuzováno stále více funkcí, a proto jsou vyvíjeny nové koncepty, které se snaží všechny tyto požadavky sjednotit do jednoho komplexu. Mezi stále se rozvíjející trendy v balení potravinářských výrobků patří především balení v modifikované atmosféře, aktivní a inteligentní balení potravin.

Balení potravin v modifikované atmosféře je technologií, která chrání skladované potraviny před nežádoucími oxidoredukčními reakcemi, změnami vlhkosti, chuti a vůně. Je ochranou před vlivem záření, změnami teploty, kontaminací cizorodými látkami, mikrobiálním znehodnocením, působením hmyzu atd. I když úprava atmosféry sama o sobě nemůže významněji prodloužit skladovatelnost neúdržných potravin, pokud je aplikována jako doplněk dalších metod konzervace potravin, může až trojnásobně prodloužit trvanlivost potravinářského produktu.

Principem balení potravin v modifikované atmosféře je úplné odstranění vzduchu a jeho nahrazení směsí plynů o přesně definovaném složení, které je dáno druhem potraviny. Náhradní ochranná atmosféra je tvořena třemi základními plyny, oxidem uhličitým, dusíkem a kyslíkem, které se využívají samostatně nebo kombinovaně.

Nejdůležitějším plynem MAP je oxid uhličitý, který se vyznačuje především svými bakteriostatickými a fungicidními účinky. Ve vodě působí jako slabá kyselina, která tak snižuje pH na povrchu výrobku. Příliš vysoký obsah oxidu uhličitého v kombinaci s potravinou s vysokým obsahem vody nebo tuku, však může potravinu sensoricky ovlivnit. Funkcí dusíku je především vytěsnění kyslíku z balení a jeho nahrazení, čímž zabraňuje oxidaci vitaminů, tuků, barviv i aroma. Kyslík se využívá pro zachování barvy čerstvého masa, a proto by atmosféra, v níž je čerstvé maso uchováváno, měla obsahovat vysoké koncentrace kyslíku v rozmezí 60 – 80 %.

Plyny jsou dodávány v tlakových lahvích ve stavu plynném nebo kapalném podle typu plynu, popřípadě lze některé vyrobit přímo na místě spotřeby. Jeden z nejpoužívanějších způsobů zkapalnění vzduchu je Lindeho způsob adiabatické expanze plynu.

Se zvyšujícími se požadavky a nároky spotřebitelů jsou zmíněné moderní způsoby balení potravin a postupující vývoj v oblasti balení potravin stále více aktuálním tématem současnosti.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] KADLEC, P., MELZUCH, K., VOLDŘICH, M. *Co byste měli vědět o výrobě potravin?* Vyd. 1. Ostrava: Key Publishing, 2009. Monografie (Key Publishing). 536 s. ISBN 978-80-7418-051-4
- [2] HRABĚ, J., BŘEZINA, P., VALÁŠEK, P. *Technologie výroby potravin živočišného původu.* Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2006. 180 s. ISBN 80-7318-405-2
- [3] PIPEK, P. *Základy technologie masa.* Vyd. 1. Vyškov: Vysoká vojenská škola pozemního vojska, 1998. 104 s. ISBN 80-7231-010-0
- [4] KAMENÍK, J. *Maso jako potravina: produkce, složení a vlastnosti masa.* Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita, 2014. 327 s. ISBN 978-80-7305-673-5
- [5] *Spotřeba masa v hodnotě na kosti (na obyvatele za rok).* Český statistický úřad: Veřejná databáze. [online]. [2017-08-21]. Dostupné na WWW: <https://www.czso.cz/csu/czso/spotreba-potravin-2015>
- [6] *Výroba masa.* Český statistický úřad: Veřejná databáze. [online]. [2017-08-21]. Dostupné na WWW: https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/index.jsf?page=vystup-objekt&typExp=pdf&page=vystupobjekt&z=T&f=TABULKA&ds=&pvo=ZEM08&skupId=966&katalog=30840&&c=v3%7E8__RP2016&str=v49&kodjaz=203
- [7] LANGMAIER, F. *Nauka o zboží.* Zlín: Univerzita Tomáše Bati, Fakulta managementu a ekonomiky, 2002. 144 s. ISBN 80-7318-092-8
- [8] HRABĚ, J., BUŇKA, F., HOZA, I., BŘEZINA, P. *Technologie výroby potravin živočišného původu.* Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2007. 186 s. ISBN 978-80-7318-521-3
- [9] STRAKA, I., MALOTA, L. *Chemické vyšetření masa.* Tábor: OSSIS, 2006. ISBN 80-86659-09-7
- [10] DOSTÁLOVÁ, J., KADLEC, P. *Potravinářské zbožíznalství.* Ostrava: Key Publishing, 2014. Monografie (Key Publishing). 425 s. ISBN 978-80-7418-208-2
- [11] STEINHAUSER, L. *Hygiena a technologie masa.* Vyd. 1. Brno: Last, 1995. 643 s. ISBN 80-900260-4-4

