

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Agropodnikání

Katedra: Katedra veterinárních disciplin a kvality produktů

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

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Snižování počtu mikroorganismů v masných výrobcích – vliv
teploty skladování

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

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

Autor: Bc. Jana Záhorová

České Budějovice, duben 2013

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Fakulta zemědělská

Akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jana ZÁHOROVÁ**
Osobní číslo: **Z11576**
Studijní program: **N4101 Zemědělské inženýrství**
Studijní obor: **Agropodnikání**
Název tématu: **Snižování počtu mikroorganismů v masných výrobcích - vliv teploty skladování**
Zadávající katedra: **Katedra veterinárních disciplin a kvality produktů**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cílem práce je sledovat vliv různých teplot na počet mikroorganismů ve vybraných masných výrobcích.

Hypotéza: Snížení teploty skladování má pozitivní vliv na minimalizaci počtu mikroorganismů v masných výrobcích.

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

Diskuse: Porovnání dosažených výsledků se zjištěnými literárními údaji.

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

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

Obsah: Uvedení stran jednotlivých kapitol práce.

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

Rozsah pracovní zprávy: 30-40 stran textu

Forma zpracování diplomové práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

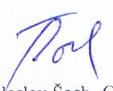
- Cempírková, R., Lukášová, J., Hejlová, Š.: Mikrobiologie potravin. Č. Budějovice : ZF JU, 1997, 165 s.
- Šilhánková, L.: Mikrobiologie pro potravináře a biotechnology. Praha, Academia, 3., oprav. a dopl. vyd., 1. vyd. v Akademii, 2002, 363 s.
- Kyzlink, V.: Teoretické základy konzervace potravin. Praha, SNTL, 1988, 512 s.
- Steinhauser, L. et al.: Produkce masa. LAST, 2005, 464 s.
- Valchař, P.: Kvalita surovin v masné výrobě. Praha: FPBT - VŠCHT, 2003 184 s.
- Odborné články týkající se sledované problematiky v časopisech: Agromagazín, Perspektivy jakosti, Journal of the Science of Food and Agricultural, Fleischwirtschaft International, Maso a ze sborníků z odborných konferencí
- Internetové databáze: ISI Web of Knowledge (Current Contents), Agroweb,

Vedoucí diplomové práce: **MVDr. Ivan Holko, Ph.D.**
Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, FT

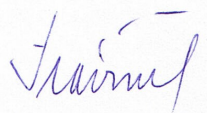
Konzultant diplomové práce: **Ing. Pavel Smetana, Ph.D.**
Katedra veterinárních disciplin a kvality produktů

Datum zadání diplomové práce: **16. dubna 2012**

Termín odevzdání diplomové práce: **30. dubna 2013**


prof. Ing. Milošlav Šoch, CSc.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 13
370 05 České Budějovice


prof. Ing. Jan Trávníček, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 16. dubna 2012

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

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

V Českých Budějovicích dne 26. 4. 2013

.....

Bc. Jana Záhorová

Poděkování

Tímto bych chtěla poděkovat panu MVDr. Ivanu Holkovi, Ph.D. a panu Ing. Pavlu Smetanovi, Ph.D. za cenné rady, odborné vedení a připomínky při realizaci mé diplomové práce.

Abstrakt

V diplomové práci se zabývám vlivem teploty skladování na snižování počtu mikroorganismů v masných výrobcích. V práci je rozebráno chladírenské a mrazírenské skladování masa a masných výrobků. V další části práce je uveden přehled hlavních původců alimentárních onemocnění (*Salmonella*, *Escherichia coli*, *Campylobacter*, *Listeria monocytogenes*, *Bacillus cereus*, atd.) V závěru literárního přehledu je zmínka o systému HACCP.

Výzkum byl zaměřen na chladírenské skladování celých (tyčových) salámů a vakuově balených krájených masných výrobků, které byly dále rozděleny na tepelně opracované masné výrobky – TOMV (Vysočina) a tepelně neopracované masné výrobky – TNMV (Lovecký salám). Byl zkoumán vliv změny teploty skladování a technologie výroby na počet mikroorganismů v tepelně opracovaných a tepelně neopracovaných masných výrobcích.

Klíčová slova: maso, masné výrobky, mikroorganismy, teplota, skladování

Abstract

In this thesis I deal with the influence of storage temperature on reducing the number of microorganisms in meat products. In this work is analyzed cooling and freezing storage of meat and meat products. The next section provides an overview of the major contributors to food-borne illness (*Salmonella*, *Escherichia coli*, *Campylobacter*, *Listeria monocytogenes*, *Bacillus cereus*, etc.). At the end of research is the mention of the HACCP system.

The research was focused on the refrigerated storage of whole (rod) sausages and vacuum packed sliced meat products, which were further divided into cooked and uncooked meat products. The thesis was evaluated the effect of changes in temperature and storage technology to the number of microorganisms in cooked and uncooked meat products.

Keywords: meat, meat products, microorganisms, temperature, storage

OBSAH

1. ÚVOD	9
2. LITERÁRNÍ PŘEHLED.....	10
2.1 Údržnost masa	10
2.2 Vliv teploty.....	10
2.3 Skladování masa a masných výrobků	14
2.3.1 Chladírenské skladování	14
2.3.2 Mrazírenské skladování	18
2.4 Růst bakterií	22
2.5 Přehled hlavních původců alimentárních onemocnění.....	22
2.5.1 <i>Listeria monocytogenes</i>	22
2.5.2 <i>Salmonella</i>	23
2.5.3 <i>Escherichia coli</i>	23
2.5.4 <i>Bacillus cereus</i>	24
2.5.5 <i>Staphylococcus aureus</i>	24
2.5.6 <i>Clostridium perfringens</i>	25
2.5.7 <i>Campylobacter jejuni a Campylobacter coli</i>	25
2.5.8 <i>Yersinia enterocolitica</i>	26
2.5.9 <i>Vibrio parahaemolyticus</i>	26
2.6 Systém HACCP	27
2.7 Vysvětlení použitých pojmů	28
3. CÍL PRÁCE.....	30
4. MATERIÁL A METODIKA	31
5. VÝSLEDKY A DISKUSE	32
5.1 Výskyt mikroorganismů u celých (tyčových) salámů a u vakuově balených krájených masných výrobků	32

5.2	Výskyt mikroorganismů u tepelně opracovaných a tepelně neopracovaných masných výrobků	35
5.3	Výskyt mikroorganismů v závislosti na teplotě chladírenského skladování	38
5.4	Výskyt mikroorganismů v závislosti na technologii výroby.....	41
5.5	Vliv teploty skladování na počet mikroorganismů u TOMV a u TNMV	44
6.	ZÁVĚR.....	49
7.	CONCLUSION.....	51
8.	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	53

1. ÚVOD

Maso a masné výrobky jsou nedílnou součástí lidské stravy a mají v ní naprosto nezastupitelnou úlohu. Z nutričního hlediska je maso velmi cenným zdrojem plnohodnotných bílkovin, vitaminů, nenasycených mastných kyselin a minerálních látek. V bílkovinách, které jsou obsaženy v mase, se nacházejí všechny aminokyseliny. Člověk jako všežravec není schopen si sám některé aminokyseliny vyrobit a je odkázán je čerpat hlavně z konzumace masa, a proto se tím maso řadí mezi potraviny biologicky nejceňnější.

Během zpracování a skladování masa a masných výrobků dochází k řadě změn. Nejvýznamnějšími změnami jsou změny mikrobiologické. Důsledkem těchto změn je potenciální ohrožení zdraví konzumenta, snížení nutriční a sensorické hodnoty masa a jeho znehodnocení. Maso je velkým zdrojem živin pro mikroorganismy a proto je nutné při každém technologickém zpracování provést vždy konzervační zákrok, který zastaví nebo zpomalí nežádoucí růst mikroorganismů, případně i usmrtí.

Teplota prostředí je jedním z nejdůležitějších faktorů ovlivňující rychlost rozmnožování mikroorganismů. V diplomové práci se zabývám vlivem teploty během skladování na snižování počtu mikroorganismů v masných výrobcích. Snižování teploty během skladování znamená menší riziko růstu mikroorganismů.

2. LITERÁRNÍ PŘEHLED

2.1 Údržnost masa

Maso je považováno za jedno z nejrychleji se kazících potravin. Je to vzhledem k jeho chemickému složení, které umožňuje růst mikroorganismů na nepřijatelnou úroveň a významně tak přispívá ke zhoršení a znehodnocení masa. Při velkém množství mikroorganismů přítomných v syrovém mase, budou změny takové, že se stává nevhodné k lidské spotřebě. Počáteční mikrobiální zátěž masa závisí na fyziologickém stavu zvířete při porážce, ke kontaminaci dochází na jatkách a při zpracování masa (Doulgeraki *et al.*, 2012). Rychlost i rozsah rozkladu závisí na teplotě a dalších podmínkách skladování. Maso je proto nutné uchovávat při snížené teplotě, nebo jiným způsobem zajistit jeho údržnost, nejlépe komplexem navzájem souvisejících překážek. Pokud ke zkáze dojde, jde nejčastěji o hnilobu, a to jak povrchovou, tak i uvnitř masa. Senzoricky se to projeví nepříjemným zápachem, osliznutím, maso mění barvu, ve tmě fluoreskuje. Závažnější skutečností je možnost pomnožení patogenních mikroorganismů (*Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* aj.), které mohou ohrozit zdraví i život konzumenta (Pipek a Jirotková, 2001).

Zajištění mikrobiální bezpečnosti potravin závisí na kombinaci tepelného zpracování, odpovídajícím stavu výrobku (tj. pH, vodní aktivitě, konzervace), uskladnění v chladárně a omezené době skladování (Daelman *et al.*, 2013). Dalším účinným opatřením proti mikrobiálnímu kažení je používání mikrobiologicky bezchybných technologických obalů, minimální mikrobiologická kontaminace surovin a přiměřené uzení a vaření (Görner a Valík, 2004).

2.2 Vliv teploty

Teplota vnějšího prostředí je jedním z hlavních faktorů, které ovlivňují rychlost rozmnožování mikroorganismů i možnost jejich života. U každého mikroorganismu rozeznáváme tři základní body teploty (viz. tabulka 1):

- minimální teplotu, tj. nejnižší, při níž se daný druh rozmnožuje ještě zjistitelnou rychlostí,

- optimální teplotu, při níž se rozmnožuje největší rychlostí,
- maximální teplotu, tj. nejvyšší teplotu, při které je schopen se ještě rozmnožovat (Šilhánková, 2002).

Stanovení minimální teploty je poměrně obtížné, neboť s klesající teplotou klesá postupně i rychlost rozmnožování. Teplotní mez úplného zastavení růstu je proto zjištělná velmi obtížně (Šilhánková, 2002). Při teplotách kolem 0 °C až -1 °C je růst psychrotrofních mikroorganismů (MO) velmi pomalý, mezofilní a termofilní mikroorganismy mohou při nízkých teplotách hynout (Kadlec *et al.*, 2003). Zatímco optimální teplota je obvykle asi o +30 °C vyšší než teplota minimální, převyšuje maximální teplota pouze o +5 °C až +10 °C optimální teplotu určitého mikroorganismu. To znamená, že při zvýšení teploty nad optimální teplotu dochází k prudkému poklesu rychlosti rozmnožování a nakonec k jeho zastavení. Další zvýšení teploty pak vede dokonce k usmrcení buněk (Šilhánková, 2002).

Tabulka 1: Teplotní požadavky na růst jednotlivých skupin mikroorganismů

Typ organismu	Minimální teplota (°C)	Optimální teplota (°C)	Maximální teplota (°C)
Psychrofilní	-10	+10 až +15	+18 až +20
Psychrotrofní	-5	+20 až +30	+35 až +40
Mesofilní	+5 až +10	+30 až +37	cca +45
Termofilní	+25 až +45	+50 až +80	+60 až +85

Zdroj: Steinhauser *et al.*, 2005

Minimální teploty, při nichž se mohou mikroorganismy 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 a Jirotková, 2001). V tabulce 2 vidíme přehled minimálních teplot potravinářsky významných mikroorganismů.

Tabulka 2: Přehled minimálních teplot pro rozmnožování vybraných potravinářsky významných mikroorganismů

Mikroorganismy	°C
<i>Bacillus cereus</i>	+10
<i>Staphylococcus aureus</i>	+5 až +13
<i>E. coli – enteropatogenní</i>	+8 až +10
<i>Clostridium botulinum typ A</i>	+9
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	+9
<i>Salmonella spec.</i>	+6
<i>Clostridium perfringens</i>	+5
<i>Clostridium botulinum</i>	+3,5 až +5
<i>Listeria monocytogenes</i>	0
<i>Penicillium, Fusarium</i>	-18
Indikátorové <i>Esterichia coli</i>	+8 až +10
<i>Bacillus subtilis</i>	+12
<i>Streptococcus faecium</i>	0 až +3
<i>Lactobacillus spec.</i>	+1
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	-3
<i>Achromobacter spec.</i>	-4
<i>Bacillus insolitus</i>	-5 až -7
Kvasinky	-12

Zdroj: Steinhauser *et al.*, 1995

Vliv nízkých teplot

Ačkoliv je maso v okamžiku smrti prakticky sterilní, je během jatečního opracování kontaminováno (zejména na povrchu). Maso pak po porážce podléhá činnosti mikroorganismů, které působí jeho zkázu. Rychlost i rozsah rozkladu závisí na teplotě a dalších podmínkách skladování. Je proto nutné dosáhnout co možná nejdříve potřebných nízkých teplot, případně je možné využít doplňujících konzervačních zákroků, jako např. snížení pH (postřík roztokem organických kyselin, zejména mléčné), snížení aktivity vody, využití vhodného obalu nebo úprava atmosféry v obalu či skladovacím prostoru (Kadlec *et al.*, 2009). Snížením teploty dojde ke zpomalení enzymových, chemických i mikrobiálních dějů. Při ochlazování

odumírá část mesofilních mikrobů, větší část mikroorganismů zpomaluje procesy svého vývoje a zůstává jako přežívající mikroflóra. Snížením teploty se zpomaluje i pronikání mikroorganismů do masa (Pipek a Jirotková, 2001). Pro dlouhodobé skladování se maso zmrazuje, pro krátkodobé skladování se používá teplot nad bodem tuhnutí neboli chladírenské teploty (Kadlec *et al.*, 2009).

Podle Drdáka (1996) označujeme konzervaci nízkými teplotami podle použité teploty jako:

- chlazení (+6 °C až +12 °C),
- intenzivní chlazení (-2 °C až +6 °C),
- mrazení (-2 °C až -8 °C),
- hluboké mrazení (-18 °C až -25 °C).

Chladírenské teploty nezabíjejí mikroorganismy, ale brzdí možnosti jejich rozmnožování. Tyto schopnosti se zmenšují s postupně klesající teplotou a při dosažení teplot nižších než je minimální teplota růstu se mikroorganismy přestanou rozmnožovat vůbec. Tento stav lze též definovat tak, že lag fáze (jedna z fází životního cyklu populace mikroorganismů) a generační doba mikroorganismů jsou v nekonečnu (Steinhauser, *et al.*, 1995).

