

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
AGRONOMICKÁ FAKULTA**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BRNO 2017

KATEŘINA CHOLASTOVÁ

Mendelova univerzita v Brně
Agronomická fakulta
Ústav agrochemie, půdoznalství, mikrobiologie a výživy rostlin



Mikrobiální kontaminace baleného masa

Bakalářská práce

Vedoucí práce:
Ing. Libor Kalhotka, Ph.D.

Vypracovala:
Kateřina Cholastová

Brno 2017

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: Mikrobiální kontaminace baleného masa vypracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědom/a, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:.....

.....

podpis

Poděkování:

Tímto bych chtěla velmi poděkovat mému vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Liboru Kalhotkovi, Ph.D. za vstřícný přístup, cenné připomínky a rady, poskytnutou literaturu a za odborný dohled při vypracovávání mé bakalářské práce. Poděkování patří i Ing. Evě Burdové a Ing. Petru Kouřilovi za pomoc a rady při zakládání a vyhodnocování mého experimentu.

ABSTRAKT

V bakalářské práci je popsána mikroflóra baleného masa. Zabývá se chemickým složením masa a faktory, jež ovlivňují růst mikroorganismů. Největší část tvoří charakteristika mikroorganismů zapříčiňujících kažení baleného masa a mikroorganismů způsobujících vznik alimentárních onemocnění. Jsou v ní uvedeny způsoby boje proti nežádoucím mikroorganismům. V práci jsou charakterizovány druhy obalů, možnosti balení masa, požadavky na obaly i nedostatky při jeho balení.

Experimentální část práce je zaměřena na stanovení významných skupin mikroorganismů ve vzorcích různě baleného masa.

Klíčová slova: maso, mikroorganismy, balení, bakterie, plísně, kvasinky, viry, parazité

ABSTRACT

A description of packaged meat microflora is provided in this bachelor thesis. It deals with the chemical composition of meat and the factors influencing the growth of microorganisms. Main topic is the characterization of microorganisms causing spoilage of packaged meat and microorganisms causing formation of foodborne illnesses. Methods of fighting against undesirable microorganisms are also included. The thesis contains packaging types characterization, options in the packing of meat, packaging requirements, and shortcomings during the packing.

The experimental part is focused on determining the most important microorganisms' groups appearing in samples of differently packaged meat.

Keywords: meat, microorganisms, packaging, bacteria, molds, yeasts, viruses, parasites

1	ÚVOD	8
2	CÍL PRÁCE.....	9
3	LITERÁRNÍ PŘEHLED	10
3.1	Definice masa.....	10
3.2	Chemické složení masa	10
3.3	Vnější a vnitřní faktory působící na rozvoj mikroorganismů.....	12
3.3.1	Vnitřní faktory.....	12
3.3.2	Vnější faktory.....	14
3.4	Kažení masa	15
3.4.1	Formy kažení masa	15
3.4.2	Kažení vakuově baleného masa a masa v modifikované atmosféře.....	16
3.4.3	Biochemické procesy při kažení	17
3.4.4	Mikroorganismy podílející se na kažení masa	17
3.5	Alimentární onemocnění.....	24
3.5.1	Bakteriální infekce	24
3.5.2	Bakteriální intoxikace	34
3.5.3	Viry	38
3.5.4	Parazité.....	38
3.6	Boj proti nežádoucím mikroorganismům.....	39
3.6.1	Správná výrobní praxe	39
3.6.2	Sanitační a operační postupy.....	40
3.6.3	HACCP	42
3.7	Obaly.....	43
3.7.1	Rozdělení funkcí obalů	43
3.7.2	Požadavky na obaly.....	44
3.7.3	Obalové materiály	46
3.7.3.1	Plasty.....	46
3.7.3.2	Celofán	47
3.7.3.3	Papír	48
3.7.4	Balení masa	48
3.7.4.1	Příprava masa na balení.....	48
3.7.4.2	Způsoby balení masa.....	48
3.7.4.3	Nedostatky při balení masa	53
4	Materiál a metodika	54
5	Závěr	61
6	Literární zdroje.....	62
7	Seznam zkratek	70

1 ÚVOD

Maso z nutričního hlediska představuje významnou zásobárnu plnohodnotných proteinů, vitaminů skupiny B, nenasycených mastných kyselin a minerálních složek ve výživě člověka. Vyznačuje se zejména nízkým obsahem tuku a velmi dobrými sensorickými vlastnostmi. Mimo pár výjimek je možno na maso využít jakýkoliv druh živočicha. Za hlavní zdroje masa však nejčastěji považujeme domestikované živočichy, především jatečná zvířata jako je prase, skot, kuň, ovce, králík a jatečná drůbež. Významným zdrojem je také lovná zvěř jako srnec, daněk, jelen, divoké prase, bažant a další. V neposlední řadě jako zdroj slouží i ryby, měkkýši a korýši. V Evropské unii i v České republice je nejvíce upřednostňována konzumace vepřového masa, poté drůbežího a následně hovězího.

Spotřebitelé mají stále vyšší požadavky na kvalitu a zdravotní nezávadnost masa. Při jeho skladování a prodeji musí být provedena určitá opatření, aby se zamezilo kontaminaci a zajistila se zdravotní nezávadnost. Za čerstvé maso je pokládáno maso tepelně neopracované, skladované při chladírenských či mrazírenských teplotách a rovněž maso zabalené vakuově nebo v ochranné atmosféře. Výsekovým masem jsou označovány části jatečně upravených těl zvířat, které obdržíme bouráním a dělením a do oběhu se uvádí balené či nebalené. Při skladování se vyžaduje dodržování chladírenských teplot z důvodu zamezení růstu mikroorganismů a dalších změn, z toho důvodu během skladování čerstvého masa nesmí teplota překročit 7 °C.

Balení masa se provádí z mnoha důvodů. Mezi nejdůležitější zahrnujeme ochranu před kontaminací mikroorganismy, zabránění kontaminace z okolí, zamezení ztrátám vysycháním a dalšími změnami, dále slouží ke sdělování důležitých informací a k lepší manipulaci. Maso se balí buď jednoduše do obalů bez úpravy okolního prostředí, které slouží k zabránění kontaminaci a vysychání anebo se dnes často využívá balení s následnou změnou plynů uvnitř obalů. Jedná se o balení vakuové, kdy je odstraněn vzduch anebo o použití modifikované atmosféry se změnou koncentrace různých plynů. V tomto případě se od běžného balení liší tím, že se prodlužuje trvanlivost díky vytvoření nepříznivých podmínek pro růst mikroorganismů.

2 CÍL PRÁCE

Cílem bakalářské práce je:

- Zpracovat literární rešerši, v níž budou shrnuty poznatky o mikroflóře masa.
- Charakterizovat mikroorganismy podílející se na kažení masa.
- Charakterizovat mikroorganismy způsobující alimentární onemocnění.
- Popsat způsoby boje proti nežádoucím mikroorganismům.
- Experimentálně stanovit významné skupiny mikroorganismů ve vybraných vzorcích různě baleného syrového masa.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Definice masa

Maso je v širším slova smyslu chápáno jako všechny části těl živočichů, včetně ryb a bezobratlých, v čerstvém nebo upraveném stavu, do nichž zahrnujeme i živočišné tuky, droby, krev, kůži a kosti (pokud se dají konzumovat), které jsou vhodné k lidské výživě (Pipek, 1991). Kvůli mnoha různým konzumačním zvyklostem národů a etnických skupin však tento pojem musíme chápat pouze v užším slova smyslu. Z užšího hlediska je tedy tento pojem omezen na příčně pruhovanou (kosterní) svalovinu z těl teplokrevných jatečných zvířat, včetně vazivových částí svalů, intramuskulárního a povrchového tuku, cév, kostí, nervů, mízních uzlin a případně oparené kůže (Steinhauserová, Steinhauser, 2000).

3.2 Chemické složení masa

Libová svalovina masa je složena ze 75 % vody, 20 % bílkovin, 3 % tuku, 2 % rozpustných látek nebílkovinné povahy, z nichž 45 % tvoří dusíkaté nebílkovinné látky, 34 % sacharidy a jejich metabolity, 3 % minerální látky a vitamíny a 18 % neorganické sloučeniny (Kameník, 2014a).

Voda

Voda v mase se považuje za významné prostředí pro mnoho reakcí. Výrazný vliv má i na senzorické vlastnosti masa. Její rozdílný obsah v mase se odvíjí od anatomického původu, plemene, druhu, věku, výživy a životních podmínek zvířete. V libové svalovině je podíl vody 72 až 75 %. Voda se v mase vyskytuje ve třech formách. Největší část tvoří tzv. volná voda (anglicky bulk water), která je v mase poutána kapilárními silami a vyskytuje se převážně uvnitř myofibril v místě mezi tenkými a tlustými filamenti. Strukturální (vázaná) voda se nachází v globulárních proteinech, kde je poutána pomocí vodíkových iontů. Poslední formou je povrchová (hydratační) voda makromolekul tvořící jednu nebo dvě molekulární vrstvy na povrchových částech biopolymerů (Kameník, 2014a).

Hydratační voda má v masě nejpevnější vazbu a váže se v monomolekulární i v multimolekulární vrstvě hydrofilních skupin bílkovin (Ingr, 1996).

Bílkoviny

Obsah proteinů se u libového hovězího, vepřového a drůbežního masa výrazně neliší. Vyšší rozdíly se uvádí pouze u jednotlivých svalů, respektive u různých anatomických částí. Bílkoviny v masě se člení do tří skupin, a to na sarkoplazmatické, myofibrilární a stromatické. V největším podílu jsou zastoupeny myofibrilární proteiny asi v 50 až 53 %, 30 až 34 % tvoří sarkoplazmatické a 10 až 15 % představují bílkoviny pojivové tkáně (Kameník, 2014a).

Myofibrilární proteiny lze klasifikovat do tří podskupin. Fibrilární (vláknité) bílkoviny myofilament jsou základní strukturou myofibril a řadíme k nim aktin a myosin, které mají nejvýznamnější zastoupení. Pod regulační bílkoviny spadá komplex M-protein a C-protein, tropomyosin-troponin, a-actinin a b-actinin. Poslední podpůrné strukturální bílkoviny ('scaffold proteins') zahrnují nebulin, titin, desmin, synemin a vimentin (Kameník, 2014a).

Sarkoplazmatické bílkoviny jsou zastoupeny asi 50 bílkoviny, z nichž mezi nejvýznamnější patří myogen, myoalbumin, globulin a myoglobin. Myoglobin, jako přirozené barvivo masa, má velký podíl na jeho zbarvení, jeho oxidací vzniká metmyoglobin (Ingr, 1996).

Stromatické bílkoviny tvoří pojivové tkáně a nachází se tedy ve vazivech, šlachách, kostech a kůži. Nejdůležitějšími stromatickými bílkoviny jsou kolagen, u něhož při zahřátí ve vodě dochází k nabobtnání a přechodu na rozpustný glutin (želatinu) a velmi dlouhý a pružný elastin. Dalšími bílkoviny jsou retikulin, keratiny, mukoid a muciny (Ingr, 1996).

Tuk

Obsah tuku se u masa poměrně dost mění podle jednotlivých skupin a druhů. Například u libové části vepřové kýty se uvádí hodnota 2 % tuku, bok má podíl tuku 29 % a kuřecí prsa bez kůže obsahují pouze 1,2 % tuku. Obsah lipidů kladně ovlivňuje chuť, šťavnatost a křehkost masa. Tuk lze rozdělit na podkožní, intermuskulární (mezisvalový), intramuskulární (ve svalech) a ledvinový (viscerální). Největší zastoupení připadá na podkožní tuk (60 až 70 %), dále

intermuskulární (20 až 35 %) a ledvinový (asi 5 %). Po chemické stránce lze lipidy klasifikovat na triacylglyceroly (triglyceridy), fosfolipidy a méně zastoupený cholesterol. Triacylglyceroly mají úlohu zásobního tuku. Jsou to estery glycerolu a mastných kyselin. Fosfolipidy představují strukturální lipidy, v nichž je glycerol esterifikován dvěma molekulami MK a fosforečnou skupinou, na níž je poután etanolamin, serin, cholin, inositol nebo glycerol. Rozdíl se nacházejí i v chemickém složení lipidů, které závisí na složení krmiva a fyziologii zvířat (Kameník, 2014a).

Tuk v mase je z jiného pohledu považován za negativní, jelikož obsahuje většinou nasycené mastné kyseliny jako palmitovou a stearovou. Z nenasyčených je zastoupena především monoenoová kyselina olejová, naopak podíl významnějších polyenových mastných kyselin je velmi nízký (Ingr, 1996).

Minerální látky a vitaminy

Maso se považuje za důležitý zdroj hydrofilních vitaminů skupiny B a vybraných stopových prvků. Za nejvýznamnější vitaminy skupiny B se v mase považují thiamin (B₁), riboflavin (B₂), niacin (kyselina nikotinová), vitamin B₆ a vitamin B₁₂ (Kameník, 2014a). Maso je také důležitým zdrojem železa a zinku, dále pak vápníku, draslíku, hořčíku, má i významné zastoupení mědi. Rybí maso je i zdrojem jódu (Ingr, 1996).

Sacharidy

Největší podíl sacharidů tvoří polysacharid glykogen nacházející se v myofibrilách a sarkoplazmě. Má důležitou roli v postmortálních změnách masa a je považován za zdroj energie při svalové práci (Ingr, 1996).

3.3 Vnější a vnitřní faktory působící na rozvoj mikroorganismů

3.3.1 Vnitřní faktory

Vliv pH

Většině mikroorganismům vyhovuje k jejich růstu neutrální pH v rozsahu 6,5 až 7,5 a velmi zřídka u nich dochází k růstu při pH nižším než 4 a vyšším než 9. Kvasinky a plísně jsou však schopny při těchto hodnotách pH dále růst (Kerth, 2013).

U kyselých potravin proto způsobují kažení spíše plísně a kvasinky. Za nejcitlivější ke změnám pH jsou považovány patogenní mikroorganismy (Cempírková et al., 1997).

Aktivita vody (a_w)

Jedná se o volnou vodu v potravinách, která může být využita mikroorganismy. Aktivita vody má tedy vliv na jejich přežití, růst, množení, metabolismus a produkci toxinů. K jejich rozvoji přispívají vysoké hodnoty volné vody. Většina bakterií vyžaduje pro přežití a růst hodnotu nad 0,90. Výjimku tvoří *Staphylococcus aureus*, který roste při hodnotě do 0,86. Plísně jsou schopny přežít nižší hodnoty pohybující se kolem 0,80 (Kerth, 2013). Bakterie vyvolávající onemocnění z potravin jsou zničeny při a_w pod 0,95 (Cempírková et al., 1997).

Oxidoredukční potenciál (O/R)

Odvíjí se od složení potravin, pH, atmosférického tlaku kyslíku a přístupu vzduchu v potravině. K jeho změnám dochází během technologického zpracování potravin a jejich skladování. Některé bakterie vyžadují ke svému růstu kyslík, jiné pro množení potřebují prostředí bez kyslíku. Bakterie, které jsou mikroaerofilní, vyžadují k růstu malé koncentrace kyslíku. Jiné dokáží růst jak při aerobních, tak anaerobních podmínkách a označují se jako fakultativně anaerobní mikroorganismy (Cempírková et al., 1997). Většina patogenních bakterií spojených s masem je považována za fakultativně anaerobní, s výjimkou striktně anaerobního rodu *Clostridium* (Kerth, 2013).

Obsah živin

Mikroorganismy vyžadují ke svému růstu zdroj dusíku, vitamíny, růstové faktory a minerální látky. Jako zdroj energie nejvíce mikroorganismy využívají cukry, alkoholy, aminokyseliny, někdy tuky. Za zdroj dusíku jsou považovány aminokyseliny, někdy celé bílkoviny (Kerth, 2013). Mikroorganismy využívají zejména vitamíny skupiny B, gram pozitivní bakterie je málokdy syntetizují, zato gram negativní bakterie, plísně a kvasinky je syntetizovat dokáží. Minerální látky získávají z anorganických solí nebo je asimilují například z bílkovin a aminokyselin (Cempírková et al., 1997).

Antibakteriální látky

Některé potraviny jsou stabilnější vůči působení nežádoucí aktivity mikroorganismů, neboť se v nich přirozeně nacházejí látky s antibakteriální aktivitou (Cempírková et al., 1997). Známý je například nisin patřící mezi bakteriociny, který je produkován bakteriemi mléčného kvašení a zamezuje růstu některých, zejména grampozitivních bakterií. Nachází se ve fermentovaných i nefermentovaných potravinách (Cleveland et al., 2001). Ve vejci a mase je významný enzym lysozym a v mase mimo to i laktoferin (Cempírková et al., 1997).

3.3.2 Vnější faktory

Teplota

Každému mikroorganismu vyhovuje k jeho růstu jiné teplotní rozmezí. Mikroorganismy lze dle těchto nároků klasifikovat do skupin. Psychrofilní mikroorganismy mají optimum teplot v rozmezí 10 až 20 °C, rostou však i při 5 °C a nižších. Mezofilní, které vyžadují k růstu teplotu od 20 do 40 °C s optimální teplotou v rozmezí 35 až 37 °C. Termofilní mikroorganismy rostou v rozmezí 40 až 90 °C s optimem okolo 55 °C. Mikroorganismům, kterým vyhovuje teplota růstu 5 °C a nižší bez ohledu na jejich optimální teplotu, označujeme jako psychrotrofní. Nacházejí se v potravinách častěji než psychrofilní mikroorganismy (Cempírková et al., 1997). Většina mikroorganismů způsobujících kažení potravin jsou psychrotrofní, patogenní bakterie patří spíše mezi mezofilní mikroorganismy. Výjimkou je *Listeria monocytogenes*, kterou řadíme do psychrotrofů a rod *Clostridium* patřící mezi termofilní i psychrotrofní mikroorganismy (Kerth, 2013). Kerth (2013) považuje i rod *Bacillus* za termofilní mikroorganismus, nicméně ostatní autoři jej uvádí jako mezofilní.

Relativní vlhkost prostředí

Relativní vlhkost prostředí se považuje se za důležitou z pohledu aktivity vody uvnitř potraviny a rovněž z důvodu růstu mikroorganismů na povrchu potraviny. Důležitá je i teplota skladování, platí že, čím vyšší je teplota, tím nižší by měla být

relativní vlhkost a naopak. Potraviny, u nichž dochází k hnilobě na jejich povrchu, je důležité uchovávat v prostředí s nízkou relativní vlhkostí (Cempírková et al., 1997).

Přítomnost a koncentrace plynů

Tento faktor hraje roli při balení a skladování potravin v řízené atmosféře. Nejčastěji se kombinují plyny CO₂ a O₂ nebo N₂. Podmínky v řízené atmosféře zamezují rozvoj aerobních bakterií, plísní a kvasinek. Dominantními se stávají fakultativně anaerobní bakterie (Cempírková et al., 1997).

