

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4131 Zemědělství

Studijní obor: Agropodnikání

Katedra: Katedra veterinárních disciplin a kvality produktů

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

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vlivy působící na snižování mikroorganismů v masných
výrobcích

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Pavel Smetana

Konzultant bakalářské práce: Ing. Dana Jirotková

Autor: Jana Záhorová

České Budějovice, duben 2011

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury. Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě (v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou JU) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích dne 15. 4. 2011

.....

Jana Záhorová

Poděkování

Tímto bych chtěla poděkovat panu Ing. Pavlu Smetanovi za cenné rady, odborné vedení a připomínky při realizaci mé bakalářské práce.

Obsah:

ÚVOD	6
1. Charakteristika mikroorganismů	7
1.1 Bakterie	7
1.2 Plísně	8
1.3 Kvasinky	8
1.4 Viry	8
2. Faktory ovlivňující růst mikroorganismů	9
2.1 Teplota.....	9
2.2 pH	10
2.3 Vodní aktivita	11
2.4 Oxidoredukční potenciál	12
3. Výskyt mikroorganismů v mase	12
4. Formy mikrobiálního rozkladu potravin	13
4.1 Plesnivění	14
4.2 Kysnutí masa	14
4.3 Hnití masa (proteolýza)	14
5. Mikrobiální kontaminace masa na jatkách	15
5.1 Omračování	15
5.2 Ošetření povrchu těla.....	16
5.3 Vykrvování	16
5.4 Bourání masa.....	17
5.5 Eviscerace a půlení.....	17
5.6 Kontaminující mikroorganismy	18
6. Boj proti nežádoucím mikroorganismům	18
6.1 Mechanické prostředky	19
6.2 Fyzikální prostředky	19
6.3 Chemické prostředky	19
7. Způsoby a metody konzervace masa vedoucí ke snižování mikroorganismů	20
7.1 Zchlazování masa	20
7.1.1 Teplota vzduchu	20

7.1.2	Proudění vzduchu.....	22
7.1.3	Vlhkost vzduchu	22
7.1.4	Mikroorganismy chlazeného masa.....	22
7.2	Zmrazování.....	23
7.2.1	Mrazírenské skladování masa	23
7.2.2	Mikroorganismy mraženého masa	24
7.3	Solení a nakládání	24
7.3.1	Mikroorganismy soleného a lakovaného masa	25
7.4	Tepelné opracování	25
7.5	Sušení masa.....	26
7.6	Uzení.....	27
7.7	Zrání.....	28
7.8	Fermentace.....	28
7.9	Vysokotlakové technologie	29
8.	Systém HACCP	30
9.	Legislativa	30
ZÁVĚR.....		32
SUMMARY		33
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY:		34

ÚVOD

Maso je oblíbenou složkou naší stravy. Především pro jeho senzorické vlastnosti a nutriční důvody. Z nutričního hlediska je velmi cenným zdrojem plnohodnotných bílkovin, vitaminů, nenasycených mastných kyselin a minerálních látek.

Maso z jatečných zvířat, drůbeže a ryb je typickou neúdržnou potravinou a může tedy velmi rychle podléhat mikrobiálnímu kažení. Je to dáno látkovým složením masa, zejména vysokým obsahem vody a bílkovin a dále nízkou kyselostí, což činí z masa prostředí velmi vhodné pro rozvoj mikroorganismů. Tuto skutečnost je třeba velmi důsledně respektovat v celé zpracovatelské vertikále jatečných zvířat a masa, ale i při jeho oběhu v tržní síti a při jeho uchovávání v domácnostech a v zařízením společného stravování (Ingr, 1996).

Mikroorganismy mají různou formu, jsou obvykle okem nepozorovatelné. Patří mezi ně bakterie, kvasinky a plísně. V souvislosti se zdravotními nebezpečími z potravin, je nutné zmínit také viry. Přítomnost mikroorganismů můžeme rozpoznat pouhým okem teprve tehdy, kdy se silně pomnožily. Poté mohou vytvářet kolonie a jejich činnost na povrchu masa způsobuje oslizlost nebo změnu barvy.

K regulaci kontaminace mikroorganismy používá masný průmysl různých způsobů a metod konzervace masa. Využívá tepelného opracování, zchlazování, zmrazování, solení a nakládání, sušení, uzení, fermentace a v současné době i vysokotlakové technologie.

1. Charakteristika mikroorganismů

Po fyziologické stránce jsou mikroorganismy velmi rozmanité. Jednotlivé skupiny se vzájemně liší svými nároky na výživu, na kyslík, i způsobem získávání energie (Šilhánková, 2002).

Kyzlink (1988) uvádí, že mikroorganismy, které způsobují skutečný rozklad neživých a dožívajících potravin, jsou zpravidla heterotrofní saprofyti. Organickou hmotu mikroorganismy enzymově rozkládají a přeměňují, a to buď na úplně jednoduché zplodiny, nebo aspoň na látky energeticky chudší, z nichž některé použijí a některé uvolňují do prostředí. Potraviny přicházejí do styku s nejrůznější mikrobiální kontaminací. K převládajícímu rozvoji jednotlivých druhů nebo skupin organismů dochází podle toho, jaký soubor životních podmínek potravina a její okolí vytvoří.

1.1 Bakterie

Velice významným znakem některých bakterií je schopnost vytvářet po předchozím intenzivním množení odolná stadia, zvaná spory. Spory umožňují bakteriím přežít nepříznivé životní podmínky. Spory se jeví jako světlolomná, obtížně barvitelná tělíška uvnitř buňky, obsahují hmotu, v níž je voda s největší pravděpodobností konstitučně vázána, takže jsou fyziologicky suché, a proto velmi odolné vůči účinkům teploty a jiných vlivů. Koky většinou nesporulují (Kyzlink, 1988).

Z konzervačního hlediska jsou rozhodující vztahy bakterií k potravinám jako prostředí a k zásahům z tohoto prostředí. Jestliže např. určité druhy prosperují lépe nebo výhradně v potravinách bohatých na sacharidy a jiné naopak v prostředí bohatém bílkovinami, nemusíme se jich za opačných podmínek buď vůbec obávat, nebo jsou zde aspoň méně nebezpečné. Podobně je tomu, pokud jde o nároky na minerální látky, kyslík, kyselost, teplotu aj. Zvláštní zdůraznění zaslouží velmi častá citlivost bakterií ke kyselosti a obecná poměrná nesnášenlivost k abnormálně zvýšenému osmotickému tlaku prostředí, obojí působí na bakterie škodlivěji než kvasinky a plísně (Kyzlink, 1988).

Mezi bakterie patří *Acinetobacter*, *Aeromonas*, *Bacillus*, *bacteroides*, *Campylobacter*, *Citrobakter*, *Clostridium*, *Corynebacterium*, *Enterobacteriaceace* (Kyzlink, 1988).

1.2 Plísňe

Plísňe je souborné označení pro heterotrofní mikroorganismy náležející mezi houby. Jsou přísně aerobní, rostou proto jen na povrchu potravin nebo ve vzduchových bublinách. U masa jejich podhoubí neproniká zpravidla hlouběji než 2 – 5mm. Na výživu jsou méně náročné než bakterie a mohou růst nejen v chladírenských teplotách kolem 0 °C, ale i v mrazárnách do teploty -10 °C až -12 °C. Na mase jsou častým nálezem a na skladovaných potravinách mohou způsobit značné škody a to nejen změnou sensorických a nutričních vlastností, ale především tvorbou fyziologicky aktivních až výrazně toxických metabolitů – mykotoxinů. Z velmi široké škály plísňí bývají na mase zastoupeny zejména rody *Penicillium*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Mucor*, *Alternaria*, *Cladosporium*, *Rhizopus* a další (Steinhauser et al., 1995).

1.3 Kvasinky

Kvasinky jsou jednobuněčné mikroorganismy různých tvarů, náležejících rovněž do kmene hub. Snadno štěpí především sacharidy, mohou rozkládat i organické kyseliny a tuky, mnohem méně dusíkaté látky, zejména bílkoviny masa a jejich význam jako mikroflóry masa je menší než bakterií, i když jejich nález na mase a masných výrobcích je častý a to zejména druhů *Debaryomyces*, *Saccharomyces*, *Cryptococcus* a *Trychosporon*. Při velkém pomnožení mohou kvasinky svou metabolickou činností rozložit potravinu tak, že vzniklé rozkladné produkty mohou ohrozit zdravý (Steinhauser et al., 1995).