Mrazírenskými teplotami se postupně voda mění v krystalky ledu. První krystalky obsahují pouze vodu, teprve při hlubokých teplotách vymrzá i šťáva. Při -60 °C je celý obsah vody změněn v led. Ani mrazírenskými teplotami se nezastaví činnost mikroorganismů, pokud nejsou dostatečně hluboké (Steinhauser, *et al.*, 1995). Ve zmrazených potravinách, které se skladují při teplotách -15 °C až -18 °C, přežívá většina bakterií po dobu delší než rok. Zmrazením potravin tedy dochází pouze k zastavení činnosti mikroorganismů a nikoliv k jejich usmrcení. Po roztátí se začnou zmrazené potraviny velmi rychle mikrobiálně rozkládat, neboť tkáň masa i rostlinná pletiva jsou poškozeny krystalky ledu při zmrazování (Šilhánková, 2002). Teprve pod teplotu -18 °C se zastaví činnost mikroorganismů úplně a činnost enzymů se velmi podstatně omezí (Steinhauser *et al.*, 1995).

2.3 Skladování masa a masných výrobků

Chlazení masa spolu se zmrazováním náleží mezi přednostní úchovné metody. Konzervačním účinkem chlazení a zmrazování jsou omezovány chemické a fyzikálně-chemické pochody, podmíněné zejména enzymatickou a mikrobiální činností. Po dosažení určitých teplot dochází k jejich útlumu a konečně i zastavení (Steinhauser *et al.*, 1995). Teplota skladování významně ovlivňuje rychlost změn. S nižší teplotou klesá rozpustnost plynů (kyslíku) v potravine, zpomalují se chemické reakce, tím i rychlost životních projevů kontaminující mikroflóry. Naopak jakýkoliv záhřev potraviny nad +60 °C může mít inaktivační účinek na přítomné mikroorganismy a vést ke snížení jejich počtu (Voldřich *et al.*, 2000).

2.3.1 Chladírenské skladování

Rozlišujeme zchlazení a chladírenské skladování masa. Při zchlazování dojde k rychlému poklesu tělesné teploty z +30 °C až +39 °C na teplotu +4 °C až +7 °C zhruba za 24 až 48 hodin. Při chladírenském skladování rozumíme uchování jatečných těl nebo částí masa při teplotách 0 °C až +4 °C po dobu řádově několika dnů až týdnů (Steinhauser *et al.*, 2005).

Zchlazování masa a masných výrobků

Cílem zchlazení masa je zpomalení množení mikroorganismů a tím prodloužení údržnosti a zajištění zdravotní nezávadnosti masa. Vedle sušení jde o jednu z nejstarších konzervačních metod masa (Steinhauser *et al.*, 2005).

Masné výrobky je nutno po tepelném opracování rychle zchladit na teplotu pod +10 °C, aby se zabránilo rozvoji eventuálně přeživších sporulujících mikroorganismů, které jsou ve většině mezofily s optimální teplotou jejich pomnožování +10 °C až +40 °C (Ingr, 1996) a ke snížení teploty růstu salmonel, listerií a dalších rizikových kontaminantů. Skladovací teplota zpomaluje růst přítomných mikroorganismů a omezuje riziko tvorby toxinů (Voldřich *et al.*, 2000). 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 (nevratně) tuhým (Kadlec *et al.*, 2009). Rychlost chlazení masných výrobků je nutná i pro omezení hmotnostních ztrát na minimum. Masné výrobky je třeba ochladit i proto,

aby se mohly co nejdříve expedovat. Manipulace s teplými výrobky by vedla k poškození jejich jakosti např. deformací. Také krájení a vakuové balení masných výrobků vyžaduje jejich vnitřní teplotu od 0 °C do +10 °C (Ingr, 1996).

Tepelně opracované masné výrobky jsou zchlazovány zavěšené na udírenských vozících nebo koších a to sprchováním studenou vodou. Po zchlazení se výrobky nechají oschnout a skladují se až do expedice. Skladování a prodej masných výrobků vyžaduje teplotu od 0 °C do +6 °C a relativní vlhkost vzduchu 75 až 80 % rh. Celková doba jejich skladování nemá přesáhnout 48 hodin a to za uvedených podmínek (Ingr, 1996).

Maso velkých jatečných zvířat se zchlazuje do 24 hodin na teplotu do +7 °C a do 72 hodin po poražení na teplotu +4 °C. Pokud se maso velkých jatečných zvířat uchovává déle než 4 dny, zchladí se na teplotu do +2 °C. Orgány velkých jatečných zvířat se musí zchladit do 12 hodin po poražení na teplotu do +3 °C. Maso malých jatečných zvířat se musí zchladit do 2 hodin po poražení na teplotu do +4 °C, s výjimkou těžkých krůt, které musí této teploty dosáhnout do 12 hodin (Steinhauser *et al.*, 2005).

Metody zchlazování

Ke zchlazování jatečně opracovaných těl lze využít různá chladicí média, nejčastěji to bývá studený vzduch nebo ledová voda (Pipek, Jirotková, 2001). Vodou se zchlazují droby, drůbež a i tepelně opracované masné výrobky (Ingr, 2003).

Odvěšování masa je starší metodou zchlazování, dnes používanou v zastaralých a nevybavených provozech a na domácích porážkách. Při odvěšování je chladícím médiem okolní vzduch a tento způsob je využitelný proto jen v chladných obdobích. Odvěšování je nevhodné pro nedostatečnou rychlost zchlazování masa a pro možnost vyšších kvantitativních i kvalitativních ztrát v mase (Ingr, 2003).

Rychlé, jednorázové zchlazování masa je nejrozšířenější metoda, poněvadž všechny masokombináty byly od sedmdesátých let vybavovány tzv. rychlochlazovnými. Rychlé chlazení znamenalo výrazný ekonomický přínos snížením hmotnostních ztrát masa téměř na polovinu. Pozitivně se projevilo i z aspektů mikrobiologických. Při rychlochlazování se uplatňuje vzduch o teplotě -1 °C až +2 °C, jeho relativní vlhkost 85 – 90 % rh, rychlost proudění 2 – 4 m/s

(Ingr, 2003). Teplá jatečně opracovaná těla jatečných zvířat se zchlazují v jedné fázi z tělesné teploty na +7 °C v hlubokých vrstvách masa. Bezprostředně po porážce zvířat má tělo teplotu od +39 °C do +42 °C. Vyšší teploty vykazují těla zvířat, která byla přepravována na jatky nešetrně a také zvířat, která trpěla nemocí doprovázenou zvýšenou teplotou nebo horečkou. Doba zchlazení těl prasat je asi 12 – 24 hodin, skotu asi 18 – 36 hodin (Steinhauser *et al.*, 1995).

Ultrarychlé a šokové zchlazování masa využívá stejného principu jako rychlozchlazování tedy vzduchu jako chladicího média. Rozdíly jsou v teplotě a rychlosti jeho proudění a v dalších parametrech. U ultrarychlého zchlazování se pohybuje teplota vzduchu kolem -5 °C až -8 °C a u šokového -14 °C až -25 °C (Ingr, 2003).

Skladování

Steinhauser *et al.* (2005) uvádějí, že chladírenské teploty mikroorganismy neničí, ale brzdí jejich rozmnožování. Schopnost pomnožování se zmenšuje s postupně klesající teplotou a při dosažení teplot pod minimální teplotu růstu se přestanou rozmnožovat úplně. Příčinou je zastavení činnosti celé řady enzymů a změny v lipidové části cytoplazmatické membrány související se zpomalením transportu látek. Teploty blízko 0 °C však zvláště u psychrotrofních mikroorganismů nezastavují produkci enzymů. Chladírenské teploty mohou naopak vést u mnohých mikroorganismů i k jejich zvýšené enzymatické aktivitě.

Vychlazené maso se nemá prakticky skladovat v chladírně při teplotě 0 °C a relativní vlhkosti 80 – 85 % rh déle než 15 dní od doby porážení zvířete. Vzhledem k postupně se zvyšujícím hmotnostním ztrátám má být doba skladování co nejkratší, z hlediska jakosti masa je limitována uzráním masa. Zpravidla se však počítá s dozráváním masa v distribuci nebo v průběhu technologického zpracování (Steinhauser *et al.*, 1995).

Během chladírenského skladování se na jedné straně musí zabránit růstu psychrofilních mikroorganismů, což vyžaduje udržování pokud možno nízké relativní vlhkosti vzduchu (tj. nízké aktivity vody na povrchu), na druhé straně s ohledem na hmotnostní ztráty je snaha držet relativní vlhkost vzduchu co možná nejvýše. Jsou proto voleny vždy určité kompromisy (Kadlec *et al.*, 2009).

Chladem se snižuje, až zastavuje aktivita mikrobů, prodlužuje, až zastavuje jejich generační cyklus a tím omezuje, až zastavuje mikrobiální kažení masa. Většina mikroorganismů však přežívá dlouhodobě i teploty hluboko pod minimální růstovou hranicí. Chladírenskými a mrazírenskými teplotami nedochází proto k výrazné devitalizaci přítomné mikroflóry, která ve zmrazeném mase přežívá i více let a za vhodných podmínek je schopna dalšího pomnožování. (Steinhauser *et al.*, 1995).

V tabulce 3 jsou uvedeny závazné hodnoty teplot v chladírnách pro jednotlivé druhy potravin a jejich doba uchovávání, po kterou jsou potraviny údržné. Teplota nesmí kolísat, i když jsou povolena určitá rozmezí (Matyáš a Vítovec, 1999).

Tabulka 3: Teploty užívané v chladírnách a údržnosti potravin

Druh potravin	Teplota (°C)	Údržnost
Hovězí maso ve čtvrtích	0 až +2	3 až 4 týdny
Vepřové maso v půlích	0 až +2	10 až 14 dní
Hovězí maso dělené	0 až +2	8 až 14 dní
Vepřové maso dělené	0 až +2	5 až 8 dní
Mleté maso	0 až +4	12 hodin
Čerstvá drůbež	0 až +2	6 až 8 dní
Čerstvé ryby	0 až +2	24 (až 48) hodin

Zdroj: Matyáš a Vítovec, 1999

Konec meze údržnosti masa v chladírně je dán pomnožením mikroorganismů na povrchu na množství 10^7 na cm^2 . Dochází k prvním známám oslznutí masa. Psychrotrofní mikroorganismy jsou nejdůležitějším činitelem pro zkázu masa v chladírnách. Maso se musí vyskladnit dříve, než dosáhne tohoto stavu. (Steinhauser *et al.*, 1995).

Mikrobiologie chlazeného masa

Do hloubky masa pronikají mikroorganismy tím pomaleji, čím nižší teplota se použije. Při rychlém zchlazování nenastávají výrazné mikrobiální změny. Během skladování dochází v chlazeném mase ke kvalitativním i kvantitativním mikrobiálním změnám. Začínají se rozmnožovat psychrotrofní mikroorganismy, zatímco mezofilní mikroorganismy přestávají růst. Převažují rody *Pseudomonas* a *Alcaligenes*, v menší míře se vyskytují *Serratia*, *Flavobacterium*, *Micrococcus*, z plísní rody *Penicillium*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Rhizopus*, atd. (Cempírková *et al.*,

1997). Bakterie rodu *Pseudomonas* jsou charakterizovány těmito teplotními ukazateli: minimální teplota růstu od 0 °C do +5 °C, optimální od +10 °C do +20 °C a maximální od +25 °C do +35 °C. Při +63 °C se devitalizují do 30 min, určité druhy mohou růst na neztuhlých (nezmrazených) půdách i při -7 °C. Psychrotrofní mikroflóra se liší svými kardinálními teplotními charakteristikami od mikrobů mezofilních a psychrofilních (Steinhauser *et al.*, 1995). Metabolické procesy psychrotrofních mikroorganismů probíhající při snížené teplotě jsou specifické. Tvoří se jiné metabolity než při vyšších teplotách. Uplatňuje se to u mikroorganismů, které jsou příčinou slizovatění chlazeného masa. Tyto mikroorganismy produkují více slizu při chladírenských teplotách, než při teplotách, které jsou optimální pro jejich růst. Podmínky růstu mikroorganismů u chlazených půlek jatečných zvířat nejsou na každém místě půlky stejné. Rozmnožování probíhá nejrychleji v nařezaných oblastech v okolí plece, krku, podél hrudního koše. Na vnější straně těla je růst mikroorganismů podstatně pomalejší. (Cempírková *et al.*, 1997).

Z faktorů, které ovlivňují biochemickou aktivitu mikroorganismů ve vztahu ke zkáze potravin, je třeba jmenovat stupeň bakteriální kontaminace, fázi růstu mikroorganismů, teplotu, vlhkost a pH (Steinhauser *et al.*, 1995).

2.3.2 Mrazírenské skladování

Kromě krátkodobého chladírenského skladování (max. několik týdnů při teplotách kolem 0 °C) se maso může zmrazit a uchovávat zmrazené po dlouhou dobu. Při běžné teplotě v mrazárnách (-18 °C) se obvykle skladuje hovězí maso po dobu jednoho roku a vepřové půl roku (Kadlec *et al.*, 2009).

Hlavním cílem zmrazování jako metody pro konzervaci potravin je prodloužit trvanlivost výrobků zpomalením růstu mikroorganismů (Evans, 2008). Zmrazováním se rozumí působení teplot pod bodem mrazu, obvykle v rozmezí -15 °C až -45 °C, ale i nižších. 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).

Při zmrazování dochází k postupné přeměně vody na ledové krystaly. Ve zbytkovém roztoku se zvyšuje koncentrace solí, čímž se snižuje teplota tuhnutí tohoto roztoku a je bržděna činnost mikroorganismů v důsledku snížené aktivity

vody. 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).

Steinhauser *et al.* (1995) uvádějí, že zmrazovat a dlouhodobě skladovat je u nás dovoleno pouze maso uznané veterinárním lékařem za požitelné a zároveň způsobilé k dlouhodobému skladování.

Metody zmrazování

Nejběžnějším způsobem zmrazování masa v současnosti je zmrazování v proudu vzduchu, který má teplotu obvykle $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ a rychlost 2 – 4 m/s. Pak dochází k dostatečně rychlému zmrazení jak vykostěného masa, tak i celých jatečných těl s kostmi (Pipek a Jirotková, 2001). Zmrazování hluboko vychlazeným vzduchem je nejstarší a doposud nejužívanější způsob, který lze aplikovat jak při zmrazování masa v komorách, tak v rozličných speciálních rychlozmrazovačích, pracujících přetržitě i kontinuálně (Kyzlink, 1988). Zmrazování se děje v tunelech většinou 10 – 12 m dlouhých. Vzduch o teplotě kolem $-28\text{ }^{\circ}\text{C}$ proudí kolem masa rychlostí 4 – 12 m/s a zmrazení masa se dosáhne v závislosti na jeho velikosti a tvaru za 12 až 24 hodin (Ingr, 1996).

Kontaktní zmrazování je zmrazování nepřímým stykem zmrazované potraviny se zmrazovacím médiem. Častým typem zařízení jsou deskové zmrazovače a další výměňkové systémy založené na vypařování mrazícího média (Ingr, 1996). Při tomto způsobu zmrazování se potraviny dotýkají dutých kovových desek, kterými proudí ochlazující kapaliny nebo plyny. Deskové mraziče se často označují jako kontaktní, ačkoli zde nedochází k přímému kontaktu zboží s chladivem, zejména neproudí-li deskami samo chladivo, nýbrž stále ochlazovaný vzduch, který teprve přenáší teplo na výparník (Kyzlink, 1988). Odebírání tepla kontaktními chlazenými deskami (o teplotě $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$) je výrazně rychlejší než chlazení vzduchem (Pipek a Jirotková, 2001).