3.4 Kažení masa

Maso patří mezi potraviny, které jsou díky chemickému složení, fyzikálním vlastnostem a vysokému množství vody vhodným prostředím pro mikroorganismy a podléhá tedy velmi snadno kažení (Görner, Valík, 2004). V mase v důsledku kažení dochází ke změnám pachu a chuti, k barevným změnám, produkci plynu, vzniku slizu a k poklesu pH (Borch et al., 1996). Pro prodloužení jeho trvanlivosti je proto nutné předcházet primární a sekundární kontaminaci a po porážce jej co nejrychleji zchladit na 7 °C v jádře a následně uchovávat při –1 až 2 °C. Ke kontaminaci masa dochází především během jatečného opracování a dalšího zpracování (Görner, Valík, 2004).

3.4.1 Formy kažení masa

Běžné kažení masa se skládá ze tří po sobě jdoucích fází: z povrchového osliznutí, povrchové hniloby a hluboké hniloby (Ingr, 1996).

Povrchové osliznutí

Dochází k němu při silném pomnožení obecné (banální) mikroflóry na povrchu masa. Mikrobiální enzymy, především proteázy a lipázy, způsobují rozklad složek v mase na mnoho různých degradačních produktů. Přítomností těchto produktů vznikne na povrchu masa tenká, šedohnědá, zápachající vrstva slizu. Zápach je způsoben produkty bílkovin jako jsou amoniak, aminy, merkaptany a sirovodík. Povrchové osliznutí na jeho počátku může být odstraněno omytím v mírně okyselené

vodě, která inaktivuje mikroorganismy a následným opláchnutím v pitné vodě. Takové maso je nutno co nejrychleji tepelně opracovat (Ingr, 1996).

Povrchová hniloba

Navazuje na předchozí povrchové oslizení. Dochází při ní k proniknutí mikroorganismů hlouběji do masa a jejich enzymy rozkládají bílkoviny (Ingr, 1996). Kažení probíhá od povrchu směrem dovnitř. Během skladování masa se při chladírenských teplotách nejvíce rozvíjí psychrotrofní gramnegativní bakterie, především *Pseudomonas fluorescens* a *Pseudomonas fragi* (Görner, Valík, 2004). Při nevhodném skladování za vyšších teplot dochází k rozvoji i dalších gramnegativních bakterií. Obvykle dominuje čeleď *Enterobacteriaceae*, rody *Serratia*, *Citrobacter* a silně proteolytické druhy rodu *Proteus*. Z grampozitivních bakterií je významný rod *Micrococcus*, *Bacillus* a *Staphylococcus*. Toto kažení se projevuje hnilobou, zápachem a barevnými skvrnami (Vlková et al., 2009).

Hluboká hniloba

Maso je při ní napadeno a zkaženo ve všech místech průřezu. Toto maso se musí zkonfiskovat a je považováno za velkou ekonomickou ztrátu (Ingr, 1996). Na tomto kažení se podílejí bakterie jako *Clostridium perfringens*, *C. histolyticum*, *C. sporogenes*, rod *Proteus*, *Bacillus* a streptokoky. Při tomto kažení vznikají plyny, hnilobný zápach a mění se konzistence masa (Görner, Valík, 2004).

3.4.2 Kažení vakuově baleného masa a masa v modifikované atmosféře

Při skladování vakuově baleného masa nebo masa v modifikované atmosféře (MAP) pod teplotu 4 °C dochází k potlačení aerobních pseudomonád a ke zvýhodnění fakultativně anaerobních či anaerobních bakterií, například bakterie mléčného kvašení s nejvíce zastoupeným rodem *Lactobacillus*. Může také docházet k výskytu psychrotrofní bakterie *Brochothrix thermosphacta* (Görner, Valík, 2004; Kameník, 2014b). Tato psychrotrofní, fakultativně anaerobní bakterie preferuje prostředí s nízkým obsahem kyslíku (Görner, Valík, 2004). Dobře vakuově balené maso

skladované při teplotě do 4 °C se vyznačuje trvanlivostí až 8 týdnů (Vlková et al., 2009).

3.4.3 Biochemické procesy při kažení

Při kažení masa převládají pochody proteolytické a lipolytické. Zpočátku poskytují mikroorganismům živiny pro jejich růst nízkomolekulární sacharidy a dusíkaté látky. Následně probíhá prostřednictvím proteolytických enzymů mikroorganismů štěpení bílkovin masa, do čehož jsou zapojeny nejčastěji proteolytické pseudomonády, ale rovněž rody *Proteus*, *Clostridium* a *Bacillus*. Štěpením vznikají peptidy a aminokyseliny, které mohou být pomocí těchto bakterií dále rozkládány na hnilobné produkty, jakými jsou amoniak, aminy, merkaptany, sirovodík, dimethylsulfid, aldehydy a další. Tuky jsou rozkládány lipolytickými enzymy bakterií rodů *Pseudomonas*, *Proteus*, *Micrococcus*, *Lactococcus*, *Staphylococcus* a určitými druhy kvasinek (Görner, Valík, 2004).

3.4.4 Mikroorganismy podílející se na kažení masa

Bakterie

Většinu bakterií, které se nacházejí na povrchu masa a orgánů, zahrnujeme do skupiny mezofilních mikroorganismů, kterým vyhovuje růst při teplotách 20 až 45 °C. Nicméně po ochlazení masa, kdy nesmí teplota v jádře překročit 7 °C a při jeho následném skladování v chladírenských teplotách pod 4 °C, dochází ke změnám složení mikroorganismů se zvýhodněným výskytem psychrotrofních druhů. Těmto druhům prospívá k růstu teplota mezi 20 až 30 °C, avšak snadno rostou i pod 7 °C. Nejvíce jsou v této skupině zastoupeny rody *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Flavobacterium*, *Enterococcus*, *Psychrobacter*, *Lactobacillus*, *Brochotrix*, *Shewanella* a *Micrococcus*. Tyto mikroorganismy vykazují výraznou proteolytickou a lipolytickou aktivitu, díky níž rozkládají bílkoviny a tuky, a proto se výrazně podílí na kažení masa (Steinhauserová, 2000). Kameník (2014b) uvádí, že s kažením chlazeného masa jsou mimo laktobacily spjaty i rody *Leuconostoc* a *Carnobacterium*.

Rod Pseudomonas

Do rodu *Pseudomonas* řadíme striktně aerobní druhy bakterií. Jsou to monotrichní či lofotrichní gramnegativní tyčinky (Šilhánková, 2002). Většina druhů nepotřebuje žádné růstové faktory (Sedláček, 2007). Jako zdroj energie a uhlíku jim slouží různé organické sloučeniny. Vyznačují se širokým enzymovým vybavením. Mnoho druhů produkuje fenazínová barviva se zeleným, žlutým, modrým a červeným odstínem, díky kterým zbarvují potraviny. Některé druhy způsobují u potravin nepříznivé pachy a pachutě. Využívají svých silných proteolytických schopností k rozkladu bílkovin v potravinách a lipolytických schopností k rozkladu tuků, proto jsou považovány za nejpočetnější skupinu mikroorganismů na povrchu masa (Šilhánková, 2002). Častým druhem přítomným na mase je *Pseudomonas fragi*, který je při nízkých teplotách schopen rychlejšího růstu než ostatní pseudomonády (Steinhauserová, 2000). Pseudomonády se hojně nacházejí v okolním prostředí a některé druhy, například *Pseudomonas aeruginosa*, jsou pro člověka a zvířata patogenní (Sedláček, 2007).

Rod Flavobacterium

Jedná se o gramnegativní, aerobní, nepohyblivé tyčinky (Sedláček, 2007). Ve velké míře se vyskytuje v přírodě, na povrchu syrového masa, v mléce a dalších potravinách. Vytváří světle žlutohnědé, žluté a oranžové kolonie, některé druhy barvivo vůbec neprodukují (Šilhánková, 2002; Sedláček, 2007).

Rod Alcaligenes

Představují jej peritrichní, obligátně aerobní, gramnegativní tyčky, kokotyčky či koky, kterým slouží jako zdroj uhlíku aminokyseliny, jejich amidy a další organické kyseliny. Soli organických kyselin přeměňují v zásadité látky, sacharidy většinou nevyužívají. Nevytvářejí žádné pigmenty. Často se nachází ve vodě, půdě, ve stolici, krvi, moči a výkalech. Mohou vyvolávat i infekce žlučových a močových cest (Sedláček, 2007).

Rod Micrococcus

Představují jej striktně aerobní, mezofilní, grampozitivní, nepohyblivé druhy bakterií, které se často shlukují do útvarů po dvou nebo čtyřech. Jsou schopny růst i při koncentraci 5 % chloridu sodného (Sedláček, 2007). Tvoří žluté, oranžové nebo růžově zbarvené kolonie, což je způsobeno nerozpustnými karotenoidními barvivy v jejich buňkách. Díky těmto barvivům jsou buňky chráněny před letálním působením ultrafialového záření (Šilhánková, 2002). Ze sacharidů nevytvářejí žádné kyseliny nebo jen malé množství. Nacházejí se na kůži savců, v prostředí a v potravinách, zejména v mase. Jsou považovány za nepatogenní bakterie (Sedláček, 2007).

Rod Enterococcus

Patří mezi fakultativně anaerobní, grampozitivní, občas pohyblivé bakterie mléčného kvašení, které vytvářejí shluky nebo krátké řetízky. Rostou na nutričně bohatých médiích. Jsou homofermentativní, neboť ze sacharidů vytváří jako jediný produkt kyselinu mléčnou, bez tvorby plynu. Snáší koncentrace NaCl 6,5 %. Vyskytují se hojně v prostředí, ve výkalech a v potravinách. Některé druhy mohou být příčinou hnisavých infekcí (Sedláček, 2007).

Rod Lactobacillus

Fakultativně anaerobní, občas mikroaerofilní, grampozitivní bakterie, které se hojně vyskytují v přírodě. Tento rod zahrnuje druhy homofermentativní, tvořící pouze kyselinu mléčnou, druhy heterofermentativní, které vytvářejí včetně kyseliny mléčné i ethanol a CO₂ a druhy fakultativně heterofermentativní schopné obou předcházejících typů fermentace. Uplatňují se v mlékárenském průmyslu při výrobě mnoha mléčných výrobků (Šilhánková, 2002). Naopak při skladování masa mohou způsobovat nežádoucí změny jako nakyslou chuť, různé pachy, tvorbu plynů, slizu a zelenání. Za zezelenání je odpovědný druh *Lactobacillus viridescens*. Ve vakuově baleném syrovém mase se může vyskytovat *L. divergens* (Görner, Valík, 2004). Z masa byl izolován i druh *L. sakei*, který je velmi často příčinou kažení masa baleného vakuově nebo v MAP a dále *L. curvatus*, *L. fuchuensis*, které obývají stejně balené maso (Kameník, 2014b).

Rod *Brochotrix*

Nejnámějším příslušníkem tohoto rodu je fakultativně anaerobní, grampozitivní, nepigmentující druh *Brochotrix thermosphacta*. Ve velké míře se vyskytuje pouze na chlazeném masu, zato v jiných potravinách a běžně v prostředí se nachází velmi málo (Sedláček 2007; Steinhauserová, 2000). V prostředí se objevuje spíše zástupce *Brochotrix campestris*, který produkuje bakteriocin potlačující růst *B. thermosphacta*, což může vysvětlovat jeho ojedinělou přítomnost v prostředí (Steinhauserová, 2000). Je schopen růst i při 6,5 % NaCl a k jeho růstu využívá půdu, která obsahuje velké množství lipové kyseliny (Šilhánková, 2002). *B. thermosphacta* zapříčiňuje kažení chlazeného a vakuově baleného masa (Görner, Valík, 2004). Tato bakterie dominuje v obohacené atmosféře a znehodnocuje maso balené v MAP. Využívá glukózu za vzniku etanolu, kyseliny octové, kyseliny mléčné, diacetylu, acetoinu a dalších. Byl zkoumán vliv různého složení atmosféry na přeměnu glukózy. Bylo zjištěno, že v prostředí bez kyslíku měnila bakterie glukózu převážně na kyselinu mléčnou a etanol, zatímco v prostředí s kyslíkem vznikal zejména diacetyl a acetoin. Diacetyl odpovídá za vznik sladkokyselého nepříjemného zápachu (Pin et al., 2003).

Rod *Leuconostoc*

Jsou to grampozitivní, fakultativně anaerobní bakterie mléčného kvašení. Vyskytují se v malých koloniích. K růstu potřebují nutričně bohatá živná média. Fermentací glukózy produkují kyselinu mléčnou, plyny a ethanol. Běžně jsou považovány za nepatogenní (Sedláček, 2007). Na chlazeném masu baleném vakuově nebo v MAP často dominuje druh *Leuconostoc mesenteroides* a *L. carnosum* (Kameník, 2014b).

Rod *Carnobacterium*

Tvoří rovné, grampozitivní, občas pohyblivé buňky. Patří mezi heterofermentativní bakterie mléčného kvašení (Sedláček, 2007). Na chlazeném masu je často nalézán druh *Carnobacterium divergens* a *C. maltaromaticum*, a to zejména ve vakuově nebo v ochranné atmosféře baleném masu (Kameník, 2014b).

Rod Aeromonas

Je tvořen gramnegativními, rovnými, fakultativně anaerobními tyčinkami, většinou se pohybujícími pomocí jednoho polárního bičíku. Sacharidy, zejména glukózu, tyto bakterie okyselují a většinou produkují plyny (Sedláček, 2007). Produkují hnědé pigmenty a kazí bílkovinné potraviny (Görner, Valík, 2004). Nacházejí se ve sladkých i odpadních vodách a v humánním klinickém materiálu. Patogenní druhy, jako například *Aeromonas hydrophila* mohou u člověka zapříčinit vznik průjmového onemocnění nebo bakteriemi (Sedláček, 2007).

Rod Shewanella

Rod je tvořen gramnegativními, pohyblivými, fakultativně anaerobními tyčinkami, které vytvářejí světle hnědé nebo růžovooranžové kolonie. Z thiosíranu vytvářejí sirovodík. Vyskytují se často ve sladké i mořské vodě, klinickém materiálu a potravinách (Sedláček, 2007). Původcem kažení masa je *Shewanella putrefaciens*, jež produkuje sirovodík, který společně se svalovým barvivem zapříčiňuje zelenání masa. Způsobuje kažení vakuově baleného masa uchovávaného při chladírenských teplotách, především s vyšší hodnotou pH (Kameník, 2014b).

Rod Psychrobacter

Charakteristické pro tento gramnegativní rod bakterií je tvorba nepohyblivých, aerobních, nepigmentujících kokovitých tyčinek. Většinou jsou psychrotrofní, dokáží růst při teplotě 5 °C. Některé druhy přeměňují glukózu a další sacharidy na kyseliny. Nacházejí se na rybách, zpracovaném mase a drůbežích výrobcích, byly rovněž izolovány z humánního klinického materiálu (Sedláček, 2007).

Psychrotrofní klostridia

S kažením vakuově baleného masa jsou spojena i psychrotrofní klostridia. Toto kažení je označováno jako „blown pack spoilage“ (BPS), neboť při kažení dochází k nafouknutí obalu a dále k proteolýze a vzniku hnilobného zápachu. Bylo zaznamenáno např. v USA, Brazílii, na Novém Zélandu. Nejčastějším původcem je *Clostridium estertheticum*, který k růstu vyžaduje glukózu a glykogen. Bakterie fermentuje mléčnou kyselinu za vzniku plynu. Jako další druh je uváděn

C. gasigenes, *C. frigidicarnis*, *C. algidixilanoliticum* a *C. laramiense*. Ke kontaminaci dochází na jatkách z kůže nebo půdy, bakterie se na jatkách a na povrchu masa nacházejí ve formě spor. Klostridia jsou schopna se množit v mase během uchovávání při teplotě až -1,5 °C (Clemens et al., 2010). Clemens et al. (2010) zjistili, že na teplotě skladování velmi záleží a uvádí, že při teplotě 2 °C došlo k tomuto kažení mnohem dříve než při teplotě -1,5 °C. Tento jev nepředstavuje přímé ohrožení bezpečnosti potravin, ale způsobuje zjevné kažení a dotyčné maso by nemělo být konzumováno (Moschonas et al., 2009).

Další známé kažení způsobené psychrotrofními klostridii je označováno jako „bone taint“ a je doprovázeno hnilobným zápachem, který pochází z místa spojení svalu s kostí. Je způsoben metabolickou činností klostridií rostoucích v anaerobním prostředí. Za toto kažení u vakuově baleného vepřového i jehněčího masa odpovídá druh *C. algidicarnis* a *C. putrefaciens* (Kameník, 2014b).

Rod *Bacillus*

Tento rod je tvořen v přírodě hojně se vyskytujícími, grampozitivními, sporulujícími, peritrichními, aerobními či fakultativně anaerobními tyčinkami (Sedláček, 2007). Vyznačuje se značným enzymovým vybavením, pomocí amylolytických enzymů štěpí škrob. Mnoho druhů je vybaveno i pektolytickými enzymy, které rozkládají pektiny. Díky proteolytickým schopnostem, které se podílejí jak na aerobním, tak i anaerobním rozkladu bílkovin. Některé druhy vytvářejí polypeptidová antibiotika, která jsou produkována ve stadiu sporulace (Šilhánková, 2002). Jiné druhy se zase vyznačují produkcí slizovitých pouzder nebo pigmentů. Endospory bacilů mají kulatý nebo oválný tvar a jsou rezistentní vůči nepříznivým podmínkám okolí (Sedláček, 2007).

Čeď *Enterobacteriaceae*

Tato čeď zahrnuje gramnegativní, fakultativně anaerobní, nepohyblivé či pohyblivé peritrichní, nesporulující tyčinky. Hojně se nacházejí v přírodě. Mnoho rodů například *Salmonella* a *Shigella* osídluje intestinální trakt a vyvolává průjmy (Sedláček, 2007). Některé rody jsou nepatogenní nebo podmíněně patogenní. Významnou skupinou v rámci této čedi jsou tzv. koliformní bakterie. Nejvýznamnějším zástupcem této skupiny je rod *Escherichia*. Přítomnost tohoto

rodu ve vodě nebo v potravinách poukazuje na to, že mohly být fekálně kontaminovány nebo nebyla dodržena hygienicko-sanitační pravidla či nastaly chyby v tepelném ošetření potravin. *E. coli* fermentuje cukry za vzniku kyselin a plynu (Šilhánková, 2002). Mezi další významné rody z této čeledi, které můžeme nalézt na mase, patří *Enterobacter*, *Erwinia*, *Hafnia*, *Klebsiella*, *Proteus* nebo *Serratia* (Sedláček, 2007).