- [12] KADLEC, P., MELZUCH, K., VOLDŘICH, M. *Přehled tradičních potravinářských výrob.* Ostrava: Key Publishing, 2012. 569 s. ISBN 978-80-7418-145-0
- [13] Obrázek. *PSE (bledé, měkké, vodnaté) u kuřecího masa.* [online]. [2018-04-04]. Dostupné na WWW: <http://www.mdpi.com/2072-6643/4/1/1/htm>
- [14] Obrázek. *DFD (tmavé, tuhé, suché).* [online]. [2018-04-04]. Dostupné na WWW: <https://meat.tamu.edu/2013/01/22/dark-cutting-beef/>
- [15] Vyhláška č. 69/2016 Sb., o požadavcích na maso, masné výrobky, produkty rybolovu a akvakultury a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich. EAGRI [online]. Těšnov: Ministerstvo zemědělství, 2016. [cit. 2017-8-31]. Dostupné na WWW: <http://eagri.cz/public/web/mze/ministerstvo-zemedelstvi/legislativa/tematicke-prehledy-pravnich-predpisu-mze/102025469.html>
- [16] Obrázek. *Masné výrobky.* [online]. [2018-04-27]. Dostupné na WWW: <http://elportaldelchacinado.com/principales-embutidos-caracteristicas/>
- [17] LA STORIA, A., FERROCINO, I., TORRIERI, E., DI MONACO, R., MAURIELLO, G., VILLANI, F., ERCOLINI, D. *A combination of modified atmosphere and antimicrobial packaging to extend the shelf-life of beefsteaks stored at chill temperature.* International journal of food mikrobiology, 2012. 158/3, s. 186-194. ISSN 0168-1605
- [18] Obrázek. *Masný výrobek trvanlivý fermentovaný balený v ochranné atmosféře.* [online]. [2018-04-20]. Dostupné na WWW: <https://nakup.itesco.cz/groceries/cs-CZ/products/2001020166808>
- [19] Zákon č. 110/1997 Sb. ze dne 24. dubna 1997, o potravinách a tabákových výrobcích
- [20] Zákon č. 477/2001 Sb. ze dne 4. prosince 2001, o obalech (zákon o obalech)
- [21] KADLEC, P. *Procesy potravinářských a biochemických výrob.* Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2003. 308 s. ISBN 80-7080-527-7
- [22] KADLEC, P. *Technologie potravin I.* Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2007, 300 s. ISBN 80-7080-509-9
- [23] VOLEK, V. *Jedna vrstva nestačí? Svět balení, 1/2003.* s. 4-5
- [24] HANLON, J. F., KELSEY, R. J., FORCINIO, H. E. *Handbook of package engineering.* Lancaster, Pa.: Technomic Pub. Co., c1998. ISBN 1566763061