Přímá imerze ve zmrazovacím médiu je způsob nejúčinnější, ale také nejdražší. Ideálním médiem je tekutý dusík, ale pro rozmrazování velkých objemů potravin je nepřijatelně nákladný (Ingr, 1986).

Skladování

Skladování zmrazených potravin je vlastně prodloužením výrobního procesu a musí se mu proto věnovat podstatně více pozornosti než skladování jiných potravinových konzerv. Plyne to již z okolnosti, že se s oteplením stává zmrazená potravina opět neúdržnou (Kyzlink, 1988). 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. Maso se obvykle zmrazuje až po odeznění *rigor mortis*, výjimečně lze zmrazit před rigorem, v tom případě se však nerozmrazuje a zpracovává se (mělní, solí...) na masné výrobky bez rozmrazení (Čepička, 1995).

Teplota ve skladech zmrazeného masa je normovaná, musí být stálá, bez velkých výkyvů (Steinhauser *et al.*, 1995). Zpravidla to bývá -18 °C až -30 °C a jen za zvlášť dobře uvážených okolností při kratším skladování může být teplota vyšší (Kyzlink, 1988). Za velký teplotní výkyv se pokládá vzestup teploty o více než +3 °C. Například předepsaná teplota -18 °C má povolenou toleranci maximálně do -16,5 °C, za velký vzestup teploty nad -15 °C (Steinhauser *et al.*, 1995).

Zmrazené maso se skladuje v mrazírenských skladech v rázech oddělených od stěn, podlah, chladicích systémů i mezi sebou uličkami a volnými prostory, jejichž velikost je předepsána, slouží ke kontrole skladovaného masa i k přístupu chladného vzduchu mezi rázy (Steinhauser *et al.*, 1995).

Mikrobiologie mraženého masa

Z hlediska odolnosti mikroorganismů proti zmrazení, je možné mikroorganismy rozdělit do čtyřech skupin. Nejmenší germinační schopností se vyznačují bakterie tyčinkovitého tvaru, jako jsou *E. coli*, *Serratia marcescens*, *Pseudomonas aeruginosa* a vegetativní formy *Bacillus megaterium*. Druhou skupinou jsou psychrotrofní mikroorganismy, např. *Pseudomonas fluorescens*, rod *Alcaligenes* atd. Mezi nejodolnější proti mrazu jsou kokovité mikroorganismy, např. *Streptococcus faecalis*, *Sarcina lutea*, *Micrococcus cinabareus* atd. Podobnou odolností proti mrazu jako předešlá skupina se vyznačují i plísně (Cempírková *et al.*, 1997). Plísně vegetují a rozmnožují se zejména v teplotách -4 °C až -8 °C. Na zmrazeném mase se mohou usídlit četné plísně jako *Mucor mucedo*

a *pusillus*, *Penicillium crustaceum*, *Thamnidium elegans* a *chetoclotioides*, *Chlamydomucor racemosus*, zejména obávaná je plíseň *Cladosporidium herbarum* vytváří malé, okrouhlé, asi 1 cm hluboko pod povrch masa prorůstající kolonie. Masu a skladovacím podmínkám se musí věnovat zvýšená pozornost až do doby urychleného vyskladnění masa. Objevují-li se jednotlivé kolonie ve větším počtu nebo dokonce souvislý porost, pak se musí skladování ihned ukončit. Tehdy již také utrpěla kvalita a zdravotní nezávadnost masa, protože maso získává nepříjemnou chuť a aroma, eventuelně obsahuje mykotoxiny. K růstu plísní přispívá kontaminace na povrchu masa na jatkách, při přepravě, odvěšení a zchlazování v nečistých objektech v mrazírenském podniku, použití nedostatečně hlubokých teplot, kolísání teplot, příliš vysoká relativní vlhkost s nedostatečným oběhem vzduchu, zejména v záhybech masa, skladování částečně rozmrazeného masa, nečisté a vlhké obaly aj. (Steinhauser *et al.*, 1995).

Rozmrazování masa

Rozmrazování je často podceňovanou fází mrazírenské technologie. Neprovede-li se odborně, mohou být zmařeny všechny přednosti předcházejícího mrazírenského ošetření. (Steinhauser *et al.*, 1995). Rozmrazování masa by mělo probíhat většinou při nízkých teplotách (0 °C až +5 °C), tedy pomalu, zpětné navázání vody bílkovinami masa je pak úplnější. I tak se ale při rozmrazování masa uvolňuje určité množství masové šťávy – exsudátu (Kadlec *et al.*, 2009). Po rozmrazení pokračuje na povrchu masa rozmnožování mikroorganismů, které kontaminovaly povrch ještě před zmrazováním, podobně jako na povrchu masa v chladírně (Steinhauser *et al.*, 1995). Rozmrazené maso je třeba co nejrychleji tepelně opracovat. Rozmrazováním totiž došlo k aktivizaci mikroorganismů, které ve velké míře zmrazování masa přežívají a rozkladné procesy v mase by měly velmi rychlý průběh. Rozmrazené maso lze proto uchovávat jen velmi krátce při chladírenských teplotách, nejvýše 2 – 3 dny (Ingr, 1996).

2.4 Růst bakterií

Bezprostředně po přenosu do čerstvého média se bakterie nedělí, ale pouze adaptují na nové podmínky a čerpají živiny z prostředí. Tato fáze růstu se nazývá lag fáze (Voldřich, 2000). V lag fázi se buňky nerozmnožují, ale zvětšuje se jejich objem a aktivuje se jejich enzymový systém. Délka lag fáze závisí na druhu mikroorganismu, fyziologickém stavu buněk a na složení růstového prostředí. (Šilhánková, 2002). Po ukončení lag fáze, se bakterie začínají dělit a nastupuje exponenciální fáze růstu. Růstová rychlost je stálá a počet buněk stoupá. Po určité době takového růstu dochází ke změnám v prostředí. Ubývá živin, hromadí se reakční zplodiny a stoupá počet buněk na jednotku objemu. Všechny tyto změny mají za následek snížení růstové rychlosti, množství buněk vzniklých za jednotku času klesá (Voldřich, 2002). Maximální dosažitelná koncentrace živých buněk v 1 ml růstového prostředí je u bakterií řádu 10^9 , u kvasinek 10^8 (Šilhánková, 2002). Zastavení přírůstku živých buněk je označováno jako stacionární fáze růstu a často při něm dochází ještě k velmi pomalému rozmnožování, kterým se kompenzuje počet odumírajících buněk. Po stacionární fázi následuje fáze postupného odumírání buněk, která může u některých mikroorganismů trvat týdny, někdy i měsíce (Šilhánková, 2002).

2.5 Přehled hlavních původců alimentárních onemocnění

2.5.1 *Listeria monocytogenes*

Listeria monocytogenes je proti ostatním patogenním mikroorganismům neobvyklá, protože se dokáže množit už při chladničkových teplotách (+3 °C až +4 °C) a roste i při teplotách +45 °C až +50 °C. Zmrazením potravin se docílí jen velmi malého ničivého účinku *Listeria monocytogenes*. Je velmi málo pravděpodobné, že malé množství bakterie v potravinách způsobí listeriózu, ale je známo, že požití potravin kontaminované více než 1000 bakterií *Listeria monocytogenes* způsobí onemocnění ohroženým skupinám lidí. Nejvyšší mezní hodnoty pro *Listeria monocytogenes* stanoví nařízení Komise (ES) č. 2073/2005 ze dne 15. listopadu 2005 o mikrobiologických kritériích pro potraviny

(Bartošová a Hanulíková, 2012). Předpokládá se, že množství 10^3 až 10^4 buněk je schopno vyvolat onemocnění (Steinhauser *et al.*, 1995).

Díky svému rozšíření v přírodě je možné různé druhy listerií nacházet v potravinářském průmyslu jako jsou porážecí linky, chladírny, bourárenské pásy apod. Listerie, které jsou nenáročné na živiny a teplotu, se dokáží množit i v chladírenských teplotách. Představují tak nebezpečí sekundární kontaminace uchovávané suroviny (Steinhauser *et al.*, 1995).

2.5.2 Salmonella

Salmonely se množí v každé potravine, mají-li dostatek vlhkosti, přiměřenou teplotu a pH. Optimální teplota pro jejich růst a rozmnožování je $+37\text{ }^{\circ}\text{C}$, jsou ale schopné množit se v potravinách i při teplotách $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $+45\text{ }^{\circ}\text{C}$. Pasterační proces nepřežijí ($+72\text{ }^{\circ}\text{C}$ po dobu 16 s). Nejvyšší mezní hodnota pro bakterii *Salmonella spp.* v potravinách je stanovena v nařízení Komise (ES) č. 2073/2005 ze dne 15. listopadu 2005 o mikrobiologických kritériích pro potraviny (Bartošová a Hanulíková, 2012). Lidem může hrozit určité riziko při nedostatečné tepelné úpravě masa, a to i vepřového, nebo z křížové kontaminace s jinými potravinami. Zamezit nebo podstatně snížit riziko výskytu onemocnění, a to i z vepřového masa, lze dostatečnou tepelnou úpravou masa a důsledným dodržováním hygienických podmínek (MZe, 2011).

2.5.3 Escherichia coli

Bakterie *Escherichia (E.) coli* řadíme mezi fakultativně anaerobní, mohou růst v širokém rozmezí teplot od $+7\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$, s optimální teplotou $+37\text{ }^{\circ}\text{C}$. Některé kmeny *E. coli* se mohou pomnožovat i v kyselých potravinách, a to až do hodnot pH 4,4. Bakterie jsou však bezpečně likvidovány pasteračními nebo sterilačními teplotami (Karpíšková, 2011). *E. coli* je běžnou součástí střevní mikroflóry většiny savců, včetně lidí a hospodářských zvířat, ale v případě přítomnosti určitých faktorů virulence může být původcem závažných alimentárních onemocnění. Tepelně neopracované potraviny živočišného původu včetně masa a mléka bývají častým rezervoárem bakterií *E. coli* (Skočková *et al.*, 2013).

Způsobují průjmová a střevní onemocnění a onemocnění močových cest. *E. coli* je nejprozkoumanějším mikrobiálním druhem, neboť slouží jako modelový organismus pro biochemické, genetické i fyziologické studie (Šilhánková, 2002).

2.5.4 *Bacillus cereus*

Bacillus cereus, který patří mezi druhy s poměrně velkými buňkami, produkuje při růstu na polysacharidových substrátech toxiny, které mohou být příčinou otrav. K otravám dochází při pomnožení této bakterie v potravině na koncentraci buněk 10^7 v 1 g potravině (Šilhánková, 2002). Jde o bakterii, která tvoří spóry. Vlastní bakterie není příliš patogenní. Produkuje však řadu toxinů, z nichž nejvýznamnější jsou dva enterotoxiny tzv. emetický a průjmový toxin (Bartošová a Hanulíková, 2012).

Bacillus cereus je schopen růst při teplotách $+7\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $+49\text{ }^{\circ}\text{C}$ a v rozmezí pH 4,3 – 9,3. Vegetativní formy *Bacillus cereus* se v potravinách pomnožují jen omezeně, protože jejich růstu brání ostatní mikroflóra. Spory však velmi dobře snášejí suché prostředí i působení varu nebo pasteračních teplot. Z potravin, které mohou vyvolat onemocnění, jsou často potraviny tepelně opracované a nedokonale zchlazené. Protože díky svému širokému rozšíření a velké odolnosti spor při tepelném opracování potravin je prakticky nemožné vyloučit kontaminaci potravin *Bacillus cereus*, je nutné zamezit jeho pomnožení uložením potravin při teplotě pod $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Při opětovném podávání hotové potraviny, je nutné její důkladně prohřátí alespoň $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Steinhauser *et al.*, 1995).

2.5.5 *Staphylococcus aureus*

Jedná se o typický mezofilní mikroorganismus, který roste v rozmezí $+7\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $+48\text{ }^{\circ}\text{C}$, s optimem $+37\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Voldřich, 2000). K nákaze dochází alimentárně, požitím potraviny, která byla kontaminována stafylokoky a po určitou dobu uchována za podmínek umožňujících namnožení mikrobů a produkci toxinů (Bartošová a Hanulíková, 2012). K otravě dochází obvykle tehdy, je-li koncentrace buněk *Staphylococcus aureus* v potravině řádu 10^5 až 10^7 v 1 g. Původcem otravy však nejsou živé buňky, nýbrž jimi vytvořené enterotoxiny (Šilhánková, 2002).

Steinhauser *et al.* (1995) uvádějí, že k pomnožení mikrobů a produkci enterotoxinu přispívá delší příprava pokrmů před podáváním a uchovávání potravin při teplotě +15 °C. Nejlepší prevencí zabránění kontaminace potravin je jejich uchovávání při teplotách pod +10 °C a rychlé zchlazení hotových pokrmů.

2.5.6 *Clostridium perfringens*

Jedná se o grampozitivní anaerobní, sporotvornou tyčinku (Voldřich, 2000). Může růst v rozmezí +11 °C až +53 °C, s optimální teplotou růstu kolem +43 °C (Commeau a Jaloustre, 2013). Pokud je tedy s potravinou manipulováno při teplotě vyšší než +10 °C a menší než +60 °C je velmi pravděpodobné, že dojde k vyklíčení spor ve vegetativní bakterie, které mají rozmnožovací schopnosti. K rozmnožování *Clostridium perfringens* je nutná souhra řady faktorů, především ale teploty. Je to patogenní bakterie, která se nejrychleji rozmnožuje (Konečný, 1999). Mikroorganismus je rozšířený jak ve vodním prostředí, v půdě, ve střevním traktu člověka a zvířat, tak i v syrových a zpracovaných potravinách. *Clostridium perfringens* prokazuje schopnost produkovat řadu toxinů, včetně enterotoxinu (Cichon *et al.*, 2012).

K infekci *Clostridium perfringens* dochází při požití kontaminované potravin, ve které za vhodných podmínek dojde k pomnožení mikrobů. Většina epidemií je spojena s nevhodným tepelným zpracováním nebo prohřátím jídla, obvykle pokrmů z hovězího masa nebo drůbeže (např. sekaná). Spóry přežívají normální teplotu při vaření, klíčí a množí se během ochlazení i zahřátí (Bartošová a Hanulíková, 2012). Po konzumaci takovéto potravin, která obsahuje více než 10^6 buněk *Clostridium perfringens* v 1 g, dochází ve střevě k tvorbě intracelulárního enterotoxinu, který vyvolává onemocnění (Steinhauser *et al.*, 1995).

2.5.7 *Campylobacter jejuni* a *Campylobacter coli*

Campylobacter jejuni se vyskytuje hlavně u drůbeže a *Campylobacter coli* u prasat. Z těchto zdrojů se nakazí nejčastěji člověk. Infekce nastává požitím infikované potravy, kravským mlékem nebo vodou, ale i kontaktem s nakaženými zvířaty. Při požití je infekční dávka větší než 10 000 mikrobů (Bartošová

a Hanulíková, 2012). Jak *Campylobacter jejuni*, tak *Campylobacter coli* mají optimální teplotu růstu při +42 °C až +45 °C, ale nepřežívají pasterační teploty. Rovněž teploty pod +28 °C jim neumožňují růst, nicméně mohou přežít i při chladírenských teplotách několik týdnů a v mražené drůbeži i několik měsíců (Voldřich, 2000).