Plísně

Plísně jsou mikroskopické vláknité eukaryotní mikroorganismy, patřící mezi houby (*Fungi*). K jejich rozmnožování dochází prostřednictvím fragmentace hyf nebo vegetativních či pohlavních spor. Běžně se plísně vyskytují v půdě, odkud dochází k jejich šíření do vzduchu, na exkrementy zvířat a průmyslové předměty nacházející se ve vlhkém prostředí. Pro plísně je charakteristické rozmanité zbarvení, které je chrání před negativními účinky ultrafialových paprsků slunečního světla. Plísně řadíme mezi striktně aerobní mikroorganismy. Mají bohaté enzymové vybavení a díky tomu napadají různé organické materiály. Množí se i při relativně nízké vodní aktivitě, nízkém pH, při chladírenských i mrazírenských teplotách dosahujících až -10 °C. Využívají své proteolytické a lipolytické enzymy, nicméně u plísni se více nacházejí enzymy sacharolytické, čímž způsobují kažení. Mimo jiné plísně vytvářejí mykotoxiny, což jsou jejich velmi toxické sekundární metabolity (Šilhánková, 2002).

Některé druhy plísni stejně jako bakterie patří do skupiny psychrotrofních mikroorganismů, tudíž rostou i při nízkých teplotách. Hlavními zástupci této skupiny jsou rody *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Mucor*, *Geotrichum*, *Rhizopus* a *Thamnidium* (Steinhauserová, 2000).

Kvasinky

Jsou charakterizovány jako jednobuněčné houby (*Fungi*) a zahrnujeme je mezi heterotrofní eukaryotní mikroorganismy. Kvasinky jsou v prostředí celkem široce rozšířeny. Zkvašují monosacharidy, popřípadě i disacharidy a trisacharidy na ethanol a oxid uhličitý. Díky jejich sacharolytickým enzymům se nacházejí především na materiálech obsahujících cukry (Deák, 2008). Na mase se příliš nepomnožují, jelikož nejsou schopny rozkládat bílkoviny. Jsou odolné vůči kyselému prostředí,

některé druhy i vůči vyššímu osmotickému tlaku, avšak vyšší teplota je ničící. Jejich růstu brání již teploty kolem 38 °C. K rozmnožování dochází pučením nebo dělením. Rozmnožování kvasinek probíhá výrazně pomaleji než u bakterií, proto se vyskytují spíše tam, kde jsou pro bakterie nepříznivé podmínky, jako je nízké pH, nízký oxidoredukční potenciál a další (Šilhánková, 2002).

Kvasinky, které jsou patogenní, mohou vyvolávat vážnější onemocnění pouze u jedinců s oslabenou imunitou. Například kvasinky rodu *Candida* mohou kolonizovat trávicí trakt a způsobovat průjemy a jiné gastrointestinální obtíže se současným vylučováním vysokých počtů kvasinek ve stolici (Querol, Fleet, 2006). Z kvasinek, které se nacházejí na mase, můžeme uvést rody *Candida*, *Rhodotorula*, *Torulopsis* a *Cryptococcus* (Steinhauserová, 2000).

3.5 Alimentární onemocnění

Výskyt některých druhů mikroorganismů v potravinách může způsobit u člověka onemocnění. Společným znakem alimentárních onemocnění je, že jsou první příznaky vyvolány brzy po konzumaci infikované potraviny. Mezi příznaky onemocnění nejčastěji patří průjem, zvracení a horečky. Závažnost záleží na typu původce, který onemocnění zapříčiňuje a na zdravotním stavu konzumenta, nicméně některá onemocnění mohou způsobit i smrt. Onemocnění alimentárního původu způsobené bakteriemi členíme na alimentární infekce a alimentární intoxikace (Látová, Steinhauserová., 1995).

3.5.1 Bakteriální infekce

Je způsobena patogenními bakteriemi, které jsou přítomny v potravíně v době jejího požití. Přítomné bakterie se již mohou pomnožovat v dané potravíně před požitím. Po jejím požití dochází k jejich množení v trávicím traktu člověka, což vyvolá onemocnění. Některé druhy při množení v traktu vytvářejí i toxiny (Shewfelt, 2009).

Salmonelóza

Rod *Salmonella* spadá pod čeleď *Enterobacteriaceae*. Tvoří gramnegativní, fakultativně anaerobní, nesporeující tyčinky, kterým k pohybu slouží bičíky umístěné po celém povrchu těla. Členíme je do více jak 2500 sérotypů a podle epizootologického, epidemiologického a klinického hlediska dělíme salmonely do tří skupin (Hulánková, 2014a). Do první patří *Salmonella typhi* způsobující břišní tyfus, doprovázený horečkami, původce paratyfu *S. paratyphi* a *S. sendai*, které se adaptovaly především na člověka a jsou šířeny kontaminovanou vodou nebo potravinami (Fernandes, 2009; Hulánková, 2014a). Druhá skupina obsahuje druhy *Salmonella gallinarum* (drůbež), *S. choleraesuis* (prase) či *S. dublin* (skot), které jsou patogenní převážně pro určitá zvířata. Poslední skupina, která zahrnuje druh *S. enteritidis* a *S. typhimurium*, způsobuje onemocnění u člověka i zvířat. Většina salmonel je inhibována antimikrobiálními látkami. Nicméně v roce 2010 v Evropské unii proběhl výzkum u mnoha druhů salmonel na rezistenci vůči některým antibiotikům, kde byla konkrétně u salmonel z masa zjištěna rezistence na ampicilin, sulfonamidy a tetracykliny v rozsahu 13 až 75 %. Salmonely se vyskytují ubikvitárně a i v prostředí mimo hostitele jsou schopny přežít dlouhou dobu. Častým zdrojem salmonel bývají domácí zvířata jako drůbež, skot a prasata, avšak většinou představují pouze asymptomatické přenašeče, kteří vylučují zárodky (Hulánková, 2014a). Díky schopnosti tvořit biofilm jsou salmonely tolerantní vůči běžným desinfekcím (Toldrá, 2010). K zabránění růstu salmonel nebo popřípadě k jejich zničení je nutno dodržovat chladírenský řetězec, maso dostatečně tepelně zpracovat a zamezit přenosu ze syrového masa na jiné potraviny. Při aktivitě vody pod 0,93 nedochází k množení, inhibuje je i vyšší koncentrace NaCl. Teplota umožňující jejich růst se pohybuje v rozmezí 5 až 47 °C (Hulánková, 2014a). Mrazírenským teplotám odolává, je snížena pouze rychlost látkové výměny. Je inhibován záhřevem nad 70 °C na 10 minut (Látová, Steinhauserová, 1995). Vakuové balení masa nebo balení do MAP má vliv na jejich růst, ne však tolik na přežívání. K tomuto je využíván bakteriostatický účinek CO₂ v množství nad 10 %.

Salmonelóza se projevuje jako enteritida. Jedná se o infekční onemocnění lidí a zvířat a spolu kamylobakteriózou jsou považovány ve světě za nejčastější alimentární onemocnění. Maso, především drůbeží, je považováno za velmi

rizikovou potravinu z hlediska výskytu salmonel (Hulánková, 2014a). K infekci dojde konzumací potraviny, proto jsou často dohledáváni asymptomatictí přenašeči podílející se na přípravě pokrmů (Látová, Steinhauserová, 1995). Člověk se může nakazit konzumací syrového masa ve formě tatarského bifteku a syrových párků, nedovařeného nebo po tepelné úpravě kontaminovaného masa. Při rozmrazování může rovněž způsobit voda ze zmrazeného masa křížovou kontaminaci jiných potravin (Fernandes, 2009). Ke vzniku onemocnění dojde pozřením živých bakterií, které se začnou množit ve střevní mukóze a produkují endotoxiny (Látová, Steinhauserová, 1995). Inkubační doba bývá 8 hodin až 72 hodin, symptomy přetrvávají přibližně 2 až 7 dní. Nemoc se projevuje vodnatým průjmem, nevolností, zvracením, horečkou a bolestmi břicha (Heredia et al., 2009; Šilhánková, 2002). Nemocní ve stolici vylučují velké množství salmonel (Šilhánková, 2002).

Od roku 2005 se v ČR a v Evropě snížilo množství případů salmonelóz. Četný výskyt onemocnění v letních měsících je způsoben vyššími teplotami a způsoby stravování (Hulánková, 2014a).

Kampylobakteriíza

Původcem onemocnění nazývaného kampylobakteriíza je termotolerantní bakterie *Campylobacter* spp. z čeledi *Campylobacteraceae*, u lidí nejčastěji druh *Campylobacter jejuni*, *C. coli* a *C. lari* (Bořilová, 2014). *Campylobacter* se nejčastěji nachází v trávicím traktu, a tudíž následně ve fekáliích drůbeže, ptáků, prasat, ovcí, skotu a nakažených lidí (Görner, Valík, 2004). Jde o gramnegativní, mikroaerofilní, nesporulující, spirálovité tyčinky, které k růstu potřebují nižší koncentraci kyslíku (kolem 5 %) a současně výskyt dusíku a CO₂ (Látová, Steinhauserová, 1995). K pohybu jim obvykle slouží jeden nebo dva bičíky, které umožňují tzv. „vývrtkový“ pohyb (Bořilová, 2014). V potravinách přežívá, ale už v nich nedochází k jejich pomnožování. Působení běžných desinfekcí a UV záření kampylobaktery velmi rychle zneškodňuje. Vakuové balení masa nebo balení do MAP rovněž ovlivňuje jejich přítomnost, neboť v mikroaerofilním prostředí je schopen přežít (Látová, Steinhauserová, 1995).

Jde o ubikvitárního intestinálního patogena vyskytujícího se po celém světě. Mezi nejrizikovější potraviny patří především syrová drůbež, drůbeží maso, méně pak hovězí a vepřové maso, syrové mléko, zelenina a voda (Bořilová, 2014). Menší

výskyt u hovězího a vepřového masa může být způsoben nízkým pH a nepříznivými podmínkami pro bakterii způsobené chlazením vzduchem (Fernandes, 2009). Kampylobaktery jsou citlivé vůči tepelnému opracování, sušení a koncentraci NaCl vyšší než 2 % (Bořilová, 2014). I přes relativně rychlou úmrtnost kampylobakterů při nízkých teplotách, je infekce stálým problémem, který souvisí s chlazenou drůbeží v maloobchodních řetězcích (Fernandes, 2009). Infekční dávka se pohybuje v rozmezí 10^2 - 10^4 bakterií. Bakterie se množí a produkují termolabilní cytotoxin CDT, čímž zapříčiňují poškození střevní sliznice, vzniká zánět, který se následně projevuje jako průjemové onemocnění. Dalším toxinem, který je produkován kampylobaktery, je termolabilní enterotoxin. Onemocnění je považováno za celosvětově nejčastější alimentární gastroenteritidu. Příznaky kampylobakteriízy mohou přecházet od asymptomatických příznaků až po vážná septická onemocnění (Bořilová, 2014). Nemoc většinou propukne za 1 až 7 dnů po pozření potravin, trvá přibližně 2 až 3 dny a je provázena břišními křečemi, mírným až těžkým průjmem a krvavou stolicí (Heredia et al., 2009). Nákaze se dá zamezit dostatečnou tepelnou úpravou masa, zabráněním sekundární kontaminaci po jeho tepelné úpravě a správnou hygienou při kulinární úpravě (Fernandes, 2009). V Evropě je od roku 2005 zaznamenáván nárůst případů této nemoci. V České republice je považována za nejčastější bakteriální alimentární onemocnění. Nicméně záznamy o výskytu onemocnění se výrazně odvíjí od systémů hlášení nemoci, úrovně monitoringu a od úrovně lékařské péče v určitých zemích EU. Letní měsíce jsou vyhodnoceny jako období s nejvyšším výskytem této nemoci (Bořilová, 2014).

Listerióza

Onemocnění zvané listerióza, které bylo objeveno teprve před několika desítkami let, zapříčiňuje *Listeria monocytogenes* (čeleď *Listeriaceae*). Jedná se o grampozitivní, fakultativně anaerobní tyčinky. *L. monocytogenes* je patogenem lidí i zvířat, zejména skotu a ovcí (Hulánková, 2014b). Při teplotě 20 až 25 °C dochází ke vzniku peritrichálních bičíků a buňky se stávají pohyblivými (Rocourt, Buchrieser, 2007). Běžně používaná antibiotika na ni mají inhibiční účinky, pouze vůči cefalosporinům má vrozenou odolnost (Hulánková, 2014b). V životním prostředí se vyskytuje hojně, a to ve vodě, půdě, na rostlinném materiálu a ve výkalech. Infekce u zvířat je spojená s výskytem v silážích (Fernandes, 2009). Mezi

nejčastější projevy onemocnění listeriózou u zvířat patří neurologické potíže, aborty a u dojnic ojediněle mastitidy (Görner, Valík, 2004). Jelikož se *L. monocytogenes* vyskytuje v prostředí a trávicí soustavě jatečných zvířat, může se tak dostat do potravinářských podniků, kde jsou tyto bakterie schopny přežít měsíce až roky ve formě biofilmu (Hulánková, 2014b). Patří mezi psychrotrofní bakterie, je tedy schopna růst v potravinách při chladírenských teplotách již při 2,5 °C (Görner, Valík, 2004). Její rozmezí teplot podporující růst je však široké a pohybuje se od 0 až po 45 °C, nicméně její růst byl zjištěn i ve vakuově baleném mase při teplotách -1,5 °C. Je schopna přežívat i působení mrazírenských teplot (Fernandes, 2009; Hulánková, 2014b). Růst přestává při aktivitě vody pod 0,90. Je schopna snášet prostředí s množstvím NaCl až 10 %, rovněž vyšší teploty, avšak několik minut při 70 °C ji ničí (Látová, Steinhauserová, 1995). Listerióza se nevyskytuje příliš často. Vyznačuje se však závažnými projevy. Inkubační doba může trvat od několika dní po týdny či měsíce, zaleží na infekční dávce, virulenci bakterií a zdravotním stavu dané osoby. Vzhledem k dlouhé inkubační době se často špatně dohledává zdroj infekce (Hulánková, 2014b). Uznání listerie jako lidského alimentárního patogena bylo alarmující především z důvodů následků týkajících se nejrizikovějších skupin, tedy těhotných žen, novorozenců a lidí s oslabenou imunitou (Fernandes, 2009). Listerióza může u dospělých propuknout v mnoha formách, u zdravých jedinců může způsobit pouze horečnatou gastroenteritidu, u rizikových skupin se nejčastěji projevuje poškozením CNS vedoucí k meningitidě nebo meningoencefalitidě. Dále se může vyskytnout jako bakteriémie nebo septikémie, mohou rovněž nastat i různé atypické formy jako endokarditida, myokarditida, hepatitida, pneumonie a jiné. U těhotných žen často dochází k potratům nebo k porodu mrtvého dítěte. Vysoká úmrtnost se pohybuje od 20 do 30 % (Painter, Slutsker, 2007). Za nutné při ochraně před vznikem infekce se považuje správné tepelné opracování masa, dodržení správného skladování a doby spotřeby, správné hygienické podmínky a zamezení kontaminace jiných potravin listeriem ze syrového masa. Výskyt listeriózy v ČR a Evropě není příliš častý (Hulánková, 2014b).

Yersinióza

Toto onemocnění je vyvoláváno patogenní bakterií *Yersinia enterocolitica*, může ji však způsobit i další bakterie tohoto rodu *Yersinia pseudotuberculosis* (Hulánková,

2014c). *Y. pseudotuberculosis* zvláště u zvířat vyvolává nemoc podobnou tuberkulóze (Šilhánková, 2002). Rod *Yersinia* patří do čeledi *Enterobacteriaceae*. Jsou to nesporulující, gramnegativní, fakultativně anaerobní tyčinky. Rostou při teplotě 28 až 29 °C, při teplotě nižší než 30 °C dochází k tvorbě peritrichálních bičíků sloužících k pohybu. Vyznačují se rezistencí vůči mnoha makrolidům, penicilinům, cefalosporinům a některé druhy vůči beta-laktámovým antibiotikům. *Y. enterocolitica* je hojně přítomna v prostředí, z něhož však většina získaných izolátů není virulentní (Hulánková, 2014c). Mezi hlavní přenašeče druhů patogenních pro člověka patří prasata, u nichž se nemoc častokrát neprojevuje, méně pak další hospodářská a domácí zvířata (Fredriksson-Ahomaa et al., 2006). U prasat jsou bakterie přítomny především na tonzilách, jazyku, v konečníku, slepém střevě a ve výkalech (Heredia et al., 2009). U druhu *Y. pseudotuberculosis* jsou do hlavních přenašečů řazeni volně žijící živočichové jako ptáci a hlodavci.

Riziková je z hlediska výskytu druhu *Y. enterocolitica* především konzumace vepřového masa, které je nejčastěji kontaminováno na jatkách, během bourání a dalšího zpracování, ale i v obchodech i vývařovnách (Hulánková, 2014c). Jelikož v Evropě není běžně vepřové maso konzumováno v syrovém stavu, je v tomto případě významná křížová kontaminace například vodou a pracovními povrchy či nákaza nedostatečně tepelně upraveným masem (Fernandes, 2009; Hulánková, 2014c). Patogenní druhy vytvářejí termostabilní enterotoxin, který se podobá toxinu *E. coli* (Látová, Steinhauserová, 1995). *Yersinia* je schopna se pomnožovat i během skladování v chlazených potravinách. Řadíme ji proto k psychrotrofním mikroorganismům (Görner, Valík, 2004). U vakuově baleného masa a u balení do MAP může nastat velmi vysoké pomnožení, uvádí se, že *Y. enterocolitica* více odolává CO₂ než jiné patogeny. Běžnou pasterační teplotou je inhibována (Hulánková, 2014c).

Onemocnění yersinióza se zejména u kojenců a malých dětí projevuje akutní enteritidou způsobující zvracení, horečku, krvavý a vodnatý průjem. Onemocnění přetrvává 3 až 28 dní. Následně se zejména u dospělých může vyskytnout akutní artritida, myokarditida, zánět podkožní tukové tkáně, respirační onemocnění a další. Výskyt yersiniózy je znám na všech kontinentech, avšak nejčastěji byl zaznamenán v Evropě (Fredriksson-Ahomaa et al., 2006). V zimě na podzim výskyt onemocnění vrcholí. Ohrožené mohou být všechny věkové kategorie (Látová, Steinhauserová, 1995).