1.4 Viry

Viry jsou nebuněčné organismy. V mase se nemohou reprodukovat, přenos virových onemocnění masem je však možný, neboť si v něm uchovávají dlouhou dobu infekční aktivitu (Steinhauser et al., 1995). K inaktivaci virů lze použít

především ultrafialové světlo a některé oxidační prostředky, jako je chlor a chlorované preparáty (Šilhánková, 2002).

2. Faktory ovlivňující růst mikroorganismů

Mikroorganismy v potravinách jsou ovlivňovány řadou činitelů, které souvisejí jednak se složením a enzymatickými pochody v potravinách a jednak s technologickými procesy, balením a skladováním. Patří mezi ně teplota, pH, aktivita vody, obsah živin, relativní vlhkost, oxidoredukční potenciál, biologická struktura, a jiné (Cempírková et al., 1997).

2.1 Teplota

Mikroorganismy jsou schopny růst ve velmi širokém teplotním rozmezí. Je uváděno, že nejnižší teplota, kdy byl ještě zaznamenán růst mikroorganismů je $-34\text{ }^{\circ}\text{C}$, zatímco nejvyšší růstová teplota přesahuje $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Mikroorganismy jsou schopny pomnožování při těchto extrémních hodnotách pouze v případě, že další růstové požadavky se blíží hodnotám optimálním. V běžném životě se zpravidla s takovými krajními možnostmi nesetkáváme. Chladírenské teploty mikroorganismy neničí, ale brzdí možnosti jejich rozmnožování. Schopnosti pomnožování se zmenšují s postupně klesající teplotou a při dosažení teplot nižších je minimální teplota růstu se mikroorganismu přestanou rozmnožovat vůbec. Příčinou je zastavení činnosti celé řady enzymů a změny v lipidové části cytoplazmatické membrány související se zpomalením transportu látek. Teploty blízko $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ však zvláště u psychrotrofních mikroorganismů nezastavují produkci enzymů. Chladírenské teploty mohou naopak vést u mnohých mikroorganismů i k jejich zvýšené enzymatické aktivitě (Steinhauser et al., 2005).

Šilhánková (2002) uvádí, rozdělení mikroorganismů podle vztahu k teplotě do tří hlavních skupin:

- a) Psychrofilní mikroorganismy mají optimální teplotu nižší než $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ a rostou ještě poměrně intenzivně při teplotě $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$, kdy na tuhé půdě vytvářejí z jediné buňky během dvou týdnů kolonii zjizvitelnou pouhým

okem. Patří jsem příslušníci rodů *Pseudomonas*, *Micrococcus*, *Flavobacterium*.

- b) Mezofilní mikroorganismy mají minimální teplotu vyšší než +5 °C a optimální teplotu nižší než +45 °C, představují většinu všech mikroorganismů. U bakterií se optimální teplota pohybuje nejčastěji kolem +37 °C u kvasinek a plísní kolem + 30 °C.
- c) Termofilní mikroorganismy mají optimální teplotu růstu +45 °C nebo vyšší, pro růst většiny z nich je optimální teplota +50 °C až +60 °C.

2.2 pH

Dalším významným faktorem ovlivňující údržnost masa je pH. Většina bakterií roste v různě širokém rozmezí pH (Steinhauser et al., 2005). Pro optimální růst většiny bakterií a kvasinek je toto rozmezí poměrně úzké, zatímco u většiny plísní je podstatně širší. Extrémní pH může mikroorganismy usmrtit (Šilhánková, 2002). Většina mikroorganismů roste nejlépe při pH hodnotách kolem 7. Jen málo z nich je schopno růst při pH 4 a níže, 9 a výše - tab. č.1 (Cempírková et al., 1997). Postmortální hodnota pH je ovlivněna množstvím kyseliny mléčné. Pokles pH na hodnoty 5,5 – 6,0 omezuje růst většiny psychrotrofních mikroorganismů. Svalovina zdravého zvířete poráženého bez výrazného stresového zatížení a s dostatečnými zásobami glykogenu dosahuje brzy po porážení hodnot pH pod 6,0. Nejnižší hodnota pH, která je během zrání masa dosažena se nazývá pH ultimate a závisí na celé řadě faktorů. Nízké pH může spolu s klesající teplotou omezit rozmnožování přítomných mikroorganismů. Naproti tomu u svaloviny zvířat, která má díky různým příčinám nízkou hladinu glykogenu nebo vzniklá kyselina mléčná je již intravitálně metabolizována (tzv. DFD maso), nedojde k uvedenému žádoucímu poklesu pH svaloviny a hodnota pH se pohybuje nad 6,0. Takovéto svaly potom nemají vytvořenou přirozenou bariéru a ke kažení dochází ve srovnání s masem s normálním průběhem zrání podstatně rychleji. Přítomné mikroorganismy, které nemají k dispozici snadno štěpitelné uhlohydráty, svými proteolytickými enzymy začnou štěpit proteiny a způsobují kažení masa (Steinhauser et al., 2005).

Tab. č. 1: Minimální a maximální hodnoty pH růstu mikroorganismů

Organismy	Min. pH	Max. pH
Bakterie	4 – 4,5	8,5 - 9
Kvasinky	2	8,5
Plísně	1,5	11

Zdroj: Cempírková et al., 1997

2.3 Vodní aktivita

Aktivita vody (a_w) představuje volnou vodu v potravinách, využitelnou pro mikroorganismy. Voda vázaná na bílkoviny, uhlohydráty nebo soli není pro mikroorganismy využitelná. Vodní aktivita ovlivňuje růst a metabolickou aktivitu mikroorganismů. Většina mikroorganismů se rozvíjí při vysokých hodnotách a_w (0,99 – 0,98) a jen málo druhů je schopno růst při nízké a_w - tab. č. 2 (Cempírková et al., 1997).

Tab. č. 2: Minimální hodnota a_w pro růst mikroorganismů v potravinách

Organismy	a_w
Bakterie kažení	0,91
Většina kvasinek	0,88
Většina plísni	0,8

Zdroj: Cempírková et al., 1997

Bakterie vyžadují pro svůj růst vyšší hodnoty vodní aktivity než plísně. Současně gramnegativní bakterie mají vyšší požadavky na dostupnost vody

než bakterie grampozitivní, což je dáno odlišnou stavbou buněčné stěny. Většina mikroorganismů má optimální vodní kapacitu v hodnotách 0,99 – 0,95. Při snižující se hodnotě se schopnost růst v závislosti na jiných faktorech významně snižuje. Musíme však počítat s tím, že naprostá většina druhů mikroorganismů přežívá v podmínkách pod minimálními hodnotami vodní kapacity a při jejím zvýšení může dojít k pomnožování mikroorganismů. Tento stav může u chlazeného masa nastat například při přidávání teplého masa k již masu vychlazenému, kdy se vodní páry vysráží na již vychlazeném povrchu a zvýší se vodní aktivita (Steinhauser et al., 2005).

2.4 Oxidoredukční potenciál

Oxidoredukční potenciál je dán přítomností oxidačních a redukčních činidel a je mírou stupně oxidace. Měří se v milivoltech a vyjadřuje se jako hodnota Eh. K oxidačním činidlům patří kyslík, dusičnany a peroxidy, k redukčním činidlům vodík. Technologicky se dá ovlivnit přidávkem redukujících substancí, balením ve vakuu nebo v řízené atmosféře. Eh je důležitým selekčním činitelem pro růst aerobních nebo anaerobních mikrobů (Steinhauser et al., 1995).

3. Výskyt mikroorganismů v mase

Ve svalech a krvi zdravých zvířat nebývají mikroorganismy. V orgánech, zvláště v trávicím traktu, v játrech, v plicích a v lymfatickém systému, se ovšem nalézají zcela pravidelně (Kyzlink, 1988). U nemocných zvířat a u zvířat se sníženou rezistencí nebo po stresových situacích před zabitím může být svalovina infikovaná různými mikroorganismy i za živa. Hlavní podíl mikroorganismů se ale dostane do masa v průběhu jatečního procesu, při jeho opracování a zpracování (Görner, Valík, 2004).