2.5.8 *Yersinia enterocolitica*

Yersinia enterocolitica je gramnegativní tyčinka bakterie z čeledi *Enterobacteriaceae*. Je to významný patogen zvířat a člověka s velkým zoonotickým potenciálem (MZe, 2011). *Yersinia enterocolitica* je schopna růst při chladírenských teplotách. Organismus může růst v teplotním rozmezí 0 °C až +44 °C, ale byl zaznamenán i extrémně pomalý růst při -1,3 °C. Optimální teplota pro růst je +28 °C až +29 °C. *Yersinia enterocolitica* přežívá zmrazení a může po určitou dobu přežít i ve zmrazených potravinách (Lawley *et al.*, 2008). Bakterie je široce rozšířena v celém životním prostředí, často se nachází v traktu zvířat a to zejména u prasat, skotu, ovcí, ale i drůbeže. Z uvedených zvířat jsou prasata hlavním rezervoárem patogenních kmenů této bakterie (Simonová *et al.*, 2007). K infekci dochází nejčastěji po požití kontaminovaných masných výrobků, připravených z masa infikovaných vepřů (Bartošová a Hanulíková, 2012). Počty yersinióz v České republice mají v posledním desetiletí vzrůstající tendenci. Prevence výskytu této psychrotrofní bakterie spočívá především v dodržování správné výrobní a hygienické praxe v provozech na zpracování masa a při přípravě pokrmů s důrazem na adekvátní sanitaci a řádné tepelné ošetření (Cupáková a Necidová, 2013).

2.5.9 *Vibrio parahaemolyticus*

Vibrio parahaemolyticus je gramnegativní, nesporulující bakterie obvykle se vyskytující v mořském prostředí. Rozsah teplot pro růst *Vibrio parahaemolyticus* je +5 °C až +43 °C, s optimální teplotou +37 °C. Za optimálních podmínek může růst velmi rychle. Počet mikroorganismů klesá při chladírenských teplotách 0 až + 5 °C. Ačkoli je minimální infekční dávka pro *Vibrio parahaemolyticus* neznámá, studie u zdravých jedinců ukázala, že vysoké počty (10^5 až 10^7) pozitivních buněk

jsou příčinou onemocnění (Lawley *et al.*, 2008). Nevhodné nebo nedostatečné chlazení ryb, rybích a mořských produktů je velkou příležitostí pro množení této bakterie (Bartošová a Hanulíková, 2012). K onemocnění dochází po konzumaci syrových nebo tepelně nedostatečně zpracovaných mořských produktů. Důkladné provaření mořských produktů je jedinou metodou inaktivace *Vibrio parahaemolyticus*. Při nízkých teplotách se bakterie mohou pomnožovat zvláště při nevhodném skladování (Cempírková *et al.*, 1997).

2.6 Systém HACCP

V zájmu dosažení požadované hygienické úrovně při zpracování, skladování a distribuci masa, a to především z aspektů mikrobiálních, se prosazuje realizace systémů kritických bodů HACCP - Hazard Analysis and Critical Control Points (Ingr, 1996). Je to osvědčený systém řízení bezpečnosti potravin, který je založen na prevenci (Mortimore a Wallace, 2001). HACCP je možno označit jako bezprostřední, protože zdravotní nebo jakostní problémy jsou odhalovány bezprostředně po jejich vzniku v průběhu výroby nebo jakéhokoliv jiného způsobu zpracování a jsou též ihned odstraňovány (Pešek, 1997). Každý obecný model plánu HACCP zahrnuje kritické kontrolní body pro chemická, biologická a fyzikální nebezpečí v jednotlivých krocích výroby (Pearson, Dutson, 1999). Paster (2007) uvádí, že většina nebezpečí jsou biologická (bakterie, viry a parazité). Další nebezpečí může být chemické (čisticí prostředky, dezinfekce, a pesticidy) nebo fyzikální (kovové hobliny, cizí předměty a vlasy).

Znalost kritických bodů jednak umožňuje zavést opatření k odstranění rizika kontaminace, jednak je možno ještě zabránit kontaminaci finálního výrobku, pokud došlo ke kontaminaci už během výrobního procesu (Jičínská a Havlová, 1996). Mezi kritické kontrolní body patří též vychlazení masa, zmrazení masa, uchovávání (skladování) masa v chladírnách, skladování masa v mrazárnách, sledování teploty během skladování a přepravy masa, distribuce, aj.

Systém HACCP se dá aplikovat na všechny druhy patogenních agens, která ohrožují zdravotní nezávadnost potravin. Je aplikovatelný i na ochranu před hygienickou závadností potravin, zahrnující různé formy kažení a nežádoucích odchylek od požadovaných jakostních znaků a charakteristik potravinářských

surovin a produktů. Hlavním polem působnosti je však ochrana před bakteriálními alimentárními nákazami a otravami (Steinhauser et al., 1995).

Uplatnění principů HACCP znamená provedení analýzy nebezpečí na základě popisu výrobků, surovin, postupu přípravy, včetně posouzení míry rizika, že se dané nebezpečí ohrožení zdraví spotřebitele uplatní, posouzení současných postupů řízení a kontroly jednotlivých částí, kroků, operací, postupů z hlediska jejich spolehlivosti zabránit vzniku nebezpečí ohrožení zdraví konzumenta (Kadlec *et al.*, 2002).

2.7 Vysvětlení použitých pojmů

Trvanlivé tepelně opracované masné výrobky – (TOMV)

Produkty u kterých bylo ve všech částech dosaženo minimálně tepelného účinku odpovídajícího působení teploty +70 °C po dobu 10 minut a navazujícím technologickým opracováním (zráním, uzením nebo sušením za definovaných podmínek) došlo k poklesu aktivity vody s hodnotou $a_{w(max.)}$ 0,93, s minimální dobou trvanlivosti 21 dní při teplotě +20 °C. Na českém trhu je nejznámějším výrobkem této skupiny salám Vysočina, dále Selský salám, Inovecký nebo Turistický trvanlivý salám (Kameník, 2012).

Trvanlivé fermentované masné výrobky – (TNMV)

Tyto výrobky popisuje legislativa (Vyhláška ministerstva zemědělství č. 326/2001 Sb. ve znění pozdějších předpisů) jako – výrobek tepelně neopracovaný určený k přímé spotřebě, u kterého v průběhu fermentace, zrání, sušení, popřípadě uzení za definovaných podmínek došlo ke snížení aktivity vody s hodnotou $a_{w(max.)} = 0,93$, s minimální dobou trvanlivosti 21 dní při teplotě +20 °C. Příkladem těchto výrobků na českém trhu jsou salámy Poličan, Herkules nebo Lovecký salám, z klobás např. Gombasecká klobása, Dunajská nebo Čabajská klobása. Tyto produkty tvoří podskupinu trvanlivých fermentovaných salámů. Jsou vyráběné z mělněného masa – díla, které se převážně plní do obalových střevo (Kameník, 2012).

Vakuově balené masné výrobky

Tento způsob balení patří mezi primární balicí systémy, který se používá k oddálení nebo prevenci kvalitativních odchylek účinkem kyslíku (Kameník, 2012). Nejčastějšími způsoby vakuového balení jsou vložení kusu masa nebo masného výrobku do vrstevné fólie v podobě sáčku a vložení do komorového balicího stroje. V něm nastane odsátí vzduchu s následným zavřením sáčku (Kameník a Chomát, 2013). Produkt se v obalu nachází v prostředí prostém kyslíku, respektive s jeho extrémně nízkou hladinou. Nejdůležitější vlastností balicího materiálu pro vakuové balení jsou výborné bariérové vlastnosti vůči plynům, zejména kyslíku a vodním parám. Cílem je udržet hloubku vakua v obalu po celou dobu skladování a distribuce (Kameník, 2012). Trvanlivost baleného masa je prodloužena na 21 i více dní.

3. CÍL PRÁCE

Cílem práce je posoudit vliv změny teploty skladování a technologie výroby na počet mikroorganismů v tepelně opracovaných a tepelně neopracovaných masných výrobcích.

4. MATERIÁL A METODIKA

Tepelně opracovaný masný výrobek – TOMV (Vysočina) a tepelně neopracovaný masný výrobek – TNMV (Lovecký salám) byly vyrobeny dle podnikové normy. Byly náhodně vybrány dva udírenské vozíky každého druhu a označeny A a B (TOMV) respektive C a D (TNMV).

Vozíky A a C byly umístěny do prostor vybavených původní technologií (neklimatizovaná sušárna) a zde byly sušeny do hodnoty $a_w = 0,93$. Poté byly náhodným výběrem odebrány vzorky – 174 ks celých (tyčových) salámů.

Vozíky B a D byly umístěny do prostor vybavených moderní technologií s řízenou atmosférou (teplota a vlhkost) a sušeny. Po dosažení hodnoty $a_w = 0,93$ byly rovněž odebrány náhodným výběrem vzorky – 174 ks celých salámů.

Vzorky z vozíků A, B, C a D byly rozděleny do dvou skupin po 87 kusech. První skupina byla umístěna do chladírny s teplotou 0 °C až +2 °C. Druhá skupina byla umístěna do chladírny s teplotou +6 °C až +10 °C. Po uplynutí 48 hodin byly z každé tyče salámu odebrány dva vzorky na mikrobiologický rozbor (počet KTJ/g). Poté byly salámy nakrájeny na nářezovém stroji a plátky byly po 100 g vakuově zabaleny do průtažné folie (vrchní 80 μ m, spodní 120 μ m) na vakuové baličce typ MULTIVAC R5 200, výrobce MULTIVAC, SRN. Vakuově balené krájené salámy byly umístěny zpět do původních skladovacích teplot. Po 10 dnech byly vzorky vyšetřeny na celkový počet mikroorganismů (KTJ/g). Zjištěné výsledky byly tabulkově zpracovány.

Výsledky byly statisticky vyhodnoceny programem Statistica 10, StatSoft, ČR pomocí metody jednofaktorová ANOVA a t-test. V literárním přehledu bylo čerpáno z knih domácí i zahraniční literatury, časopisů a internetových stránek, které jsou uvedeny v seznamu literatury.

5. VÝSLEDKY A DISKUSE

V diplomové práci byl sledován celkový počet mikroorganismů u celých (tyčových) salámů a u vakuově balených krájených masných výrobků (MV). Počet kolonií je značen zkratkou KTJ (kolonie tvořící jednotky, anglicky CFU – colony forming units) v 1g vzorku. Byl zkoumán vliv změny teploty skladování a technologie výroby na počet mikroorganismů v tepelně opracovaných masných výrobcích (TOMV) a v tepelně neopracovaných masných výrobcích (TNMV). V jednotlivých tabulkách jsou uvedeny průměrné, minimální a maximální hodnoty počtu mikroorganismů, směrodatná odchylka a P-hodnota. Na každou tabulku navazuje krabicový graf, kde jsou znázorněny rozdíly jednotlivých hodnocení.

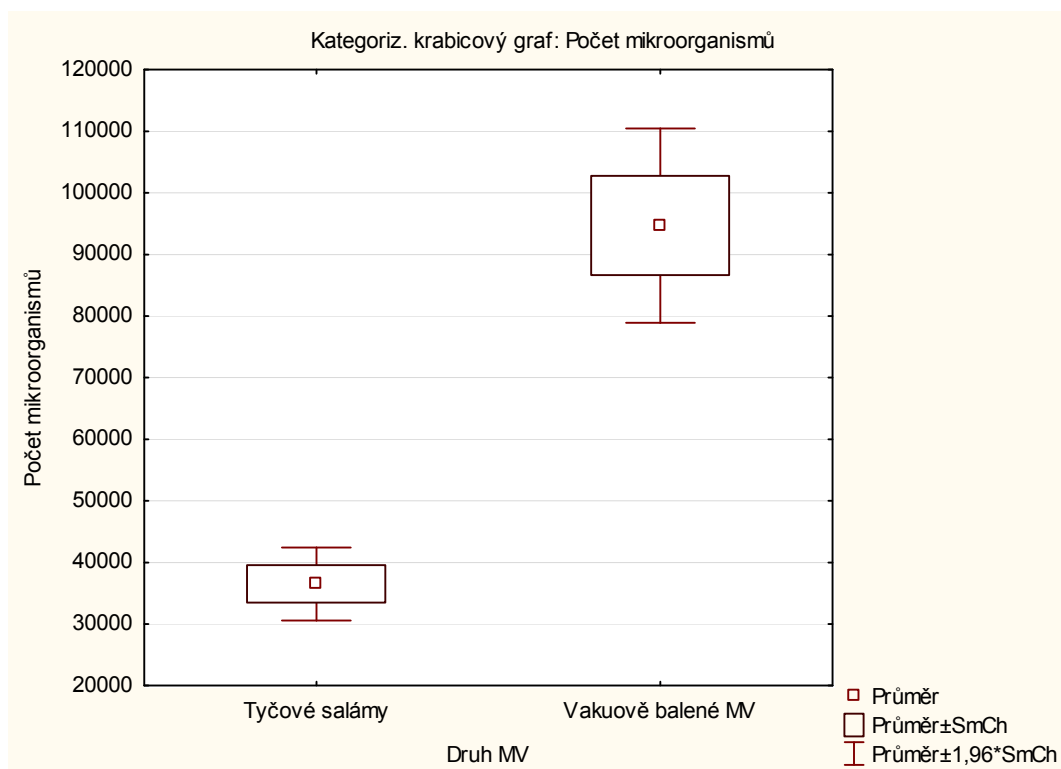
5.1 Výskyt mikroorganismů u celých (tyčových) salámů a u vakuově balených krájených masných výrobků

Tabulka 4: Počet mikroorganismů ve vybraných masných výrobcích (KTJ/g).

Druh MV	\bar{x}	X_{\min}	X_{\max}	S_x	P
Tyčové salámy	$3,6 \cdot 10^4$	$0,8 \cdot 10^2$	$4,9 \cdot 10^5$	$4,6 \cdot 10^4$	$1 \cdot 10^{-6}$
Vakuově balené krájené MV	$9,5 \cdot 10^4$	$0,1 \cdot 10^4$	$8,9 \cdot 10^5$	$1,2 \cdot 10^4$	

Rozdíly u celých (tyčových) salámů a vakuově balených krájených masných výrobků jsou statisticky významné ($P = 1 \cdot 10^{-6}$ při $p < 0,05$). V tabulce 4 jsou uvedeny průměry počtu mikroorganismů, které se u tyčových salámů pohybovaly kolem $3,6 \cdot 10^4$ KTJ/g a u vakuově balených masných výrobků se jejich počet pohyboval kolem $9,5 \cdot 10^4$ KTJ/g.