Shigelóza

Shigelóza neboli tzv. bacilární úplavice je střevní onemocnění, které vyvolávají bakterie rodu *Shigella* (bezpečnostpotravin.cz). Tento rod zahrnuje čtyři druhy, které toto onemocnění zapříčiňují, a to *S. dysenteriae*, *S. flexneri*, *S. boydii* a *S. sonnei* (Heredia et al., 2009; Šilhánková, 2002). Jsou to gramnegativní, nepohyblivé tyčinky. Jejich patogenita se týká pouze člověka (Görner, Valík, 2004). Druh *Shigella dysenteriae* jako jediná výjimka produkuje termostabilní a zároveň nejsilnější toxin, ostatní bakterie tohoto rodu tvoří termolabilní toxiny. Shigely jsou málo odolné vůči vysychání a běžným desinfekčním prostředkům (bezpečnostpotravin.cz). Po dobu několika hodin mohou přežít nižší pH a delší dobu v kyselých potravinách (Heredia et al., 2009). Přenos bakterií je zprostředkován fekálně-orální cestou z fekálií nemocných lidí, a to buď přímo nebo prostřednictvím kontaminovaných předmětů, potravinami a vodou. Jako mechanický přenašeč jsou často uváděny mouchy (bezpečnostpotravin.cz). Nemoc je považována za poměrně běžnou v rozvojových zemích a u cestovatelů navštěvujících tropické země (Heredia et al., 2009). Inkubační doba tohoto onemocnění se pohybuje v rozmezí 1 až 3 dny. Patří k velmi nakažlivým onemocněním. Zasahuje tlusté střevo (bezpečnostpotravin.cz). Způsobuje kolitidu, která je doprovázena bolestmi břicha, střevními křečemi, horečkami, vodnatými průjmy s přítomností krve a hlenu, letargií, bolestmi hlavy (bezpečnostpotravin.cz; Heredia et al., 2009). Za nebezpečnou je považována velmi rychlá dehydratace, může také dojít k perforaci stěny tlustého střeva. K zamezení nákazy je nutné dbát na osobní hygienu, hygienu při manipulaci s potravinami, osoby pracující s potravinami musí podstoupit lékařskou prohlídku. Je také nutné zabránit kontaminaci pitné vody a kontaktu much s potravinami (bezpečnostpotravin.cz).

Onemocnění způsobené Escherichia coli

Rod *Escherichia* zahrnuje gramnegativní, aerobní nebo fakultativně anaerobní, většinou pohyblivé tyčinky. Jedná se o komenzální bakterie, které jsou běžně přítomny v přírodě, v peří a srsti zvířat a rovněž v tlustém střevě člověka. V provozech jejich výskyt poukazuje na fekální znečištění a špatnou hygienickou úroveň, což v potravinářství slouží právě k posuzování hygienické úrovně daného

podniku (Steinhauserová, 2014a). Mnoho kmenů *E. coli* vykazuje patogenitu pro člověka a zvířata, jsou považovány za původce alimentárních onemocnění a lze je rozdělit na 6 skupin: enteropatogenní (EPEC), enterotoxigenní (ETEC), enteroinvazivní (EIEC), enterohemoragické (EHEC), enteroagregativní (EAgEC) a difuzně adherentní (DAEC). První čtyři mohou být spojeny s onemocněním z potravin (Heredia et al., 2009). Mimo název EHEC se rozeznávaly další dva výrazy, a to verotoxigenní (VTEC) a shigatoxigenní (STEC) *E. coli*, odvíjející se od druhu toxinu. Později byla zjištěna totožnost mezi VTEC a STEC kmeny (Steinhauserová, 2014a). V současnosti je propagován název STEC kmeny, které vytvářejí tzv. Shiga-like toxiny. Za nejběžnější sérotyp kmenu STEC je považován *E. coli* O157:H7 a jeho hlavní rezervoár tvoří skot (Zahradníček, 2003). Během porážky je nutno dbát na to, aby nedošlo ke znečištění střevním obsahem. *E. coli* se nejvíce nachází v mase hovězím, méně pak v ostatních druzích masa. Skladování masa při teplotách pod 4 °C neinhibuje tuto bakterii, ale zmírní její růst, stejně jako při teplotách mrazírenských. Bakterie jsou schopny odolávat i vyšším koncentracím NaCl. Naopak při tepelném opracování nad 60 °C dochází u většiny *E. coli* k devitalizaci (Steinhauserová, 2014a).

Kmeny *E. coli* způsobují onemocnění u různých věkových skupin s odlišným průběhem nemoci (Steinhauserová, 2014a). Kmeny ETEC se vyznačují produkcí dvou enterotoxinů, a to termolabilního enterotoxinu (LT) inaktivovaného při 60 °C po 10 minutách a termostabilního (ST) toxinu, který není inaktivován ani teplotou 100 °C po dobu 10 minut (Zahradníček, 2003; Steinhauserová, 2014a). Vlivem hypersekrece vody a elektrolytů do lumen střeva zapříčiňují vznik vodnatého průjmu. Jsou považovány za nejčastější původce bakteriálních průjmů v rozvojových zemích. Lidé cestující do těchto zemí jsou proto tomuto typu onemocnění snadno vystaveni a má u nich horší průběh (Zahradníček, 2003).

Kmeny EIEC pronikají do střeva a způsobují krvavé průjmy. Kmeny EPEC jsou zase považovány za původce novorozeneckých průjmů (Zahradníček, 2003). EHEC kmeny vytvářejí Shiga-like toxin, který produkuje právě i *E. coli* O157:H7, způsobují krvácení ve střevě a zapříčiňují tzv. hemoragickou kolitidu projevující se těžkým krvavým průjmem a značnými křečemi. Mohou nastat komplikace v podobě vzniku hemolyticko-uremického syndromu (HUS) vedoucího k akutnímu selhání ledvin a trombotické trombocytopenie TTP (Zahradníček, 2003; Steinhauserová, 2014a).

Onemocnění způsobené vibrii

Mořští živočichové, zejména měkkýši a korýši, mohou obsahovat patogenní druh *Vibrio parahaemolyticus* nebo *Vibrio vulnificus*. Konzumenti jsou tak ohroženi možností vzniku alimentárního onemocnění konzumací těchto živočichů. Rod *Vibrio* náleží do čeledi *Vibrionaceae* a zahrnuje asi 30 druhů, 13 z nich je bráno jako lidský patogen, nejvýznamnější jsou však výše uvedené druhy. Patří mezi gramnegativní, anaerobní, nesporulující tyčinky, které dobře snášejí i vysoké koncentrace soli, dokonce ji potřebují k růstu. Přítomnost těchto bakterií je spjata především s mořem a pobřežními vodami. Jelikož se nacházejí v celém vodním prostředí, žádný živočich není zcela prostý těchto patogenů, z toho důvodu se provádí monitoring jejich výskytu a jsou stanoveny limity pro výskyt v mořských živočiších (Steinhauserová, 2014b). Nejčastěji je vznik alimentárního onemocnění vyvolaného *V. parahaemolyticus* spojován s gastroenteritidou, která je doprovázena břišními křečemi, krvavými průjmy, bolestí hlavy, horečkou, zimnicí a inkubační doba se pohybuje v rozmezí 4 až 96 hodin (Heredia et al., 2009). Nemoc běžně trvá maximálně 3 dny, nedochází u ní většinou k závažnému průběhu a málokdy dojde k úmrtí (Steinhauserová, 2014b). Dalšími formami může být nekrotizující infekce ran a primární septikémie, kterou zapříčiňuje zejména *V. vulnificus*. U zdravých jedinců se běžně nákaza *V. vulnificus* projevuje průjmem, zvracením a břišními křečemi, zatímco u osob se slabým imunitním systémem může přivodit infekci krevního oběhu doprovázenou septickým šokem, která v 50 % končí smrtí (Heredia et al., 2009). Rizikovou skupinu představují z hlediska vzniku infekce osoby s onemocněním jater. Dostatečné tepelné opracování je spolehlivou prevencí, další běžné metody se nepovažují za příliš účinné. K výskytu nemoci dochází zejména v letních měsících a jako příčina se uvádí vliv vyšší teploty vody na virulenci sérotypů (Daniels et al., 2000). Tato onemocnění se běžně vyskytují v zemích jako USA, Čína, Japonsko, zatímco v evropských zemích se objevují většinou zřídka. (Steinhauserová, 2014b).

Onemocnění způsobené Clostridium perfringens

Tento druh náleží do rodu *Clostridium* a čeledi *Clostridiaceae*. *C. perfringens* je grampozitivní, nepohyblivá, anaerobní, mezofilní tyčinka, která vytváří endospory a zapříčiňuje onemocnění člověka i zvířat. Spory jsou ničeny pomocí chlornanů při

hodnotě pH 8,5 a UV zářením (Görner, Valík, 2004). *C. perfringens* je ubikvitární, vyskytuje se ve vodě, půdě, ve střevním traktu člověka a zvířat, v prachu, syrových a zpracovaných potravinách. Dosud není přesně znám rezervoár kmenů *C. perfringens*, které produkují enterotoxin. Nicméně dlouhodobě se za jeho zdroj považují potraviny živočišného původu bohaté na bílkoviny, a to zejména maso, masné výrobky, omáčky, mléko a další. Syrové maso kontaminují vegetativní buňky a rovněž spory nejčastěji během jatečného opracování. Vegetativní buňky však nejsou pro člověka příliš velkým rizikem, neboť k jejich zničení dochází během tepelného zpracování masa. Velké riziko představují velmi odolné spory, nicméně studie v USA potvrdily, že výskyt spor v syrovém mase není nijak vysoký. Bakterie *C. perfringens* roste v rozmezí teplot 15 až 50 °C, mrazírenské teploty ji často ničí, lépe snáší chladírenské teploty. *C. perfringens* je citlivé vůči vyšším koncentracím solí. Jestliže jsou v hotových pokrmech přítomny spory, opakovaným zahříváním těchto pokrmů dochází k vyklíčení spor a po jejich konzumaci k následnému vzniku alimentárního onemocnění. *C. perfringens* patří k jedné z nejvíce patogenních bakterií z důvodu jeho rozšíření, velmi odolným sporám, krátkému generačnímu intervalu a produkci mnoha toxinů způsobujících onemocnění. Pro člověka je patogenní toxin alfa, beta toxin a enterotoxin. Jako patogenní *C. perfringens* je u člověka známý typ A a C (Svobodová, 2014c). Odlišný typ toxinů je spojen vždy s jinou alimentární nemocí způsobenou *C. perfringens*. Typ C, produkující beta-toxin jako hlavní faktor virulence, způsobuje velmi závažné onemocnění tzv. nekrotickou enteritidu (McClane, 2007). Objevuje se po 5 až 6 hodinách a projevuje se zvracením, silnými bolestmi břicha a krvavým průjmem vedoucími k poškození sliznice tenkého střeva. Typ A tvoří enterotoxin, jehož přítomnost podněcuje vznik alimentárního onemocnění, které je doprovázeno nevolností, bolestí břicha a průjmem a objevuje se 8 až 16 hodin po pozření kontaminované potraviny. Přetrvává maximálně den, nicméně u starých lidí a osob s oslabenou imunitou může dojít k úmrtí (Svobodová, 2014c).

Onemocnění způsobené pseudomonádami

Gramnegativní *Pseudomonas aeruginosa* je nejčastější zástupce patogenních pseudomonád, který ohrožuje zdraví člověka. Patří jako ostatní pseudomonády mezi psychrorofní mikroorganismy. Běžně se nachází ve formě biofilmu v půdě,

v přírodní i odpadní vodě, na rostlinách, u volně žijících i domácích zvířat a v potravinách, především v mase. Tvoří tedy i běžnou flóru tlustého střeva. Nevyžaduje náročné růstové podmínky, vyznačuje se vysokou odolností vůči nepříznivým podmínkám prostředí. K růstu dochází i při chladírenských teplotách a nízké koncentraci živin, podmínkou však bývá vyšší vlhkost prostředí. Odolává vyšší koncentraci solí a některým desinfekčním prostředkům a antibiotikům. Je příčinou infekcí s charakteristickým modrozeleným hnisem obarveným pigmentem zvaným pyocyanin. Způsobuje často vážné lokální i systémové infekce. Riziko představuje v nemocnicích z důvodu nozokomiální nákazy. Často infikuje popáleniny a bércové vředy, může se dostat do tkání a krve a vyvolat sepsi (Schindler, 2014). *P. aeruginosa* zapříčiňuje onemocnění z potravin, a to akutní gastroenteritidu nebo enterokolitidu kojenců a osob s oslabeným imunitním systémem. Enteropatogenní kmeny jsou producenty termolabilního enterotoxinu (Görner, Valík, 2004).

3.5.2 Bakteriální intoxikace

Při bakteriální intoxikaci dochází k pomnožení bakterie a zároveň produkci jejího toxinu již v potravine před konzumací. Tepelná úprava potravin většinou ničí vegetativní buňky bakterií, nikoliv však jejich termorezistentní toxiny. Po pozření potraviny toxin v trávicím traktu vyvolá intoxikaci. O vzniku onemocnění tedy nerozhoduje výskyt bakterie v potravine, ale je podmíněn výskytem toxinů v potravine během její konzumace (Shewfelt, 2009).

Botulismus

Je považováno za nejtoxičtější druh z anaerobních bakterií, jelikož produkuje velmi silný botulinový neurotoxin (botulotoxin neboli klobásový jed), který je původcem onemocnění zvaného botulismus (Svobodová, 2014b). Patří mezi striktně anaerobní, peritrichní, sporulující tyčinky. Spory jsou součástí buňky, vyznačují se velmi vysokou teplotní rezistencí a k jejich inaktivaci je potřebná teplota minimálně 121 °C na 2,4 minuty u proteolytických kmenů a u neproteolytických kmenů je dostačující teplota nad 82 °C na 6,6 minut (Lalitha, 2001). Odolnost spor narůstá v případě vyšší aktivity vody a s vyšší přítomností tuku a bílkovin v potravine.

Uchovávání potravin při chladírenských teplotách zamezuje růstu vegetativních forem bakterií a klíčení spor (Svobodová, 2014b). Ve vakuově balených potravinách mohou velmi dobře růst (Lalitha, 2001). Aplikace správně zvolené MAP, zejména vyšší koncentrace CO₂, může zajistit inhibici růstu a klíčení spor neproteolytických kmenů *C. botulinum*. Kontaminace masa nebývá příliš častá, nicméně z hlediska růstu a tvorby spor by bylo maso vhodným substrátem v případě vzniku anaerobního prostředí (Svobodová, 2014b). Kmeny *C. botulinum* lze dělit na 7 typů A až G závislých na sérologické specifitě neurotoxinů. Humánní botulismus zapříčiňují typy A, B, E a F, typ C, D patří k patogenům zvířat a G ještě nebyl uznán jako příčina nemocí. V Evropě byl zaznamenáván zejména výskyt typu B spojený s masem (Lalitha, 2001). Patogenitu způsobují vzniklé botulotoxiny, jichž existuje více typů a odlišují se složením aminokyselin. Botulotoxin je řazen mezi nejsilnější jedy a lze jej inaktivovat teplotou 85 °C na 15 minut (Svobodová, 2014b). Botulismus je závažná forma intoxikace, kterou vyvolá botulotoxin, přítomný při požití v potravine (Lalitha, 2001). Kyselé prostředí žaludku nezpůsobí inaktivaci botulotoxinu. Dochází k absorpci do krevního oběhu, následně přechází na neuromuskulární ploténky, naváže se na jejich motorickou část a narušuje přenos nervových vzruchů. To způsobí ochabnutí svalů, především dýchacích. Alimentární intoxikace se objevuje po 12 až 36 hodinách od pozření. Mezi nejčastější projevy zahrnujeme ochabnutí očních svalů, dvojité vidění, ochrnutí obličejových svalů, zvracení, zastavení produkce slin a v závěru paralýzu dýchacích svalů, což způsobí smrt udušením (Klaban, 1999). Tato intoxikace poměrně často končí smrtí. V Evropě a USA není botulismus příliš častý (Svobodová, 2014b). Včasná léčba všech forem botulismu mimo tzv. dětského antitoxinem, přispěla k poklesu celkové míry úmrtnosti na toto onemocnění (Aureli, 2016).

Infantilní (dětský) botulismus patří na rozdíl od běžného k toxiinfekcím. Dochází k němu u kojenců do 26 týdnů věku, když se v jejich tlustém střevě množí botulinické klostridie a vytváří toxin. Mezi typické symptomy řadíme zácpu a svalovou ochablost. Infekce může pocházet z medu, který obsahuje spory *Clostridium botulinum* (Klaban, 1999).

Stafylokoková enterotoxikóza

Staphylococcus aureus patří mezi závažné patogeny, způsobující infekce po poranění, vyvolávající nozokomiální infekce a alimentární intoxikaci. Rod *Staphylococcus* náleží do čeledi *Staphylococcaceae*, jsou to grampozitivní, nepohyblivé, nesporulující, aerobní až fakultativně anaerobní, mezofilní koky. *S. aureus* vytváří šedé, žluté až oranžové kolonie díky obsahu karotenoidů v buněčné membráně. Důležitou vlastností *S. aureus* je produkce adhezenčních látek, jež mu umožňují přilnout na povrchu a tvořit biofilm. Stafylokoky odolávají sušení a mražení, naopak běžné tepelné opracování je ničí (Svobodová, 2014a). Optimum růstu stafylokoků se pohybuje od 30 do 37 °C, nicméně jsou schopny růstu i při nízkých teplotách kolem 6 až 7 °C. Snáší vysoké koncentrace NaCl až kolem 15 %, avšak toxiny přestává produkovat nad 12 % NaCl (Le Loir et al., 2003). Je přítomen ve vzduchu, půdě, prachu, vodě, na pracovních plochách a v potravinách. Jeho hlavní rezervoár tvoří člověk a zvířata, u nichž se nachází na povrchu těla, sliznicích a kožních žlázách, odkud se mohou dostávat hlouběji do těla a způsobovat různé infekce. Ke kontaminaci masa, dalších potravin a pokrmů dochází zejména prostřednictvím ručního kontaktu nebo dýchacími sekrety pracovníků. Stafylokoky upřednostňují potraviny bohaté na bílkoviny, tedy maso, masné výrobky, mléko, vaječné výrobky, saláty apod. (Argudín et al., 2010). *S. aureus* může zapříčinit různé infekce, kam patří i kožní onemocnění jako dermatitidy, folikulitidy, karbunkly, záněty sliznic. Při celkových infekcích způsobuje zejména mastitidy, sepse, pneumonie, artritidy, syndrom toxického šoku a další (Svobodová, 2014a). Některé kmeny jsou schopny vytvářet řadu termostabilních enterotoxinů, které jsou odolné i vůči působení pH a zachovávají si aktivitu i v trávicím traktu. Odpovídají za intoxikaci, která se zpočátku projevuje nevolností a silným zvracením. Má rychlý nástup asi 30 minut až 8 hodin od požití kontaminované potraviny (Argudín et al., 2010). Dalšími běžně uváděnými příznaky může být průjem, břišní křeče, závratě, třes a celková slabost, občas horečka (Hennekinne et al., 2012). Toto onemocnění má většinou mírný průběh, symptomy spontánně odezní, i bez léčby trvá maximálně 24 až 48 hodin. Nicméně u starších nebo oslabených osob či kojenců může dojít k hospitalizaci (Argudín et al., 2010). Smrt je u této intoxikace velmi vzácná (Hennekinne et al., 2012).