Infekce masa mikroorganismy nastává tedy obvykle při porážce povrchovým znečištěním a nasáváním infikovaného vzduchu od otevřených žil. Pokud by při některém technologickém nedopatření nebyla poražená zvířata včas vykolena, hrozí nebezpečí vstupu mikroorganismů do masa i ze střevního traktu. Stupeň infekce masa závisí na hygieničnosti jatek a jatečních manipulací. Mikroflóra, která

nalézá v maso životní prostředí, je velmi různá, hlavně jsou to bakterie, které postupně způsobují tzv. hnilobu masa (Kyzlink, 1988).

Na mikroorganismy v maso lze pohlížet z několika aspektů. Tím základním je, zda mohou být člověku prospěšné, zda mu škodí tím, že kazí maso anebo zda mohou ohrožovat lidské zdraví nebo dokonce i život konzumentů (Ingr, 1996).

Patogenní mikroorganismy (choroboplodné) – vyvolávají onemocnění člověka přímo (např. salmonely) nebo produkcí toxinů (např. *Clostridium botulinum* produkuje, dříve označovaný jako klobásový jed). Producenti masa a masných výrobků jsou povinni zajistit v tomto smyslu zdravotní nezávadnost svých produktů, především nepřítomnost patogenů v nich. Zejména je nutné důsledně vyšetřovat suroviny určené pro výrobu syrových trvanlivých salámů například vepřové půlky určené na výrobu loveckého salámu musí být předem vyšetřeny na nepřítomnost salmonel (Ingr, 1996).

4. Formy mikrobiálního rozkladu potravin

Mikrobiální kažení masa je zcela nežádoucí, poněvadž kazící se a zkažené maso je nepoživatelné (Ingr, 2003). Vznikají nežádoucí, často nepříjemně chutnající, páchnoucí, či dokonce zdraví škodlivé zplodiny. Mimoto také dochází ke značným ztrátám výživných látek a energie v nich poutané (Kyzlink, 1988). Velká náchylnost masa ke kažení je dána jeho složením, zejména vysokým obsahem vody, který u libové svaloviny činí kolem 75 %. Maso je tedy potravinou velmi neúdržnou. Svalovina zdravých a v dobré fyzické kondici poražených zvířat je prakticky sterilní. Okyselení masa kyselinou mléčnou v první fázi autolýzy činí maso odolným proti napadení mikroorganismy zvenčí, poněvadž ve fázi rigor mortis klesá pH masa na hodnoty kolem 5,5 přičemž hodnoty nižší než 6,0 působí bakteriostaticky. Jakmile se pH masa ve fázi zrání zvýší nad hodnotu 6,0, mikrobiální kažení se začne rozvíjet a to velmi dynamicky. Normální kažení masa má tři na sebe navazující fáze - povrchové osliznutí, povrchovou hnilobu a hlubokou hnilobu. Uživatel či zpracovatel musí maso vhodně uplatnit dříve, než se projeví první sensorické příznaky mikrobiálního kažení jako je osliznutí, nepříjemný pach nebo barevná změna masa (Ingr, 2003).

Při mikrobiálním procesu, nejde nikdy o jediný biochemický pochod, nýbrž vždy o několik postupně následujících nebo i současně probíhajících pochodů, z nichž některý převládá. Vedlejší procesy ovlivňují mnohdy svými zplodinami jakost potravin nepříznivěji než hlavní děj. Převládající procesy se navenek rozličně projevují a bývají často příznačné i pro skupiny mikroorganismů, které je vyvolávají. Obvykle rozlišujeme povrchové změny potravin – plesnivění, houbové hniloby, kvašení, hnití a tlení (Kyzlink, 1988).

4.1 Plesnivění

Jako plesnivění se obvykle označuje porůstání potravin či jiných hmot drobnými i souvislými koloniemi rozličných plísň. Porosty bývají nejprve bělavé, vatovité, později nabývají známých, zpravidla zelenošedých až temných, ale i nápadnějších barev (žluté, oranžové). Počáteční stadia plísň nalézáme někdy i pod hladinou kapalin jako lehký, vatovitý chumáč. Mnohé plísně se projevují i specifickým pachem. Nejčastějšími původci plesnivění jsou příslušníci rodů *Penicillium*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Mucor* aj. Plísně dobře rostou na vlhkých potravinách nebo na potravinách uložených ve vlhkém, klidném vzduchu (Kyzlink, 1988).

4.2 Kysnutí masa

Je to kombinovaný proces, při němž maso a jiné jateční výrobky mění pH v kyselém směru, zbarvují se do šeda, měknou a nepříjemně kysle páchnou. Nejčastěji bývají napadena játra a masné výrobky obsahující škroboviny. Původci jsou některé anaerobní bakterie, například *Clostridium putrefaciens*. Zřídka se na čerstvém masu vyskytují i kvasinky, a to jako spolutvůrci při ovinutí suchého povrchu (Kyzlink, 1988).

4.3 Hnití masa (proteolýza)

Je vyvolána mnoha druhy bakterií a jejich proteolytickými enzymy. Hnití masa nastupuje razantně po fázi zrání masa, kdy se jeho pH přesouvá k neutrální oblasti. Nejříve se projevuje povrchovým osliznutím, dále povrchovou až hlubokou

hnilobou. Zvláštní formou kažení masa je zapaření, dále ložisková hniloba a hnití masa od kosti (Ingr, 2005).

Kyzlink(1988) uvádí, že hniloba masa může mít podle druhu mikrobiálních původců dvě typické formy – aerobní a anaerobní.

Aerobní hniloba počíná na povrchu masa, proniká poměrně zvolna do hlubších vrstev a má 3 fáze. V první se mikroorganismy (aerobové) množí a maso nevykazuje zřetelné změny. Ve druhé fázi začíná maso páchnout, jeho barva se mění, objevují se zřetelné kolonie a povrch masa se rozpadá. Reakce se zvolna stává alkalickou. Uvnitř může být maso ještě zdravé. Teprve ve třetí fázi postupuje hniloba do hloubky a nastává energický rozklad bílkovin za mohutného rozvoje tyčinkovitých bakterií (Kyzlink, 1988).

Anaerobní hnití vyvolávají bakterie, které vznikly zpravidla po krevních cestách dovnitř masa buď při porážce, nebo z trávicího traktu. Jde o nemnohé druhy obligátních a fakultativních anaerobů, zejména *Clostridium lentoputrecens*, *Clostridium putrefaciens* (Kyzlink, 1988).

Obě formy hniloby probíhají nejčastěji současně, přitom se vlivem měnících se podmínek pozměňuje i charakter převládající mikroflóry (Kyzlink,1988).

5. Mikrobiální kontaminace masa na jatkách

U zdravých zvířat v dobré kondici se dá předpokládat, že v okamžiku porážky je svalovina a tkáň jatečných zvířat prakticky sterilní. Technologické operace porážení zvířat však svalovinu a orgány kontaminují. Přítomné mikroorganismy se na povrchu masa postupně množí a během uchovávání masa se významně podílí na jeho kažení. Proto je snahou veškeré technologické operace porážení po stránce hygienické modifikovat tak, aby kontaminace mikroorganismy byla co nejmenší (Steinhauser et al., 2005).

5.1 Omračování

Zvířata jsou usmrcena ztrátou krve po předchozím omračování. Důvodem pro omračení je ochrana zvířat proti týrání, usnadnění manipulace se zvířaty. Vzhledem k tomu, že krev je vhodným prostředím pro růst mikroorganismů a snižuje

údržnost masa, je třeba, aby při následující operaci – vykrvení – ze zvířete vyteklo co možná nejvíce krve. Proto se obvykle uchovává v činnosti krevní oběh, který je řízen centry v prodloužené míše, při správném omráčení nejsou tato místa zasažena (Kadlec et al., 2009).

5.2 Ošetření povrchu těla

Povrch těla jatečných zvířat je kryt kůží, která se musí dále odstranit, stáhnout nebo ošetřit tak, aby byla zbavena z větší části mikrobiální kontaminace. Stahování kůže musí probíhat šetrně, aby se kůže příliš nevytahala, nepoškodila a nedocházelo k vytrhávání svaloviny a tukové tkáně z podkožních vrstev, zároveň je nutné zajistit, aby se neznečistil (nekontaminoval) povrch masa (Kadlec et al., 2009).