- [25] D'AGATA, M., NUVOLONI, R., PEDONESE, F., RUSSO, C., D'ASCENZI, C., PREZIUSO, G. *Effect of packaging and storage time on beef qualitative and microbial traits*. Journal of food quality, 2010. 33/2, s. 352-366. ISSN 0146-9428
- [26] Obrázek. *Vakuové balení masa*. [online]. [2017-12-09]. Dostupné na WWW: <http://www.gastroplus.cz/bleskovky/1984-kostelecke-uzeniny-inovuji-vakuove-baleni-svych-produktu>
- [27] HERNANDEZ-MACEDO, M. L., BARANCELLI, G. V., CONTRERAS-CASTILLO, C. J. *Microbial deterioration of vakuuum-packaged chilled beef cuts and techniques for microbiota detection and characterization: A review*. Brazilian journal of mikrobiology, 2011. 42/1, s. 1-11
- [28] FLOROS, J. D., MATSOS, K. J. *Introduction to modified atmosphere packaging*. In HAN, J. H. (ed.). *Innovations in Food Packaging*. Elsevier Science & Technology Books, 2005. s. 159-172. ISBN 0123116325
- [29] Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1935/2004 ze dne 27. října 2004 o materiálech a předmětech určených pro styk s potravinami a o zrušení směrnic 80/590/EHS a 89/109/EHS. [online]. [2018-04-05]. Dostupné na WWW: http://www.szu.cz/uploads/documents/czpzp/Legislativa/Narizeni_EU_1935_2004.pdf
- [30] VOLEK, V. *Nové technologie balení potravin*. Svět balení, 2/2007. s. 18-19
- [31] Obrázek. *Exsikátor s indikátorem vlhkosti Silikagel*. [online]. [2018-04-05]. Dostupné na WWW: <https://cz.rs-online.com/web/p/exsikatory-s-indikátorem-vlhkosti/3888437/>
- [32] DOBIÁŠ, J. *Aktivní obaly do praxe nespěchají*. Svět balení, 1/2008. [online]. [2018-04-05]. Dostupné na WWW: <http://www.svetbaleni.cz/2008/01/01/sb-1-2008-hlavn-tma-baleni-potravin-technologie-aktivni-obaly-do-praxe-nespechaji/>
- [33] Nařízení komise (ES) č. 450/2009 ze dne 29. května 2009 o aktivních a inteligentních materiálech a předmětech určených pro styk s potravinami. [online]. [2018-04-05]. Dostupné na WWW: <http://www.eurlex.cz/dokument.aspx?celex=32009R0450>
- [34] VOLEK, V. *Aktivní balení potravin*. Svět balení, 3/2005. s. 42
- [35] Obrázek. *RFID (Radio Frequency Identification Device)*. [online]. [2017-12-09]. Dostupné na WWW: <https://www.eprin.cz/clanky-eprin-opet-proveril-rfid.html>

- [36] *Informace vědeckého výboru pro potraviny ve věci: Aktivní a inteligentní obalové systémy pro balení potravin*. Vědecký výbor pro potraviny, 2008. [online]. [2018-04-12]. Dostupné na WWW: http://czvp.szu.cz/vedvybor/dokumenty/informace/info_2007_22_deklas_FCM.pdf
- [37] Obrázek. *Indikátor teploty*. [online]. [2018-04-12]. Dostupné na WWW: <http://slideplayer.com/slide/3305334/>
- [38] ROBERTSON, G. L. *Food packaging - principles and practice*. 3rd ed. Boca Raton, FL: CRC Press, c2013, xxix. 703 s. ISBN 978-1-4398-6241-4
- [39] KERRY, J., LEDWARD, D. *Meat processing - improving quality*. Cambridge: Woodhead Publishing, 2002. ISBN 9781855735835
- [40] ŠTURMA, Z. *Balení potravin do modifikovaných atmosfér (systém MAP)*. Firemní presentace, Linde Gas, 2014
- [41] VOLEK, V. *Balení potravin v MA*. Svět balení, 2/2007. s. 20
- [42] *MAP (Modified Atmosphere Packaging) balení v modifikované atmosféře*. Firemní dokumentace, Linde Gas
- [43] POKORNÁ, J. *Balení potravin do modifikované atmosféry - trend, nebo nezbytnost současnosti?* Potravinářská revue, 6/2017. s. 37-38
- [44] DEMIRCI, A., NGADI, M. O. *Microbial decontamination in the food industry: novel methods and applications*. Oxford: Woodhead, 2012. Woodhead Publishing series in food science, technology and nutrition. ISBN 9780857090850
- [45] RAO, D. N., SACHINDRA, N. M. *Modified atmosphere and vacuum packaging of meat and poultry products*. Food Review International. s. 263-293
- [46] ŠTEGNEROVÁ, H., NÁPRAVNÍKOVÁ, E., STEINHAUSEROVÁ, I., ŠVEC, P. *Identifikace bakterií mléčného kvašení v mase baleném v podmínkách ochranné atmosféry*. Veterinářství, 2007. s. 39-42, ISSN 0506 8231
- [47] INGR, I. *Základy konzervace potravin*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2007. 119 s. ISBN 978-80-7375-110-4
- [48] KAMENÍK, J., JANŠTOVÁ, B., SALÁKOVÁ, A. *Technologie a hygiena potravin živočišného původu*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2014. ISBN 978-80-7305-723-7