Onemocnění způsobené Bacillus cereus

Jsou to grampozitivní, fakultativně anaerobní, sporulující tyčinky (Látová, Steinhauserová, 1995). Běžně se nachází ubikvitárně ve vodě a půdě. Je to kontaminant potravin rostlinného i živočišného původu. Do potravin pak přechází prostřednictvím kontaminovaných surovin například kořením, zeleninou, cukrem, v nichž přetrvává ve formě spor. Spory velmi dobře přežívají v suchém prostředí a neinaktivuje je ani běžná tepelná úprava. Často je tedy *B. cereus* přítomen v syrovém mase, rýži a mléce. Tato bakterie je schopna způsobit alimentární onemocnění, jež způsobují endotoxiny, které produkuje (bezpecnostpotravin.cz). Rozlišujeme dva druhy toxinů, a to enterotoxin a emetický toxin, přičemž *B. cereus* produkuje jeden emetický toxin a tři druhy enterotoxinů. U dvou enterotoxinů bylo prokázáno, že způsobují infekce z potravin a jsou složeny ze tří různých proteinů, zatímco zbylý jeden je tvořen jedním proteinem a nepodílí se na infekcích (Granum, Lund, 1997). K tvorbě enterotoxinu dochází až v tenkém střevě konzumenta po pozření vegetativních buněk. Jeho příčinou je vznik tzv. průjmového syndromu doprovázeného bolestmi břicha a vodnatým průjmem, občas nevolností a zvracením. Nemoc propuká po 8 až 16 hodinách a běžně odeznívá po 12 až 24 hodinách (Arnesen et al., 2008). Inaktivace enterotoxinu nastává působením teploty 65 °C do 3 minut (bezpecnostpotravin.cz). Emetický toxin (cereulid) je vytvářen živými bakteriemi již v kontaminované potravíně a v důsledku jejího pozření vznikne onemocnění nazvané emetický syndrom, které se projevuje nevolností, zvracením a malátností. Nástup je poměrně rychlý, první příznaky se dostaví již po 0,5 až 6 hodinách a přetrvává obvykle 6 až 24 hodin (Arnesen et al., 2008). Emetický toxin se vyznačuje svou značnou termostabilitou. Platí to i při působení teploty 120 °C po dobu 1 hodiny nebyl zcela inaktivován. Odolává i kyselému prostředí a proteolýze, není tudíž po požití potraviny ničen žaludečními kyselinami a proteolytickými enzymy zažívacího traktu (Arnesen et al., 2008). K zamezení výskytu onemocnění je nutností zchlazovat tepelně zpracovaná jídla a uchovávat je při vhodných teplotách (bezpecnostpotravin.cz).

3.5.3 Viry

Lidské zdraví může být mimo jiné ohroženo i viry, z nichž některé druhy vyvolávají onemocnění lidí. Onemocnění způsobuje nejčastěji virus infekční hepatitidy A, virus klíšťové encefalitidy, virus poliomyelitidy (dětská obrna), popřípadě virus slintavky a kulhavky (Šilhánková, 2002).

Ke kontaminaci viry dochází nejčastěji fekálně-orální cestou, tedy prostřednictvím sekundárně kontaminované vody a potravin. Množení virů probíhá pouze v živých buňkách (Görner Valík, 2004). V potravinách proto není množení a hromadění virů možné a z toho důvodu se nemění jejich sensorické vlastnosti. Ke vzniku virového onemocnění dojde po pozření kontaminované potraviny v případě, že má virus zachovanou plnou infekčnost a v době pozření se v ní nachází a pokud trávicí trakt člověka na virus reaguje (Látová, Steinhauserová, 1995). Většina virů zůstává infekčních při uchovávání v chladírenských teplotách až několik týdnů a v mrazírenských teplotách až několik měsíců, nicméně vysokými teplotami jsou viry inhibovány (Görner, Valík, 2004). Viry nerostou na růstových médiích tak jako bakterie nebo houby. Jejich běžná kultivace probíhá na tkáňových kulturách nebo v kuřecích embryích. Jelikož se v potravinách nepomnožují a jsou v nich pouze v nízkém počtu, k jejich znovuzískání jsou nutné extrakční a koncentrační metody (Jay et al., 2005).

3.5.4 Parazité

Onemocnění z potravin mohou být vyvolána i výskytem parazitů a vznikají po požití syrového nebo polosyrového masa, ryb, vody, ovoce a zeleniny. Parazité jsou většinou zneškodněni běžnou tepelnou úpravou masa, dlouhotrvajícím zmrazením na teplotu -15 °C a vyšším množstvím solí (Görner, Valík, 2004.). Parazité narušují fyziologické funkce hostitelů, způsobují mechanické poškození tkání a orgánů a vylučují produkty metabolismu s toxickým účinkem. Mají vliv na metabolismus bílkovin, tuků, vitamínů a mikroelementů. Požívají krev, lymfu, tkáň a natrávenou potravu. Hostitele připravují o velmi cenné živiny, což zapříčiňuje vznik anémie, kachexie, nízkou odolnost a zpomalení růstu jedince. Onemocnění a infekce jsou přirozeně přenášeny mezi obratlovci a člověkem, tudíž patří mezi tzv. zoonózy.

U masa nejčastěji způsobují onemocnění druhy *Sarcocystis* (onemocnění sarkocystóza) a parazit *Toxoplasma gondii* (toxoplazmóza), které patří mezi prvoky, dále pak *Trichinella spiralis* (trichinelóza), tasemnice rodu *Cysticercus* (cysticerkóza) a rodu *Echinococcus* (echinokokóza) patřící mezi červi (Látová, Steihauserová, 1995).

3.6 Boj proti nežádoucím mikroorganismům

V produkci masa již dlouhou dobu existují kontrolní systémy, jež mají za úkol zabezpečit jeho zdravotní a hygienickou nezávadnost. Mezi takové systémy v současnosti zahrnujeme správnou výrobní praxi, běžné sanitační a operační postupy a systém HACCP (Bystrický, Mathé, 2000).

3.6.1 Správná výrobní praxe

Personál

Za velmi důležité se považuje dodržování přísných hygienických požadavků u pracovníků, kteří přicházejí do styku s potravinami, obaly a pomůckami, aby se předcházelo kontaminaci potravin (Bystrický, Mathé, 2000). Pracovníci musí dodržovat osobní hygienu, mít čisté ruce, čisté pracovní oděvy a obuv. Provoz musí být opatřen umyvadly s tekoucí teplou vodou, mýdlem, jednorázovými ubrousky nebo horkovzdušným osušovačem rukou a desinfekcí. Použití těchto zařízení je pro pracovníky nutností před každou manipulací s potravinami či během ní (Šilhánková, 2002). Zaměstnanci, kteří představují zdroj kontaminace vlivem onemocnění nebo zranění, musí být vyloučeni z manipulace s potravinami. Dále jsou zaměstnanci povinni nosit pokrývku hlavy, rukavice z nepropustného materiálu, popřípadě ochranné brýle, aby zamezili případné kontaminaci vlasy a ozdobnými předměty apod. Nutné je i ukládání jejich osobních věcí na místech, kde nepříjdou do styku s potravinami, obaly a nástroji. Nesmějí pít, jít, kouřit v těchto prostorech. V neposlední řadě musí být vyškoleni a ponaučeni o dodržování všech těchto pravidel a musí být zajištěna osoba, která má toto dodržování pod přísným dozorem (Bystrický, Mathé, 2000).

Pozemky, stavby a budovy

Musí se udržovat ve stavu, který předchází kontaminaci potravin. Za důležité se považuje vhodné skladování vybavení, odstraňování odpadů a zamezení vniknutí hlodavců, hmyzu, ptáků a dalších. Je důležité udržovat i všechny vnější prostory, kanalizaci, aby nepředstavovaly zdroj kontaminace potravin. Budovy musí být prostorné pro dostatečné umístění zařízení a skladování materiálu, dále postavené tak, aby se daly jednoduše čistit podlahy, stropy a stěny. Nutné je i dostatečné osvětlení v místech vyhrazených na osobní hygienu, v prostorách kontroly, zpracování a skladování potravin a rovněž v místě, kde se čistí všechny pomůcky a nástroje. Musí být vykonávána účinná desinfekce, desinsekce a deratizace všech prostor a tyto prostředky musí být řádně označeny (Bystrický, Mathé, 2000).

3.6.2 Sanitační a operační postupy

Všechny potraviny a suroviny musí být chráněny během manipulace s nimi před rozkladnou činností vlivem bakterií podílejících se na kažení. Nadále nesmí obsahovat patogenní ani toxinogenní mikroorganismy, které by mohly konzumentovi způsobit zdravotní újmu. V potravinářském provozu se proto musí zabránit přítomnosti těchto mikroorganismů, a to kombinací mechanických, chemických a fyzikálních prostředků (Šilhánková, 2002). Všechny prostory, podlahy, potrubí, stroje, pomůcky a nástroje se musí neustále čistit, řádně oplachovat a desinfikovat a místnosti musí být vybaveny vodním zdrojem. Prostředky pro sanitaci nesmí být uchovávány ve společné místnosti, kde se skladují anebo kde dochází k manipulaci s potravinami (Bystrický, Mathé, 2000).

Mechanické prostředky

Mechanickými prostředky v boji proti mikroorganismům rozumíme zbavování se nečistot, prachu a zbytků organických materiálů z potravinářských provozů, a to ze všech strojů, zařízení, pomůcek, podlah, stěn a rovněž z omezeně přístupných míst. Mechanické prostředky se kombinují s chemickými i fyzikálními, například při omývání horkou vodou se aplikují detergenční prostředky (tenzidy), které se vyznačují značnou smáčivostí, emulgují odstraňované nečistoty a likvidují přítomné mikroorganismy. Jako další prostředek by se měla v podniku nacházet ventilace,

kteřá zajišťuje odstranění zvířeného prachu a páry, které by jinak ulpívaly na přístrojích s stěnách a umožňovaly rozvoj mikroorganismů. V provozu se využívá často klimatizace, která s níž do místnosti vstupuje čistý vzduch s vhodnou teplotou a vlhkostí a zároveň odstraňuje prach a páru. Při manipulaci s potravinami je důležité eliminovat časové prodlevy mezi operacemi, aby nedocházelo k pomnožování mikroorganismů (Šilhánková, 2002).

Fyzikální prostředky

Pomocí fyzikálních prostředků můžeme v provozu zajistit vyčištění vzduchu. Například použitím filtrace k vymýcení mikroorganismů ze vzduchu používaného pro klimatizaci nebo prostřednictvím silného elektrického pole, které jej očistí elektrostatickým srážením prachu a mikroorganismů. Ke sterilaci povrchů a prostorů, zejména u prostorů aseptického balení potravin nám slouží ultrafialové záření, které však nesmí ohrozit zrak zaměstnanců. Za důležitý fyzikální prostředek se pokládá i správné uchovávání potravin a surovin za nízkých teplot (Šilhánková, 2002).

Chlazení, mražení masa

Chlazení je proces snižování teploty masa, která zůstává nad bodem mrazu. Správné ochlazení a následné skladování masa při chladírenských teplotách brání růstu mezofilních mikroorganismů, tudíž prodlouží jeho trvanlivost (North, Lovatt, 2012).

Mražení je proces, kdy se voda v mase převede na skupenství ledu. Mělo by proběhnout co nejrychleji, aby se zamezilo tvorbě velkých krystalů, které by poškodily kvalitu masa. Mrazírenské teploty inhibují aktivitu mikroorganismů, nicméně ke zničení bakteriálních spor nedochází (North, Lovatt, 2012).

Chemické prostředky

Chemické prostředky, které se aplikují v potravinářství, nesmějí mít negativní vliv na chuť potravin, vytvářet zápach ve výrobním prostředí, nesmějí ohrozit zdraví personálu ani spotřebitelů a poškozovat stroje a zařízení (Šilhánková, 2002).

Anorganické sloučeniny

Mikrobicidní účinek zajišťují silné kyseliny i silné zásady, které narušují buněčnou stěnu a cytoplazmatickou membránu mikroorganismů. Z důvodu jejich agresivního účinku se však příliš nevyužívají na zařízení. K desinfekci stěn slouží především hašené vápno. Do horkých mycích roztoků se přidávají zásady metasilikáty sloužící k odstranění zbytků bílkovin a tuků. Jako nejpoužívanější prostředky slouží silná oxidační činidla například plynný chlor ke sterilizaci vody, chlorové vápno používané k desinfekci podlah a skladovacích ploch v provozu, chloraminy a další. K desinfekci pitných a provozních vod, podlah a zařízení slouží také oxid chloričitý. Ke sterilizaci obalů z plastu je účinný 30% peroxid vodíku a silnými baktericidními účinky se vyznačuje i ozón aplikovaný v nízké koncentraci a ve zředěné formě, kterým se desinfikuje a dezodorizuje vzduch v chladírnách a prodejnách masa a ryb. Mnoho prostředků jako těžké kovy, síran měďnatý, lastanoxy se považují za účinné, nicméně v potravinářství je zakázáno je používat z důvodu jejich jedovatosti (Šilhánková, 2002).

Organické sloučeniny

V potravinářství se uplatňují zejména organické kyseliny, především kyselina benzoová, která představuje konzervační prostředek s bakteriostatickými účinky. Uplatnění má dále kyselina sorbová, která v kyselém prostředí zabraňuje rozvoji plísní a kyselina mravenčí zamezující rozvoji plísní a kvasinek a další organické sloučeniny. Z antibiotik je možno jako pomocnou látku využít nisin podílející se na konzervaci potravin. Důležitou součástí při využívání všech chemických prostředků je pravidelná kontrola mikrobiologické čistoty provozu a obměna starých desinfekcí za nové (Šilhánková, 2002).

3.6.3 HACCP

Pro pokles alimentárních onemocnění se kladlo za důležité zavést do výroby potravin systém zabezpečení hygieny výroby. Jedná se o systém HACCP (*Hazard Analysis and Critical Control Points*, tedy *Analýza nebezpečí a kritické kontrolní body*). Je to organizační systém nebo plán, pomocí něhož se zabezpečí

výroba zdravotně nezávadných potravin prostřednictvím analýzy a kontroly biologických, fyzikálních a chemických vlivů, které by mohly ohrozit zdravotní bezpečnost potravin během všech technologických operací (Bystrický, Mathé, 2000). Plán se vypracovává individuálně podle určitých podmínek každého závodu. HACCP je připravován týmem složeným z pracovníků, kteří se musí mít zkušenosti a vědomosti související s produktem, se všemi procesními úkoly a vybavením v provozu. Nejprve tento tým musí sestavit popis produktu, jeho složení, technologii, specifická rizika a je uveden i systém balení. Další krok zahrnuje vytvoření vývojového diagramu, jehož účelem je dokumentovat technologické procesy a poskytovat základ pro analýzu rizik. Poté je nutno ověřit a potvrdit správnost proudového diagramu týmem, což se provádí porovnáním schématu s aktivitami v praxi. Následně se uskuteční samotná analýza rizik, identifikace kritických bodů a vhodných kontrolních opatření (Brennan, 2006). Postup probíhá podle sedmi principů, jimiž jsou analýza nebezpečí a rizik, určení kritických kontrolních bodů, stanovení, kritických limitů, stanovení monitorovacích postupů, stanovení nápravných opatření, stanovení ověřovacích postupů a stanovení způsobu dokumentace a archivace záznamů (Kerth, 2013).

3.7 Obaly

Obalům potravin připadá velké množství funkcí, mnoho z nich však spadá do těch základních (Dobiáš, 2012). V současné době slouží balení ke zprostředkování výrobků mezi různými zeměmi a poskytuje možnost rychlého dodání potravin. Obaly jsou chápány jako nástroje pro skladování a dopravu a svými znaky vyvažují prostorové, časové a obsahové napětí a vyplňují prostor mezi výrobou a spotřebou výrobku. Při balení masa se považuje za důležité dosáhnout jeho delší údržnosti bez použití mrazení, tepelného ošetření, radiace nebo přídavných látek (Turek, 2008).

3.7.1 Rozdělení funkcí obalů

Nejzásadnější funkcí, kterou obal splňuje, je ochranná funkce, která má za úkol chránit potraviny před mnoha negativními vlivy z vnějšího okolí, jak chemickými a biologickými, tak i fyzikálními. Mezi tyto vlivy zahrnujeme především mechanické

poškození, oxidačně-redukční změny, vysychání, změny vůně a chuti vlivem teploty, záření, mikrobiální kontaminací, vlivem cizorodých látek, hmyzem a hlodavci. Obal zajišťuje prodloužení údržnosti potravin a rovněž hygienické požadavky jako obranu před sekundární kontaminací mikroorganismy, cizorodými látkami a nečistotami při výrobě, skladování a distribuci potravin (Dobiáš, 2012; Turek, 2008). Zároveň poskytuje ochranu okolnímu prostředí před účinky zdraví škodlivých látek (Turek, 2008).

Jako další důležitá funkce obalu je manipulační funkce, která umožňuje lépe manipulovat se surovinou, jelikož si díky němu zachovává svůj tvar, velikost, hmotnost a konstrukci (Dobiáš, 2012). Tato funkce se uplatňuje při přepravě, skladování, prodeji a spotřebě výrobku (Turek, 2008).

Dále zastává funkci vizuálně-komunikační, což je pro spotřebitele velmi důležité z hlediska poskytnutí mnoha zásadních informací nacházejících se na obalu. Hraje roli i po estetické stránce, což ovlivňuje uplatnění výrobku na trhu (Dobiáš, 2012). Zajišťuje spotřebiteli jasnou a rychlou orientaci v druzích výrobku při jejich výběru a nákupu (Turek, 2008).

Ekologická funkce se zakládá na použití takového obalového materiálu, který stanoví a zajistí jeho osud po konzumaci výrobku. Spočívá v usnadnění výroby a efektivní likvidaci aplikovaných obalů jako je vrácení obalů anebo recyklace (Turek, 2008). Má za úkol chránit životní prostředí (Čujan, 2012).

Nejvhodnější jsou obaly, které splňují v dané míře všechny tyto funkce, a tudíž vyhovují požadavkům ve všech sférách oběhu zboží (Dobiáš, 2012).

3.7.2 Požadavky na obaly

Obecné požadavky na obal

Na obalový materiál jsou kladeny technické a hygienické požadavky.

Technické požadavky souvisejí s vybranou technologií balení, vlastnostmi masa, ekonomickou náročností a se skladovacími podmínkami. Nejdůležitějšími kritérii folií na balení masa jsou plastičnost, elasticita, tepelná stabilita, smršťitelnost, sací vlastnosti, nepropustnost pro plyny a antikondenzační schopnost (Turek, 2008).

Hygienické požadavky kladou důraz především na zabránění působení nepříznivých vlivů na maso, a tím i na zachování zdraví spotřebitele. Materiály nesmí

za běžných podmínek uvolňovat do potravin velké množství látek, které by negativně působily na lidské zdraví a nepříznivě měnily složení potravin a jejich senzorické vlastnosti. Při opakovaném použití musí materiály opět splňovat hygienické požadavky (Turek, 2008).

Obaly musí být uchovávány v dobře větratelných a suchých místnostech v přepravních obalech na regále. Po výrobě jsou brány fólie za sterilní. Obvykle jsou kontaminovány až při manipulaci s nimi, a to nejčastěji z důvodu hygienicky nedokonale udržovaných balících strojů, nečistých pracovišť a nedostatečné osobní hygieny pracovníků (Turek, 2008).