5.3 Vykrvování

Při vykrvování zvířat nesterilní vykrvovací nože nejčastěji kontaminované povrchem kůže přenášejí mikroorganismy do svaloviny. Bakterie se dostávají nejen do vykrvovacího vpichu, ale je dokázáno, že se krevními cestami mohou rozšířit po celém těle. Proto je technologický prvek vykrvení, zvláště u skotu při těžení krve pro potravinářské účely, členěn na napravovací řez kůží krku a následný vykrvovací vpich. Povrch těla je přirozeně kontaminován velkým množstvím mikroorganismů včetně rozšířených patogenů. Při ručním předpracování kůží, uvolňování kotů, šlach k zavěšení těla a při stahování kůží dochází vždy k určitému stupni kontaminace povrchu svaloviny. Jedinou prevencí o mezení této kontaminace je vysoký stupeň hygieny práce dělníků a vysoký standard hygieny provozu (Steinhauser et al., 2005).

Po omráčení zvířat, které podstatně nemění skladbu mikroorganismů v mase, nastává vykrvení. Rychlý pokles tlaku v cévním systému, který nastane po vpichu nože, je rozdílný proti tlaku v zažívacím aparátu. Mikroorganismy střevního obsahu jsou takto nasávány přes střevní sliznici do lymfatických cest, do kapilár vrátnice, do jater a do lymfatických uzlin střev a jater. Jaterní žílou a zadní dutou žílou se dostává infikovaná krev do srdce a odtud činností levé srdeční komory je ještě během vykrvování vháněna do velkého krevního oběhu a zůstává i v malých svalových kapilárách. Při vykrvování může počet mikroorganismů stoupnout např. ze 100 až 200/ ml na 1 000/ ml v průběhu třech minut. U zvířat nedokonale vykrvených,

v důsledku menší únavy před porážením, pronikají aerobní mikroorganismy po silné únavě i anaerobní mikroorganismy. Tímto způsobem se mohou do masa dostat salmonely, *Cl. perfringens*, *Cl. botulinum* atd. (Šilhánková, 2002).

5.4 Bourání masa

Důležitou podmínkou při bourání je dodržení hygieny. Při řezání masa se na jeho povrch, zejména na řezné plochy, dostávají mikroorganismy stykem s rukama pracovníků, noži a dalšími nástroji i vzdušnou kontaminací. Je proto nutné omezit možnosti kontaminace (časté mytí rukou a pracovních nástrojů) i snížit na minimum ohřev masa a dobu setrvání masa při zvýšené teplotě. Teplota v bourárně by měla být z hlediska množení mikrobů co možná nejnižší, na druhé straně je třeba zajistit přiměřené pracovní podmínky. Maso by mělo mít teplotu +5 °C až +10 °C, bourárna pak teplotou nižší než +12 °C (Kadlec et al., 2009).

5.5 Eviscerace a půlení

Eviscerace znamená odstranění trávicího traktu a orgánů tělních dutin, u jatečných zvířat se mluví o vykolení, u drůbeže o kuchání, u zvěřiny o vyvrhnutí. Jde o náročné operace, kdy je třeba zabránit možné mikrobiální kontaminaci při případném poškození trávicího traktu (Kadlec et al., 2009).

Vykolování je nejrizikovější technologickou operací čisté části porážky zvířat. Při nedodržování předepsaných technologických postupů jako je podvázání jícnu a konečníku u velkých jatečných zvířat může dojít k potřísnění povrchu svaloviny obsahem trávicího traktu nebo poškození celistvosti střevní stěny prokolením. Střevní obsah obsahuje velké množství bakterií, které pokud se dostanou na povrch svaloviny svojí metabolickou aktivitou nejenom podstatně snižují údržnost masa, ale jsou i rizikem zdravotním. Střevní obsah všech zvířat velmi často obsahuje patogenní mikroorganismy a to především salmonely kampylobaktery. Rizika kontaminace jatečných těl je velice aktuální nejen u manuálních operací velkých zvířat, ale i u automatických eviscerátorů drůbeže. Riziko kontaminace se vždy zvyšuje u všech druhů zvířat při nedostatečném vyláčení před porážkou (Steinhauser et al., 2005).

Mikrobiální znečištění masa může nastat i nesprávným vykolením. Nejčastější chyby vznikají prodloužením doby mezi vykrcením a vykolením, čímž nastává pronikání mikroorganismů z trávicího ústrojí až do masa. Dále umožněním přímého styku obsahu zažívacího traktu s masem. Ve střevech jsou mikroorganismy, včetně koliformních a spirálujících mikroorganismů, přítomny v milionových koncentracích. I při stahování kůže může dojít ke kontaminaci masa mikroorganismy, jejichž počet i u relativně čistých kůží jde do 100 milionů na 1cm² (Šilhánková, 2002).

5.6 Kontaminující mikroorganismy

Spektrum mikroorganismů nacházejících se na povrchu masa je velmi široké. Mezi nejčastěji izolované druhy z gramnegativních bakterií patří příslušníci rodů *Acinetobacter*, *Aeromonas*, *Alcaligenes*, *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Moraxela*, *Pseudomonas*, *Escherichia*, *Serratia*, *Psychrobacter*, *Shewanella* a *Yersinia*. Z grampozitivních bakterií jsou velmi často nacházeny druhy jako *Bacillus*, *Brochotrix*, *Carnobacteriu*, *Micrococcus*, *Microbacterium* a *Lactobacillus*. Většina mikroorganismů, které se vyskytují v prostředí porážek a na povrchu masa a orgánů patří mezi mezofilní mikroorganismy. Mezofilní mikroorganismy rostou mezi +20 °C až +45 °C (Steinhauser, 2005).

6. Boj proti nežádoucím mikroorganismům

Většina potravin je vhodnou živnou půdou pro mikroorganismy, a proto musí být proti jejich rozkladné činnosti během zpracování, skladování a distribuce chráněna. Navíc nesmějí být potraviny nositeli patogenních ani toxinogenních mikroorganismů, které by mohly ohrozit zdraví konzumenta. V boji proti činnosti nežádoucích mikroorganismů v potravinářském průmyslu se používají fyzikální i chemické prostředky a jejich kombinace. Navíc je zapotřebí zachovávat přísné hygienické zásady, aby nedošlo ke kontaminaci potravin patogenními ani jinými mikroorganismy, ani k jejich pomnožení v potravinách. Pracovníci musí dbát na čistotu rukou a oděvu (Šilhánková, 2002).

6.1 Mechanické prostředky

K mechanickým prostředkům boje proti mikroorganismům náleží odstraňování prachu, nečistot a zbytků organického materiálu z provozoven, tj. ze strojů a ostatního zařízení, stěn i podlah. Důležité je odstraňování zbytků organického materiálu také z méně přístupných míst, aby se tam netvořila ložiska, v nichž by se mikroorganismy silně pomnožovaly (Šilhánková, 2002).

6.2 Fyzikální prostředky

Z fyzikálních prostředků se nejvíce uplatňuje vlhké teplo, ať už do +100 °C při pasteraci nebo tepelné konzervaci kyselých potravin.

Filtrace slouží hlavně k odstranění mikroorganismů ze vzduchu používaného pro klimatizaci a také pro sterilaci vzduchu určeného k aeraci při fermentačních výrobcích. Vzduch v provozovnách se také někdy čistí elektrostatickým srážením částic prachu a přítomných mikroorganismů tak, že se aerosol vystaví vlivu silného elektrického pole.

Ultrafialové záření se používá především pro povrchovou sterilaci a sterilaci prostorů, jež jsou z mikrobiologického hlediska zvláště choulostivé, jako jsou očkovací boxy a prostory aseptického balení potravin (Šilhánková, 2002)

6.3 Chemické prostředky

Chemické prostředky používané v boji proti nežádoucím mikroorganismům nesmějí nepříznivě ovlivňovat chuť potravin, výrobní prostředí, zdraví zaměstnanců nebo konzumentů ani poškozovat výrobní zařízení. Jejich účinnost má mít co nejširší spektrum a nemá klesat během uchovávání. Používají se silné kyseliny i silné zásady, protože poškozují buněčnou stěnu i cytoplazmatickou membránu buněk. Pro svůj agresivní účinek se uplatňují velmi vzácně. Častěji se používá hašená vápno pro dezinfekci (Šilhánková, 2002).