- [49] DOULGERAKI, A. I., ERCOLINI, D., VILLANI, F., NYCHAS, G. J. E. *Spoilage microbiota associated to the storage of raw meat in different conditions*. International Journal of Food Mikrobiology, 2012. 157/2, s. 130-141. ASSN 01681605
- [50] VOLEK, V. *Darfresh® Double Deck od firmy Cryovac*. Svět balení, 1/2006. s. 22-23
- [51] HUIS in't Veld, J. H. J. *Microbial and biochemical spoilage of food: an overview*. International Journal of Food Mikrobiology, 1996. roč. 33. s. 1-18. Dostupné na WWW: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0168160596011397>
- [52] Obrázek. *Balení masa v Darfresh*. [online]. [2018-03-30]. Dostupné na WWW: <https://www.packworld.com/article/package-component/films/lidding-sealing-films/sealed-air-corporation-seafood-packaging>
- [53] *Těsnící stroje Henkovac TPS pro balení potravinářských výrobků v podmínkách MAP*. [online]. [2017-10-23]. Dostupné na WWW: <http://www.henkovac.nl/vacuum-packaging-machines>
- [54] KUTĚJ, P., HANZAL, J. *Oxid uhličitý. Česká asociace technických plynů*. [online]. [2017-11-23]. Dostupné na WWW: <http://www.catp.cz/publikace2.php>
- [55] HAN, J. H. *Innovations in food packaging*. Second edition. Amsterdam: Academic Press, an imprint of Elsevier, 2014. ISBN 9780123946010
- [56] SPENCER, K. C. *Modified atmosphere packaging of ready-to-eat food*. In: Innovations in Food Packaging, Han J. H. (Ed.). San Diego, CA: Elsevier Academic press, 2005. s. 184-203
- [57] PRÁŠILOVÁ, J., KAMENÍČEK, J. *Výroba kyslíku a dusíku*. [online]. [2018-04-03]. Dostupné na WWW: <http://docplayer.cz/10252323-Vyroba-kysliku-a-dusiku-mgr-jana-prasilova-prof-rndr-jiri-kamenicek-csc.html>
- [58] BRODY, A. L. *Modified atmosphere packaging*. In: Encyclopedia of Agricultural, Food, and Biological Engineering, Heldman D. R. (Ed.). New York: Marcel Dekker, 2003. s. 666-670
- [59] *Plyny v potravinářství. Česká asociace technických plynů*. [online]. [2017-11-23]. Dostupné na WWW: <http://www.catp.cz/publikace2.php>

- [60] *125 let společnosti Linde: Kronika*. Düsseldorf: Linde AG, 88 s
- [61] GÓRAK, A. *Distillation: Operation and Applications*. Shoenmakers, Hartmut, 2014
- [62] *Technical information*. In: kryolab.fysik.lu.se [online]. [2018-03-23]. Dostupné na WWW: http://kryolab.fysik.lu.se/dokument/e_techn.html
- [63] LENCKI, R. W. *Modified atmosphere packaging for minimally processed food*. In: *Emerging Technologies for Food Processing*, Sun D.- W. (Ed.). New York: Academic Press, 2005. s. 733-756
- [64] AHVENAINEN, R. *Novel food packaging techniques*. Boca Raton: CRC Press, 2003. ISBN 978-1-85-573702-0. Dostupné na WWW: <http://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kt003BI165/novel-food-packaging/map-technology-meat-products>
- [65] COLES, R., McDOWELL, D., KIRWAN, M. J. *Food packaging technology*. Oxford: Blackwell, 2003. ISBN 1841272213
- [66] DVOŘÁKOVÁ, L., ČÍŽKOVÁ, M., ZMYDLENÝ, T., KLIMEK, T., TUČEK, V., HANZAL, J. *Kyslík*. Česká asociace technických plynů. [online]. [2017-11-23]. Dostupné na WWW: <http://www.catp.cz/publikace2.php>
- [67] MULLAN, M., McDOWELL, D. *Modified atmosphere packaging*. In GILES, A. G., *Food Packaging Technology*. Boca Raton, Florida, USA, 2003. s. 303-339. ISBN 0-8493-9788-X
- [68] VOLEK, V. *Dusík nejlépe on-site*. Svět balení, 2/2007. s. 23
- [69] TUČEK, V., DVOŘÁKOVÁ, L., HANZAL, J. *Vodík*. Česká asociace technických plynů. [online]. [2017-11-28]. Dostupné na WWW: <http://www.catp.cz/publikace2.php>
- [70] BRANDERBUNG, J. *Modified atmosphere packaging*. In YAM, K. L. *The Wiley Encyclopedia of Packaging Technology*. John Wiley & Sons, USA, 2009. s. 787-795, ISBN 978-0-470-08704-6
- [71] ČATP. Česká asociace technických plynů. [online]. [2018-04-04]. Dostupné na WWW: <http://www.catp.cz/ocatp.php>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