Požadavky výrobců, obchodních společností a spotřebitelů na obal

Výrobci

Do hlavních požadavků výrobců na obal řadíme tepelnou stabilitu obalu pro případné provedení termosterilace nebo zmrazování potravin, vyhovující hmotnost obalů, mechanickou pevnost, rozměry vhodné pro různé uložení výrobků bez nevyužitého prostoru důležité pro manipulační a dopravní systémy. Další důležitou podmínkou jsou minimální náklady výrobce na systémy balení, kde se řeší zejména velikost balení, výběr mezi jednorázovými obaly nebo obaly pro opakované použití a volba vhodného materiálu (Dobiáš, 2012).

Obchodní společnosti

K požadavkům obchodních společností patří zejména estetický dojem obalu na zákazníka, který v něm vyvolá zájem výrobek si pořídit, nadále obchodní společnosti chtějí používat obchodní skupinové obaly, což jsou obaly na přepravu, z nichž je možno výrobky v prodejně přímo nabízet a v neposlední řadě je pro ně nutností označování obalů čárovými kódy (Dobiáš, 2012).

Spotřebitelé

Spotřebitel na konci určuje, zda zboží na trhu uspěje. Ze strany spotřebitele jsou kladeny požadavky, které mají zajistit, aby byla naplněna jeho spoulenost a pohodlí. Patří do nich široký výběr sortimentu, volba optimální velikosti balení dle potřeby zákazníka, snadná manipulace s obalem, čímž je myšleno jednoduché otevírání obalu bez potřeby dalších pomůcek, snadná uchopitelnost, snadné vyprazdňování obalů,

eventuálně jeho možné znovuzavírání. Spotřebitel bere ohled také na vizuální stránku obalu a informace na něm uvedené (Dobiáš, 2012).

3.7.3 Obalové materiály

Při balení masa se jako materiál nejčastěji uplatňuje plast (polyethylen, polyamid, polystyren), celofán, papír a jako druhý obal někdy i dřevo (Turek, 2008; Kačeňák, 2001).

3.7.3.1 Plasty

Plasty patří mezi organické makromolekulární sloučeniny, které se vyrábějí polymerací, polyadici, polykondenzací nízkomolekulárních molekul nebo chemickou přeměnou přírodních makromolekul. U plastových obalů jsou sledovány celkový migrační limit a specifický migrační limit, které jsou vymezeny v právních předpisech EU a národní legislativě (Turek, 2008). Podle Nařízení Komise EU č. 10/2011 o materiálech a předmětech z plastů určených pro styk s potravinami, nesmí docházet k přestupu složek z obalu do potravin ve větší dávce než 10 mg všech složek na 1 dm² plochy výrobku.

Plasty se vyznačují svými mechanickými vlastnostmi, kterými jsou plastická deformace (plasticita), která je umožňuje zpracovat na měkké nebo pevné obaly a pružná deformace (elasticita), která je významnou vlastností u fólií. Některé plastické fólie se vlivem tepelné činnosti dají svařovat. Jsou odolné vůči agresivním složkám potravin, rovněž proti čistícím prostředkům. Z fyzikálně-chemických vlastností dominuje částečná nepropustnost pro plyny a u některých druhů plastů i pro vodní páru, tudíž se volí druh plastu nejvhodnější pro danou potravinu (Kačeňák, 2001; Čurda, 1982).

Nejvyužívanějšími druhy plastů v obalové technice jsou, jak uvádí Čurda (1982), celofán, polyvinylchlorid (PVC), polystyren (PS), polyethylen (PE), polypropylen (PP), polyamid (PAD), polyester (PES) a polyvinylidenchlorid (PVDC).

Polystyren vykazuje velmi dobrou chemickou odolnost, nepropustnost pro aromatické láky, avšak propouští velmi dobře vodní páru a plyny. Bývá modifikován na tzv. houževnatý a pěnový polystyren, z nichž se vyrábí podložní misky (Kačeňák, 2001).

Polyethylen je relativně nepropustný pro vodní páry a vodu, ale naopak více propouští plyny a aromatické látky. Vyrábějí se z něj různé fólie a spotřebitelské obaly (Kačeňák, 2001).

Polyamid se vyznačuje velkou pevností, tepelnou odolností, odolností vůči tukům, alkáliím a relativně i nepropustností pro plyny a aromatické látky. Na druhou stranu je hydrofilní a velmi dobře propouští vodní páru. Polyamidové fólie se často kombinují s polyethylenem a využívají se k vakuovému balení masa (Kačeňák, 2001)

Smršťovací a průtažné fólie

Pro obalovou techniku je považována za důležitou mechanickou vlastnost orientace makromolekul a od ní se odvíjející získaná vlastnost smrštitelnost. Protahováním fólií dochází k orientaci původně neuspořádaných makromolekul na uspořádané, což zapříčiní nižší pevnost proti protržení, ale naopak vyšší pevnost v tahu, zvýšení tuhosti, průhlednosti, odolnosti vůči nízkým teplotám. Propustnost pro plyny a vodní páry je mnohem menší. Jakmile se protažená a ochlazená fólie následně znovu zahřeje, teplo způsobí její smrštění (Čurda, 1982). Smrštitelná fólie se využívá k balení především kusovitých a tvarově nepravidelných potravin, neboť pomocí její smrštitelnosti dojde k těsnému obalení potraviny (Kačeňák, 2001).

O něco později se začaly vyrábět tzv. průtažné (napínací) fólie, které se používají v podstatě stejně jako smrštitelné. Rozdíl mezi nimi spočívá v jiném fyzikálním jevu, čímž je u průtažné fólie myšlena elasticita při normální teplotě. Fólie je potažena kolem potraviny a upevní se svarem nebo lepením (Čurda, 1982). Průtažné fólie jsou vyrobeny především z polyethylenu a jsou propustné pro vodní páru a plyny (Kačeňák, 2001).

3.7.3.2 Celofán

Celofán je tenká průhledná fólie, kterou získáme z chemicky regenerované celulózy (Turek, 2008). Ve vodě se nerozpouští, nicméně je hygroskopický a od toho se odvíjí i změny jeho vlastností. Za sucha je křehký, vlhkému naopak chybí pevnost. Aby se stal vláčným, je upravován glycerinem. Celofán se vyznačuje svou nepropustností pro tuky, případně i pro plyny a aromatické látky, zato je propustný

pro vodní páry a lze jej dobře kombinovat s jinými plasty, například polyethylenem. K docílení určitého stupně nepropustnosti pro vodní páru a aby se stal svařovatelným, se natírá laky nebo plasty. Vzdoruje působení organických rozpouštědel, slabým organickým kyselinám a slabým zásaditým látkám (Kačeňák, 2001).

3.7.3.3 Papír

Papír patří mezi nejrozšířenější materiál, který se využívá na výrobu spotřebitelských a přepravních obalů, což je důsledkem dobré dostupnosti surovin na jeho výrobu. Běžný papír velmi dobře propouští vodní páru, vodu, plyny, aromatické látky, nezabraňuje ani propustnosti tuku a oleje a má nízkou odolnost vůči plísním (Kačeňák, 2001). Z těchto důvodů se papír často upravuje. K úpravě se často využívá impregnace papíru, která zajistí, že všechny již zmíněné vlastnosti papíru se změni v opak a získáme tzv. nepromastitelný papír neboli pergamen či jeho imitace (Čurda, 1982).

Papírové obaly a předměty z papíru pro přímý styk s potravinou není dovoleno používat opakovaně (Turek, 2008).

3.7.4 Balení masa

3.7.4.1 Příprava masa na balení

Předpokladem pro dosažení hygienického balení masa je výběr kvalitního a správně vychlazeného masa pod 7 °C v jádře. Správně provedené hygienické balení je ve spojitosti s dobou údržnosti masa a zároveň se stanoveným datem spotřeby, které přímo souvisejí s povrchovou mikrobiální kontaminací a dodržováním chladírenských teplot. K balení se nedoporučuje maso, u něhož proběhlo atypické postmortální zrání, tedy s vadou DFD nebo PSE (Turek, 2008).

3.7.4.2 Způsoby balení masa

Jednoduché – jedná se o balení přímo do sáčku, fólie nebo tvarovaného plastu, aniž by došlo k odsátí vzduchu anebo ke změně ve složení atmosféry uvnitř obalu.

Tento způsob balení napomáhá zmírnit sekundární kontaminaci masa, nicméně nezvyšuje jeho dobu trvanlivosti. Maso se nejčastěji balí umístěním na polystyrenovou podložní misku, která se překryje smrštitelnou nebo průtažnou fólií, anebo přímo do sáček (Turek, 2008).

Vakuové – spočívá v balení především vykostěného masa do plastových fólií, z nichž se současně odsaje vzduch, tedy všechny přítomné plyny, a tudíž dojde ke vzniku vakua (Turek, 2008). Tímto způsobem balení docílíme ochrany před oxidací a před růstem aerobní mikroflóry a tím i delší trvanlivosti masa (Hanušová, Dobiáš, 2009). Nicméně může docházet k nežádoucím barevným změnám na povrchu masa, jakými jsou vyblednutí nebo sivost, způsobené vytlačováním masné šťávy. Přítomná může být také nakyslá mléčná vůně vzniklá od kyselin, které jsou produkovány laktobacily (Turek, 2008). Nežádoucí hnědošedé zbarvení je způsobeno snížením parciálního tlaku kyslíku, kdy kyslík desorbuje z oxymyoglobinu. Vzniklý myoglobin oxiduje na metmyoglobin, který se vyznačuje právě hnědošedým zbarvením, z toho důvodu se někdy vakuové balení čerstvého masa nedoporučuje. Tomu se však dá zamezit, pokud se odstraní kyslík z balení úplně. Díky tomu následná oxidace neproběhne a pozdějším působením kyslíku maso opět dostane červenou barvu (Hanušová, Dobiáš, 2009).

Nejčastěji se maso nebo kusy masa vloží do vrstvené fólie ve formě sáčku a uloží se do komorového balicího stroje, kde se odsaje vzduch a sáček se hermeticky svaří. Jako další možnost se může využít balení na hlubokotažných balících strojích, kde se maso vloží do tepelně vytvarované misky z tzv. spodní fólie, překryje se horní fólií, odsaje se vzduch a obě části se svaří dohromady. K balení můžeme zvolit i smrštitelnou fólii, která se vlivem tepla smrští, těsně obalí maso a tím sníží velikost a šetří prostor (Kameník, Janštová et al., 2014).

Ochranné atmosféry (MAP) – tento pokrokový způsob balení se vyznačuje použitím modifikované atmosféry (Turek, 2008). V obalech MAP je běžné složení vzduchu nahrazeno použitím jednoho zvoleného plynu anebo kombinací více plynů. Využívá se zejména oxid uhličitý nebo dusík se současným snížením obsahu kyslíku (Hanušová, Dobiáš, 2009). Dalšími základními plyny používanými pro ochranné atmosféry jsou argon, oxid dusný neboli rajský plyn a helium (Pokorný, 2008). Každý plyn se v atmosféře vyznačuje jinými vlastnostmi a účinky na výrobky (viz

tabulka č. 1). Během skladování probíhají v obalu různé fyzikální a chemické děje, které zapříčiňují změny v chemickém složení MAP a tím i v parciálních tlacích plynů (Hanušová, Dobiáš, 2009). Zredukováním koncentrace kyslíku přetrvává vlhkost baleného výrobku, ale především se omezí růst a množení zvláště aerobních mikroorganismů a tím se prodlouží trvanlivost (Broos, 2008). U obalů MAP nedochází k redukci hmotnosti výrobku, barevným změnám a enzymatickým procesům. Ochranný efekt atmosféry spočívá v inhibičním účinku oxidu uhličitého na mikroflóru a zároveň na oxidační reakci v masě. Inhibiční účinek CO₂ je patrný až při koncentraci 5 až 30 % (Turek, 2008). Přítomnosti CO₂ při balení čerstvého masa podléhají především gramnegativní mikroorganismy jako čeleď *Enterobacteriaceae*, rod *Pseudomonas* a plísně, nicméně změna složení atmosféry působí ve prospěch výskytu bakterií mléčného kvašení a bakterie *Brochothrix thermosphacta*, kterým vyhovuje růst při nízkých teplotách a při vyšší koncentraci CO₂ (Smejtková, Dobiáš, 2004; Kameník, Janštová et al., 2014). Růst laktobacilů je také podněcován snížením pH. Nejobvyklejší složení plynů se skládá ze 30 % CO₂, 5 % O₂ a 64 % N₂ a zvýšený účinek je podporován chladírenskými teplotami (Turek, 2008). Vysoká koncentrace kyslíku na čerstvé maso působí spíše nepříznivě, jelikož je zde velké riziko výskytu aerobní mikroflóry a rovněž riziko oxidace obsažených tuků (Smejtková, Dobiáš, 2004). Nicméně jasně červené maso se balí do kyslíku v množství 60 až 80 %, 20 až 30 % oxidu uhličitého a kolem 20 % dusíku, neboť vyšší koncentrace kyslíku zajistí masu zářivě červenou barvu a vyšší koncentrace CO₂ zamezí růst aerobních bakterií, které způsobují kažení masa (Kameník, Janštová et al., 2014). Při dlouhodobém skladování se však postupně může měnit jasně červená barva na hnědočervenou. Dusík N₂ má na maso nejméně aktivní účinek a jako doplňkový nosný plyn v kombinovaných ochranných atmosférách redukuje parciální tlak oxidu uhličitého a kyslíku (Turek, 2008). Pro balení drůbežího masa se využívá množství 20 až 30 % CO₂, 70 % N₂ a maximálně 0,6 % O₂ (Kameník, Janštová et al., 2014). Díky metodě MAP získáme optimální složení atmosféry, v níž je výrobek balený tak, aby byly optimálně řízeny i činitelé jako teplota, propustnost, absorpce, vnitřní tlak a smršťování (Broos, 2008). Důležitou roli hraje obalová fólie, která svou nepropustností vůči plynům a vodní páře a správně zataveným svárem přispěje k udržení směsi plynů v obalu (Pokorný, 2008). Novým trendem pro balení MAP se staly znovuuzavíratelné obaly, které vynikají snadným otevíráním, průhledností, hlubokotažností a neovlivňují chuť (Mayr, 2008).

Tabulka č. 1: Plyny používané při uskladnění výrobků v ochranné atmosféře
(Pokorný, 2008)

Plyn	Vlastnosti	Účinky
Dusík N₂	<ul style="list-style-type: none"> • inertní • bez zápachu • téměř nerozpustný ve vodě a v tucích • bez přímých bakteriologických nebo fungistatických účinků 	<ul style="list-style-type: none"> • zabraňuje oxidaci • omezuje bujení aerobních bakterií • chrání výrobky před deformováním
Oxid uhličitý CO₂	<ul style="list-style-type: none"> • bakteriostatický a fungistatický • dobře rozpustný ve vodě a v tucích 	<ul style="list-style-type: none"> • účinný při obsahu vyšším než 20 % v atmosféře • zabraňuje růstu a snižuje rychlost množení aerobních bakterií a plísní • udržuje fólii na zabaleném výrobku v napnutém stavu
Kyslík O₂	<ul style="list-style-type: none"> • oxidant • podporuje život 	<ul style="list-style-type: none"> • uchovává červenou barvu masa • zabraňuje bujení anaerobních mikroorganismů • zajišťuje dýchání rostlinných výrobků
Argon Ar	<ul style="list-style-type: none"> • inertní • 2krát rozpustnější ve vodě a tucích než dusík • 15krát rozpustnější v tucích než dusík • 1,4krát těžší než dusík 	<ul style="list-style-type: none"> • antioxidační účinek • snižuje enzymatický rozklad • snižuje respirační koeficient
Helium He	<ul style="list-style-type: none"> • stopovací plyn 	<ul style="list-style-type: none"> • umožňuje odhalovat úniky plynů například z obalů

Aktivní a inteligentní obalové materiály

S rostoucími požadavky konzumentů na udržení čerstvosti výrobků a jejich bezpečnosti po dlouhou dobu, se rozvinul aktivní systém balení, který omezuje rozvoj mikroorganismů. U aktivního balení se jedná o záměrné vzájemné působení obalu s potravinou s cílem zachovat nebo zlepšit jeho kvalitu (Sosnovcová, 2008). Tento systém dokáže spontánně reagovat na změnu podmínek vně i uvnitř obalu a následně měnit jeho vlastnosti tak, aby při změně okolních podmínek vytvořil tyto podmínky z hlediska zachování jakosti co nejpříjemnější (Dobiáš, Klaudivová, 2008). Mezi záměrné účinky obalů patří modifikace vnitřní atmosféry, zbavení se nežádoucích pachů a příchutí, uvolňování aromatických látek do vnějšího prostředí a zabránění mikrobiálnímu růstu s využitím konzervantů a antioxidantů. Systémy aktivního balení, které spočívají například v absorpci nežádoucího kyslíku, přebytečné vody, oxidu uhličitého, ethylenu a látek měnících chuť, jsou nazývány jako absorbéry (Sosnovcová, 2008). Absorbéry vlhkosti lze členit na systémy, které pohlcují uvolněnou vodu baleným výrobkem nebo systémy regulující vlhkost na povrchu balení (Čujan, 2012). Naopak systémy spočívající v uvolňování například konzervačních látek do balené potraviny, jsou označovány jako emitery (Sosnovcová, 2008). Za významné aktivní systémy jsou považovány i obaly s antimikrobní funkcí, které redukuje rozvoj mikroorganismů v baleném mase (Dobiáš, Klaudivová, 2008).

Významnou roli v dnešní době hrají i inteligentní obalové systémy, které oproti klasickým pasivním obalům dovedou kontrolovat kvalitu a okamžitý stav balených potravin a jednoduše informují o jakosti a stavu baleného výrobku, během manipulace s ním, a o způsobu jeho uchovávání. Největší uplatnění mají inteligentní systémy zahrnující indikátory zaznamenávající teplotu v čase, čerstvost balené potraviny a netěsnost obalu (Sosnovcová, 2008). Nicméně jsou známy rovněž indikátory vlhkosti, oxidu uhličitého, složení atmosféry a další (Dobiáš, Klaudivová, 2008). Mezi novější kategorií inteligentních obalů můžeme zahrnout i technologii RFID (Radio Frequency Identification Device). Jedná se o informační technologii, která je spíše využívána v označení a identifikaci baleného nebo přepravovaného zboží (Čujan, 2012).