7. Způsoby a metody konzervace masa vedoucí ke snižování mikroorganismů

7.1 Zchlazování masa

Maso se musí z hygienických důvodů po porážce jatečného zvířete co možná nejrychleji zchladit. Chlazení však vyvolává chemické a fyzikální změny. Probíhá-li chlazení příliš rychle nebo také příliš pomalu, ovlivňuje to kvalitu masa. Negativně může být takto postížena zejména ztráta odkapem a křehkost masa (Honikel, Joseph, 2007).

Cílem zchlazení masa je zpomalení množení mikroorganismů a tím prodloužení údržnosti a zajištění zdravotní nezávadnosti masa. Vedle sušení jde o jeden z nejstarších konzervačních metod masa. Správné vychlazení masa je závislé na několika základních podmínkách, z nichž nejdůležitější jsou teplota, rychlost proudění a vlhkost chladicího vzduchu a samozřejmě také velikost, teplota, biochemické vlastnosti a stupeň mikrobiální kontaminace masa (Steinhauser et al., 2005).

Inhed po jatečním opracování musí být maso vychlazen, aby se zabránilo jeho zkáze. V EU se požaduje, aby maso bylo vychlazen na teplotu pod +7 °C, pro jeho delší údržnost je však třeba ho uchovávat při teplotách kolem 0 °C. Během chladírenského skladování se na jedné straně musí zabránit růstu psychrofilních mikroorganismů, což vyžaduje udržování pokud možno nízké relativní vlhkosti vzduchu, na druhé straně s ohledem na hmotnostní ztráty je snaha držet relativní vlhkost vzduchu co možná nejvýše. Jsou proto voleny vždy určité kompromisy. Rychlost zchlazování by měla být z hlediska údržnosti co možná nejvyšší, je však limitována tzv. chladovým zkrácením, což je biochemický děj, který při nadměrně rychlém chlazení způsobí, že se maso stane (nezvratně) tuhým (Kadlec et al., 2009).

7.1.1 Teplota vzduchu

Teplota vzduchu je nejdůležitějším faktorem pro správné zchlazování masa. Moderním způsobem zchlazování masa jsou chladírny. Existuje několik systému

zchlazování masa, které se vzájemně liší používanou teplotou, relativní vlhkostí a rychlosti proudění vzduchu (Steinhauser et al., 1995).

Rychlozchlazovny

Jsou založeny na jednorázovém naskladnění půlek nebo čtvrtí do předchlazené chladírny, její uzavření a rychlém vychlazení masa. Teplota vzduchu v těchto typech chladíren se pohybuje od $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $+2\text{ }^{\circ}\text{C}$ při relativní vlhkosti vzduchu 85- 95% a proudění vzduchu od 0,5 – 3 m/sec. Pokles teploty masa je pozvolný takže mohou probíhat biochemické změny v mase předcházející nástupu rigoru morfia a současně je teplota dostatečně nízká, aby se zamezilo pomnožování mezofilních a případně i patogenních mikroorganismů. Doba potřebná k vychlazení vepřových půlek na požadovanou teplotu $+7\text{ }^{\circ}\text{C}$ v jádře je asi 12-24 hodin a hovězího masa 18-36 hodin. Takto vychlazené maso může být expedováno, bouráno nebo chladírensky skladováno (Steinhauser et al., 1995).

Ultrarychlé zchlazování

Jinou možností zchlazování masa je ultrarychlé (šokového) zchlazování. U nás se tento systém budoval jako součást masokombinátů s velkými kapacitami porážek. Výhodou šokového zchlazování masa je možnost kontinuálního naskladňování chladíren a zkrácení doby zchlazování asi o jednu třetinu. Nevýhodou je poměrně značná energetická náročnost a možnost vzniku vady zkrácení masa chladem (Steinhauser et al., 1995). O ultrarychlém chlazení se hovoří tehdy, jestliže se v jatečně upraveném těle (půlka nebo čtvrt') nebo vybouraném mase dosáhne do 5 hodin po porážce teploty $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ a nedojde k poklesu teploty pod $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Problémy způsobuje špatná tepelná vodivost masa, kdy např. u hovězího jatečně upraveného těla je tento rychlý pokles teploty možný jen v povrchových vrstvách. Řešením je například bourání v teplém stavu, což zase naráží na nebezpečí tvorby krystalků ledu, tj. mražení masa (Lepešková, 2002).

Při tomto způsobu zchlazování se maso chladí ve dvou fázích, kdy první sekce má teplotu v rozmezí od $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$, vysokou relativní vlhkost a proudění vzduchu 2-4 m/s. Maso je v této části 2 hodiny a během této doby dojde k rychlému zchlazení povrchových vrstev masa, zatímco maso v hloubce má ještě vysokou teplotu (kolem $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$). Díky vysoké relativní vlhkosti jsou hmotnostní ztráty malé i přes rychlé proudění vzduchu. V druhé části, kde je teplota kolem $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ a nízká

rychlost proudění vzduchu, dojde díky velkému teplotnímu rozdílu povrchových a vnitřních vrstev masa k rychlému vychlazení kusů na požadovanou teplotu +7 °C v jádře (Steinhauser et al., 1995).

7.1.2 Proudění vzduchu

Pro rychlé a kvalitní zchlazování masa se dnes používají rychlochlazovny s velmi intenzivním prouděním vzduchu. Jde o systém komorový nebo tunelový. Komorový má nevýhodu postupného naskladňování a využívá se jenom u malých výrobních kapacit. Tunelový systém je kombinovaný s nuceným posunem jatečně opracovaných těl prstovým nebo pásovým dopravníkem. V tomto systému je zaručeno optimální proudění vzduchu kolem všech těl, jejich setrvání v prostoru stejnou dobu a chlazení ihned po porážce bez prodlevy naskladňování komor. Samozřejmě odpadá i namáhavá manuální práce tlačení, rizika, kontaminace a chyb. V rychlochlazovnách však dochází k vyšším hmotnostním ztrátám. Z hygienického hlediska je však rychlé oschnutí povrchu částí ideální pro zamezení růstu mikroorganismů (Steinhauser et al., 1995).

7.1.3 Vlhkost vzduchu

Vlhkost vzduchu má přímý vliv na utváření vlastnosti povrchu masa podmiňujících životní pochody přítomných mikroorganismů a jejich rozmnožování. Vlhkost vzduchu je podmíněna přítomností vodních par, které podobně jako ostatní plynné složky vzduchu mají svůj parciální tlak. Čím nižší je teplota, tím nižší je tlak sytých vodních par ve vzduchu a naopak. Příliš vysoká vlhkost podporuje růst mikroorganismů v chladírenských podmínkách a zrychluje průběh hydrolytických pochodů (Steinhauser et al., 2005).

7.1.4 Mikroorganismy chlazeného masa

Mikrobiologické poměry při chlazení masa jsou závislé na teplotě, relativní vlhkosti pohybu vzduchu při chlazení, na kvalitě masa a na počtu a složení mikroorganismů masa na začátku chlazení. Rozmnožování mikroorganismů omezuje zasychání povrchu masa. Hodnota čerstvého masa po jatečném opracování je

podstatě vyšší. Během skladování dochází v chlazeném masu ke kvalitativním i kvantitativním mikrobiálním změnám. Začínají se rozmnožovat psychotrofní mikroorganismy, zatímco mezofilní mikroorganismy přestávají růst. Převažují zde rody *Pseudomonas* a *Alcaligenes*, v menší míře se vyskytují *Serratia*, *Flavobacterium*, *Micrococcus*, z plísní rody *Penicillium*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Rhizopus* (Cempírková et al., 1997).

7.2 Zmrazování

7.2.1 Mrazírenské skladování masa

Konzervace masa zmrazováním patří mezi nejvýhodnější metody pro dosažení dlouhodobé uchovatelnosti masa a jiných potravin. Mikroorganismy při nízkých teplotách omezují nebo zastavují svoji činnost, ale snášejí i velmi nízké teploty bez poškození, zejména se to týká sporotvorných bakterií, plísní a některých kvasinek (Ingr, 1996).

Maso se může zmrazit a uchovávat zmrazené po dlouhou dobu. Při běžné teplotě -18 °C se obvykle skladuje hovězí maso po dobu jednoho roku a vepřové půl roku. Při mrazírenském skladování dochází ke zhoršení jakosti v důsledku sublimace vody z povrchových vrstev, ke změně barvy v důsledku oxidace hemových barviv a ke změně aromatu při oxidaci tuků (Ingr, 1996).