Graf 1: Porovnání počtu mikroorganismů u tyčových salámů a u vakuově balených krájených MV



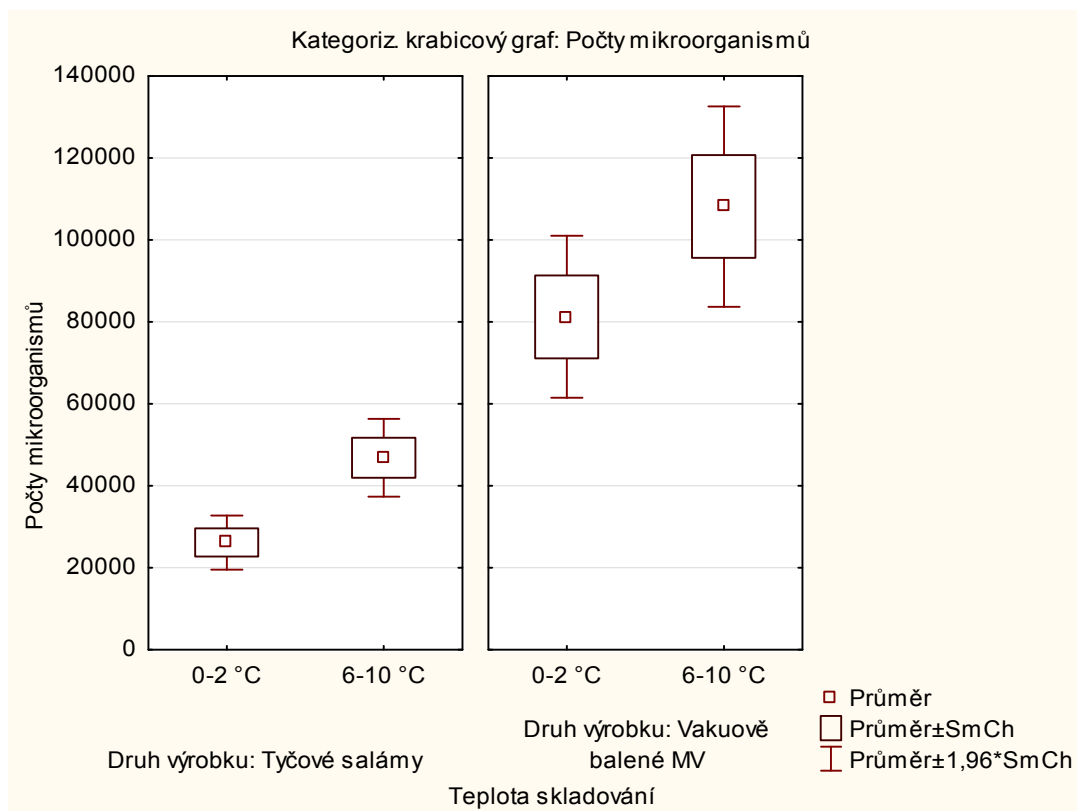
Z grafu 1 je patrné, že u vakuově balených krájených masných výrobků vyšel mnohem vyšší počet mikroorganismů než u tyčových salámů. Povrch tyčových salámů je nevhodný pro růst mikroorganismů i plísní z důvodů nízké vodní aktivity (a_w). Při manipulaci s výrobky a při jejich krájení však může dojít k mikrobiální kontaminaci. Balením masného výrobku může dojít ke zvýšení a_w a tím se vytvoří prostředí vhodné pro růst mikroorganismů. Podle Steinhausera *et al.* (1995) je údržnost u vakuového balení závislá na obsahu volné vody ve výrobku, na propustnosti folie pro kyslík a oxid uhličitý, hloubce a stabilitě vakua, skladovací teplotě a úrovni hygieny.

Vakuové balení je založeno na principu odsátí vzduchu, proto zde převládají anaerobní mikroorganismy, které způsobují kvašení. Mohlo se stát, že při přílišném snížení tlaku došlo k vytlačení tekutiny, a tím došlo právě k rozmnožování těchto mikroorganismů. Nebezpečným zástupcem je *Clostridium botulinum*. Proto je významné u vakuově balených masných výrobků dodržovat stanovené podmínky skladování. Steinhauser *et al.* (1995) uvádějí, že primárními bariérami kažení baleného masa je vždy minimální mikrobiální kontaminace a nízká teplota skladování.

Tabulka 5: Počet mikroorganismů u tyčových salámů a vakuově balených krájených MV v závislosti na teplotě skladování (KTJ/g).

Druh výrobku	Teplota skladování (°C)	\bar{x}	X_{\min}	X_{\max}	S_x	P
Tyčové salámy	0 až +2	$2,6 \cdot 10^4$	$0,8 \cdot 10^3$	$2,3 \cdot 10^5$	$3,6 \cdot 10^4$	$1 \cdot 10^{-6}$
	+6 až +10	$4,7 \cdot 10^4$	$0,1 \cdot 10^4$	$4,9 \cdot 10^5$	$5,2 \cdot 10^4$	
Vakuově balené krájené MV	0 až +2	$8,1 \cdot 10^4$	$0,1 \cdot 10^4$	$6,4 \cdot 10^5$	$1,1 \cdot 10^5$	
	+6 až +10	$1,1 \cdot 10^5$	$4,9 \cdot 10^3$	$8,9 \cdot 10^5$	$1,3 \cdot 10^5$	

Graf 2: Rozdíly počtu mikroorganismů u tyčových a vakuově balených krájených MV v závislosti na teplotě skladování



U tyčových salámů a vakuově balených krájených masných výrobků v závislosti na teplotě skladování byly rozdíly statisticky významné ($P = 1 \cdot 10^{-6}$ při $p < 0,05$). Průměrný počet mikroorganismů (tabulka 5) u tyčových salámů při teplotě 0 °C až +2 °C se pohyboval kolem $2,6 \cdot 10^4$ KTJ/g, při teplotě +6 °C až +10 °C to bylo $4,7 \cdot 10^4$ KTJ/g. U vakuově balených krájených masných výrobků se průměrný počet mikroorganismů pohyboval při teplotě 0 °C až +2 °C kolem $8,1 \cdot 10^4$ KTJ/g a při teplotě +6 °C až +10 °C to bylo $1,1 \cdot 10^5$ KTJ/g. Tyto výsledky jsou ve shodě s literaturou. Většina autorů uvádí, že snižování teploty skladování má příznivý vliv na snižování počtu mikroorganismů. U obou případů jsou počty mikroorganismů menší při nižší teplotě skladování 0 °C až +2 °C.

Z grafu 2 vidíme, že nakrájením a zabalením tyčových salámů, došlo k nárůstu mikroorganismů. Může to být zapříčiněn kontaminací mikroorganismů při krájení nebo zvýšením obsahu volné vody ve výrobku.

Steinhauser *et al.* (1995) uvádějí, že příčinou zvýšení počtu mikroorganismů mohou být vady, ke kterým může dojít během zpracování a skladování masných výrobků. Jedná se o výběr špatné suroviny – nevhodná zvířata, vady jatečného opracování, nedostatečné vychlazení masa před bouráním, vady masa vzniklé skladováním, nízká hygiena práce, porušení chladírenského řetězce – oteplení masa, nesprávná úprava masa, nevhodné balicí materiály pro danou technologii, nízká hygiena skladování, nedokonalé uzavření obalu, kolísání teploty nad povolené rozmezí, poškození obalu.

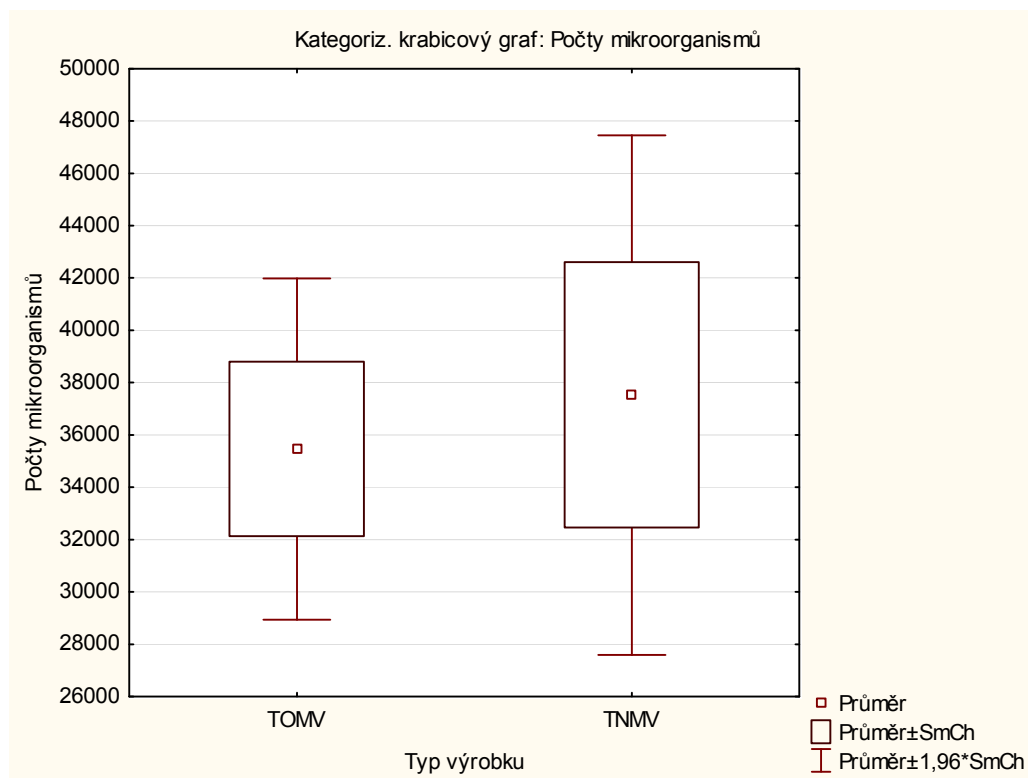
5.2 Výskyt mikroorganismů u tepelně opracovaných a tepelně neopracovaných masných výrobků

Tabulka 6: Počet mikroorganismů u TOMV a TNMV u tyčových salámů (KTJ/g).

Typ MV	\bar{x}	X_{\min}	X_{\max}	S_x	P
TOMV	$3,5 \cdot 10^4$	$0,1 \cdot 10^4$	$2,0 \cdot 10^5$	$3,6 \cdot 10^4$	0,7339
TNMV	$3,8 \cdot 10^4$	$0,8 \cdot 10^2$	$4,9 \cdot 10^5$	$5,5 \cdot 10^4$	

Rozdíly u tepelně opracovaných a tepelně neopracovaných masných výrobků nejsou statisticky významné ($P = 0,7339$ při $p > 0,05$). Průměrný počet mikroorganismů (tabulka 6) byl u tepelně opracovaných masných výrobků $3,5 \cdot 10^4$ KTJ/g a u tepelně neopracovaných masných výrobků $3,8 \cdot 10^4$ KTJ/g.

Graf 3: Porovnání počtu mikroorganismů u TOMV a TNMV u tyčových salámů.



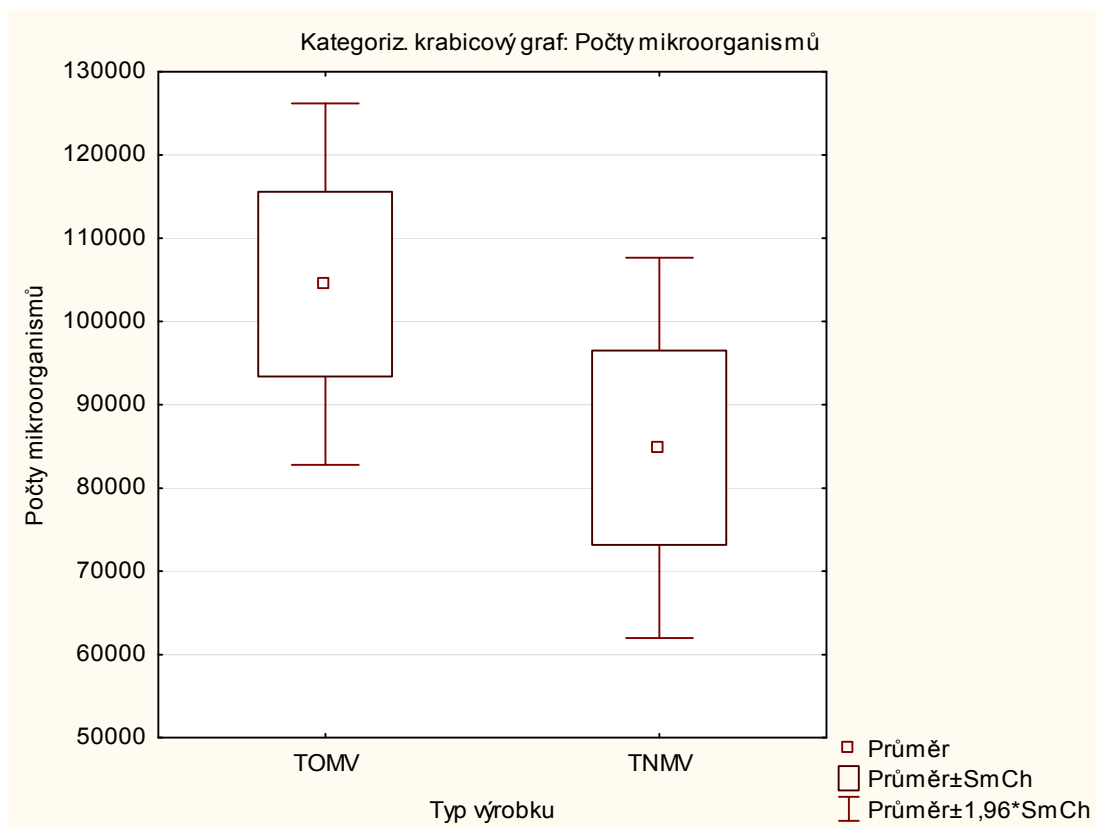
Z grafu 3 vidíme, že rozdíly mezi počty mikroorganismů jsou minimální. Důležité je při výrobě těchto masných výrobků eliminovat nežádoucí mikroflóru. Steinhauser *et al.* (1995) uvádějí, že při výrobě trvanlivých tepelně neopracovaných (fermentovaných) salámů jsou zvýšené nároky při výrobě z hlediska nejen technologického, ale především hygienického. Chyby při jejich produkci a skladování mohou však vést ke kontaminaci a pomnožení patogenních ve výrobku a po jejich konzumaci může dojít ke vzniku alimentárních onemocnění.

Tabulka 7: Počet mikroorganismů u TOMV a TNMV u vakuově balených krájených MV (KTJ/g).

Typ MV	\bar{x}	X_{\min}	X_{\max}	S_x	P
TOMV	$1,0 \cdot 10^5$	$8,2 \cdot 10^3$	$7,8 \cdot 10^5$	$1,2 \cdot 10^5$	0,2225
TNMV	$8,5 \cdot 10^4$	$0,1 \cdot 10^4$	$8,9 \cdot 10^5$	$1,3 \cdot 10^5$	

Rozdíly u tepelně opracovaných a tepelně neopracovaných masných výrobků nejsou statisticky významné ($P = 0,2225$ při $p > 0,05$). U vakuově balených masných výrobků nám vyšel průměrný počet mikroorganismů (tabulka 7) vyšší u tepelně opracovaných ($1,0 \cdot 10^5$ KTJ/g) než u tepelně neopracovaných masných výrobků ($8,5 \cdot 10^4$ KTJ/g).

Graf 4: Porovnání počtu mikroorganismů u TOMV a TNMV u vakuově balených krájených MV



V grafu 4 vidíme, že nižší počet mikroorganismů u tepelně nepracovaných výrobků. Podle Kameníka (2012) trvanlivé fermentované masné výrobky (tepelně nepracované), jsou-li připraveny dle zásad správné výrobní praxe, patří zejména po mikrobiální stránce mezi velmi stabilní produkty. Steinhauser *et al.* (1995) uvádějí, že trvanlivost těchto masných výrobků je docílena celou řadou faktorů, které se postupně vytvářejí během celého výrobního procesu. Vzhledem k tomu, že nedochází k tepelnému ošetření, které je velmi razantní mikrobiální překážkou, je dostatečná intenzita překážek a jejich souhra pro zdravotní nezávadnost a trvanlivost tepelně nepracovaných výrobků velmi důležitá.