3.7.4.3 *Nedostatky při balení masa*

Velkým nedostatkem, který se následně nedá navrátit ani správným dodržáním hygienických a chladírenských podmínek, je nízký hygienický stupeň jatečného zpracování. Na balené maso může mít nepříznivý vliv i nedokonale vychlazené maso před dělením a neprofesionální provedení vykostování a dělení masa. Mnohdy problém nastává před a při samotném balení masa, kdy může dojít k jeho kontaminaci díky špatné úrovni hygieny pracovníků, zařízení a pracovního prostředí a rovněž nedodržováním chladírenských teplot. Další nedostatek vzniká při použití nevhodného obalového materiálu a při špatném zacházení s ním, které zapříčiní znečištění obalu, mikrobiální kontaminaci a mechanické poškození. Potíže nastávají i špatným uzavíráním obalů, které se projeví netěsností obalu. Během skladování a prodeje masa nejsou často dodržovány správné chladírenské teploty a obaly mohou být narušeny. Za vážný nedostatek se považuje nabízení masa k prodeji po uplynutí data jeho spotřeby anebo případná změna označení (Turek, 2008).

4 MATERIÁL A METODIKA

Materiál k analýze

Experimentální část bakalářské práce byla zaměřena na stanovení vybraných skupin mikroorganismů u výsekového masa baleného různým způsobem. Jednalo se o vzorky masa (vepřové pečeně s kostí) z obchodní sítě balené v plastové krabičce v modifikované atmosféře (Tesco Královo Pole 19. 2. 2017) a vzorky vepřové pečeně zakoupené v obchodní síti Kaufland, naporcované a zabalené v laboratoři pracoviště mikrobiologie Ústavu agrochemie, půdoznalství, mikrobiologie a výživy rostlin do prototypu obalové fólie s nástřikem laku s antimikrobiálními a antioxidačními účinky s obsahem směsi silic (tymián, skořice, hřebíček). Vzorky masa byly analyzovány následující den po zakoupení a 7. den skladování v chladničce.

Označování vzorků

Vzorek 1: maso v modifikované atmosféře den po zakoupení

Vzorek 2: maso v modifikované atmosféře den po zakoupení

Vzorek 3: maso v modifikované atmosféře po 7 dnech skladování v chladničce při 4 °C

Vzorek 4: maso v modifikované atmosféře po 7 dnech skladování v chladničce při 4 °C

Vzorek 5: maso po zakoupení před zabalením do antimikrobiální fólie a do fólie bez nástřiku směsi esenciálních olejů

Vzorek 6: maso zabalené v antimikrobiální fólii po 7 dnech skladování v chladničce při 4 °C

Vzorek 7: kontrolní maso zabalené ve fólii bez nástřiku směsi esenciálních po 7 dnech skladování v chladničce při 4 °C

Laboratorní pomůcky

K experimentu byly použity tyto pomůcky: zkumavky se zátkou, stojan na zkumavky, tyčinky s vatovými tampóny, Erlenmeyerovy baňky, kádinky, automatická pipeta se špičkami, pinzeta, alobal, Petriho misky.

Dále byly použity tyto roztoky a živná média: fyziologický roztok, destilovaná voda, PCA (Plate Count Agar), SBA (Slanetz-Bartley agar), MRS agar (de Man, Rogosa a Sharpe), VRBL-agar (Violet Red Bile Lactose Agar).

Příprava laboratorních pomůcek

Zkumavky s fyziologickým roztokem a živné půdy připravené v Erlenmeyerově baňce, alobal a vatové tyčinky prošly před analýzou sterilizací v autoklávu při teplotě 121 °C po dobu 20 minut. Pro zaočkování byly použity plastové jednorázové Petriho misky.

Stanovované skupiny mikroorganismů a jejich kultivace

Psychrotrofní bakterie stanovované na PCA: kultivace při teplotě 6 °C po dobu 10 dnů.

Koliformní bakterie stanovované na VRBL: kultivace při teplotě 37 °C po dobu 1 dne.

Celkový počet mikroorganismů (CPM) stanovovaný na PCA: kultivace při teplotě 30 °C po dobu 3 dnů.

Bakterie mléčného kvašení (BMK) stanovované na MRS: inkubace při teplotě 30 °C po dobu 3 dnů.

Enterokoky stanovované na Slanetz-Bartley: kultivace při teplotě 37 °C po dobu 3 dnů.

Příprava fyziologického roztoku a živných půd

Fyziologický roztok

Do 1000 ml destilované vody bylo nasypáno 8,5 g NaCl, rozpuštěno a následně odpipetováno do zkumavek, uzavřeno zátkou a sterilizováno v autoklávu.

Živná média

PCA (Plate Count Agar): výrobce Biokar Diagnostics, Francie

Toto médium bylo použito pro kultivaci a stanovení psychrotrofních bakterií a CPM.

Složení: trypton 5,0 g; kvasniční extrakt 2,5 g; glukóza 1,0 g; agar 12,0 g

Do 1000 ml destilované vody bylo nasypáno 20,5 g půdy, rozpuštěno a pomocí kyseliny octové upraveno na pH $7 \pm 0,2$. Rostok byl přiveden k varu až do rozpuštění a následně

sterilizován po dobu 15 minut na 121 °C. Před zaléváním vzorků byla živná půda ochlazená na cca 45 °C.

VRBL-agar (Violet Red Bile Lactose Agar): výrobce Biokar Diagnostics, Francie

Toto médium bylo použito pro kultivaci a stanovení koliformních bakterií.

Složení: pepton 7 g; kvasničný extrakt 3 g; laktóza 10 g; chlorid sodný 5 g; žlučové soli 1,5 g; neutrální červeně 0,03 g; krystalová violet 0,002 g; agar 12 g

Do 1000 ml destilované vody bylo nasypáno 38,5 g půdy, rozpuštěno a pomocí kyseliny octové upraveno na pH $7,4 \pm 0,2$ při teplotě 25 °C. Následně byl roztok přiveden k varu do rozpuštění půdy a var byl udržován ještě 2 minuty, sterilizace této půdy se neprovádí. Před zaléváním vzorků byla živná půda ochlazená na cca 45 °C.

MRS agar (de Man, Rogosa a Sharpe): výrobce Biokar Diagnostics, Francie

Toto médium bylo použito pro kultivaci a stanovení BMK.

Složení: enzymaticky naštěpený kasein 10,0 g; masový extrakt 10,0 g; kvasničný extrakt 4,0 g; glukóza 20,0 g; Tween 80 1,08 g; hydrogenfosforečnan draselný 2,0 g; octan sodný 5,0 g; citrát amonný 2,0 g; síran hořečnatý 0,2 g; síran manganatý 0,05 g; bakteriologický agar 16,0 g

Do 1000 ml destilované vody bylo nasypáno 70,3 g půdy, rozpuštěno a pomocí kyseliny octové upraveno na pH $\pm 0,2$. Roztok byl přiveden k varu do rozpuštění půdy a byl sterilizován po dobu 15 minut na 121 °C v autoklávu. Před zaléváním vzorků byla půda ochlazená na cca 45 °C.

SBA (Slanetz-Bartley agar): výrobce Biokar Diagnostics, Francie

Toto médium bylo použito pro kultivaci a stanovení enterokoků.

Složení: tryptóza 20,0 g; výtazek z kvasnic 5,0 g; glukóza 2,0 g; hydrogenfosforečnan di-draselný 4,0 g; azid sodný 0,4 g; tetrazoliumchlorid 0,1 g; agar 10,0 g

Do 1000 ml destilované vody bylo nasypáno 42 g půdy, rozpuštěno a pomocí kyseliny octové upraveno na pH $7,2 \pm 0,2$ při teplotě 25 °C. Roztok bylo přiveden k varu do

rozpuštění půdy, sterilizace této půdy se neprovádí. Před zaléváním vzorků byla půda ochlazená na cca 45 °C.

Postup při analýze

Pro vlastní mikrobiologickou analýzu byla zvolena stěrová metoda. Na povrch masa byla přiložena sterilní šablona s otvorem 5 x 2 cm a pomocí sterilního tamponu namočeného ve sterilním fyziologickém roztoku byla setřena volná plocha. Tampon byl následně 1 minutu třepán na vortexu do uvolnění vláken. Následně bylo připraveno desítkové ředění vzorku. 1 ml příslušného ředění byl inokulován do sterilních jednorázových Petriho misek a zalit příslušnou živnou půdou. Po promíchání a zatuhnutí půd byly Petriho misky umístěny do termostátů a inkubovány při příslušné teplotě danou dobu. Po uplynutí doby kultivace byly na Petriho miskách odečteny narostlé charakteristické kolonie a po přepočtu byl počet mikroorganismů vyjádřen v KTJ/ 10 cm².

• VÝSLEDKY A DISKUZE

Cílem mikrobiologické analýzy bylo ve vybraných vzorcích masa stanovit tyto skupiny mikroorganismů: celkový počet mikroorganismů, koliformní bakterie, enterokoky, bakterie mléčného kvašení a psychrotrofní bakterie. Průměrné hodnoty v KTJ/10 cm² jsou uvedeny v tabulce č. 2.

O mikrobiální kontaminaci povrchu syrového masa vypovídá především stanovený celkový počet mikroorganismů (CPM). Na počátku experimentu byly zjištěny hodnoty 5,1.10² KTJ/10 cm² u masa baleného v modifikované atmosféře a 1,2.10² KTJ/10 cm² u masa zakoupeného pro experimentální balení do fólie. Po 7 dnech skladování CPM vzrostl na 3,7.10⁷ KTJ/10 cm² u masa v modifikované atmosféře, u masa baleného v antimikrobiální fólii dosahoval hodnoty 2,8.10⁷ KTJ/10 cm² a u kontrolní fólie 1,4.10⁸ KTJ/10 cm².

Tabulka č. 2: Průměrná množství mikroorganismů stanovená na povrchu různě balených vzorků masa v KTJ/10 cm²

Číslo vzorku	Identifikace	Koliformní bakterie	Enterokoky	Bakterie mléčného kvašení	Celkový počet mikroorganismů	Psychrotrofní bakterie
1	MAP po zakoupení	ND	ND	ND	5,1.10 ²	7,4.10 ²
2	MAP po 7 dnech	ND	ND	ND	3,7.10 ⁷	3,4.10 ⁷
3	Nebalené maso po zakoupení	ND	ND	ND	1,2.10 ²	3,4.10 ¹
4	Anti po 7 dnech	ND	ND	3,2.10 ³	2,8.10 ⁷	2,9.10 ⁷
5	Kontrolní balení po 7 dnech	6,9 × 10 ²	<10 ¹	1,6.10 ⁴	1,4.10 ⁸	1,9.10 ⁸

Vysvětlivky: ND – nedetekováno; MAP – maso balené v modifikované atmosféře;

Anti – antimikrobiální fólie

Podobný experiment provedli Burdová et al. (2016), jenž testovali účinek antimikrobiálních obalových fólií s esenciálními oleji na některé skupiny mikroorganismů nacházejících se na povrchu masa. Jednalo se o vepřovou pečení bez kosti nakrájenou na plátky. Plátky masa byly umístěny do plastových krabiček, první krabička byla překryta antimikrobiální fólií a druhá fólií bez nástřiku směsi esenciálních olejů. Vzorky byly skladovány v chladničce 7 dnů. Ve srovnání s Burdovou et al. (2016) v jejichž vzorcích před zabalením byl zaznamenán CPM v množství $1,2 \cdot 10^2$ KTJ/10 cm² masa, tedy srovnatelný s našimi výsledky. Po 7 dnech skladování bylo zjištěno významné zvýšení CPM až na $1,4 \cdot 10^8$ KTJ/10 cm² u kontrolního balení. U antimikrobiální fólie však navýšení dosáhlo pouze $2,8 \cdot 10^7$ KTJ/10 cm² masa, což potvrzuje příznivý účinek této fólie. CPM u námi analyzovaných vzorků masa baleného v modifikované atmosféře se přibližují více hodnotám vzorků s antimikrobiální fólií. Další experiment provedli Kalhotka et al. (2013), kteří rovněž sledovali množství vybraných mikroorganismů ve vzorcích vakuově baleného hovězího masa. Sčety byly provedeny v různých dobách skladování, avšak pro srovnání jsou zde využity výsledky mikrobiologické analýzy po 7 dnech. Po této době skladování zjistili, že CPM ve vzorcích masa se pohybuje v průměru $8,5 \cdot 10^5$ KTJ/cm². Námi stanovené výsledky experimentu byly vyšší o 1 řád. Důvodem odlišných hodnot může být jiný analyzovaný druh masa, hovězí maso totiž oproti vepřovému neobsahuje tolik tuku, tudíž podléhá pomaleji kažení.

Psychrotrofní bakterie mají proteolytické a lipolytické enzymy, díky jejichž rozkladné aktivitě dochází ke kažení masa. Zapříčiňují osliznutí masa, zápach, změny chuti a barvy. Mezi významné zástupce patří rod *Pseudomonas* (Görner, Valík, 2004). Psychrotrofní bakterie patřily rovněž k hojně zastoupeným bakteriím. Jejich počty na počátku měření dosahovaly hodnot $7,4 \cdot 10^2$ KTJ/10 cm² a po 7 dnech skladování v chladničce se navýšily na $3,4 \cdot 10^7$ KTJ/10 cm². Důvodem jejich vysokého výskytu je jejich schopnost růstu při chladničkových teplotách pod 7 °C. Burdová et al. (2016) detekovala psychrotrofní mikroorganismy před zabalením v množství $3,4 \cdot 10^1$ KTJ/10 cm² masa. Po 7 dnech bylo pozorováno navýšení až na $1,9 \cdot 10^8$ KTJ/10 cm² u kontrolního balení a $2,9 \cdot 10^7$ KTJ/10 cm² ve vzorcích antimikrobiální fólie. Ačkoliv průměrný počet psychrotrofních mikroorganismů dosahoval nižších hodnot o 1 řád, tento rozdíl nebyl u této skupiny považován za příliš významný. Množství psychrotrofních bakterií v našich vzorcích po 7 dnech skladování je srovnatelné s hodnotami u vzorků balených v antimikrobiální fólii. Nicméně počty bakterií na počátku měření v našich vzorcích byly

značně vyšší než u Burdové et al. (2016). Kalhotka et al. (2013) u vakuově baleného hovězího roštěnce detekovali psychrotrofní bakterie po 7 dnech skladování v počtu $4,7 \cdot 10^5$ KTJ/cm². Naše výsledky byly o 1 řád vyšší.

Bakterie mléčného kvašení nebyly detekovány v mase ani po sedmidenním skladování. Ve srovnání s hodnocením experimentu Burdové et al. (2016), kteří testovali účinky antimikrobiálních fólií s obsahem esenciálních olejů (hřebíček, skořice, tymián), v jejich vzorcích se bakterie mléčného kvašení na počátku rovněž nenacházely. Nicméně po 7 dnech skladování se jejich počty zvýšily na $1,6 \cdot 10^4$ KTJ/10 cm² u kontrolních vzorků a u antimikrobiální fólie se hodnota pohybovala kolem $3,2 \cdot 10^3$ KTJ/10 cm², což však nebylo považováno za významný rozdíl.

Koliformní bakterie a enterokoky nebyly rovněž přítomny v žádném z námi analyzovaných mas. Koliformní bakterie patří mezi indikátory správné hygieny nástrojů a zařízení, což potvrzuje, že bylo dodrženo správné hygienické zacházení. V experimentu Burdové et al. (2016) počty enterokoků během celé doby skladování nepřesáhly 10^1 KTJ/10 cm² masa. Počty koliformních bakterií byly nižší než $6,9 \cdot 10^2$ KTJ/10 cm² masa. Počty těchto bakterií byly tedy považovány za relativně nízké. V jejich testování fólie nebyl zaznamenán žádný významný rozdíl v počtech. Koliformní bakterie v experimentu Kalhotky et al. (2013) po 7 dnech přítomny byly v počtu $4,3 \cdot 10^2$ KTJ/cm². Důvodem mohou být horší hygienické podmínky během manipulace s hovězím masem nebo kontaminace masa při výrobě.

Experiment Burdové et al. (2016) byl také zaměřen na testování vlivu antimikrobiální fólie na barvu masa. Barva masa patří mezi důležitá kritéria, která ovlivňují výběr a preference spotřebitelů při kupování masa (Pathare et al., 2013; Quevedo et al., 2013). Charakteristické změny kažení (změna barvy, zápach, osliznutí) se plně vyskytují při počtech bakterií dosahujících 10^7 /cm² masa, mírnější znaky kažení však lze pozorovat již při hodnotách mezi 10^5 a 10^6 bakterií na 1 cm² (Feiner, 2006). Po sedmidenním skladování v chladničce bylo na mase baleném v modifikované atmosféře, možno pozorovat sensorické změny na jeho povrchu, objevilo se mírné osliznutí, změna barvy a zápach, lze tedy toto tvrzení považovat za správné. Stejně známky kažení pozorovaly i Burdová et al. (2016) a také zjistili, že testované obalové fólie dokázaly zpomalit projevy nežádoucích barevných změn masa.

5 ZÁVĚR

Chemické složení masa a jeho vlastnosti poskytují mikroorganismům vhodné prostředí pro jejich růst. V mase můžeme nalézt mikroorganismy, které způsobují jeho kažení, z nichž významnou skupinou jsou zejména psychrotrofní bakterie, které se pomnožují i při nízkých teplotách. V mase jsou přítomny také mikroorganismy, které mohou vyvolat alimentární onemocnění. V České republice jsou za nejčastější bakteriální nákazy z potravin uvedeny kamylobakteriíza a salmonelóza. Výskytu a množení mikroorganismů lze však mnoha způsoby zabránit. Důležitou roli pro zamezení kontaminace masa hrají vhodné obaly, které včetně mnoha dalších funkcí, chrání potraviny především před kontaminací mikroorganismy a před vysycháním.

V experimentální části bakalářské práce byla provedena analýza vzorků vepřové pečeně s kostí, u níž byly sledovány vybrané skupiny mikroorganismů. Stěry byly provedeny nultý a sedmý den skladování v chladničce. Nejvyšší hodnoty na počátku experimentu a následný nejvyšší nárůst v počtech mikroorganismů byl zaznamenán u CPM a psychrotrofních mikroorganismů. Celkový počet mikroorganismů se po 7 dnech navýšil o 5 řádů. Výskyt psychrotrofních bakterií v mase skladovaném při nízkých teplotách se dle literatury uvádí jako velmi častý, což se potvrdilo i během experimentu. Výsledky po sedmi dnech dosahovaly hodnot o 5 řádů vyšších oproti nultému dni měření. Koliformní bakterie, bakterie mléčného kvašení a enterokoky nebyly v žádném vzorku masa detekovány. Nepřítomnost enterokoků a koliformních bakterií poukazuje na to, že byly dodrženy vhodné hygienické podmínky. Po 7 dnech bylo možné pozorovat i senzorické změny, které se projeví barevnými změnami masa, oslizením a zápachem. Tyto změny byly způsobeny množением výše uvedených bakterií. Hodnoty po 7 dnech skladování se při srovnávání antimikrobiální fólie s fólií bez nástřiku směsi esenciálních olejů významněji lišily pouze u celkového počtu mikroorganismů, a to ve prospěch masa baleného do antimikrobiálně působící fólie. U tohoto vzorku byl zaznamenán o 1 řád nižší CPM. U balení v modifikované atmosféře dosahovaly hodnoty velmi podobných výsledků jako u antimikrobiální fólie, lze tedy tyto dva druhy balení považovat za srovnatelné, neboť u modifikované atmosféry příznivě působí zvolená kombinace plynů a u antimikrobiální fólie mají příznivý účinek esenciální oleje, které fólie obsahovala.