Při zmrazování dochází k postupné přeměně vody na ledové krystalky. Ve zbytkovém roztoku se zvyšuje koncentrace solí, čímž se snižuje teplota tuhnutí tohoto roztoku a je bržděna činnost mikroorganismů v důsledku snížené aktivity vody. U normálního libového masa začíná mrznout voda při teplotě přibližně $-1,5\text{ °C}$. Od této teploty začíná voda v masu vymrzat, avšak ne zcela, nýbrž v závislosti na teplotě vždy jen částečně. V důsledku stále se zvyšující koncentrace soli ve zbytkovém roztoku klesá aktivita vody a mikroorganismy jsou více bržděny ve svém množení. Voda, která je zamrzlá v krystalech, není totiž mikrobům přístupná. Pro kvalitu mrazírensky skladovaného masa má význam rychlost zmrazování, která ovlivňuje tvorbu krystalů ledu (Kadlec et al., 2009).

Minimální teploty, při nichž se mohou mikroby množit, jsou pro bakterie -1 °C až -3 °C , pro kvasinky -7 °C až -10 °C a pro některé plísně -12 °C až -15 °C .

Tolerance vůči teplotě souvisí s tolerancí ke snížení aktivity vody ve zbytkovém roztoku po vymrzání vody (Pipek, Jirotková, 2001).

7.2.2 Mikroorganismy mraženého masa

Maso se zmrazuje při teplotách cca -30 °C a skladuje při -18 °C. Při těchto teplotách se žádné mikroorganismy nerozmnožují. Skladba mikroorganismů závisí tedy především na počtu a druhu mikroorganismů, které se v masě nacházely v době zmrazování a také na tom, jak přežívají tyto mikroorganismy v době skladování masa při mrazírenských teplotách - tab. č. 3 (Cempírková et al., 1997).

Tab. č. 3 : Výskyt mikroorganismů v mraženém mase

Mikroorganismy	%
Grampozitivní koky	48
Kvasinky	16
Gramnegativní tyčinky	15
Plísně	10
Sporotvorné grampozitivní tyčinky	8

Zdroj: Cempírková et al., 1997

7.3 Solení a nakládání

Sůl odnímá z masa vodu, snižuje vodní aktivitu, zvyšuje osmotický tlak a tím vytváří prostředí nevhodné pro fyziologickou činnost některých mikroorganismů. Mikroorganismy jsou na sůl různě citlivé. U některých tzv. haloflních je určitá koncentrace soli nezbytná k jejich růstu. Halotolerantní mikroby vyžadují přítomnost 2 – 5 % soli (sem patří většina hnilobných bakterií). Halofilní 5 – 20 % a halorezistentní 20- 30 % soli v prostředí. Salmonely přežívají při čtyř až pětiprocentní koncentraci soli v masě 4 - 6 měsíců, bakterie červenky 30 dní.

Brucella suis 21 dní, virus moru prasat a slintavky a kulhavky nejen není poškozován, ale je dlouhodobě konzervován (Steinhauser et al., 1995).

Mikroflóru nakládaného masa tvoří převážně halotolerantní a halofilní mikroflóra zastoupená především mikrokoky, streptokoky, flavobakteriemi, laktobacily, pseudomonadami a koliformními mikroby (Steinhauser et al., 1995).

7.3.1 Mikroorganismy soleného a lakového masa

Skladba mikroorganismů u tohoto druhu masa závisí především na pH masa, vodní aktivitě, koncentrací solících směsí a na teplotě, při které se maso skladuje. U nakládaného masa je nutno počítat i s přítomností patogenních mikroorganismů, zejména tehdy, není-li dodržena hygiena a technologie výroby. Jsou to mikroorganismy z rodu *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium botulinum*, aj. V nakládaném mase se vyskytují častěji i kvasinky z rodu *Sacharomyces*, *Debaryomyces*, *Candida*, *Torulopsis* (Cempírková et al., 1997).

7.4 Tepelné opracování

Metody tepelného opracování

Pasterizace je metoda rozsáhlého ničení mikroorganismů. Pasterizace je ohřátí na +68 °C až +85 °C, teplota je závislá na druhu potraviny. Velká část mikroorganismů je usmrcena. Výrobek má kratší trvanlivost

Sterilizace je ohřátí pod tlakem vodní párou minimálně na +120 °C. Dojde k usmrcení mikroorganismů a inaktivaci enzymů. Tím je zaručena dlouhá trvanlivost. Používá se u plechovek.

Tepelné opracování má zajistit údržnosti výrobku, vytvořit příslušnou strukturu i upravit chuť, vůni, barvu a celkový vzhled výrobku. Pro dosažení údržnosti masných výrobků se dosud požaduje takový záhřev, kdy je dosaženo minimálně pasteračního účinku, který je ekvivalentní působení teploty +70 °C ve středu výrobku po dobu nejméně 10 min (Kadlec et al., 2009).

Teploty vyšší než maximální hranice růstu mikroorganismy poškozují až usmrcují. Mikrobiální populace v potravině však není nikdy generačně vyrovnaná a vždy jsou zde přítomny mikrobiální buňky v různé růstové fázi, tedy různě odolné. Usmrcování všech buněk v populaci nenastává proto současně, jednorázově, ale probíhá jako kontinuální proces tak, že za daných teplotních podmínek odumírá v určitém časovém úseku vždy jen určitý podíl populace (Steinhauser et al., 1995).

Tepelné opracování při teplotách pod +100 °C neusmrcuje spolehlivě všechny mikroorganismy a výrobky je nutno chránit před zkázou uchováním za chladírenských teplot nebo kombinací s jinými inhibitory bakterií, např. úpravou pH, solením, uzením, sušením. Ani sterilačními teplotami nad +100 °C, použitelnými pro masné výrobky, nelze vždy zajistit absolutní sterilitu (Steinhauser et al., 1995).

Tepelnou rezistenci mikroorganismů a tím i výsledek tepelného opracování ovlivňuje řada faktorů, zejména:

- a) Množství a druhy přítomné mikroflóry. Čím více je surovina mikrobiálně kontaminována, tím delší doby je potřeba k devitalizaci přítomných mikrobů
- b) Typy mikroorganismů. Bakteriální spóry jsou vysoce rezistentní, vegetativní bakterie, kvasinky a plísně jsou usmrcovány již v rozmezí teplot +70 °C až +80 °C
- c) pH. Rezistence mikroorganismů se snižuje při pH pod 6 a nad 8
- d) Obsah vody. S klesajícím obsahem vody tepelná rezistence mikroorganismů stoupá (Steinhauser et al., 1995).

Po záhřevu je nutné výrobky řádně vychladit (kombinace studeného vzduchu a sprchování vodou), čímž se jednak rychle překoná kritická oblast +20 °C až +40 °C, při které může docházet k pomnožení případně přežívajících mikroorganismů, nebo dokonce mohou vyklíčit a pomnožit se sporuláty (Kadlec et al., 2009).

7.5 Sušení masa

Sušení je tradiční konzervační zákrok, kdy snížením aktivity vody pod určitou mez je omezena nebo zastavena činnost mikroorganismů. Jen malé množství mikrobů se však sušením usmrtí, takže mohou přežít i patogenní zárodky. Kromě samotného sušení přispívá k dosažení potřebné údržnosti i řada doplňujících zákroků,

kteře jsou se sušením různě kombinovány. Jde zejména o solení, využití snížené teploty, tepelné opracování a uzení. Vhodný obal chrání výrobek před rekontaminací (Pipek, Jirotková, 2001).

Sušení musí probíhat za rovnováhy mezi odparem vody z povrchu a migrací vody z vnitřních vrstev k povrchu. Pokud by došlo k zaschnutí povrchu zabránilo by se dalšímu odpařování, materiál by byl nerovnoměrně vyschlý a mohlo by i dojít k mikrobiální zkáze, začínající v oblasti kde zůstává vlhkost příliš vysoká (Pipek, Jirotková, 2001).

7.6 Uzení

Ingr (1996) uvádí rozdělení způsobů uzení podle teploty kouře na uzení studeným, teplým nebo horkým kouřem.

- a) Uzení studeným kouřem (teplota kolem +20 °C) se používá při uzení syrových trvanlivých masných výrobků. Zauzování se děje pozvolna a přerušovaně během zracího procesu a trvá několik dní. Většinou se uskutečňuje ve zracích komorách (Ingr, 1996).