5.3 Výskyt mikroorganismů v závislosti na teplotě chladiřenského skladování

Šilhánková (2002) uvádí, že teplota vnějšího prostředí je jedním z hlavních faktorů, které ovlivňují rychlost rozmnožování mikroorganismů i možnost jejich života.

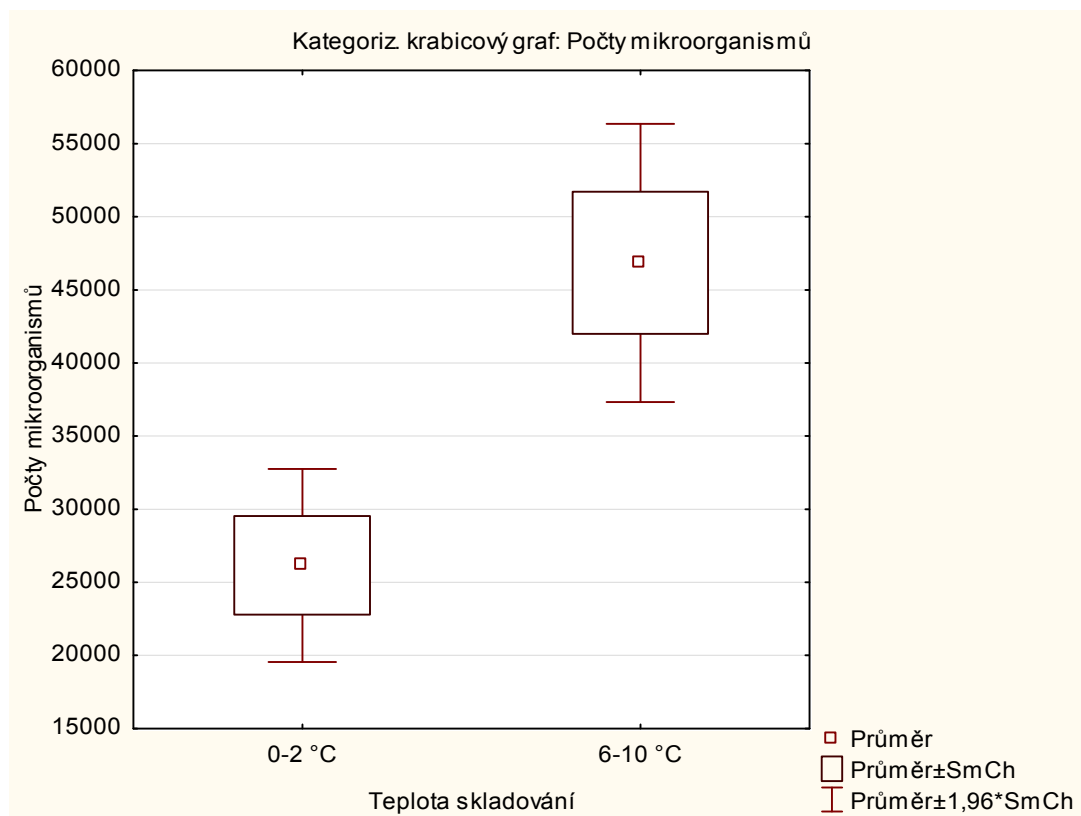
Tabulka 8: Počet mikroorganismů při různých teplotách chladiřenského skladování u tyčových salámů (KTJ/g).

Teplota skladování	\bar{x}	X_{\min}	X_{\max}	S_x	P
0 °C až +2 °C	$2,6 \cdot 10^4$	$0,8 \cdot 10^3$	$2,3 \cdot 10^5$	$3,6 \cdot 10^4$	0,0005
+6 °C až +10°C	$4,7 \cdot 10^4$	$0,1 \cdot 10^4$	$4,9 \cdot 10^5$	$5,2 \cdot 10^4$	

Rozdíly teplot skladování u tyčových salámů jsou statisticky významné ($P = 0,0005$ při $p < 0,05$). Průměrný počet mikroorganismů (tabulka 8) se pohybuje u teploty 0°C až +2 °C kolem $2,6 \cdot 10^4$ KTJ/g a u teploty +6 °C až +10 °C je to kolem $4,7 \cdot 10^4$ KTJ/g. Výsledky jsou ve shodě s literaturou. Steinhauser *et al.*, (2005) uvádějí že, chladiřenské teploty nezabíjejí mikroorganismy, ale brzdí možnosti jejich rozmnožování. Tyto schopnosti se zmenšují s postupně klesající

teplotou. Podle Cempírkové *et al.* (1997) do hloubky masa pronikají mikroorganismy tím pomaleji, čím nižší teplota se použije. Podle Ingra (1996) mikroorganismy při nízkých teplotách omezují nebo zastavují svoji činnost.

Graf 5: Porovnání počtu mikroorganismů v závislosti na teplotě skladování u tyčových salámů.



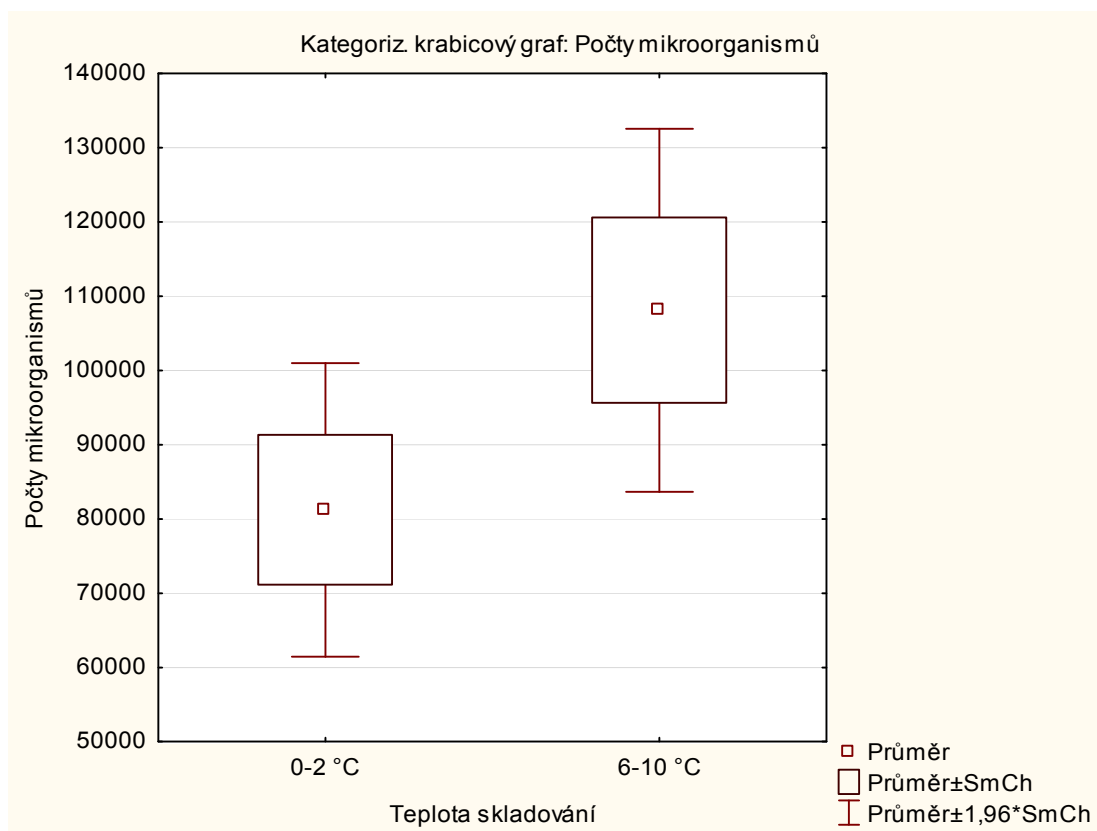
Z grafu 5 je patrné, že při nižších teplotách skladování je počet mikroorganismů u celých (tyčových) salámů výrazně nižší. Schopnost jejich rozmnožování se zmenšuje s postupně klesající teplotou. Podle Voldřicha *et al.* (2000) teplota skladování významně ovlivňuje rychlost změn. S nižší teplotou klesá rozpustnost plynů (kyslíku) v potravine, zpomalují se chemické reakce, tím i rychlost životních projevů kontaminující mikroflóry. Ingr (1996) uvádí, že skladování a prodej masných výrobků vyžaduje teplotu od 0 °C do +6 °C.

Tabulka 9: Počet mikroorganismů při dvou různých teplotách skladování u vakuově balených krájených MV (KTJ/g).

Teplota skladování	\bar{x}	X_{\min}	X_{\max}	S_x	P
0 °C až +2 °C	$8,1 \cdot 10^4$	$0,1 \cdot 10^4$	$6,4 \cdot 10^5$	$1,1 \cdot 10^5$	0,0947
+6 °C až +10°C	$1,1 \cdot 10^5$	$4,9 \cdot 10^3$	$8,9 \cdot 10^5$	$1,3 \cdot 10^5$	

Rozdíly u tepelně opracovaných a tepelně neopracovaných masných výrobků nejsou statisticky významné ($P = 0,0947$ při $p > 0,05$). Průměrný počet mikroorganismů (tabulka 9) u nižší teploty skladování se pohybuje kolem $8,1 \cdot 10^4$ KTJ/g, u vyšší teploty je tento počet vyšší a pohybuje se kolem $1,1 \cdot 10^5$ KTJ/g.

Graf 6: Porovnání počtu mikroorganismů v závislosti na teplotě skladování u vakuově balených krájených MV



Z grafů 5 a 6 můžeme vidět, že při nižší teplotě skladování jak u tyčových salámů tak i u vakuově balených krájených salámů je počet mikroorganismů výrazně menší. Tímto testem se nám potvrdilo že, při nižších chladírenských teplotách se snižuje počet mikroorganismů v masných výrobcích.

Podle Steinhausera *et al.* (1995) je pro dosažení dlouhodobé údržnosti vakuově baleného masa důležitá vysoká jakost, neporušení chladírenského řetězce při teplotách 0 °C až +2 °C, hluboké a stabilní vakuum a aseptičnost práce. Voldřich *et al.*, (2000) uvádějí, že skladovací teplota zpomaluje růst přítomných mikroorganismů a omezuje riziko tvorby toxinů.

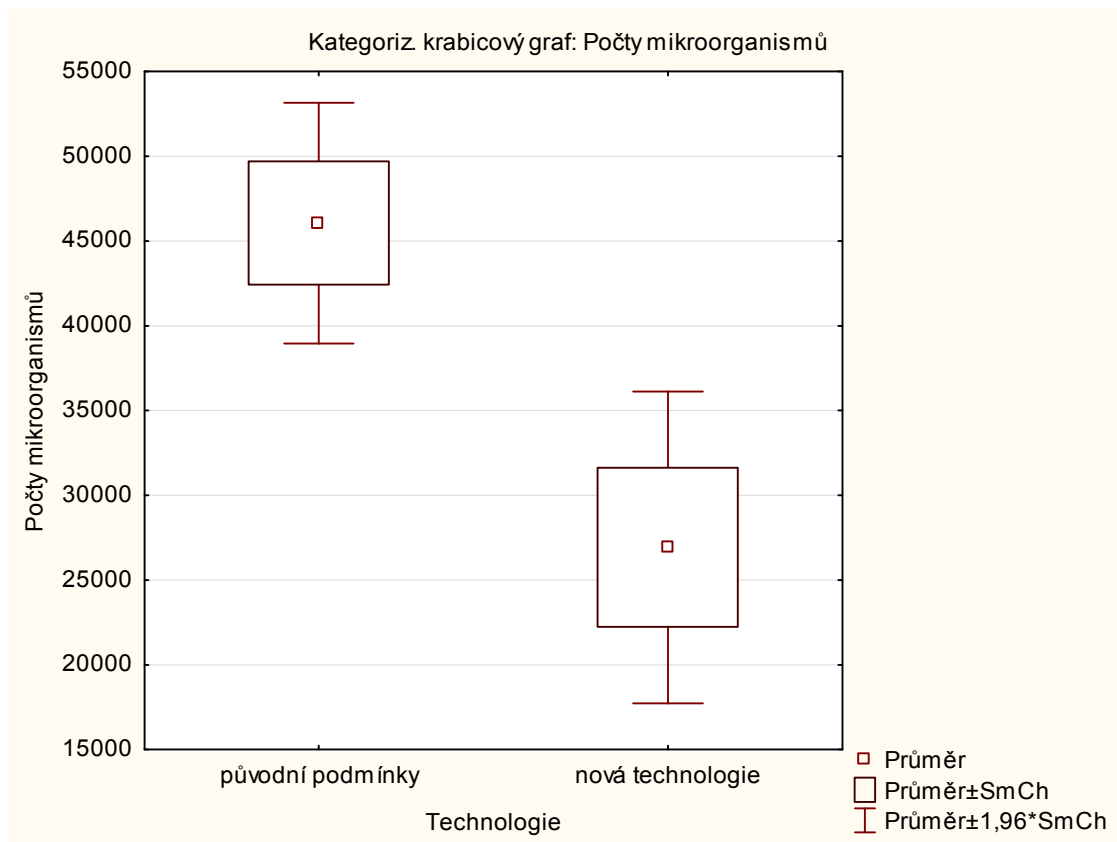
5.4 Výskyt mikroorganismů v závislosti na technologii výroby

Tabulka 10: Počet mikroorganismů v původních podmínkách a v nové technologii výroby u tyčových salámů (KTJ/g).

Technologie	\bar{x}	X_{\min}	X_{\max}	S_x	P
Původní podmínky	$4,6 \cdot 10^4$	$0,1 \cdot 10^4$	$2,3 \cdot 10^5$	$3,9 \cdot 10^4$	0,0014
Nová technologie	$2,7 \cdot 10^4$	$0,8 \cdot 10^3$	$4,9 \cdot 10^5$	$5,1 \cdot 10^4$	

Rozdíly v původních podmínkách a v nové technologii výroby u tyčových salámů jsou statisticky významné ($P = 0,0014$ při $p < 0,05$). Průměrný počet mikroorganismů, který je uveden v tabulce 10 se pohybuje v původních podmínkách kolem $4,6 \cdot 10^4$ KTJ/g a v nových podmínkách kolem $2,7 \cdot 10^4$ KTJ/g.

Graf 7: Porovnání počtu mikroorganismů u tyčových salámů v původních podmínkách a v nové technologii výroby.