6 LITERÁRNÍ ZDROJE

ARGUDÍN M. Á., MENDOZA, M. C., RODICIO M. R., 2010: Food poisoning and *Staphylococcus aureus* enterotoxins. *Toxins*, 2(7): 1751-1773. ISSN: 2072-6651.

ARNESEN L. P. S., FAGERLUND A., GRANUM P. E., 2008: From soil to gut: *Bacillus cereus* and its food poisoning toxins. *FEMS Microbiol. Rev.*, 32(4): 579-606. ISSN: 1574-6976.

AURELI P., 2016: Botulism. In: QUAH S. R., ed. *International encyclopedia of public health* [online]. 2nd ed. Elsevier, s. 254-262. ISBN: 978-0-12-803678-5. [vid. 17.2.2017].
Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128036785000382>

Bacillus cereus. In: Bezpečnost potravin A-Z [online]. Ministerstvo zemědělství, 2012. [vid.17.2.2017].

Česká verze. Dostupná z: <http://www.bezpecnostpotravin.cz/az/termin/76458.aspx>

BORCH E., KANT-MUERMANS M. L., BIXT Y., 1996: Bacterial spoilage of meat and cured meat products. *Int. J. Food Microbiol.*, 33(1): 103-120. ISSN: 0168-1605.

BOŘILOVÁ G., 2014: Termotolerantní *Campylobacter* spp. In: KAMENÍK J. et al. *Maso jako potravina: produkce, složení a vlastnosti masa*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita, s. 152-165. ISBN: 978-80-7305-673-5.

BRENNAN J. G., 2006: *Food processing handbook*. Weinheim: Wiley-VCH. ISBN: 978-3-527-60720-4.

BROOS B., 2008: Tam kde kompromisy nestačí – Sealpac – specialista na balící techniku. In: *Příloha časopisu MASO u příležitosti konání 10. semináře o údržnosti masa, masných výrobků a lahůdek, Skalský Dvůr 9. -10. září 2008*. Praha: Česká a slovenské odborné nakladatelství, s. 26-29. ISBN: 978-80-86835-02-0.

BURDOVÁ E., KALHOTKA L., JŮZL M., MULLEROVÁ M., 2016: The New Packaging Material with a Protective Effect and Its Influence on the Microflora and Color of Meat. In: *MendelNet 2016: Proceedings of International PhD Students*

Conference. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2016, s. 553-558. ISBN 978-80-7509-443-8.

BYSTRICKÝ P., MATHÉ D., 2000: Kontrolní systémy zajištění hygieny produkce a jakosti masa. In: STEINHAUSER L. et al. *Produkce masa*. Tišnov: Last, s. 395-419. ISBN: 80-900260-7-9.

CEMPÍRKOVÁ R., LUKÁŠOVÁ J., HEJLOVÁ Š., 1997: *Mikrobiologie potravin*. České Budějovice: Jihočeská univerzita. ISBN: 80-7040-254-7.

CLEMENS R. M., ADAM K. H., BRIGHTWELL G., 2010: Contamination levels of *Clostridium estertheticum* spores that result in gaseous spoilage of vacuum-packaged chilled beef and lamb meat. *Lett. Appl. Microbiol.*, 50(6): 591-596. ISSN: 1472-765X.

CLEVELAND J., MONTVILLE T. J., NES I. F., CHIKINDAS M. L., 2001: Bacteriocins: safe, natural antimicrobials for food preservation. *Int. J. Food Microbiol.*, 71(1): 1-20. ISSN: 0168-1605.

ČUJAN Z., 2012: *Obalová technika a identifikace*. Přerov: Vysoká škola logistiky o.p.s. ISBN: 978-80-87179-18-5.

ČURDA D., 1982: *Balení potravin*. Praha: SNTL-Nakladatelství technické literatury.

DANIELS N. A., MACKINNON L., BISHOP R., ALTEKRUSE S., RAY B., HAMMOND R. M., THOMPSON S., WILSON S., BEAN N. H., GRIFFIN P. M., SLUTSKER L., 2000: *Vibrio parahaemolyticus* Infections in the United States, 1973-1998. *J. Infect. Dis.*, 181(5): 1661-1666. ISSN: 1537-6613.

DEÁK T., 2008: *Handbook of food spoilage yeasts*. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press. ISBN: 978-1-4200-4493-5.

DOBIÁŠ J., 2012: Obaly a obalová technika. In: KADLEC P., MELZOCH K., VOLDŘICH M. et al. *Technologie potravin – přehled tradičních potravinářských výrob*. Ostrava: KEY Publishing, s. 104-112. ISBN: 978-80-7418-145-0.

DOBIÁŠ J., KLAUDISOVÁ K., 2008: Aktivní systémy balení při výrobě potravin. In: *Příloha časopisu MASO u příležitosti konání 10. semináře o údržnosti masa, masných*

výrobnů a lahůdek, Skalský Dvůr 9. -10. září 2008. Praha: Česká a slovenské odborné nakladatelství, s. 13-17. ISBN: 978-80-86835-02-0.

FEINER G., 2006: *Meat products handbook*. Cambridge: Woodhead Publishing Limited. ISBN: 978-1-84569-050-2.

FERNANDES R., 2009: *Microbiology Handbook: Meat Products*. Cambridge: Royal Society of Chemistry. ISBN: 978-1-905224-66-1.

FREDRIKSSON-AHOMAA M., STOLLE A., KORKEALA H., 2006: Molecular epidemiology of *Yersinia enterocolitica* infections. *FEMS Immunol. Med. Microbiol.*, 47(3): 315-329. ISSN: 1574-695X.

GÖRNER F., VALÍK Ľ., 2004: *Aplikovaná mikrobiológia požívatin*. Bratislava: Malé centrum. ISBN: 80-967064-9-7.

GRANUM P. E., LUND T., 1997: *Bacillus cereus* and its food poisoning toxins. *FEMS Microbiol.lett.*, 157(2): 223-228. ISSN: 1574-6968.

HANUŠOVÁ K., DOBIÁŠ J., 2009: Balení masa a masných výrobků v modifikované atmosféře. *MASO*, 20(4): 13-18. ISSN: 1210-4086.

HENNEKINNE J. A., DE BUVSER M. L., DRAGACCI S., 2012: *Staphylococcus aureus* and its food poisoning toxins: characterization and outbreak. *FEMS Microbiol. Rev.*, 36(4): 815-836. ISSN: 1574-6976.

HEREDIA N., WESLEY I., GARCÍA S., 2009: *Microbiologically safe foods*. Hoboken: John Wiley & Sons. ISBN: 978-0-470-05333-1.

NORTH M. F., LOVATT S. J., 2012: Chilling and Freezing Meat. In: HUI Y. H. et al. *Handbook of meat and meat processing*. Second edition. Boca Raton: CRC Press, s. 357-379. ISBN: 978-1-4398-3683-5.

HULÁNKOVÁ R., 2014a: *Salmonella* spp. In: KAMENÍK J. et al. *Maso jako potravina: produkce, složení a vlastnosti masa*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita, s. 139-151. ISBN: 978-80-7305-673-5.

HULÁNKOVÁ R., 2014b: *Listeria monocytogenes*. In: KAMENÍK J. et al. *Maso jako potravina: produkce, složení a vlastnosti masa*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita, s. 166-178. ISBN: 978-80-7305-673-5.

HULÁNKOVÁ R., 2014c: Enteropatogenní yersinie. In: KAMENÍK J. et al. *Maso jako potravina: produkce, složení a vlastnosti masa*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita, s. 191-206. ISBN: 978-80-7305-673-5.

INGR I., 1996: *Technologie masa*. Brno: MZLU. ISBN: 80-7157-193-8.

JAY J. M., LOESSNER M. J., GOLDEN D. A., 2005: *Modern food microbiology*. 7th ed. New York: Springer. ISBN: 978-0-387-23180-8.

KAČEŇÁK I., 2001: *Základy balenia potravín*. Bratislava: ARM 333. ISBN: 80-967945-6-6.

KALHOTKA L., JŮZL M., PLEVOVÁ S., GUTIÉRREZ M. G. V., 2013: Dynamika změn vybraných mikrobiologických a fyzikálních parametrů výsekového hovězího masa. *MASO*, 24(2): 17-22. ISSN: 1210-4086.

KAMENÍK J., 2014a: Složení masa. In: KAMENÍK J. et al. *Maso jako potravina: produkce, složení a vlastnosti masa*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita, s. 70-83. ISBN: 978-80-7305-673-5.

KAMENÍK J., 2014b: Mikrobiologie kažení masa. In: KAMENÍK J. et al. *Maso jako potravina: produkce, složení a vlastnosti masa*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita, s. 120-129. ISBN: 978-80-7305-673-5.

KAMENÍK J., JANŠTOVÁ B., SALÁKOVÁ A., 2014: *Technologie a hygiena potravin živočišného původu*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita. ISBN: 978-80-7305-722-0.

KERTH CH. R., 2013: *The science of meat quality*. Ames: Wiley-Blackwell. ISBN: 978-0-8138-1543-5.

KLABAN V., 1999: *Svět mikrobů: malý mikrobiologický slovník*. Hradec Králové: Gaudeamus. ISBN: 80-7041-639-4.

LALITHA K. V., 2001: *Clostridium botulinum* food poisoning. Central. In: Course material (Microbiology, Fermentation & Biotechnology) [online]. Institute of Fisheries Technology. [vid. 20.2.2017]. Dostupné z: <http://hdl.handle.net/123456789/2092>

LÁTOVÁ J., STEINHAUSEROVÁ I., 1995: Mikrobiologie masa. In: STEINHAUSER L. et al. *Hygiena a technologie masa*. Tišnov: Last. ISBN: 80-900260-4-4.

LE LOIR, Y., BARON F., GAUTIER M., 2003: *Staphylococcus aureus* and food poisoning. *Genet. Mol. Res.*, 2(1): 63-76. ISSN: 1676-5680.

MAYR G., 2008: Nové trendy v balení čerstvého masa a masných výrobků. In: *Příloha časopisu MASO u příležitosti konání 10. semináře o údržnosti masa, masných výrobků a lahůdek, Skalský Dvůr 9. -10. září 2008*. Praha: Česká a slovenské odborné nakladatelství, s. 38-39. ISBN: 978-80-86835-02-0.

MCCLANE B. A., 2007: *Clostridium perfringens*. In: DOYLE M. P., BEUCHAT L. R., (eds.) *Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers* [online]. 3rd ed. American Society of Microbiology, s. 423-444. ISBN: 978-1-55581-846-3. [vid. 17.2.2017]. Dostupné z: <http://www.asmscience.org/content/book/10.1128/9781555815912.ch19>

MOSCHONAS G., BOLTON D. J., SHERIDAN J. J., MCDOWELL D. A., 2009: Isolation and sources of 'blown pack' spoilage clostridia in beef abattoirs. *J. Appl. Microbiol.*, 107(2): 616-624. ISSN: 1365-2672.

Nářízení Komise EU č. 10/2011 ze dne 15. 1. 2011 o materiálech a předmětech z plastů určených pro styk s potravinami.

PAINTER J., SLUTSKER L., 2007: Listeriosis in Humans. In: RYSER E. T., MARTH E. H., (eds.) *Listeria, Listeriosis, and Food Safety* [online]. 3rd ed. CRC Press, s. 85-110. ISBN: 978-1-4200-1518-8. [vid. 15.3.2017]. Dostupné z: https://books.google.cz/books?hl=cs&lr=&id=NZsS6tbSAFYC&oi=fnd&pg=PP1&dq=listeria+monocytogenes+foods&ots=3tNFajVkX8&sig=IrlScVDIXjqTiAaRMBE71xt1fMk&redir_esc=y#v=onepage&q=listeria%20monocytogenes%20foods&f=false

PATHARE P. B., OPARA U. L., AL-SAID F. A., 2013: Colour Measurement and Analysis in Fresh and Processed Foods: A Review. *Food Bioprocess Tech.*, 6(1): 36-60. ISSN: 1935-5149.

PIN C., DE FERNANDO G. D. G., ORDÓÑEZ J. A., 2003: Effect of modified atmosphere composition on the metabolism of glucose by *Brochothrix thermosphacta*. *Appl. and Environ. Microbiol.*, 68(9): 4441-4447. ISSN: 1098-5336.

PIPEK P., 1991: *Technologie masa I*. Praha: Ediční středisko VŠCHT. ISBN: 80-7080-106-9.

POKORNÝ M., 2008: Balení potravin do ochranné atmosféry. In: *Příloha časopisu MASO u příležitosti konání 10. semináře o údržnosti masa, masných výrobků a lahůdek, Skalský Dvůr 9. -10. září 2008*. Praha: Česká a slovenské odborné nakladatelství, s. 42-49. ISBN: 978-80-86835-02-0.

QUEROL A., FLEET G. H., 2006: *Yeasts in Food and Beverages (The Yeast Handbook)*. New York: Springer. ISBN: 978-3-540-28388-1.

QUEVEDO R., VALENCIA E., CUEVAS G., RONCEROS B., PEDRESCHI F., BASTÍAS J. M., 2013: Color changes in the surface of fresh cut meat: A fractal kinetic application. *Food Res. Int.*, 54(2): 1430-1436. ISSN: 1873-7145.

ROCOURT J., BUCHRIESER C., 2007: The Genus *Listeria* and *Listeria monocytogenes*: Phylogenetic Position, Taxonomy, and Identification. In: RYSER E. T., MARTH E. H., eds. *Listeria, Listeriosis, and Food Safety* [online]. 3rd ed. CRC Press, s. 1-20. ISBN: 978-1-4200-1518-8. [vid. 15.3.2017]. Dostupné z: https://books.google.cz/books?hl=cs&lr=&id=NZsS6tbSAFYC&oi=fnd&pg=PP1&dq=listeria+monocytogenes+foods&ots=3tNFajVkJX8&sig=IrlScVDIXjqTiAaRMBE71xt1fMk&redir_esc=y#v=onepage&q=listeria%20monocytogenes%20foods&f=false

SEDLÁČEK I., 2007: *Taxonomie prokaryot*. Brno: Masarykova univerzita. ISBN: 80-210-4207-9.

SHEWFELT R. L., 2009: *Introducing food science*. Boca Raton: CRC Press. ISBN: 978-1-58716-028-8.

Shigelóza. In: Bezpečnost potravin A-Z [online]. Ministerstvo zemědělství, 2012. [vid. 20.2.2017]. Česká verze.

Dostupná z: <http://www.bezpecnostpotravin.cz/az/termin/76725.asp>

SCHINDLER J., 2014: *Mikrobiologie – pro studenty zdravotnických oborů*. 2nd ed. Praha: Grada Publishing. ISBN: 978-80-247-4771-2.

SMEJTKOVÁ A., DOBIÁŠ J., 2004: *Obaly a obalová technika*. Praha: Česká zemědělská univerzita. ISBN: 80-213-1315-3.

SOSNOVCOVÁ J., 2008: Aktivní a inteligentní potravinářské obalové materiály. In: *Příloha časopisu MASO u příležitosti konání 10. semináře o údržnosti masa, masných výrobků a lahůdek, Skalský Dvůr 9. -10. září 2008*. Praha: Česká a slovenské odborné nakladatelství, s. 32-33. ISBN: 978-80-86835-02-0.

STEINHAUSEROVÁ I., 2000: Ošetření masa na jatkách. In: STEINHAUSER L. et al. *Produkce masa*. Tišnov: Last, s. 331-343. ISBN: 80-900260-7-9.

STEINHAUSEROVÁ I., STEINHAUSER L., 2000: Definice masa. In: STEINHAUSER L., et al. *Produkce masa*. Tišnov: Last, s. 5. ISBN: 80-900260-7-9.

STEINHAUSEROVÁ I., 2014a: *Escherichia coli*. In: KAMENÍK J. et al. *Maso jako potravina: produkce, složení a vlastnosti masa*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita, s. 179-190. ISBN: 978-80-7305-673-5.

STEINHAUSEROVÁ I., 2014b: *Vibrio parahaemolyticus* a *Vibrio vulnificus*. In: KAMENÍK J. et al. *Maso jako potravina: produkce, složení a vlastnosti masa*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita, s. 241-253. ISBN: 978-80-7305-673-5.

SVOBODOVÁ I., 2014a: *Staphylococcus aureus*. In: KAMENÍK J. et al. *Maso jako potravina: produkce, složení a vlastnosti masa*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita, s. 207-216. ISBN: 978-80-7305-673-5.

SVOBODOVÁ I., 2014b: *Clostridium botulinum*. In: KAMENÍK J. et al. *Maso jako potravina: produkce, složení a vlastnosti masa*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita, s. 217-229. ISBN: 978-80-7305-673-5.

SVOBODOVÁ I., 2014c: *Clostridium perfringens*. In: KAMENÍK J. et al. *Maso jako potravina: produkce, složení a vlastnosti masa*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita, s. 230-240. ISBN: 978-80-7305-673-5.

ŠILHÁNKOVÁ L., 2002: *Mikrobiologie pro potravináře a biotechnology*. Praha: Academia. ISBN: 80-200-1024-6.

TOLDRÁ F., 2010: *Handbook of meat processing*. Ames: Wiley-Blackwell. ISBN: 978-0-8138-2182-5.

TUREK P., 2008: Obaly v mäsovom sektore – významný prvek hygieny a informovanosti. In: *Příloha časopisu MASO u příležitosti konání 10. semináře o údržnosti masa, masných výrobků a lahůdek, Skalský Dvůr 9. -10. září 2008*. Praha: Česká a slovenské odborné nakladatelství, s. 8-12. ISBN: 978-80-86835-02-0.

VLKOVÁ E., RADA V., KILLER, J., 2009: *Potravinářská mikrobiologie*. 2nd ed. Praha: Česká zemědělská univerzita. ISBN: 978-80-213-1988-2.

ZAHRADNÍČEK O., 2003: Rod *Escherichia*. In: VOTAVA M. et al. *Lékařská mikrobiologie speciální*. Brno: Neptun, s. 64-66. ISBN: 80-902896-6-5.

7 SEZNAM ZKRATEK

BMK bakterie mléčného kvašení

CNS centrální nervová soustava

DFD dark, firm, dry – tmavé, tuhé, suché

EHEC enterohemoragenní *E. coli*

EIEC enteroinvazivní *E. coli*

EPEC enteropatogenní *E. coli*

ETEC enterotoxigenní *E. coli*

HACCP Analýza nebezpečí a kritické kontrolní body

KTJ kolonie tvořící jednotky

MAP modifikovaná atmosféra

MK mastné kyseliny

PSE pale, soft, exudative – bledé, měkké, vodnaté

RFID Radio Frequency Identification Device

STEC shigatoxigenní *E.coli*

Tzv. takzvaný

VTEC verotoxigenní *E.coli*