Studený kouř u tepelně neopracovaných výrobků typu čajovek významně omezuje rozvoj zejména proteolytické a patogenní mikroflóry a vytváří vhodné podmínky pro činnost kyselinotvorných (kulturních) grampozitivních mikrobů. Při správném a dostatečně dlouho působícím uzení zajišťujícím, aby složky kouře pronikly v dostatečné koncentraci do všech částí výrobků, je studený kouř významným faktorem zajišťujícím spolu s nízkou teplotou, obsahem soli a dusitanů, zvýšení údržnosti a snížení zdravotní rizikovosti těchto výrobků (Steinhauser et al., 1995).

- b) Uzení teplým kouřem (teplota kolem +60 °C) se uplatňuje u slaniny a syrových uzenných mas, v zahraničí i u některých typů salámů.
- c) Uzení horkým kouřem (+80 °C až +90 °C) se uplatňuje u většiny masných výrobků. Uzení horkým kouřem je současně i tepelným opracováním

výrobků, které zajišťuje jejich údržnosti. Probíhá ve třech fázích – osoušení, uzení a dovážení (Ingr, 1996).

Uzení zvyšuje účinek teploty na mikroby. Při stejných teplotách má uzení horkým kouřem výraznější antimikrobiální efekt než tepelné opracování bez kouře, a to jak na saprofytickou mikroflóru, tak zejména patogenní mikroby. Kouř působí na mikroby jednak přímo, jednak nepřímo. Přímý účinek spočívá v působení řady chemických látek, obsažených v kouři a uplatní se jen v těch částech výrobku, kam při uzení zplodiny kouře pronikly. Nepřímý účinek je dán jednak sušícím efektem v průběhu uzení a při uzení horkým kouřem i teplotou (Steinhauser et al., 1995).

7.7 Zrání

V průběhu zracích pochodů se vytváří cíleným pomnožením kyselinotvorných, zpravidla kataláza negativních mikroorganismů a jejich biochemickou činností prostředí, které inhibuje až devitalizuje přítomné hnilobné a patogenní mikroby. Zracími pochody se tak výrazně prodlužuje trvanlivost výrobků a snižuje se i jejich zdravotní rizikovost. Z původních alimentárních onemocnění při správném průběhu zracích procesů se salmonely nejen nepomnožují, ale jsou postupně devitalizovány, klostrida se rovněž nepomnožují, ani netvoří toxin. *S. Aureus*, pokud nedošlo k rychlému okyselení hned v první fázi zrání se může pomnožovat a v povrchových vrstvách výrobku za přístupu kyslíku tvořit toxin.

K výrobě tepelně neopracovaných masných výrobků je tedy nutné používat maso ze zdravých zvířat, řádně vychlazené a minimálně mikrobiálně kontaminované, v němž při mikrobiologickém vyšetření nebyli zjištěny patogenní mikroby (Steinhauser et al., 1995).

7.8 Fermentace

Fermentací se zajišťuje údržnosti u výrobků, které nejsou tepelně opracovány. Jde o proces, kdy činností mikroorganismů (bakterie mléčného kvašení – hlavně laktobacily) jsou zkvašovány cukry na organické kyseliny, zejména kyselinu mléčnou. Snížením pH se zabrání růstu hnilobných mikroorganismů a zajišťuje se

údržnost. Ke zvýšení údržnosti pak přispívá i snížení aktivity vody (přídavkem soli i sušením) a konzervační složky kouře (Kadlec et al., 2009).

Snížením pH se zároveň zpevní struktura (denaturace svalových bílkovin v okolí izoelektrického bodu) a stabilizuje se barva. Činností výše uvedených i dalších mikroorganismů (zejména mikrokoků) vznikají četné sensoricky aktivní látky, které pak dávají vznik chuti a aromatu typickému pro fermentované salámy. Zatímco v minulosti se vystačilo s přirozenou, tzv. domácí mikroflórou, dnes se fermentované salámy vyrábějí s přídavkem čistých mikrobiálních kultur, tzv. startovacích kultur. U některých fermentovaných výrobků je na povrchu porost plísní. Podmínkou pro růst plísní je absence fungicidních složek kouře, proto bývají tyto salámy většinou jen sušené, a tedy neuzené. Fermentované salámy patří mezi nejkvalitnější a technologicky nejnáročnější výrobky, nejoblíbenější pak jsou ty s porostem ušlechtilých plísní (Kadlec et al., 2009).

7.9 Vysokotlakové technologie

Vysokotlaká technologie je účinná k inaktivaci bakterií v potravinách, zejména finálních výrobků s vysokým obsahem vody (Lepešková, 2003). Mikrobi, které jsou zvláště citlivé na tlak můžou být relativně odolné vůči teplotě, ale ty, které jsou citlivé na teplotu nemusí být nutně citlivé na tlak. Hlavní příčinou poškození mikroorganismů vystaveným vysokému tlaku je kvůli změně molekuly v buněčné membráně, které vede ke zvýšení propustnosti (Ledward, et al., 1995).

Tato technologie není nová, zkoušela se již v 80. letech ke konzervaci mléka a jiných produktů. Novinkou je zvýšení kapacity zpracovatelských jednotek, aby se mohly ošetřovat velkorozměrové masné výrobky jako je šunka a schopnost dosažení tlaků dostatečných k usmrcení odolných patogenů včetně *Listeria*, *Salmonell* a *E. coli*. Při 599,8 MPa klesne koncentrace *listerií* v drůbežím mase pod hodnotu zjistitelnou přijatelnými metodami. Jako u většiny potravinářských technologií je povaha a účinek závislý na výrobku a podmínkách, za kterých se tlak uplatňuje. Vysokotlakové zpracování může inaktivovat některé viry a také inaktivuje mikroorganismy působící kažení, takže je ideálním nástrojem pro prodloužení trvanlivosti potravin. Má také kladný účinek na vůni a chuť (Lepešková, 2003).

8. Systém HACCP

V zájmu dosažení požadované hygienické úrovně při zpracování a distribuci masa, ale i jiných neúdržných potravin a to především z aspektů mikrobiálních, se v posledních letech prosazuje realizace systémů HACCP (Hazard analysis and critical control points). U nás tento systém propracoval a propaguje Matyáš (1993). Systém HACCP má šest základních součástí:

- analýzu nebezpečí zdravotní a hygienické závadnosti určité potraviny s posouzením rizika a závažnosti následků z hlediska druhu nemoci člověka či nakažení potraviny
- určení kritických kontrolních (ochranných) bodů, které se nacházejí v průběhu výroby, zpracování a distribuce daného výrobku
- vypracování kontrolních metod ke sledování funkce kritických kontrolních bodů (monitoring)
- stanovení hodnotících kritérií monitoringu
- bezprostřední zásah v případě porušení kritických kontrolních bodů, tj. při zjištění narušení tzv. dobré hygienické a technologické praxe
- ověření funkce systému HACCP

Systém HACCP je v podstatě uspořádáním běžných hygienických zásad, ovšem metodicky důsledně uspořádaných a kontrolovaných, takže známé zásady nejsou uplatňovány pouze nahodile, nýbrž zcela systematicky a důsledně, takže vedou k efektivním výsledkům (Ingr, 1996).

9. Legislativa

ČSN/ISO 7767 (560101) Mikrobiologie – Standardní struktura metod mikrobiologického zkoušení

Norma je určena především pro navrhování metod mikrobiologických rozborů zemědělských a potravinářských výrobků.