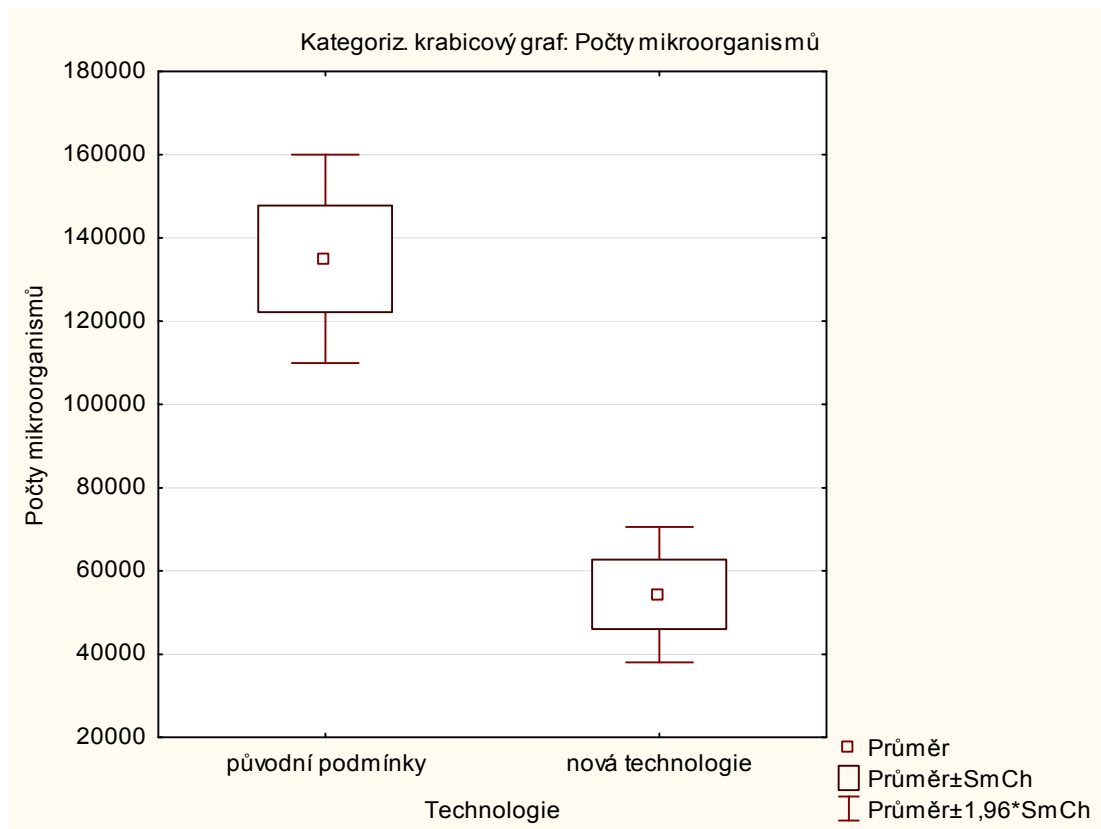


Z grafu 7 vidíme, že nižší počet mikroorganismů u tyčových salámů byl zaznamenán při použití nové technologie výroby.

Tabulka 11: Počet mikroorganismů v původních podmínkách a v nové technologii výroby u vakuově balených krájených salámů (KTJ/g).

Technologie	\bar{x}	X_{\min}	X_{\max}	S_x	P
Původní podmínky	$1,3 \cdot 10^5$	$1,2 \cdot 10^4$	$7,8 \cdot 10^5$	$1,4 \cdot 10^5$	$1 \cdot 10^{-6}$
Nová technologie	$5,4 \cdot 10^4$	$0,1 \cdot 10^4$	$8,9 \cdot 10^5$	$8,9 \cdot 10^4$	

Graf 8: Porovnání počtu mikroorganismů u vakuově balených masných výrobků v původních podmínkách a v nové technologii výroby.



Rozdíly v původních podmínkách a v nové technologii výroby u vakuově balených krájených salámů jsou statisticky významné ($P = 1 \cdot 10^{-6}$ při $p < 0,05$). Průměrný počet mikroorganismů, který je uveden v tabulce 11 se pohyboval v původních podmínkách kolem $1,3 \cdot 10^5$ KTJ/g a v nových podmínkách kolem $5,4 \cdot 10^4$ KTJ/g.

Počet mikroorganismů je výrazně nižší za použití nové technologie než v původních podmínkách výroby. Dnes už se většinou používají klimatizované komory, kde se masné výrobky suší na požadovanou hodnotu a_w . Podle Steinhausera *et al.* (1995) je mikrobiologická stabilita masa v řízených klimatických podmínkách zabezpečena zmrazením masa, které trvá až do doby poklesu obsahu vody, při níž mikroorganismy nerostou.

Z toho vyplývá, že použití nové moderní technologie s řízenou atmosférou má velký význam k zachování údržnosti masných výrobků.

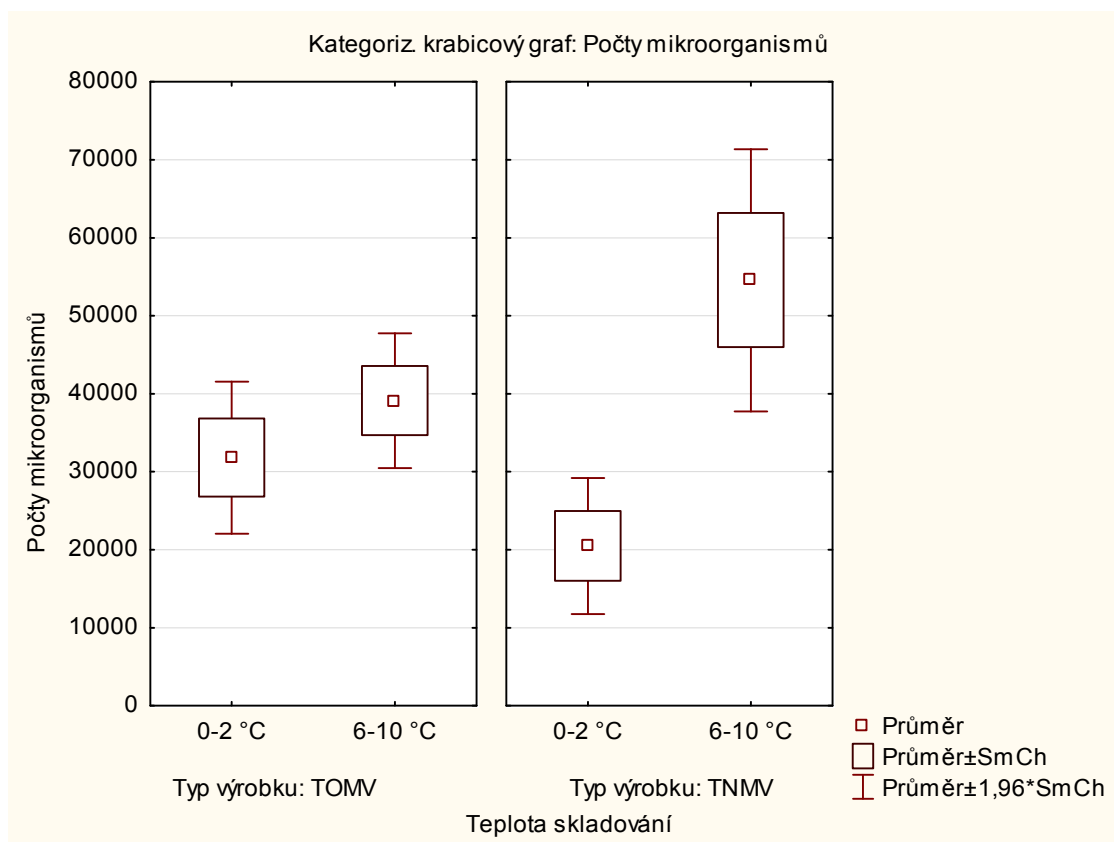
5.5 Vliv teploty skladování na počet mikroorganismů u TOMV a u TNMV

Tabulka 12: Počet mikroorganismů u TOMV a TNMV v závislosti na teplotě skladování u tyčových salámů (KTJ/g).

Typ výrobků	Teplota skladování (°C)	\bar{x}	X_{\min}	X_{\max}	S_x	P
TOMV	0 až +2	$3,2 \cdot 10^4$	$0,1 \cdot 10^4$	$2,0 \cdot 10^5$	$3,8 \cdot 10^4$	0,0233
	+6 až +10	$3,9 \cdot 10^4$	$0,1 \cdot 10^4$	$1,8 \cdot 10^5$	$3,4 \cdot 10^4$	
TNMV	0 až +2	$2,0 \cdot 10^4$	$0,8 \cdot 10^3$	$2,3 \cdot 10^5$	$3,4 \cdot 10^4$	
	+6 až +10	$5,5 \cdot 10^4$	$0,1 \cdot 10^4$	$4,9 \cdot 10^4$	$6,5 \cdot 10^4$	

U tyčových salámů byly rozdíly u tepelně opracovaných a tepelně neopracovaných masných výrobků v závislosti na teplotě skladování statisticky významné ($P = 0,0233$ při $p < 0,05$). Průměrný počet mikroorganismů u tepelně opracovaných masných výrobků při teplotě 0 °C až +2 °C se pohyboval kolem $3,2 \cdot 10^4$ KTJ/g, při teplotě +6 °C až +10 °C to bylo $3,9 \cdot 10^4$ KTJ/g. U tepelně neopracovaných masných výrobků se průměrný počet mikroorganismů pohyboval při teplotě 0 °C až +2 °C kolem $2,0 \cdot 10^4$ KTJ/g a při teplotě +6 °C až +10 °C to bylo $5,5 \cdot 10^4$ KTJ/g.

Graf 9: Porovnání počtu mikroorganismů u TOMV a TNMV v závislosti na teplotě skladování u tyčových salámů.



Z grafu 9 je patrné, že u tyčových salámů, které nejsou tepelně opračované je při rozdílných teplotách skladování větší rozdíl v počtu mikroorganismů než u výrobků tepelně opračovaných. U tepelně opračovaných výrobků i při vyšší teplotě skladování (+6 °C až +10 °C), nebyl výrazný nárůst počtu mikroorganismů. Kameník (2012) uvádí, že tepelně opračované trvanlivé masné výrobky mají v technologickém procesu výroby začleněnu fázi tepelného ošetření, tj. tepelný účinek odpovídající působení teploty 70 °C po dobu 10 minut ve všech částech výrobku. Z hlediska vlivu na mikrobiální populaci výrobku, resp. výrobního polotovaru, jde o razantní překážku, která silně redukuje počet přeživších bakterií.

U trvanlivých tepelně neopracovaných výrobků se bariéry proti nežádoucím mikrobům vytvářejí postupně a jejich působení není rozhodně tak razantní jako vliv vysoké teploty při tepelném ošetření. Nejúčinnější překážka, která zajišťuje jejich trvanlivost je nízká hodnota vodní aktivity. Ta se ale vytváří, respektive

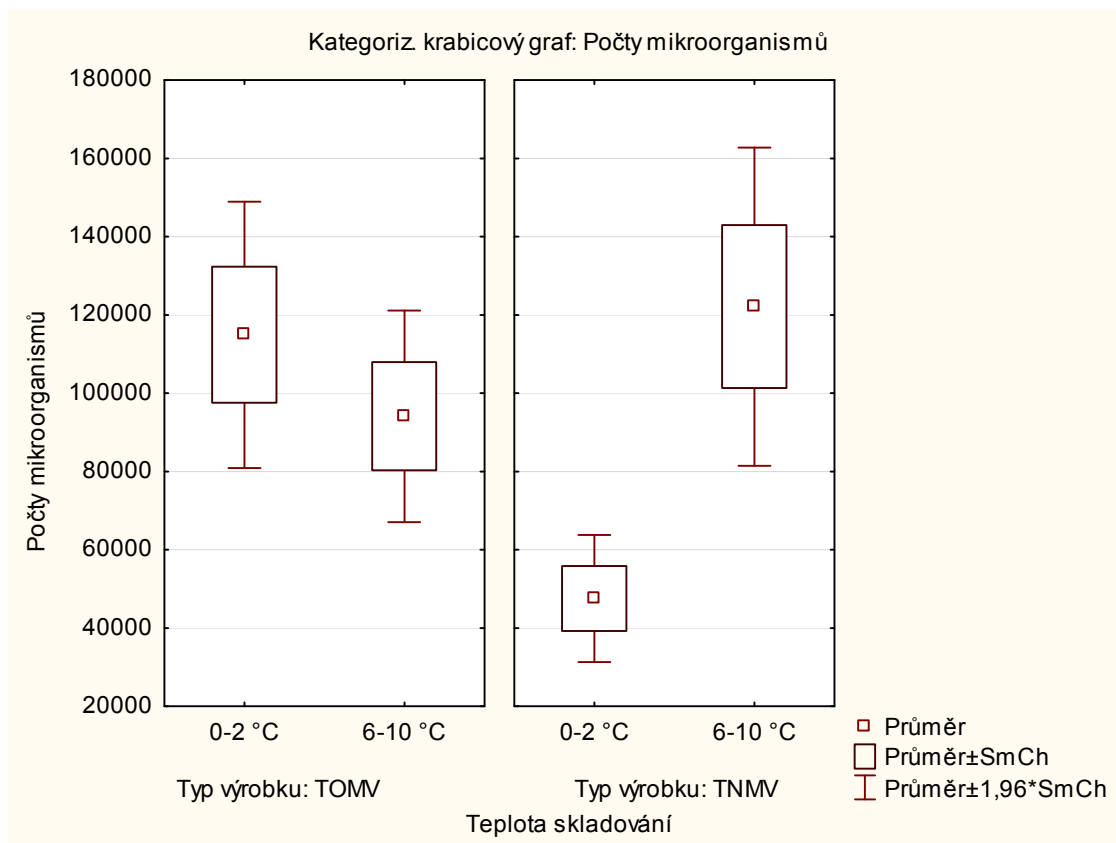
uplatňuje až při konci výrobního cyklu. Z toho vyplývá nutnost používat suroviny pouze s minimální mikrobiální kontaminací.

Tabulka 13: Počet mikroorganismů u TOMV a TNMV v závislosti na teplotě skladování u vakuově balených krájených salámů (KTJ/g).

Typ výrobků	Teplota skladování (°C)	\bar{x}	X_{\min}	X_{\max}	S_x	P
TOMV	0 až +2	$1,1 \cdot 10^5$	$8,2 \cdot 10^3$	$6,4 \cdot 10^5$	$1,3 \cdot 10^5$	0,0272
	+6 až +10	$9,4 \cdot 10^4$	$1,1 \cdot 10^4$	$7,8 \cdot 10^5$	$1,1 \cdot 10^5$	
TNMV	0 až +2	$4,8 \cdot 10^4$	$0,1 \cdot 10^4$	$4,3 \cdot 10^5$	$6,3 \cdot 10^4$	
	+6 až +10	$1,2 \cdot 10^5$	$4,9 \cdot 10^3$	$8,9 \cdot 10^5$	$1,6 \cdot 10^5$	

U vakuově balených krájených masných výrobků byly rozdíly u tepelně opracovaných a tepelně neopracovaných masných výrobků v závislosti na teplotě skladování statisticky významné ($P = 0,0272$ při $p < 0,05$). Průměrný počet mikroorganismů u tepelně opracovaných masných výrobků při teplotě 0 °C až +2 °C se pohyboval kolem $1,1 \cdot 10^5$ KTJ/g, při teplotě +6 °C až +10 °C to bylo $9,4 \cdot 10^4$ KTJ/g. U tepelně neopracovaných masných výrobků se průměrný počet mikroorganismů pohyboval při teplotě 0 °C až +2 °C kolem $4,8 \cdot 10^4$ KTJ/g a při teplotě +6 °C až +10 °C to bylo $1,2 \cdot 10^5$ KTJ/g.

Graf 10: Porovnání počtu mikroorganismů u TOMV a TNMV v závislosti na teplotě skladování u vakuově balených masných výrobků.