JUT	Jatečně upravená těla
MZe	Ministerstvo zemědělství ČR
CWE	Carcass weight equivalent
PE	Polyethylen
PA	Polyamid
PVDC	Polyvinylidenchlorid
RFID	Radio Frequency Identification Device
MAP	Modified atmosphere packaging (balení v modifikované atmosféře)
HACCP	Hazard Analysis and Critical Control Points (Systém analýzy rizika a stanovení kritických kontrolních bodů)
MA	Modified atmosphere (modifikovaná atmosféra)
CAS	Controlled atmosphere storage (skladování v kontrolované atmosféře)
BMK	Bakterie mléčného kvašení
ČATP	Česká asociace technických plynů

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr.1. Graf spotřeby masa v hodnotě na kosti	12
Obr.2. PSE (bledé, měkké, vodnaté) u kuřecího masa	17
Obr.3. DFD (tmavé, tuhé, suché).....	17
Obr.4. Masné výrobky	19
Obr.5. Masný výrobek trvanlivý fermentovaný, balený v ochranné atmosféře.....	20
Obr.6. Vakuové balení masa.....	26
Obr.7. Exsikátor vlhkosti Silikagel.....	28
Obr.8. RFID (Radio Frequency Identification Device)	29
Obr.9. Indikátor teploty	30
Obr.10. Překážky proti zkáze a úloha modifikované atmosféry technických plynů v technologii MAP.....	32
Obr.11. Schéma balení v MAP (Darfresh Bloom®).....	36
Obr.12. Balení masa v Darfresh.....	37
Obr.13. Balení v MAP (Cryovac Mirabella®). MA: 80 % O ₂ a 20 % CO ₂	37
Obr.14. Schématické znázornění balení masa v komorovém balicím stroji.....	38
Obr.15. Těsnící stroje Henkovac TPS pro balení potravinářských výrobků v podmínkách MAP.....	39
Obr.16. Obsah plynů ve vzduchu vyjádřený v objemových procentech	40
Obr.17. Podíl jednotlivých plynů na světovém trhu s technickými plyny.....	43
Obr.18. Princip zkapalnění vzduchu.....	44
Obr.19. Zkapalňování vzduchu.....	45
Obr.20. Svazek lahví pro CO ₂	47
Obr.21. Tlakové lahve	52
Obr.22. Balení potravin v modifikované atmosféře	53
Obr.23. Aplikace modifikované atmosféry ze svazku do balicího zařízení	53
Obr.24. Zařízení k on-line analýze modifikované atmosféry	54

SEZNAM TABULEK

Tab.1. Výroba masa v letech 2009-2016	13
Tab.2. Členění masných výrobků a masných polotovarů na druhy a skupiny	18
Tab.3. Typy indikátorů a jejich využití v praxi	30
Tab.4. Trvanlivost produktů vystavených působení vzduchu a balených v MAP	33
Tab.5. Převládající mikroflóra u jednotlivých typů balení potravin.....	34
Tab.6. Složení atmosféry a teploty skladování vybraných potravin balených v modifikované atmosféře.....	41
Tab.7. Označení potravinářských plynů	42