ČSN/ISO 7954 (560087) Mikrobiologie – Všeobecné pokyny pro stanovení počtu kvasinek a plísni

Norma určuje pokyny pro stanovení počtu životaschopných kvasinek a plísni ve výrobcích určených pro lidskou výživu nebo ke krmení zvířat. Tyto metodické pokyny jsou založeny na počítání kolonií vykultivovaných při +25 °C

ČSN/ISO 4833 (560087) Mikrobiologie – Všeobecné pokyny pro stanovení celkového počtu mikroorganismů

(Jičínská Havlová, 1998)

ZÁVĚR

Ke kontaminaci masa mikroorganismy dochází většinou na jatkách při vykrvování, při nesprávném vykolení, při bourání masa, při pomalém chlazení a především porušováním hygienických předpisů. Nejdůležitější je dodržování základních hygienických předpisů a zásad tak, aby se z prostředí dostávalo minimum kontaminace, protože svalovina (maso) je při správně provedené porážce sterilní. Mezi další zdroje kontaminace patří řezná rána, znečištěná kůže a chlupy. Snahou masného průmyslu je vyloučení mikroorganismů z masa a zvýšení jeho údržnosti. Té můžeme dosáhnout kombinací několika konzervačních zákroků. Mezi přednostní konzervační metody řadíme chlazení a zmrazování masa. Jejich účinkem dochází ke zpomalení množení mikroorganismů nebo k úplnému zastavení jejich činnosti. Dále tepelné opracování, neboť vyšší teploty poškozují a usmrcují mikroorganismy. Sušením masa se omezuje jejich činnost snížením aktivity vody. Uzení horkým kouřem má antimikrobiální efekt, dokonce výraznější než tepelné opracování bez kouře. Solením masa se vytváří prostředí nevhodné pro fyziologickou činnost některých mikroorganismů. Fermentace se používá u výrobků, které nejsou tepelně opracovány. Nepostradatelný je i účinek vysokého tlaku k inaktivaci mikroorganismů u vysokotlakové technologie, která se využívá k prodloužení trvanlivosti potravin. K údržnosti masa se dá použít dalších způsobů a metod konzervace potravin, které se neustále rozvíjí.

SUMMARY

The micro-contamination of meat occurs mostly at the slaughterhouse in bleeding of improper evisceration, cutting the meat, slow cooling and in particular violations of sanitary regulations. The most important is the maintenance of basic laws and principles so as to receive a minimum of environmental contamination as the muscle (meat) is to defeat a properly conducted sterile. Among other sources of contamination include cuts, contaminated skin and hair. The meat industry is trying to eliminate microorganisms from meat and increase its shelf life. It can be achieved through a combination of several preservative treatments. Among the preferred methods preservation is cooling and freezing of meat. It has the effect of slowing the growth of microorganisms or it may stop their complete activities. Another way is heat treatment, because higher temperatures damage and kill microorganisms. Drying meat is limiting their activity by reducing water activity. Smoking hot smoke has an antimicrobial effect, even stronger than the heat treatment of smoke-free. Salting of meat creates an environment unsuitable for the physiological activity of certain microorganisms. Fermentation is used in products that are not cooking. Indispensable is the effect of high pressure for inactivation of microorganisms by high pressure technology is used to extend shelf life of foods. The shelf-life of meat can be used other ways and methods of food preservation, who are still developing.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY:

CEMPÍRKOVÁ, R.; LUKÁŠOVÁ, J.; HEJLOVÁ, Š. *Mikrobiologie potravin*. České Budějovice : Zemědělská fakulta Jihočeské univerzity, 1997. 165 s. ISBN 80-7040-254-7

GÖRNER, Fridrich; VALÍK, Ľubomír. *Aplikovaná mikrobiológia požívatin*. Bratislava : Malé centrum, 2004. 528 s. ISBN 80-967064-9-7.

HONIKEL, K.O.; JOSEPH, R. Chlazení a zrání masa. *Maso* [online]. 2007 [cit. 2011-03-31]. Dostupné z WWW: <<http://www.maso.cz/hygiena-a-technologie-masa-podrobne.asp?id=9>>.

INGR, Ivo. Atypické zrání a kažení masa . *Český svaz zpracovatelů masa* [online]. 26.11.2003 [cit. 2011-04-02]. Dostupné z WWW: <<http://www.cszm.cz/clanek.asp?typ=1&id=895>>.

INGR, Ivo. *Technologie masa*. Brno : Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 1996. 290 s. ISBN 80-7157-193-8.

INGR, Ivo. *Základy konzervace potravin*. 2.vyd. Brno : Mendelova zemědělská a lesnická univerzita MZLU, 2005. 119 s. ISBN 80-7157-849-5.

JIČÍNSKÁ, Eva; HAVLOVÁ, Jana. *Mikrobiologická kontrola potravin a potravinářských surovin v legislativě EU*. Praha : ÚZPI, 1998. 84 s. ISBN 80-85120-95-X.

KADLEC, Pavel; MELZOCH, Karel; VOLDŘICH, Michal; BRÁNYIK, Tomáš; BUBNÍK, Zdeněk; ČEŘOVSKÝ, Miroslav; ČOPÍKOVÁ, Jana; ČURDA, Ladislav; DEMNEROVÁ, Kateřina; DOBIÁŠ, Jaroslav; DOSTÁLEK, Pavel; DOSTÁLOVÁ, Jana; FIALA, Jaromír; FILIP, Vladimír; HAJŠLOVÁ, Jana; HRUŠKOVÁ, Marie; KOBERNA, Miroslav; MAREK, Miroslav; MÍKOVÁ, Kamila; OPATOVÁ, Hana; PAZLAROVÁ, Jarmila; PIPEK, Petr; PIVOŇKA, Jan; PIOCKOVÁ, Milada; PŘÍHODA, Josef; RYCHTERA, Mojmír; ŠMIDRKAL, Jan; ŠÁRKA, Evžen; ŠTĚTINA, Jiří; VALENTOVÁ, Olga. *Co byste měli vědět o výrobě potravin? : technologie potravin*. Ostrava : Key Publishing, 2009. 536 s. ISBN 978-80-7418-051-4.

KYZLINK, V.: *Teoretické základy konzervace potravin*. Praha, SNLT, 1988, 512 s.

LEDWARD, D.A.; JOHNSTON, D.E.; EARNSHAW, R.G.; HASTING, A.P.M. *High Pressure Processing of Foods*. Loughborough : Nottingham University Press, 1995. 208 s. ISBN 1-897676-506.

LEPEŠKOVÁ, Ivana. Ultrarychlé zchlazování hovězího masa. *Agronavigátor* [online]. 17.5. 2002, 5464, [cit. 2011-04-03]. Dostupný z WWW: <<http://www.agronavigator.cz/default.asp?ch=14&typ=1&val=5464&ids=184>>.

LEPEŠKOVÁ, Ivana. Vysokotlakové technologie v masném průmyslu. *Agronavigátor* [online]. Vydáno : 4.3. 2003 , 12437, [cit. 2011-03-24]. Dostupný z WWW: <<http://www.agronavigator.cz/default.asp?ch=1&typ=1&val=12437&ids=106>>.

PIPEK, Petr; JIROTKOVÁ, Dana. *Hodnocení jakosti, zpracování a zbožiznalství živočišných produktů, Část III. : Hodnocení a zpracování masa, drůbeže, vajec a ryb*. České Budějovice : Zemědělská fakulta Jihočeské univerzity, 2001. 136 s. ISBN 80-7040-490-6.

STEINHAUSER, Ladislav; BENEŠ, Josef; BUDIG, Jan; GOLA, Jiří; HOFMANN, Ivo; INGR, Ivo; KAMENÍK, Josef; KLÍMA, Drahošlav; KOZÁK, Antonín; KUŽNIAR, Josef; LÁTOVÁ, Jana; LUKEŠOVÁ, Daniela; MATYÁŠ, Zdeněk; MIKULÍK, Antonín; MINKS, Jiří; PALÁSEK, Jaroslav; PETŘÍČEK, Mojmír; PIPEK, Petr; RUPRICH, Jiří; SOVJAK, Richard; STEINHAUSEROVÁ, Iva; VRCHLABSKÝ, Jaroslav. *Hygiena a technologie masa*. Brno : LAST, 1995. 664 s. ISBN 80-900260-4-4.

STEINHAUSER, Ladislav; BEŇOVSKÝ, Roman; BYSTRICKÝ, Pavel; CABADAJ, Rudolf; ČERNÝ, Hugo; DVOŘÁK, Josef; INGR, Ivo; KEREKRÉTY, Jozef; KUBÍČEK, Karel; MATÉ, Dionýz; MINKS, Jiří; NAGY, Jozef; NOVÁK, Pavel; PIPEK, Petr; SIMEONOVÁ, Jana; SOVJAK, Richard; STEINHAUSEROVÁ, Iva; STRAKOVÁ, Eva; SUCHÝ, Pavel; ŠUBRT, Jan; ŠVICKÝ, Emil.: *Produkce masa*. LAST, 2005, 464 s. ISBN 80-900260-7-9

ŠILHÁNKOVÁ, L.: *Mikrobiologie pro potravináře a biotechnology*. Praha, Academia, 3., oprav. A dopl. vyd., 1. vyd. v Academii, 2002, 363 s. ISBN 80-200-1024-6