U vakuově balených krájených salámů je opět vyšší rozdíl v počtu mikroorganismů u tepelně neopracovaných výrobků. U tepelně opracovaných je počet mikroorganismů vyšší u nižších teplot skladování. Může to být zapříčiněno buď špatnými hygienickými podmínkami, porušením obalu výrobku nebo podle Steinhauera *et al.*, (2005) teploty blízko 0 °C však zvláště u psychrotrofních mikroorganismů nezastavují produkci enzymů. Chladírenské teploty mohou naopak vést u mnohých mikroorganismů i k jejich zvýšené enzymatické aktivitě. Podle Bartošové a Hanulíkové, (2012) se při chladírenských teplotách (+3 °C až +4 °C) dokáže množit *Listeria monocytogenes*. Steinhauer *et al.* (1995) uvádějí, že listerie, které jsou nenáročné na živiny a teplotu, představují nebezpečí sekundární kontaminace uchovávané suroviny. Podle Lawley *et al.* (2008) je také *Yersinia enterocolitica* schopna růst při chladírenských teplotách.

Tepelně opracované výrobky mají větší údržnost při vyšších teplotách než tepelně neopracované. Tepelně neopracované fermentované masné výrobky, které jsou krájené a balené se doporučují uchovávat při teplotách +4 °C a nižších.

6. ZÁVĚR

Základem pro údržnost masných výrobků je především dodržování správných hygienických zásad při jejich zpracování a použití komplexu několika konzervačních překážek, které zpomalují nebo úplně zastavují růst mikroorganismů. Ve výrobě by měl být zaveden systém kontrolních kritických bodů HACCP, který slouží k vytváření podmínek pro dobrou výrobní praxi. Hlavní je, aby před skladováním masných výrobků došlo, co možná k nejmenší mikrobiální kontaminaci, protože počty mikroorganismů na konci skladování jsou tím větší, čím vyšší je jejich počet na počátku skladování. Důležitý je počáteční mikrobiální stav masa použitého k výrobě. Kameník (2012) uvádí optimální počet bakterií v 1 gramu masa mezi 10^2 až 10^3 . Hodnoty nad 10^5 KTJ/g masa jsou považovány za maximum.

Velmi významný vliv na růst mikroorganismů má teplota skladování. Snižováním teploty se zpomaluje pronikání mikroorganismů do masa. U chladiřského skladování je nutné tuto teplotu udržovat do $+5$ °C.

Výsledky byly většinou statisticky významné v intervalu $p < 0,05$. Mezi rozdíly v počtu mikroorganismů u celých (tyčových) salámů a vakuově balených krájených masných výrobků nám dokonce vyšla hodnota $1 \cdot 10^{-6}$ KTJ/g, která znamená, že rozdíl je velmi statisticky významný. Vyšší počet mikroorganismů vyšel u vakuově balených krájených masných výrobků než u celých (tyčových) salámů. Při krájení a balení masných výrobků dochází ke zvýšení vodní aktivity a tvoří se prostředí vhodné pro růst mikroorganismů. U vakuově balených masných výrobků je nutné dodržovat stanovené podmínky skladování.

Z výsledků je patrné, že nižší teplota skladování má příznivý vliv na počet mikroorganismů. U většiny případů vyšel nižší počet mikroorganismů u nižších teplot skladování (0 °C až $+2$ °C). U tyčových salámů se při této teplotě pohyboval průměrný počet mikroorganismů kolem $2,6 \cdot 10^4$ KTJ/g a u vakuově balených krájených masných výrobků kolem $8,1 \cdot 10^4$ KTJ/g. Další význam na snížení mikrobiální kontaminace masných výrobků má i použitá technologie výroby. U moderní technologie s řízenou atmosférou vyšel výrazně nižší počet mikroorganismů než v původních podmínkách výroby.

U tepelně opracovaných a tepelně neopracovaných masných výrobků při změně teploty vyšly větší rozdíly v počtu mikroorganismů u tepelně neopracovaných. U těchto výrobků jsou zvýšené nároky při jejich výrobě především z hygienického hlediska. Vzhledem k tomu, že nedochází k tepelnému ošetření je důležitá dostatečná intenzita překážek.

Všechny vzorky splňovaly limity pro obsah celkového počtu mikroorganismů $5 \cdot 10^6$ KTJ/g podle nařízení Komise (ES) č. 2073/2005 ze dne 15. listopadu 2005 o mikrobiologických kritériích pro potraviny. Nejvyšší zjištěná hodnota byla $8,9 \cdot 10^5$ KTJ/g.

7. CONCLUSION

The basis for the shelf life of meat products is to follow good hygiene principles in their processing and use complex preservative several obstacles that slow down or completely stop the growth of microorganisms. In production should be a system to control HACCP, which is used to create the conditions for good manufacturing practices. The main thing is that before storing meat products occurred to the smallest possible microbial contamination, because the number of microorganisms on the end of storage, are greater, the higher their number at the beginning of storage. What is important is the initial microbial status of meat used in the production. Kameník (2012) provides an optimum number of bacteria in 1 gram of meat between 10^2 to 10^3 CFU/g. Values above 10^5 CFU/g of meat are considered maximum.

Very significant impact on the growth of microorganisms has storage temperature. By reducing the temperature slows down the penetration of microorganisms into meat. The cold storage, it is necessary to maintain the temperature of $+5\text{ }^\circ\text{C}$.

The results of the differences are statistically significant ($p < 0,05$). Among the differences in the number of micro-organisms in full (rod) sausages and vacuum packed sliced meat products we even walked the value $1 * 10^{-6}$ CFU/g, which means that the difference is highly statistically significant. A higher number of microorganisms were observed in vacuum-packed sliced meat products than in the whole salami. The slicing and packaging of meat products is to increase the water activity and make a suitable environment for microbial growth. The vacuum-packed meat products must comply with the specified storage conditions.

The results show that the lower the storage temperature has a positive effect on the number of microorganisms. In most cases went lower number of microorganisms at low temperature storage ($0\text{ }^\circ\text{C}$ to $+2\text{ }^\circ\text{C}$). The rod sausages at this temperature ranged average number of microorganisms of about $2,6 * 10^4$ CFU/g, vacuum packed sliced meat products around $8,1 * 10^4$ CFU/g. The used technology is also important to reduce microbial contamination of meat

products. In modern technology with controlled atmosphere was recorded fewer microorganisms than in the original conditions of production.

For cooked and uncooked meat products at a temperature change came a greater difference in the number of microorganisms in uncooked. These products are increased demands for their production mainly from the hygienic point of view. Given that no heat treatment is important enough intensity obstacles.

All samples meet the limits for the total number of microorganisms $5 \cdot 10^6$ CFU/g under Commission Regulation (EC) No 2073/2005 of 15 November 2005 on microbiological criteria for foodstuffs. The highest value found was $8,9 \cdot 10^5$ CFU/g.

8. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

CEMPÍRKOVÁ, R., J. LUKÁŠOVÁ a Š. HEJLOVÁ. Mikrobiologie potravin. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 1997, 165 s. ISBN 80-704-0254-7.

CICHON, A., K. WIECZOREK a J. OSEK. Role of *Clostridium perfringens* strains in human foodborne infections. *Medycyna Weterinaryjna*, 2012, roč. 68, č. 8, s. 456-460. ISSN 0025-8628.

COMMEAU, N. a S. JALOUSTRE. Impact of temperature sampling strategy on the risk of *Clostridium* growth: Application to rapid cooling of food in institutional food service facilities. *Food Control*, 2013, roč. 30, č. 2, s. 642-648 [cit. 2013-03-27]. ISSN 09567135.

CUPÁKOVÁ, Š. a L. NECIDOVÁ. *Yersinia enterocolitica* - významný původce onemocnění z potravin. *Maso: odborný časopis pro výrobce, zpracovatele a prodejce masa, masných výrobků a lahůdek*. Praha: České a slovenské odborné nakladatelství, 2013, roč. 24, č. 2, s. 45-49. ISSN 1210-4086.

ČEPIČKA, J. *Obecná potravinářská technologie*. 1. vyd. Praha: VŠCHT, 1995, 246 s. ISBN 80-708-0239-1.

DAELMAN, J., L. JACXSENS, F. DEVLIEGHERE a M. UYTTENDAELE. Microbial safety and quality of various types of cooked chilled foods. *Food Control*, 2013, roč. 30, č. 2, s. 510-517. ISSN 09567135.

DOULGERAKI, A. I., D. ERCOLINI, F. VILLANI a G.-J. E. NYCHAS. Spoilage microbiota associated to the storage of raw meat in different conditions. *International Journal of Food Mikrobiology*, 2012, roč. 157, č. 2, s. 130-141. ISSN 01681605.

DRDÁK, M. *Základy potravinářských technologií*. Bratislava: Malé centrum, 1996, 511 s. ISBN 80-967-0641-1.

EVANS, J. A. *Frozen food science and technology*. Ames, Iowa: Blackwell Pub., 2008, x, 355 p. ISBN 14-051-5478-0.

GÖRNER, F. a L. VALÍK. *Aplikovaná mikrobiológia požívateľín: princípy mikrobiológie požívateľín, potravinársky významné mikroorganizmy a ich skupiny*,

mikrobiológia potravinárskych výrob, ochorenia mikrobiálneho povodu, ktorých zárodky sú prenášané požívatinami. 1. vyd. Bratislava: Malé centrum, 2004, 528 s. ISBN 80-967-0649-7.

INGR, I. Mlékařství a hodnocení živočišných výrobků. 1. vyd. Brno: VŠZ (Praha), 1986, 138 s.

INGR, I. Produkce a zpracování masa. Vyd. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2003, 202 s. ISBN 80-715-7719-7.

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

JIČÍNSKÁ, E. a J. HAVLOVÁ. Metody detekce patogenních mikroorganismů v potravinách. Vyd. 1. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1996, 115 s. ISBN 80-851-2049-6.

KADLEC, P. *et al.* Procesy potravinářských a biochemických výrob. 1. vyd. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2003, 308 s. ISBN 80-708-0527-7.

KADLEC, P. *et al.* Technologie potravin I. 1. vyd. Praha: VŠCHT, 2002, 300 s. ISBN 80-708-0509-9.

KADLEC, P., K. MELZOCH a M. VOLDŘICH. Co byste měli vědět o výrobě potravin?: technologie potravin. Vyd. 1. Ostrava: Key Publishing, 2009, 536 s. ISBN 978-80-7418-051-4.

KAMENÍK, J. Hygiena a technologie masa: Trvanlivé masné výrobky. 1. vyd. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita, 2012, 117 s. ISBN 978-80-7305-608-7.

KAMENÍK, J. a P. CHOMÁT. „B” jako balení masa a masných výrobků. Maso: odborný časopis pro výrobce, zpracovatele a prodejce masa, masných výrobků a lahůdek. Praha: České a slovenské odborné nakladatelství, 2013, roč. 24, č. 1, s. 8-13. ISSN 1210-4086.

KATINA, J. Označování masných výrobků. 1. vyd. Praha: Sdružení českých spotřebitelů, 2010, 8 s. Publikace České technologické platformy pro potraviny. ISBN 978-80-904633-0-1.

KONEČNÝ, S. Klostridia a klostridiózy. Nemoci, o kterých máme vědět. Maso: odborný časopis pro výrobce, zpracovatele a prodejce masa, masných výrobků

a lahůdek. Praha: České a slovenské odborné nakladatelství, 1999, č. 5, s. 32-36. ISSN 1210-4086.

KYZLINK, V. Teoretické základy konzervace potravin. Vyd. 1. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1988, 511s.

LAWLEY, R., L. CURTIS a J. DAVIS. The food safety hazard guidebook. Cambridge, UK: RSC Publishing, 2008, 422 s. ISBN 978-085-4044-603.

MATYÁŠ, Z. a J. VÍTOVEC. Hygiena výroby a distribuce potravin. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 1999, 191 s. ISBN 80-704-0369-1.

MORTIMORE, S. a C. WALLACE. HACCP. Malden, MA: Blackwell Science, 2001, 136 s. ISBN 06-320-5648-7.

NAŘÍZENÍ KOMISE (ES) č. 2073/2005 ze dne 15. listopadu 2005 o mikrobiologických kritériích pro potraviny.

PASTER, T. The HACCP food safety employee manual. Hoboken, N.J: John Wiley, 2007, 80 s. ISBN 978-047-0073-476.

PEARSON, A.M. a T.R. DUTSON. HACCP in meat, poultry and fish processing. Gaithersburg, Md: Aspen, 1999, 393 s. ISBN 08-342-1327-3.

PEŠEK, M. Hodnocení jakosti, zpracování a zbožiznalství živočišných produktů. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 1997, 182 s. ISBN 80-704-0237-7.

PIPEK, P. a D. JIROTKOVÁ. 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.

SIMONOVÁ, J., M. VÁZLEROVÁ a I. STEINHAUSEROVÁ. Výskyt patogenních sérotypů *Yersinia enterocolitica* izolovaných z prasat, skotu, drůbeže a jehňat v České republice. Maso: odborný časopis pro výrobce, zpracovatele a prodejce masa, masných výrobků a lahůdek. Praha: České a slovenské odborné nakladatelství, 2007, roč. 18, č. 5, s. 36-37. ISSN 1210-4086.

SKOČKOVÁ, A., R. KARPÍŠKOVÁ a I. KOLÁČKOVÁ. Porovnání a charakteristika izolátů *Escherichia coli* z masa a mléka. *Maso: odborný časopis pro výrobce, zpracovatele a prodejce masa, masných výrobků a lahůdek*. Praha: České a slovenské odborné nakladatelství, 2013, roč. 24, č. 1, s. 47-49. ISSN 1210-4086.

STEINHAUSER, L. *et al.* Hygiena a technologie masa. 1. vyd. Brno: LAST, 1995, 643 s. ISBN 80-900-2604-4.

STEINHAUSER L. *et al.* Produkce masa. LAST, 2005, 464 s. ISBN 80-900260-7-9.

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

VOLDŘICH, M. *et al.* Zavádění systému kritických kontrolních bodů HACCP. 1. vyd. Praha: UZPI, 2000, 96 s. ISBN 80-7271-044-4.

Internetové zdroje:

BARTOŠOVÁ, L. a A. HANULÍKOVÁ. Mikrobiální původci alimentárních onemocnění. Státní zemědělská a potravinářská inspekce [online]. 2012 [cit. 2013-01-23]. Dostupné z: <http://www.szpi.gov.cz/docDetail.aspx?prn=1&baf=0&nid=&doctype=ART&docid=1000167&chnum=7&inqResults=11319>.

KARPÍŠKOVÁ, R. Máme se obávat bakterií *Escherchia coli*?. *Časopis Výživa a potraviny* [online]. 2011, č. 6 [cit. 2013-03-23]. Dostupné z: <http://www.vyzivaspol.cz/clanky-casopis/mame-se-obavat-bakterii-escherchia-coli.html>.

MZE. Internetový portál bezpečnosti potravin. Vědecké stanovisko EFSA k prevenci zdravotních rizik ze spotřeby vepřového masa [online]. 2011 [cit. 2013-03-29]. Dostupné z: <http://www.bezpecnostpotravin.cz/vedecke-stanovisko-efsa-k-prevenci-zdravotnich-rizik-ze-spotreby-veproveho-masa.aspx>.